Alcaldía de
SAN GIL

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO SECTOR PABLO VI

"AUNAR ESFUERZOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO Y DEMÁS OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA CARRERA 4, EN LA CALLE 5 ENTRE CARRERAS 4 Y 5, DEL BARRIO PABLO VI; Y EN LA CARRERA 23 ENTRE CALLES 3 SUR Y 4 SUR Y LA CARRERA 25 ENTRE CALLES 4 SUR Y 5 SUR, DEL BARRIO JOSÉ ANTONIO GALÁN, DEL MUNICIPIO DE SAN GIL, SANTANDER"

Alcaldía de
SAN GIL

· SECRETARIA DE CONTROL URBANO E INFRAESTRUCTURA
· ALCALDIA DE SAN GIL, SANTANDER
· AGOSTO DE 2026.

1 INTRODUCCION

En Colombia los métodos de diseño para los pavimentos de concreto más utilizados son los propuestos por la **AASHTO en 1993 y la PCA en 1984**. Ambos métodos tienen características distintas y los espesores calculados con ellos, para condiciones similares, pueden ser diferentes, pese a lo anterior, se siguieron las recomendaciones de os dos métodos para la elaboración de las cartas de diseño que se proponen en el catálogo de estructuras

Los espesores registrados en la ilustración 2 a 8 son el resultado del análisis de más de 70.000 diseños, obtenidos a partir de las metodologías presentadas por la PCA´84 y la AASHTO´93 los cuales se analizaron para seleccionar el abanico de 1.680 estructuras que conforman este manual y que se esquematizan acorde a la figura 4.1.-Parragafo extraído del Manual de diseño de pavimentos rígido INVIAS para bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.

Las dimensiones de las estructuras propuestas se obtuvieron a analizar el espectro gráfico de los resultados comparativos entre las metodologías de diseño. Durante el análisis estructural, además de sus resultados, se tuvo en cuenta la tradición nacional, se desecharon aquellos que tenían espesores muy reducidos por considerarlos frágiles y por el otro lado se desecharon los que mostraban valores superiores a 30 cm, dejando para estos casos que el diseñador de los pavimentos recurra a otras fuentes de información.

Los resultados se presentan tabulados en función de las variables seleccionadas y la selección del espesor se hace seleccionando en primer lugar el tránsito (T#) luego se escoge el tipo de suelo(S#) a partir de la capacidad de soporte de la subrasante, a continuación, se define si el pavimento tendrá dovelas (D) o no (ND) y bermas laterales (B) o o (NB) hasta este punto los datos se presentan en las columnas.

Luego se escoge el tipo de soporte sobre el que se desea construir el pavimento (SN, BG, o BEC) y finalmente se escoge la calidad del concreto (MR #) y en la casilla en donde coincidan todas las variables escogidas se lee el espesor en centímetros, que debe tener la losa, que cumple con las condiciones fijadas. Dado que los parámetros de calificación del estado superficial del pavimento no se contemplan específicamente en las metodologías de diseño, se espera que al final de su construcción se cumpla con todos los requerimientos exigidos para el recibo de las obras contemplados en los términos de referencia de los contratos.

2. GENERALIDADES DEL ESTUDIO

En este documento se presenta un estudio y el dimensionamiento de la estructura de pavimento para construir pavimentos rígidos en vía urbanas del Municipio de San Gil, Santander, el diseño de pavimento se realizó utilizando una confrontación entre el método de diseño de pavimentos desarrollado por el Instituto Nacional de Vías INVIAS a través de su texto "Manual de diseño de pavimentos asfálticos para las vías con bajos volúmenes de tránsito" aprobado por el INVIAS en 2007 validado en 2015" y de igual manera con el método de la AASHTO "American Association of State Highway and Transportation Officials" de 1993 usando el ensayo de CBR (California Bearing Ratio) cuyo valor es utilizado comúnmente en Colombia..

TABLA 1. Localización de los tramos a intervenir

"AUNAR ESFUERZOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO Y DEMÁS OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA CARRERA 4, EN LA CALLE 5 ENTRE CARRERAS 4 Y 5, DEL BARRIO PABLO VI; Y EN LA CARRERA 23 ENTRE CALLES 3 SUR Y 4 SUR Y LA CARRERA 25 ENTRE CALLES 4 SUR Y 5 SUR, DEL BARRIO JOSÉ ANTONIO GALÁN, DEL MUNICIPIO DE SAN GIL, SANTANDER"				
N°	**LOCALIZACION**	**SECTOR**	**LONGITUD**	**ANCHO PROMEDIO**
1	**CARRERA 4 ENTRE CALLES 5 Y 7**	**PABLO VI**	**160 M**	**7 M**
2	**LA CALLE 5 ENTRE CARRERA 4 Y 5**	**PABLO VI**	**70 M**	**7 M**

3. OBJETO

"AUNAR ESFUERZOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO Y DEMÁS OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA CARRERA 4, EN LA CALLE 5 ENTRE CARRERAS 4 Y 5, DEL BARRIO PABLO VI; Y EN LA CARRERA 23 ENTRE CALLES 3 SUR Y 4 SUR Y LA CARRERA 25 ENTRE CALLES 4 SUR Y 5 SUR, DEL BARRIO JOSÉ ANTONIO GALÁN, DEL MUNICIPIO DE SAN GIL, SANTANDER"

3.1 OBJETIVO

El propósito de este estudio es determinar los espesores de la estructura del pavimento mediante la Selección de la estructura de pavimento apropiada de acuerdo con las condiciones particulares y las especificaciones técnicas de materiales para emplearlos en el proyecto denominado: "AUNAR ESFUERZOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO Y DEMÁS OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA CARRERA 4, EN LA CALLE 5 ENTRE CARRERAS 4 Y 5, DEL BARRIO PABLO VI; Y EN LA CARRERA 23 ENTRE CALLES 3 SUR Y 4 SUR Y LA CARRERA 25 ENTRE CALLES 4 SUR Y 5 SUR, DEL BARRIO JOSÉ ANTONIO GALÁN, DEL MUNICIPIO DE SAN GIL, SANTANDER".

3.2 ALCANCE

- El presente diseño de pavimento tiene los siguientes alcances:
- Definir la capacidad de soporte de la subrasante con base en los estudios de suelos.
- Identificar los parámetros para el diseño de estructura de pavimento y determinar los tipos de capas estructurales y sus espesores.
- Presentar las especificaciones técnicas para los materiales recomendados en la construcción de pavimento.

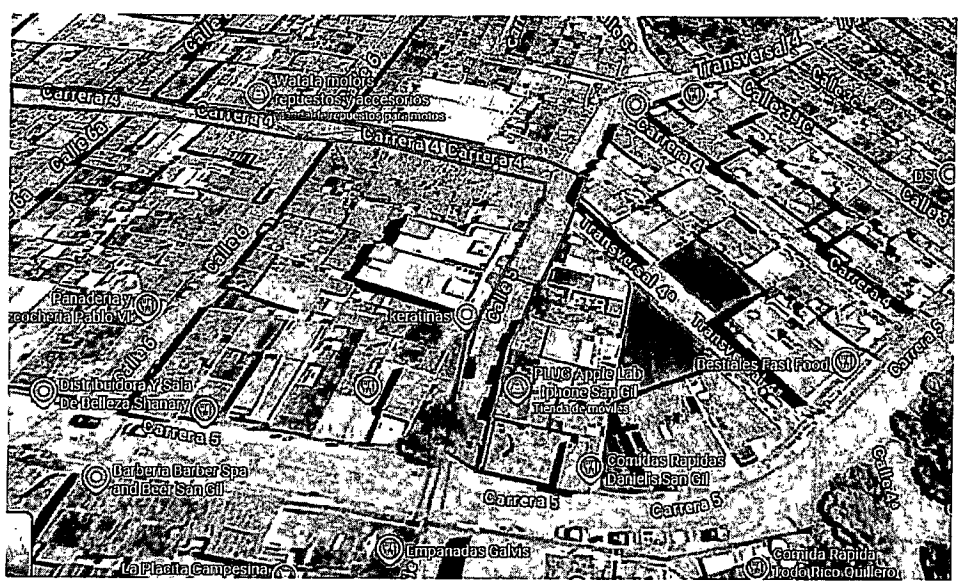
Alcaldía de
SAN GIL

4. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Imagen 1. Localización general del Proyecto



Imagen 2. Localización Carrera 4, calle 5 entre carrera 4 y 5 Barrio Pablo VI



El Municipio se sitúa sobre el eje vial entre Bucaramanga y Bogotá y constituye el núcleo urbano más importante del sur del departamento de Santander, en el año 2004 fue designado como la Capital Turística del departamento, San Gil es la capital de la Provincia de Guanentá, se encuentra ubicado según el diccionario geográfico del Sistema Geológico Colombiano SGC, a los 60°33' 34" de Latitud Norte (N) y 73°06'10" de Longitud Oeste

(W); es el núcleo de la provincia de Guanentá de la cual forman parte los municipios de: Aratoca, Barichara, Cabrera, Cepitá, Coromoro, Curití, Charalá, Encino, Jordán, Mogotes, Ocamonte, Onzaga, Páramo, Pinchote, San Gil, San Joaquín, Valle de San José y Villanueva.

Actualmente, San Gil está moviéndose hacia el desarrollo turístico, por ser el destino más posicionado de Colombia para el desarrollo de actividades de aventura alrededor de los elementos agua, tierra y aire, vinculados al turismo de la naturaleza como la gran apuesta del país contemplada en el Plan Sectorial de Turismo, por sus características geográficas, climáticas y la vocación de sus habitantes.

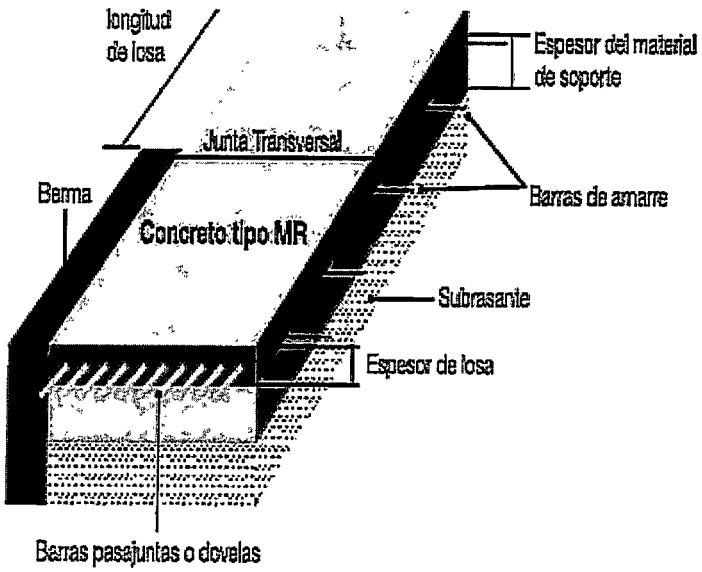
Los límites del municipio de San Gil son los siguientes, Al Norte con Villanueva y Curití, al Este con Curití y Mogotes, al Sur con Valle de San José, Páramo y Pinchote, al Oeste con Pinchote, Cabrera, Barichara y Villanueva

San Gil ha venido teniendo un gran desarrollo comercial, urbanístico, educativo y lucha por sostenerse en el ámbito industrial, viene sufriendo grandes transformaciones en su entorno urbanístico debido al carácter que le imprimiera el título de capital turística de Santander, esto se ve evidenciado en la actual construcción de nuevas vías como es la CARRERA 4 ENTRE CALLES 5 Y 7, Y LA CALLE 5 ENTRE CARRERA 4 Y 5 DEL MUNICIPIO DE SAN GIL, SANTANDER, esta obra contribuyen al desarrollo de las comunidades del área de influencia directa de cada uno de los tramos a intervenir y de igual manera se convierte en factor de desarrollo para toda la comunidad Sangileña.

5. ESTUDIO ESTRUCTURAL

En Colombia los métodos de diseño para los pavimentos de concreto más utilizados son los propuestos por la AASHTO en 1993 y la PCA en 1984. Ambos métodos tienen características distintas y los espesores calculados con ellos, para condiciones similares, pueden ser diferentes, pese a lo anterior, se siguieron las recomendaciones de los dos métodos para la elaboración de las cartas de diseño que se proponen en el catálogo de estructuras.

Ilustración 1. Esquema estructura de pavimento



Los espesores registrados en las ilustraciones 2 a la ilustración 8 son el resultado del análisis de más de 70.000 diseños, obtenidos a partir de las metodologías presentadas por la PCA´84 y la AASHTO´93 los cuales se analizaron para seleccionar el abanico de 1.680 estructuras que conforman este manual y que se esquematizan acorde a la ilustración 1.

Ilustración 2. Espesor Losas Transito T0

Alcaldía de
SAN GIL

Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables																				
Tránsito TO																				
		S1		S2				S3				S4				S5				
		D y B	D y no B	N o D y B	N o D y no B	D y B	D y no B	N o D y B	N o D y no B	D y B	D y no B	N o D y B	N o D y no B	D y B	D y no B	N o D y B	N o D y no B	D y B	D y no B	N o D y B	N o D y no B
SN	MR1	24	28	23	27	23	27	21	24	21	24	20	24	20	24	20	23	20	23		
	MR2	23	27	22	26	22	26	20	24	20	24	20	23	20	23	19	22	19	22		
	MR3	23	26	21	25	21	25	20	23	20	23	19	22	19	22	19	22	19	22		
	MR4	21	24	20	24	20	24	19	22	19	22	19	21	18	21	18	21	18	21		
BG	MR1	23	26	22	26	22	26	21	24	21	24	20	23	20	23	20	23	20	23		
	MR2	22	25	21	25	21	25	20	23	20	23	19	22	19	22	19	22	19	22		
	MR3	21	24	20	24	20	24	20	22	19	22	19	22	19	22	18	21	18	21		
	MR4	20	23	19	23	19	23	20	21	18	21	18	21	18	21	17	20	18	20		
BEC	MR1	20	23	19	22	19	22	18	21	18	21	18	20	18	20	17	20	17	20		
	MR2	19	22	19	21	19	21	17	20	17	20	17	20	17	20	17	19	17	19		
	MR3	18	21	18	21	18	21	17	19	17	19	16	19	17	19	16	19	17	19		
	MR4	18	20	17	20	18	20	18	19	17	19	18	18	17	18	15	18	17	18		

Ilustración 3. Espesor Losas Transito T1

Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables																				
Tránsito T1																				
		S1		S2				S3				S4				S5				
		D y B	D y no B	N o D y B	N o D y no B	D y B	D y no B	N o D y B	N o D y no B	D y B	D y no B	N o D y B	N o D y no B	D y B	D y no B	N o D y B	N o D y no B	D y B	D y no B	N o D y B	N o D y no B
SN	MR1	24	28	23	27	23	27	21	25	21	25	21	24	21	24	20	23	20	23		
	MR2	23	27	22	26	22	26	21	24	21	24	20	23	20	23	20	23	20	23		
	MR3	22	26	22	25	22	25	20	23	20	23	19	22	19	22	19	22	19	22		
	MR4	20	25	21	24	21	24	19	22	19	22	19	21	19	21	18	21	19	21		
BG	MR1	23	26	22	26	22	26	21	24	21	24	20	24	20	24	20	23	20	23		
	MR2	22	26	22	25	22	25	20	23	20	23	20	23	20	23	19	22	19	22		
	MR3	21	25	21	24	21	24	19	23	19	23	19	22	19	22	19	22	19	22		
	MR4	20	24	20	23	20	23	18	22	19	22	18	21	19	21	18	21	19	21		
BEC	MR1	20	23	20	23	20	23	19	21	18	21	18	21	18	21	18	20	18	20		
	MR2	19	22	19	22	19	22	18	20	18	20	17	20	18	20	17	20	18	19		
	MR3	19	22	18	21	19	21	17	20	18	20	17	19	18	19	16	19	18	19		
	MR4	19	21	17	20	19	20	16	19	18	19	16	18	18	19	15	18	18	18		

Ilustración 4. Espesor Losas Transito T2

Alcaldía de
SAN GIL

Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables																					
Tránsito T2																					
		S1				S2				S3				S4				S5			
		Dy B	Dy no B	NoD y B	NoD y no B	Dy B	Dy no B	NoD y B	NoD y no B	Dy B	Dy no B	NoD y B	NoD y no B	Dy B	Dy no B	NoD y B	NoD y no B	Dy B	Dy no B	NoD y B	NoD y no B
SN	MR1	25	29	25	29	24	28	24	28	22	26	22	26	22	25	22	25	21	25	22	25
	MR2	24	28	25	28	24	27	24	27	22	25	22	25	21	24	22	24	21	24	22	24
	MR3	24	27	25	27	24	28	25	28	21	24	22	24	20	23	22	23	20	23	22	23
	MR4	22	26	25	26	23	27	26	27	20	23	22	24	19	22	22	23	19	22	22	23
BG	MR1	24	28	24	28	23	27	23	27	22	25	22	25	21	25	22	25	21	24	21	24
	MR2	23	27	23	27	23	26	23	26	21	24	22	24	21	24	22	24	20	23	21	23
	MR3	22	26	23	26	23	27	25	27	20	24	22	24	20	23	22	23	20	23	21	23
	MR4	21	25	23	25	22	26	25	26	19	23	22	23	19	22	22	23	19	22	21	23
BEC	MR1	21	24	21	24	21	24	21	24	19	22	21	22	19	22	20	22	19	21	20	22
	MR2	20	23	21	23	20	23	21	23	19	21	21	22	18	21	20	22	18	20	20	22
	MR3	19	23	21	23	20	23	23	24	18	21	21	22	18	20	20	22	17	20	20	22
	MR4	18	22	21	23	19	22	23	24	17	20	21	22	17	19	20	22	17	19	20	22

Ilustración 5. Espesor Losas Transito T3

Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables																					
Tránsito T3																					
		S1				S2				S3				S4				S5			
		Dy B	Dy no B	NoD y B	NoD y no B	Dy B	Dy no B	NoD y B	NoD y no B	Dy B	Dy no B	NoD y B	NoD y no B	Dy B	Dy no B	NoD y B	NoD y no B	Dy B	Dy no B	NoD y B	NoD y no B
SN	MR1	29	34	31		28	32	30		25	30	27	30	25	29	26	29	24	28	26	28
	MR2	28	32	31		27	31	30		25	29	27	29	24	28	26	28	24	27	26	27
	MR3	27	31	31		26	30	30		24	28	27	28	23	27	26	28	23	26	26	27
	MR4	26	30	31		25	29	30		23	26	27	28	22	25	26	28	22	25	26	27
BG	MR1	27	32	29		27	31	28		25	29	26	29	24	28	26	27	24	28	25	28
	MR2	26	31	29		26	30	28		24	28	26	28	24	27	26	27	23	27	25	27
	MR3	26	30	29		25	29	28		23	27	26	28	23	26	26	27	22	26	25	27
	MR4	24	28	29		24	27	28		22	26	26	28	22	25	26	27	21	25	25	27
BEC	MR1	24	28	25	28	24	27	25	27	22	25	24	26	22	25	24	25	21	24	23	25
	MR2	23	27	25	27	23	26	25	26	21	24	24	26	21	24	24	25	21	23	23	25
	MR3	22	26	25	27	22	25	25	26	21	24	24	26	20	23	24	25	20	23	23	25
	MR4	21	24	25	27	21	24	25	26	20	22	24	26	20	22	24	25	19	22	23	25

Ilustración 6. Espesor Losas Transito T4

Alcaldía de
SAN GIL

Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables Tránsito T4																					
		S1				S2				S3				S4				S5			
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B
SN	MR1	30				29				26	30	29		26	29	28	30	25	29	27	30
	MR2	29				28				25	29	29		25	28	28	30	24	28	27	30
	MR3	28				27				25	28	29		24	27	28	30	23	27	27	30
	MR4	26	30			25	29			23	27	29		23	26	28	30	22	26	27	30
BG	MR1	28				28				25	30	28	30	25	29	28	30	25	28	27	29
	MR2	27				27				25	29	28	30	24	28	28	30	24	27	27	29
	MR3	26				26	30			24	28	28	30	23	27	28	30	23	26	27	29
	MR4	25	29			24	28			23	26	28	30	22	26	28	30	22	25	27	29
BEC	MR1	25	28			24	28	27	29	23	26	26	28	22	25	25	27	22	25	25	27
	MR2	24	27			23	27	27	29	22	25	26	28	21	24	25	27	21	24	25	27
	MR3	23	26			22	26	27	29	21	24	26	28	21	24	25	27	21	23	25	27
	MR4	22	25			22	25	27	29	21	24	26	28	21	24	25	27	21	23	25	27

Ilustración 7 Espesor Losas Transito T5

Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables Tránsito T5																					
		S1				S2				S3				S4				S5			
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B
SN	MR1	30				29				27		30		29	30	29		25	29	29	
	MR2	29				28				26	30	30		25	29	29		24	28	29	
	MR3	28				27				25	29	30		24	28	29		24	27	29	
	MR4	27				26	30			24	27	30		23	26	29		23	26	29	
BG	MR1	29				28				26	30	29		25	29	29		25	29	28	
	MR2	28				27				25	29	29		25	28	29		24	28	28	
	MR3	27				26				24	28	29		24	27	29		23	27	28	
	MR4	25	28			25	29			24	27	29		23	26	29		23	26	28	
BEC	MR1	25	28	28		25	28	28	30	23	26	27	29	23	26	26	29	22	25	26	28
	MR2	24	28	28		24	27	28	30	22	25	27	29	22	25	26	29	21	24	26	28
	MR3	23	27	28		23	26	28	30	22	25	27	29	21	25	26	29	21	24	26	28
	MR4	23	25	28		23	25	28	30	22	25	27	29	21	25	26	29	21	24	26	28

Ilustración 8 Espesor Losas Transito T6

Alcaldía de
SAN GIL

Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables																				
Tránsito T6																				
		S1				S2				S3				S4				S5			
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B
SN	MR1	32				28				27				27	30						
	MR2	30				27				25	30			25	30						
	MR3	30				27	30			26	30			26	30						
	MR4	30				27	30			26	30			26	30						
BG	MR1	30				27				27				26	30						
	MR2	29				25	30			26	30			25	29						
	MR3	29				25	30			26	30			25	29						
	MR4	29				26	30			26	30			25	29						
BEC	MR1	28	30			24	29			24	29			24	28	29					
	MR2	25	29			24	29			24	28	29		24	28	29					
	MR3	25	29			24	29			24	28	29		24	28	29					
	MR4	25	29			24	29			24	28	29		24	28	29					

Las dimensiones de las estructuras propuestas, se obtuvieron al analizar el espectro gráfico de los resultados comparativos entre las metodologías de diseño. Durante el análisis estructural, además de sus resultados, se tuvo en cuenta la tradición nacional, se desecharon aquellos que tenían espesores muy reducidos por considerarlos frágiles y por el otro lado sedes echaron los que mostraban valores superiores a 30 cm, dejando para estos casos que el diseñador de los pavimentos recurra a otras fuentes de información.

Los resultados se presentan tabulados en función de las variables seleccionadas y la selección del espesor se hace seleccionando en primer lugar el tránsito (T#) luego se escoge el tipo de suelo(S#) a partir de la capacidad de soporte de la subrasante, a continuación, se define si el pavimento tendrá dovelas (D) o no (ND) y bermas laterales (B) o o (NB) hasta este punto los datos se presentan en las columnas.

Luego se escoge el tipo de soporte sobre el que se desea construir el pavimento (SN, BG, o BEC) y finalmente se escoge la calidad del concreto (MR #) y en la casilla en donde coincidan todas las variables escogidas se lee el espesor en centímetros, que debe tener la losa, que cumple con las condiciones fijadas. Dado que los parámetros de calificación del estado superficial del pavimento no se contemplan específicamente en las metodologías de diseño, se espera que al final de su construcción se cumpla con todos los requerimientos exigidos para el recibo de las obras contemplados en los términos de referencia de los contratos.

En el presente estudio estructural se evaluará el procedimiento de cálculo estructural de acuerdo al método propuesto por el manual de diseño de pavimentos de concreto para vías de bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.

- **SECTOR 1 CALLE 5**

Alcaldía de
SAN GIL

I. TRANSITO Y PERIODO DE DISEÑO

Ilustración 9. Categoría de Tránsito para selección de espesores

Categoría	Tipo de Vía	TPDs	Ejes acumulados de 8.2 t
To	(Vt) – (E)	0 a 200	< 1'000.000
T1	(Vs) – (M ó A) – (CC)	201 a 500	1'000.000 a 1'500.000
T2	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	501 a 1.000	1'500.000 a 5'000.000
T3	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	1.001 a 2.500	5'000.000 a 9'000.000
T4	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	2.501 a 5.000	9'000.000 a 17'000.000
T5	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	5.001 a 10.000	17'000.000 a 25'000.000
T6	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	Más de 10.001	25'000.000 a 100'000.000

Se estima un tránsito para las vías en objeto de análisis la categoría de transito es **T1** por tratarse de ejes acumulados mayor a 1.000.000 y menor 1500000 un TPDS entre 201 y 500.

Ilustración 10 SIGLA

En la Tabla 3-1 las siglas tienen el siguiente significado:	M: Medias
Vt: Vía terciaria	A: Anchas
Vs: Vía secundaria	CC: Carreteras de 2 direcciones
Vp: Vía principal	MC: Carreteras multicarriles
E: Estrechas	AP: Autopistas

I.I. TIPO DE SUELO DE LA SUBRASANTE

Ilustración 11 Clasificación de la subrasante

Clase o Tipo	CBR (%)	Módulo resiliente (kg/cm²)
S1	< 2	< 200
S2	2 - 5	200 – 500
S3	5 - 10	500 – 1.000
S4	20 - 10	1.000 – 2.000
S5	> 20	> 2.000

Se efectuaron ensayos de C.B.R. Inalterado de las muestras obtenidas de la Subrasante, en aquellos sitios en donde se programó, de acuerdo con la localización de la vía perteneciente a la malla vial local – vía arterial intermedia del municipio de San Gil. Los resultados de C.B.R. se limitaron por expansión para analizar el comportamiento de la Subrasante bajo la estructura del pavimento a corto plazo, hasta que se alcance nuevamente la humedad de equilibrio del suelo, posterior a la intervención en la vía.

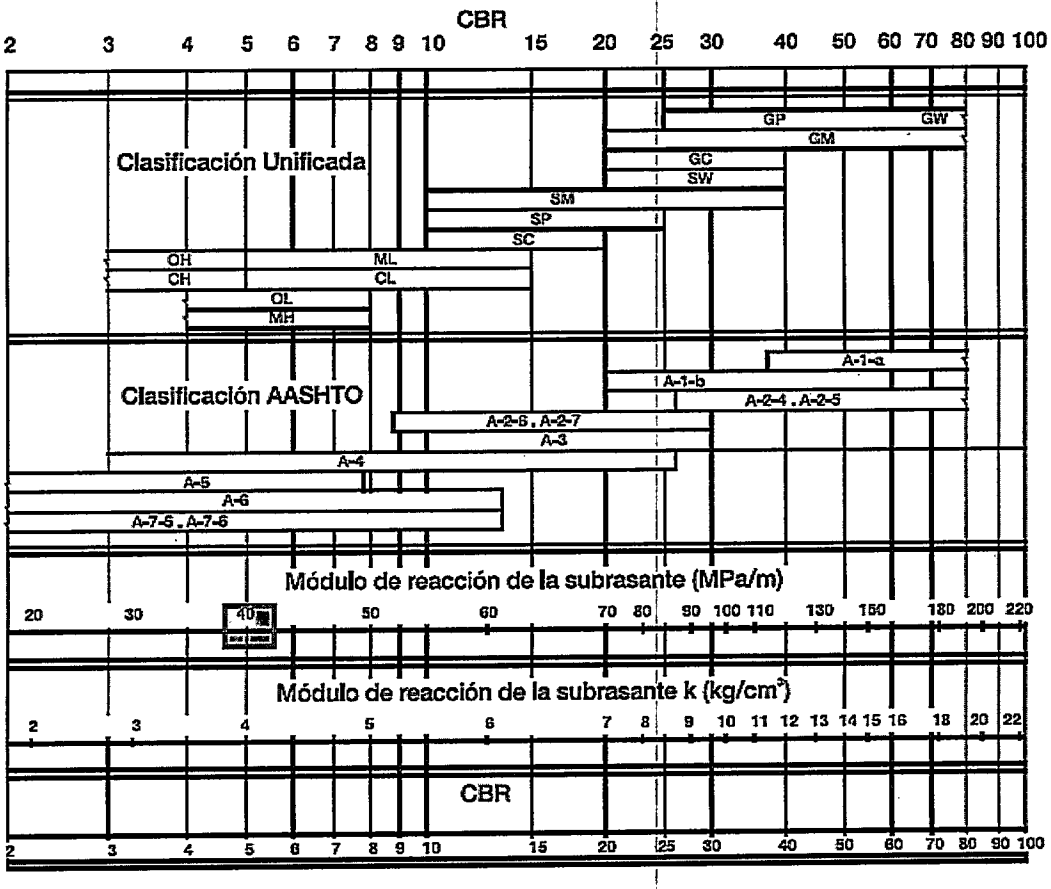
CBR de las via fue del 4% (según estudio geotécnico y de suelos no 235-26_pav). La pavimentación del tramo de la malla vial local de primerio orden se clasifica según su CBR en la calidad de la subrasante es **S2** y su módulo resiliente entre 200 y 500kg/cm2.

Durante la exploración de campo realizada se detectó que el subsuelo en los tramos de la Carrera 4 entre calle 5 y 7, y el de la Calle 5 entre carrera 4 y 5, en San Gil, están constituidos predominantemente por suelos cohesivos tipo arcilla de baja plasticidad (CL), con presencia de fracciones limoarenosas.
Los materiales presentan contenidos de humedad elevados (26%–28%), densidades relativamente bajas y comportamiento dependiente de las condiciones de saturación, lo cual incide directamente en su capacidad de soporte.

II. MÓDULO DE REACCION DE DISEÑO

Los módulos de reacción de diseño se obtuvieron de acuerdo con el tipo de soporte y con la información disponible de ensayos de caracterización de los suelos de Subrasante presentes en la zona del proyecto. El módulo de reacción de la Subrasante se determinó a partir de la siguiente correlación que se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Correlación entre el módulo de reacción de la subrasante y el CBR.1 y 2



III. MATERIALES USADOS COMO BASES

Ilustración 12 Bases

Denominación	Descripción
SN	Subrasante Natural
BG	Base Granular
BEC	Base Estabilizada con Cemento

III.I Losa de concreto sobre Sub-Base granular

Teniendo en cuenta la capacidad de soporte del material de Subrasante en términos de CBR y tomando como base la figura 1 el valor de K Subrasante es de 40 MPa /m. Sin embargo, el método en la fase de diseño introduce la necesidad de establecer la capacidad mecánica producto de la utilización de una capa de regularización y apoyo la cual para fines del proyecto se estima que sea un material de Base Granular con un espesor de (0.15m), siendo así el módulo de reacción combinado corresponderá a 49 MPa/m, tal como se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 13 influencia del espesor de la capa de base granular en el valor de k

Valor de k para subrasante		Valor de k para la base							
		100 mm		150 mm		225 mm		300 mm	
MPa/m	Lb/pulg³	MPa/m	Lb/pulg³	MPa/m	Lb/pulg³	MPa/m	Lb/pulg³	MPa/m	Lb/pulg³
20	73	23	85	26	96	32	117	38	140
40	147	45	165	49	180	57	210	66	245
60	220	64	235	66	245	76	280	90	330
80	295	87	320	90	330	100	370	117	430

IV. MODULOS DE ROTURA

De acuerdo al tipo de solicitación y la calidad de los agregados presentes en la zona, se consideró que el concreto a utilizar en las losas debe tener una resistencia a la flexión de 4.2 MPa (42 kg/cm2), con el fin de obtener una resistencia a la fatiga admisible y buena resistencia a la abrasión que provoca el tráfico en la superficie de las losas en combinación con los efectos ambientales.

$$MR = k \cdot \sqrt{f'c}$$

MR= módulo de rotura estimado para el concreto (Kg/cm2).
F´c= Resistencia a la compresión obtenida en el concreto (Kg/cm2).
K= Constante que varía normalmente entre 2.0 y 2.7 para Resistencia en Kg/cm2 a los 28 días.

Ilustración 14 Modulo de Rotura Del Concreto

Descripción	Resistencia a la flexión (kg/cm²)
MR1	38
MR2	40
MR3	42
MR4	45

IV.I Criterio de Aporte de Berma

En virtud de que la geometría de la sección transversal permite la construcción berma (anden) lateral al sardinel de la vía, se podrá construir una berma.

Ilustración 15 Denominación Dovela y Berma

Denominación	Descripción
D	Dovelas
B	Bermas
No D	No Dovelas
No B	No Bermas

Ilustración 16 Variables y su presentación

Variables y su representación				
Suelos	Tránsito	Transferencia y confinamiento	Soporte	Concreto
S1 (CBR<2)	T0 (EALS <1x10⁶)	D y B (Dovelas y Bermas)	SN (Subrasante)	MR1=38 MPa
S2 (2<CBR<5)	T1 (1x10⁶≤EALS <1,5x10⁶)	D y No B (Dovelas y No Bermas)	SG (15 cm SG)	MR2=40 MPa
S3 (5<CBR<10)	T2 (1,5x10⁶≤EALS <5x10⁶)	No D y B (No Dovelas y Bermas)	SEC (15 cm SEC)	MR3=42 MPa
S4 (10<CBR<20)	T3 (5x10⁶≤EALS <9x10⁶)	No D y No B (No Dovelas y No Bermas)		MR4=45 Mpa
S5 (CBR>20)	T4 (9x10⁶≤EALS <17x10⁶)			
	T5 (17x10⁶≤EALS <25x10⁶)			
	T6 (25x10⁶≤EALS <100x10⁶)			

Ilustración 17 Variables consideradas

En donde:	
Si: "Clase de suelo con i variando desde 1 hasta 5"	**BG:** "Base granular"
Ti: "Clase de tránsito con i variando desde 0 hasta 6	**BEC:** "Base estabilizada con cemento"
D: "Dovelas"	**CBR:** "Relación de soporte de California"
B: "Bermas"	**EALS:** Ejes equivalentes definidos con el procedimiento "Equivalent Axels Load System"
SN: "Suelo natural o subrasante"	

IV.II. DATOS OBTENIDOS

- Periodo de diseño: 20 Años
- Tipo de suelo de la subrasante: S2
- Transito: T1

- Transferencia y confinamiento: D Y B (DOVELAS Y BERMAS)
- Soporte del Suelo: BG (BASE GRANULAR 0.15M)
- Tipo de concreto: MR2 40 kg/cm2

Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables

Tránsito T1

		S1		S2				S3				S4				S5			
		D y B	D y B no B	No D y B	No D y No B	D y B	D y B no B	No D y B	No D y No B	D y B	D y B no B	No D y B	No D y No B	D y B	D y B no B	No D y B	No D y No B	D y B	D y B no B	No D y B	No D y No B
SN	MR1	24	28	23	27	23	27	21	25	21	25	21	24	21	24	20	23	20	23
	MR2	23	27	22	26	22	26	21	24	21	24	20	23	20	23	20	23	20	23
	MR3	22	26	22	25	22	25	20	23	20	23	19	22	19	22	19	22	19	22
	MR4	20	25	21	24	21	24	19	22	19	22	18	21	19	21	18	21	19	21
BG	MR1	23	26	22	26	22	26	21	24	21	24	20	24	20	24	20	23	20	23
	MR2	22	26	22	25	22	25	20	23	20	23	20	23	20	23	19	22	19	22
	MR3	21	25	21	24	21	24	19	23	19	23	19	22	19	22	19	22	19	22
	MR4	20	24	20	23	20	23	18	22	19	22	18	21	19	21	18	21	19	21
BEC	MR1	20	23	20	23	20	23	19	21	18	21	19	21	18	21	18	20	18	20
	MR2	19	22	19	22	19	22	18	20	18	20	17	20	18	20	17	20	18	19
	MR3	19	22	18	21	19	21	17	20	18	20	17	19	18	19	16	19	18	19
	MR4	19	21	17	20	19	20	16	19	18	19	16	18	18	19	15	18	18	18

Con relación a la guía de diseño los espesores serían: Base Granular = 0.15m Losa de Concreto MR42 de 0.21m

De acuerdo con lo anterior se puede corregir el valor del espesor de acuerdo con las correlaciones empleadas

FIGURA 2. Estructura de pavimento rígido propuesta

MATERIAL	ESPESOR
Losa de concreto hidráulico MR 40	0.21 m
Sub Base granular clase c	0.15 m
Mejoramiento subrasante	0.10 m
Total de la estructura de pavimento rígido	**0.46 cm**

- **Sector 2 carrera 4**

I. TRANSITO Y PERIODO DE DISEÑO

Ilustración 9. Categoría de Tránsito para selección de espesores

Categoría	Tipo de Vía	TPDs	Ejes acumulados de 8.2 t
To	(Vt) – (E)	0 a 200	< 1'000.000
T1	(Vs) – (M ó A) – (CC)	201 a 500	1'000.000 a 1'500.000
T2	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	501 a 1.000	1'500.000 a 5'000.000
T3	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	1.001 a 2.500	5'000.000 a 9'000.000
T4	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	2.501 a 5.000	9'000.000 a 17'000.000
T5	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	5.001 a 10.000	17'000.000 a 25'000.000
T6	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	Más de 10.001	25'000.000 a 100'000.000

Se estima un tránsito para la vía carrera 4 en objeto de análisis la categoría de transito es **T0** por tratarse de ejes acumulados menor < 1.000.000 un TPDS entre 0 y 200.

Ilustración 10 SIGLA

En la Tabla 3-1 las siglas tienen el siguiente significado:	M: Medias
Vt: Vía terciaria	A: Anchas
Vs: Vía secundaria	CC: Carreteras de 2 direcciones
Vp: Vía principal	MC: Carreteras multicarriles
E: Estrechas	AP: Autopistas

I.I. TIPO DE SUELO DE LA SUBRASANTE

Ilustración 11 Clasificación de la subrasante

Clase o Tipo	CBR (%)	Módulo resiliente (kg/cm²)
S1	<2	<200
S2	2 - 5	200 – 500
S3	5 - 10	500 – 1.000
S4	20 - 10	1.000 – 2.000
S5	>20	>2.000

Se efectuaron ensayos de C.B.R. Inalterado de las muestras obtenidas de la Subrasante, en aquellos sitios en donde se programó, de acuerdo con la localización de la vía perteneciente a la malla vial local – vía arterial intermedia del municipio de San Gil. Los resultados de C.B.R. se limitaron por expansión para analizar el comportamiento de la Subrasante bajo la estructura del pavimento a corto plazo, hasta que se alcance nuevamente la humedad de equilibrio del suelo, posterior a la intervención en la vía.

CBR de las via fue del 4% (según estudio geotécnico y de suelos no 235-26_pav). La pavimentación del tramo de la malla vial local de primerio orden se clasifica según su CBR en la calidad de la subrasante es **S2** y su módulo resiliente entre 200 y 500kg/cm2.

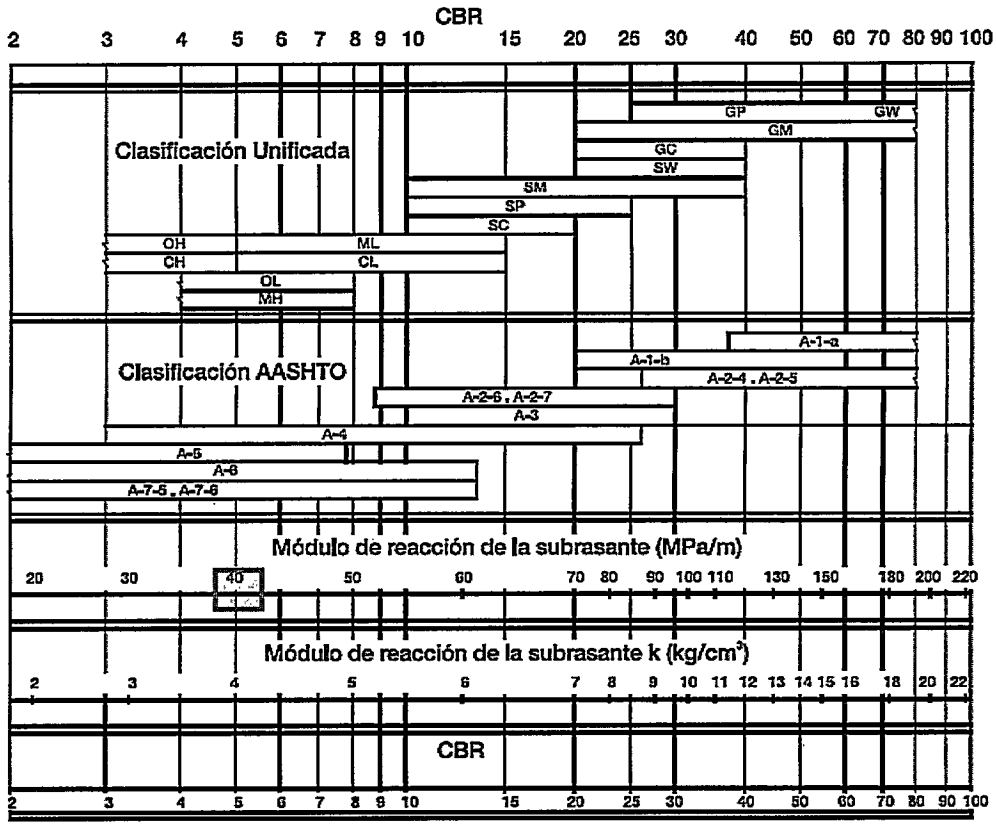
Durante la exploración de campo realizada se detectó que el subsuelo en los tramos de la Carrera 4 entre calle 5 y 7, y el de la Calle 5 entre carrera 4 y 5, en San Gil, están constituidos predominantemente por suelos cohesivos tipo arcilla de baja plasticidad (CL), con presencia de fracciones limoarenosas.

Los materiales presentan contenidos de humedad elevados (26%–28%), densidades relativamente bajas y comportamiento dependiente de las condiciones de saturación, lo cual incide directamente en su capacidad de soporte.

II. MÓDULO DE REACCION DE DISEÑO

Los módulos de reacción de diseño se obtuvieron de acuerdo con el tipo de soporte y con la información disponible de ensayos de caracterización de los suelos de Subrasante presentes en la zona del proyecto. El módulo de reacción de la Subrasante se determinó a partir de la siguiente correlación que se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Correlación entre el módulo de reacción de la subrasante y el CBR.1 y 2



III. MATERIALES USADOS COMO BASES

Ilustración 12 Bases

Denominación	Descripción
SN	Subrasante Natural
BG	Base Granular
BEC	Base Estabilizada con Cemento

III.I. Losa de concreto sobre Sub-Base granular

Teniendo en cuenta la capacidad de soporte del material de Subrasante en términos de CBR y tomando como base la figura 1 el valor de K Subrasante es de 40 MPa /m. Sin embargo, el método en la fase de diseño introduce la necesidad de establecer la capacidad mecánica producto de la utilización de una capa de regularización y apoyo la cual para fines del proyecto se estima que sea un material de Base Granular con un espesor de (0.15m), siendo así el módulo de reacción combinado corresponderá a 49 MPa/m, tal como se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 13 influencia del espesor de la capa de base granular en el valor de k

Valor de k para subrasante		Valor de k para la base							
		100 mm		150 mm		225 mm		300 mm	
MPa/m	Lb/pulg³	MPa/m	Lb/pulg³	MPa/m	Lb/pulg³	MPa/m	Lb/pulg³	MPa/m	Lb/pulg³
20	73	23	85	26	96	32	117	38	140
40	147	45	166	49	180	57	210	66	245
60	220	64	235	66	245	78	280	90	330
80	295	87	320	90	330	100	370	117	430

IV. MODULOS DE ROTURA

De acuerdo al tipo de solicitación y la calidad de los agregados presentes en la zona, se consideró que el concreto a utilizar en las losas debe tener una resistencia a la flexión de 4.2 MPa (42 kg/cm2), con el fin de obtener una resistencia a la fatiga admisible y buena resistencia a la abrasión que provoca el tráfico en la superficie de las losas en combinación con los efectos ambientales.

$$MR = k \cdot \sqrt{f'c}$$

MR= módulo de rotura estimado para el concreto (Kg/cm2).
F´c= Resistencia a la compresión obtenida en el concreto (Kg/cm2).
K= Constante que varía normalmente entre 2.0 y 2.7 para Resistencia en Kg/cm2 a los 28 días.

Ilustración 14 Modulo de Rotura Del Concreto

Descripción	Resistencia a la flexión (kg/cm²)
MR1	38
MR2	40
MR3	42
MR4	45

IV.I. Criterio de Aporte de Berma

En virtud de que la geometría de la sección transversal permite la construcción berma

(anden) lateral al sardinel de la vía, se podrá construir una berma.

Ilustración 15 Denominación Dovela y Berma

Denominación	Descripción
D	Dovelas
B	Bermas
No D	No Dovelas
No B	No Bermas

Ilustración 16 Variables y su presentación

Variables y su representación				
Suelos	Tránsito	Transferencia y confinamiento	Soporte	Concreto
S1 (CBR<2)	T0 (EALS <1x10⁶)	D y B (Dovelas y Bermas)	SN (Subrasante)	MR1=35 MPa
S2 (2<CBR<5)	T1 (1x10⁶ EALS <1,5x10⁶)	D y No B (Dovelas y No Bermas)	BG (15 cm BG)	MR2=40 MPa
S3 (5<CBR<10)	T2 (1,5x10⁶ EALS <5x10⁶)	No D y B (No Dovelas y Bermas)	BEC (15 cm BEC)	MR3=42 MPa
S4 (10<CBR<20)	T3 (5x10⁶ EALS <9x10⁶)	No D y No B (No Dovelas y No Bermas)		MR4=45 Mpa
S5 (CBR>20)	T4 (9x10⁶ EALS <17x10⁶)			
	T5 (17x10⁶ EALS <25x10⁶)			
	T6 (25x10⁶ EALS <100x10⁶)			

Ilustración 17 Variables consideradas

Denominación	Descripción
SN	Subrasante Natural
BG	Base Granular
BEC	Base Estabilizada con Cemento

IV.II. DATOS OBTENIDOS

- Periodo de diseño: 20 Años
- Tipo de suelo de la subrasante: S2
- Transito: T0
- Transferencia y confinamiento: D Y B (DOVELAS Y BERMAS)
- Soporte del Suelo: BG (BASE GRANULAR 0.15M)
- Tipo de concreto: MR2 40 kg/cm2

Alcaldía de
SAN GIL

Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables																				
Tránsito TO																				
		S1				S2				S3				S4				S5		
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B
SN	MR1	24	28	23	27	23	27	21	24	21	24	20	24	20	24	20	23	20	23		
	MR2	23	27	22	26	22	26	20	24	20	24	20	23	20	23	19	22	19	22		
	MR3	23	26	21	25	21	25	20	23	20	23	19	22	19	22	19	22	19	22		
	MR4	21	24	20	24	20	24	19	22	19	22	19	21	18	21	18	21	18	21		
BG	MR1	23	26	22	26	22	26	21	24	21	24	20	23	20	23	20	23	20	23		
	MR2	22	25	21	25	21	25	20	23	20	23	19	22	19	22	19	22	19	22		
	MR3	21	24	20	24	20	24	20	22	19	22	19	22	19	22	18	21	18	21		
	MR4	20	23	19	23	19	23	20	21	18	21	18	21	18	21	17	20	18	20		
BEC	MR1	20	23	19	22	19	22	18	21	18	21	18	20	18	20	17	20	17	20		
	MR2	19	22	19	21	19	21	17	20	17	20	17	20	17	20	17	19	17	19		
	MR3	18	21	18	21	18	21	17	19	17	19	18	19	17	19	16	19	17	19		
	MR4	18	20	17	20	18	20	16	19	17	19	18	18	17	18	15	18	17	18		

Con relación a la guía de diseño los espesores serían: Base Granular = 0.15m Losa de Concreto MR42 de 0.22m

De acuerdo con lo anterior se puede corregir el valor del espesor de acuerdo con las correlaciones empleadas

FIGURA 2. Estructura de pavimento rígido propuesta

MATERIAL	ESPESOR
Losa de concreto hidráulico MR 40	0.20 m
Sub Base granular clase c	0.15 m
Mejoramiento subrasante	0.10 m
Total de la estructura de pavimento rígido	**0.45 cm**

Ilustración 24. Estructura de Pavimento Propuesta CALLE 5

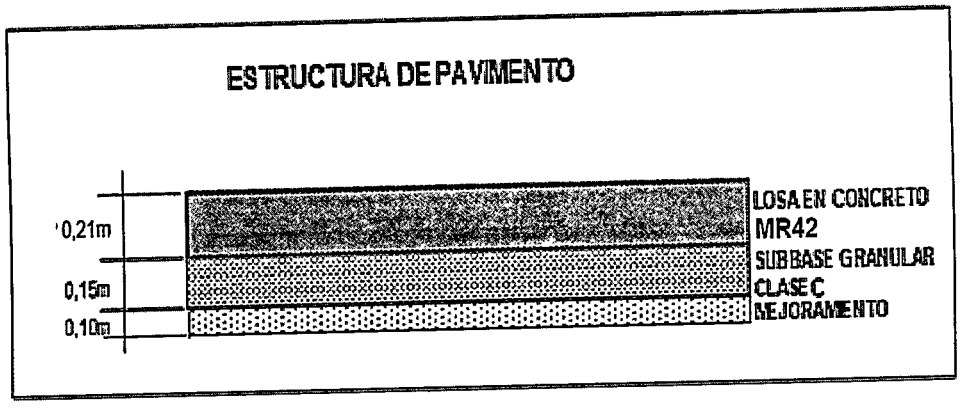
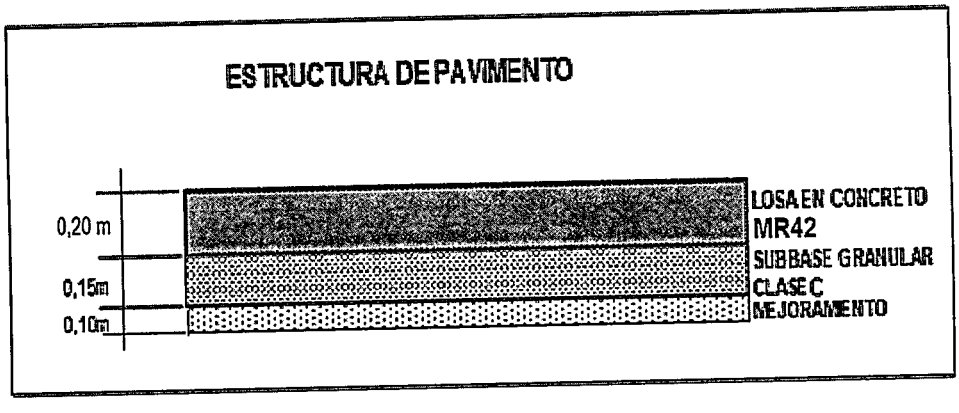


Ilustración 25. Estructura de Pavimento Propuesta CARRERA 4



6. JUNTAS EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS

En las losas que conforman un pavimento de concreto se presentan diversas clases de esfuerzos, los más notorios son los generados por la circulación de los vehículos sobre ellas, los cuales se controlan con el correcto diseño del espesor de las losas, con la selección de la resistencia del concreto adecuada para las condiciones esperadas y con una calidad en la construcción tal que las propiedades determinadas durante el diseño sean obtenidas.

a) Retracción del concreto

El concreto al endurecerse, ocupa un volumen menor que el que tiene cuando está fresco, la retracción es mayor, cuando la relación entre el volumen de concreto y el área superficial es pequeña, de allí que en las losas de pavimento este efecto sea bastante crítico. Cuando la losa de concreto se contrae y la Subrasante ejerce una restricción a este movimiento, se generan esfuerzos de tracción, los cuales se ven reflejados en grietas de tipo transversal, de allí la importancia de adelantarse a este suceso, mediante la construcción de las llamadas juntas de contracción.

b) Dilatación térmica

Con los aumentos de temperatura, el concreto tiende a dilatarse. Esta dilatación origina esfuerzos de compresión en las estructuras adyacentes, lo que puede originar un fisuramiento, debido a la resistencia a que la losa aumente de longitud. Estos esfuerzos se ven reflejados en el arqueamiento de las placas y en la compresión de estructuras colocadas dentro del pavimento (por ejemplo, tapas de alcantarillado), de esta situación, surge la necesidad de construir las denominadas juntas de expansión.

c) Discontinuidad en la construcción de las losas

Cuando se están construyendo las losas de concreto, existen muchos imprevistos como por ejemplo, que se dañe la mezcladora, que se acabe el suministro de concreto, etc., por tanto, no siempre es posible obligar que la junta coincida con la de contracción programada; adicionalmente, no se puede garantizar la adherencia entre un concreto que ya comenzó su fraguado, y uno fresco, por tanto para permitir la transmisión de las cargas entre las losas y evitar la infiltración de agua hacia la Subrasante, se requiere construir las denominadas juntas de construcción.

d) Alabeo

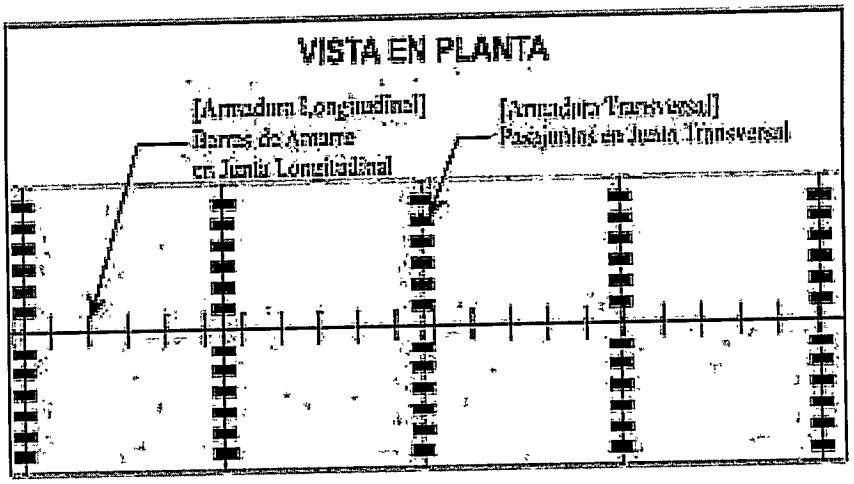
Los cambios de temperatura y de humedad, originan la aparición de fisuras, debido básicamente a los cambios de volúmenes. Durante el día, la superficie del pavimento se encuentra más caliente que la parte inferior de la losa, lo que induce a esfuerzo de compresión arriba y de tracción abajo, mientras que en la noche el efecto es contrario. Adicionalmente, el concreto sufre expansión al absorber agua, y contracción al perderla, lo que se refleja en la aparición de fisuras intercaladas entre las grietas de retracción de concreto, de allí la importancia de construir además de las juntas transversales, las denominadas juntas longitudinales.

6.1 BARRAS DE ANCLAJE PARA LAS JUNTAS LONGITUDINALES

De acuerdo a lo anterior, se requiere la construcción de juntas longitudinales, para controlar el agrietamiento producido por el alabeo. Cuando el pavimento se construye a todo lo ancho, en una sola operación, la junta debe ser marcada con una ranura que separe los carriles y proporcione alojamiento adecuado al sello de la junta, la transmisión de cargas se hace por trabazón de agregados y es necesario colocar barras de anclaje que mantengan unidas las caras de las juntas; como estas barras no se diseñan para transmitir cargas verticales ni momento flector, pueden ser de diámetros pequeños, usualmente de 1/2" o 5/8", lo importante es garantizar una adecuada adherencia entre el concreto y el acero.

Cuando el concreto es vaciado en carriles independientes uno del otro, es necesario construir la junta longitudinal tipo machihembrado, con barras de anclaje cuando no existe un adecuado confinamiento lateral, sin embargo, vale la pena aclarar, que el estado del arte de los pavimentos, ya no recomienda la construcción de este tipo de junta, debido a la alta probabilidad de descascara miento de los bordes.

Ilustración 25. Barras de anclaje



6.2 JUNTAS TRANSVERSALES O BARRAS DE TRANFERENCIA

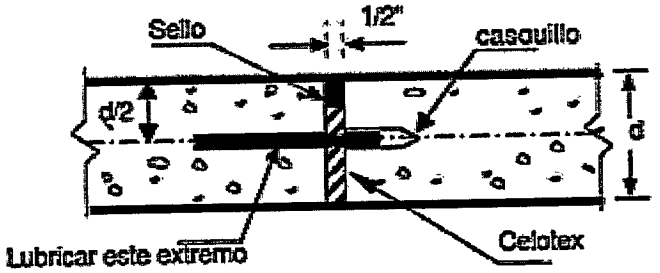
a) Juntas de Contracción

Son también juntas de alabeo, es decir, controlan las grietas causadas por la retracción del fraguado del concreto y por el alabeo del pavimento; Se deben efectuar mediante corte con disco diamantado cuando el concreto haya desarrollado la suficiente resistencia para resistir desmoronamientos (6 a 8 horas) en los bordes de la junta y las contracciones son inferiores a aquellas que causen el agrietamiento, el corte debe ser al menos (d/3) del espesor de la losa y tener un ancho mínimo de 1/8 de pulgada (0.003m)

b) Juntas de Expansión

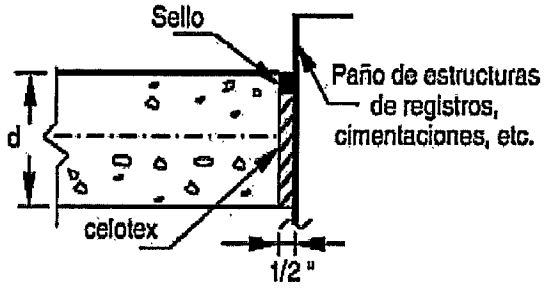
Existen diferentes tipos de juntas de expansión, aquellas que se programen contra estructuras fijas tales como puentes, el cruce del ferrocarril, o cruces con otros pavimentos. Deben llevar pasadores y en lo posible, deben hacerse coincidir con una junta de contracción y estar separadas de la estructura en consideración por una losa de pavimento. El ancho máximo de la junta es (0.025m) y el recomendable (0.02m). Junta de expansión tipo 1.

Ilustración 26. Junta de expansión tipo 1

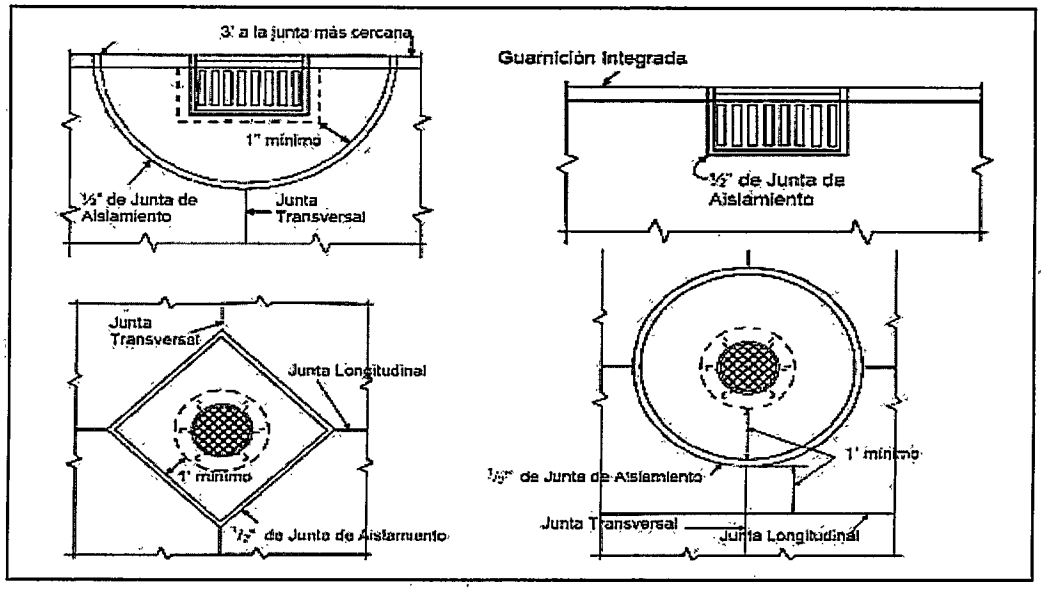


Contra estructuras que confinen el pavimento, se coloca una junta de expansión sin pasadores, con un ancho de (0.015m a 0.02m) tal como se muestra en la ilustración. Junta de expansión tipo 2.

Ilustración 27. Junta de expansión tipo 2

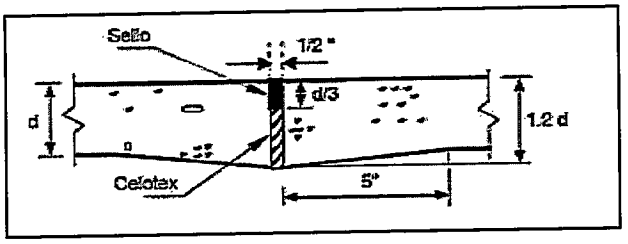


Alrededor de las tapas de las cámaras de inspección y de los sumideros de los desagües, se coloca una junta sin pasadores, de (0.005m a 0.006m) de ancho, tal como se muestra en la ilustración, y deben ir dispuestas, tal como se muestra en la figura de juntas de expansión especiales.



En condiciones en las cuales no es posible construir mecanismos adecuados para la transferencia de cargas, se construye una junta como la mostrada en la ilustración, en la cual se aumenta el espesor de la losa para absorber los esfuerzos de borde ocasionados por el tráfico, junta de expansión tipo 4.

Ilustración 29. Junta de expansión tipo 4



El material que llena el espacio entre las caras de la junta, debe ser compresible, durable y suficientemente elástico como para recobrar su espesor cuando la junta se abra por contracción térmica de las losas.

c) Juntas de construcción

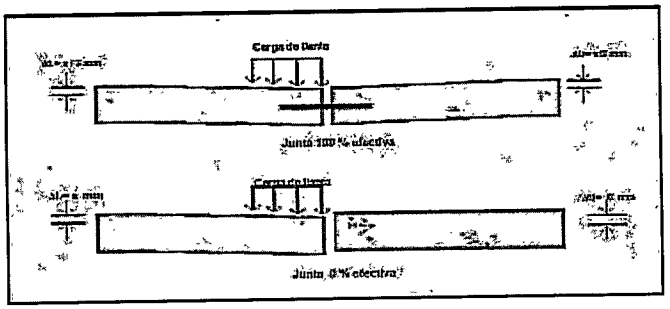
Se construyen cuando el equipo sólo permite construir el pavimento carril por carril, coincide con la longitudinal de alabeo, y se proyectan para coincidir con las de contracción. La transferencia de cargas se lleva a cabo por medio de pasadores de acero liso, ya que no existe trabazón de agregados entre las caras de los concretos vaciados en distintas épocas.

d) Pasadores de Carga

Para evitar problemas con la retracción del concreto se deberán construir losas con una longitud no mayor a (4m), y en las juntas entre losas se colocarán barras de acero cortas y lisas cuando el concreto esté aún fresco; el objetivo de estas barras es la transmisión de carga, además deben permitir a las losas separarse y unirse entre sí, pero no desplazarse verticalmente, y su función es entonces absorber los esfuerzos cortantes generados por las cargas del tránsito al cruzar las juntas y transmitir a la losa adyacente entre el 40 y 45 % de la carga de diseño cuando esta se coloca cerca de la junta.

Los pasadores de carga, para poder cumplir con su objetivo, deben ser fáciles de instalar, lisos y al menos la mitad de su longitud debe estar recubierta con un material antiadherente con el propósito de no restringir los desplazamientos horizontales de las losas. Además, deben ser resistentes a la fatiga y la corrosión.

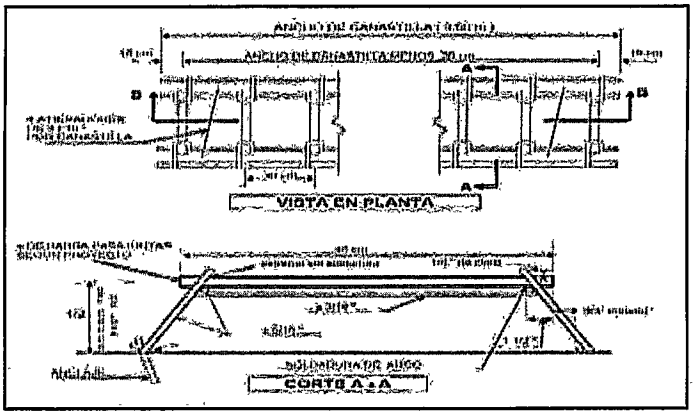
Ilustración 30. Pasadores de carga



Los pasadores como se indica en la ilustración anterior, se deben colocar en la mitad del espesor de las losas, paralelos entre sí, al eje longitudinal de la vía y a la superficie del pavimento, con una tolerancia medida en el extremo del pasador que no sobrepase un milímetro respecto a la posición teórica. La manera más eficiente de lograr esto es la de

colocar los pasadores sobre soportes hechos con varillas, que quedan embebidos en el concreto, como se presenta en la ilustración siguiente.

Ilustración 31. Pasadores de carga



Como precaución adicional se debe asegurar que alrededor de los pasadores, el concreto tenga la misma compactación que en el resto del pavimento para evitar la creación de zonas en las cuales la resistencia a la tracción sea más baja y por ende se convierta en un área susceptible de fisuración.

Para las losas diseñadas se requieren barras de anclaje en las juntas longitudinales de 1/2" de diámetro, longitud (0,85m,) separadas centro a centro (1.2m) deben ser corrugadas con un acero de fy=60.000 psi.

Ilustración 32. Barras de anclaje

Espesor de losa (mm)	Barras de ϕ 9,5 mm (3/8")				Barras de ϕ 12,7 mm (1/2")				Barras de ϕ 15,9 mm (5/8")			
	Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)		
		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)
Acero de fy= 187,5 MPa (40.000 psi)												
150	0,45	0,80	0,75	0,65	0,60	1,20	1,20	1,20	0,70	1,20	1,20	1,20
175		0,70	0,60	0,55		1,20	1,10	1,00		1,20	1,20	1,20
200		0,60	0,55	0,50		1,05	1,00	0,90		1,20	1,20	1,20
225		0,55	0,50	0,45		0,85	0,85	0,80		1,20	1,20	1,20
250		0,45	0,45	0,40		0,85	0,80	0,70		1,20	1,20	1,10
Acero de fy= 280 MPa (60.000 psi)												
150	0,65	1,20	1,10	1,00	0,85	1,20	1,20	1,20	1,00	1,20	1,20	1,20
175		1,05	0,95	0,85		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
200		0,90	0,80	0,75		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
225		0,80	0,75	0,65		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
250		0,70	0,65	0,60		1,20	1,15	1,10		1,20	1,20	1,20

Ilustración 33. Pasadores de carga

Espesor del pavimento	Diámetro del pasador		Longitud	Separación entre centros
	mm	Pulgadas	mm	mm
0 - 100	12	1/2	250	300
110 - 130	16	5/8	300	300
140 - 160	19	3/4	350	300
160 - 180	22	7/8	350	300
190 - 200	25	1	350	300
210 - 230	29	1 1/8	400	300
240 - 250	32	1 1/4	450	300
260 - 280	35	1 3/8	450	300
290 - 300	38	1 1/2	500	300

Tabla 6-2. Recomendaciones para la selección de los pasadores de carga

Para este proyecto vial del espesor de losa de diseño es de (0.21m), se requieren barras de transferencia en las juntas transversales de Ø=1 1/8" de diámetro, longitud (0.4m) deben ser lisas y lubricadas con grasa industrial, pueden también ser colocadas con cápsula, separadas centro a centro (0.30m), deben ser lisas con un acero de fy = 60.000 psi.

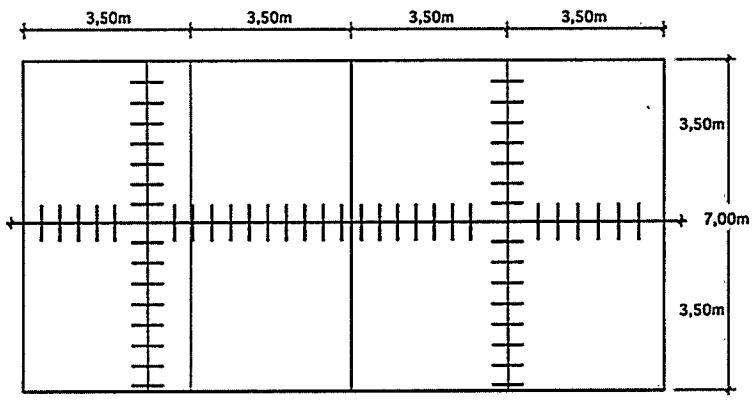
Para este proyecto del espesor de losa de diseño es de (0.20m), se requieren barras de transferencia en las juntas transversales de Ø=1" de diámetro, longitud (0.35m) deben ser lisas y lubricadas con grasa industrial, pueden también ser colocadas con cápsula, separadas centro a centro (0.30m), deben ser lisas con un acero de fy = 60.000 psi.

7. MODULACIÓN Y CORTE DE JUNTAS

La relación de esbeltez de las placas que constituyen el pavimento de concreto debe ser de máximo 1.25 (largo/ancho), para lo cual se deben tener en cuenta no solo el ancho de la calzada, sino también el espesor de la losa.

Si el ancho de la calzada dividido por 25 veces el espesor de la losa es menor a uno, no se necesita junta longitudinal. En este caso el ancho de la calzada corresponde a la menor dimensión de la losa y cada junta transversal se deberá cortar a máximo 1.25 veces esa dimensión, desde que ésta no sobrepase las 25 veces el espesor. Si el ancho de la calzada dividido por 25 veces el espesor de la losa es mayor a uno, se necesita dividir la calzada en varias losas. En este caso el número resultante se aproxima al entero inmediatamente inferior y ese será el número de juntas longitudinales. El ancho de cada losa resulta de dividir la calzada por el número de losas. La junta transversal se debe cortar a máximo 1.25 veces esa dimensión. Con base en lo anterior, se recomienda construir losas de 3.5 m de ancho por 3.5 m de largo.

Ilustración 34. Modulación losas y juntas



En la calle 5, la longitud total de las barras pasajuntas será de (0.40m), el diámetro de las barras será de Ø=1 1/8" en varilla lisa, la separación entre centros será de (0.30m), para las barras de anclaje en el eje longitudinal las barras de la junta longitudinal de construcción serán de (1.00m) de longitud y 1/2"de diámetro de acero de 280 Mpa, con separación de (1.20m) entre centros.

En la carrera 4, la longitud total de las barras pasajuntas será de (0.35m), el diámetro de las barras será de Ø=1" en varilla lisa, la separación entre centros será de (0.30m), para las barras de anclaje en el eje longitudinal las barras de la junta longitudinal de construcción serán de (1.00m) de longitud y 1/2"de diámetro de acero de 280 Mpa, con separación de (1.20m) entre centros.

a) Corte de Juntas

Las juntas son parte esencial del pavimento por cuanto son superficies de falla controladas, que se han diseñado previamente, logrando así efectos estéticos y funcionales deseables; se deben cortar en la medida en que se va construyendo el pavimento, con disco diamantado, evitando que se desgranen los bordes y produzcan grietas incontroladas.

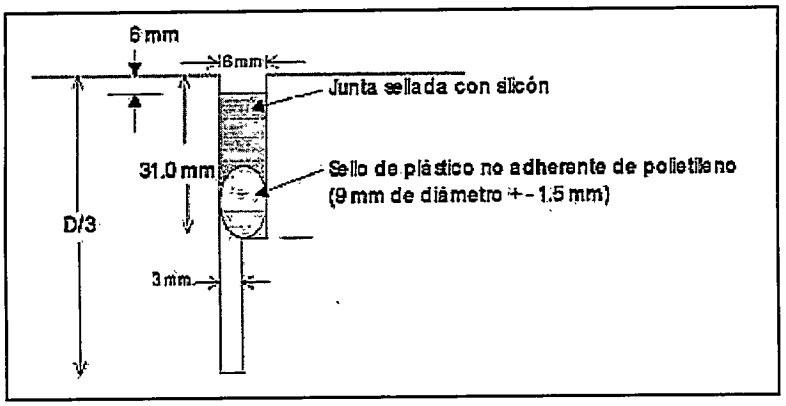
b) Corte con Disco Diamantado

Se debe realizar un corte equivalente a 1/3 del espesor de la losa de concreto con una máquina con disco diamantado. El momento del corte se debe determinar de acuerdo con las características del concreto en combinación con las condiciones climáticas.

Se realiza un corte inicial con un ancho de (0.003m) y profundidad indicada anteriormente para inducir la falla controlada. Posteriormente, se realiza un ensanchamiento del corte para poder alojar el material de sello. Tal como se muestra en la ilustración siguiente.

Después de realizados los cortes, se debe colocar un compuesto curador en las paredes de la junta.

Ilustración 35. Corte de Junta



7.1 JUNTAS TRANSVERSALES

El corte de las juntas en las losas se hará según la metodología del punto anterior y la transferencia de carga entre losas adyacentes será mecánica, principalmente por pasadores de carga y algunas veces por trabazón de agregados.

7.2 JUNTAS LONGITUDINALES

Se construyen entre fajas de carril adyacentes, con formaleta lateral que será perforada para alojar los hierros de transferencia, que en este tipo de junta son corrugados, ubicados a la altura del eje neutro y espaciados según el diseño.

La formaleta se debe retirar cuidadosamente para no dañar los planos laterales expuestos de las losas, antes de construir la faja adyacente. Las caras laterales de losas se untan con una lechada de cal o con aceite evitando la adherencia con el nuevo concreto.

7.3 JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN

Cuando se deba detener la construcción de la placa y ésta no coincida con la junta transversal de diseño, se debe realizar una junta de construcción. En este caso se debe tratar la junta con un corte aproximado de 45 grados, eliminando la lechada superficial para garantizar una buena adherencia del concreto nuevo al endurecido.

En el caso de que se requiera reforzar dicha adherencia se puede utilizar aditivos epóxidos. Estas juntas deben llevar barras de refuerzo corrugadas ubicadas en el eje neutro, con el fin de disminuir el impacto de los vehículos al pasar por una junta transversal, estas se pueden disponer con una inclinación de (1/6) respecto a la línea perpendicular al eje de la calzada, de tal forma que la rueda izquierda cruce la junta antes que la derecha.

7.4 SELLADO DE JUNTAS

El sistema de sellado de juntas para el pavimento debe garantiza la hermeticidad del espacio sellado, la adherencia del sello a las caras de la junta, la resistencia a la fatiga por tracción y compresión, la resistencia a la acción del agua, los solventes, los rayos ultravioletas y el calor.

Previamente al vaciado del compuesto llenante, se coloca una tirilla de respaldo (backer rod) presionándola dentro de la junta con un colocador adecuado. Esto para evitar la adherencia de sello en tres puntos del concreto, limitar el espesor del sello y evitar consumos innecesarios.

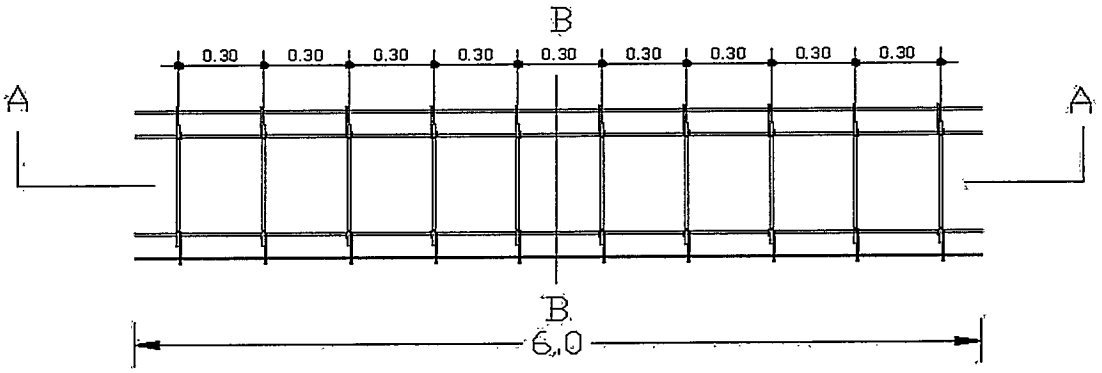
Se llenan las juntas desde el fondo, el sellador se auto nivela formando la junta limpia. El sello debe cumplir con el factor forma entre 1/1 y 2/1, como relación entre sus dos dimensiones. Al vaciarlo no debe formar ningún menisco convexo, ni sobrantes por encima de la superficie del pavimento. La superficie del sello debe quedar (0.006m) por debajo del borde de la junta y en ningún caso debe haber adherencia en tres puntos, para lo cual es indispensable utilizar la tirilla de respaldo.

No debe colocarse arena, asfalto líquido u otro material no adecuado como sello de juntas. Lo anterior garantiza el buen comportamiento del pavimento, permitiendo el libre movimiento de las losas, evitando la filtración de agua y por lo tanto eliminando el fenómeno de bombeo.

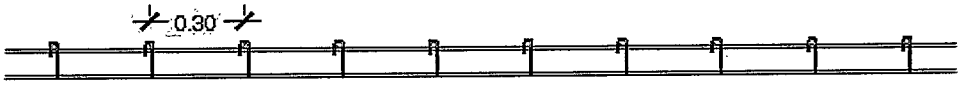
7.5 ESQUEMA DE CORTE Y SELLADO DE LAS JUNTAS TRASNVERSAL Y LONGITUDINAL.

Ilustración 36. Colocación Dovela

CANASTILLA PARA LA INSTALACIÓN DE PASADORES O DOVELAS DE TRANSFERENCIA



Detalle en planta de canasta



CORTE A – A'

8.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El espesor de las capas que conforman la estructura de pavimento son las que se reportan en la ilustración de la Estructura pavimento propuesta.

- Con los agregados que generalmente se encuentran en el Área del Municipio de San Gil y las tolerancias en cuanto a espesores de capas estructurales debe cumplir en promedio un espesor mayor o igual al de diseño. Para efectos del diseño del tramo vial de la calle 5 se recomienda una capa estructural de pavimento rígido de espesor (0.21m) y losa de concreto MR.= 42

- Para efectos del diseño del tramo vial de la carrera 4 se recomienda una capa estructural de pavimento rígido de espesor (0.20m) y losa de concreto MR.= 42.

- Se recomienda para los dos tramos viales la instalación de una capa de mejoramiento de (0.10m) con material de río tipo crudo con un tamaño máximo nominal de Ø=4" con el objetivo de mejorar la resistencia de la subrasante solo en sectores donde lo amerite y tanto la resistencia como el potencial de expansión de los suelos arcillosos se disminuya por lo menos en un 60%.

- Se recomienda la construcción de una capa de regularización para soporte de la losa en concreto, dadas las condiciones particulares de los tramos a intervenir, dicha capa estará conformada por material tipo Base granular de (0.15m) de espesor.

- Se recomienda la construcción de Bordillo en concreto de 3000 Psi sobre el costado de anden para dar un confinamiento lateral a la estructura y lograr una mejor distribución de esfuerzos en los bordes.

- Se recomienda la construcción de estructuras de drenaje, con el fin de evacuar rápido y eficientemente las aguas de escorrentía superficial y evitar cambios de humedad, lo cual puede generar deformaciones a nivel de la subrasante, comprometiendo la estabilidad de la obra.

- Se recomienda realizar vigas con respectivo refuerzo longitudinal diámetro 1/2" y refuerzo transversal diámetro 3/8" de acero de 280 Mpa en MR42 en las respectivas boca-calle para aislar el pavimento nuevo de los existentes

Si durante la construcción se presentan situaciones o condiciones no previstas en este informe se deberá dar aviso oportuno al diseñador y entidad dueña del proyecto para estudiar la solución más adecuada.

El presente proyecto se basó en el manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.

Alcaldía de
SAN GIL

BIBLIOGRAFÌA

- INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Manual de diseño Pavimento en Concreto para vías de altos, medios y bajos volúmenes de tránsito. 2007.
- AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS AASHTO Guide for design of pavement structures. Washington: AASHTO, 1986. 1993. 1998.
- GARCIA ALADIN, Maria Fernanda. Catalogo de diseño de pavimentos rígidos de la PCA adaptado a las condiciones de tránsito colombianas. Popayán: UNICAUCA, 2002. 385.
- TERZAGHI, Karl. PECK, Ralph. & MESRI Gholamreza. Soil Mechanics in Engineering Practice, Jhon Wiley & Sons, Inc. 1996.

Alcaldía de
SAN GIL

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO SECTOR JOSE ANTONIO GALÁN

"AUNAR ESFUERZOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO Y DEMÁS OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA CARRERA 4, EN LA CALLE 5 ENTRE CARRERAS 4 Y 5, DEL BARRIO PABLO VI; Y EN LA CARRERA 23 ENTRE CALLES 3 SUR Y 4 SUR Y LA CARRERA 25 ENTRE CALLES 4 SUR Y 5 SUR, DEL BARRIO JOSÉ ANTONIO GALÁN, DEL MUNICIPIO DE SAN GIL, SANTANDER"

Alcaldía de
SAN GIL

· SECRETARIA DE CONTROL URBANO E INFRAESTRUCTURA
· ALCALDIA DE SAN GIL, SANTANDER
· AGOSTO DE 2026.

Alcaldía de
SAN GIL

INTRODUCION

En Colombia los métodos de diseño para los pavimentos de concreto más utilizados son los propuestos por la **AASHTO en 1993 y la PCA en 1984.** Ambos métodos tienen características distintas y los espesores calculados con ellos, para condiciones similares, pueden ser diferentes, pese a lo anterior, se siguieron las recomendaciones de los dos métodos para la elaboración de las cartas de diseño que se proponen en el catálogo de estructuras

Los espesores registrados en las Tablas 4-1 a la Tabla 4-7 son el resultado del análisis de más de 70.000 diseños, obtenidos a partir de las metodologías presentadas por la PCA´84 y la AASHTO´93 los cuales se analizaron para seleccionar el abanico de 1.680 estructuras que conforman este manual y que se esquematizan acorde a la figura 4.1.- Parágrafo extraído del Manual de diseño de pavimentos rígido INVIAS para bajos, medios y alto volúmenes de tránsito.

Las dimensiones de las estructuras propuestas, se obtuvieron al analizar el espectro gráfico de los resultados comparativos entre las metodologías de diseño. Durante el análisis estructural, además de sus resultados, se tuvo en cuenta la tradición nacional, se desecharon aquellos que tenían espesores muy reducidos por considerarlos frágiles y por el otro lado sedes echaron los que mostraban valores superiores a 30 cm, dejando para estos casos que el diseñador de los pavimentos recurra a otras fuentes de información.

Los resultados se presentan tabulados en función de las variables seleccionadas y la selección del espesor se hace seleccionando en primer lugar el tránsito (T#) luego se escoge el tipo de suelo(S#) a partir de la capacidad de soporte de la subrasante, a continuación, se define si el pavimento tendrá dovelas (D) o no (ND) y bermas laterales (B) o o (NB) hasta este punto los datos se presentan en las columnas.

Luego se escoge el tipo de soporte sobre el que se desea construir el pavimento (SN, BG, o BEC) y finalmente se escoge la calidad del concreto (MR #) y en la casilla en donde coincidan todas las variables escogidas se lee el espesor en centímetros, que debe tener la losa, que cumple con las condiciones fijadas. Dado que los parámetros de calificación del estado superficial del pavimento no se contemplan específicamente en las metodologías de diseño, se espera que al final de su construcción se cumpla con todos los requerimientos exigidos para el recibo de las obras contemplados en los términos de referencia de los contratos.

Alcaldía de
SAN GIL

ESTUDIO ESTRUCTURAL

En Colombia los métodos de diseño para los pavimentos de concreto más utilizados son los propuestos por la AASHTO en 1993 y la PCA en 1984. Ambos métodos tienen características distintas y los espesores calculados con ellos, para condiciones similares, pueden ser diferentes, pese a lo anterior, se siguieron las recomendaciones de los dos métodos para la elaboración de las cartas de diseño que se proponen en el catálogo de estructuras.

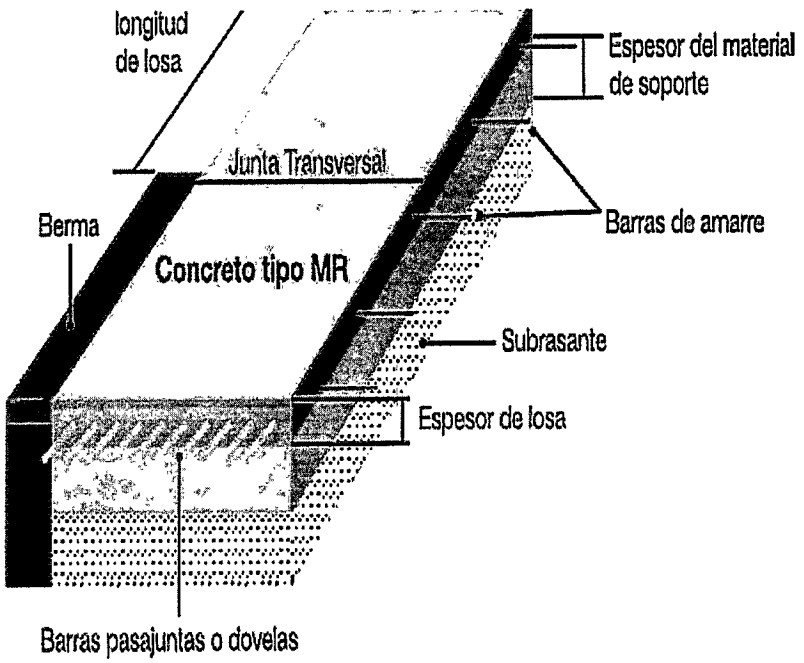


Ilustración 1. ESQUEMA ESTRUCUTRA DE PAVIMENTO.

Los espesores registrados en las Tablas 4-1 a la Tabla 4-7 son el resultado del análisis de más de 70.000 diseños, obtenidos a partir de las metodologías presentadas por la PCA´84 y la AASHTO´93 los cuales se analizaron para seleccionar el abanico de 1.680 estructuras que conforman este manual y que se esquematizan acorde a la figura 4.1

Alcaldía de
SAN GIL

ESPESORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES																					
Tránsito T0																					
		S1				S2				S3				S4				S5			
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B
SN	MR1		24	28		23	27	23	27	21	24	21	24	20	24	20	24	20	23	20	23
	MR2		23	27		22	26	22	26	20	24	20	24	20	23	20	23	19	22	19	22
	MR3		23	26		21	25	21	25	20	23	20	23	19	22	19	22	19	22	19	22
	MR4		21	24		20	24	20	24	19	22	19	22	18	21	18	21	18	21	18	21
BG	MR1		23	26		22	26	22	26	21	24	21	24	20	23	20	23	20	23	20	23
	MR2		22	25		21	25	21	25	20	23	20	23	19	22	19	22	19	22	19	22
	MR3		21	24		20	24	20	24	29	22	19	22	19	22	19	22	18	21	18	21
	MR4		20	23		19	23	19	23	28	21	18	21	18	21	18	21	17	20	18	20
BEC	MR1		20	23		19	22	19	22	18	21	18	21	18	20	18	20	17	20	17	20
	MR2		19	22		19	21	19	21	17	20	17	20	17	20	17	20	17	19	17	19
	MR3		18	21		18	21	18	21	17	19	17	19	16	19	17	19	16	19	17	19
	MR4		18	20		17	20	18	20	16	19	17	19	16	18	17	18	15	18	17	18

Ilustración2. Espesor Losas Transito T0.

ESPESORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES																					
Tránsito T1																					
		S1				S2				S3				S4				S5			
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B
SN	MR1		24	28		23	27	23	27	21	25	21	25	21	24	21	24	20	23	20	23
	MR2		23	27		22	26	22	26	21	24	21	24	20	23	20	23	20	23	20	23
	MR3		22	26		22	25	22	25	20	23	20	23	19	22	19	22	19	22	19	22
	MR4		20	25		21	24	21	24	19	22	19	22	18	21	19	21	18	21	19	21
BG	MR1		23	26		22	26	22	26	21	24	21	24	20	24	20	24	20	23	20	23
	MR2		22	26		22	25	22	25	20	23	20	23	20	23	20	23	19	22	19	22
	MR3		21	25		21	24	21	24	19	23	19	23	19	22	19	22	19	22	19	22
	MR4		20	24		20	23	20	23	18	22	19	22	18	21	19	21	18	21	19	21
BEC	MR1		20	23		20	23	20	23	18	21	18	21	18	21	18	21	18	20	18	20
	MR2		19	22		19	22	19	22	18	20	18	20	17	20	18	20	17	20	18	19
	MR3		19	22		18	21	19	21	17	20	18	20	17	19	18	19	16	19	18	19
	MR4		19	21		17	20	19	20	16	19	18	19	16	18	18	19	15	18	18	18

Ilustración3. Espesor Losas Transito T1.

Alcaldía de
SAN GIL

ESPESORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES																				
Tránsito T2																				
		S1				S2				S3				S4				S5			
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B
SN	MR1	25	29	25	29	24	28	24	28	22	26	22	26	22	25	22	25	21	25	22	25
	MR2	24	28	25	28	24	27	24	27	22	25	22	25	21	24	22	24	21	24	22	24
	MR3	24	27	25	27	24	26	26	28	21	24	22	24	20	23	22	23	20	23	22	23
	MR4	22	26	25	26	23	27	25	27	20	23	22	24	19	22	22	23	19	22	22	23
BG	MR1	24	28	24	28	23	27	23	27	22	25	22	25	21	25	22	25	21	24	21	24
	MR2	23	27	23	27	23	26	23	26	21	24	22	24	21	24	22	24	20	23	21	23
	MR3	22	26	23	26	23	27	25	27	20	24	22	24	20	23	22	23	20	23	21	23
	MR4	21	25	23	25	22	26	25	26	19	23	22	23	19	22	22	23	19	22	21	23
BEC	MR1	21	24	21	24	21	24	21	24	19	22	21	22	19	22	20	22	19	21	20	22
	MR2	20	23	21	23	20	23	21	23	19	21	21	22	18	21	20	22	18	20	20	22
	MR3	19	23	21	23	20	23	23	24	18	21	21	22	18	20	20	22	17	20	20	22
	MR4	18	22	21	23	19	22	23	24	17	20	21	22	17	19	20	22	17	19	20	22

Ilustración4. Espesor Losas Transito T2.

ESPESORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES																				
Tránsito T3																				
		S1				S2				S3				S4				S5			
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B
SN	MR1	29	34	31		28	32	30		26	30	27	30	25	29	26	29	24	28	26	28
	MR2	28	32	31		27	31	30		25	29	27	29	24	28	26	28	24	27	26	27
	MR3	27	31	31		26	30	30		24	28	27	28	23	27	26	28	23	26	26	27
	MR4	26	30	31		25	29	30		23	26	27	28	22	25	26	28	22	25	26	27
BG	MR1	27	32	29		27	31	28		25	29	26	29	24	28	26	27	24	28	25	28
	MR2	26	31	29		26	30	28		24	28	26	28	24	27	26	27	23	27	25	27
	MR3	26	30	29		25	29	28		23	27	26	28	23	26	26	27	22	26	25	27
	MR4	24	28	29		24	27	28		22	26	26	28	22	25	26	27	21	25	25	27
BEC	MR1	24	28	25	28	24	27	25	27	22	25	24	26	22	25	24	25	21	24	23	25
	MR2	23	27	25	27	23	26	25	26	21	24	24	26	21	24	24	25	21	23	23	25
	MR3	22	26	25	27	22	25	25	26	21	24	24	26	20	23	24	25	20	23	23	25
	MR4	21	24	25	27	21	24	25	26	20	22	24	26	20	22	24	25	19	22	23	25

Ilustración 5. Espesor Losas Transito T3.

Alcaldía de
SAN GIL

ESPESORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES																				
Tránsito T4																				
		S1				S2				S3				S4				S5			
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B
SN	MR1	30				29				26	30	29		26	29	28	30	25	29	27	30
	MR2	29				28				25	29	29		25	28	28	30	24	28	27	30
	MR3	28				27				25	28	29		24	27	28	30	23	27	27	30
	MR4	26	30			25	29			23	27	29		23	26	28	30	22	26	27	30
BG	MR1	28				28				26	30	28	30	25	29	28	30	25	28	27	29
	MR2	27				27				25	29	28	30	24	28	28	30	24	27	27	29
	MR3	26				26	30			24	28	28	30	23	27	28	30	23	26	27	29
	MR4	25	29			24	28			23	26	28	30	22	26	28	30	22	25	27	29
BEC	MR1	25	28			24	28	27	29	23	26	26	28	22	25	25	27	22	25	25	27
	MR2	24	27			23	27	27	29	22	25	26	28	21	24	25	27	21	24	25	27
	MR3	23	26			22	26	27	29	21	24	26	28	21	24	25	27	21	23	25	27
	MR4	22	25			22	25	27	29	21	24	26	28	21	24	25	27	21	23	25	27

Ilustración 6. Espesor Losas Transito T4.

ESPESORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES																				
Tránsito T5																				
		S1				S2				S3				S4				S5			
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B
SN	MR1	30				29				27		30		26	30	29		25	29	29	
	MR2	29				28				26	30	30		25	29	29		24	28	29	
	MR3	28				27				25	29	30		24	28	29		24	27	29	
	MR4	27				26	30			24	27	30		23	26	29		23	26	29	
BQ	MR1	29				28				26	30	29		25	29	29		25	29	28	
	MR2	28				27				25	29	29		25	28	29		24	28	28	
	MR3	27				26				24	28	29		24	27	29		23	27	28	
	MR4	25	29			25	29			24	27	29		23	26	29		23	26	28	
BEC	MR1	25	29	28		25	28	28	30	23	26	27	29	23	26	26	29	22	25	26	28
	MR2	24	28	28		24	27	28	30	22	25	27	29	22	25	26	29	21	24	26	28
	MR3	23	27	28		23	26	28	30	22	25	27	29	21	25	26	29	21	24	26	28
	MR4	23	25	28		23	25	28	30	22	25	27	29	21	25	26	29	21	24	26	28

Ilustración 7 Espesor Losas Transito T5.

ESPESORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES																				
Tránsito T6																				
		S1				S2				S3				S4				S5			
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B
SN	MR1	32								28				27				27	30		
	MR2	30				29				27				26	30			26	30		
	MR3	30				29				27	30			26	30			26	30		
	MR4	30				29				27	30			26	30			26	30		
BG	MR1	30				29				27				27				26	30		
	MR2	28				28				26	30			26	30			25	29		
	MR3	29				28				26	30			26	30			25	29		
	MR4	29				28				26	30			26	30			25	29		
BEC	MR1	26	30			25	29			24	29			24		28	29	24	28	29	
	MR2	25	29			25	29			24	29			24	28	29		24	28	29	
	MR3	25	29			25	29			24	29			24	28	29		24	28	29	
	MR4	25	29			25	29			24	29			24	28	29		24	28	29	

Tabla 4-7. Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T6 como factor principal

Ilustración 8 Espesor Losas Transito T6.

Las dimensiones de las estructuras propuestas, se obtuvieron al analizar el espectro gráfico de los resultados comparativos entre las metodologías de diseño. Durante el análisis estructural, además de sus resultados, se tuvo en cuenta la tradición nacional, se desecharon aquellos que tenían espesores muy reducidos por considerarlos frágiles y por el otro lado sedes echaron los que mostraban valores superiores a 30 cm, dejando para estos casos que el diseñador de los pavimentos recurra a otras fuentes de información.

Los resultados se presentan tabulados en función de las variables seleccionadas y la selección del espesor se hace seleccionando en primer lugar el tránsito (T#) luego se escoge el tipo de suelo(S#) a partir de la capacidad de soporte de la subrasante, a continuación, se define si el pavimento tendrá dovelas (D) o no (ND) y bermas laterales (B) o o (NB) hasta este punto los datos se presentan en las columnas.

Luego se escoge el tipo de soporte sobre el que se desea construir el pavimento (SN, BG, o BEC) y finalmente se escoge la calidad del concreto (MR #) y en la casilla en donde coincidan todas las variables escogidas se lee el espesor en centímetros, que debe tener la losa, que cumple con las condiciones fijadas. Dado que los parámetros de calificación del estado superficial del pavimento no se contemplan específicamente en las metodologías de diseño, se espera que al final de su construcción se cumpla con todos los requerimientos exigidos para el recibo de las obras contemplados en los términos de referencia de los contratos.

En el presente estudio estructural se evaluará el procedimiento de cálculo estructural de acuerdo al método propuesto por el manual de diseño de pavimentos de concreto para vías de bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.

Alcaldía de
SAN GIL

DISEÑO DE PAVIMENTO CRA 25 ENTRE CALLES 4SUR Y 5 SUR
Transito y periodo de diseño.

Categoría	Tipo de Vía	TPDs	Ejes acumulados de 8.2 t
T_0	(Vt) – (E)	0 a 200	< 1'000.000
T1	(Vs) – (M ó A) – (CC)	201 a 500	1'000.000 a 1'500.000
T2	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	501 a 1.000	1'500.000 a 5'000.000
T3	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	1.001 a 2.500	5'000.000 a 9'000.000
T4	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	2.501 a 5.000	9'000.000 a 17'000.000
T5	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	5.001 a 10.000	17'000.000 a 25'000.000
T6	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	Más de 10.001	25'000.000 a 100'000.000

Ilustración 9. Categoría de Tránsito para selección de espesores.

Dadas los resultados del estudio de tránsito realizado se concluye que para la vía objeto de análisis la categoría de tránsito es **T1** por tratarse de ejes acumulados menor a 500.000 a 1.5000.000 un TPDS entre 0 y 501.

En la Tabla 3-1 las siglas tienen el siguiente significado:	M: Medias
Vt: Vía terciaria	**A:** Anchas
Vs: Vía secundaria	**CC:** Carreteras de 2 direcciones
Vp: Vía principal	**MC:** Carreteras multicarriles
E: Estrechas	**AP:** Autopistas

Ilustración 10 SIGLA.

TIPO DE SUELO DE LA SUBRASANTE.

Los resultados del estudio geotécnico indican que el suelo de fundación corresponde a una subrasante tipo S1, con un CBR inferior al 2 %, lo que evidencia una baja capacidad portante. Con el fin de mejorar las condiciones de soporte de la estructura de pavimento, el proyecto en su presupuesto contempla la ejecución de un mejoramiento de la subrasante, incluyendo el aporte de material y su compactación al 95 % de la densidad seca máxima obtenida mediante el ensayo Proctor Modificado. Esta intervención incrementa la capacidad portante, reduce la deformabilidad y mejora el comportamiento mecánico de la plataforma de fundación, permitiendo adoptar para efectos del diseño estructural un comportamiento equivalente al de una subrasante tipo S3.

Clase o Tipo	CBR (%)	Módulo resiliente (kg/cm²)
S1	< 2	< 200
S2	2 - 5	200 – 500
S3	5 - 10	500 – 1.000
S4	20 - 10	1.000 – 2.000
S5	> 20	> 2.000

Tabla 3-2. Clasificación de la subrasante de acuerdo con su resistencia.

Ilustración 11 Clasificacion de la subrasante.

Se efectuaron ensayos de C.B.R. Inalterado de las muestras obtenidas de la Subrasante, en aquellos sitios en donde se programó, de acuerdo con la localización de la vía perteneciente a la malla vial de la presente consultoría – tramos seleccionados para mejorar la movilidad en el Municipio de San

Gil. Los resultados de C.B.R. se limitaron por expansión para analizar el comportamiento de la Subrasante bajo la estructura del pavimento a corto plazo, hasta que se alcance nuevamente la humedad de equilibrio del suelo, posterior a la intervención en la vía.

La pavimentación del tramo del sector rural, su orden se clasifica según acorde a su CBR en la calidad de la subrasante es **S3** y su módulo resiliente entre 500 y 1000 kg / cm2.

Durante la exploración de campo realizada No se detectó la presencia del nivel freático a las profundidades alcanzadas, teniendo en cuenta la ubicación del sector se deberán establecer mecanismos de drenaje que permitan la rápida y efectiva evacuación de las aguas superficiales y sub-superficiales en el área del proyecto sobre el empalme de la Av. Santander con la vía a mejorar.

MÓDULO DE REACCION DE DISEÑO

Los módulos de reacción de diseño se obtuvieron de acuerdo con el tipo de soporte y con la información disponible de ensayos de caracterización de los suelos de Subrasante presentes en la zona del proyecto. El módulo de reacción de la Subrasante se determinó a partir de la siguiente correlación que se muestra en la Figura 1.

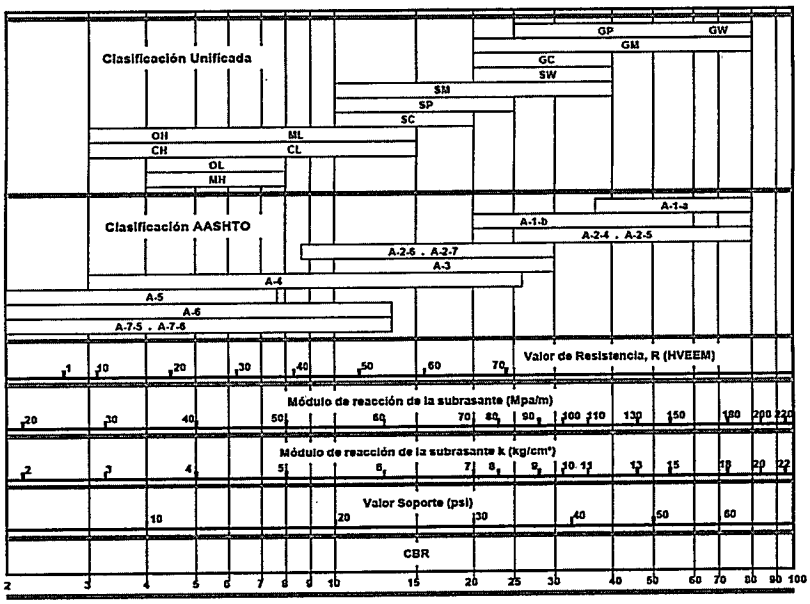


Figura 1. Correlación entre el módulo de reacción de la subrasante y el CBR.

Alcaldía de
SAN GIL

MATERIALES USADOS COMO BASES.

Denominación	Descripción
SN	Subrasante Natural
BG	Base Granular
BEC	Base Estabilizada con Cemento

Ilustración 12 Bases.

- **Losa de concreto sobre Sub-Base granular**

Teniendo en cuenta la capacidad de soporte del material de Subrasante en términos de CBR y tomando como base la figura No. 1 el valor de K Subrasante es de 40 MPa /m. Sin embargo, el método en la fase de diseño introduce la necesidad de establecer la capacidad mecánica producto de la utilización de una capa de regularización y apoyo la cual para fines del proyecto se estima que sea un material de Base Granular con un espesor de **15 cm**, siendo así el módulo de reacción combinado corresponderá a **49 MPa/m**, tal como se muestra en la siguiente ilustración.

K COMBINADO SUBRASANTE – SUBBASE

Valor de k para subrasante		Valor de k para la base							
		100 mm		150 mm		225 mm		300 mm	
MPa/m	Lb/pulg³	MPa/m	Lb/pulg³	MPa/m	Lb/pulg³	MPa/m	Lb/pulg³	MPa/m	Lb/pulg³
20	73	23	85	26	96	32	117	38	140
40	147	45	165	49	180	57	210	66	245
60	220	64	235	66	245	76	280	90	330
80	295	87	320	90	330	100	370	117	430

Ilustración 13 influencia del espesor de la capa de base granular en el valor de k

MODULOS DE ROTURA.

De acuerdo al tipo de solicitación y la calidad de los agregados presentes en la zona, se consideró que el concreto a utilizar en las losas debe tener una resistencia a la flexión de 4.2 MPa (42 kg/cm2), con el fin de obtener una resistencia a la fatiga admisible y buena resistencia a la abrasión que provoca el tráfico en la superficie de las losas en combinación con los efectos ambientales.

$$MR = k \cdot \sqrt{f'c}$$

MR= módulo de rotura estimado para el concreto (Kg/cm2)
F´c= Resistencia a la compresión obtenida en el concreto (Kg/cm2)
K= Constante que varía normalmente entre 2.0 y 2.7 para-Resistencia en Kg/cm2 a los 28 días.

Descripción	Resistencia a la flexión (kg/cm²)
MR1	38
MR2	40
MR3	42
MR4	45

Ilustración 14 Modulo de Rotura Del Concreto escogido

Alcaldía de
SAN GIL

VARIABLES DE CONFINAMIENTO.

Criterio de Aporte de Berma

En virtud de que la geometría de la sección transversal permite la construcción berma (Cuneta) lateral al sardinel de la vía, se podrá construir una berma.

Denominación	Descripción
D	Dovelas
B	Bermas
No D	No Dovelas
No B	No Bermas

Ilustración 14 Variables de Diseño.

Variables y su representación				
Suelos	Tránsito	Transferencia y confinamiento	Soporte	Concreto
S1 (CBR<2)	T0 (EALS <1x10^6)	D y B (Dovelas y Bermas)	SN (Subrasante)	MR1=38 MPa
S2 (2<CBR<5)	T1 (1x10^6<EALS <1,5x10^6)	D y No B (Dovelas y No Bermas)	BG (15 cm BG)	MR2=40 MPa
S3 (5<CBR<10)	T2 (1,5x10^6<EALS <5x10^6)	No D y B (No Dovelas y Bermas)	BEC (15 cm BEC)	MR3=42 MPa
S4 (10<CBR<20)	T3 (5x10^6<EALS <9x10^6)	No D y No B (No Dovelas y No Bermas)		MR4=45 Mpa
S5 (CBR>20)	T4 (9x10^6<EALS <17x10^6)			
	T5 (17x10^6<EALS <25x10^6)			
	T6 (25x10^6<EALS <100x10^6)			

Ilustración 15 Variables y su presentación.

En donde:	
Si: "Clase de suelo con i variando desde 1 hasta 5"	**BG:** "Base granular"
Ti: "Clase de tránsito con i variando desde 0 hasta 6	**BEC:** "Base estabilizada con cemento"
D: "Dovelas"	**CBR:** "Relación de soporte de California"
B: "Bermas"	**EALS:** Ejes equivalentes definidos con el procedimiento "Equivalent Axels Load System"
SN: "Suelo natural o subrasante"	

Ilustración 16 Variables consideradas.

DATOS OPTENIDOS.

- Periodo de diseño. 20 años.
- Tipo de suelo de la subrasante. S3.
- Transito. T1.
- Transferencia y confinamiento. D Y B (DOVELAS Y BERMAS).
- Soporte del Suelo. BG (BASE GRANULAR 15 CM).
- Tipo de concreto. MR3 42 kg/cm2.
- Mejoramiento de subrasante 10 cm

Alcaldía de
SAN GIL

ESPESORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES																				
Tránsito T1																				
		S1				S2				S3				S4				S5			
		DyB	Dy no B	NoD yB	NoD y no B	DyB	Dy no B	NoD yB	NoD y no B	DyB	Dy no B	NoD yB	NoD y no B	DyB	Dy no B	NoD yB	NoD y no B	DyB	Dy no B	NoD yB	NoD y no B
SN	MR1	24	28	23	27	23	27	21	25	21	25	21	24	21	24	20	23	20	23		
	MR2	23	27	22	26	22	26	21	24	21	24	20	23	20	23	20	23	20	23		
	MR3	22	26	22	25	22	25	20	23	20	23	19	22	19	22	19	22	19	22		
	MR4	20	25	21	24	21	24	19	22	19	22	18	21	19	21	18	21	19	21		
BG	MR1	23	26	22	26	22	26	21	24	21	24	20	24	20	24	20	23	20	23		
	MR2	22	26	22	25	22	25	20	23	20	23	20	23	20	23	19	22	19	22		
	MR3	21	25	21	24	21	24	19	23	19	23	19	22	19	22	19	22	19	22		
	MR4	20	24	20	23	20	23	18	22	19	22	18	21	19	21	18	21	19	21		
BEC	MR1	20	23	20	23	20	23	18	21	18	21	18	21	18	21	18	20	18	20		
	MR2	19	22	19	22	19	22	18	20	18	20	17	20	18	20	17	20	18	10		
	MR3	19	22	18	21	19	21	17	20	18	20	17	19	18	19	16	19	18	19		
	MR4	19	21	17	20	19	20	16	19	18	19	16	18	18	19	15	18	18	18		

Tabla 4-2. Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T1 como factor principal

Ilustración 17 Diseño Según Datos obtenidos.

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RIGIDO PROPUESTA

MATERIAL	ESPESOR
Losa de concreto hidráulico MR 42 Kg/cm²	19.0 cm
Base Granular	15.0 cm
Mejoramiento de la subrasante	10 cm
Total, de la estructura de pavimento rígido	**45.0 cm**

Alcaldía de
SAN GIL

DISEÑO DE PAVIMENTO CRA 23 ENTRE CLL 3SUR Y 4SUR
Transito y periodo de diseño.

Categoría	Tipo de Vía	TPDs	Ejes acumulados de 8.2 t
T_0	(Vt) – (E)	0 a 200	< 1'000.000
T1	(Vs) – (M ó A) – (CC)	201 a 500	1'000.000 a 1'500.000
T2	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	501 a 1.000	1'500.000 a 5'000.000
T3	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	1.001 a 2.500	5'000.000 a 9'000.000
T4	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	2.501 a 5.000	9'000.000 a 17'000.000
T5	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	5.001 a 10.000	17'000.000 a 25'000.000
T6	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	Más de 10.001	25'000.000 a 100'000.000

Ilustración 9. Categoría de Tránsito para selección de espesores.

Dadas los resultados del estudio de tránsito realizado se concluye que para la vía objeto de análisis la categoría de tránsito es **T1** por tratarse de ejes acumulados menor a 1.000.000 a 1.500.000 un TPDS entre 201 y 500.

En la Tabla 3-1 las siglas tienen el siguiente significado:	M: Medias
Vt: Vía terciaria	A: Anchas
Vs: Vía secundaria	CC: Carreteras de 2 direcciones
Vp: Vía principal	MC: Carreteras multicarriles
E: Estrechas	AP: Autopistas

Ilustración 10 SIGLA.

TIPO DE SUELO DE LA SUBRASANTE.

Los resultados del estudio geotécnico indican que el suelo de fundación corresponde a una subrasante tipo S1, con un CBR inferior al 2 %, lo que evidencia una baja capacidad portante. Con el fin de mejorar las condiciones de soporte de la estructura de pavimento, el proyecto en su presupuesto contempla la ejecución de un mejoramiento de la subrasante, incluyendo el aporte de material y su compactación al 95 % de la densidad seca máxima obtenida mediante el ensayo Proctor Modificado. Esta intervención incrementa la capacidad portante, reduce la deformabilidad y mejora el comportamiento mecánico de la plataforma de fundación, permitiendo adoptar para efectos del diseño estructural un comportamiento equivalente al de una subrasante tipo S3.

Clase o Tipo	CBR (%)	Módulo resiliente (kg/cm^2)
S1	< 2	< 200
S2	2 - 5	200 – 500
S3	5 - 10	500 – 1.000
S4	20 - 10	1.000 – 2.000
S5	> 20	> 2.000

Tabla 3-2. Clasificación de la subrasante de acuerdo con su resistencia.

Ilustración 11 Clasificacion de la subrasante.

Alcaldía de
SAN GIL

Se efectuaron ensayos de C.B.R. Inalterado de las muestras obtenidas de la Subrasante, en aquellos sitios en donde se programó, de acuerdo con la localización de la vía perteneciente a la malla vial de la presente consultoría – tramos seleccionados para mejorar la movilidad en el Municipio de San Gil. Los resultados de C.B.R. se limitaron por expansión para analizar el comportamiento de la Subrasante bajo la estructura del pavimento a corto plazo, hasta que se alcance nuevamente la humedad de equilibrio del suelo, posterior a la intervención en la vía.

La pavimentación del tramo del sector rural, su orden se clasifica según acorde a su CBR en la calidad de la subrasante es **S3** y su módulo resiliente entre 500 y 1000 kg / cm2.

Durante la exploración de campo realizada No se detectó la presencia del nivel freático a las profundidades alcanzadas, teniendo en cuenta la ubicación del sector se deberán establecer mecanismos de drenaje que permitan la rápida y efectiva evacuación de las aguas superficiales y subsuperficiales en el área del proyecto sobre el empalme de la Av. Santander con la vía a mejorar.

MÓDULO DE REACCION DE DISEÑO

Los módulos de reacción de diseño se obtuvieron de acuerdo con el tipo de soporte y con la información disponible de ensayos de caracterización de los suelos de Subrasante presentes en la zona del proyecto. El módulo de reacción de la Subrasante se determinó a partir de la siguiente correlación que se muestra en la Figura 1.

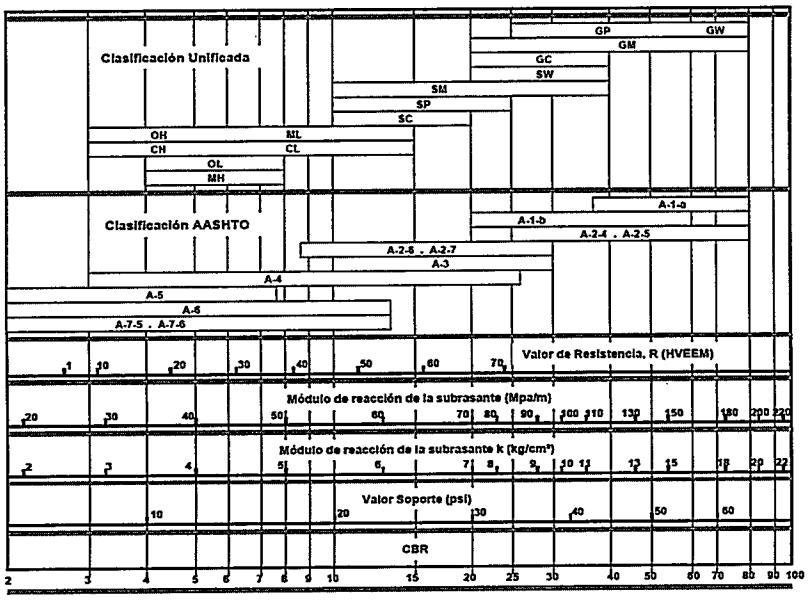


Figura 1. Correlación entre el módulo de reacción de la subrasante y el CBR.

Alcaldía de
SAN GIL

MATERIALES USADOS COMO BASES.

Denominación	Descripción
SN	Subrasante Natural
BG	Base Granular
BEC	Base Estabilizada con Cemento

Ilustración 12 Bases.

• Losa de concreto sobre Sub-Base granular

Teniendo en cuenta la capacidad de soporte del material de Subrasante en términos de CBR y tomando como base la figura No. 1 el valor de K Subrasante es de 40 MPa /m. Sin embargo, el método en la fase de diseño introduce la necesidad de establecer la capacidad mecánica producto de la utilización de una capa de regularización y apoyo la cual para fines del proyecto se estima que sea un material de Base Granular con un espesor de **15 cm**, siendo así el módulo de reacción combinado corresponderá a **49 MPa/m**, tal como se muestra en la siguiente ilustración.

K COMBINADO SUBRASANTE – SUBBASE

Valor de k para subrasante		Valor de k para la base							
		100 mm		150 mm		225 mm		300 mm	
MPa/m	Lb/pulg³	MPa/m	Lb/pulg³	MPa/m	Lb/pulg³	MPa/m	Lb/pulg³	MPa/m	Lb/pulg³
20	73	23	85	26	96	32	117	38	140
40	147	45	165	49	180	57	210	66	245
60	220	64	235	66	245	76	280	90	330
80	295	87	320	90	330	100	370	117	430

Ilustración 13 influencia del espesor de la capa de base granular en el valor de k

MODULOS DE ROTURA.

De acuerdo al tipo de solicitación y la calidad de los agregados presentes en la zona, se consideró que el concreto a utilizar en las losas debe tener una resistencia a la flexión de 4.2 MPa (42 kg/cm2), con el fin de obtener una resistencia a la fatiga admisible y buena resistencia a la abrasión que provoca el tráfico en la superficie de las losas en combinación con los efectos ambientales.

$$MR = k \cdot \sqrt{f'c}$$

MR= módulo de rotura estimado para el concreto (Kg/cm2)
F´c= Resistencia a la compresión obtenida en el concreto (Kg/cm2)
K= Constante que varía normalmente entre 2.0 y 2.7 para-Resistencia en Kg/cm2 a los 28 días.

Alcaldía de
SAN GIL

Descripción	Resistencia a la flexión (kg/cm²)
MR1	38
MR2	40
MR3	42
MR4	45

Ilustración 14 Modulo de Rotura Del Concreto escogido

VARIABLES DE CONFINAMIENTO.

Criterio de Aporte de Berma

En virtud de que la geometría de la sección transversal permite la construcción berma (Cuneta) lateral al sardinel de la vía, se podrá construir una berma.

Denominación	Descripción
D	Dovelas
B	Bermas
No D	No Dovelas
No B	No Bermas

Ilustración 14 Variables de Diseño.

Variables y su representación				
Suelos	Tránsito	Transferencia y confinamiento	Soporte	Concreto
S1 (CBR<2)	T0 (EALS <1x10^6)	D y B (Dovelas y Bermas)	SN (Subrasante)	MR1=38 MPa
S2 (2<CBR<5)	T1 (1x10^6<EALS <1,5x10^6)	D y No B (Dovelas y No Bermas)	BG (15 cm BG)	MR2=40 MPa
S3 (5<CBR<10)	T2 (1,5x10^6<EALS <5x10^6)	No D y B (No Dovelas y Bermas)	BEC (15 cm BEC)	MR3=42 MPa
S4 (10<CBR<20)	T3 (5x10^6<EALS <9x10^6)	No D y No B (No Dovelas y No Bermas)		MR4=45 Mpa
S5 (CBR>20)	T4 (9x10^6<EALS <17x10^6)			
	T5 (17x10^6<EALS <25x10^6)			
	T6 (25x10^6<EALS <100x10^6)			

Ilustración 15 Variables y su presentación.

En donde:	
Sl: "Clase de suelo con l variando desde 1 hasta 5"	**BG:** "Base granular"
Tl: "Clase de tránsito con l variando desde 0 hasta 6	**BEC:** "Base estabilizada con cemento"
D: "Dovelas"	**CBR:** "Relación de soporte de California"
B: "Bermas"	**EALS:** Ejes equivalentes definidos con el procedimiento "Equivalent Axels Load System"
SN: "Suelo natural o subrasante"	

Ilustración 16 Variables consideradas.

DATOS OBTENIDOS.

- Periodo de diseño. 20 años.
- Tipo de suelo de la subrasante. S3.
- Transito. T1.
- Transferencia y confinamiento. D Y B (DOVELAS Y BERMAS).

Alcaldía de
SAN GIL

- Soporte del Suelo. BG (BASE GRANULAR 15 CM).
- Tipo de concreto. MR3 42 kg/cm2.
- Mejoramiento de subrasante 10 cm

ESPESORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES																					
Tránsito T1																					
		S1				S2				S3				S4				S5			
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B
SN	MR1		24	28		23	27	23	27	21	25	21	25	21	24	21	24	20	23	20	23
	MR2		23	27		22	26	22	26	21	24	21	24	20	23	20	23	20	23	20	23
	MR3		22	26		22	25	22	25	20	23	20	23	19	22	19	22	19	22	19	22
	MR4		20	25		21	24	21	24	19	22	19	22	18	21	19	21	18	21	19	21
BG	MR1		23	26		22	26	22	26	21	24	21	24	20	24	20	24	20	23	20	23
	MR2		22	26		22	25	22	25	20	23	20	23	20	23	20	23	19	22	19	22
	MR3		21	25		21	24	21	24	19	23	19	23	19	22	19	22	19	22	19	22
	MR4		20	24		20	23	20	23	18	22	19	22	18	21	19	21	18	21	19	21
BEC	MR1		20	23		20	23	20	23	18	21	18	21	18	21	18	21	18	20	18	20
	MR2		19	22		19	22	19	22	18	20	18	20	17	20	18	20	17	20	18	19
	MR3		19	22		18	21	19	21	17	20	18	20	17	19	18	19	16	19	18	19
	MR4		19	21		17	20	19	20	16	19	18	19	16	18	18	19	15	18	18	18

Tabla 4-2. Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T1 como factor principal

Ilustración 17. Tabla de espesores según tránsito.

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RIGIDO PROPUESTA

MATERIAL	ESPESOR
Losa de concreto hidráulico MR 42 Kg/cm²	19.0 cm
Base Granular	15.0 cm
Mejoramiento de la subrasante	10cm
Total, de la estructura de pavimento rígido	**34.0 cm**

Ilustración 18. Estructura de pavimento

En consecuencia, y con el propósito de garantizar un adecuado desempeño estructural y una vida útil acorde con el período de diseño en los dos sectores del barrio JOSE ANTONIO GALÁN, se adopta como referencia el diseño de pavimento correspondiente a un espesor de pavimento de 20 cm ya que estos sectores representan un Tránsito Promedio Diario (TPD) superior y, por tanto, mayores solicitaciones de carga sobre la estructura de pavimento. En consecuencia, el diseño obtenido para este sector resulta el más crítico y conservador, garantizando que la estructura propuesta satisfaga las condiciones de operación y capacidad estructural requeridas para ambos sectores. Por lo anterior, se adopta la siguiente estructura de pavimento para los dos sitios de intervención:

MATERIAL	ESPESOR
Losa de concreto hidráulico MR 42 Kg/cm²	20.0 cm
Base Granular	15.0 cm
Mejoramiento de subrasante	10 cm
Total, de la estructura de pavimento rígido	**45.0 cm**

Ilustración 19. Estructura de pavimento definitiva

JUNTAS EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS

En las losas que conforman un pavimento de concreto se presentan diversas clases de esfuerzos, los más notorios son los generados por la circulación de los vehículos sobre ellas, los cuales se controlan con el correcto diseño del espesor de las losas, con la selección de la resistencia del concreto adecuada para las condiciones esperadas y con una calidad en la construcción tal que las propiedades determinadas durante el diseño sean obtenidas.

a) Retracción del concreto

El concreto al endurecerse, ocupa un volumen menor que el que tiene cuando está fresco, la retracción es mayor, cuando la relación entre el volumen de concreto y el área superficial es pequeña, de allí que en las losas de pavimento este efecto sea bastante crítico. Cuando la losa de concreto se contrae y la Subrasante ejerce una restricción a este movimiento, se generan esfuerzos de tracción, los cuales se ven reflejados en grietas de tipo transversal, de allí la importancia de adelantarse a este suceso, mediante la construcción de las llamadas juntas de contracción.

b) Dilatación térmica

Con los aumentos de temperatura, el concreto tiende a dilatarse. Esta dilatación origina esfuerzos de compresión en las estructuras adyacentes, lo que puede originar una fisura miento, debido a la resistencia a que la losa aumente de longitud. Estos esfuerzos se ven reflejados en el arqueamiento de las placas y en la compresión de estructuras colocadas dentro del pavimento (por ejemplo, tapas de alcantarillado), de esta situación, surge la necesidad de construir las denominadas juntas de expansión.

c) Discontinuidad en la construcción de las losas

Cuando se están construyendo las losas de concreto, existen muchos imprevistos como por ejemplo, que se dañe la mezcladora, que se acabe el suministro de concreto, etc., por tanto, no siempre es posible obligar que la junta coincida con la de contracción programada; adicionalmente, no se puede garantizar la adherencia entre un concreto que ya comenzó su fraguado, y uno fresco, por tanto para permitir la transmisión de las cargas entre las losas y evitar la infiltración de agua hacia la Subrasante, se requiere construir las denominadas juntas de construcción.

d) Alabeo

Los cambios de temperatura y de humedad, originan la aparición de fisuras, debido básicamente a los cambios de volúmenes. Durante el día, la superficie del pavimento se encuentra más caliente que la parte inferior de la losa, lo que induce a esfuerzos de compresión arriba y de tracción abajo, mientras que en la noche el efecto es contrario. Adicionalmente, el concreto sufre expansión al absorber agua, y contracción al perderla, lo que se refleja en la aparición de fisuras intercaladas entre las grietas de retracción de concreto, de allí la importancia de construir además de las juntas transversales, las denominadas juntas longitudinales.

BARRAS DE ANCLAJE PARA LAS JUNTAS LONGITUDINALES.

De acuerdo a lo anterior, se requiere la construcción de juntas longitudinales, para controlar el agrietamiento producido por el alabeo. Cuando el pavimento se construye a todo lo ancho, en una sola operación, la junta debe ser marcada con una ranura que separe los carriles y proporcione alojamiento adecuado al sello de la junta, la transmisión de cargas se hace por trabazón de agregados y es necesario colocar barras de anclaje que mantengan unidas las caras de las juntas; como estas barras no se diseñan para transmitir cargas verticales ni momento flector, pueden ser de diámetros pequeños, usualmente de 1/2" o 5/8", lo importante es garantizar una adecuada adherencia entre el concreto y el acero.

Cuando el concreto es vaciado en carriles independientes uno del otro, es necesario construir la junta longitudinal tipo machihembrado, con barras de anclaje cuando no existe un adecuado confinamiento lateral, sin embargo, vale la pena aclarar, que el estado del arte de los pavimentos, ya no recomienda la construcción de este tipo de junta, debido a la alta probabilidad de descascara miento de los bordes.

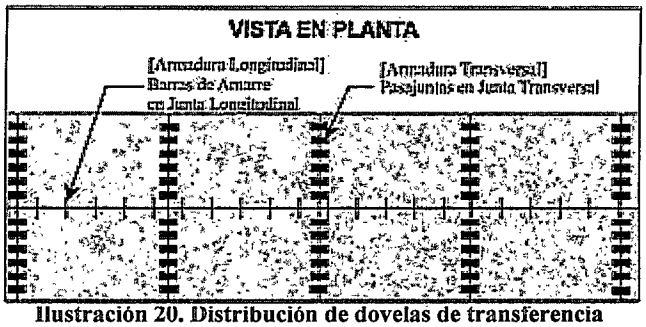


Ilustración 20. Distribución de dovelas de transferencia

JUNTAS TRANSVERSALES O BARRAS DE TRANFERENCIA

a) Juntas de Contracción:

Son también juntas de alabeo, es decir, controlan las grietas causadas por la retracción del fraguado del concreto y por el alabeo del pavimento.
Se deben efectuar mediante corte con disco diamantado cuando el concreto haya desarrollado la suficiente resistencia para resistir desmoronamientos (6 a 8 horas) en los bordes de la junta y las

contracciones son inferiores a aquellas que causen el agrietamiento, el corte debe ser al menos 1/3 del espesor de la losa (d/3) y tener un ancho mínimo de 1/8 de pulgada (3mm).

b) Juntas de Expansión

Existen diferentes tipos de juntas de expansión, aquellas que se programen contra estructuras fijas tales como puentes, el cruce del ferrocarril, o cruces con otros pavimentos. Deben llevar pasadores y en lo posible, deben hacerse coincidir con una junta de contracción y estar separadas de la estructura en consideración por una losa de pavimento. El ancho máximo de la junta es 2.5 cm y el recomendable 2.0 cm. Junta de expansión tipo 1.

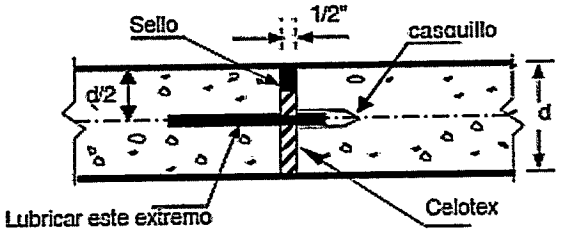


Ilustración 21. Juntas

Contra estructuras que confinen el pavimento, se coloca una junta de expansión sin pasadores, con un ancho de 1.5 a 2.0 cm tal como se muestra en la figura. Junta de expansión tipo 2.

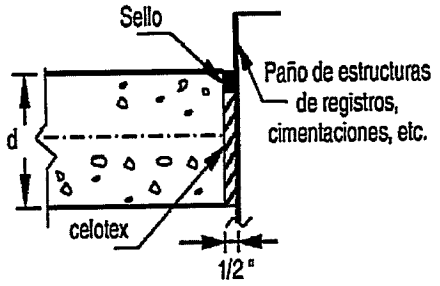


Ilustración 22. Pasadores

Alrededor de las tapas de las cámaras de inspección y de los sumideros de los desagües, se coloca una junta sin pasadores, de 0.5 a 0.6 cm de ancho, tal como se muestra en la figura, y deben ir dispuestas, tal como se muestra en la figura de juntas de expansión especiales.

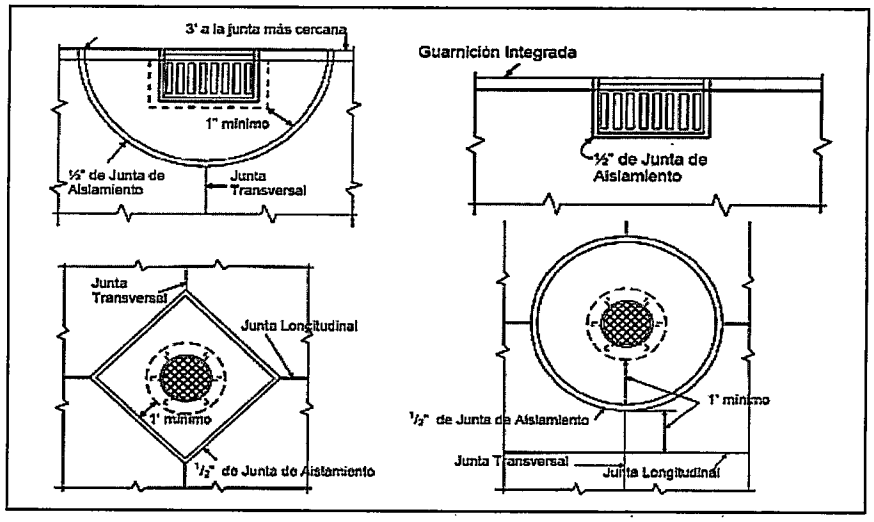


Ilustración 23. Detalle cámaras de inspección

En condiciones en las cuales no es posible construir mecanismos adecuados para la transferencia de cargas, se construye una junta como la mostrada en la figura, en la cual se aumenta el espesor de la losa para-absorber los esfuerzos de borde ocasionados por el tráfico, junta de expansión tipo

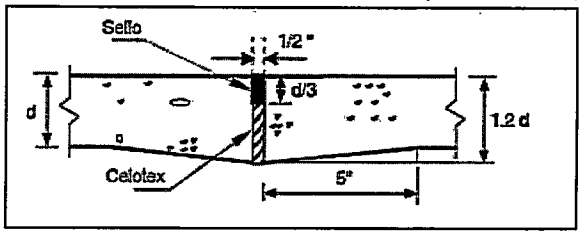


Ilustración 24. Detalle trasferencia de cargas

El material que llena el espacio entre las caras de la junta, debe ser compresible, durable y suficientemente elástico como para recobrar su espesor cuando la junta se abra por contracción térmica de las losas.

c) Juntas de construcción

Se construyen cuando el equipo sólo permite construir el pavimento carril por carril, coincide con la longitudinal de alabeo, y se proyectan para coincidir con las de contracción. La transferencia de cargas se lleva a cabo por medio e pasadores de acero liso, ya que no existe trabazón de agregados entre las caras de los concretos vaciados en distintas épocas.

d) Pasadores de Carga

Para evitar problemas con la retracción del concreto se deberán construir losas con una longitud no mayor a cuatro metros, y en las juntas entre losas se colocarán barras de acero cortas y lisas cuando el concreto esté aún fresco; el objetivo de estas barras es la transmisión de carga, además deben permitir a las losas separarse y unirse entre sí, pero no desplazarse verticalmente, y su función

es entonces absorber los esfuerzos cortantes generados por las cargas del tránsito al cruzar las juntas y transmitir a la losa adyacente entre el 40 y 45 % de la carga de diseño cuando esta se coloca cerca de la junta.

Los pasadores de carga, para poder cumplir con su objetivo, deben ser fáciles de instalar, lisos y al menos la mitad de su longitud debe estar recubierta con un material antiadherente con el propósito de no restringir los desplazamientos horizontales de las losas. Además, deben ser resistentes a la fatiga y la corrosión.

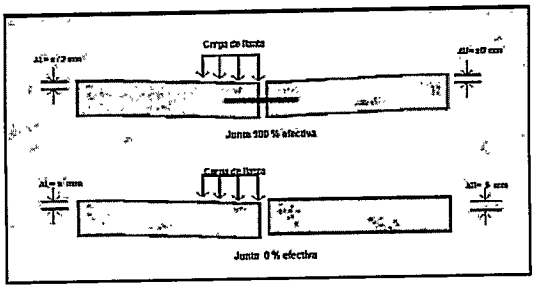


Ilustración 25. Pasadores de carga

Los pasadores como se indica en la figura anterior, se deben colocar en la mitad del espesor de las losas, paralelos entre sí, al eje longitudinal de la vía y a la superficie del pavimento, con una tolerancia medida en el extremo del pasador que no sobrepase un milímetro respecto a la posición teórica. La manera más eficiente de lograr esto es la de colocar los pasadores sobre soportes hechos con varillas, que quedan embebidos en el concreto, como se presenta en la figura siguiente.

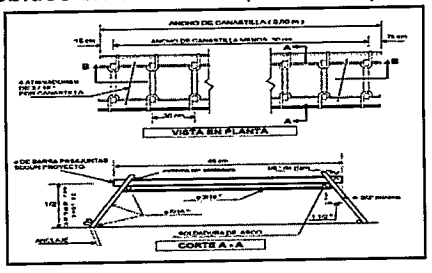


Ilustración 26. Detalle Canastilla

Como precaución adicional se debe asegurar que alrededor de los pasadores, el concreto tenga la misma compactación que en el resto del pavimento para evitar la creación de zonas en las cuales la resistencia a la tracción sea más baja y por ende se convierta en un área susceptible de fisuración.

Alcaldía de
SAN GIL

Para las losas diseñadas se requieren barras de anclaje en las juntas longitudinales de ½" de diámetro, longitud 85 cm, separadas centro a centro 120 cm deben ser corrugadas con un acero de fy=60.000 psi.

Espesor de losa (mm)	Barras de ϕ 9,5 mm (3/8")				Barras de ϕ 12,7 mm (1/2")				Barras de ϕ 15,9 mm (5/8")			
	Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)		
		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)
Acero de fy= 187,5 MPa (40.000 psi)												
150	0,45	0,80	0,75	0,65	0,60	1,20	1,20	1,20	0,70	1,20	1,20	1,20
175		0,70	0,60	0,55		1,20	1,10	1,00		1,20	1,20	1,20
200		0,60	0,55	0,50		1,05	1,00	0,90		1,20	1,20	1,20
225		0,55	0,50	0,45		0,85	0,85	0,80		1,20	1,20	1,20
250		0,45	0,45	0,40		0,85	0,80	0,70		1,20	1,20	1,10
Acero de fy= 280 MPa (60.000 psi)												
150	0,65	1,20	1,10	1,00	0,85	1,20	1,20	1,20	1,00	1,20	1,20	1,20
175		1,05	0,95	0,85		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
200		0,90	0,80	0,75		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
225		0,80	0,75	0,65		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
250		0,70	0,65	0,60		1,20	1,15	1,10		1,20	1,20	1,20

Ilustración 27. Barras de Anclaje

Tabla 6-1. Recomendación para las barras de anclaje

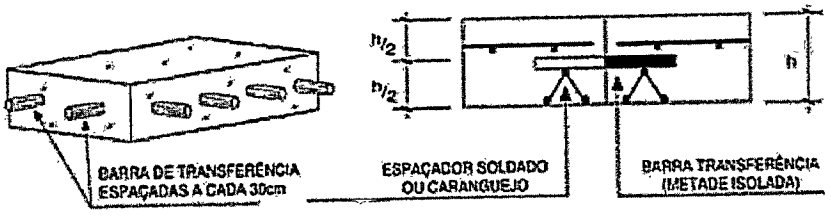
Para el caso particular del espesor de losa de diseño es de 20.0 cm, se requieren barras de transferencia en las juntas transversales de 1" de diámetro, longitud 35 cm deben ser lisas y lubricadas con grasa industrial, separadas centro a centro 30 cm, deben ser lisas con un acero de fy = 60.000 psi.

Espesor del pavimento	Diámetro del pasador		Longitud	Separación entre centros
	mm	Pulgada	mm	mm
0 - 100	13	1/2	250	300
110 - 130	16	5/8	300	300
140 - 150	19	3/4	350	300
160 - 180	22	7/8	350	300
190 – 200	25	1	350	300
210 – 230	29	1 1/8	400	300
240 - 250	32	1 1/4	450	300
260 - 280	35	1 3/8	450	300
290 - 300	38	1 1/2	500	300

Tabla 6-2. Recomendaciones para la selección de los pasadores de carga

Ilustración 28. Selección de pasadores

Alcaldía de
SAN GIL



MODULACIÓN DE JUNTAS

La relación de esbeltez de las placas que constituyen el pavimento de concreto debe ser de máximo 1.25 (largo/ancho), para lo cual se deben tener en cuenta no solo el ancho de la calzada, sino también el espesor de la losa.

Si el ancho de la calzada dividido por 25 veces el espesor de la losa es menor a uno, no se necesita junta longitudinal. En este caso el ancho de la calzada corresponde a la menor dimensión de la losa y cada junta transversal se deberá cortar a máximo 1.25 veces esa dimensión, desde que ésta no sobrepase las 25 veces el espesor. Si el ancho de la calzada dividido por 25 veces el espesor de la losa es mayor a uno, se necesita dividir la calzada en varias losas. En este caso el número resultante se aproxima al entero inmediatamente inferior y ese será el número de juntas longitudinales. El ancho de cada losa resulta de dividir la calzada por el número de losas. La junta transversal se debe cortar a máximo 1.25 veces esa dimensión. Con base en lo anterior, se recomienda **construir losas de 2.5 m de ancho por 2.5 m de largo**.

Corte de Juntas

Las juntas son parte esencial del pavimento por cuanto son superficies de falla controladas, que se han diseñado previamente, logrando así efectos estéticos y funcionales deseables; se deben cortar en la medida en que se va construyendo el pavimento, con disco diamantado, evitando que se desgranen los bordes y produzcan grietas incontroladas.

Corte con Disco Diamantado

Se debe realizar un corte equivalente a 1/3 del espesor de la losa de concreto con una máquina con disco diamantado. El momento del corte se debe determinar de acuerdo con las características del concreto en combinación con las condiciones climáticas.

Se realiza un corte inicial con un ancho de 3 mm y profundidad indicada anteriormente para inducir la falla controlada. Posteriormente, se realiza un ensanchamiento del corte para poder alojar el material de sello. Tal como se muestra en la figura siguiente.

Después de realizados los cortes, se debe colocar un compuesto curador en las paredes de la junta.

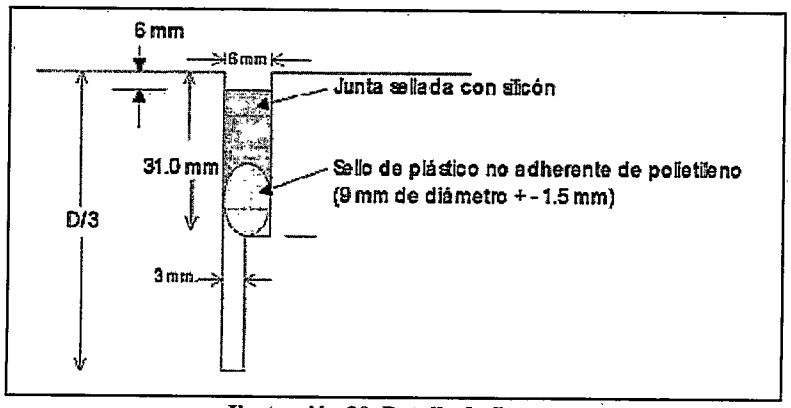


Ilustración 30. Detalle de Juntas

JUNTAS TRANSVERSALES

El corte de las juntas en las losas se hará según la metodología del punto anterior y la transferencia de carga entre losas adyacentes será mecánica, principalmente por pasadores de carga y algunas veces por trabazón de agregados.

JUNTAS LONGITUDINALES

Se construyen entre fajas de carril adyacentes, con formaleta lateral que será perforada para alojar los hierros de transferencia, que en este tipo de junta son corrugados, ubicados a la altura del eje neutro y espaciados según el diseño.

La formaleta se debe retirar cuidadosamente para no dañar los planos laterales expuestos de las losas, antes de construir la faja adyacente. Las caras laterales de losas se untan con una lechada de cal o con aceite evitando la adherencia con el nuevo concreto.

JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN

Cuando se deba detener la construcción de la placa y ésta no coincida con la junta transversal de diseño, se debe realizar una junta de construcción. En este caso se debe tratar la junta con un corte aproximado de 45 grados, eliminando la lechada superficial para garantizar una buena adherencia del concreto nuevo al endurecido. En el caso de que se requiera reforzar dicha adherencia, se pueden utilizar aditivos epóxidos. Estas juntas deben llevar barras de refuerzo corrugadas ubicadas en el eje neutro.

Con el fin de disminuir el impacto de los vehículos al pasar por una junta transversal, estas se pueden disponer con una inclinación de un sexto (1/6) respecto a la línea perpendicular al eje de la calzada, de tal forma que la rueda izquierda cruce la junta antes que la derecha.

SELLADO DE JUNTAS

El sistema de sellado de juntas para el pavimento debe garantizar la hermeticidad del espacio sellado, la adherencia del sello a las caras de la junta, la resistencia a la fatiga por tracción y compresión, la resistencia a la acción del agua, los solventes, los rayos ultravioletas y el calor.

Previamente al vaciado del compuesto llenante, se coloca una tirilla de respaldo (backer rod) presionándola dentro de la junta con un colocador adecuado. Esto para evitar la adherencia de sello en tres puntos del concreto, limitar el espesor del sello y evitar consumos innecesarios.

Se llenan las juntas desde el fondo, el sellador se auto nivela formando la junta limpia. El sello debe cumplir con el factor forma entre 1/1 y 2/1, como relación entre sus dos dimensiones. Al vaciarlo no debe formar ningún menisco convexo, ni sobrantes por encima de la superficie del pavimento. La superficie del sello debe quedar 6 mm por debajo del borde de la junta y en ningún caso debe haber adherencia en tres puntos, para lo cual es indispensable utilizar la tirilla de respaldo. No debe colocarse arena, asfalto líquido u otro material no adecuado como sello de juntas.

Lo anterior garantiza el buen comportamiento del pavimento, permitiendo el libre movimiento de las losas, evitando la filtración de agua y por lo tanto eliminando el fenómeno de bombeo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

• El espesor de las capas que conforman la estructura de pavimento son las que se reportan en la **ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RIGIDO PROPUESTA.**

.

• Las tolerancias en cuanto a espesores de capas estructurales debe cumplir en promedio un espesor mayor o igual al de diseño. Para efectos del presente diseño se recomienda una capa estructural de pavimento rígido de espesor 0,20 m (Mr.= 42) y/o al realizar la correlación entre el ensayo de flexión y el de compresión, con los agregados que generalmente se usan en el Área del Municipio del San Gl se podrá utilizar un pavimento rígido de 0,20 cm de espesor en concreto hidráulico (42 Kg/).

• Se recomienda la construcción de una capa de regularización para soporte de la losa en concreto, dadas las condiciones particulares de los tramos a intervenir, dicha capa estará conformada por material tipo Base granular o Sub Base granular de 15 cm de espesor.

• Se recomienda la construcción de Sardineles de 50 cm X 15 cm en concreto de 3000 Psi sobre el costado o lateral de losa para dar un confinamiento a la estructura y lograr una mejor distribución de esfuerzos en los bordes.

• Se recomienda la construcción de estructuras de drenaje, con el fin de evacuar rápido y eficientemente las aguas de escorrentía superficial y evitar cambios de humedad, lo cual puede generar deformaciones a nivel de subrasante, comprometiendo la estabilidad de la obra.

Las recomendaciones contenidas en el presente informe se basan en los datos obtenidos del plan de exploratorio realizado en 2026, y en la información suministrada del proyecto. Si durante la construcción se presentan situaciones o condiciones no previstas en este informe se deberá dar aviso oportuno al diseñador para estudiar la solución más adecuada.

Alcaldía de
SAN GIL

BIBLIOGRAFÌA

- INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Manual de diseño Pavimento en Concreto para vías de altos, medios y bajos volúmenes de tránsito. 2007.
- AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS AASHTO Guide for design of pavement structures. Washington: AASHTO, 1986. 1993. 1998.
- GARCIA ALADIN, Maria Fernanda. Catalogo de diseño de pavimentos rígidos de la PCA adaptado a las condiciones de tránsito colombianas. Popayán: UNICAUCA, 2002. 385.
- TERZAGHI, Karl. PECK, Ralph. & MESRI Gholamreza. Soil Mechanics in Engineering Practice, Jhon Wiley & Sons, Inc. 1996.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN

PROYECTO:

AUNAR ESFUERZOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO Y DEMÁS OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA CARRERA 4, EN LA CALLE 5 ENTRE CARRERAS 4 Y 5, DEL BARRIO PABLO VI; Y EN LA CARRERA 23 ENTRE CALLES 3 SUR Y 4 SUR Y LA CARRERA 25 ENTRE CALLES 4 SUR Y 5 SUR, DEL BARRIO JOSÉ ANTONIO GALÁN, DEL MUNICIPIO DE SAN GIL, SANTANDER.

OFICINA DE SECRETARIA DE CONTROL URBANO E INFRAESTRUCTURA
AGOSTO DE 2026

A. ASPECTOS GENERALES

Estas especificaciones técnicas corresponden a los ítems contractuales para el proyecto denominado: **"AUNAR ESFUERZOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO Y DEMÁS OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA CARRERA 4, EN LA CALLE 5 ENTRE CARRERAS 4 Y 5, DEL BARRIO PABLO VI; Y EN LA CARRERA 23 ENTRE CALLES 3 SUR Y 4 SUR Y LA CARRERA 25 ENTRE CALLES 4 SUR Y 5 SUR, DEL BARRIO JOSÉ ANTONIO GALÁN, DEL MUNICIPIO DE SAN GIL, SANTANDER".** a ser ejecutado en la vigencia 2026 de acuerdo con los demás documentos técnicos generados por los profesionales universitarios adscritos a la secretaría de Control urbano e Infraestructura Municipal.

Estas especificaciones no describen un detallado proceso constructivo de los diferentes ítems presupuestados, ya que se parte de la base que quienes pueden participar en el proceso contractual, son contratistas empresas o personas naturales que tienen la experiencia mínima para este tipo de obras y conocen no solo las normas de construcción que aplican en Colombia en la construcción de calles y carreteras, sino también las prácticas comunes y lógicas para las mismas.

Se encontrará en la redacción algunos párrafos que hacen énfasis en puntos relativamente importantes de los diferentes procesos de construcción, con el fin de hacer un llamado de atención en su ejecución o hacer las aclaraciones pertinentes; en caso de ausencia de detalles en los planos y en las especificaciones, la Interventoría o Supervisión, definirá y aclarará la forma constructiva correspondiente.

En caso de que se presenten discrepancias entre los planos y las especificaciones, primará o tendrá mayor validez la norma escrita en las especificaciones. En los planos prevalecerán los números sobre la escala, en todo caso, durante la ejecución de las obras deberá llevarse los levantamientos pertinentes con sus abscisados y cotas que permitan determinar entre contratista e interventor las longitudes reales y cotas y espesores necesarios para cumplir con el objeto del proyecto.

Estas especificaciones técnicas se deben utilizar y son las estrictamente necesarias para concursar y ejecutar los ítems que se consignan en la propuesta económica; cualquier cambio que proponga el Contratista deberá ser consultado por escrito al Interventor o Supervisor y no podrá proceder a su ejecución sin la aceptación escrita de éste.

B. ASPECTOS BÁSICOS

En caso de discrepancias entre las especificaciones y los planos, el CONTRATISTA informará sobre ello al INTERVENTOR y SUPERVISOR, quien decidirá conjuntamente con el CONTRATANTE, sobre la prelación entre estos documentos. En caso de ausencia de detalles en los planos y en las especificaciones, la INTERVENTORÍA o SUPERVISIÓN definirán y aclarará la forma constructiva correspondiente.

Cuando no se haga referencia a alguna norma particular o específica, o cuando existan dudas, o vacíos o contradicciones o diferencias de interpretación, el CONTRATISTA deberá cumplir los requisitos de las normas aplicables que se mencionan en el siguiente orden:

- Reglamento técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS
- Instituto Nacional de Vías INVIAS

Si durante la ejecución del contrato el CONTRATANTE considera necesario introducir cambios o modificaciones en los diseños y/o en las especificaciones, así lo notificará al CONTRATISTA, para que éste le manifieste si acepta o no los cambios planteados, sustentando en cada caso las incidencias que dichos cambios generen en la ejecución.

GLOSARIO

Cantidades de Obra: Las cantidades de obra por ejecutar son las que se presentan en el Formulario, estas son aproximadas y están calculadas con base en el estudio del proyecto; por lo tanto, se podrán aumentar, disminuir o suprimir durante la ejecución de la obra, tales variaciones no viciarán ni invalidarán el contrato producto del proceso precontractual. El CONTRATISTA está obligado a ejecutar las mayores cantidades de obra que resulten, a los mismos precios de la propuesta, salvo que se presenten circunstancias imprevisibles que afecten el equilibrio económico del contrato.

Si durante la ejecución del proyecto fuere necesario modificar las cantidades de obra establecidas, el CONTRATISTA estará en la obligación de incluir los cambios a que haya lugar en el citado formulario, de acuerdo con la respectiva acta de modificación.

Obras Adicionales: Se entiende por obras adicionales aquellas que, por su naturaleza, pueden ejecutarse con los planos y especificaciones originales del contrato o variaciones no substanciales de los mismos y en donde todos los ítems tengan precios unitarios pactados. El CONTRATANTE podrá ordenar por escrito obras adicionales y el CONTRATISTA estará en la obligación de ejecutarlas. Las obras adicionales se pagarán a los precios establecidos en el Contrato.

Obras Complementarias: Se entiende por obra complementaria la que no está incluida en las condiciones originales del contrato y por esta misma razón, no puede ejecutarse con los precios del mismo. El CONTRATANTE podrá ordenar obras complementarias y el CONTRATISTA estará obligado a ejecutarlas, siempre que los trabajos ordenados hagan parte inseparable de la obra contratada, o sean necesarias para ejecutar esta obra o para protegerla.

Los precios que se aplicarán para el pago de la obra complementaria serán los que se convengan con el CONTRATISTA, mediante la suscripción de un acta de precios no previstos. Cuando sea imposible acordar de antemano con el CONTRATISTA el precio de la obra complementaría, el CONTRATANTE podrá optar por ordenar que dicho trabajo sea ejecutado por el sistema de administración, o sea por el costo directo más un porcentaje acordado por las partes, que debe cubrir los costos por concepto de administración y utilidad del CONTRATISTA.

Calidad de la Obra: El CONTRATISTA es responsable de la realización de las pruebas de campo y ensayos de laboratorio que aseguren la calidad de la obra, de los materiales a utilizar y de los procedimientos a implementar, incluidas aquellas requeridas para el manejo ambiental del proyecto y entregará a la INTERVENTORÍA o SUPERVISIÓN los resultados de los mismos, para que ésta verifique si se ajustan a los requerimientos de las especificaciones. La verificación de la INTERVENTORÍA o SUPERVISIÓN no exonerará de responsabilidad al CONTRATISTA por la calidad de la misma. Dichos ensayos y pruebas deberán estar presupuestadas por el CONTRATISTA en cada ítem o evaluadas en el cálculo del A.I.U.

El CONTRATANTE podrá rechazar la obra ejecutada por deficiencias en los materiales o elementos empleados, aunque las muestras y prototipos correspondientes hubieren sido verificados previamente, sin perjuicio de lo establecido en las especificaciones sobre la aceptación de suministro defectuoso. Toda obra rechazada por defectos en los materiales, en los elementos empleados, en la obra de mano o por deficiencia de los equipos, maquinarias y herramientas de construcción o por defectos en ella misma, deberá ser retenida, reconstruida o reparada por cuenta del CONTRATISTA. Además, el CONTRATISTA queda obligado a retirar del sitio respectivo los materiales o elementos defectuosos. El CONTRATANTE podrá retirar los materiales o los elementos y remplazarlos por otros, repararlos o reconstruir la parte rechazada de la obra, todo a cargo del CONTRATISTA.

Los equipos, maquinaria y herramientas que el CONTRATISTA suministre para la construcción, deberán ser adecuados y suficientes para las características y la magnitud del trabajo por ejecutar. El CONTRATANTE directamente o por intermedio de la INTERVENTORÍA o SUPERVISIÓN se reserva el derecho de rechazar y exigir el remplazo o reparación por cuenta del CONTRATISTA de aquellos equipos, maquinarias y herramientas que a su juicio sean inadecuados o ineficientes, o que por sus características constituyen un peligro para el personal o un obstáculo para el buen desarrollo de las obras. Se exigirá siempre el suministro y mantenimiento en buen estado de funcionamiento del equipo básico requerido para la construcción de las obras.

Actas de Modificación de Cantidades de Obra: Es el documento en el que se deja constancia de las modificaciones efectuadas por requerimientos del proyecto a las cantidades de obra previstas inicialmente. Estas actas deberán suscribirlas los ingenieros residentes del CONTRATISTA y de la INTERVENTORÍA o SUPERVISIÓN y para su validez requieren de la aprobación del funcionario competente del CONTRATANTE.

ÁMBITO DE APLICACIÓN

Las presentes especificaciones de construcción formarán parte del proceso de contratación que se derive de los presentes estudios, y que ejecute en cualquiera que sea el momento el Municipio de San Gil, en todo caso el Municipio de San Gil deberá hacer cumplir las normas y disposiciones que trata las Especificaciones Generales de Construcción del INVIAS como entidad estatal reguladora y normalizadora de la infraestructura vial en Colombia.

Las especificaciones particulares de construcción prevalecen sobre las especificaciones generales emitidas por otros entes, sin embargo, los trabajos que no estén cubiertos por estas especificaciones particulares se ejecutarán conforme a las especificaciones generales del Instituto Nacional de Vías.

Todos los temas contemplados en el Capítulo I, Aspectos Generales, del presente documento, forman parte de todas y cada una de las especificaciones particulares de construcción.

NORMAS DE ENSAYO

En todo lo relacionado con ensayos de materiales, regirán en primer lugar las normas respectivas del Instituto Nacional de Vías INVIAS; en caso tal de presentarse ensayos no cubiertos por éstas, se aplicarán las normas más recientes de la A.A.S.H.T.O. (American Association of State Highways and Transportation Officials); la A.S.T.M. (American Society for Testing and Materials) o las normas del ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas).

DOCUMENTOS INFORMATIVOS

Los datos sobre sondeos, procedencia de materiales, ensayos, condiciones locales, diagramas de movimientos de tierras, programación, condiciones climáticas, análisis de precios, presupuestos y, en general, el resultado de los estudios, son documentos informativos; en consecuencia, deben aceptarse tan sólo como complementos de la información que el Constructor debe adquirir directamente y con sus propios medios.

Por tanto, el Constructor será responsable de los errores que se puedan derivar de su defecto o negligencia en la consecución de todos los datos que afectan al Contrato, al planeamiento y a la ejecución de las obras.

RESPONSABILIDADES ESPECIALES DEL CONSTRUCTOR

PROGRAMA DE SALUD OCUPACIONAL

El Constructor, además de la obligación de establecer y ejecutar en forma permanente su programa de S.S.T. según lo establecido en las normas vigentes sobre la materia, será responsable de los perjuicios ocasionados por la falta de medidas en materia de salud y seguridad en su ambiente de trabajo.

RESPONSABILIDADES DE CALIDAD CONSTRUCTOR

ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

El Constructor deberá incluir dentro de su organización administrativa el diseño e implantación de un modelo de aseguramiento de la calidad. La responsabilidad por la calidad de la obra es única y exclusivamente del Constructor y cualquier supervisión, revisión, comprobación o inspección que realice el Municipio de San Gil o sus representantes se hará para verificar su cumplimiento, y no exime al Constructor de su obligación sobre la calidad de las obras objeto del contrato.

AUTOCONTROL

El Constructor deberá contar con un laboratorio de campo, controlado por personal calificado e idóneo para tal labor, previamente aprobado por el Interventor, que le permita realizar las pruebas de control de calidad exigidas por las presentes especificaciones.

Cuando el Municipio de San Gil ordenare al Constructor realizar algunas pruebas que no estuvieren contempladas en las especificaciones, con el fin de verificar si algún trabajo tiene defectos, y la prueba revelare que los tiene, el costo de éstas será a cargo del Constructor.

PATENTES Y REGALÍAS

El Constructor es el único responsable del uso y pago de regalías, y cualquier costo relacionado con el uso de patentes, marcas registradas y derechos reservados ya sea de equipo, dispositivos, materiales, procedimientos u otros, deberá estar incluido en los precios de los ítem contractuales, ya que por estos conceptos el Municipio de San Gil no le reconocerá ningún pago.

USO DE EXPLOSIVOS

El uso de explosivos será permitido únicamente empleando material artesanal, no se emplearán explosivos que puedan comprometer el orden público, el material artesanal deberá contar con la aprobación por escrito del Interventor, previa presentación de la documentación del personal calificado e información técnica que éste solicite. Antes de realizar cualquier voladura se deberán tomar todas las precauciones necesarias para la protección de las personas, vehículos, la banca de la vía y cualquier otra estructura adyacente al sitio de las voladuras. En ningún caso se permitirá los fulminantes, espoletas y detonadores de cualquier clase mucho menos se almacenen, transporten o conserven en los mismos sitios que la dinamita u otros explosivos.

El Constructor podrá utilizar explosivos especiales de fracturación si demuestra, a satisfacción del Municipio de San Gil, que con su empleo no causará daños a estructuras existentes ni afectará el terreno que debe permanecer inalterado.

El personal que intervenga en la manipulación y empleo de explosivos deberá ser de reconocida práctica y pericia en la actividad y deberá certificar de acuerdo a la norma su desempeño mediante curso o certificado avalado por una Unidad Militar especializada, y reunirá condiciones adecuadas en relación con la responsabilidad que corresponda a estas operaciones.

El Constructor suministrará y colocará las señales necesarias para advertir al público de su trabajo con explosivos. Su ubicación y estado de conservación garantizarán, en todo momento, su perfecta visibilidad.

En todo caso, el Constructor cuidará especialmente de no poner en peligro vidas o propiedades, y será responsable de los daños que se deriven del empleo de explosivos durante la ejecución de las obras.

En todo caso, si el constructor presenta alguna otra alternativa para fracturar la posible roca que aparezca y que le sea rentable trabajar, en caso de cementos expansivos lo podrá contemplar, bajo su responsabilidad a cuenta y costo, dado que en el precio unitario contemplado no se ha tenido en cuenta este tipo de materiales por el incremento en el costo por unidad de perforación y fractura.

SUPERVISIÓN

VIGILANCIA DE LOS TRABAJOS

La coordinación y vigilancia de la ejecución y cumplimiento del contrato será ejercida por un Interventor, quien representará al Municipio de San Gil ante el Constructor.

El Interventor está autorizado para impartir instrucciones u órdenes al Constructor sobre asuntos de responsabilidad de éste, revisar los avances y exigirle la información que considere necesaria y el Constructor estará obligado a suministrarla dentro de los términos del contrato, excepto lo que expresamente se estipule.

El Interventor no tendrá autorización para exonerar al Constructor de ninguna de sus obligaciones o deberes contractuales. Tampoco podrá, sin autorización escrita previa del Municipio de San Gil, ordenar trabajo alguno que traiga consigo variaciones en el plazo o en el valor del contrato, ni efectuar ninguna modificación de la concepción del diseño de las obras principales. Todas las comunicaciones u órdenes del Interventor serán expedidas o ratificadas por escrito.

DESARROLLO DE LOS TRABAJOS

SEÑALIZACIÓN DE LA ZONA DE LAS OBRAS

Desde la orden de iniciación y entrega de la zona de las obras al Constructor y hasta la entrega definitiva de las obras al Municipio de San Gil, el Constructor está en la obligación de señalizar y mantener el tránsito en el sector contratado como prevención de riesgos a los usuarios y personal que trabaja en la vía en construcción, de acuerdo con las estipulaciones y especificaciones vigentes sobre la materia. Desde tal momento, el Constructor es el único responsable de la señalización y el mantenimiento del tránsito en el sector objeto del contrato.

El Constructor deberá, así mismo, señalizar adecuadamente los sitios de almacenamiento de los materiales por utilizar en los diferentes procesos constructivos.

EQUIPOS

El Constructor deberá mantener en los sitios de las obras los equipos adecuados a las características y magnitud de las obras y en la cantidad requerida, de manera que se garantice su ejecución de acuerdo con los planos, especificaciones de construcción, programas de trabajo y dentro de los plazos previstos. El Constructor deberá mantener los equipos de construcción en óptimas condiciones, con el objeto de evitar demoras o interrupciones debidas a daños en los mismos.

Los equipos deberán tener los dispositivos de señalización necesarios para prevenir accidentes de trabajo.

ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

En la organización de los trabajos se deberán considerar las recomendaciones establecidas en los estudios técnicos y ambientales del proyecto. El Constructor organizará los trabajos en tal forma que los procedimientos aplicados sean compatibles con los requerimientos técnicos necesarios, las medidas de manejo ambiental establecidas en el plan de manejo ambiental del proyecto, los requerimientos establecidos en la licencia ambiental y los permisos, autorizaciones y concesiones de carácter ambiental y administrativo y demás normas nacionales y regionales aplicables al desarrollo del proyecto.

Los trabajos se deberán ejecutar de manera que no causen molestias a personas, ni daños a estructuras, servicios públicos, cultivos y otras propiedades cuya destrucción o menoscabo no estén previstos en los planos, ni sean necesarios para la construcción de las obras.

El avance físico de las obras en el tiempo deberá ajustarse al programa de trabajo aprobado, de tal manera que permita el desarrollo armónico de las etapas constructivas siguientes a la que se esté ejecutando, cualquier contravención a los preceptos anteriores será de responsabilidad del Constructor. Por esta causa, el Interventor podrá ordenar la modificación de procedimientos o la suspensión de los trabajos.

LIMPIEZA DEL SITIO DE LOS TRABAJOS

A la terminación de la obra, el Constructor deberá retirar del sitio de los trabajos todo el equipo de construcción, los materiales sobrantes, escombros y obras temporales de toda clase, dejando la totalidad de la obra y el sitio de los trabajos en un estado de limpieza satisfactorio para el Interventor. No habrá pago separado por concepto de dichas actividades.

DISPOSICIÓN DE DESECHOS Y SOBRANTES

El Constructor deberá disponer mediante procedimientos adecuados, todos los desechos, escombros, sobrantes y demás residuos provenientes de los trabajos necesarios para la ejecución de las obras, en los sitios indicados en los documentos del proyecto o autorizados por el Municipio de San Gil.

MATERIALES

Los materiales necesarios para la ejecución de las obras serán suministrados por el Constructor; por lo tanto, será de su responsabilidad la selección de las fuentes por utilizar,

teniendo en cuenta que los materiales deberán cumplir con todos los requisitos de calidad exigidos en las presentes Especificaciones de Construcción y las recomendaciones y requerimientos establecidos. Las fuentes de materiales que figuren en los estudios realizados por firmas consultoras, o directamente por el Municipio de San Gil, tienen el carácter de referenciales.

No habrá pago por separado para los transportes de materiales pétreos; por lo tanto, los precios unitarios de afirmados, sub-base granular, base granular, revestimientos bituminosos, y concretos de cemento portland, deberán cubrir entre otros los costos de trituración, clasificación, transportes, cargue y descargue de los materiales pétreos. Tampoco habrá pago por separado por el transporte de los suelos destinados a la construcción de bases estabilizadas.

El Constructor deberá conseguir oportunamente todos los materiales y suministros que se requieran para la construcción de las obras y mantener permanentemente una cantidad suficiente de ellos para no retrasar el progreso de los trabajos. Todos los materiales están sujetos a inspección, muestreo, pruebas, repetición de pruebas y rechazo, en cualquier momento antes de la aceptación de los trabajos.

Los materiales suministrados y demás elementos que el Constructor emplee en la ejecución de las obras deberán ser de primera calidad y adecuados al objeto que se les destinan. Los materiales y elementos que el Constructor emplee en la ejecución de las obras sin la aprobación del Interventor podrán ser rechazados por éste cuando no los encuentre adecuados. La aprobación del Interventor a los materiales, no exonera la responsabilidad del Constructor por la calidad de la obra.

Los materiales generados en el proceso constructivo, especialmente de desmonte, descapote o excavaciones, que no se utilicen en la obra, se dispondrán adecuadamente en sitios acondicionados para tal fin.

El Municipio de San Gil no aceptará ningún reclamo de costos o plazos por parte del Constructor, por falta o escasez de materiales o elementos de construcción.

TRANSPORTE DE MATERIALES

Durante el acarreo de los materiales de construcción o generados durante el proceso constructivo, éstos deberán ser protegidos con un recubrimiento debidamente asegurado a la carrocería del vehículo, de manera de impedir su caída sobre las vías por donde se transportan, así como en las zonas aledañas a las obras. Antes de abordar cualquier vía pavimentada, se deberán limpiar las llantas de todos los vehículos empleados en el transporte de materiales.

PERSONAL

Todos los empleados y obreros para la obra serán nombrados por el Constructor, quien deberá cumplir con todas las disposiciones legales sobre la contratación del personal colombiano y extranjero. Así mismo, se obliga al pago de todos los salarios y prestaciones sociales que se establezcan en relación con los trabajadores y empleados, ya que el personal que vincula el Constructor no tiene carácter oficial y, en consecuencia, sus relaciones trabajador - empleador se rigen por lo dispuesto en el Código Sustantivo del Trabajo y demás disposiciones concordantes y complementarias.

MEDIDA Y PAGO

MEDIDA

Cada que se requiera, o cada mes si así se estima, en un corte el Constructor y el Interventor medirán las cantidades de obra realizadas, se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras previamente aceptadas por el Interventor, ejecutadas de acuerdo con sus instrucciones, los planos de construcción y las Especificaciones de Construcción.

PAGO

Los precios unitarios definidos en cada especificación, cubrirán el costo de todas las operaciones relacionadas con la correcta ejecución de las obras especificadas, excepto los costos correspondientes a las actividades que se indiquen explícitamente.

Los precios unitarios deben cubrir los costos de materiales, mano de obra en trabajos diurnos y nocturnos o en días feriados, prestaciones sociales, impuestos, tasas y contribuciones decretados por el gobierno nacional, departamental o municipal, herramientas, maquinaria, ensayos de control de calidad, regalías, servidumbres y todos los demás gastos inherentes al cumplimiento satisfactorio del contrato, inclusive los imprevistos, gastos de administración y utilidades del Constructor.

CAPITULO I. PRELIMINARES

Ítem 1,01
CERRAMIENTO EN LONA VERDE H=2,1M
UNIDAD: ML

PROCEDIMIENTO

Esta actividad consiste en el suministro, instalación y conformación de un cerramiento provisional en lona verde de altura 2,10 m, en los sectores definidos por las especificaciones del proyecto o por la Interventoría, con el fin de delimitar y aislar las áreas de trabajo durante la ejecución de las obras.

El cerramiento deberá instalarse de manera continua, estable y segura, garantizando su adecuada fijación al terreno o a los elementos de soporte y evitando desplazamientos, desprendimientos o condiciones que puedan afectar la seguridad de los trabajadores, peatones y demás usuarios del sector. Durante la ejecución de las obras, el Contratista deberá conservar el cerramiento en condiciones adecuadas y realizar las reparaciones o reposiciones que sean necesarias.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDIDA Y PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato (ml). El valor de este ítem incluye todos los ítems anteriormente descritos en el procedimiento, herramientas, y cualquier otro elemento exigido por la Interventoría que a su criterio sean necesarios para acometer este trabajo correctamente.

Ítem 1,02
LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO TOPOGRÁFICO
UNIDAD: M2

PROCEDIMIENTO

El Contratista deberá verificar en campo la información suministrada en los diseños y especificaciones técnicas antes del inicio de las obras y establecer los puntos de control, referencias topográficas, estacas, mojones o elementos necesarios para garantizar la correcta ubicación del proyecto. Cualquier inconsistencia detectada deberá ser informada oportunamente a la Interventoría antes de continuar con la ejecución de los trabajos.

El replanteo deberá efectuarse utilizando equipos de topografía debidamente calibrados y personal competente, garantizando la precisión requerida para la ejecución de las obras. La actividad comprende todos los trabajos necesarios para el replanteo inicial y las verificaciones topográficas requeridas durante la ejecución de la obra, de acuerdo con las instrucciones impartidas por la Interventoría.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Herramienta menor y estación topográfica.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDIDA Y PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato (m2). El valor de este ítem incluye todos los ítems anteriormente descritos en el procedimiento, herramientas, y cualquier otro elemento exigido por la Interventoría que a su criterio sean necesarios para acometer este trabajo correctamente.

CAPITULO II. MOVIMIENTO DE TIERRA Y RELLENOS REDES

Ítem 2,01
EXCAVACIONES VARIAS EN MATERIAL COMÚN EN SECO PARA ZANJAS DE HASTA 2.50M
UNIDAD: M3

PROCEDIMIENTO

Esta actividad consiste en la excavación necesaria para la construcción de zanjas destinadas a la instalación de redes de alcantarillado, de acuerdo con los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos del proyecto u ordenados por el Interventor. Comprende la excavación del material, la conformación y adecuación del fondo de la zanja, así como la remoción, transporte y disposición del material que se encuentre dentro de los límites de las excavaciones.

El material común es cualquier material que no se asimila a la clasificación de roca y que pueden extraerse por métodos manuales o mecánicos utilizando las herramientas y equipos de uso frecuente para esta clase de labor, tales como excavadoras mecánicas, barras, picas y palas. Se clasifican como material común las arcillas, limos, arenas, conglomerado, cascajo y piedras sin tener en cuenta el grado de compactación o dureza y considerados en forma conjunta o independiente. No se considera como material de excavación el proveniente de la remoción de derrumbes.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Retroexcavadora, y herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

El pago se hará a los precios establecidos en el Contrato (m3), valor que incluye: actividades propuestas en el procedimiento, costos de mano de obra, equipos y herramientas, cargue, cargue y descargue interno cuando este material se utilice posteriormente como relleno y todos los costos que se consideren necesarios para la realización y protección, si se requiere, de la excavación de material común.

Ítem 2,02
EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL COMÚN EN SECO
UNIDAD: M3

PROCEDIMIENTO

Esta actividad consiste en la excavación necesaria para las fundaciones de cualquier estructura a implementar en el proyecto, de acuerdo con los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos, proyecto u ordenados por el Interventor. Comprende, además, la construcción de encofrados, cajones y el sistema de drenaje que fuere necesario para la ejecución de los trabajos, así como el retiro subsiguiente de encofrados y ataguías. Incluye, también, la remoción, transporte y disposición de todo material que se encuentre dentro de los límites de las excavaciones

El material común es cualquier material que no se asimila a la clasificación de roca y que pueden extraerse por métodos manuales o mecánicos utilizando las herramientas y equipos de uso frecuente para esta clase de labor, tales como excavadoras mecánicas, barras, picas y palas. Se clasifican como material común las arcillas, limos, arenas, conglomerado, cascajo y piedras sin tener en cuenta el grado de compactación o dureza y considerados en forma conjunta o independiente. No se considera como material de excavación el proveniente de la remoción de derrumbes.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

El pago se hará a los precios establecidos en el Contrato (m3), valor que incluye: actividades propuestas en el procedimiento, costos de mano de obra, equipos y herramientas, cargue, cargue y descargue interno cuando este material se utilice posteriormente como relleno y todos los costos que se consideren necesarios para la realización y protección, si se requiere, de la excavación de material común.

Ítem 2,03
EXCAVACIONES VARIAS EN ROCA EN SECO
UNIDAD: M3

PROCEDIMIENTO

Corresponde esta actividad a la remoción y retiro a mano o a máquina de excavación en donde aparezca roca y que sea necesario para obtener los niveles previstos en las excavaciones.

La excavación en roca se hará con ayuda de los equipos especiales que la interventoría considere necesarios para tal fin y se tendrán en cuenta las mismas especificaciones para las excavaciones en tierra o material común y/o conglomerado a mano.

En caso de utilizar explosivos, el Contratista deberá tramitar los permisos legales pertinentes ante las autoridades competentes para la adquisición, transporte, almacenamiento y utilización de explosivos y demás elementos necesarios para esta actividad, atendiendo las instrucciones y normas del fabricante y la reglamentación que existe al respecto por parte del gobierno y las Fuerzas Armadas de Colombia. En ningún caso los fulminantes, espoletas o detonantes, podrán ser transportados o almacenados en conjunto con los explosivos.

Para proteger las personas, las estructuras adyacentes y las vecindades, la zona de voladura se cubrirá con tablones, redes o mallas que impidan el lanzamiento de partículas menores fuera de la zona que se desea controlar. Solamente personal idóneo autorizado por el Contratista y con el visto bueno de la autoridad competente, podrá manejar, transportar y activar los diferentes explosivos o inactivarlos y destruirlos cuando se encuentren deteriorados.

No obstante, la aprobación que da la Interventoría a las diferentes actividades que desarrolle el Contratista con los explosivos, en ningún momento eximirá a éste de sus responsabilidades y, por lo tanto, el Contratista está obligado a reparar por su cuenta y riesgo todos y cada uno de los daños que se causen a personas, propiedades vecinas o estructuras existentes.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Retroexcavadora, compresor con martillo y herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

El pago se hará a los precios establecidos en el Contrato (m3), valor que incluye: actividades propuestas en el procedimiento, costos de mano de obra, equipos y herramientas, cargue y descargue interno cuando este material se utilice posteriormente como relleno y todos los costos que se consideren necesarios para la realización y protección, si se requiere, de la excavación de roca.

Ítem 2,04
RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE <= 10KM
UNIDAD: M3

PROCEDIMIENTO

Esta actividad consiste en el cargue, transporte y disposición del material sobrante proveniente de las excavaciones y demás actividades de obra que no sea susceptible de reutilización, en los sitios autorizados para tal fin, a una distancia de transporte de hasta 10 km, de acuerdo con las indicaciones de los planos del proyecto o de la Interventoría.

El material deberá ser retirado oportunamente de las zonas de trabajo, evitando su acumulación sobre vías, andenes, zonas de circulación o áreas que puedan afectar el normal desarrollo de las obras y la seguridad de la comunidad. El transporte y disposición final del material deberán realizarse cumpliendo las disposiciones aplicables para el manejo de materiales y residuos de construcción y demolición.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Retrocargador y herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

El pago se hará a los precios establecidos en el Contrato (m3), valor que incluye: actividades propuestas en el procedimiento, costos de mano de obra, equipos y herramientas, y todos los costos que se consideren necesarios para la realización y protección, si se requiere, de la excavación de material común.

Ítem 2,05
SUMINISTRO, TRANSPORTE, COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN DE RELLENO CON MATERIAL SELECIONADO (Esp. 610.1)
UNIDAD: M3

PROCEDIMIENTO

Esta actividad consiste en la selección, transporte interno, disposición, conformación y compactación manual por capas sugeridas por la interventoría para la realización del relleno de zanjas y de excavaciones para estructuras todo aprobado por la interventoría.

Previo a la construcción de los Rellenos y Terraplenes, se le solicitará al contratista, como mínimo, la realización de los siguientes Ensayos: Granulometría y Próctor Modificado, de igual manera durante la construcción y una vez terminados los Rellenos, el interventor revisará la compactación obtenida mediante la realización de Ensayos de Densidad en campo.

La compactación de los Rellenos se realizará por capas de 0.30m, evaluada en términos de la densidad seca obtenida en campo, deberá ser igual o superior al 90 % de la densidad seca obtenida en el Ensayo de Próctor Modificado realizado a una muestra representativa del Material de Relleno aprobado por el interventor.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Equipo de compactación saltarín, retrocargador, y herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

El pago se hará a los precios establecidos en el Contrato (m3), que incluye: actividades propuestas en el procedimiento, el suministro, transporte, almacenamiento, colocación, conformación y compactación del material, ensayos, equipo, herramienta y mano de obra, y cualquier otro elemento exigido por la Interventoría que a su criterio sean necesarios para acometer este trabajo correctamente.

CAPITULO III. REPARACIONES Y MEJORAMIENTOS PARA CAMBIO DE REDES

Ítem 3,01
REMODELACIÓN DE POZOS DE INSPECCIÓN (Esp. 201.15)
UNIDAD: UND

PROCEDIMIENTO

Este trabajo consiste en la adecuación de pozos de inspección de alcantarillado sanitario o pluvial según sea el caso ya sea interviniendo a esta estructura en realce o en disminución de su altura para ajustarse a la cota rasante definitiva del proyecto.

La adecuación de los pozos de inspección deberá realizarse ya sea disminuyendo su altura mediante la eliminación de hiladas en ladrillo que conforman la mampostería del pozo y adecuando el anillo en pendiente y cota, o mediante la inclusión de nuevas hiladas de

ladrillo o incluso un nuevo anillo de concreto en el remate de la cota rasante, distancia en la cual se realizará la adecuación y adaptación a las cotas establecidas en obra por el ejecutor y las cuales deberán contar con el aval del interventor del proyecto.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Pulidora de 7", y Herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

El pago se hará a los precios establecidos en el Contrato (UND), que incluye: actividades propuestas en el procedimiento, el suministro, transporte, almacenamiento, colocación, conformación y compactación del material, ensayos, equipo, herramienta y mano de obra, y cualquier otro elemento exigido por la Interventoría que a su criterio sean necesarios para acometer este trabajo correctamente.

Ítem 3,02
INSTALACIÓN Y RELABRADO IN-SITU DE PIEDRA LABOR TIPO BARICHARA EXISTENTE (INCLUYE CONCRETO Y MORTERO PARA JUNTAS)
UNIDAD: M2

DESCRIPCION Y PROCEDIMIENTO

Esta actividad consiste en el aprovechamiento, relabrado e instalación de piedra labor tipo Barichara existente en las áreas definidas por el proyecto o determinadas por la Interventoría. Los trabajos comprenden las actividades necesarias para la adecuación de las piezas de piedra, su correcta colocación y la ejecución de las juntas mediante concreto y mortero, según corresponda.

La piedra existente deberá ser manipulada y relabrada de acuerdo con las condiciones requeridas para su adecuada instalación, procurando conservar sus características y garantizar un correcto ajuste entre las piezas. La instalación deberá realizarse sobre la superficie previamente preparada, asegurando su estabilidad, nivelación y adecuada disposición.

Las juntas deberán ejecutarse con los materiales definidos para la actividad, garantizando una correcta fijación y acabado de las piezas instaladas. Una vez terminados los trabajos, la superficie intervenida deberá quedar debidamente conformada, estable y en condiciones adecuadas de acuerdo con las indicaciones del proyecto y la Interventoría.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDIDA Y PAGO

El concreto para pavimento se medirá en metros cuadrados. El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda área de calzada conformada a plena satisfacción del supervisor.

Ítem 3,03

RELABRADO DE PIEDRA LABOR TIPO BARICHARA, IN-SITU

UNIDAD: M2

PROCEDIMIENTO

Esta actividad consiste en el relabrado in situ de la piedra labor tipo Barichara existente en las áreas definidas en los planos del proyecto o determinadas por la Interventoría.

Los trabajos deberán ejecutarse directamente sobre las piezas de piedra existentes, realizando las actividades necesarias para recuperar o adecuar su superficie, forma y acabado, de acuerdo con las condiciones requeridas en cada área de intervención.

Durante la ejecución de los trabajos, el Contratista deberá procurar conservar las piezas de piedra y los elementos adyacentes, evitando daños que puedan afectar las áreas no contempladas dentro de la intervención. Una vez finalizado el relabrado, las superficies intervenidas deberán quedar debidamente terminadas y en condiciones adecuadas, de acuerdo con las indicaciones de la Interventoría.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDIDA Y PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato (m2). El valor de este ítem incluye todos los ítems anteriormente descritos en el procedimiento, herramientas, cargue interno del material, mano de obra, retiro del material seleccionado, equipo y cualquier otro elemento exigido por la Interventoría que a su criterio sean necesarios para acometer este trabajo correctamente.

CAPITULO IV. MOVIMIENTO DE TIERRA Y RELLENOS PARA PAVIMENTACION

Ítem 4,01
EXCAVACIONES VARIAS EN MATERIAL COMÚN EN SECO (INCLUYE RETIRO)
UNIDAD: M3

PROCEDIMIENTO

Esta actividad consiste en la excavación necesaria para la construcción de zanjas destinadas a la instalación de redes de alcantarillado, de acuerdo con los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos del proyecto u ordenados por el Interventor. Comprende la excavación del material, la conformación y adecuación del fondo de la zanja, así como la remoción, transporte y disposición del material que se encuentre dentro de los límites de las excavaciones.

El material común es cualquier material que no se asimila a la clasificación de roca y que pueden extraerse por métodos manuales o mecánicos utilizando las herramientas y equipos de uso frecuente para esta clase de labor, tales como excavadoras mecánicas, barras, picas y palas. Se clasifican como material común las arcillas, limos, arenas, conglomerado, cascajo y piedras sin tener en cuenta el grado de compactación o dureza y considerados en forma conjunta o independiente. No se considera como material de excavación el proveniente de la remoción de derrumbes.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Retroexcavadora, y herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

El pago se hará a los precios establecidos en el Contrato (m3), valor que incluye: actividades propuestas en el procedimiento, costos de mano de obra, equipos y herramientas, cargue, cargue y descargue interno cuando este material se utilice posteriormente como relleno y todos los costos que se consideren necesarios para la realización y protección, si se requiere, de la excavación de material común.

Ítem 4,02
EXCAVACIONES VARIAS EN ROCA EN SECO (INCLUYE RETIRO)
UNIDAD: M3

PROCEDIMIENTO

Corresponde esta actividad a la remoción y retiro a mano o a máquina de excavación en donde aparezca roca y que sea necesario para obtener los niveles previstos en las excavaciones.

La excavación en roca se hará con ayuda de los equipos especiales que la interventoría considere necesarios para tal fin y se tendrán en cuenta las mismas especificaciones para las excavaciones en tierra o material común y/o conglomerado a mano.

En caso de utilizar explosivos, el Contratista deberá tramitar los permisos legales pertinentes ante las autoridades competentes para la adquisición, transporte, almacenamiento y utilización de explosivos y demás elementos necesarios para esta actividad, atendiendo las instrucciones y normas del fabricante y la reglamentación que existe al respecto por parte del gobierno y las Fuerzas Armadas de Colombia. En ningún caso los fulminantes, espoletas o detonantes, podrán ser transportados o almacenados en conjunto con los explosivos.

Para proteger las personas, las estructuras adyacentes y las vecindades, la zona de voladura se cubrirá con tablones, redes o mallas que impidan el lanzamiento de partículas menores fuera de la zona que se desea controlar. Solamente personal idóneo autorizado por el Contratista y con el visto bueno de la autoridad competente, podrá manejar, transportar y activar los diferentes explosivos o inactivarlos y destruirlos cuando se encuentren deteriorados.

No obstante, la aprobación que da la Interventoría a las diferentes actividades que desarrolle el Contratista con los explosivos, en ningún momento eximirá a éste de sus responsabilidades y, por lo tanto, el Contratista está obligado a reparar por su cuenta y riesgo todos y cada uno de los daños que se causen a personas, propiedades vecinas o estructuras existentes.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Retroexcavadora, compresor con martillo y herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

El pago se hará a los precios establecidos en el Contrato (m3), valor que incluye: actividades propuestas en el procedimiento, costos de mano de obra, equipos y herramientas, cargue y descargue interno cuando este material se utilice posteriormente como relleno y todos los costos que se consideren necesarios para la realización y protección, si se requiere, de la excavación de roca.

Ítem 4,03
DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURA EN PAVIMENTO DE PIEDRA LABOR TIPO BARICHARA (INCLUYE TRASIEGO Y RETIRO)
UNIDAD: M3

PROCEDIMIENTO

Los trabajos incluidos en esta actividad consisten en la realización de todas las labores necesarias para realizar el levantamiento de las losas en piedra de labor o piedra tipo Barichara instaladas como pavimento semirrígido en las vías que se encuentran con éste tipo de acabado y que se van a intervenir para cambiar su textura debido al mal estado y antigüedad de las mismas, en los espesores que aparezcan en la vía instalada.

Este tipo de empedrado que se encuentra instalado en aquellas calles pavimentadas en donde ya por su desadaptación es necesario efectuar el reemplazo mediante el desmonte de la misma para garantizar las excavaciones y demás actividades para la construcción de la nueva estructura de pavimento, una vez levantadas dichas losas, podrán disponerse por parte de a entidad contratante con el objetivo de ser relabradas e instaladas en una nueva vía de bajo nivel de tránsito, con menores cargas y menor repetición a juicio de la secretaría de infraestructura del municipio de San Gil. El desmonte y retiro de piedra de labor podrá realizarse empleando retroexcavadora o retro cargador o manualmente de acuerdo con la solicitud de empleo posterior de la misma.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Retroexcavadora, compresor con martillo y herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato (m2). El valor de este ítem incluye todos los ítems anteriormente descritos en el procedimiento, herramientas, transporte interno del material, cuadrilla de limpieza, retiro del material seleccionado, y cualquier otro elemento exigido por la Interventoría que a su criterio sean necesarios para acometer este trabajo correctamente.

Ítem 4.04
DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO EN CONCRETO RÍGIDO EXISTENTE (INCLUYE RETIRO) (Esp. 201.8)
UNIDAD: M2

PROCEDIMIENTO

Los trabajos incluidos en esta actividad consisten en la realización de todas las operaciones necesarias para efectuar la demolición y remoción de pavimentos de concreto en los espesores que se indiquen en los planos o determine la Interventoría, en las áreas donde se proyecta la construcción de un nuevo pavimento rígido, de conformidad con los diseños, especificaciones técnicas y demás documentos del contrato.

El área de demolición será la indicada en los planos o la autorizada previamente por la Interventoría. Si el Contratista excede los límites establecidos, los costos derivados de la demolición adicional, cargue, transporte, disposición final, preparación de la superficie y demás actividades requeridas para restituir las condiciones del proyecto serán asumidos

por su cuenta. El espesor considerado para la demolición corresponde al espesor de la losa de concreto existente o al definido en los documentos del proyecto.

Los materiales producto de la demolición deberán retirarse oportunamente del frente de obra, cargarse, transportarse y disponerse en un sitio autorizado.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Retroexcavadora, compresor con martillo, equipo de oxicorte y herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato (m2). El valor de este ítem incluye todos los ítems anteriormente descritos en el procedimiento, herramientas, transporte interno del material, cuadrilla de limpieza, retiro del material seleccionado, y cualquier otro elemento exigido por la Interventoría que a su criterio sean necesarios para acometer este trabajo correctamente.

Ítem 4,05
CONFORMACIÓN DE LA CALZADA (Esp. 310.1)
UNIDAD: M2

PROCEDIMIENTO

Esta actividad describe la conformación de la calzada existente por medios mecánicos, de acuerdo a la interventoría y necesidad de ejecución del municipio de San Gil.

Se realizará una nivelación de acuerdo a las dimensiones del área a ejecutar, luego se procederá a realizar la conformación de la superficie vial con la motoniveladora, propiciando que los peraltes correspondan según la geometría vial, así mismo garantizar la conformación de taludes adecuada en caso de requerirse. Además, se requiere dentro de la conformación, en el costado de la escarpa de la vía, dejar un bordillo en el mismo material, garantizando la seguridad de los vehículos que por allí transitan. En caso de requerirse conformación o reconstrucción de cunetas, así como la construcción de ensanches menores, se harán de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas requeridas específicamente en cada sitio de ejecución.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Vibro compactador, Carrotanque de agua, Motoniveladora y Herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

La unidad de medida de pago será de (m2), de material suministrado, colocado y compactado, a satisfacción del Interventor, de acuerdo con lo que exija la especificación respectiva, el volumen se determinará por el sistema promedio de áreas extremas, utilizando las secciones transversales y la longitud real, medida a lo largo del eje del proyecto, no se medirán cantidades en exceso de las especificadas, especialmente cuando ellas se produzcan por sobre excavaciones de la subrasante por parte del Constructor y deberá incluir todos los costos de ejecución de esta actividad.

Ítem 4,06
SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE SUBBASE GRANULAR TIPO A (Esp. 320.1)
UNIDAD: M3

PROCEDIMIENTO

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación, humedecimiento ó aireación, extensión y conformación, compactación y terminado de material granular aprobado de sub base granular sobre una superficie preparada, en una ó varias capas, el cual formará parte de la estructura de un pavimento; de acuerdo con lo indicado en los documentos del proyecto, ajustándose a las cotas y los alineamientos horizontal y vertical, pendientes y dimensiones indicadas en los planos y a las secciones transversales típicas, dentro de las tolerancias estipuladas y de conformidad con todos los requisitos de la presente especificación.

Se refiere a la selección, transporte, disposición, conformación y compactación mecánica, de los Materiales establecidos en el diseño como base granular para la realización del relleno, de acuerdo a los planos de topografía y al diseño del pavimento.

Los agregados para la construcción del relleno deberán satisfacer los requisitos de calidad indicadas para bases granulares en las normas del Instituto Nacional de Vías mediante sus especificaciones técnicas establecidas en el Artículo INV 330-13.

La extensión, mezcla y conformación del material y se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad de compactación, el Constructor empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material. Una vez que el material tenga la humedad apropiada y esté conformado debidamente, se compactará con el equipo aprobado hasta lograr la densidad especificada. Aquellas zonas que, por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte no permitan la utilización del equipo que normalmente se utiliza, se compactarán por los medios adecuados para el caso, en forma tal que las densidades que se alcancen, no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

Las características de los agregados pétreos que se empleen en la construcción de la base granular, en acuerdo con la presente Sección, deberán llenar los requisitos que se indican

en la Tabla 400.2. Además, se deberán ajustar a alguna de las franjas granulométricas que se indican en el numeral 400.2.3, tabla 400.4 de esta sección.

Tabla 400.2
Requisitos de los agregados para bases granulares

Ensayo		Norma de Ensayo	Clase de Base Granular		
			BG_C	BG_B	BG_A
Dureza					
Desgaste Los Ángeles	- En seco, 500 revoluciones, % máximo	INV E-218-07	40	40	35
Micro Deval, % máximo	- Agregado Grueso	INV-E-238-07	30	25	20
10% de finos	- Valor en seco, kN mínimo - Relación húmedo/seco, % mínimo	INV-E-224-07	60 75	75 75	100 75
Durabilidad					
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	- Sulfato de Magnesio	INV E-220-07	18	18	18
Limpieza					
Límite Líquido, % máximo		INV E-125-07	25	25	25
Índice de Plasticidad, % máximo		INV E-126-07	3	No plástico	No plástico
Equivalente de Arena, % mínimo (1)		INV E-133-07	20	20	20
Valor de Azul de Metileno, máximo		INV-E-235-07	10	10	10
Terrones de arcilla y partículas deleznables, % máximo		INV E-211-07	2	2	2
Geometría de las Partículas					
Partículas Fracturadas Mecánicamente, % mínimo	- 1 cara - 2 caras	INVE-227-07	60 40	85 60	85 60
Índice de Aplanamiento, % máximo (2)		INV E-230-07	35	35	35
Índice de Alargamiento, % máximo (3)		INV E-230-07	35	35	35
Angularidad del Agregado Fino, % mínimo		INV-E-239-07	35	35	35
Capacidad de Soporte					
CBR, % mínimo -. Referido al 100 % de la densidad seca máxima, según el ensayo INV E-142-07 (AASHTO T 180), método D, después de 4 días de inmersión.		INV E-148-07	80	100	100

El material de sub base granulares deberá cumplir con alguna de las granulometrías de la Tabla 400.4, determinadas según la norma de ensayo INV E-213-07.

La granulometría por cumplir en cada caso se establecerá en los documentos técnicos del proyecto; esa granulometría deberá ser cumplida tanto por el material listo para su extensión en obra como por el material compactado en el sitio.

Tabla 400.4
Granulometrías admisibles para la construcción de bases y subbases granulares

TIPO DE CAPA		TAMIZ (mm / U.S. Standard)								
		50.0	37.5	25.0	19.0	9.5	4.75	2.00	0.425	0.075
		2"	1 ½"	1"	3/4"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
		% PASA								
Base	BG_Gr1	-	100	75-95	60-90	40-70	28-50	15-35	6-20	2-10
	BG_Gr2	-	-	100	75-95	50-80	35-60	20-40	8-22	2-10
Subbase	SB_Gr1	100	80-95	60-90	-	36-68	25-50	15-35	6-20	0-10
	SB_Gr2	-	100	75-95	62-88	42-78	28-55	16-40	6-22	0-12
	SBG-pea	100	75-98	60-90	-	36-66	25-52	15-40	6-25	0-14

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Constructor deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte Superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

REQUERIMIENTOS DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Fase de experimentación

Antes de iniciar los trabajos, el Constructor emprenderá una fase de experimentación para verificar el estado de los equipos y determinar, en secciones de ensayo, el método definitivo de preparación, transporte, colocación y compactación de los materiales, de manera que se cumplan los requisitos de cada especificación.

Para tal efecto, construirá una o varias secciones de ancho y longitud definidos por el Constructor y aprobados por el Interventor y en ellas se probarán el equipo y el plan de preparación, extensión y compactación.

Explotación de materiales y elaboración de agregados

Las fuentes de materiales, así como los procedimientos y los equipos utilizados para la explotación de aquéllas y para la elaboración de los agregados requeridos, deberán tener aprobación previa del Interventor, la cual no implica necesariamente la aceptación posterior de los agregados que el Constructor suministre o elabore de tales fuentes, ni lo exime de la responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de cada especificación.

Preparación de la superficie existente

La colocación de una capa de material granular sólo será autorizada por el Interventor cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la calidad, densidad y las cotas y secciones indicadas en los documentos del proyecto o definidas por el Interventor, con las tolerancias establecidas. Además, deberá estar concluida la construcción de los dispositivos necesarios para el drenaje y subdrenaje de la calzada, que requieran ser construidos previamente a la construcción de las capas granulares.

Si en la superficie de apoyo existen irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en la especificación respectiva, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente, el Constructor realizará las correcciones necesarias, a satisfacción del Interventor.

Transporte, almacenamiento y colocación de material

El Constructor deberá acarrear los materiales en vehículos aprobados para circular por las vías nacionales, los cuales deberán cumplir la reglamentación vigente sobre pesos y dimensiones del Ministerio del Transporte, así como las normas sobre protección ambiental, expedidas por la Entidad que tenga la jurisdicción respectiva. Los vehículos deberán contar con dispositivos para depositar los materiales de modo que no se produzca segregación, ni se cause daño o contaminación en la superficie existente.

Cualquier contaminación que se presentare, deberá ser subsanada, a costa del Constructor, antes de proseguir el trabajo.

En el instante de depositar el material, la superficie existente se deberá encontrar suficientemente seca y compacta, para evitar que se produzcan ahuellamiento o desplazamientos en ella.

Cuando los materiales para la construcción de estas capas granulares requieran almacenamiento y se tenga la factibilidad y disponibilidad de espacio que no afecte la movilidad, previa autorización de la autoridad competente, los agregados de sub base granular y bases granulares, se deberán acopiar en cobertizos o cubriéndolos con plásticos, de manera que no sufran daños o transformaciones perjudiciales. Cada agregado diferente se deberá acopiar por separado, para evitar cambios en su granulometría original.

Extensión y mezcla del material

El material granular se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si la capa se va a construir mediante combinación de varios materiales, éstos deberán haber sido previamente mezclados en la planta, por cuanto no se admite su combinación en la superficie de la vía y/o dentro del área del proyecto. En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad de compactación, el Constructor empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique a la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material. Todas las operaciones de adición de agua se realizarán antes de la compactación del material.

Después de mezclado, humedecido ó aireado, el material se extenderá en todo el ancho previsto, en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de experimentación.

En todo caso, la cantidad de material extendido será tal, que el espesor de la capa compactada nunca resulte inferior a cien milímetros (100mm) ni superior a doscientos milímetros (200mm). Si el espesor por construir es superior a doscientos milímetros (200 mm), el material se deberá colocar en dos (2) ó más capas, debiéndose procurar que el espesor de ellas sea aproximadamente igual y nunca inferior a cien milímetros (100mm).

En este caso, se aplicarán para cada capa los procedimientos de ejecución y control descritos en la presente Sección. El material extendido deberá mostrar una distribución granulométrica uniforme, sin segregaciones evidentes.

El Interventor no permitirá la colocación de la capa siguiente, antes de verificar y aprobar la compactación de la precedente.

En la ejecución de operaciones de bacheo en áreas de reducida extensión, el Interventor definirá, dentro de los sistemas de extensión y mezcla que le proponga el Constructor, el que considere más adecuado, de tal manera que los métodos de extensión y compactación utilizados garanticen la uniformidad y calidad de la capa.

Compactación

Una vez que el material de la capa granular tenga la humedad apropiada, se conformará ajustándose razonablemente a los alineamientos y secciones típicas del proyecto y

compactará con el equipo adecuado, acorde con los resultados del tramo de prueba, hasta alcanzar la densidad especificada.

Aquellas zonas que, por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte no permitan la utilización del equipo aprobado y/o que normalmente se utiliza, se podrán compactar por otros medios adecuados, en forma tal que las densidades secas que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de la mitad del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior.

Muestreo y ensayos

El Constructor deberá permitir al Interventor la toma de todas las muestras que exigen estas especificaciones, para verificar su conformidad con los requisitos impuestos en ellas.

Siempre que los ensayos den resultados no satisfactorios, el Constructor será el responsable de las consecuencias que se deriven de ello, y todas las correcciones o reparaciones a que haya lugar correrán a su exclusivo costo.

Terminado

Una vez terminada la compactación, el Constructor perfilará la superficie de la capa granular, ajustándola a los perfiles longitudinales y transversales del proyecto.

Limitaciones en la ejecución

No se extenderá ninguna capa de material granular mientras no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente.

Tampoco se permitirá la extensión ni la compactación del material en momentos en que haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra.

CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

Controles generales

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el buen estado y correcto funcionamiento de todos los equipos y herramientas empleados por el Constructor y ordenar el reemplazo inmediato de aquellos que, a su juicio, no permitan la correcta ejecución de los trabajos a que hace referencia esta Sección.

- Comprobar que los materiales cumplen con los requisitos de calidad exigidos.

- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aceptado como resultado de la ejecución del tramo de prueba durante la fase de experimentación.

- Ejecutar ensayos de compactación en el laboratorio.

- Verificar la densidad de las capas compactadas, efectuando la corrección previa por partículas de agregado grueso siempre que ella resulte necesaria. El control de densidad se realizará en el espesor de capa realmente construido, de acuerdo con el proceso constructivo aplicado.

- Tomar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie de la capa terminada.

- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados de acuerdo con los programas de trabajo.

- Velar por el cumplimiento de todas las disposiciones relacionadas con el manejo ambiental.

Control de producto terminado

La capa de granular terminada deberá presentar una superficie uniforme, sin agrietamientos, baches, laminaciones ni segregaciones. Si el Interventor considera que es necesario realizar correcciones por este concepto, delimitará el área afectada y el Constructor deberá escarificarla en un espesor de cien milímetros (100mm) y, después de efectuar las correcciones necesarias, mezclará y compactará de nuevo hasta que tanto el área delimitada como las adyacentes cumplan todos los requisitos exigidos en la presente sección.

Compactación

Los sitios para la determinación de la densidad seca en el terreno de cada capa se elegirán al azar, según la norma de ensayo INV E-730-07 "Selección al azar de sitios para la toma de muestras", pero de manera que se realice al menos una prueba por hectómetro.

Se deberán efectuar, como mínimo, cuatro (4) ensayos por lote.

Se deberán adelantar las comprobaciones indicadas en la tabla:

Criterio de comprobación para la compactación de capas granulares

Capa	Procesamiento para comprobación de compactación en un lote	Criterio de aceptación ó rechazo del lote
Subbase granular	Si $D_m - (k \times s) \geq 0.95\ D_e$	Se acepta el lote
	Si $D_m - (k \times s) < 0.95\ D_e$	Se rechaza el lote
Base granular	Si $D_m - (k \times s) \geq D_e$	Se acepta el lote
	Si $D_m - (k \times s) < D_e$	Se rechaza el lote

Siendo :

D_m: *Valor promedio de los resultados de los ensayos de densidad seca en el terreno* que integran la muestra que representa al lote.

$$Dm = \frac{\Sigma D_i}{n}$$

D_i: *Resultado de un ensayo*

n : *Número de ensayos de densidad seca que integran la muestra*

k: *Factor que establece el límite inferior del intervalo de confianza en el que,* con una probabilidad de 90%, se encuentra la densidad seca en el terreno del lote. Este factor depende del número de ensayos (n) que integran la muestra y su valor se indica en la Tabla 400.8

Valores del factor k

n	5	6	7	8	9	10
k	0.685	0.602	0.544	0.500	0.465	0.437

s: *Desviación estándar de la muestra*

$$s = \sqrt{\frac{\sum (D_i - D_m)^2}{n-1}}$$

D_e: *Valor máximo de la densidad seca del material, obtenido según la norma de* ensayo INV E-142-07 y corregido por presencia de partículas gruesas, siempre que el material lo requiera, según la norma de ensayo INV E-228-07.

La densidad seca de la capa compactada podrá ser determinada por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E-161-07, INV E-162-07 y INV E-164- 07, que permita hacer la corrección por partículas gruesas.

Las verificaciones de compactación se deberán efectuar en todo el espesor de la capa que se está controlando.

Si no se alcanzan las condiciones mínimas de compactación deberán ser escarificados, homogenizados, llevados a la humedad adecuada y compactados nuevamente hasta obtener el valor de la densidad seca especificada.

El Constructor deberá rellenar todos los orificios o excavaciones realizadas para ejecutar los controles de calidad con un material igual al excavado y compactarlo cuidadosamente, a satisfacción del Interventor, sin que ello implique un reconocimiento adicional en valor por dicho trabajo.

Espesor

Sobre la base del lote escogido para el control de la compactación y en los mismos puntos de verificación, se determinará el espesor promedio de la capa compactada (em), el cual no podrá ser inferior al espesor de diseño (ed)

$$em \geq ed$$

Además, el valor obtenido en cada determinación individual (ei) deberá ser, como mínimo, igual al noventa por ciento (90%) del espesor de diseño, admitiéndose un (1) solo valor por

debajo de dicho límite, siempre que este último valor sea igual o mayor al ochenta y cinco por ciento (85%) del espesor de diseño. Si la exigencia incluida en este párrafo no se cumple, el Constructor deberá escarificar la capa en un espesor mínimo de cien milímetros (100mm), añadir el material necesario de las mismas características y recompactar y terminar la capa conforme lo exige la presente sección.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Compactador tipo canguro, Carrotanque, Retrocargador y Herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

El pago de la Sub base granular clase A se hará respecto precio unitario del contrato (M3), por toda obra ejecutada de acuerdo con esta Sección y aceptada a satisfacción por el Interventor. El precio unitario deberá incluir la compensación total por el suministro en el lugar de la obra de todos los materiales requeridos para la construcción de la capa, las herramientas, equipos y la ejecución completa de los trabajos contratados, a satisfacción plena del Interventor, así como los costos correspondientes a administración, imprevistos y utilidades del Constructor.

Ítem 4,07
ESTRUCTURA DE MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE (Esp. 311.1)
UNIDAD: M3

PROCEDIMIENTO

Esta actividad consiste en la instalación de una capa de material granular compactada de espesor de 10 centímetros respectivamente, que debe cumplir con un requerimiento de granulometría mínimo tal que permita mejorar las condiciones del suelo existente antes de la instalación de la subbase granular determinada para éste proyecto.

Para la construcción de capas de mejoramiento, afirmados o subbases granulares, los materiales serán agregados naturales clasificados o podrán provenir de la trituración de rocas y gravas, o podrán estar constituídos por una mezcla de productos de ambas procedencias.

En todo caso, las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica u otras sustancias perjudiciales. Sus condiciones de limpieza dependerán del uso que se vaya a dar al material.

La franja por utilizar será la establecida en los documentos del proyecto y será determinada por un análisis de suelos y material granular a emplear entre el constructor y el Interventor, por lo tanto, será revisado el tamaño máximo nominal del material a emplear de acuerdo

con la composición y resistencia del suelo in situ, en todo caso el material a emplear no excederá de un tamaño máximo nominal de Ø=4".

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Constructor deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme, sensiblemente paralela a los límites de la franja por utilizar, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente o viceversa.

La capa de triturado se extenderá, nivelará y compactará sobre el terreno natural previamente conformado y replanteado. Los espesores serán controlados por la comisión de Topografía permanente la cual entregará los datos adecuadamente mediante las respectivas carteras y bitácora de obra.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Vibro compactador, Motoniveladora y Herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

La unidad de medida de pago será el (m3), aproximado al entero, de material suministrado, colocado y compactado, a satisfacción del Interventor, de acuerdo con lo que exija la especificación respectiva, el volumen se determinará por el sistema promedio de áreas extremas, utilizando las secciones transversales y la longitud real, medida a lo largo del eje del proyecto, no se medirán cantidades en exceso de las especificadas, especialmente cuando ellas se produzcan por sobreexcavaciones de la subrasante por parte del Constructor.

CAPITULO V. ESTRUCTURA DE CONCRETO Y PAVIMENTO

Ítem 5,01
CONCRETO DE 21 MPA PARA ANDENES (Esp. 610.1)
UNIDAD: M3

Esta actividad consiste en la elaboración, transporte, colocación y vibrado de una mezcla de concreto hidráulico con una resistencia mínima de 21 MPa o su equivalente de 3.000 PSI o (210Kg/cm^2) para la construcción de andenes, de acuerdo con las dimensiones, pendientes, alineamientos, cotas y espesores indicados en los planos del proyecto o definidos por la Interventoría.

El concreto estará conformado por una mezcla homogénea de cemento, agua, agregados finos, gruesos y adiciones, cuando estos últimos se requieran, materiales que deberán cumplir los requisitos básicos establecidos en el presente capítulo y que deberán cumplir la

resistencia mínima con el fin de que al realizarse los ensayos determinados para establecer la resistencia, los valores obtenidos cumplan con el requisito definido en la presente especificación y con las correspondientes establecidos en la norma INVIAS para construcción de éste tipo de estructuras.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Vibrador de concreto, Formaleta metálica y herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

El pago se hará a los precios establecidos en el Contrato (m3), que incluye: actividades propuestas en el procedimiento, el suministro, transporte, almacenamiento, colocación, conformación y compactación del material, ensayos, equipo, herramienta y mano de obra y cualquier otro elemento exigido por la Interventoría que a su criterio sean necesarios para acometer este trabajo correctamente.

Ítem 5,02
LOSA EN CONCRETO HIDRÁULICO MR42, ESPESOR SEGUN DISEÑO (Esp. 500.1)
UNIDAD: M3

PROCEDIMIENTO

La presente actividad deberá cumplir con lo estipulado en la Norma INVIAS 500.1 (Pavimento en Concreto Hidráulico), así como las especificaciones mencionadas de forma general, a continuación.

Consiste en la elaboración, transporte, colocación y vibrado de una mezcla de concreto hidráulico, colocada formando losas como rodadura de la estructura de un pavimento, con o sin refuerzo; la ejecución de juntas entre losas, el acabado, el curado y demás actividades necesarias para la correcta construcción del pavimento, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos del proyecto o determinados por el Interventor.

El concreto estará conformado por una mezcla homogénea de cemento, agua, agregados finos, gruesos y adiciones, cuando estos últimos se requieran, materiales que deberán cumplir los siguientes requisitos básico.

Agregado Grueso

Para el objeto de la presente Sección, se denominará agregado grueso la porción del agregado retenida mayoritariamente en el tamiz de 4.75 mm (No.4). Dicho agregado deberá proceder de la trituración de roca o de grava o por una combinación de ambas; sus fragmentos deberán ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estará exento de polvo, tierra, terrones de arcilla u

otras sustancias objetables que puedan afectar adversamente la calidad de la mezcla. No se permitirá la utilización de agregado grueso proveniente de escorias de alto horno.

El agregado grueso deberá cumplir con los requisitos que se indican en la Tabla 600.1 y su granulometría deberá ajustarse a alguna de las indicadas en la Tabla 600.2, en la cual también se indica la aplicación de las granulometrias en función del tipo de vía que se califica por su categoría de tránsito.

Ensayo		Norma de Ensayo	Requisitos por Categoría de Tránsito		
			T0-T1	T2-T3	T4-T5
Petrografía					
Análisis petrográfico		ASTM C-295	Nota (1)		
Dureza					
Desgaste Los Ángeles	- En seco, 500 revoluciones, % máximo	INV E-218-07	35	30	30
Micro Deval, % máximo		INV E-238-07	30	25	25
10% de finos	Valor en seco, kN mínimo	INV E-224-07	60	75	75
	Relación húmedo/seco, % mínimo		75	75	75
Durabilidad					
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	- Sulfato de Magnesio	INV E-220-07	18	18	18
Limpieza					
Terrones de arcilla y partículas deleznables, % máximo		INV E-211-07	0.25	0.25	0.25
Partículas livianas, % máximo		INV E-221-07	1.0	1.0	1.0
Geometría de las Partículas					
Partículas Fracturadas Mecánicamente, % mínimo	- 1 cara	INVE-227-07	60	75	85
	- 2 caras		35	50	70
Índice de Aplanamiento, % máximo (2)		INV E-230-07	25	25	20
Índice de Alargamiento, % máximo (3)		INV E-230-07	25	25	20
Características Químicas					
Contenido de sulfatos expresado como SO4=, % máximo		INV E-233-07	1.0	1.0	1.0

A continuación, se presenta la granulometría del agregado grueso para pavimentos de concreto hidráulico:

Tamiz		Porcentaje que pasa			
mm	U.S. Standard	AG 1	AG 2	AG 3	AG 4
57	2 1/4"	100	-	-	-
50	2"	95 - 100	100	-	-
37.5	1 1/2"	-	95 - 100	100	-
25	1"	35 – 70	-	95 - 100	100
19	3/4"	-	30 – 70	-	95 - 100
12.5	1/2"	10 – 30	-	20 – 60	-
9.5	3/8"	-	10 – 30	-	20 – 55
4.75	No. 4	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5
Aplicación de Granulometrías en función de la categoría de Tránsito					
Categoría de Tránsito		T0 a T1	T0 a T3	T0 a T5	T0 a T5

Agregado fino

Para el objeto de la presente Sección, se denominará agregado fino la fracción que pase mayoritariamente el tamiz de 4.75 mm (No.4). Provendrá de arenas naturales o de la trituración de rocas, gravas, escorias siderúrgicas u otro producto que sea incluido en los documentos de licitación del proyecto.

El porcentaje de arena de trituración no podrá constituir más del treinta por ciento (30%) del agregado fino.

El agregado fino deberá cumplir con los requisitos que se indican en la Tabla 600.3 y su granulometría deberá ajustarse a cualquiera de las indicadas en la Tabla 600.4.

Requisitos del agregado fino para pavimentos de concreto hidráulico

Ensayo		Norma de Ensayo	Requisito
Petrografía			
Análisis petrográfico		ASTM C-295	Nota (1)
Durabilidad			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	- Sulfato de Magnesio	INV E-220-07	15
Limpieza			
Límite Líquido, % máximo		INV E-125-07	No plástico
Índice de Plasticidad, % máximo		INV E-126-07	No plástico
Equivalente de Arena, % mínimo		INV E-133-07	50
Valor de Azul de Metileno, máximo		INV-E-235-07	5
Terrones de arcilla y partículas deleznables, % máximo		INV E-211-07	1
Partículas livianas, % máximo		INV E-221-07	0.5
Material que pasa el tamiz de 75 µm (No.200) , % máximo		INV E-214-07	5
Contenido de Material Orgánica			

Ensayo	Norma de Ensayo	Requisito
Color más oscuro permisible	INV E-212-07	Igual a Muestra patrón
Características Químicas		
Contenido de sulfatos expresado como SO4=, % máximo	INV E-233-07	1.2
Absorción		
Absorción de agua, % máximo	INV E-222-07	4

A continuación, se presenta la granulometría para el Agregado Fino:

Granulometría del agregado fino para pavimentos de concreto hidráulico

Tamiz		Porcentaje que pasa	
mm	U.S. Standard	Arena Fina	Arena Gruesa
9.51	3/8	-	100
4.75	No. 4	100	85-100
2.36	No. 8	90-100	60-80
1.18	No. 16	85-90	45-65
0.600	No. 30	75-85	30-55
0.300	No. 50	30-50	15-35
0.150	No. 100	0-20	2-20
0.075	No. 200	0-5	0-5
Material retenido entre dos tamices consecutivos, % máximo		45	45
Módulo de Finura			
Módulo de Finura		1.6 – 1.9	2.8 – 3.2
Variación Máxima del Módulo de Finura durante construcción con respecto a la fórmula de trabajo		0.2	0.2

Cemento

El cemento utilizado será del tipo Pórtland. Si los documentos del proyecto o una especificación particular no señalan algo diferente, se podrán emplear los denominados Tipo I, 1M ó 3, de acuerdo con la nomenclatura establecida en la norma NTC-30. El Constructor deberá seleccionar y utilizar un mismo tipo de cemento, tanto en calidad como en marca. Cualquier cambio de estas condiciones exigirá un nuevo diseño de la mezcla.

Deberá cumplir lo especificado en las normas NTC 121 (especificaciones físicas y mecánicas) y NTC 321 (especificaciones químicas).

Se deben realizar registros de las fechas de fabricación y de almacenamiento. No se podrá emplear cemento recién fabricado ya que por su temperatura puede afectar la mezcla.

Colocación del concreto

Antes de vaciar el concreto, la superficie de apoyo se deberá encontrar preparada. La máxima caída libre de la mezcla desde el vehículo de transporte en el momento de la descarga, será de un metro y medio (1.5m), procurándose que ello ocurra lo más cerca posible del lugar definitivo de colocación, para reducir al mínimo las posteriores manipulaciones.

El concreto se deberá colocar, vibrar y acabar antes de que transcurra el tiempo de manejabilidad definido en la fase de experimentación. Sin embargo, se podrá autorizar un aumento de este plazo si ocurren condiciones favorables de humedad y temperatura o si se adoptan precauciones para retardar el fraguado del concreto.

Cuando la puesta en obra se realice entre formaletas fijas, el concreto se distribuirá uniformemente y una vez extendido se compactará por vibración y enrasará con elementos adecuados, con el objetivo de obtener una superficie uniforme, lisa y libre de irregularidades, marcas y porosidades; se utilizarán para tal fin reglas ó rodillos vibratorios.

Cuando la puesta en obra se realice con equipos de formaletas deslizantes, el equipo se debe operar en forma continua y coordinada con el suministro de la mezcla, de manera que se eviten detenciones o cambios de velocidad en lo posible. La repartición del concreto debe asegurarse ya sea por un carro repartidor, por un tornillo doble sin fin, o por una plancha distribuidora. La máquina debe conducirse de manera que la pasta no se escurra nunca por delante del concreto suministrado.

En el caso de suspender la colocación del concreto por más de cuarenta y cinco minutos (45 min), se protegerá el frente del pavimento con telas de fique húmedas. Si el lapso de interrupción supera el del tiempo de manejabilidad establecido en el tramo de prueba, se dispondrá una junta transversal de construcción o emergencia que garantice la capacidad mecánica de la losa y no induzca grietas transmisoras sobre las calzadas contiguas.

Para áreas irregulares o aisladas, se podrán emplear métodos manuales de colocación y compactación, aprobados por el Interventor, siempre garantizando el terminado y compactación adecuados, de acuerdo con los requisitos de esta Sección.

El Constructor debe ajustar los métodos y equipos de colocación y compactación si se llega a observar segregación o vacíos en el concreto.

Si el Interventor sospecha que la compactación es deficiente, se requerirá la ejecución de ensayos de verificación.

Curado del concreto

El curado busca evitar la pérdida de agua de la mezcla; la selección del tipo de curado o protección, así como el momento adecuado para su aplicación, dependen de las condiciones específicas del proyecto, así como de las condiciones ambientales y el tipo de mezcla. Es responsabilidad del Constructor proponer, para aprobación del Interventor, el sistema de curado de cada proyecto, así como implementar los cambios, tanto en sistemas como en equipos de curado, en caso de que los resultados en algún momento dejen de ser satisfactorios.

El curado deberá hacerse inmediatamente después del acabado final, cuando el concreto empiece a perder su brillo superficial. El curado del concreto se deberá realizar en todas las superficies libres, incluyendo los bordes de las losas, por un período no inferior a (7) días y, de ser posible, se deberá prolongar hasta (10) días. Sin embargo, el Interventor podrá modificar dicho plazo, de acuerdo con los resultados de resistencia obtenidos sobre muestras del concreto empleado en la construcción del pavimento. Las diferentes opciones de curado que se pueden realizar se exponen a continuación.

Control de calidad de la mezcla

Resistencia de la mezcla

La resistencia de la mezcla se evaluará en términos de su resistencia a la flexión (norma INV E-414-07).

Se considerará como "lote", que se aceptará o rechazará en bloque, la menor cantidad de pavimento construida con el mismo tipo de mezcla que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- La obra ejecutada en una jornada de trabajo.
- (350 m^3) de concreto colocado.

Cada lote se dividirá en al menos (4) sub-lotes con aproximadamente la misma área de pavimento. Para proyectos con baja producción diaria de concreto para un tipo dado de mezcla (menos de (100 m^3/día), se podrá combinar la producción del día con la producción del siguiente o siguientes días del mismo tipo de mezcla hasta completar los (100 m^3) de concreto colocado para su tratamiento como un lote.

Por cada sub-lote se tomará una muestra, escogida de manera aleatoria, para elaborar las siguientes probetas:

- Cuatro (4) vigas prismáticas para ensayos de resistencia a flexión (INVE-414-07), de las cuales se fallarán (2) a (7) días y (2) a (28) días, luego de ser sometidas al curado normalizado.
- Cuatro (4) cilindros, para ensayos de tracción indirecta (INV E-411-07), de los cuales se fallarán (2) a (7) días y (2) a (28) días, luego de ser sometidos al curado normalizado.
- Realizar la verificación de la relación agua/cemento del concreto fresco según Numeral.

El promedio de la resistencia de las (2) probetas de la misma mezcla y de la misma edad se considera como un ensayo. Los valores de resistencia a (7) días se emplearán únicamente para controlar la regularidad de la calidad de la producción del concreto y para

dar el tramo al tránsito, mientras que los obtenidos a (28) días se emplearán en la comprobación de la resistencia del concreto para su aceptación.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Cortadora de piso 16", Vibrador de concreto, Regla vibratoria, Llana flotante, texturizador, Formaleta metálica rectangular, motobomba y Herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

La unidad de medida del pavimento de losas de concreto hidráulico será (M3), suministrado, colocado, compactado y terminado, debidamente por el Interventor, de acuerdo con lo exigido en esta Sección, el volumen se determinará multiplicando la longitud real medida a lo largo del eje del proyecto, por el ancho y espesor mostrados en los documentos del proyecto o ajustados según los cambios ordenados por el Interventor.

Ítem 5,03
ACERO De REFUERZO FY: 420 MPA. (4200 KG/CM2) (Esp. 640)
UNIDAD: Kg

PROCEDIMIENTO

El trabajo a que se refiere esta especificación consiste en el suministro del acero y la ejecución de las operaciones de corte, doblado, amarre y colocación de las varillas de refuerzo en las estructuras de concreto.

Doblado

Las varillas de acero se doblarán en frío para acomodarse a las formas indicadas en los planos. No se permitirá doblar las varillas salientes del concreto una vez que este haya sido colocado.

Colocación y Fijación

El acero de refuerzo, al colocarlo en la estructura, ha de estar libre de mugre, escamas, exceso de óxido, polvo, pintura, aceite u otra materia extraña.

Todo el acero de refuerzo ha de quedar colocado en su debido sitio y durante el vaciado del concreto se le mantendrá firmemente en las posiciones indicadas en los planos.

El espacio entre acero y formaletas se mantendrá mediante soportes, bloques, amarres o suspensores aprobados por la Interventoría. Los bloques que evitan el contacto del acero con la formaleta deberán ser de mortero cuya dosificación será igual a la del concreto que se está fundiendo en cuanto a cemento y arena, de formas y dimensiones aprobadas por

la Interventoría. Su colocación no será permitida en la cara que estará en contacto con el agua o quede a la vista, de tal forma que el ajuste de las parrillas del refuerzo se hará mediante amarres entre la formaleta, bloques, acero de refuerzo y ganchos espaciadores en la cara contraria.

Las hiladas o parrillas se separarán con ganchos del mismo refuerzo que soporten el trabajo de la formaleteada y fundida del concreto. Los bloques que se utilicen serán lo suficientemente cortos como para permitir que sus extremos se cubran de concreto.

No se permitirá el uso de guijarros, trozos de piedra o ladrillo, tubería metálica o bloques de madera.

Antes de empezar el vaciado del concreto, todo el acero de refuerzo de cualquier sección deberá estar en su sitio y haber sido inspeccionado y aprobado por el Interventor.

Todos los empalmes deberán tener una longitud no menor de 40 veces el diámetro nominal de las varillas y deberán estar bien distribuidos y situados en puntos de esfuerzo tensorial bajo.

Los empalmes de varillas de diámetro superior a 3/4" podrán ser soldados con doble cordón en una longitud no menor de 25 cm, con la aprobación del Interventor.

El recubrimiento para el refuerzo deberá hacerse como se indica en los planos; en donde no se especifica se hará como sigue:

a. Cuando el concreto queda a la intemperie o permanentemente sumergido, o en contacto con tierra, pero colocado con formaletas, no deberá ser menor de 8 cm.
b. En muros que no están colocados en contacto con tierra, pero colocados con formaletas, no deberá ser menor de 5 cm.

Pasadores o barras pasajuntas

En el caso que se recomienden por el diseño, en las juntas que muestran los documentos técnicos del proyecto, se colocarán pasadores como mecanismo para garantizar la transferencia efectiva de carga entre las losas adyacentes. Las barras serán de acero redondo liso con límite de fluencia (fy) mínimo de 280 MPa (2800 kg/cm2). En general, las barras deben estar libres de cualquier imperfección o deformación que restrinja el deslizamiento libre del concreto.

En las juntas que muestran los documentos técnicos del proyecto o en los sitios en que indique el Interventor, se colocarán barras de amarre con el propósito de evitar el desplazamiento de las losas y la abertura de las juntas. Las barras serán corrugadas, con límite de fluencia (fy) según lo indicado en los documentos del proyecto, preferiblemente de 420 MPa (4200 kg/cm2).

Las barras de amarre no deberán ser en general dobladas y enderezadas; sin embargo, si por razones constructivas es absolutamente indispensable doblarlas y enderezarlas, con expresa autorización del Interventor, deberá utilizarse un acero con límite de fluencia (fy) de 280 MPa (2800 kg/cm2); en este caso, si los documentos del proyecto señalan un acero

con límite de fluencia (fy) de 420 MPa (4200 kg/cm2), el Constructor deberá rediseñar el sistema de barras de amarre para acomodarlo a la nueva resistencia, rediseño que deberá ser aprobado por el Interventor.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Pulidora de 7", Herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

El pago del refuerzo se hará al precio unitario del contrato (Kg) por toda obra ejecutada de acuerdo con esta Sección y aceptada a satisfacción por el Interventor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, ensayos, transportes, almacenamiento, corte, desperdicios, doblamiento, limpieza, colocación y fijación del refuerzo y por toda mano de obra, materiales, patentes, equipos e imprevistos necesarios para terminar correctamente el trabajo.

Ítem 5,04
BORDILLO EN CONCRETO SOBRE LOSA 0,15X0,20 M (INCLUYE REFUERZO Y FORMALETA) FUNDIDO EN OBRA (Esp. 672.1)
UNIDAD: ML

PROCEDIMIENTO

Los bordillos se construirán con una mezcla homogénea de agregados, agua y cemento Portland tipo I, que garantice una resistencia mínima a la compresión de 21 MPa (3000 Psi) y un tamaño máximo de agregado de 25 mm (1"). En los casos en los que por la dimensión del elemento no sea factible el suministro de mezcla de planta, se puede permitir elaborar el concreto en sitio.

Se construirán en los sitios indicados en les especificaciones, o donde indique el Interventor, de acuerdo con los alineamientos y pendientes mostrados en planos y detalles.

La profundidad de anclaje, es la longitud de la porción de un bordillo que va por debajo del nivel de referencia, necesaria para considerar el bordillo debidamente anclado al terreno.

Tipo de tránsito	Profundidad de andaje mínima (mm.)	Observaciones
Paisajismo, peatonal.	150	
Vehicular de liviano a pesado.	150 250 300	Frente a pavimentos de concreto asfáltico, de concreto hidráulico o cunetas de concreto. Frente a pavimentos con adoquines de 60 mm de espesor. Frente a pavimentos con adoquines de 80 mm o 100 mm de espesor.
Vehicular muy pesado ó impacto.	200 300 350	Frente a pavimentos de concreto asfáltico, de concreto hidráulico o cunetas de concreto. Frente a pavimentos con adoquines de 60 mm de espesor. Frente a pavimentos con adoquines de 80 mm. o 100 mm. de espesor.

Las juntas de contracción se construirán cada 1,50 m de longitud, con un ancho entre 3 mm y 10 mm y una profundidad entre 30 mm y 40 mm; mediante una plantilla de acero, o dejándola previamente incluida en la formaleta, sin afectar la continuidad del acero de refuerzo.

Se construirán juntas de expansión cada 24,0 m de separación máxima.

Estas juntas tendrán un ancho entre 15 mm y 20 mm y deben cortar completamente la sección del elemento, incluyendo el acero de refuerzo. El vacío que forme la junta será rellenado con emulsión asfáltica de rompimiento medio.

Las juntas de construcción se deben construir de igual manera que las juntas de expansión.

El proceso de curado se pactará antes de iniciar la construcción y deberá contar con la aprobación de la Interventoría. Como sistema de curado se acepta la aplicación frecuente de agua, previendo siempre que no exista intermitencia o aplicación ocasional del agua en las caras de concreto para que el curado sea eficiente (no deben permitirse los ciclos de humedecimiento y secado). El periodo de curado mínimo debe ser de siete (7) días para cemento Portland Tipo 1.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Formaleta metálica rectangular, Pulidora de 7", y Herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

Se medirá por metro lineal (ML). El precio incluye todas las labores descritas en el propósito, el suministro y transporte de materiales, formaleta, mano de obra, curado y protección del concreto; tratamiento de juntas, la excavación, recebo compactado, suministro y colocación del acero, suministro y vaciado del concreto y llenos necesarios para su construcción, así como las demás actividades y elementos que a criterio de la Interventoría sean necesarios para la correcta ejecución de estos trabajos.

Ítem 5,05
CORTE Y LLENADO DE JUNTAS DE PAVIMENTO RÍGIDO
UNIDAD: ML

PROCEDIMIENTO

Esta actividad consiste en la ejecución del corte y posterior llenado de las juntas transversales y longitudinales del pavimento de concreto rígido. Después del procedimiento de curado de las losas se procederá al corte de las juntas con discos abrasivos. Se puede realizar cortes en seco ó con discos de diamante.

Inicialmente deberá trazarse sobre el pavimento y de acuerdo con el diseño y la localización de las barras, los ejes topográficos para los cortes, éstos deberán ser continuos.

El corte de las juntas deberá comenzar por las transversales de contracción, e inmediatamente después continuar con las longitudinales. Este corte deberá iniciarse cuando el concreto presente las condiciones de endurecimiento propicias para su ejecución (no se presenten desportillamientos) y antes de que se produzcan agrietamientos no controlados. Sin embargo, una vez comenzado el corte deberá continuarse hasta finalizar todas las juntas.

En caso de urgencia, por ejemplo, cuando se presenta un daño grave en una máquina o cuando se presenta un cambio rápido de humedad, se puede cortar una de cada tres juntas y luego, lo más pronto posible, se pueden cortar las juntas faltantes (nunca después (24) horas de colocado el concreto).

Se realiza un corte inicial con un ancho (3 mm) y a una profundidad de (1/3) del espesor (h) de la losa de concreto con el fin de inducir la falla controlada. Posteriormente, se realiza un ensanchamiento del corte para la disposición del material de sello, de acuerdo con los planos del proyecto.

El segundo corte deberá realizarse (48) horas antes de la colocación del sello. El llenado de las juntas se realizará utilizando el material especificado en el proyecto, asegurando su correcta adherencia a las paredes de la junta y un acabado uniforme.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Cortadora de piso 14" y herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

El pago se hará al precio establecido en el contrato (ML) que incluye: los mencionados en el procedimiento, el suministro de materiales, transporte de insumos requeridos, colocación, adecuación y conformación, equipo, herramienta y mano de obra, y cualquier otro elemento

exigido por la Interventoría que a su criterio sean necesarios para acometer este trabajo correctamente.

CAPITULO VI. REDES DE ALCANTARILLADO

Ítem 6,01
SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC 10"
UNIDAD: ML

PROCEDIMIENTO

Esta actividad consiste en el suministro, transporte e instalación de tubería de PVC para alcantarillado de 10", de acuerdo con los alineamientos establecidos en el proyecto o definidos por la Interventoría.

Previamente a la instalación, se verificará que la zanja y el colchón de arena hayan sido ejecutados y aprobados por la Interventoría. La tubería deberá inspeccionarse antes de su colocación para comprobar que se encuentre en buen estado, libre de fisuras, deformaciones o cualquier otro defecto que afecte su funcionamiento.

La instalación se realizará alineando correctamente cada tramo de tubería y efectuando la unión mediante accesorios y empaques, garantizando la hermeticidad de las juntas y la continuidad del sistema. Durante la ejecución de los trabajos se verificará permanentemente el alineamiento y la pendiente de la tubería, efectuando los ajustes necesarios para cumplir con los niveles establecidos.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

El pago se hará a los precios establecidos en el Contrato (ML), que incluye: actividades propuestas en el procedimiento, el suministro, transporte, almacenamiento, colocación, conformación y compactación del material, ensayos, equipo, herramienta y mano de obra, y cualquier otro elemento exigido por la Interventoría que a su criterio sean necesarios para acometer este trabajo correctamente.

Ítem 6,02
CAMA DE APOYO PARA TUBERÍA
UNIDAD: M3

PROCEDIMIENTO

Esta actividad consiste en el suministro, transporte, colocación, y conformación del material destinado a la cama de apoyo para la instalación de tuberías de alcantarillado, de acuerdo con los espesores, dimensiones, alineamientos y cotas indicados en los planos del proyecto o determinados por la Interventoría.

La superficie de fondo de la zanja deberá encontrarse previamente excavada, nivelada y libre de materiales que puedan afectar la estabilidad de la tubería. El material utilizado para la cama de apoyo deberá colocarse de manera uniforme, conformándose de acuerdo con las condiciones de la zanja y garantizando una superficie estable y continua para la posterior instalación de la tubería.

La cama de apoyo deberá quedar adecuadamente conformada y compactada, manteniendo los niveles y pendientes establecidos en el proyecto. Una vez terminada, la actividad deberá ser revisada y aprobada por la Interventoría antes de proceder con la instalación de la tubería.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

El pago se hará a los precios establecidos en el Contrato (M3), que incluye: actividades propuestas en el procedimiento, el suministro, transporte, almacenamiento, colocación, conformación y compactación del material, ensayos, equipo, herramienta y mano de obra, y cualquier otro elemento exigido por la Interventoría que a su criterio sean necesarios para acometer este trabajo correctamente.

Ítem 6,03
ACOMETIDA SANITARIA EN TUBERIA PVC 6" (INCLUYE ACCESORIOS Y CAJA DE INSPECCIÓN)
UNIDAD: UND

PROCEDIMIENTO

Consiste en adecuar la conexión de la red domiciliaria sanitaria de la red local de alcantarillado. Contempla dejar en operación los elementos de la red de alcantarillado, su ventilación y todo cuanto sea necesario para su funcionalidad.

Incluye herramientas, equipos y la mano de obra técnica y especializada para la ejecución de los trabajos correspondientes al suministro e instalación que requieren las redes, según las presentes especificación es dadas. La conexión domiciliaria sanitaria de alcantarillado estará constituida por una silleta de unión a la red local de diámetro y características específicas, en función del caudal a verter y con la calidad de los materiales que las normas técnicas determinen.

El ancho de la zona a intervenir será de 0,50 m para el diámetro de 6" de tubería de alcantarillado. Para diámetros mayores, el ancho será el indicado por el interventor del proyecto, según las Normas Técnicas de Construcción de Redes de Acueducto y Alcantarillado.

La profundidad promedio de instalación de la acometida será de 1.5m, pero dependerá de la profundidad de la red principal, así como su longitud.

La acometida en su conjunto, tendrá que contener las características determinadas según el RAS y las normas técnicas de NTC. La tubería y accesorios a suministrar y sus características (calidad, capacidad, colores, tamaños etc.), deberán tener el visto bueno o la aprobación por parte del Interventor antes de su compra, siendo todos los implementos de un mismo fabricante y de la misma referencia.

PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

- Previa localización de la red local de alcantarillado para definir el punto de la conexión domiciliaria.
- Una vez instalada, probada y recibida la conexión por parte del interventor, se procederá a cubrirla con material del sitio.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

El pago se hará a los precios establecidos en el Contrato (UND), que incluye: actividades propuestas en el procedimiento, el suministro, transporte, almacenamiento, colocación, conformación y compactación del material, ensayos, equipo, herramienta y mano de obra, y cualquier otro elemento exigido por la Interventoría que a su criterio sean necesarios para acometer este trabajo correctamente.

Ítem 6,04
REPARACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE DE 1" A 3"
UNIDAD: ML

PROCEDIMIENTO

Consiste en adecuar la conexión de la red domiciliaria de agua potable de la red local de Acueducto, contempla dejar en operación los elementos de la red de acueducto nuevamente en operación y todo cuanto sea necesario para mantener su funcionalidad mientras se ejecuten las obras físicas de pavimentación que se derive de cualquier proyecto de la entidad.

Incluye herramientas, equipos y la mano de obra técnica y especializada para la ejecución de los trabajos correspondientes al suministro e instalación que requieren las redes, según las presentes especificaciones dadas.

El ancho de la zona a intervenir será de 0,40m aproximadamente como franja de trabajo para un diámetro de 1" a 3" de tubería de alcantarillado, para diámetros mayores, el ancho será el indicado por el interventor del proyecto y de acuerdo con el diámetro de la tubería y cumplirá las Normas Técnicas de Construcción de Redes de Acueducto y Alcantarillado RAS.

La profundidad promedio de instalación de la acometida será de 0.60m, pero dependerá de la profundidad de la red principal, así como su longitud.

PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

- Una vez localizada la rotura se deberá suspender el servicio previo reporte a la empresa ACUASAN E.I.C.E. E.S.P.
- Previa localización del daño, se determinará la longitud y accesorios de reparación para definir el punto de la conexión domiciliaria.
- Una vez instalada, probada y verificada la conexión por del técnico de Acuasan, se procederá a cubrirla con material del sitio.
- Se reestablecerá el servicio por parte del técnico correspondiente y bajo la autorización del jefe de cuadrilla o jefe de división técnica.

MEDICIÓN Y PAGO

Se pagará por precio unitario estipulado dentro del contrato (MI) e incluye: las redes domiciliarias de alcantarillado están incluidas en las características de este ítem autorizados por el interventor en cada una de las viviendas (incluyen los accesorios necesarios para su correcto funcionamiento). En ningún caso se realizarán pagos diferentes al definido en la unidad de medida, la reparación de tubería de 1/2" debe ser revisada, realizar las pruebas y ser aprobadas por la interventoría.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

El pago se hará a los precios establecidos en el Contrato (ML), que incluye: actividades propuestas en el procedimiento, el suministro, transporte, almacenamiento, colocación, conformación y compactación del material, ensayos, equipo, herramienta y mano de obra, y cualquier otro elemento exigido por la Interventoría que a su criterio sean necesarios para acometer este trabajo correctamente.

Ítem 6,05
CONSTRUCCIÓN DE POZOS DE INSPECCIÓN H: 1.80 A 3.0 M
UNIDAD: UND

PROCEDIMIENTO

Esta actividad consiste en la construcción de pozos de inspección para la red de alcantarillado sanitario, con profundidades comprendidas entre 1,80 m y 3,00 m, de acuerdo con las dimensiones, cotas y detalles establecidos en los planos del proyecto.

Una vez aprobada la excavación, se procederá con la construcción del pozo, ejecutando la base, los muros, las conexiones con la tubería y los demás elementos que conforman la estructura, utilizando los materiales especificados en el proyecto y siguiendo las recomendaciones técnicas correspondientes.

Durante la ejecución se deberá garantizar el correcto alineamiento, nivelación y estabilidad de la estructura, así como la adecuada conformación de la batea y la correcta conexión de las tuberías. Finalmente, se instalará la tapa del pozo y se realizarán las labores de limpieza y acabados necesarias, dejando la estructura en óptimas condiciones de funcionamiento y previa aprobación de la Interventoría.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

El pago se hará a los precios establecidos en el Contrato (UND), que incluye: actividades propuestas en el procedimiento, el suministro, transporte, almacenamiento, colocación, conformación y compactación del material, ensayos, equipo, herramienta y mano de obra, y cualquier otro elemento exigido por la Interventoría que a su criterio sean necesarios para acometer este trabajo correctamente.

Ítem 6,06
CONCRETO RESISTENCIA 14 MPA PARA ATRAQUES
UNIDAD: M3

PROCEDIMIENTO

Esta actividad consiste en la elaboración, transporte, colocación y vibrado de una mezcla de concreto hidráulico con una resistencia mínima de 14 MPa o su equivalente de 2.000 PSI o (140Kg/cm^2) el cual podrá ser empleado en la construcción de atraques, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos del proyecto o determinados por el Interventor.

El concreto estará conformado por una mezcla homogénea de cemento, agua, agregados finos, gruesos y adiciones, cuando estos últimos se requieran, materiales que deberán cumplir los requisitos básicos establecidos en el presente capítulo y que deberán cumplir la resistencia mínima con el fin de que al realizarse los ensayos determinados para establecer la resistencia, los valores obtenidos cumplan con el requisito definido en la presente especificación y con las correspondientes establecidos en la norma INVIAS para construcción de éste tipo de estructuras.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

El pago se hará a los precios establecidos en el Contrato (M3), que incluye: actividades propuestas en el procedimiento, el suministro, transporte, almacenamiento, colocación, conformación y compactación del material, ensayos, equipo, herramienta y mano de obra, y cualquier otro elemento exigido por la Interventoría que a su criterio sean necesarios para acometer este trabajo correctamente.

CAPITULO VII. OBRAS COMPLEMENTARIAS

Ítem 7,01
RAMPA DE ACCESO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD, EN PIEDRA LABOR TIPO BARICHARA (INCLUYE DESMONTE, RELABRADO DE PIEDRA E INSTALACIÓN)
UNIDAD: UND

PROCEDIMIENTO

Esta actividad consiste en la construcción de una rampa de acceso para personas con discapacidad, mediante el desmonte, relabrado de la piedra labor tipo Barichara existente y su posterior instalación, de acuerdo con los alineamientos, dimensiones, pendientes y niveles indicados en los planos del proyecto o determinados por la Interventoría.

El desmonte de la piedra labor deberá realizarse cuidadosamente, procurando conservar las piezas en condiciones adecuadas para su posterior aprovechamiento. Las piezas recuperadas deberán ser relabradas in situ, de acuerdo con las condiciones requeridas para su correcta instalación y conformación de la rampa.

La instalación de la piedra deberá ejecutarse garantizando la adecuada conformación de la superficie, estabilidad, pendientes y condiciones de accesibilidad establecidas en el proyecto. Las juntas y demás elementos necesarios para la correcta ejecución de la rampa deberán realizarse de acuerdo con las especificaciones del proyecto y las instrucciones de la Interventoría.

Una vez finalizada la actividad, la superficie deberá quedar correctamente nivelada, estable y libre de elementos que puedan afectar la circulación y accesibilidad de los usuarios.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Compresor con martillo y Herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

El pago se hará a los precios establecidos en el Contrato (UND), que incluye: actividades propuestas en el procedimiento, el suministro, transporte, almacenamiento, colocación, conformación y compactación del material, ensayos, equipo, herramienta y mano de obra, y cualquier otro elemento exigido por la Interventoría que a su criterio sean necesarios para acometer este trabajo correctamente.

Ítem 7,02
ASEO GENERAL Y RETIRO DE ESCOMBROS
UNIDAD: UND

PROCEDIMIENTO

Esta actividad consiste en la limpieza general de las áreas intervenidas durante la ejecución de las obras, incluyendo la recolección, cargue, retiro y disposición de escombros, residuos y materiales sobrantes generados durante los trabajos, de acuerdo con las indicaciones de la Interventoría.

El Contratista deberá mantener las áreas de trabajo libres de acumulaciones de escombros, materiales y residuos que puedan afectar la circulación, la seguridad o el normal desarrollo de las actividades. Los materiales resultantes de la limpieza deberán ser retirados y transportados hasta los sitios autorizados para su disposición final, cumpliendo con las disposiciones aplicables para su manejo.

Una vez finalizadas las actividades, las áreas intervenidas deberán quedar limpias, libres de residuos y en condiciones adecuadas para su entrega, de acuerdo con las instrucciones de la Interventoría.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

El pago se hará a los precios establecidos en el Contrato (M3), que incluye: actividades propuestas en el procedimiento, el suministro, transporte, almacenamiento, colocación, conformación y compactación del material, ensayos, equipo, herramienta y mano de obra, y cualquier otro elemento exigido por la Interventoría que a su criterio sean necesarios para acometer este trabajo correctamente.

CAPITULO VIII. SEÑALIZACIÓN VIAL

Ítem 8,01
MARCA VIAL HORIZONTAL CON PINTURA EN FRIO
UNIDAD: M2

PROCEDIMIENTO

Esta actividad consiste en el suministro y aplicación de pintura de tráfico para la demarcación horizontal de la vía, de acuerdo con las especificaciones establecidas en el Manual de Señalización Vial vigente.

Previamente a la aplicación de la pintura, se verificará que la superficie del pavimento se encuentre limpia, seca y libre de polvo, grasa, material suelto o cualquier otro elemento que pueda afectar la adherencia del material. Posteriormente, se realizará el replanteo de la demarcación y la aplicación de la pintura de tráfico, garantizando el espesor, ancho, alineación y acabado uniforme de las marcas.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Equipo de pintura y Herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

El pago se hará a los precios establecidos en el Contrato (M2), que incluye: actividades propuestas en el procedimiento, el suministro, transporte, almacenamiento, colocación, conformación y compactación del material, ensayos, equipo, herramienta y mano de obra, y cualquier otro elemento exigido por la Interventoría que a su criterio sean necesarios para acometer este trabajo correctamente.

Ítem 8,02
CONSTRUCCIÓN DE REDUCTOR DE VELOCIDAD TRAPEZOIDAL EN CONCRETO HIDRÁULICO MR40 (SEGÚN DISEÑO)
UNIDAD: M2

PROCEDIMIENTO

Esta actividad consiste en la construcción de un reductor de velocidad trapezoidal en concreto hidráulico MR40, de acuerdo con las dimensiones, pendientes, niveles, alineamientos y demás características indicadas en los planos del proyecto o determinadas por la Interventoría.

Previamente a la colocación del concreto, se deberá verificar que la superficie de apoyo se encuentre debidamente preparada, nivelada, limpia y libre de materiales que puedan afectar la correcta ejecución del reductor. Se realizará el montaje y fijación de las formaletas de acuerdo con la geometría establecida en el diseño.

El concreto hidráulico deberá ser colocado, extendido, vibrado y acabado de manera uniforme, garantizando la geometría, pendientes y niveles establecidos. Posteriormente, se realizará el texturizado y curado del concreto de acuerdo con las especificaciones del proyecto. El reductor deberá quedar correctamente integrado con la superficie de rodadura existente, sin generar discontinuidades que afecten la circulación vehicular.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Vibrador de concreto, Formaleta metálica rectangular, Regla Vibratoria, Llana Flotante, Texturizador, Motobomba y Herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

El pago se hará a los precios establecidos en el Contrato (M2), que incluye: actividades propuestas en el procedimiento, el suministro, transporte, almacenamiento, colocación, conformación y compactación del material, ensayos, equipo, herramienta y mano de obra, y cualquier otro elemento exigido por la Interventoría que a su criterio sean necesarios para acometer este trabajo correctamente.

Ítem 8,03
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SEÑAL VERTICAL TIPO SP-SR-SI, DIMENSIONES 90 X 90 CM, EN LÁMINA GALVANIZADA RETRORREFLECTIVA (INCLUYE POSTE, HERRAJES Y CONCRETO DE ANCLAJE)
UNIDAD: M2

PROCEDIMIENTO

Esta actividad consiste en el suministro e instalación de señales verticales tipo SP-SR-SI, de dimensiones 90 × 90 cm, fabricadas en lámina galvanizada retrorreflectiva, incluyendo poste, herrajes y concreto de anclaje, de acuerdo con las características, ubicación y especificaciones indicadas en los planos del proyecto o determinadas por la Interventoría.

Previamente a la instalación, se realizará el replanteo y verificación de la ubicación de las señales, garantizando su correcta orientación, altura y visibilidad para los usuarios de la

vía. La excavación y preparación del sitio para el anclaje deberá ejecutarse de acuerdo con las dimensiones requeridas para garantizar la estabilidad de la señal.

La señal deberá instalarse correctamente fijada al poste mediante los herrajes correspondientes y el poste deberá quedar adecuadamente anclado mediante concreto, garantizando su estabilidad, verticalidad y correcta orientación. La lámina deberá quedar limpia, sin daños que afecten sus características de visibilidad o retrorreflectividad.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Vehículo, Herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

El pago se hará a los precios establecidos en el Contrato (M2), que incluye: actividades propuestas en el procedimiento, el suministro, transporte, almacenamiento, colocación, conformación y compactación del material, ensayos, equipo, herramienta y mano de obra, y cualquier otro elemento exigido por la Interventoría que a su criterio sean necesarios para acometer este trabajo correctamente.

Ítem 8,04

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SEÑAL HORIZONTAL PREVENTIVA REDUCTOR DE VELOCIDAD MODULAR PLÁSTICO INCLUYE ELEMENTOS DE ANCLAJE

UNIDAD: M2

PROCEDIMIENTO

Esta actividad consiste en el suministro y aplicación de pintura de tráfico para la demarcación horizontal de la vía, de acuerdo con las especificaciones establecidas en el Manual de Señalización Vial vigente.

Previamente a la aplicación de la pintura, se verificará que la superficie del pavimento se encuentre limpia, seca y libre de polvo, grasa, material suelto o cualquier otro elemento que pueda afectar la adherencia del material. Posteriormente, se realizará el replanteo de la demarcación y la aplicación de la pintura de tráfico, garantizando el espesor, ancho, alineación y acabado uniforme de las marcas.

EQUIPO

El equipo propuesto para este ítem será el siguiente: Equipo de pintura y Herramienta menor.

MANO DE OBRA

Esta actividad ira incluida la mano de obra.

MEDICIÓN Y PAGO

El pago se hará a los precios establecidos en el Contrato (M2), que incluye: actividades propuestas en el procedimiento, el suministro, transporte, almacenamiento, colocación, conformación y compactación del material, ensayos, equipo, herramienta y mano de obra, y cualquier otro elemento exigido por la Interventoría que a su criterio sean necesarios para acometer este trabajo correctamente.

ESTUDIO GEOTECNICO Y DE SUELOS No 235-26_PAV.

DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTO VÍAS MUNICIPALES CARRERA 4 ENTRE CALLES 5 Y 7. SAN GIL - SANTANDER.

SANDRA MILENA ANAYA LEAL.
Ingeniera Civil. UIS
M.P. 68202139431- STD

HUMBERTO RUEDA GUALDRON.
Ingeniero de Petróleos. UIS
Especializado en Geotecnia Ambiental. UDES.
M.P. 01161 M.M.E

Laboratorio de Mecánica de Suelos
GEOTEST BIOTECH LAB
geotestbiotechlab@gmail.com
313-283 0444 318-595 5282

Abril de 2026

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION 3
2. OBJETIVOS. 6
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 7
4. CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS Y GEOLOGICAS DEL TERRENO. 8
5. ANALISIS REALIZADOS. 13
6. RIESGO SISMICO. 18
7. CALCULO DE LA RESISTENCIA ÚLTIMA DEL SUELO. 21
8. PERFILES ESTRATIGRAFICOS. 24
9. CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO. 27
10. DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO. 28
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 32

FIGURA 1. UBICACIÓN E IMAGEN SATELITAL. 5
FIGURA 2. MAPA GEOLÓGICO DE SANTANDER. INGEOMINAS 10
FIGURA 3. MAPA DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA. 18
FIGURA 4. ESPECTRO ELÁSTICO DE DISEÑO. 20
FIGURA 5. CORRELACIÓN ENTRE CBR Y SPT. 22
FIGURA 6. ESQUEMA REPRESENTATIVO DE UN PAVIMENTO DE CONCRETO. 30

TABLA 1. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE SUELOS. 4
TABLA 2. CRITERIOS Y ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL PROYECTO. 5
TABLA 3. PROFUNDIDAD DE LA TABLA DE AGUA. 9
TABLA 4. UBICACIÓN (COORDENADAS) DEL SONDEO EXPLORATORIO. 13
TABLA 5. RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS. 16
TABLA 6. ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS EN EL ESTUDIO DE SUELOS. 17
TABLA 7. CLASIFICACIÓN DE LA SUBRASANTE DE ACUERDO CON SU RESISTENCIA. 22
TABLA 8. VARIABLES CONSIDERADAS EN LOS ANÁLISIS DE DISEÑO DEL PAVIMENTO 22
TABLA 9. PROPIEDADES GEOTÉCNICAS DEL SUELO. 23
TABLA 10. CLASIFICACIÓN DE LA SUBRASANTE 23
TABLA 11. PERFIL ESTRATIGRÁFICO. SONDEO 1. 24
TABLA 12. PERFIL ESTRATIGRÁFICO. SONDEO 2. 25
TABLA 13. PERFIL ESTRATIGRÁFICO. SONDEO 3. 26
TABLA 16. ESPESORES DE LOSA DE CONCRETO (CM) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES Y T2 COMO FACTOR PRINCIPAL 30

1. INTRODUCCION

El presente Informe Técnico corresponde al Estudio de Suelos y Geotécnico para el diseño de la estructura de pavimento en la Carrera 4 entre calles 5 y 7, ubicada en el municipio de San Gil.

El objetivo del estudio es evaluar las condiciones geotécnicas del subsuelo, mediante la caracterización de la subrasante, la determinación de sus propiedades físico-mecánicas y la estimación de su capacidad de soporte, con el fin de establecer los parámetros necesarios para el diseño de la estructura del pavimento.

Para el desarrollo del estudio se realizaron tres (3) sondeos exploratorios, distribuidos a lo largo del tramo vial, con profundidades acordes al tipo de proyecto. A partir de las muestras obtenidas, se llevaron a cabo ensayos de laboratorio para determinar propiedades como humedad natural, límites de Atterberg, densidad y capacidad portante mediante el ensayo CBR.

Los resultados indican que el subsuelo está constituido predominantemente por arcillas de baja plasticidad (CL), con valores de límite líquido de 39%, límite plástico entre 20% y 23%, contenidos de humedad entre 26% y 28% y densidades húmedas entre 1,79 y 1,86 t/m³.

La capacidad de soporte del suelo, evaluada mediante ensayos CBR, presenta valores entre 4% y 6%, lo cual permite clasificar la subrasante como de baja capacidad portante, con comportamiento altamente dependiente del contenido de humedad.

En este sentido, el diseño del pavimento deberá considerar condiciones conservadoras, incorporando medidas que garanticen la estabilidad de la estructura, particularmente en lo relacionado con el control de humedad, la mejora de la subrasante y el adecuado drenaje del sistema. Para la caracterización del

subsuelo y la evaluación de la capacidad de soporte de la subrasante, se definió un programa de exploración y ensayos acorde con la naturaleza del proyecto, siguiendo lineamientos de la NSR-10 y prácticas de la ingeniería de pavimentos.

Para la caracterización del subsuelo y la evaluación de la capacidad de soporte de la subrasante, se definió un programa de exploración y ensayos acorde con la naturaleza del proyecto, siguiendo los lineamientos de la **NSR-10** y las prácticas de la ingeniería de pavimentos.

Tabla 1. Metodología del Estudio de Suelos.

Tipo de subsuelo NSR-10.	Tipo de Ensayo seleccionado.	Muestreador	Variable relevante	Método de Análisis para estimar Resistencia última.
Granular H.2.5.1	SPT; CBR de campo	Split Spoon	Φ' (Fricción)	Terzaghi e Peck, Meyerhof.
Cohesivo H.2.5.2	Compresión Inconfinada	Shelby	S_u (Cohesión)	Terzaghi – Skempton.

El programa de exploración incluyó la ejecución de tres (3) sondeos manuales, distribuidos a lo largo del tramo vial en estudio, con el fin de identificar la variabilidad del subsuelo y obtener muestras representativas.

Las muestras recolectadas fueron sometidas a ensayos de laboratorio orientados a la clasificación del suelo y a la determinación de sus propiedades físico-mecánicas.

Los ensayos realizados incluyen:

- Granulometría
- Límites de Atterberg
- Humedad natural
- Densidad
- Ensayo CBR (California Bearing Ratio)

El ensayo de CBR constituye el parámetro principal para la evaluación de la subrasante en el diseño de pavimentos, ya que permite estimar la capacidad del suelo para soportar cargas repetidas.

Tabla 2. Criterios y análisis de estabilidad del proyecto.

CRITERIO	METODO DE CALCULO
Resistencia al cortante.	Método del CBR. Método de Terzaghi (Suelos cohesivos).

Los resultados obtenidos permiten definir un CBR de diseño representativo, considerando la variabilidad del subsuelo y adoptando un criterio conservador, especialmente debido a la baja capacidad portante identificada y a la influencia del contenido de humedad en el comportamiento del suelo.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

Carrera 4 entre calles 5 y 7
San Gil.
Santander.



Figura 1. Ubicación e imagen satelital.
Fuente: Google earth.
Ver tramo a pavimentar en línea de color rojo.

2. OBJETIVOS.

2.1 Objetivo general

Determinar las condiciones geotécnicas del subsuelo en el tramo vial de la Carrera 4 entre calles 5 y 7, en el municipio de San Gil, mediante la definición del perfil estratigráfico, la evaluación de las propiedades físico-mecánicas del suelo y la estimación de su capacidad de soporte, con el fin de establecer los parámetros necesarios para el diseño de la estructura de pavimento.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar el perfil estratigráfico del subsuelo a lo largo del tramo en estudio.
- Evaluar las propiedades físico-mecánicas del suelo, mediante ensayos de laboratorio realizados a las muestras obtenidas en campo.
- Determinar la capacidad de soporte de la subrasante mediante ensayos CBR y definir un valor representativo para diseño.
- Analizar la variabilidad del subsuelo y su influencia en el comportamiento del pavimento.
- Evaluar el comportamiento del terreno frente a cargas repetidas de tránsito vehicular.
- Estimar las condiciones de respuesta del suelo ante cambios de humedad, propios del entorno urbano y las condiciones climáticas de la zona.
- Establecer los parámetros geotécnicos de diseño requeridos para el dimensionamiento de la estructura del pavimento.
- Formular recomendaciones técnicas para la construcción, incluyendo preparación de subrasante, control de compactación y manejo de drenaje.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente estudio se desarrolla para el diseño de la estructura de pavimento en la Carrera 4 entre calles 5 y 7, ubicada en el municipio de San Gil.

El proyecto corresponde a un tramo de vía urbana, destinado a la circulación vehicular dentro del casco urbano, donde se prevé tránsito continuo de vehículos livianos, acompañado de vehículos comerciales y de servicio, tales como transporte público, vehículos de abastecimiento y recolección.

La vía presenta condiciones típicas de entorno urbano, caracterizadas por:

- Tránsito repetitivo a lo largo del día.
- Presencia de maniobras de arranque y frenado.
- Interacción constante con accesos vehiculares y peatonales.
- Posibles intervenciones de redes de servicios públicos.

Estas condiciones generan esfuerzos variables y repetidos sobre la estructura del pavimento, los cuales deben ser considerados en el diseño, especialmente en lo relacionado con la respuesta de la subrasante.

Adicionalmente, debido a la naturaleza urbana del proyecto, es fundamental considerar el manejo adecuado de aguas superficiales, ya que la escorrentía y la infiltración pueden afectar las condiciones de humedad del suelo, reduciendo su capacidad de soporte.

En este contexto, el estudio geotécnico tiene como finalidad proporcionar los parámetros necesarios para el diseño de la estructura de pavimento, teniendo en cuenta la baja capacidad portante del subsuelo, su variabilidad y su comportamiento frente a cambios de humedad, con el fin de garantizar un adecuado desempeño estructural bajo condiciones reales de servicio.

4. CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS Y GEOLOGICAS DEL TERRENO.

4.1 Características morfológicas del tramo.

El área del proyecto se localiza sobre una terraza con pendiente suave, con inclinación general en dirección sur–norte. Esta condición geomorfológica corresponde a superficies relativamente estables, con baja susceptibilidad a procesos de remoción en masa a escala general.

La topografía es favorable para el desarrollo de infraestructura vial; sin embargo, la pendiente, aunque leve, puede generar escorrentía superficial durante eventos de lluvia, lo cual incide directamente en las condiciones de humedad del suelo.

Desde el punto de vista geotécnico, estas condiciones implican que:

- Puede presentarse acumulación de agua en zonas bajas o irregularidades del terreno.
- Se generan variaciones en el contenido de humedad de la subrasante.
- El comportamiento del suelo puede verse afectado por condiciones locales de drenaje.

En consecuencia, aunque la geometría del terreno es favorable, se requiere un adecuado manejo de aguas superficiales para garantizar el desempeño del pavimento.

4.2 Características hidrogeológicas del subsuelo.

Durante la ejecución de los sondeos, realizada en época de invierno, no se identificó un nivel freático permanente dentro de la profundidad explorada (1,50 m).

No obstante, se evidenció la presencia de humedad significativa en el subsuelo, asociada a:

- Infiltración de agua de lluvia
- Escorrentía superficial
- Flujo subsuperficial localizado

Estas condiciones indican que el suelo puede presentar incrementos en su grado de saturación, especialmente durante periodos de lluvia, lo cual tiene incidencia directa en su capacidad de soporte, particularmente considerando su naturaleza cohesiva.

Tabla 3. Profundidad de la tabla de agua.

Sondeo N.	Profundidad de la tabla de agua. (m).
1	No se encontró
2	No se encontró
3	No se encontró

4.3 Geología regional.

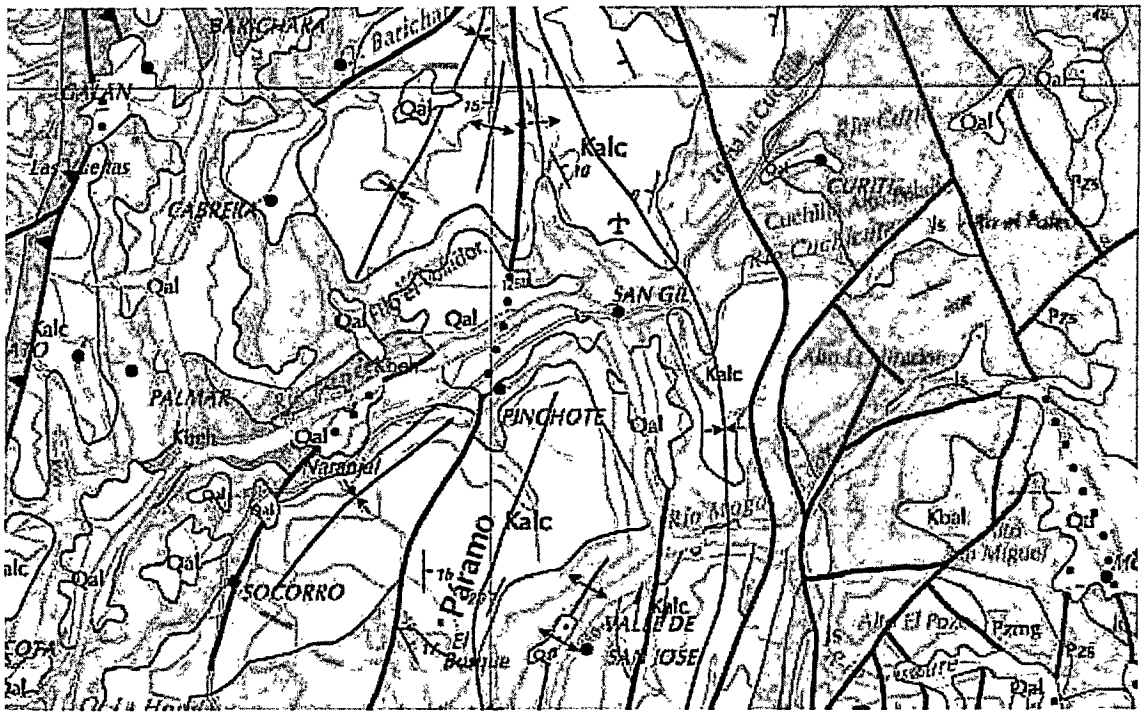


Figura 2. Mapa geológico de Santander. INGEOMINAS

El proyecto se ubica el municipio de San Gil, en el cual afloran en el área, rocas sedimentarias de calizas ferro silíceas de la época cuaternaría de las Formaciones Tablazo y Paja. Sobre yacen suelos producto de meteorización de estas rocas. El principal rasgo geotécnico de la zona es la Falla Las Cruces – Curití. El área se encuentra cerca al nicho sísmico de Los Santos, el cual es uno de los más activos del mundo. En el lote afloran capas de calizas ferro silíceas de la formación Tablazo, las cuales presentan buzamiento hacia el este y se encuentran fracturadas, diaclasadas con juntas de discontinuidad.

Afloran en el área, rocas sedimentarias de calizas ferro silíceas de la época cuaternaria de las Formaciones Tablazo y Paja. Sobre yacen suelos producto de meteorización de estas rocas. El principal rasgo geotécnico de la zona es la Falla Las Cruces – Curití. El área se encuentra cerca al nicho sísmico de Los Santos, el cual es uno de los más activos del mundo. En el lote afloran capas de calizas ferro

silíceas de la formación Tablazo, las cuales presentan buzamiento hacia el este y se encuentran fracturadas, diaclasadas con juntas de discontinuidad.

"FORMACIÓN PAJA (Kip) Unidad descrita inicialmente por O.O. Wheeler (en Morales, 1958) para referirse a una sucesión de shales negros algo calcáreos y micáceos, con un espesor entre 125 y 625m y su nombre deriva de la quebrada La Paja situada entre Bucaramanga y San Vicente de Chucurí. En el área de la Plancha 135 la unidad conserva características similares a la de la localidad tipo, es decir arcillolitas de color negro a gris castaño e intercalaciones de caliza con nódulos calcáreos hasta 25 cm de diámetro, generalmente piritosos, y esporádicas intercalaciones de láminas de yeso. El espesor se ha calculado entre 100m hasta 380m con base en cortes estructurales. Al sur en la Plancha 151, el espesor medido varía entre 374m hasta 204m. Los límites estratigráficos tanto superior como inferior son de carácter normal. Esta unidad hacia el sur desarrolla en su parte inferior un miembro arenoso (Kimpa), el cual fue reconocido en los alrededores del municipio del Páramo (H9). 3.13 FORMACIÓN TABLAZO (Kit) (San Gil Inferior) El nombre fue dado por Wheeler O.O. (en Morales, 1958), refiriéndose a unas calizas duras, cristalinas en la parte superior y arcillosas en la parte inferior y la localidad tipo se ubica en El Tablazo, donde la carretera Bucaramanga - San Vicente de Chucurí atraviesa el río Sogamoso. Hubach (1953) designa este conjunto con el término de San Gil. Etayo (1968) lo refiere como Grupo San Gil en la región de Villa de Leiva. En la región aflora en gran extensión principalmente en los flancos de estructuras como el Sinclinal de Simacota (G-5), el Sinclinal del Páramo (G-8) y en los bordes de La Mesa de Barichara (C-7). La sucesión estratigráfica levantada cerca de Simacota (G-5) muestra en general una alternancia de caliza gris azulosa cristalina, en parte fosilífera y arcillolita gris oscura, generalmente calcárea y micácea. Hacia el tope se observaron delgadas intercalaciones de arenisca. El espesor medido alcanza en este sector 239m, mientras que en la INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA INGEOMINAS Reseña explicativa del Mapa geológico preliminar de la Plancha 135 (San Gil) 13 localidad tipo mide 186m. Hacia el sur (Plancha 151), el espesor

se incrementa hasta los 354m. La unidad descansa en concordancia con la Formación Paja y le infrayace normalmente al Simití. La edad se considera Aptiano superior - Albiano inferior" (INGEOMINAS. RESEÑA EXPLICATIVA DEL MAPA GEOLÓGICO PRELIMINAR DE LA PLANCHA 135 (SAN GIL).

La mayor parte del territorio del municipio de San Gil varía de ondulado a fuertemente ondulado y su relieve corresponde a la cordillera Oriental andina. Sus montañas se levantan al norte hasta el alto de la Legua y sigue elevándose hasta los pozos donde se halla el aeropuerto a una altura de 1750 metros. Por el oriente se levanta la cordillera hasta el Alto del Mirador, el de mayor altura que se eleva a 2000 metros. Por el occidente la cordillera sube a la región de Guarigua hasta el límite del Volador a 1400 metros, al sur se encuentra la montaña hasta el alto de la meseta a 1800 metros de altura y desciende hasta formar el cauce del Río Fonce, en el margen derecho del río asciende el terreno hasta la Cuchilla del Encinal de igual altura con el alto de la meseta. Adicionalmente cuenta con algunas colinas y pequeños valles.

San Gil posee una extensión aproximada de 149,5 km², equivalentes a 14950 hectáreas en terrenos con topografía en un 30 % plano, 65 % ondulado y fuertemente ondulado y un 5 % de suelos escarpados de difícil uso para urbanismo, ganadería y agricultura.

El lote se encuentra en una ladera con pendiente media con dirección norte/sur, constituida por un depósito de coluvión matriz-soportado de compresibilidad media, con matriz fina de limos arcillo arenosos de plasticidad media, de compresibilidad media, parcialmente saturados de agua, con una gran cantidad de cantos y bloques de calizas dispersos al azar dentro de la matriz fina.

5. ANALISIS REALIZADOS.

5.1 Análisis de campo.

En el tramo del proyecto se realizaron tres (3) sondeos prospectivos, distribuidos a lo largo del tramo vial en estudio, con el fin de evaluar la variabilidad del subsuelo.

Durante la ejecución de los sondeos se efectuó el registro estratigráfico del terreno, identificando las características físicas de los materiales presentes, así como su estado de humedad y consistencia.

Se tomaron muestras representativas del suelo hasta una profundidad de 1,50 m, las cuales fueron debidamente empacadas y trasladadas al laboratorio para su posterior análisis.

Adicionalmente, en cada punto de exploración se realizó la evaluación de la capacidad de soporte de la subrasante en campo, mediante el uso de cono dinámico (PDC – Penetrómetro Dinámico de Cono), lo que permitió estimar de manera indirecta los valores de CBR y su variabilidad en el área del proyecto.

Los resultados obtenidos en campo evidencian una subrasante de baja capacidad portante y comportamiento heterogéneo, con variaciones en la resistencia del suelo, lo cual fue posteriormente verificado y complementado mediante los ensayos de laboratorio.

SONDEO.	NORTE	OESTE
1	6° 33' 21,14"	73° 07' 34,98"
2	6° 33' 20,11"	73° 07' 23,18"
3	6° 33' 19,12"	73° 07' 31,50"

Tabla 4. Ubicación (coordenadas) del sondeo exploratorio.

5.2 Análisis de laboratorio.

Dado que el subsuelo del área de estudio está constituido predominantemente por suelos cohesivos, durante la exploración se obtuvieron muestras alteradas representativas, las cuales fueron debidamente empacadas y preservadas para su transporte al laboratorio, conforme a los procedimientos establecidos en la norma INVÍAS INVE-103-13.

Las muestras recolectadas corresponden a los diferentes estratos identificados en los sondeos, lo que permitió evaluar la variabilidad del material presente en el área del proyecto.

En el laboratorio de Mecánica de Suelos se realizaron los siguientes ensayos:

- Granulometría por mallas.
- Límites de Atterberg (Límite Líquido y Límite Plástico).
- Humedad natural.
- Peso unitario (densidad).
- Clasificación del suelo según el sistema SUCS.

Los resultados obtenidos permitieron clasificar el suelo como arcillas de baja plasticidad (CL), con valores de límite líquido del orden de 39%, límite plástico entre 20% y 23% y contenidos de humedad natural entre 26% y 28%, evidenciando un material con tendencia a comportarse de forma blanda bajo condiciones húmedas.

La capacidad de soporte de la subrasante fue determinada mediante ensayos CBR en campo (PDC), cuyos resultados se presentan en el capítulo correspondiente, obteniéndose valores entre 4% y 6%, los cuales son coherentes con la naturaleza cohesiva y el estado de humedad del material.

Este comportamiento indica que la resistencia del suelo está fuertemente influenciada por el contenido de humedad y el grado de compactación, por lo que incrementos en la saturación pueden generar reducciones significativas en la capacidad portante.

En consecuencia, estos resultados constituyen la base para la adopción de criterios de diseño conservadores, así como para la implementación de medidas constructivas orientadas al control de humedad y mejoramiento de la subrasante.

5.2 Resumen de los análisis de laboratorio.

Con el fin de integrar y facilitar la interpretación de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio, a continuación se presenta un resumen de las propiedades físico-mecánicas del subsuelo, organizado en función de la profundidad.

Este resumen permite identificar la variación de parámetros como límites de Atterberg, humedad natural y densidad, así como su relación con el comportamiento geotécnico del material a lo largo del perfil explorado.

Para efectos de referencia, el **nivel cero (0,30 m)** corresponde a la **superficie actual del terreno**, a partir del cual se miden las profundidades descritas en los sondeos.

Tabla 5. Resumen de los ensayos de laboratorio de Mecánica de Suelos.

Sondeo / cata:	1	2	3
Profundidad inicial (m):	0,30	0,30	0,30
Profundidad final (m):	1,50	1,50	1,50
Profundidad media (m):	0,90	0,90	0,90

Tamiz (mm)	Granulometría 1 Pasa (%):	Granulometría 2 Pasa (%):	Granulometría 3 Pasa (%):
100	100,00	100,00	100,00
80	100,00	100,00	100,00
63	100,00	100,00	100,00
50	100,00	100,00	100,00
40	100,00	100,00	100,00
25	100,00	100,00	100,00
20	100,00	100,00	100,00
12,5	100,00	100,00	100,00
10	100,00	100,00	100,00
6,3	100,00	95,10	95,25
5	93,20	92,33	92,74
2	89,50	89,32	90,24
1,25	88,00	86,33	88,70
0,4	85,88	80,87	82,40
0,160	75,27	75,81	80,74
0,080	65,10	68,58	79,41

LL (%)	38,78	43,76	40,00
LP (%)	21,20	20,91	22,50
IP (%)	17,58	22,85	17,50
Humedad natural (%)	27,19	27,45	26,00
Densidad seca (gr/cm^3)	1,37	1,55	1,44
H/LL	0,70	0,63	0,65
H/LP	1,28	1,31	1,16

Colapsabilidad	No colapsable 1,29	No colapsable 1,22	No colapsable 1,27

Marcador	Rombo	Cuadrado	Círculo

Indice de consistencia Ic (C.R.)=	0,659	0,714	0,800
Indice de liquidez I_L=	0,341	0,286	0,200
Indice de compresión Cc=	0,259	0,304	0,270
Contracción lineal CL (%)=	8,254	10,728	8,217

Tabla 6. Ensayos de Laboratorio Realizados en el Estudio de Suelos.

ENSAYO	CANTIDAD	NORMA
Ensayo de Granulometría	3	INV E – 223 - 13
Ensayos de Límites de Atterberg.	3	INV E – 125; 126 - 13
Ensayo de Peso Seco Unitario.	3	INV E – 136 - 13
Ensayo de Humedad Natural	3	INV E – 22- 13
Ensayo CBR de campo (Cono dinámico de penetración, PDC).	3	INV E – 152 - 13

6. RIESGO SISMICO.

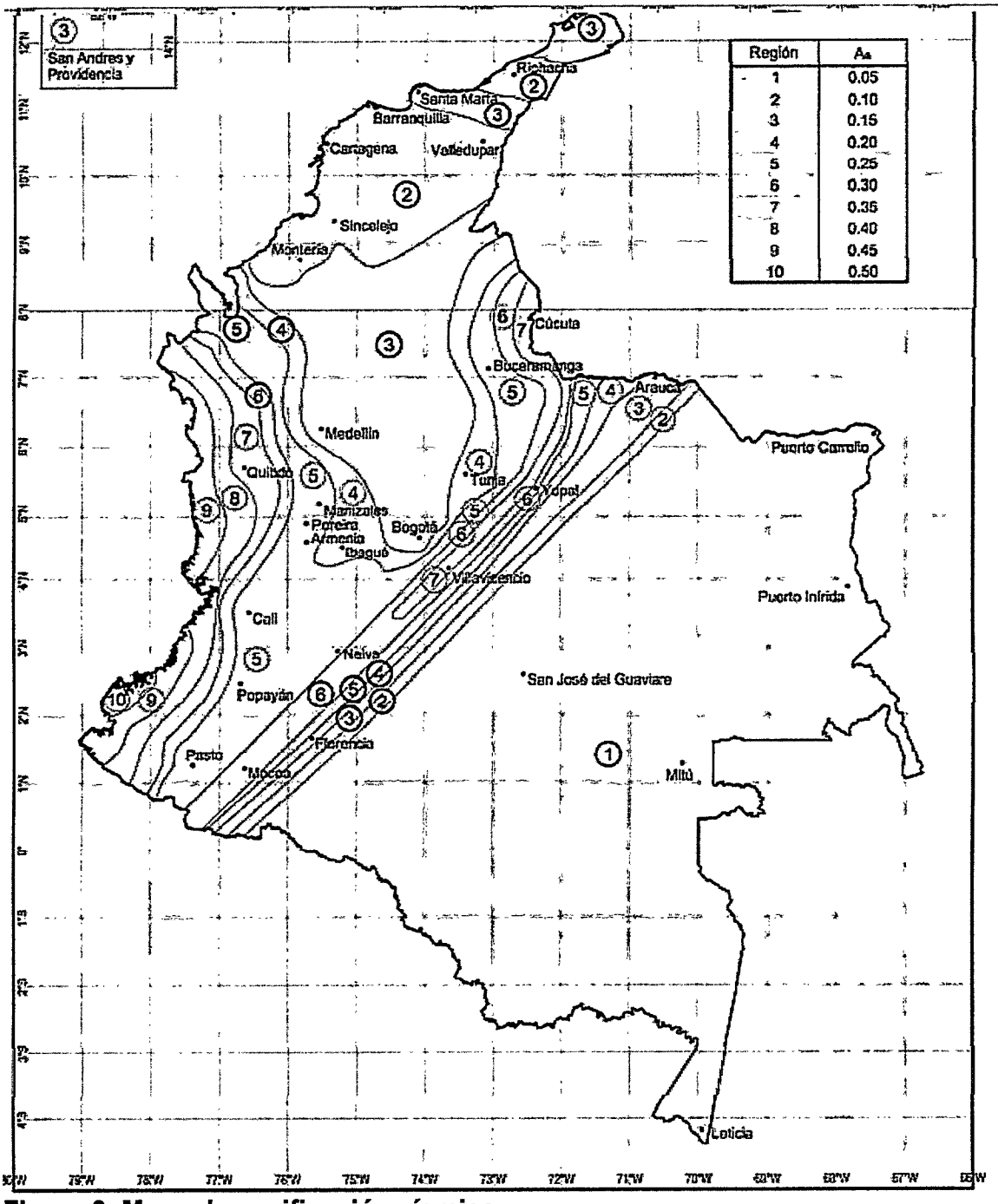


Figura 3. Mapa de zonificación sísmica.

De acuerdo con la información del Servicio Geológico Colombiano y lo establecido en la Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente NSR-10, el municipio de San Gil se encuentra ubicado en una zona de amenaza sísmica alta, asociada a la actividad tectónica regional del nororiente del país.

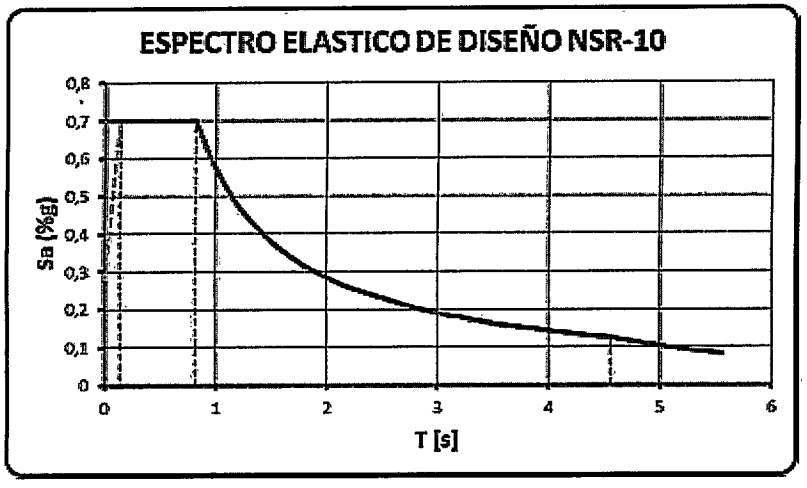
El comportamiento sísmico del terreno depende tanto de la sismicidad regional como de las condiciones geotécnicas locales, particularmente de parámetros como la rigidez del suelo, su contenido de humedad y su capacidad de deformación.

En el área del proyecto, el subsuelo está constituido por suelos cohesivos tipo arcilla de baja plasticidad (CL), los cuales, ante solicitaciones sísmicas, pueden presentar reducción temporal de su resistencia y rigidez, especialmente bajo condiciones de incremento en el grado de saturación.

No obstante, considerando que el proyecto corresponde a una estructura de pavimento rígido para vía urbana, las cargas asociadas y la naturaleza superficial de la estructura, el efecto sísmico no constituye un factor determinante en el dimensionamiento estructural del pavimento, de acuerdo con los criterios de diseño aplicables.

Sin embargo, es importante considerar que las condiciones sísmicas pueden influir de manera indirecta en el comportamiento del suelo de fundación, particularmente en lo relacionado con deformaciones, asentamientos diferenciales y pérdida de soporte en la subrasante.

En consecuencia, el diseño del pavimento debe orientarse a garantizar una adecuada distribución de cargas, así como un comportamiento estable de la subrasante, teniendo en cuenta las condiciones geotécnicas identificadas y su sensibilidad frente a cambios de humedad.



ESPECTRO ELASTICO DE DISEÑO NSR-2010	
Av:	0,25
Aa:	0,2
Tipo de perfil de suelo	D
Grupo de uso:	Grupo I
Coeficiente de importancia, I	**1,00**
Cooeficiente Fa	**1,40**
Coeficiente Fv	**1,90**
To	0,136
Tc	0,814
TL	4,560

Figura 4. Espectro elástico de diseño.

7. CALCULO DE LA RESISTENCIA ÚLTIMA DEL SUELO.

Con el fin de complementar la caracterización geotécnica del subsuelo, se realiza una estimación de la resistencia última del suelo, entendida como la capacidad del material para soportar esfuerzos antes de presentar falla.

Este análisis se fundamenta en los parámetros obtenidos a partir de los ensayos de laboratorio y en la clasificación del suelo, considerando su comportamiento predominantemente cohesivo (CL). Para su evaluación se emplean criterios de la mecánica de suelos clásica, que permiten estimar la resistencia al corte del material, en función de su cohesión y condiciones de humedad.

Si bien en el diseño de pavimentos rígidos el parámetro principal de la subrasante es la capacidad de soporte (CBR), la estimación de la resistencia última permite contar con un criterio complementario de verificación, especialmente en lo relacionado con la respuesta del suelo ante esfuerzos localizados y condiciones de deformación.

En este sentido, los resultados obtenidos no se emplean como parámetro directo de diseño estructural del pavimento, pero sí permiten validar el comportamiento general del terreno, así como establecer consideraciones técnicas para la preparación y manejo de la subrasante durante la construcción.

Los valores calculados se presentan en las tablas siguientes, donde se integran los parámetros representativos del suelo para el análisis correspondiente.

7.1 Capacidad portante.

- Resistencia admisible del suelo o capacidad portante admisible, qa

CRITERIO DE FALLA AL CORTANTE

Para la capa superficial de limos arenosos usamos las siguientes correlaciones:

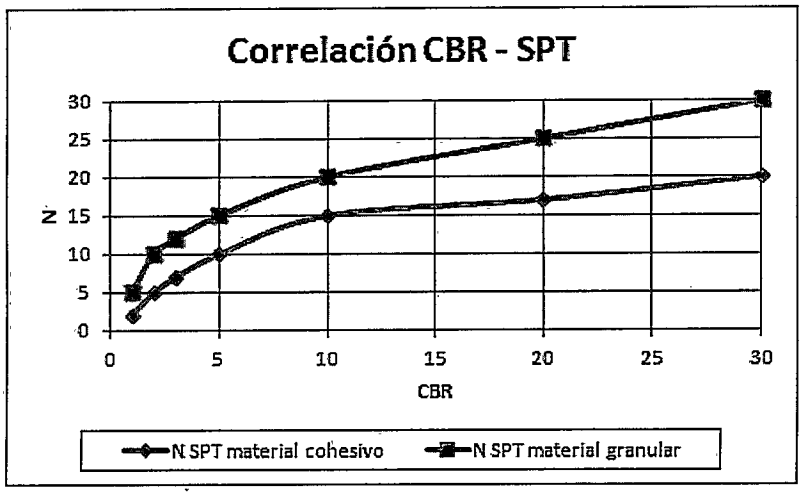


Figura 5. Correlación entre CBR y SPT.

Consejo de Transportes. Andalucía. España. 2007.

- Clasificación de perfil del suelo: S2 – S3

Clase o Tipo	CBR (%)	Módulo resiliente (kg/cm²)
S1	< 2	< 200
S2	2 - 5	200 – 500
S3	5 - 10	500 – 1.000
S4	20 - 10	1.000 – 2.000
S5	> 20	> 2.000

Tabla 7. Clasificación de la subrasante de acuerdo con su resistencia.

Variables y su representación				
Suelos	Transito	Transferencia y confinamiento	Soporte	Concreto
S1 (CBR<2)	T0 (EALS <1x10⁶)	D y B (Dovelas y Bermas)	SN (Subrasante)	MR1=38 MPa
S2 (2<CBR<5)	T1 (1x10⁶<EALS <1,5x10⁶)	D y No B (Dovelas y No Bermas)	BG (15 cm BG)	MR2=40 MPa
S3 (5<CBR<10)	T2 (1,5x10⁶<EALS <5x10⁶)	No D y B (No Dovelas y Bermas)	BEC (15 cm BEC)	MR3=42 MPa
S4 (10<CBR<20)	T3 (5x10⁶<EALS <9x10⁶)	No D y No B (No Dovelas y No Bermas)		MR4=45 Mpa
S5 (CBR>20)	T4 (9x10⁶<EALS <17x10⁶)			
	T5 (17x10⁶<EALS <25x10⁶)			
	T6 (25x10⁶<EALS <100x10⁶)			

Tabla 8. Variables consideradas en los análisis de diseño del pavimento

SONDEO	CLASIFICACION SUCS	Módulo de Poisson** v	Módulo De Young** kg/cm²	Módulo de Balasto* kg/cm³
1	CL	0,29	24,0	2,3
2	CL	0,29	24,0	2,3
3	CL	0,27	33,0	2,6

Tabla 9. Propiedades geotécnicas del suelo.

*Freire Tellado, Manuel: "Precisiones para el empleo del módulo de balasto".

** Joseph E. Bowles. Foundation Analysis and Design.

TRAMO	CLASE DE SUELO	PROFUNDIDAD m	CBR %	CATEGORIA DE RESISTENCIA DE LA SUBRASANTE*.
1	CL	0,30 – 1,50	4	S2
2	CL	0,30 – 1,50	4	S2
3	CL	0,30 – 1,50	6	S3

Tabla 10. Clasificación de la subrasante

8. PERFILES ESTRATIGRAFICOS.

CBR = California Bearing Ratio.

qa = Capacidad Portante Admisible

W = Porcentaje de Humedad.

LL = Límite Líquido.

LP = Límite Plástico.

γd_t = Densidad total del suelo.

γd_d = Densidad seca del suelo.

Sondeo 1.

CAPA O ESTRATO	Prof. (m).	Propiedades geotécnicas.	TIPO DE SUELO. # Muestra.	CLASIFICACION SUELO
	1,50	*CBR = 4 %* *qa = 11,0 t/m²* *W% = 27,19 %* *LL% = 38,78 %* *LP% = 21,20 %* *γd_t = 1,74 t/m³* *γd_d = 1,37 t/m³*	*1* Cohesivo CL	Arcilla limosa. Compresibilidad media. Parcialmente Saturado de agua. Color café.

Tabla 11. Perfil estratigráfico. Sondeo 1.

Sondeo 2.

CAPA O ESTRATO	Prof. (m).	Propiedades geotécnicas.	TIPO DE SUELO. # Muestra.	CLASIFICACION SUELO
	1,50	*CBR = 4%* *qa = 11,0 t/m²* *W% = 27,45 %* *LL% = 43,76 %* *LP% = 20,91 %* *γd_t = 1,98 t/m³* *γd_d = 1,55 t/m³*	*1* Cohesivo CL	Arcilla limosa. Compresibilidad media. Parcialmente Saturado de agua. Color café.

Tabla 12. Perfil estratigráfico. Sondeo 2.

Sondeo 3.

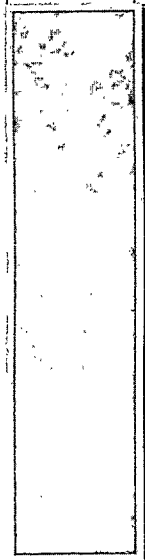
CAPA O ESTRATO	Prof. (m).	Propiedades geotécnicas.	TIPO DE SUELO. # Muestra.	CLASIFICACION SUELO
	1,50	*CBR = 6%* *qa = 15,0 t/m²* *W% = 26,00 %* *LL% = 40,00%* *LP% = 22,50 %* *γd_t = 1,82 t/m³* *γd_d = 1,44 t/m³*	*1* Cohesivo CL	Arcilla limosa. Compresibilidad media. Parcialmente Saturado de agua. Color café.

Tabla 13. Perfil estratigráfico. Sondeo 3.

9. CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO.

El subsuelo en el tramo del proyecto está constituido por un depósito de suelos residuales y coluviales, de color café, producto de procesos de meteorización de materiales parentales de la región.

La subrasante se encuentra conformada predominantemente por suelos finos de tipo arcilloso, clasificados como arcillas de baja plasticidad (CL), con presencia de fracciones limoarenosas. Estos materiales presentan un comportamiento cohesivo y plástico, con compresibilidad media y permeabilidad baja.

El suelo se encuentra en condición parcialmente saturada, lo cual influye directamente en su capacidad de soporte, especialmente ante incrementos en el contenido de humedad. Esta condición es consistente con los valores de CBR obtenidos en campo, los cuales evidencian una baja resistencia y variabilidad del material.

El espesor del estrato identificado es superior a 1,50 m, sin evidenciarse cambios significativos en la naturaleza del material dentro de la profundidad explorada, lo que indica una continuidad estratigráfica del perfil en el tramo analizado.

De manera localizada, se observa la presencia de cantos sueltos de arenisca y/o caliza, dispersos dentro de la matriz fina, sin que estos constituyan un estrato competente desde el punto de vista estructural.

En términos generales, el subsuelo corresponde a una subrasante de baja capacidad portante, cuyo comportamiento está fuertemente condicionado por el contenido de humedad y el grado de compactación, por lo que resulta susceptible a deformaciones bajo carga si no se implementan medidas adecuadas de mejoramiento.

10. DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO.

Con base en los resultados obtenidos en la caracterización del subsuelo, particularmente en la capacidad de soporte de la subrasante, se procede al dimensionamiento de la estructura de pavimento rígido para el tramo vial correspondiente a la Carrera 4 entre calles 5 y 7, en el municipio de San Gil.

Los ensayos de campo mediante cono dinámico (PDC) arrojaron valores de CBR de 4%, 4% y 6%. Considerando la variabilidad del subsuelo, su naturaleza cohesiva y su sensibilidad frente a cambios de humedad, se adopta un CBR de diseño de 4%, correspondiente al valor más desfavorable y representativo para condiciones críticas.

El diseño se realiza con base en los criterios del método AASHTO 1993 y las recomendaciones del Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto del INVIAS, teniendo en cuenta las condiciones reales de servicio de la vía, caracterizadas por:

- Tránsito de vehículos livianos
- Presencia ocasional de vehículos de carga ligera y de servicio
- Maniobras a baja y media velocidad, incluyendo arranque, frenado y giro
- Circulación continua propia de una vía urbana

Estas condiciones generan esfuerzos repetitivos sobre la estructura del pavimento, los cuales, en combinación con la baja capacidad portante de la subrasante, hacen necesario adoptar una solución estructural que garantice un adecuado desempeño a lo largo de la vida útil del proyecto.

En este sentido, el diseño del pavimento se orienta a compensar las limitaciones del suelo de fundación, mediante la incorporación de capas granulares y un espesor de losa adecuado que permita una eficiente distribución de cargas.

10.1 Condiciones de diseño.

Para el dimensionamiento del pavimento se adoptan los siguientes parámetros:

- Tipo de pavimento: Rígido (concreto hidráulico)
- CBR de diseño de la subrasante: 4%
- Clasificación de subrasante: S2
- Condición de humedad: Subrasante parcialmente saturada
- Tráfico estimado: Bajo (T1)
- Módulo de rotura del concreto (MR): MR2 = 40 MPa
-

Dadas las condiciones del subsuelo, se considera indispensable la implementación de una capa de subbase granular de 15 cm (BG), con el fin de:

- Mejorar las condiciones de apoyo de la subrasante
- Disminuir la deformabilidad del sistema
- Reducir la influencia de cambios en el contenido de humedad
- Garantizar una adecuada distribución de cargas hacia el terreno

La adopción de estas condiciones permite establecer una base técnica adecuada para el dimensionamiento de la estructura del pavimento, considerando tanto las solicitaciones de tránsito como las limitaciones propias del suelo de fundación.

10.2 Selección del espesor de losa según catálogo INVIAS.

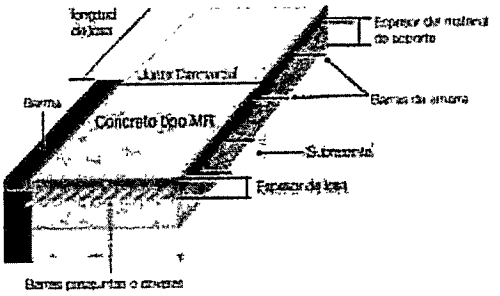


Figura 6. Esquema representativo de un pavimento de concreto.

ESPESORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES																				
Tránsito T1																				
		S1				S2				S3				S4				S5			
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B
SN	MR1		24	28	29	27	29	27	21	25	21	25	21	24	21	24	20	23	20	23
	MR2		23	27	22	26	22	26	21	24	21	24	20	23	20	23	20	23	20	23
	MR3		22	26	22	25	22	25	20	23	20	23	19	22	19	22	19	22	19	22
	MR4		20	25	21	24	21	24	19	22	19	22	18	21	19	21	18	21	19	21
DG	MR1		23	26	22	25	22	25	21	24	21	24	20	24	20	24	20	23	20	23
	MR2		22	26	22	25	22	25	20	23	20	23	20	23	20	23	19	22	19	22
	MR3		21	25	21	24	21	24	19	23	19	23	19	22	19	22	19	22	19	22
	MR4		20	24	20	23	20	23	18	22	19	22	18	21	19	21	18	21	19	21
BEC	MR1		20	23	20	23	20	23	18	21	18	21	18	21	18	21	18	20	18	20
	MR2		19	22	19	22	19	22	18	20	19	20	17	20	18	20	17	20	18	19
	MR3		19	22	18	21	19	21	17	20	18	20	17	19	18	19	16	19	18	19
	MR4		19	21	17	20	18	20	16	19	18	19	16	18	18	19	15	18	18	18

Tabla 14. Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T1 como factor principal

La determinación del espesor de la losa de concreto hidráulico se realizó con base en el Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto del INVIAS, considerando la clasificación de la subrasante, el nivel de tránsito y las condiciones de soporte del sistema.

A partir de los resultados obtenidos en laboratorio, particularmente los valores de CBR entre 4% y 6%, la subrasante presenta variabilidad, clasificándose entre S2 (CBR < 10%).

El nivel de tránsito del proyecto, correspondiente a una vía urbana con circulación de vehículos livianos y presencia ocasional de vehículos de servicio, se clasifica como T1, de acuerdo con los criterios del Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto del INVIAS.

El subsuelo, con un CBR de diseño de 4%, se clasifica como subrasante tipo S2, correspondiente a materiales de baja capacidad portante. El diseño contempla la incorporación de una capa de subbase granular (BG) de 15 cm, la cual mejora las condiciones de soporte del sistema, favoreciendo una adecuada distribución de cargas y reduciendo la deformabilidad de la subrasante.

Con base en lo anterior, la condición de diseño adoptada corresponde a:
S2 – T1– BG – Sin dovelas (No D) – Confinamiento lateral (B)
De acuerdo con las Tablas 4-2 del Manual INVIAS y considerando la baja capacidad portante del suelo, su variabilidad y su alta sensibilidad a cambios en el contenido de humedad, se adopta un espesor de losa de 20 cm, el cual representa una solución técnicamente adecuada y conservadora para las condiciones del proyecto.

Este espesor permite:

- Asegurar una capacidad estructural adecuada frente a las cargas de servicio.
- Reducir el riesgo de fisuración asociada a deformaciones de la subrasante.
- Compensar la heterogeneidad del terreno.
  Mejorar el desempeño del pavimento bajo condiciones de humedad variable.

Se precisa que el cumplimiento de este diseño depende directamente de:

- La correcta ejecución de la subbase granular
- El adecuado control de compactación de la subrasante
- La implementación de un sistema eficiente de drenaje superficial

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

11.1 Conclusiones

Con base en la exploración de campo, los ensayos de laboratorio y el análisis geotécnico realizado, se concluye que el subsuelo en el tramo de la Carrera 4 entre calles 5 y 7, en San Gil, está constituido predominantemente por suelos cohesivos tipo arcilla de baja plasticidad (CL), con presencia de fracciones limoarenosas.

Los materiales presentan contenidos de humedad elevados (26%–28%), densidades relativamente bajas y comportamiento dependiente de las condiciones de saturación, lo cual incide directamente en su capacidad de soporte.

Los ensayos de campo mediante cono dinámico (PDC) arrojaron valores de CBR entre 4% y 6%, adoptándose un CBR de diseño de 4%, lo que permite clasificar la subrasante como tipo S2, correspondiente a suelos de baja capacidad portante.

El perfil estratigráfico presenta continuidad en profundidad, sin evidenciarse estratos competentes dentro del rango explorado, lo que indica que las condiciones desfavorables del suelo se mantienen en la zona de influencia del pavimento.

Desde el punto de vista geomorfológico, el terreno corresponde a una terraza de pendiente suave, sin condiciones de inestabilidad global; sin embargo, se identificó influencia significativa de humedad por infiltración y escorrentía, lo cual puede generar reducción en la resistencia del suelo.

Con base en estas condiciones, se diseñó una estructura de pavimento rígido bajo la condición S2 – T1 – BG, adoptando un espesor de losa de 20 cm, y BG = 15 cm, el cual resulta adecuado para garantizar el desempeño estructural del pavimento bajo las condiciones previstas.

En términos generales, el terreno es apto para el desarrollo del proyecto, siempre que se implementen las medidas constructivas y de control recomendadas en el presente estudio

11.2 Recomendaciones.

- Se deberá realizar una adecuada preparación de la subrasante, mediante escarificación, homogenización y compactación al 95% del Proctor Modificado como mínimo.

- No se deberá construir sobre suelos en estado saturado o con exceso de humedad. En caso de presentarse estas condiciones, se deberá proceder con el secado, estabilización o reemplazo del material.

- Se recomienda la ejecución de una capa de subbase granular (BG = 15 cm) conforme a las especificaciones técnicas del proyecto, garantizando su adecuada compactación y espesor.

- Es fundamental implementar un sistema eficiente de drenaje superficial, que evite la acumulación de agua sobre la estructura del pavimento y limite la infiltración hacia la subrasante.

- Durante la construcción, se deberá garantizar un estricto control de calidad de los materiales y procesos constructivos, especialmente en lo relacionado con la compactación de la subrasante y la conformación de capas.

- Se recomienda contar con supervisión técnica permanente, con el fin de verificar que las condiciones del terreno encontradas en obra correspondan a las evaluadas en el presente estudio y que la ejecución se realice conforme a las recomendaciones aquí establecidas.

- En caso de evidenciarse condiciones diferentes a las descritas, tales como suelos orgánicos, materiales altamente blandos o niveles elevados de saturación, se deberá informar de manera inmediata a GEOTEST BIOTECH LAB, con el fin de evaluar la situación y definir las medidas correctivas necesarias.

- Se recomienda evitar el tránsito de maquinaria pesada directamente sobre la subrasante sin la debida protección, con el fin de prevenir deformaciones o pérdida de capacidad portante.

BIBLIOGRAFIA EN VIAS:

1. LONDOÑO NARANJO, Cipriano y ALVAREZ PABÓN, Jorge Alberto. Manual de diseño de pavimentos de concreto: para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito / Cipriano Alberto Londoño Naranjo; Jorge Alberto Álvarez Pabón; Instituto Colombiano de Productores de Cemento. – Medellín: ICPC; 2008. 114p.

2. HUANG, Yang Hsien. Pavement analysis and design. New Jersey: Prentice Hall, 1993.

3. COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de diseño de pavimentos de concreto con medios y altos volúmenes de tránsito. Bogotá: INVIAS, 2008.

4. COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Especificaciones generales de Construcción de carreteras. Bogotá: INVIAS, 2007.

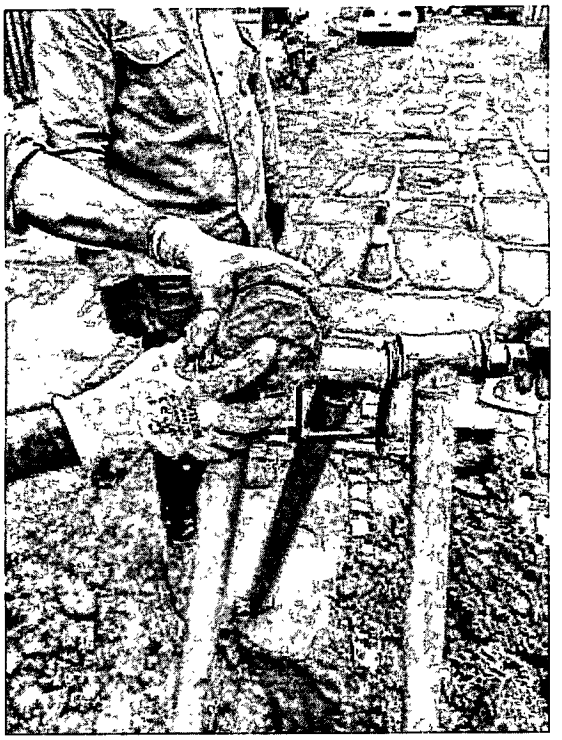
5. Bowles. Foundation Analysis and Design. 1968.

6. Instrucción para el diseño de firmes de la red de carreteras de Andalucía. Junta de Andalucía, Consejería de obras públicas y transporte. Andalucía. España. 2007.

7. Obras Menores de Drenaje y Estructuras Viales. INVIAS.

ANEXO 1. FOTOGRAFÍAS.











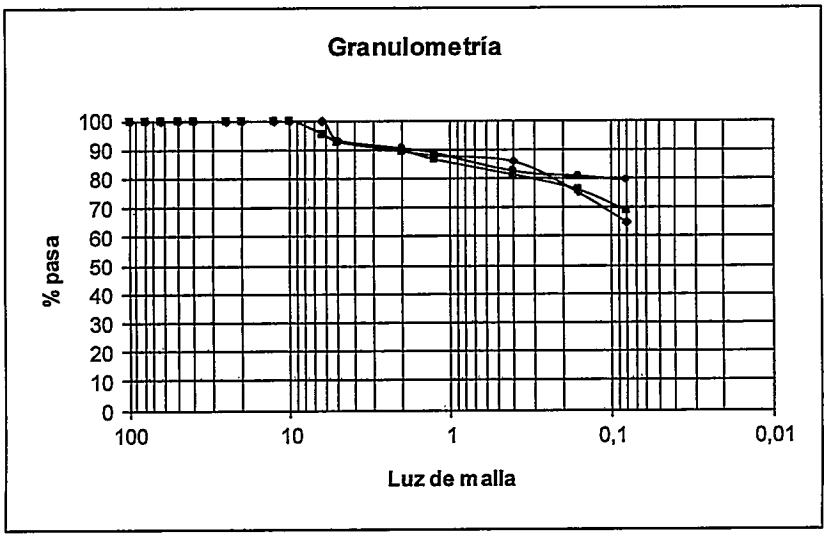


ANEXO 2. RESULTADOS DE LABORATORIO.

Sondeo 1, 2 y 3.
Granulometría

Sondeo / cata:	1	2	3
Profundidad inicial (m):	0,30	0,30	0,30
Profundidad final (m):	1,50	1,50	1,50
Profundidad media (m):	0,90	0,90	0,90

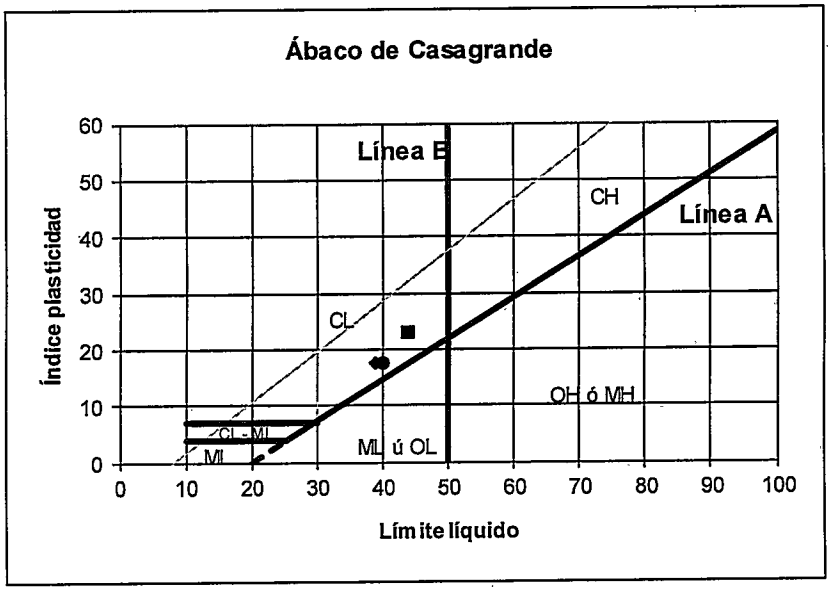
Tamiz (mm)	Granulometría 1 Pasa (%):	Granulometría 2 Pasa (%):	Granulometría 3 Pasa (%):
100	100,00	100,00	100,00
80	100,00	100,00	100,00
63	100,00	100,00	100,00
50	100,00	100,00	100,00
40	100,00	100,00	100,00
25	100,00	100,00	100,00
20	100,00	100,00	100,00
12,5	100,00	100,00	100,00
10	100,00	100,00	100,00
6,3	100,00	95,10	95,25
5	93,20	92,33	92,74
2	89,50	89,32	90,24
1,25	88,00	86,33	88,70
0,4	85,88	80,87	82,40
0,160	75,27	75,81	80,74
0,080	65,10	68,58	79,41



GEOTEST BIOTECH LAB
REGISTRO 92746 CAMARA DE COMERCIO DE BUCARAMANGA
Estudio de Suelos y Rocas - Concretos - Asfaltos - Geofísica
SAN GIL - SANTANDER.

Límites de Atterberg y Peso Unitario.

Sondeo / cata:	1	2	3
Profundidad inicial (m):	0,30	0,30	0,30
Profundidad final (m):	1,50	1,50	1,50
Profundidad media (m):	0,90	0,90	0,90
LL (%)	38,78	43,76	40,00
LP (%)	21,20	20,91	22,50
IP (%)	17,58	22,85	17,50
Humedad natural (%)	27,19	27,45	26,00
Densidad seca (gr/cm^3)	1,37	1,55	1,44
H/LL	0,70	0,63	0,65
H/LP	1,28	1,31	1,16



Plasticidad (arcillas) o compacidad (limos): Baja: LL < 30; Media: 30 < LL < 50; Alta: LL > 50

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas finas. **Arcilla media plasticidad con arena CL**
Material limoso-arenoso Pobre a malo como subgrado **A-7-6 Suelo arcilloso**

CALIFORNIA BEARING RATIO. (CBR).

GEOTEST BIOTECH LAB
SUELOS. CONCRETOS. PAVIMENTOS Y ROCAS

ENSAYO DE CBR DE CAMPO USANDO UN PENETRÓMETRO DE CONO DINÁMICO. PDC
NORMA INV. E-172-13

Fecha: ABRIL 2026
Proyecto: PAVIMENTO RÍGIDO EN VÍAS URBANAS.
Localización: CARRERA 4 No6A-28. SAN GIL - SANTANDER.
Peso del martillo: 8 kg.
Operario: JOE RONALDO GUALDRÓN.

CBR 1

Número de golpes.	Penetración acumulada. (mm)	Penetración entre lecturas. (mm)	Penetración por golpe. (mm)	Índice PDC mm/golpe	CBR* %
0	140				
10	450	310	31	31	5
10	770	320	32	32	4
10	870	100	10	10	23

* CBR estimado mediante ecuación de MOPT Colombia. CBR = 567 (PDC)^-1,4

RESULTADOS:

CBR PARA DISEÑO: **4 %**

GEOTEST BIOTECH LAB
SUELOS. CONCRETOS. PAVIMENTOS Y ROCAS

ENSAYO DE CBR DE CAMPO USANDO UN PENETRÓMETRO DE CONO DINÁMICO. PDC
NORMA INV. E-172-13

Fecha: ABRIL 2026
Proyecto: PAVIMENTO RÍGIDO EN VÍAS URBANAS.
Localización: CARRERA 4 No6-12. SAN GIL - SANTANDER.
Peso del martillo: 8 kg.
Operario: JOE RONALDO GUALDRÓN.

CBR 2

Número de golpes.	Penetración acumulada. (mm)	Penetración entre lecturas. (mm)	Penetración por golpe. (mm)	Índice PDC mm/golpe	CBR* %
0	80				
10	440	360	36	36	4
10	740	300	30	30	5
10	860	120	12	12	17

* CBR estimado mediante ecuación de MOPT Colombia. CBR = 567 (PDC)^-1,4

RESULTADOS:

CBR PARA DISEÑO: **4%**

GEOTEST BIOTECH LAB
SUELOS. CONCRETOS. PAVIMENTOS Y ROCAS

ENSAYO DE CBR DE CAMPO USANDO UN PENETRÓMETRO DE CONO DINÁMICO. PDC
NORMA INV. E-172-13

Fecha: ABRIL 2026
Proyecto: PAVIMENTO RÍGIDO EN VÍAS URBANAS.
Localización: CARRERA 4 No5-08. SAN GIL - SANTANDER.
Peso del martillo: 8 kg.
Operario: JOE RONALDO GUALDRÓN.

CBR 3

Número de golpes.	Penetración acumulada. (mm)	Penetración entre lecturas. (mm)	Penetración por golpe. (mm)	Índice PDC mm/golpe	CBR* %
0	90				
10	330	240	24	24	7
10	480	150	15	15	13
10	730	250	25	25	6
10	920	190	19	19	9

* CBR estimado mediante ecuación de MOPT Colombia. CBR = 567 (PDC)^-1,4

RESULTADOS:

CBR PARA DISEÑO: **6 %**

GEOTECK

San Gil, 09 de Julio de 2026

Señores
Secretaría de control urbano e infraestructura de San Gil.

Asunto: Relación de entrega – Resultados de ensayos de laboratorio (CBR y PROCTOR)

Por medio de la presente se deja constancia de la entrega del documento digital que contiene los resultados de los ensayos de laboratorio y de campo realizados sobre las muestras asociadas al proyecto "AUNAR ESFUERZOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO Y DEMÁS OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA CARRERA 4, EN LA CALLE 5 ENTRE CARRERAS 4 Y 5, DEL BARRIO PABLO VI; Y EN LA CARRERA 23 ENTRE CALLES 3 SUR Y 4 SUR Y LA CARRERA 25 ENTRE CALLES 4 SUR Y 5 SUR, DEL BARRIO JOSÉ ANTONIO GALÁN, DEL MUNICIPIO DE SAN GIL, SANTANDER". conforme a los alcances definidos y a la programación de muestreo/ensayo acordado.

1. Detalle del documento entregado

Nombres de los archivos	"Proctor y CBR (Laboratorio); PDC (CBR de campo)
Formato	PDF
Cantidad de archivos	8
Medio de entrega	Digital (enlace Dropbox / correo electrónico / medio acordado)
Versión / revisión	V.0
Observaciones	El archivo contiene la relación de los resultados de ensayos CBR, PROCTOR, PDC (CBR DE CAMPO) y su respectiva identificación de muestra/fecha, según registro del laboratorio.
Anexos	Como anexo se entrega los certificados de calibración correspondientes.

2. Alcance de la entrega

La presente entrega corresponde exclusivamente al reporte consolidado de resultados de laboratorio (ensayos Proctor y Cbr) en formato PDF.

Cualquier interpretación técnica, conclusiones, criterios de conformidad, o comparaciones contra normativa aplicable deberán ser realizadas en el marco del informe técnico correspondiente, si aplica.

3. Condiciones y trazabilidad

Para efectos de trazabilidad, se recomienda conservar este documento junto con los soportes de cadena de custodia, actas de muestreo, certificados del laboratorio y demás registros relacionados.

Los resultados se entienden emitidos por el laboratorio conforme a sus métodos, límites de detección y criterios de control de calidad indicados en el propio reporte o en la documentación del laboratorio.

4. Resultados Obtenidos

Dados los resultados que se observaron de las muestras analizadas, nos permitimos precisar lo siguiente:

- Se informa que los cuatro (4) sitios evaluados presentan condiciones geotécnicas similares, correspondientes a vías terciarias conformadas por rellenos de origen antrópico, cuya consolidación y compactación se han desarrollado principalmente por efecto del tránsito vehicular y peatonal a lo largo del tiempo.

- Es importante señalar que ambos ensayos responden a metodologías y objetivos diferentes. El CBR de laboratorio se determina sobre muestras preparadas y ensayadas bajo condiciones controladas, conforme a la metodología establecida en la norma aplicable, por lo que constituye el parámetro de referencia para la caracterización geotécnica y el diseño de pavimentos.

- Por su parte, el CBR de campo corresponde a una estimación de la capacidad de soporte del material en las condiciones existentes al momento del ensayo. Este resultado representa únicamente la capa evaluada, la cual generalmente corresponde a espesores reducidos, para correlacionar el CBR con el PDC se utilizaron las formulas de los siguientes autores:

  - ✓ Cuerpo de ingenieros USA
  - ✓ Kleyn y Van Heerden

  En consecuencia, los resultados de CBR de campo deben interpretarse como una verificación puntual del estado del material en sitio y no como un reemplazo de los valores obtenidos mediante ensayos de laboratorio,

5. Conformidad de entrega y recibido

Con la firma de la presente relación, las partes dejan constancia de la entrega y recibido del documento indicado, en la fecha señalada, sin perjuicio de las revisiones técnicas posteriores que puedan derivarse.

Cordialmente,
Oscar Alejandro Muñoz

Oscar Muñoz.

Coordinador de Proyectos
GEOTECK SM SAS
607-7224016

GEOTECK
www.geoteck.co

INFORME

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR ESTÁNDAR / MODIFICADC

ASTM D1557 ≈ NTP 339.142 ≈ INV. E – 141 // ASTMD D698 ≈ NTP 339.141 ≈ INV. E – 142

PROYECTO: 'AUNAR ESFUERZOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO Y DEMÁS OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA CARRERA 4, EN LA CALLE 5 ENTRE CARRERAS 4 Y 5, DEL BARRIO PABLO VI; Y EN LA CARRERA 23 ENTRE CALLES 3 SUR Y 4 SUR Y LA CARRERA 25 ENTRE CALLES 4 SUR Y 5 SUR, DEL BARRIO JOSÉ ANTONIO GALÁN, DEL MUNICIPIO DE SAN GIL, SANTANDER".

CLIENTE: SECRETARÍA DE CONTROL URBANO E INFRAESTRUCTURA DE SAN GIL — **ID SITIO:** CRA 23 ENTRE LAS CLL 3S Y 4S — **FECHA MUESTREO:** 26/06/2026

LOCALIZACIÓN: BARRIO JOSE ANTONIO GALAN - SANGIL S — **ID MUESTRA:** M-01 — **FECHA ENSAYO:** 1/07/2026

LABORATORISTA: W, Afanador — **CÓDIGO MUESTRA:** RE LAS CLL 3 — **PROFUNDIDAD MUESTRA (m):**

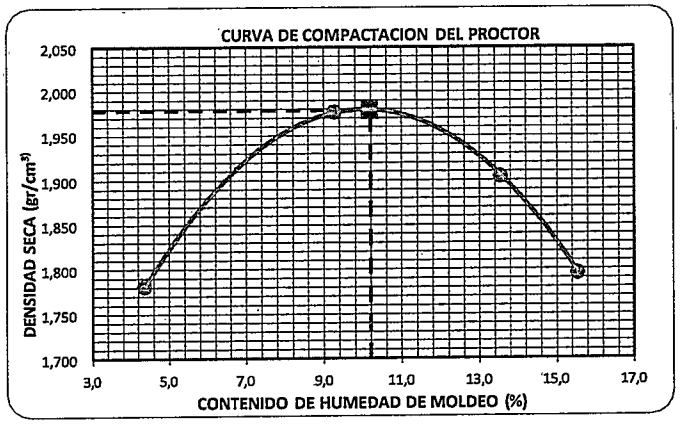
Tipo Proctor MODIFICADO — **Molde:** 4" — **Peso Martillo:** 10 lbf — **INICIO:** 0,20 — **FIN:** 0,60

~~**Método:** A~~ — ~~**Capas:** 5~~ — ~~**Número de golpes:** 25~~

DENSIDAD HÚMEDA	UND.	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
1. Peso molde y suelo húmedo	(g)	3943,0	4225,0	4228,0	4145,0	-
2. Peso molde	(g)	2203,0	2203,0	2203,0	2203,0	-
3. Peso suelo húmedo = (1)-(2)	(g)	1740,0	2022,0	2025,0	1942,0	-
4. Volúmen molde	(cm^3)	936,3	936,3	936,3	936,3	-
5. Densidad húmeda = (3)/(4)	(g/cm^3)	1,858	2,160	2,163	2,074	-

HUMEDAD DE COMPACTACIÓN	UND.	Humedad Punto 1		Humedad Punto 2		Humedad Punto 3		Humedad Punto 4		Humedad Punto 5	
6. Número de Tara	No.	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
7. Peso Tara + Suelo Húmedo (g):	P1 (g)	85,70	78,51	85,32	74,88	59,51	70,39	63,62	72,36	-	-
8. Peso Tara + Suelo Seco (g):	P2 (g)	82,82	75,81	79,19	69,80	54,17	63,89	56,89	64,59	-	-
9. Peso Tara (g):	P3 (g)	16,07	14,69	14,09	14,18	14,51	16,30	13,78	14,46	-	-
10. Peso del Agua (g): =(7)-(8)	P_W (g)	2,88	2,70	6,13	5,08	5,34	6,50	6,73	7,77	-	-
11. Peso Suelo Seco (g): = (8)-(9)	P_S (g)	66,75	61,12	65,10	55,62	39,66	47,59	43,11	50,13	-	-
12. Humedad (%): = (10)/(11) x 100	W (%)	4,31	4,42	9,42	9,13	13,46	13,66	15,61	15,50	-	-
Humedad Promedio (W%)	W_{Prom} (%)	4,37		9,27		13,56		15,56		-	

DENSIDAD SECA	UND.	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
13. Densidad seca : $\frac{(5)x100}{100 + (12)}$	(g/cm^3)	1,781	1,976	1,904	1,795	-



DATOS DE LA GRANULOMETRIA			
% Retenenido Acumulado Gruesos > 4"	% Pasante Finos < 4"	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O.	CLASIFICACIÓN U.S.C
-	-	-	-

RESULTADOS DE LA COMPACTACIÓN	
Máx. Dens. Seca (g/cm^3)	Optimo cont. de humedad (%)
1,979	10,2

CONDICIONES AMBIENTALES
25,2 °C Temperatura
58 %HR Humedad Relativa

INSTRUMENTO UTILIZADO	MARCA	REFERENCIA	SERIAL	FECHA CALIBRACIÓN
BALANZA ELECTRÓNICA DIGITAL	OHAUS	T21P	8035430241	14/05/2026
BALANZA ELECTRÓNICA DIGITAL	OHAUS	SP602	B438049807	14/05/2026
HORNO ELECTRICO DIGITAL	MEISTER	AC-901	435	15/05/2026

OBSERVACIONES:

FECHA EMISIÓN DE INFORME	ELABORÓ	REVISÓ Y APROBÓ		Código: FT-GCA-ELC-01
3/07/2026	G. Sarmiento Coordinador de Ingeniería	O. Muñoz Director Téc. Ing. Civil - TP: 151037-	GEOTECK FIRMA Y SELLO	Formato: V2.1 26/06/2024

GEOTECK
www.geoteck.co

REGISTRO
COMPACTACIÓN PARA CBR
ASTM D1883 ≈ NTP 339.145 ≈ INV. E - 148

PROYECTO: "AUNAR ESFUERZOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO Y DEMÁS OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA CARRERA 4, EN LA CALLE 5 ENTRE CARRERAS 4 Y 5, DEL BARRIO PABLO VI; Y EN LA CARRERA 23 ENTRE CALLES 3 SUR Y 4 SUR Y LA CARRERA 25 ENTRE CALLES 4 SUR Y 5 SUR, DEL BARRIO JOSÉ ANTONIO GALÁN, DEL MUNICIPIO DE SAN GIL, SANTANDER".

CLIENTE: SECRETARÍA DE CONTROL URBANO E INFRAESTRUCTURA DE SAN GIL — **FECHA MUESTREO:** 2026-06-26

LOCALIZACIÓN: BARRIO JOSE ANTONIO GALAN - SANGIL SANTANDER. — **ID MUESTRA:** M-01 — **FECHA ENSAYO:** 2026-07-01

ID SITIO: CRA 23 ENTRE LAS CLL 3S Y 4S. — **CÓDIGO MUESTRA:** CRA 23 ENTRE LA — **PROFUNDIDAD MUESTRA (m):**

LABORATORISTA: W, Afanador — **INICIO:** 0,20 — **FIN:** 0,60

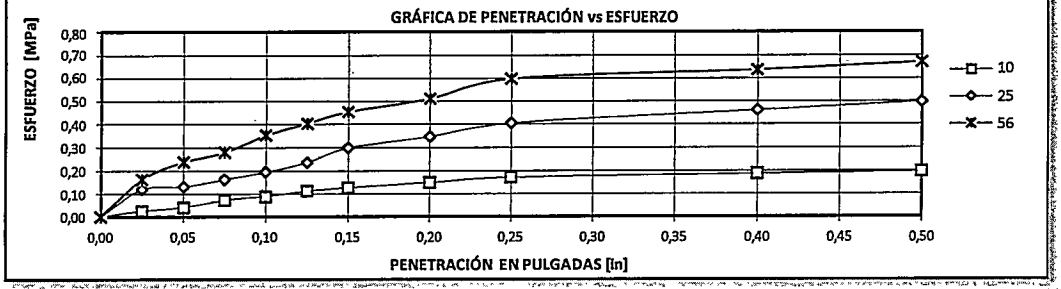
Prueba No.:	P1	P2	P3
Número de golpes:	10	25	56
Molde No.:	L4	L3	L2
Diámetro molde:	15,28	15,24	15,29
Altura molde:	17,75	17,78	17,73

DENSIDAD HÚMEDA	UND.	P1	P2	P3
1. Peso molde y suelo húmedo:	[g]	8274,0	8516,0	8793,0
2. Peso molde:	[g]	4069,0	4115,0	4192,0
3. Peso suelo húmedo = (1)-(2):	[g]	4205,0	4401,0	4601,0
4. Volúmen molde:	[cm³]	2129,9	2124,2	2129,0
5. Densidad húmeda = (3)/(4):	[g/cm³]	1,974	2,072	2,161

HUMEDAD DE COMPACTACIÓN	UND.	P1		P2		P3	
6. Recipiente No.-	#	33	58	45	97	87	15
7. Peso tara y suelo húmedo:	[g]	36,62	38,55	49,16	50,05	65,46	67,61
8. Peso tara y suelo seco:	[g]	34,89	36,58	45,58	46,58	60,18	61,82
9. Peso tara:	[g]	16,04	14,94	13,69	15,78	15,54	14,43
10. Peso agua = (7)-(8):	[g]	1,73	1,97	3,58	3,47	5,28	5,79
11. Peso suelo seco = (8)-(9):	[g]	18,85	21,64	31,89	30,80	44,64	47,39
12. Humedad = (10)/(11) x 100:	[%]	9,18	9,10	11,23	11,27	11,83	12,22
Humedad Promedio W_{prom}:	[%]	9,14		11,25		12,02	
13. DENSIDAD SECA:	[g/cm³]	1,809		1,862		1,929	

HUMEDAD DE PENETRACIÓN	UND.	P1		P2		P3	
Recipiente No.	#	25	31	23	5	18	74
Peso tara y suelo húmedo:	[g]	52,31	49,16	58,19	59,69	41,04	50,69
Peso tara y suelo seco:	[g]	48,25	45,26	53,00	54,32	37,41	46,21
Peso tara:	[g]	15,37	14,08	15,43	14,77	14,18	15,71
Peso agua:	[g]	4,06	3,90	5,19	5,37	3,63	4,48
Peso suelo seco:	[g]	32,88	31,18	37,57	39,55	23,23	30,50
Humedad:	[%]	12,35	12,51	13,81	13,58	15,63	14,69
Humedad Promedio W_{prom}:	[%]	12,43		13,70		15,16	

EXPANSIÓN TOTAL %		0,19		0,51		0,44	
PENETRACION		Carga (Fuerza)	Esfuerzo	Carga (Fuerza)	Esfuerzo	Carga (Fuerza)	Esfuerzo
Pulgadas (In)	(mm)	kN	MPa	kN	MPa	kN	MPa
0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
0,025	0,635	0,045	0,02	0,220	0,12	0,300	0,16
0,050	1,270	0,075	0,04	0,240	0,13	0,440	0,24
0,075	1,905	0,135	0,07	0,300	0,16	0,520	0,28
0,100	2,540	0,165	0,09	0,360	0,19	0,660	0,35
0,125	3,175	0,210	0,11	0,440	0,23	0,760	0,40
0,150	3,810	0,240	0,13	0,560	0,30	0,860	0,45
0,200	5,080	0,285	0,15	0,660	0,35	0,980	0,51
0,250	6,350	0,330	0,17	0,780	0,40	1,160	0,60
0,400	10,160	0,375	0,19	0,920	0,46	1,280	0,64
0,500	12,700	0,405	0,20	1,020	0,50	1,380	0,67
DÍAS DE INMERSIÓN:		4		4		4	
HUMEDAD DE PENETRACION %		12,43		13,70		15,16	
C. B. R. SIN CORREGIR a 0,1" (%)		1,3		2,8		5,1	
C. B. R. SIN CORREGIR a 0,2" (%)		1,4		3,4		5,0	



FECHA EMISIÓN DE INFORME	ELABORÓ	REVISÓ Y APROBÓ		Código: FT-GCA-CBR-01
	G. Sarmiento	O. Muñoz		Formato: V3.0

3/07/2026	Coordinador de Ingeniería	Director Téc. Ing. Civil - TP: 151037-0620510 STD	GEOTECK FIRMA Y SELLO	22/03/2024

GEOTECK
www.geoteck.co

CURVA DE COMPACTACIÓN

ENSAYO CBR DE LABORATORIO

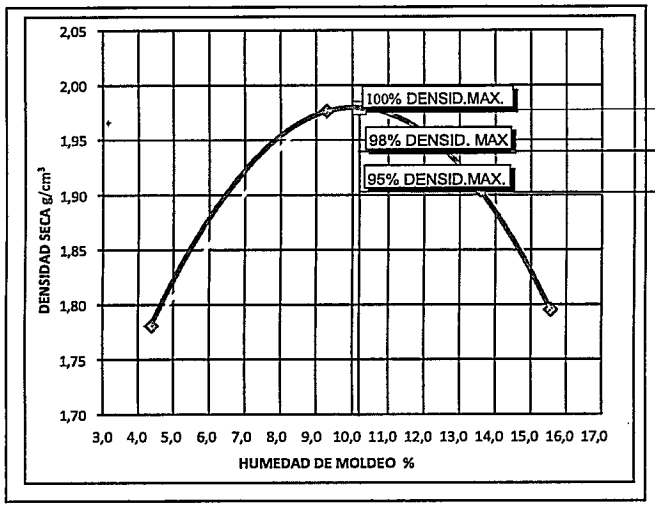
ASTM D1883 ≈ NTP 339.145 ≈ INV. E-148

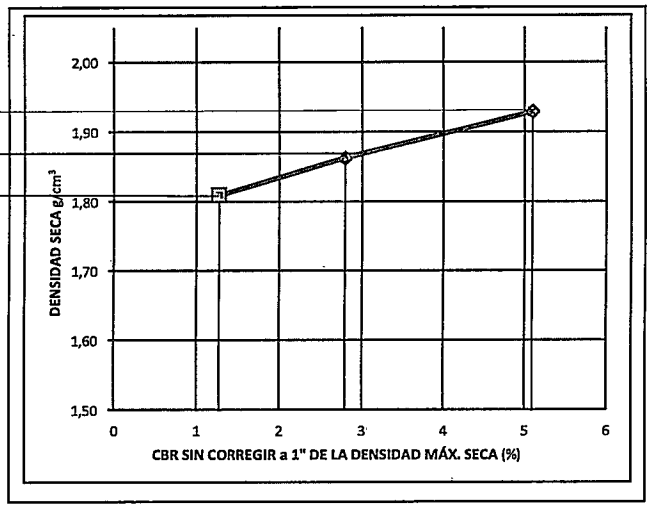
PROYECTO: "AUNAR ESFUERZOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO Y DEMÁS OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA CARRERA 4, EN LA CALLE 5 ENTRE CARRERAS 4 Y 5, DEL BARRIO PABLO VI; Y EN LA CARRERA 23 ENTRE CALLES 3 SUR Y 4 SUR Y LA CARRERA 25 ENTRE CALLES 4 SUR Y 5 SUR, DEL BARRIO JOSÉ ANTONIO GALÁN, DEL MUNICIPIO DE SAN GIL, SANTANDER".

CLIENTE: SECRETARÍA DE CONTROL URBANO E INFRAESTRUCTURA DE SAN GIL — **ID SITIO:** CRA 23 ENTRE LAS CLL 3S Y 4S. — **FECHA MUESTREO:** 2026-06-26

LOCALIZACIÓN BARRIO JOSE ANTONIO GALAN - SANGIL — **ID MUESTRA:** M-01 — **PROFUNDIDAD MUESTRA (m):** — **FECHA ENSAYO:** 2026-07-01

LABORATORISTA: W, Afanador — **CC IGO MUESTRA:** NTRE LAS CLL 3S Y — **INICIO:** 0,20 — **FIN:** 0,60





LIMITE LIQUIDO (%): - [%]
INDICE PLASTICIDAD (%): - [%]
DENSIDAD MAXIMA (%): 1,979 [g/cm³]
HUMEDAD OPTIMA (%): 10,20 [%]

U.S.C.S : -
A.A.S.H.T.O. : -

C.B.R a 0,1" CORREGIDO al (100%): 5,05
C.B.R a 0,1" CORREGIDO al (98%): 2,91
C.B.R a 0,1" CORREGIDO al (95%): 1,21

OBSERVACIONES:

FECHA EMISIÓN DE INFORME	ELABORÓ	REVISÓ Y APROBÓ		*Código: FT-GCA-CBR-02*
3/07/2026	G. Sarmiento Coordinador de Ingeniería	O. Muñoz Director Téc. Ing. Civil - TP: 151037-0620510 STD	GEOTECK FIRMA Y SELLO	Formato: V2.0 22/03/2024

GEOTECK
www.geoteck.co

INFORME

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR ESTÁNDAR / MODIFICADO

ASTM D1557 ≈ NTP 339.142 ≈ INV. E – 141 // ASTMD D698 ≈ NTP 339.141 ≈ INV. E – 142

PROYECTO:

"AUNAR ESFUERZOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO Y DEMÁS OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA CARRERA 4, EN LA CALLE 5 ENTRE CARRERAS 4 Y 5, DEL BARRIO PABLO VI; Y EN LA CARRERA 23 ENTRE CALLES 3 SUR Y 4 SUR Y LA CARRERA 25 ENTRE CALLES 4 SUR Y 5 SUR, DEL BARRIO JOSÉ ANTONIO GALÁN, DEL MUNICIPIO DE SAN GIL, SANTANDER".

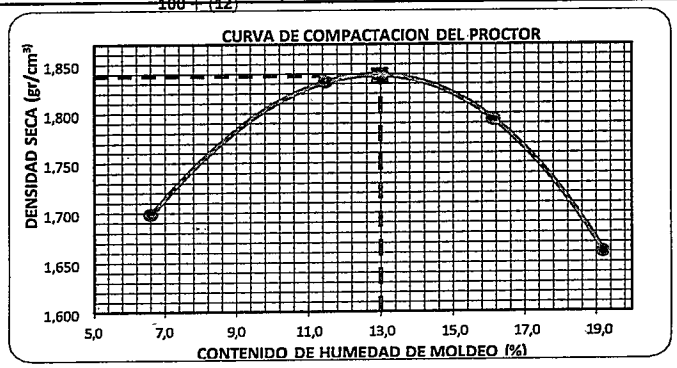
CLIENTE:	SECRETARÍA DE CONTROL URBANO E INFRAESTRUCTURA DE SAN GIL	**ID SITIO:**	CRA 25 ENTRE LAS CLL 4SUR Y 5SUR	**FECHA MUESTREO:**	26/06/2026
LOCALIZACIÓN:	BARRIO JOSE ANTONIO GALAN - SANGIL S	**ID MUESTRA:**	M-01	**FECHA ENSAYO:**	1/07/2026
LABORATORISTA:	W, Afanador	**CÓDIGO MUESTRA:**	RE LAS CLL 4S	**PROFUNDIDAD MUESTRA (m):**	
				INICIO: 0,20	**FIN:** 0,50

Tipo Proctor MODIFICADO **Molde:** 4" **Peso Martillo:** 10 lbf
Método: A **Capas:** 5 **Número de golpes:** 25

DENSIDAD HÚMEDA	UND.	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
1. Peso molde y suelo húmedo	(g)	3898,0	4115,0	4153,0	4056,0	-
2. Peso molde	(g)	2203,0	2203,0	2203,0	2203,0	-
3. Peso suelo húmedo = (1)-(2)	(g)	1695,0	1912,0	1950,0	1853,0	-
4. Volúmen molde	(cm^3)	936,3	936,3	936,3	936,3	-
5. Densidad húmeda = (3)/(4)	(g/cm^3)	1,810	2,042	2,083	1,979	-

HUMEDAD DE COMPACTACIÓN	UND.	Humedad Punto 1		Humedad Punto 2		Humedad Punto 3		Humedad Punto 4		Humedad Punto 5	
6. Número de Tara	No.	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
7. Peso Tara + Suelo Húmedo (g):	P1 (g)	72,31	70,61	74,59	73,78	59,72	57,64	55,22	60,87	-	-
8. Peso Tara + Suelo Seco (g):	P2 (g)	68,76	67,09	68,33	67,70	53,40	51,68	48,57	53,65	-	-
9. Peso Tara (g):	P3 (g)	14,19	14,70	14,51	14,20	13,78	15,24	13,54	16,51	-	-
10. Peso del Agua (g): =(7)-(8)	P_W (g)	3,55	3,52	6,26	6,08	6,32	5,96	6,65	7,22	-	-
11. Peso Suelo Seco (g): = (8)-(9)	P_S (g)	54,57	52,39	53,82	53,50	39,62	36,44	35,03	37,14	-	-
12. Humedad (%): = (10)/(11) x 100	W (%)	6,51	6,72	11,63	11,36	15,95	16,36	18,98	19,44	-	-
Humedad Promedio (W%)	W_{Prom} (%)	6,61		11,50		16,15		19,21		-	

DENSIDAD SECA	UND.	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
13. Densidad seca : $\frac{\quad)x100}{100 + (12)}$	(g/cm^3)	1,698	1,831	1,793	1,660	-



DATOS DE LA GRANULOMETRIA			
% Retenenido Acumulado Gruesos > 4"	% Pasante Finos < 4"	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O.	CLASIFICACIÓN U.S.C
-	-	-	-

RESULTADOS DE LA COMPACTACIÓN	
Máx. Dens. Seca	Optimo cont. de humedad (%)
1,838	13,0

CONDICIONES AMBIENTALES
24,6 °C Temperatura
64 %HR Humedad Relativa

INSTRUMENTO UTILIZADO	MARCA	REFERENCIA	SERIAL	FECHA CALIBRACIÓN
BALANZA ELECTRÓNICA DIGITAL	OHAUS	T21P	8035430241	14/05/2026
BALANZA ELECTRÓNICA DIGITAL	OHAUS	SP602	B438049807	14/05/2026
HORNO ELECTRICO DIGITAL	MEISTER	AC-901	435	15/05/2026

FECHA EMISIÓN DE INFORME	ELABORÓ	REVISÓ Y APROBÓ		Código: FT-GCA-ELC-01
3/07/2026	G. Sarmiento Coordinador de Ingeniería	O. Muñoz Director Téc. Ing. Civil - TP: 151037-	GEOTECK FIRMA Y SELLO	Formato: V2.1 26/06/2024

GEOTECK
www.geoteck.co

REGISTRO

COMPACTACIÓN PARA CBR

ASTM D1883 ≈ NTP 339.145 ≈ INV. E - 148

PROYECTO:

"AUNAR ESFUERZOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO Y DEMÁS OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA CARRERA 4, EN LA CALLE 5 ENTRE CARRERAS 4 Y 5, DEL BARRIO PABLO VI; Y EN LA CARRERA 23 ENTRE CALLES 3 SUR Y 4 SUR Y LA CARRERA 25 ENTRE CALLES 4 SUR Y 5 SUR, DEL BARRIO JOSÉ ANTONIO GALÁN, DEL MUNICIPIO DE SAN GIL, SANTANDER".

CLIENTE: SECRETARÍA DE CONTROL URBANO E INFRAESTRUCTURA DE SAN GIL — **FECHA MUESTREO:** 2026-06-26

LOCALIZACIÓN: BARRIO JOSE ANTONIO GALAN - SANGIL SANTANDER. — **ID MUESTRA:** M-01 — **FECHA ENSAYO:** 2026-07-01

ID SITIO: CRA 25 ENTRE LAS CLL 4SUR Y 5 SUR — **CÓDIGO MUESTRA:** CRA 25 ENTRE LA — **PROFUNDIDAD MUESTRA (m):**

LABORATORISTA: W, Afanador — **INICIO:** 0,20 — **FIN:** 0,50

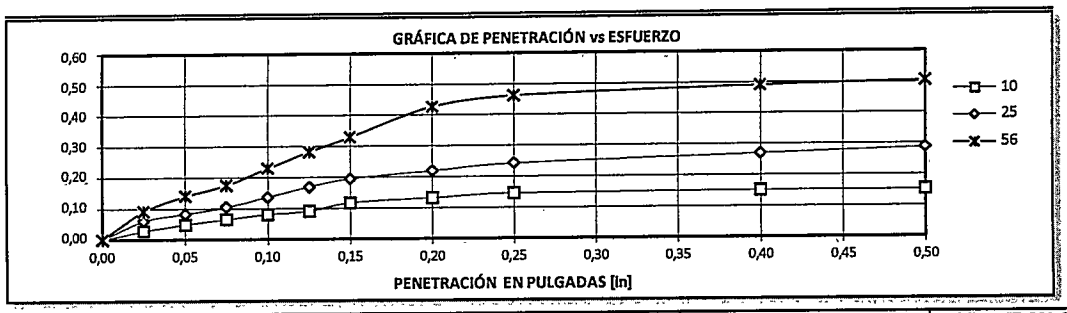
Prueba No.:	1	2	3
Número de golpes:	10	25	56
Molde No.:	P5	P1	P6
Diámetro molde:	15,24	15,14	15,31
Altura molde:	17,89	17,93	17,85

DENSIDAD HÚMEDA	UND.	P1	P2	P3
1. Peso molde y suelo húmedo:	[g]	8119,0	8354,0	8719,0
2. Peso molde:	[g]	3915,0	3902,0	3944,0
3. Peso suelo húmedo = (1)-(2):	[g]	4204,0	4452,0	4775,0
4. Volúmen molde:	[cm³]	2144,3	2123,4	2156,7
5. Densidad húmeda = (3)/(4):	[g/cm³]	**1,961**	**2,097**	**2,214**

HUMEDAD DE COMPACTACIÓN	UND.	P1		P2		P3	
6. Recipiente No.	#	47	32	20	90	4	12
7. Peso tara y suelo húmedo:	[g]	46,60	51,19	44,29	47,12	50,06	53,19
8. Peso tara y suelo seco:	[g]	42,51	46,38	40,05	42,33	44,29	47,00
9. Peso tara:	[g]	13,25	12,89	14,11	12,63	13,45	14,39
10. Peso agua = (7)-(8):	[g]	4,09	4,81	4,24	4,79	5,77	6,19
11. Peso suelo seco = (8)-(9):	[g]	29,26	33,49	25,94	29,70	30,84	32,61
12. Humedad = (10)/(11) x 100:	[%]	**13,98**	**14,36**	**16,35**	**16,13**	**18,71**	**18,98**
Humedad Promedio W_{prom}	[%]	**14,17**		**16,24**		**18,85**	
13. DENSIDAD SECA:	[g/cm³]	**1,717**		**1,804**		**1,863**	

HUMEDAD DE PENETRACIÓN	UND.	P1		P2		P3	
Recipiente No.	#	31	88	3	7	71	91
Peso tara y suelo húmedo:	[g]	50,22	46,51	48,87	47,39	50,95	54,43
Peso tara y suelo seco:	[g]	45,32	42,28	43,69	42,26	43,87	47,02
Peso tara:	[g]	13,38	15,11	14,05	14,02	12,05	13,57
Peso agua:	[g]	4,90	4,23	5,18	5,13	7,08	7,41
Peso suelo seco:	[g]	31,94	27,17	29,64	28,24	31,82	33,45
Humedad:	[%]	**15,34**	**15,57**	**17,48**	**18,17**	**22,25**	**22,15**
Humedad Promedio W_{prom}:	[%]	**15,45**		**17,82**		**22,20**	

EXPANSIÓN TOTAL %		0,51		0,33		0,17	
PENETRACION		Carga (Fuerza)	Esfuerzo	Carga (Fuerza)	Esfuerzo	Carga (Fuerza)	Esfuerzo
Pulgadas (In)	(mm)	kN	MPa	kN	MPa	kN	MPa
0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
0,025	0,635	0,050	0,03	0,110	0,06	0,169	0,09
0,050	1,270	0,090	0,05	0,150	0,08	0,260	0,14
0,075	1,905	0,120	0,06	0,190	0,10	0,325	0,17
0,100	2,540	0,150	0,08	0,250	0,14	0,429	0,23
0,125	3,175	0,170	0,09	0,310	0,17	0,533	0,28
0,150	3,810	0,220	0,12	0,360	0,19	0,624	0,33
0,200	5,080	0,250	0,13	0,410	0,22	0,819	0,43
0,250	6,350	0,280	0,15	0,460	0,24	0,897	0,46
0,400	10,160	0,300	0,15	0,530	0,27	0,988	0,49
0,500	12,700	0,310	0,15	0,580	0,29	1,040	0,50
ESFUERZO [MPa] — DÍAS DE INMERSIÓN:		4		4		4	
HUMEDAD DE PENETRACION %		15,45		17,82		22,20	
C. B. R. SIN CORREGIR a 0,1" (%)		**1,2**		**2,0**		**3,3**	
C. B. R. SIN CORREGIR a 0,2" (%)		**1,3**		**2,1**		**4,1**	



FECHA EMISIÓN DE INFORME	ELABORÓ	REVISÓ Y APROBÓ		Código: FT-GCA-CBR-01
3/07/2026	G. Sarmiento Coordinador de Ingeniería	O. Muñoz Director Téc. Ing. Civil - TP: 151037-0620510 STD	GEOTECK FIRMA Y SELLO	Formato: V3.0 22/03/2024

GEOTECK
www.geoteck.co

CURVA DE COMPACTACIÓN

ENSAYO CBR DE LABORATORIO

ASTM D1883 ≈ NTP 339.145 ≈ INV. E - 148

PROYECTO: 'AUNAR ESFUERZOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO Y DEMÁS OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA CARRERA 4, EN LA CALLE 5 ENTRE CARRERAS 4 Y 5, DEL BARRIO PABLO VI; Y EN LA CARRERA 23 ENTRE CALLES 3 SUR Y 4 SUR Y LA CARRERA 25 ENTRE CALLES 4 SUR Y 5 SUR, DEL BARRIO JOSÉ ANTONIO GALÁN, DEL MUNICIPIO DE SAN GIL, SANTANDER".

CLIENTE: SECRETARÍA DE CONTROL URBANO E INFRAESTRUCTURA DE SAN GIL

ID SITIO: CRA 25 ENTRE LAS CLL 4SUR Y 5 SUR

FECHA MUESTREO: 2026-06-26

LOCALIZACIÓN BARRIO JOSE ANTONIO GALAN - SANGIL SANTANDER.

ID MUESTRA: M-01

PROFUNDIDAD MUESTRA (m):

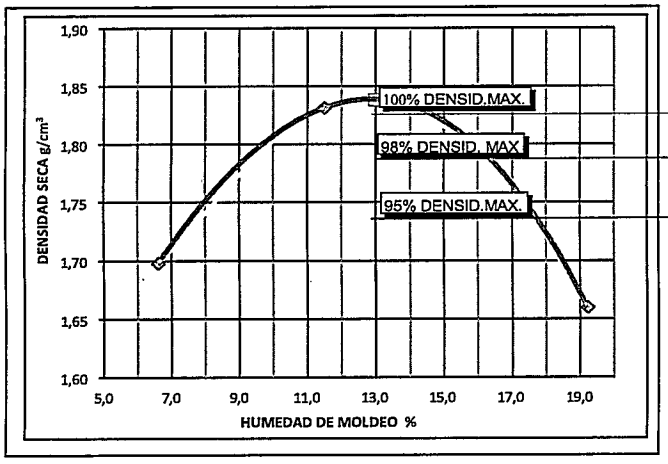
FECHA ENSAYO: 2026-07-01

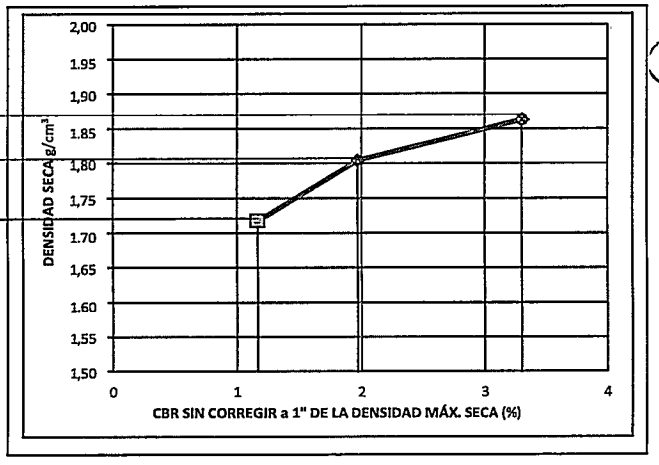
LABORATORISTA: W, Afanador

CÓDIGO MUESTRA: NTRE LAS CLL 4S Y

INICIO: 0,20

FIN: 0,50





LIMITE LIQUIDO (%): - [%]

INDICE PLASTICIDAD (%): - [%]

DENSIDAD MAXIMA (%): 1,838 [g/cm³]

HUMEDAD OPTIMA (%): 13,00 [%]

U.S.C.S : -

A.A.S.H.T.O. : -

C.B.R a 0,1" CORREGIDO al (100%): 3,19

C.B.R a 0,1" CORREGIDO al (98%): 2,28

C.B.R a 0,1" CORREGIDO al (95%): 0,97

OBSERVACIONES:

FECHA EMISIÓN DE INFORME	ELABORÓ	REVISÓ Y APROBÓ		*Código: FT-GCA-CBR-02*
3/07/2026	G. Sarmiento Coordinador de Ingeniería	O. Muñoz Director Téc. Ing. Civil - TP: 151037-0620510 STD	GEOTECK FIRMA Y SELLO	Formato: V2.0 22/03/2024

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 • Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

F-37033-005 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Equipo *Instrument*	MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
Fabricante *Manufacturer*	PINZUAR
Modelo *Model*	PS-91
Número de Serie *Serial Number*	2211109528 // 130
Identificación Interna *Internal Identification*	LB-063
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	50 kN
Solicitante *Customer*	GEOTECK SM S.A.S
Dirección *Address*	Calle 27 No. 5 - 57, Piso 2, Barrio Villas Del Fonce
Ciudad *City*	San Gil - Santander
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2026 – 05 – 14
Fecha de Emisión *Date of issue*	2026 – 05 – 20
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	04

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.

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 ***(Certificado Firmado Digitamente)***
Signatures Authorizing the Certificate *(Digitaly Signed Certificate)*

Ing. Juan David Castro
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Ing. Daniel Santiago Cely
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 • Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

DATOS TÉCNICOS

Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
Resolución	0,01 kN
Apreciación	0,01 kN
Clase	1,0
Límite Inferior de la Escala	2 kN
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

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La actividad se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia iniciando con la inspección del equipo y encontrándose como apto para la ejecución de las mediciones correspondientes. El proceso se inicia ejecutando las precargas hasta la carga máxima del equipo. A continuación, se realizaron mediciones en los valores de fuerza discretos acordados con el cliente ejecutando el método comparación directa con fuerza indicada constante, en el que se lleva la indicación del equipo al valor de fuerza objetivo y se registran las lecturas del patrón. Cada lectura tomada se encuentra registrada en las tablas 1 y 2. Es importante destacar que se mantuvo una variación de temperatura inferior a 2°C en cada serie de mediciones realizadas.

Durante el proceso de precargas, se identificó la necesidad de ajustar la indicación del equipo. Por lo tanto, en la Tabla 1 se registra el estado en el que se recibió inicialmente el equipo, mientras que en la Tabla 2 se muestra cómo se entregará al cliente después del ajuste. Es relevante mencionar que el ajuste de indicación se llevó a cabo únicamente con la previa autorización del cliente.

Tabla 1.
Indicaciones registardas durante las precargas, previas a ejecutar el ajuste de indicación.

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón			Promedio	Errores Relativos	
		S_1	S_2	S_3	$S_{1,2\,y\,3}$	Indicación	Repetibilidad
		Ascendente	Ascendente	Ascendente		*q*	*b*
≈ %	kN	kN	kN	kN	kN	%	%
20,0	10,00	10,133 7	10,134 8	10,136 1	10,134 83	-1,33	0,023
50,0	25,00	25,159 9	25,161 6	25,164 0	25,161 87	-0,64	0,016
100,0	50,00	50,178 8	50,180 8	50,184 2	50,181 27	-0,36	0,011

Tabla 2.
Indicaciones como se entrega de la máquina

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	$S_{1,2\,y\,3}$
		Ascendente	Ascedente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	
≈ %	kN	kN	kN	—	kN	—	kN
20,0	10,00	9,997 26	10,000 1	—	9,999 43	—	9,998 926
30,0	15,00	14,983 1	14,985 9	—	14,987 6	—	14,985 54
40,0	20,00	19,986 9	19,988 7	—	19,990 6	—	19,988 76
50,0	25,00	24,985 2	24,987 6	—	24,990 0	—	24,987 60
60,0	30,00	29,984 4	29,987 0	—	29,988 5	—	29,986 65
70,0	35,00	34,975 0	34,978 9	—	34,980 4	—	34,978 11
80,0	40,00	39,974 9	39,977 7	—	39,979 6	—	39,977 40
90,0	45,00	44,970 3	44,973 2	—	44,976 4	—	44,973 30
100,0	50,00	49,980 4	49,983 2	—	49,986 0	—	49,983 18

Tabla 3.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de la indicación de cero residual obtenida tras la descarga del IBC.

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

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura I Humedad Relativa

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC		Error Relativo de ...			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p=95,45\%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	b	v	a	U		
≈ %	kN	%	%	%	%	kN	%	—
20,0	10,00	0,01	0,028	—	0,100	0,011	0,11	2,01
30,0	15,00	0,096	0,031	—	0,067	0,011	0,070	2,01
40,0	20,00	0,056	0,019	—	0,050	0,011	0,056	2,01
50,0	25,00	0,050	0,019	—	0,040	0,011	0,043	2,01
60,0	30,00	0,045	0,014	—	0,033	0,012	0,041	2,01
70,0	35,00	0,063	0,016	—	0,029	0,013	0,036	2,01
80,0	40,00	0,057	0,012	—	0,025	0,017	0,041	2,01
90,0	45,00	0,059	0,014	—	0,022	0,018	0,039	2,01
100,0	50,00	0,034	0,011	—	0,020	0,016	0,031	2,01

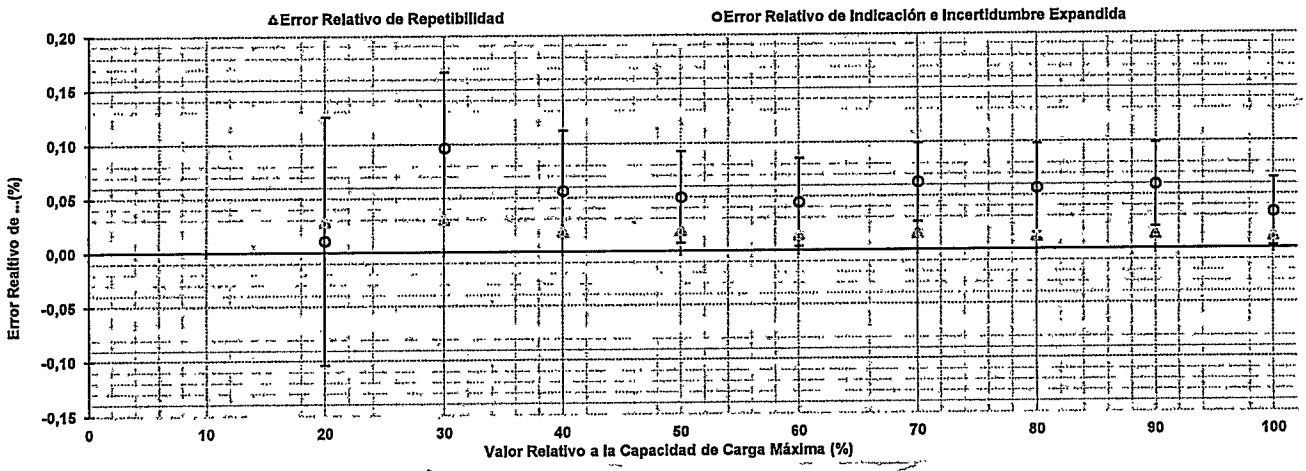


Figura 1. Representación gráfica de los resultados de la Calibración del IBC.

Tabla 5.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza corregida a partir de los resultados reportados. Donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de la indicación mostrada por el IBC.

$$F = A + (B * x) + (C * x^2) + (D * x^3)$$

A	B	C	D
-3,923 885 E-03	1,000 293 E00	-4,528 731 E-05	6,626 971 E-07

El usuario es responsable de la inclusión y cálculo de los aportes de la fuente de incertidumbre al utilizar esta ecuación en sus mediciones .

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de ensayos de la empresa GEOTECK SM S.A.S ubicada en San Gil - Santander. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	25,6 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	25,2 °C
Humedad Relativa Máxima:	65 % hr	**Humedad Relativa Mínima:**	61 % hr

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura I Humedad Relativa

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 • Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de medición declarada se expresa como la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde a aproximadamente el 95%. 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.

El factor de cobertura, k, reportado en la Tabla 4 es coherente con el tipo de distribución de probabilidad dominante en la estimación de la incertidumbre de medición.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificados de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, se pueden descargar accediendo al enlace del código QR.

Equipo de Referencia	Modelo	No. Serie	Clase	Certificado de Calibración	Próxima Calibración
Transductor de Fuerza 50 kN	Tipo S	CI: 017404	0.5	7551del INM de Colombia	2026-10

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 la escala de la máquina de ensayo. Según 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	1,0	1,0	1,50	0,10	0,50
2	2,0	2,0	3,00	0,20	1,00
3	3,0	3,0	4,50	0,30	1,50

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

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma (,) como separador decimal.
2. Los valores de fuerza en los que se ha ejecutado la calibración fueron acordados y aprobados con el cliente.
3. En cualquier caso, la máquina de ensayos 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
4. Se adjunta etiqueta de calibración No. **F-37033-005**

Fin del Certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura I Humedad Relativa

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 • Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE **METROLOGÍA**

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

M-37033-001 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Equipo *Instrument*	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante *Manufacturer*	OHAUS
Modelo *Model*	SP602
Número de serie *Serial Number*	B438049807
Identificación interna *Internal Identification*	LB-001
Carga máxima *Maximum load*	600 g
Solicitante *Customer*	GEOTECK SM S.A.S
Dirección *Address*	Calle 27 No. 5 - 63 piso 1
Ciudad *City*	San Gil - Santander
Fecha de calibración *Date of calibration*	2026 – 05 – 14
Fecha de emisión *Date of issue*	2026 – 05 – 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 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 *(certificado firmado digitalmente)*
Signatures Authorizing the Certificate (digitally signed certificate)

Tecg. Francisco Duran Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología

AUDITOR DE METROLOGÍA
Tecg. Jaiver Arnulfo López
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Certificado firmado digitalmente

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE **METROLOGÍA**

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

DATOS TÉCNICOS

Método empleado	Comparación Directa
Número de serie	B438049807
Identificación interna	LB-001
Resolución	0,01 g
Intervalo calibrado	0,2 g a 600 g
Documento de referencia	Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático SIM MWG7/cg-01/V.00 Año 2009

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% -----
0,20	0,20	0,20	0,00	0,00	0,008 2	2,01
10,00	10,00	10,00	0,00	0,00	0,008 2	2,01
20,00	20,00	20,00	0,00	0,00	0,008 2	2,01
50,00	50,00	50,00	0,00	0,00	0,008 3	2,01
100,00	99,99	100,00	- 0,01	0,00	0,008 7	2,01
200,00	199,99	200,00	- 0,01	0,00	0,010	2,00
300,00	300,00	300,00	0,00	0,00	0,012	2,00
400,00	400,00	400,00	0,00	0,00	0,014	2,01
500,00	500,00	500,00	0,00	0,00	0,017	2,01
600,00	600,00	600,00	0,00	0,00	0,019	2,01

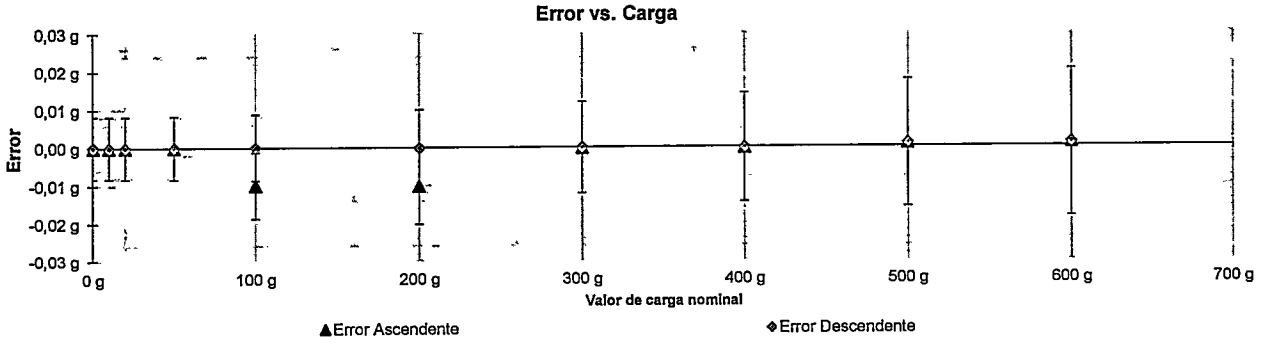


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

[1] *Factor de cobertura*

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura I Humedad Relativa

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 • Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE **METROLOGÍA**

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

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 lugar 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	200 g	
Posición	**Indicación del instrumento**	**Diferencia respecto al centro**
----	**g**	**g**
1	199,99	----
2	199,99	0,00
3	200,00	0,01
4	200,00	0,01
5	199,99	0,00
Diferencia máxima respecto al centro		**0,01**

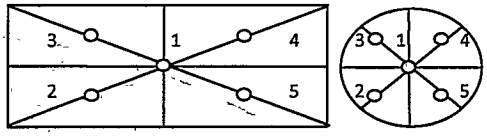


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

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			
	300 g		**600 g**	
Cantidad de repeticiones	**Indicación del instrumento**			
1	300,00		600,00	
2	300,00		600,00	
3	300,00		600,00	
4	300,00		600,00	
5	300,00		600,00	
6	300,00		600,00	
7	300,00		600,00	
8	300,00		600,00	
9	300,00		600,00	
10	300,00		600,00	
Desviación estándar	**0,000 0**	**g**	**0,000 0**	**g**

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue Laboratorio de ensayos, GEOTECK SM S.A.S.; San Gil - Santander. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura máxima:	26,7 °C	**Temperatura mínima:**	26,4 °C
Humedad máxima:	58 % HR	**Humedad mínima:**	55 % HR
Presión barométrica máxima:	841,9 hPa	**Presión barométrica mínima:**	841,5 hPa

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 • Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

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.

$R_{corregida} = R - E_{aprox}$ $\quad E_{aprox} =$ -8,09 E-06 · R

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

$u^2(W) =$ 1,67 E-05 + 9,12 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 METROLÓGICA

El/Los certificado(s) reportados(s) en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas.
El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan posteriormente se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

Equipo	Fabricante	Certificado(s) de calibración	Fecha(s) de calibración
Pesas clase F1	Pinzuar	M-36206-001 Pinzuar M-11847 Unión Metrológica	2026-01-27 2026-02-11
Láminas clase F1	Pinzuar	M-10954 Unión Metrológica	2025-05-14

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. Las cargas de prueba utilizadas en los ensayos de excentricidad, repetibilidad y errores de las indicaciones fueron acordados y aprobados por el cliente
5. la calibración puede dejar de ser válida si el instrumento es trasladado a un lugar distinto del que fue calibrado
6. Se adjunta la estampilla de calibración **No.** **M-37033-001**

Fin del certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura I Humedad Relativa

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE **METROLOGÍA**

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

M-37033-002 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Equipo *Instrument*	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante *Manufacturer*	OHAUS
Modelo *Model*	T21P
Número de serie *Serial Number*	8035430241
Identificación interna *Internal Identification*	LB-004
Carga máxima *Maximum load*	20 kg
Solicitante *Customer*	GEOTECK SM S.A.S
Dirección *Address*	Calle 27 No. 5 - 63 piso 1
Ciudad *City*	San Gil - Santander
Fecha de calibración *Date of calibration*	2026 – 05 – 14
Fecha de emisión *Date of issue*	2026 – 05 – 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 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 *(certificado firmado digitalmente)*
Signatures Authorizing the Certificate (digitally signed certificate)

Tecg. Francisco Duran Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Tecg. Jaiver Arnulfo López
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Certificado firmado digitalmente

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 • Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE **METROLOGÍA**

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

DATOS TÉCNICOS

Método empleado	Comparación Directa
Número de serie	8035430241
Identificación interna	LB-004
Resolución	0,001 kg
Intervalo calibrado	0,02 kg a 20 kg
Documento de referencia	Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático SIM MWG7/cg-01/V.00 Año 2009

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%
0,020	0,020	0,020	0,000	0,000	0,001 3	2,10
1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,001 3	2,10
2,000	2,000	2,000	0,000	0,000	0,001 3	2,10
5,000	5,000	5,000	0,000	0,000	0,001 3	2,10
8,000	8,000	8,000	0,000	0,000	0,001 3	2,10
10,000	10,000	9,999	0,000	- 0,001	0,001 3	2,10
12,000	12,000	11,999	0,000	- 0,001	0,001 3	2,10
15,000	15,000	14,999	0,000	- 0,001	0,001 3	2,10
18,000	18,000	17,999	0,000	- 0,001	0,001 3	2,10
20,000	20,000	19,999	0,000	- 0,001	0,001 3	2,10

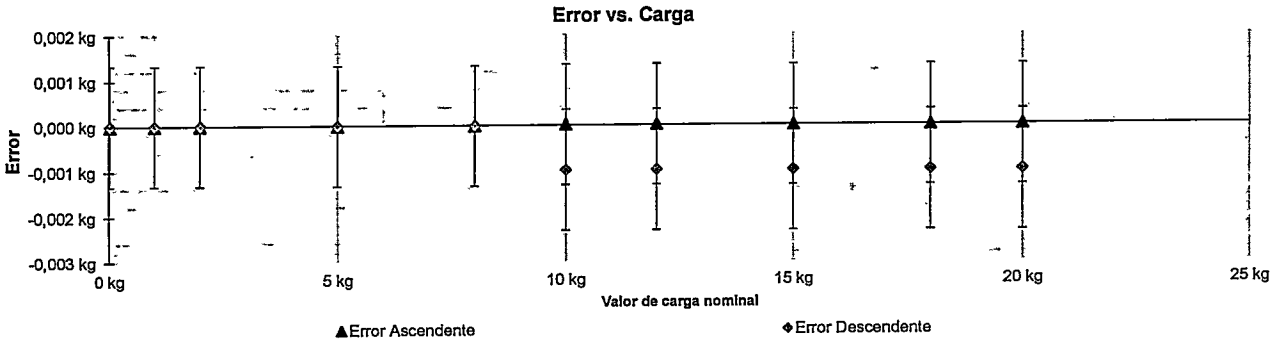


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

[1] *Factor de cobertura*

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura I Humedad Relativa

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 • Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE **METROLOGÍA**

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

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 lugar 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 kg	Diferencia respecto al centro kg
1	7,000	——
2	7,000	0,000
3	7,000	0,000
4	7,000	0,000
5	7,000	0,000
Diferencia máxima respecto al centro		**0,000**

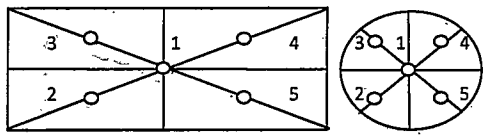


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

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	
1	10,000	20,000
2	10,001	20,000
3	10,000	20,001
4	10,000	20,000
5	10,001	20,000
6	10,000	20,000
7	10,000	20,001
8	10,000	20,001
9	10,000	20,000
10	10,000	20,000
Desviación estándar	**0,000 42 kg**	**0,000 48 kg**

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue Laboratorio de ensayos, GEOTECK SM S.A.S.; San Gil - Santander. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura máxima:	26,4 °C	**Temperatura mínima:**	26,2 °C
Humedad máxima:	59 % HR	**Humedad mínima:**	57 % HR
Presión barométrica máxima:	843,5 hPa	**Presión barométrica mínima:**	843,2 hPa

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE **METROLOGÍA**

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

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.

$R_{corregida} = R - E_{aprox}$ $E_{aprox} =$ 4,70 E-07 · R

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

$u^2(W) =$ 4,00 E-07 + 7,53 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 METROLÓGICA

El/Los certificado(s) reportados(s) en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas.
El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan posteriormente se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

Equipo	Fabricante	Certificado(s) de calibración	Fecha(s) de calibración
Pesas clase F1	Pinzuar	M-36206-001 Pinzuar M-11847 Unión Metrológica	2026-01-27 2026-02-11

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. Las cargas de prueba utilizadas en los ensayos de excentricidad, repetibilidad y errores de las indicaciones fueron acordados y aprobados por el cliente
5. la calibración puede dejar de ser válida si el instrumento es trasladado a un lugar distinto del que fue calibrado
6. Se adjunta la estampilla de calibración **No.** **M-37033-002**

Fin del certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura I Humedad Relativa

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

M-37033-003 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Equipo *Instrument*	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante *Manufacturer*	OHAUS
Modelo *Model*	SP4001
Número de serie *Serial Number*	B443165253
Identificación interna *Internal Identification*	LB-002
Carga máxima *Maximum load*	4000 g
Solicitante *Customer*	GEOTECK SM S.A.S
Dirección *Address*	Calle 27 No. 5 - 63 piso 1
Ciudad *City*	San Gil - Santander
Fecha de calibración *Date of calibration*	2026 – 05 – 14
Fecha de emisión *Date of issue*	2026 – 05 – 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 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 *(certificado firmado digitalmente)*
Signatures Authorizing the Certificate (digitally signed certificate)

Tecg. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Tecg. Jaiver Arnulfo López
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Certificado firmado digitalmente

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 • Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE **METROLOGÍA**

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

DATOS TÉCNICOS

Método empleado	Comparación Directa
Número de serie	B443165253
Identificación interna	LB-002
Resolución	0,1 g
Intervalo calibrado	2 g a 4000 g
Documento de referencia	Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático SIM MWG7/cg-01/V.00 Año 2009

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% -----
2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	0,082	2,01
200,0	200,0	200,0	0,0	0,0	0,082	2,01
500,0	500,0	500,0	0,0	0,0	0,084	2,01
1 000,0	1 000,0	1 000,0	0,0	0,0	0,091	2,00
1 500,0	1 500,0	1 500,0	0,0	0,0	0,10	2,00
2 000,0	2 000,0	2 000,0	0,0	0,0	0,11	2,00
2 500,0	2 500,0	2 500,0	0,0	0,0	0,13	2,01
3 000,0	3 000,0	2 999,9	0,0	- 0,1	0,14	2,01
3 500,0	3 499,9	3 499,9	- 0,1	- 0,1	0,16	2,01
4 000,0	3 999,9	3 999,9	- 0,1	- 0,1	0,18	2,01

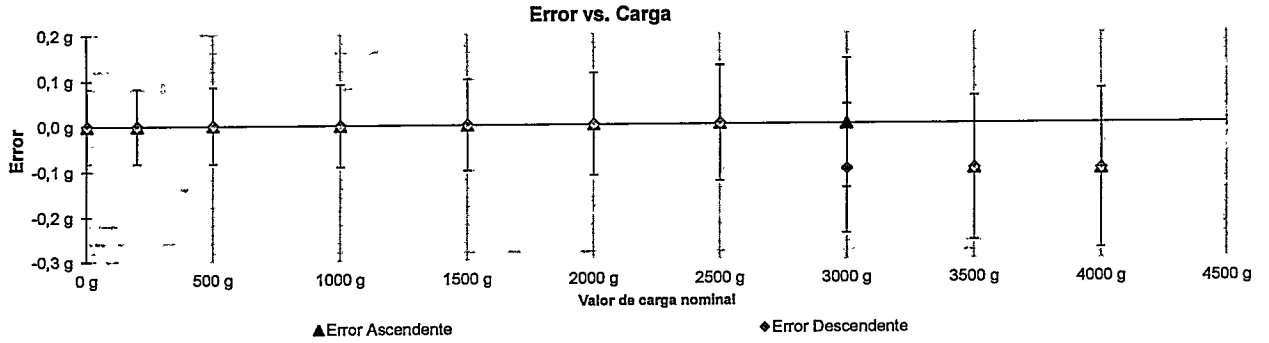


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

[1] *Factor de cobertura*

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 • Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE **METROLOGÍA**

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

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 lugar 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	1500 g

Posición	Indicación del instrumento	Diferencia respecto al centro
----	g	g
1	1 500,0	----
2	1 500,1	0,1
3	1 500,0	0,0
4	1 500,0	0,0
5	1 500,0	0,0
Diferencia máxima respecto al centro		**0,1**

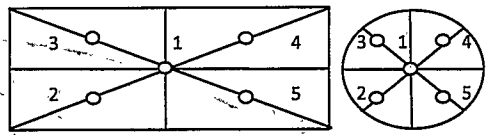


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

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			
	2000 g		4000 g	
Cantidad de repeticiones	Indicación del instrumento			
1	2000,0		3999,9	
2	2000,0		3999,9	
3	2000,0		3999,9	
4	2000,0		3999,9	
5	2000,0		3999,9	
6	2000,0		3999,9	
7	2000,0		3999,9	
8	2000,0		3999,9	
9	2000,0		3999,9	
10	2000,0		3999,9	
Desviación estándar	**0,000**	**g**	**0,000**	**g**

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue Laboratorio de ensayos, GEOTECK SM S.A.S.; San Gil - Santander. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura máxima:	25,9 °C	**Temperatura mínima:**	25,7 °C
Humedad máxima:	59 % HR	**Humedad mínima:**	57 % HR
Presión barométrica máxima:	842,5 hPa	**Presión barométrica mínima:**	842,3 hPa

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura I Humedad Relativa

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 • Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE **METROLOGÍA**

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

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.

$R_{corregida} = R - E_{aprox}$ $E_{aprox} =$ -1,03 E-05 · R

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

$u^2(W) =$ 1,67 E-03 + 6,75 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 METROLÓGICA

El/Los certificado(s) reportados(s) en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas.
El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan posteriormente se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

Equipo	Fabricante	Certificado(s) de calibración	Fecha(s) de calibración
Pesas clase F1	Pinzuar	M-36206-001 Pinzuar M-11847 Unión Metrológica	2026-01-27 2026-02-11

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. Las cargas de prueba utilizadas en los ensayos de excentricidad, repetibilidad y errores de las indicaciones fueron acordados y aprobados por el cliente
5. la calibración puede dejar de ser válida si el instrumento es trasladado a un lugar distinto del que fue calibrado
6. Se adjunta la estampilla de calibración **No.** **M-37033-003**

Fin del certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura I Humedad Relativa

GEOTECK
www.geoteck.co

INFORME DE ENSAYO

PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO EN APLICACIONES A POCA PROFUNDIDAD

ASTM D6951 ≈ INV. E - 172

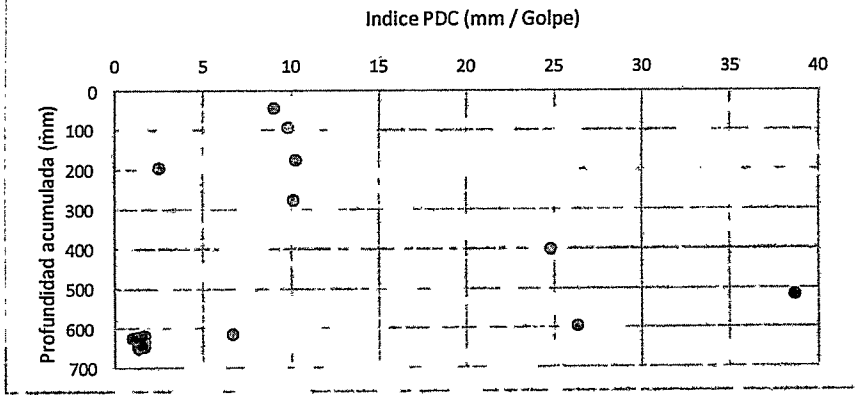
PROYECTO:	"AUNAR ESFUERZOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADC Y DEMÁS OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA CARRERA 4, EN LA CALLE 5 ENTRE CARRERAS 4 Y 5, DEL BARRIO PABLO VI; Y EN LA CARRERA 23 ENTRE CALLES 3 SUR Y 4 SUR Y LA CARRERA 25 ENTRE CALLES 4 SUR Y 5 SUR, DEL BARRIO JOSÉ ANTONIO GALÁN, DEL MUNICIPIO DE SAN GIL, SANTANDER".	**FECHA INICIO:**	25/06/2026	**EJECUTÓ:**	Jenny Ariza
CLIENTE:	SECRETARÍA DE CONTROL URBANO E INFRAESTRUCT	**FECHA FIN:**	25/06/2026		
ESTE (m):	4985194	**ID SITIO:**	CARRERA 23 ENTRE LAS CALLES 3 SUR Y 4 SUR.		
NORTE (m):	2280822	**SECTOR:**	BARRIO JOSE ANTONIO GALAN		
COTA (msnm):	1273	**PESO MARTILLO:**	8kg		
PROYECCIÓN:	MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL				

INFORME DE ENSAYO

FORMATO DE REGISTRO DE DATOS DEL PDC

1	2	3	4	5	6	7	8
Número de golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor del martillo	Indice PDC (mm/golpe)	CBR (%) (Cuerpo de ingenieros USA)	CBR (%) (Kleyn)
5	45	45	9	1	9	0,73	25,73
5	94	49	9,80	1	9,80	0,61	23,08
8	176	82	10,25	1	10,25	0,56	21,79
8	196	20	2,50	1	2,50	9,41	132,61
8	277	81	10,13	1	10,13	0,57	22,13
5	401	124	24,80	1	24,80	0,10	7,03
3	517	116	38,67	1	38,67	0,04	3,98
3	596	79	26,33	1	26,33	0,08	6,51
3	616	20	6,67	1	6,67	1,32	37,79
3	621	5	1,67	1	1,67	21,17	222,84
3	625	4	1,33	1	1,33	33,08	296,50
3	628	3	1,00	1	1,00	58,80	428,50
3	632	4	1,33	1	1,33	33,08	296,50
3	637	5	1,67	1	1,67	21,17	222,84
3	641	4	1,33	1	1,33	33,08	296,50
3	645	4	1,33	1	1,33	33,08	296,50
3	650	5	1,67	1	1,67	21,17	222,84
3	654	4	1,33	1	1,33	33,08	296,50

Perfil del Índice de Penetración Dinámica (DCPI)



OBSERVACIONES: Ensayo realizado sobre vía terciaria de lleno antrópico, compactada por el transito vehicular, realizado desde cota cero (superficie).
Los valores extremadamente altos deben interpretarse como un estrato de muy alta capacidad portante y no como un valor de diseño literal.

FECHA EMISIÓN DE INFORME	ELABORÓ	REVISÓ Y APROBÓ		Código: FT-GCA-DCA-01
27/06/2026	G. Sarmiento Coordinador de Ingeniería	O. Muñoz Director Téc. Ing. Civil - TP: 151037-0620510 STD	GEOTECK FIRMA Y SELLO	Formato: V1.0 22/07/2025

GEOTECK
www.geoteck.co

INFORME DE ENSAYO

PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO EN APLICACIONES A POCA PROFUNDIDAD

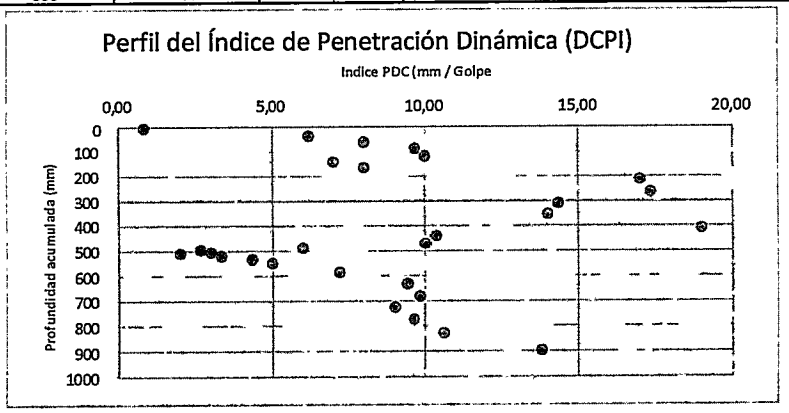
ASTM D6951 ≈ INV. E - 172

PROYECTO:	"AUNAR ESFUERZOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO Y DEMÁS OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA CARRERA 4, EN LA CALLE 5 ENTRE CARRERAS 4 Y 5, DEL BARRIO PABLO VI; Y EN LA CARRERA 23 ENTRE CALLES 3 SUR Y 4 SUR Y LA CARRERA 25 ENTRE CALLES 4 SUR Y 5 SUR, DEL BARRIO JOSÉ ANTONIO GALÁN, DEL MUNICIPIO DE SAN GIL, SANTANDER".	FECHA INICIO:	25/06/2026	EJECUTÓ:	Jenny Ariza
CLIENTE:		FECHA FIN:	25/06/2026		
ESTE (m):	4985089	ID SITIO:	CARRERA 25 ENTRE LAS CALLES 4 SUR Y 5 SUR		
NORTE (m):	2280722	SECTOR:	BARRIO JOSE ANTONIO GALAN		
COTA (msnm):	1294	PESO MARTILLO:	8kg		
PROYECCIÓN:	MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL				

INFORME DE ENSAYO

FORMATO DE REGISTRO DE DATOS DEL PDC

1	2	3	4	5	6	7	8
Número de golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor del martillo	Indice PDC (mm/golpe)	CBR (%) (Cuerpo de ingenieros USA)	CBR (%) (Kleyn)
6	5	5	0,83	1	0,83	84,67	541,13
5	36	31	6,20	1	6,20	1,53	41,47
3	60	24	8,00	1	8,00	0,92	29,92
3	89	29	9,67	1	9,67	0,63	23,49
3	119	30	10,00	1	10,00	0,59	22,49
3	140	21	7,00	1	7,00	1,20	35,50
3	164	24	8,00	1	8,00	0,92	29,92
3	215	51	17,00	1	17,00	0,20	11,40
3	267	52	17,33	1	17,33	0,20	11,12
3	310	43	14,33	1	14,33	0,29	14,18
3	352	42	14,00	1	14,00	0,30	14,62
3	409	57	19,00	1	19,00	0,16	9,89
3	440	31	10,33	1	10,33	0,55	21,56
3	470	30	10,00	1	10,00	0,59	22,49
3	488	18	6,00	1	6,00	1,63	43,24
3	496	8	2,67	1	2,67	8,27	122,10
3	505	9	3,00	1	3,00	6,53	105,01
3	511	6	2,00	1	2,00	14,70	176,45
3	521	10	3,33	1	3,33	5,29	91,76
3	534	13	4,33	1	4,33	3,13	65,59
3	549	15	5,00	1	5,00	2,35	54,61
5	585	36	7,20	1	7,20	1,13	34,24
5	632	47	9,40	1	9,40	0,67	24,34
5	681	49	9,80	1	9,80	0,61	23,08
5	726	45	9,00	1	9,00	0,73	25,73
5	774	48	9,60	1	9,60	0,64	23,69
5	827	53	10,60	1	10,60	0,52	20,87
5	896	69	13,80	1	13,80	0,31	14,89



OBSERVACIONES Ensayo realizado sobre vía terciaria de lleno antrópico, compactada por el transito vehicular, realizado desde cota cero (superficie).
Los valores extremadamente altos deben interpretarse como un estrato de muy alta capacidad portante y no como un valor de diseño literal.

FECHA EMISIÓN DE INFORME	ELABORÓ	REVISÓ Y APROBÓ		Código: FT-GCA-DCA-01
27/06/2026	G. Sarmiento Coordinador de Ingeniería	O. Muñoz Director Téc. Ing. Civil - TP: 151037-0620510 STD	GEOTECK FIRMA Y SELLO	Formato: V1.0 22/07/2025

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 • Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE **METROLOGÍA**

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura

T-37033-004 R0

Calibration Certificate - Temperature Laboratory

Equipo *Instrument*	HORNO
Fabricante *Manufacturer*	MEISTER INGENIERIA
Modelo *Model*	AC-901
Número de Serie *Serial Number*	435
Identificación Interna *Internal Identification*	LB-021
Intervalo de Medición *Measurement Range*	Temperatura ambiente a 200 °C
Solicitante *Customer*	GEOTECK SM S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 5 - 63, Piso 1
Ciudad *City*	San Gil - Santander
Fecha de Calibración *Date of Calibration*	2026 – 05 – 15
Fecha de Emisión *Date of Issue*	2026 – 05 – 20
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	05

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. Juan David Castro
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Tecg. Jaiver López Poveda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 • Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE **METROLOGÍA**

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado Comparación Directa
Resolución 0,1 °C
Volumen Total 97,2 L Ver figura 2.
Volumen Útil 77,5 L Ver Figura 2.
Documento de Referencia DKD-R 5-7 Kalibrierung von Klimaschränken Ausgabe 09/2018, Revisión 0

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al medio isotermo en referencia se le efectuó una inspección visual y se determinó que estaba en buen estado. Se establece que el medio presentaba una buena condición para la calibración, luego se procedió a la calibración y caracterización respectiva en los puntos acordados con el cliente ejecutando las pruebas definidas del Método. A) Calibración realizada en el volumen útil abarcado por la ubicación de los sensores en un medio isotermo aire sin carga.

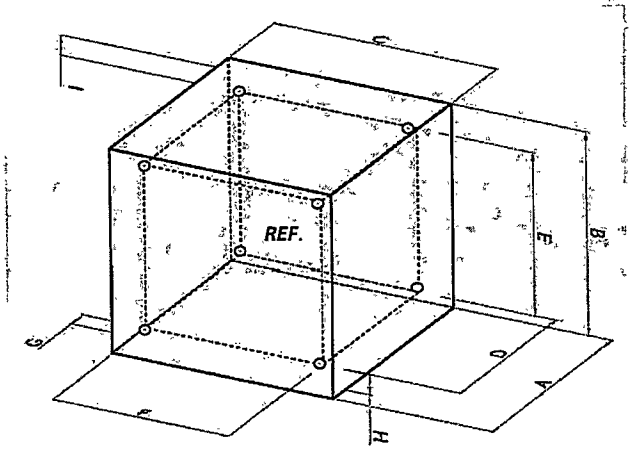


Figura 1. Posición de cada sensor.

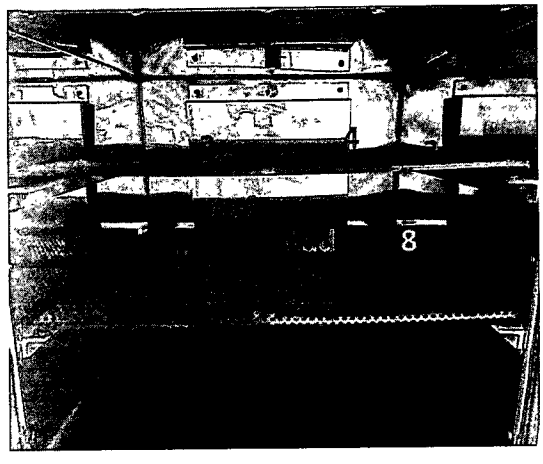


Figura 2. ubicación del montaje de los sensores del IBC.

Tabla 1. Ubicación de cada sensor.

Volumen Total		
A: 48 cm	B: 46 cm	C: 44 cm
Volumen Útil		
D: 45 cm	E: 41 cm	F: 42 cm
Ubicación Volumen Útil		
G: 3 cm	H: 3 cm	I: 4 cm

Tabla 2.
Resultados de la medición de temperatura en posición de referencia

Set Point [1] °C	Indicación Promedio del Patrón °C	Indicación Promedio del IBC °C	Corrección a la Indicación* °C	Incertidumbre Expandida U °C	k p=95,45 % °C
50,0	51,05	50,00	1,1	2,2	2,01
110,0	109,63	110,00	-0,4	2,9	2,01
130,0	128,52	130,00	-1,5	3,3	2,01

*** El cálculo de la corrección a la indicación de medios isotermos líquidos no está descrito en el documento de referencia por lo tanto este valor no está cubierto por el alcance acreditado.**

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura I Humedad Relativa

Tabla 3.
Resultados de la caracterización del volúmen del IBC para 50 °C

Set Point [1]	Uniformidad [3]	Estabilidad [2]	Efecto de Radiación [4]	Efecto de Carga [5]
°C	°C	°C	°C	°C
50,0	1,80	0,254	0,41	No Aplica

Tabla 4.
Valores de temperatura promedio medidos en cada posición del volumen para el Set Point igual a 50 °C

Posición de Referencia	Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8
°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
51,05	49,97	49,61	52,85	50,17	49,76	50,39	51,54	51,73

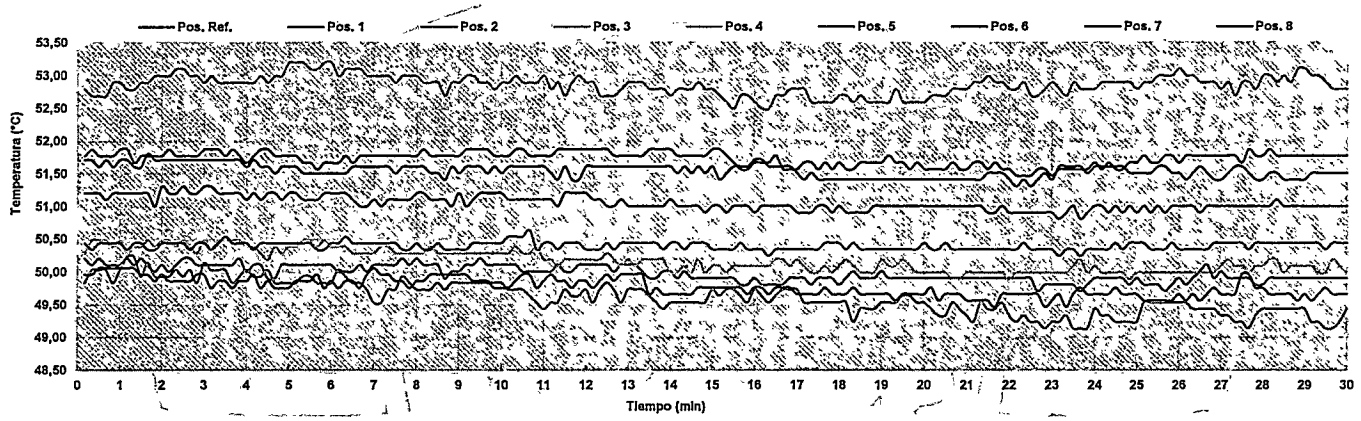


Figura 3. Comportamiento de la temperatura en cada posición durante el registro de datos en estado considerado estable.

Tabla 5
Resultados de la caracterización del volúmen del IBC para 110 °C

Set Point [1]	Uniformidad [3]	Estabilidad [2]	Efecto de Radiación [4]	Efecto de Carga [5]
°C	°C	°C	°C	°C
110,0	1,87	0,780	1,51	No Aplica

Tabla 6.
Valores de temperatura promedio medidos en cada posición del volumen para el Set Point igual a 110 °C

Posición de Referencia	Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8
°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
109,63	107,82	108,14	110,49	109,11	107,75	108,00	110,12	109,89

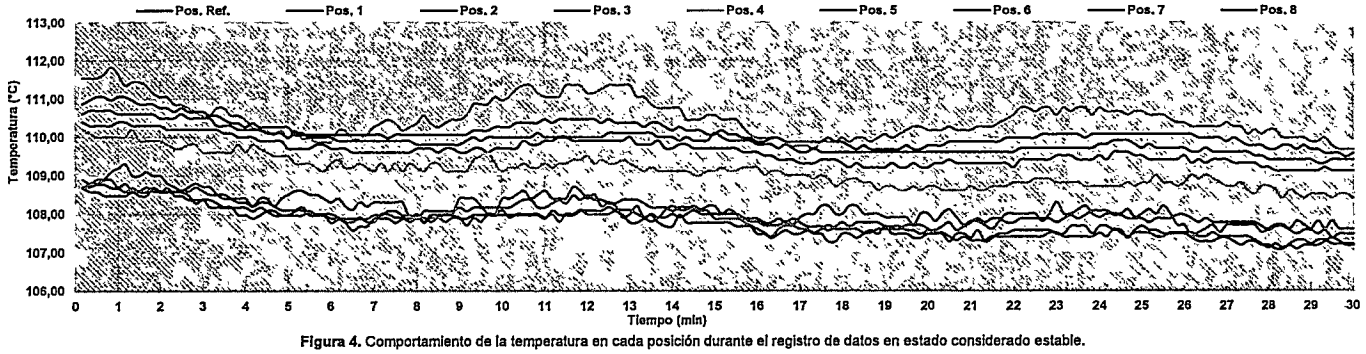


Figura 4. Comportamiento de la temperatura en cada posición durante el registro de datos en estado considerado estable.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

Tabla 7.
Resultados de la caracterización del volúmen del IBC para 130 °C

Set Point [1]	Uniformidad [3]	Estabilidad [2]	Efecto de Radiación [4]	Efecto de Carga [5]
°C	°C	°C	°C	°C
130,00	1,96	0,290	2,05	No Aplica

Tabla 8.
Valores de temperatura promedio medidos en cada posición del volumen para el Set Point igual a 130 °C

Posición de Referencia	Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8
°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
128,524	127,231	126,628	128,321	127,335	126,949	126,567	128,677	128,223

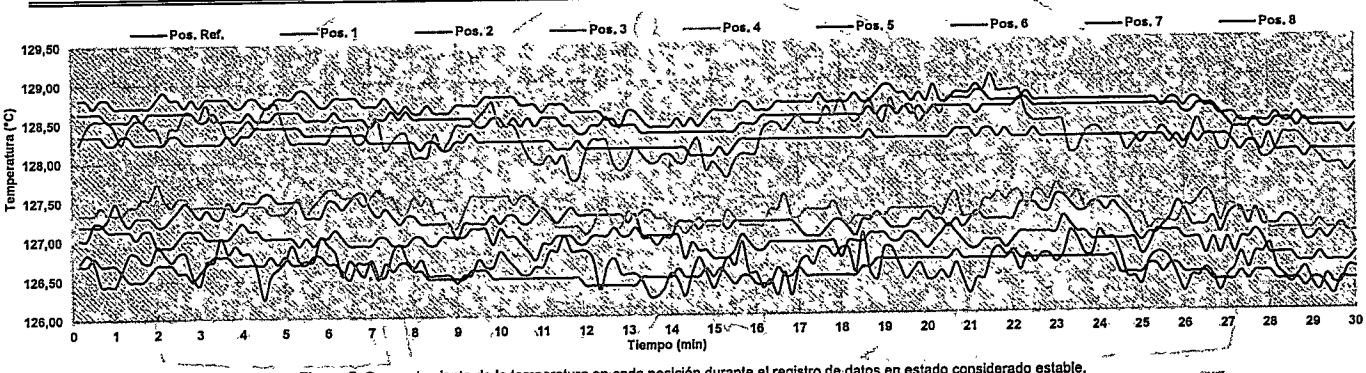


Figura 5. Comportamiento de la temperatura en cada posición durante el registro de datos en estado considerado estable.

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 • Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE **METROLOGÍA**

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

Definiciones

[1] Valor de temperatura programado en el controlador de equipo.

[2] Fluctuación de la temperatura determinada por un registro de datos durante un periodo mayor o igual a 30 minutos, después de alcanzado el estado estable en la posición de referencia (centro del volumen útil). El resultado reportado de la estabilidad de medios isotermos líquidos ya está divido en raíz de 12.

[3] Diferencia máxima de temperatura en un lugar de medición determinado por los extremos del volumen útil desde la posición de referencia.

[4] Aplica para medios isotermos con aire como fluido y corresponde al intercambio de calor por radiación dado por la temperatura ambiente y la pared interna de la cámara que se diferencian a la temperatura del aire medida con un termómetro que está protegido contra la influencia con un escudo.

[5] Aplica para medios isotermos con aire como fluido y corresponde a la máxima diferencia de temperatura encontrada por el sensor ubicado en la posición de referencia cuando el volumen útil del equipo está parcialmente ocupado y cuando se encuentra vacío. Esta prueba se ejecuta según acuerdo previo con el cliente. Cuando no se realiza la medición con carga aparece la indicación "No Aplica", indicando que no se tiene en cuenta para la estimación de la incertidumbre.

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de calibración fue Laboratorio de ensayos ; GEOTECK SM S.A.S ; San Gil - Santander. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Ambiente Máxima	25,6 °C	**Humedad Relativa Máxima**	64 %HR
Temperatura Ambiente Mínima	24,8 °C	**Humedad Relativa Mínima**	60 %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 METROLÓGICA

El/Los resultado(s) reportado(s) en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado (s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan posteriormente se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

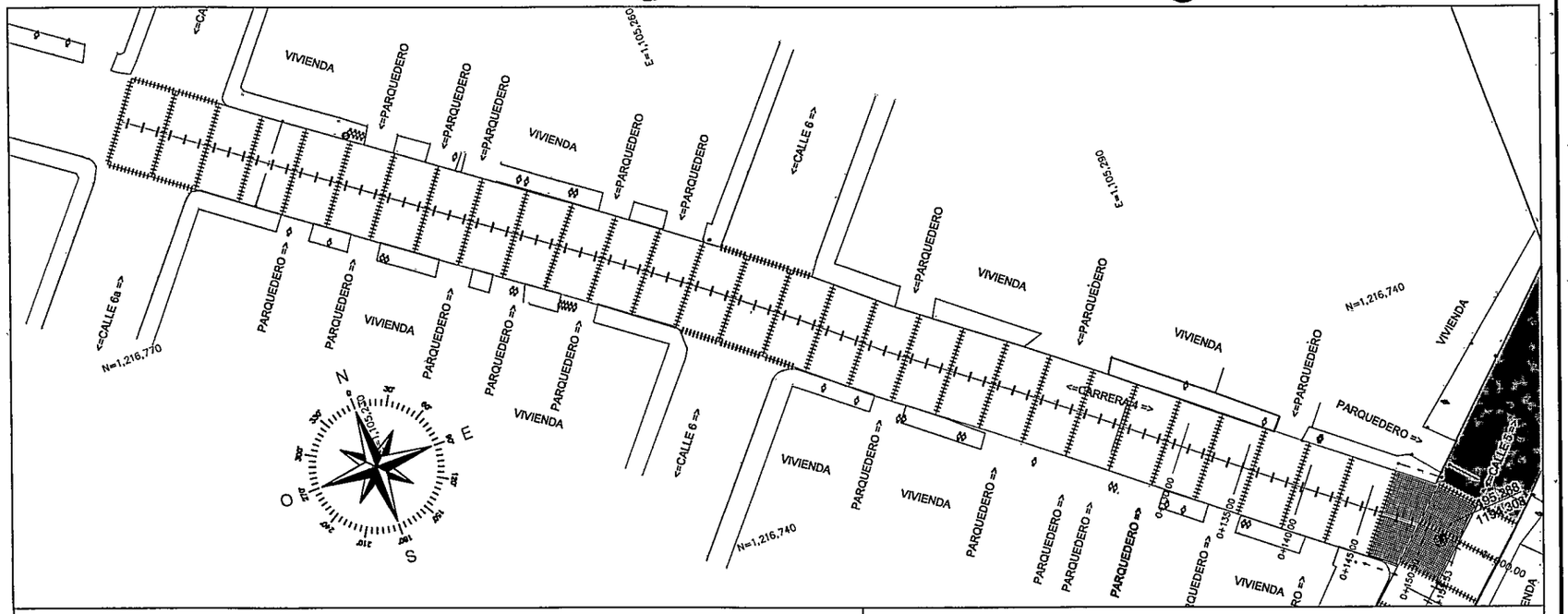
Equipo	Fabricante	Modelo	Certificado de Calibración	Fecha de Calibración
Termómetro Digital Multicanal (Termopares)	GRAPHTEC	GL240	T-33748-012 R0 de Pinzuar (10 Sensores)	2025-02-18

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. El número de puntos de calibración, cantidad de sensores y ubicación son acordados y aceptados por el cliente.
3. El volumen útil o zona de trabajo donde es válida la caracterización es acordada con el cliente.
4. Se adjunta la etiqueta de calibración No. T-37033-004

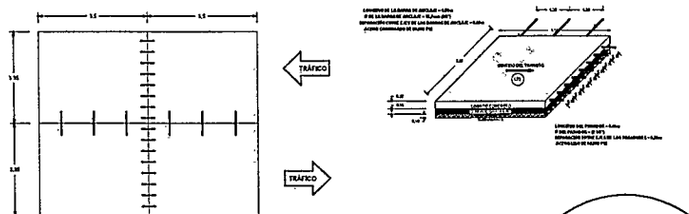
Fin del Documento

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura I Humedad Relativa

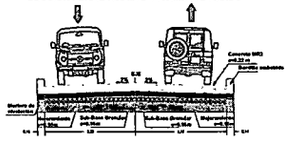


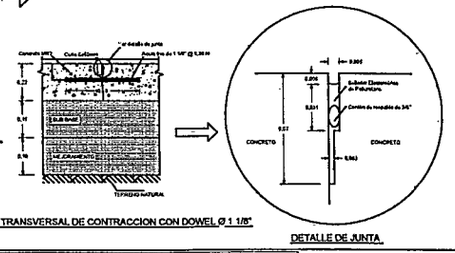
LOSA EN CONCRETO :3.35 x 3.5 MTS

MODELO ESTRUCTURAL DE LA LOSA DE CONCRETO LT1



SECCIÓN PERFIL 7.00 MTS -PAVIMENTO RIGIDO-

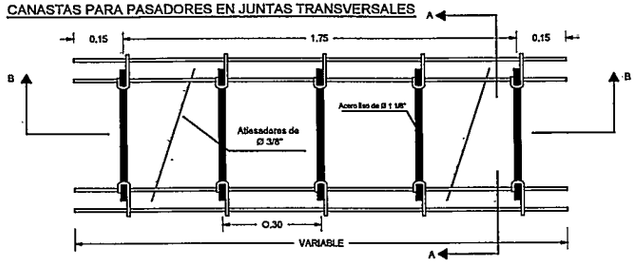




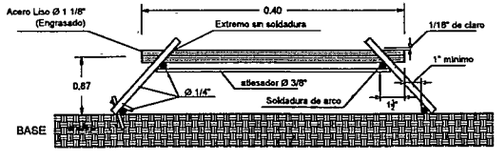
JUNTA TRANSVERSAL DE CONTRACCION CON DOWEL Ø 1 1/8"

DETALLE DE JUNTA

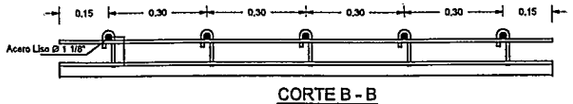
CANASTAS PARA PASADORES EN JUNTAS TRANSVERSALES



VISTA EN PLANTA

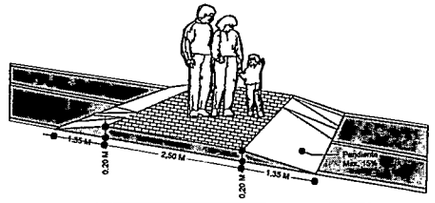


CORTE A - A



CORTE B - B

RESALTO TRAPEZOIDAL O POMPEYANO



Alcaldía de SAN GIL

PROYECTO

CONTIENE
Modulación y Refuezo
Pavimento Rigido

LOCALIZACIÓN
Municipio San Gil
Departamento de Santander

DISEÑO

SECRETARIA DE CONTROL URBANO E INFRAESTRUCTURA SAN GIL

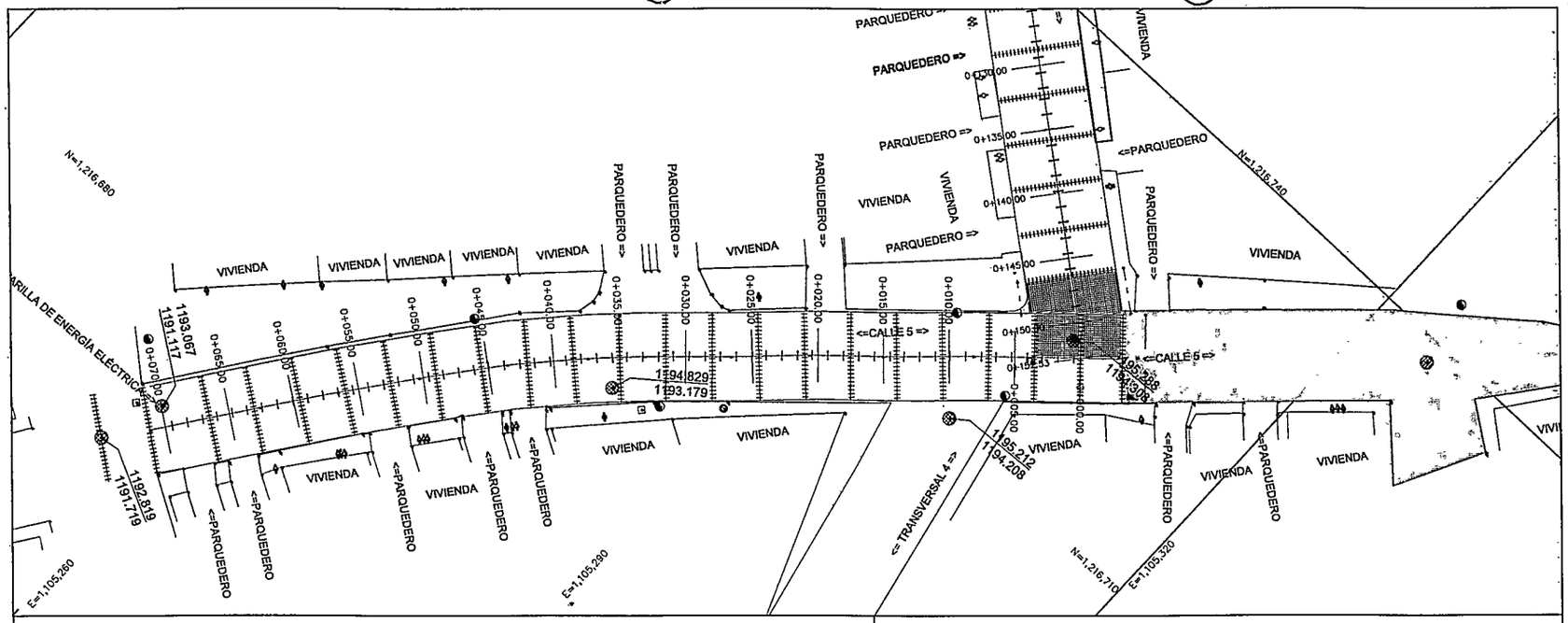
- MEDIDOR DE AGUA
- POSTE ENERGIA
- POZOS ALC
- VALVULA ACUEDUCTO
- SUMIDERO

OBSERVACIONES

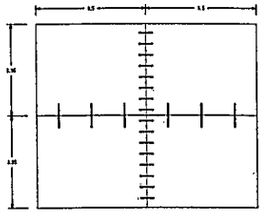
ESCALA
1 : 200

PLANO	DE
1	4

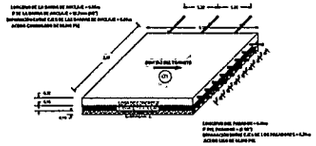
FECHA
JULIO DE 2026



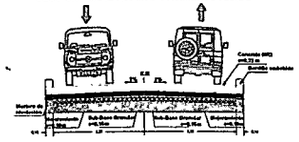
LOSA EN CONCRETO :3.35 x 3.5 MTS

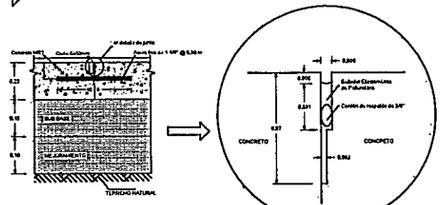


MODELO ESTRUCTURAL DE LA LOSA DE CONCRETO LY1



SECCIÓN PERFIL 7.00 MTS -PAVIMENTO RIGIDO-

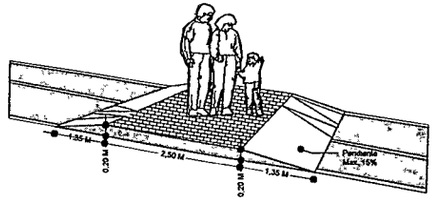




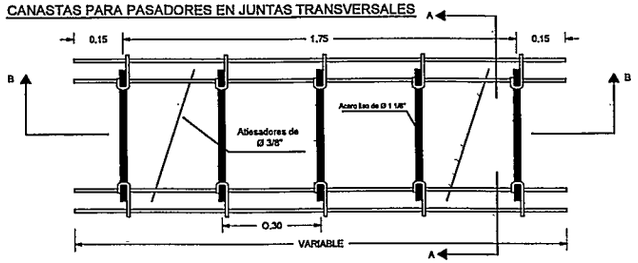
JUNTA TRANSVERSAL DE CONTRACCION CON DOWEL Ø 1 1/8"

DETALLE DE JUNTA

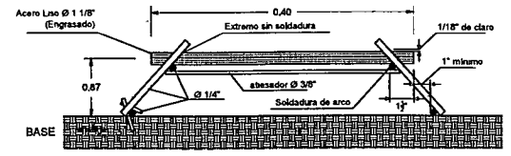
RESALTO TRAPEZOIDAL O POMPEYANO



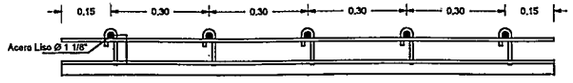
CANASTAS PARA PASADORES EN JUNTAS TRANSVERSALES



VISTA EN PLANTA



CORTE A - A



CORTE B - B

Alcaldía de SAN GIL

PROYECTO

CONTIENE
Modulación y Refuezo
Pavimento Rigido

LOCALIZACIÓN
Municipio San Gil
Departamento de Santander

DISEÑO

SECRETARIA DE CONTROL URBANO E INFRAESTRUCTURA SAN GIL

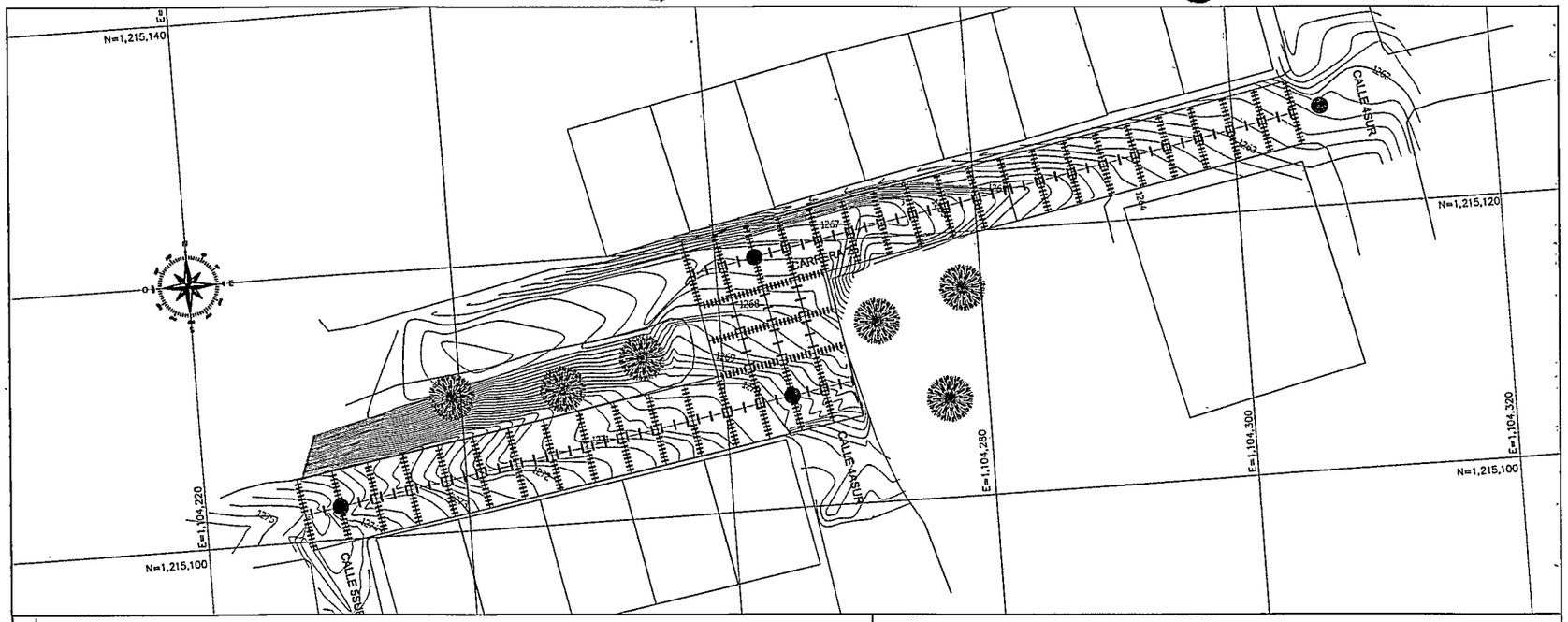
- MEDIDOR DE AGUA
- POSTE ENERGIA
- POZOS ALC
- VALVULA ACUEDUCTO
- SUMIDERO

OBSERVACIONES

ESCALA
1 : 200

PLANO	DE
2	4

FECHA
JULIO DE 2026



LOSA EN CONCRETO CRA 23 ENTRE CALLES 3SUR Y 4SUR :2.5 x 2.5 MTS
LOSA EN CONCRETO CRA 25 ENTRE CLLS 4SUR Y 4ASUR :2.5 x 2.5 MTS
LOSA EN CONCRETO CRA 25 ENTRE CLLS 4ASUR Y 5SUR :2.5 x 2.75 MTS

MODELO ESTRUCTURAL DE LA LOSA DE CONCRETO LT1



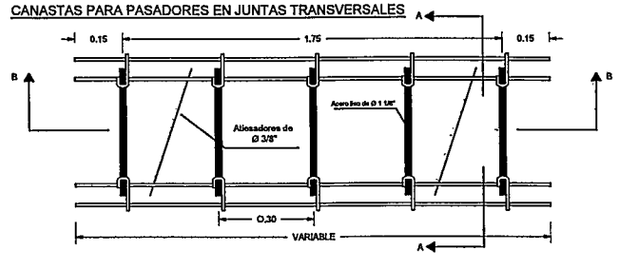
SECCIÓN PERFIL 7.00 MTS -PAVIMENTO RIGIDO-



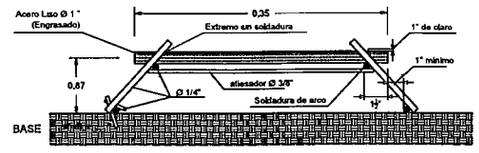
JUNTA TRANSVERSAL DE CONTRACCION CON DOWEL Ø 1 1/8"

DETALLE DE JUNTA

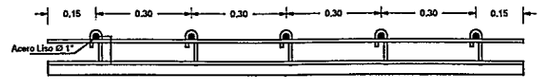
CANASTAS PARA PASADORES EN JUNTAS TRANSVERSALES



VISTA EN PLANTA



CORTE A - A



CORTE B - B

Alcaldía de SAN GIL

PROYECTO

-CONTIENE
Modulación y Refuezo Pavimento Rigido

LOCALIZACIÓN
Municipio San Gil
Departamento de Santander

DISEÑO

SECRETARIA DE CONTROL URBANO E INFRAESTRUCTURA SAN GIL

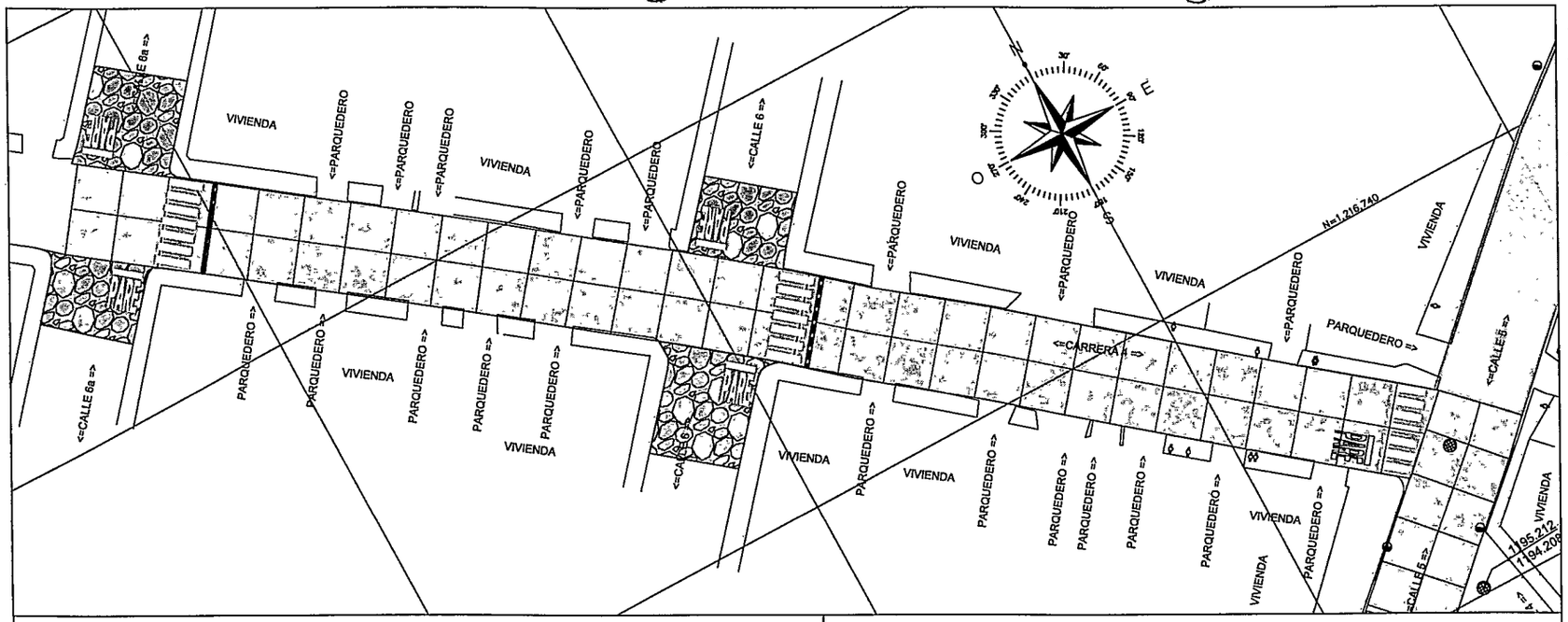
- MEDIDOR DE AGUA
- POSTE ENERGIA
- POZOS ALC
- VALVULA ACUEDUCTO
- SUMIDERO

OBSERVACIONES

ESCALA
1 : 200

PLANO	DE
3	4

FECHA
JULIO DE 2026

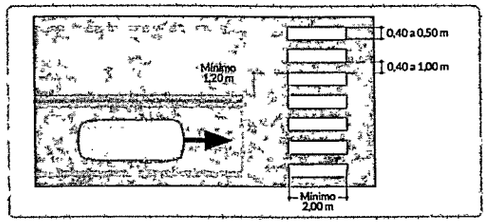


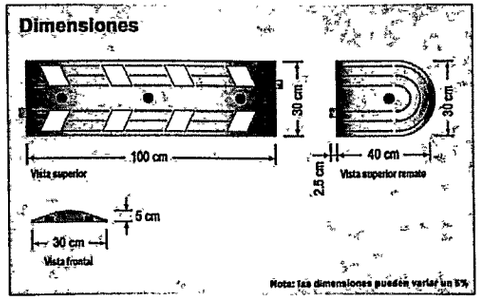
DISEÑO Y ESPECIFICACIONES DEMARCACIÓN PARE



Módulos de 10 x 10

Figura 3-45. Paso cebra

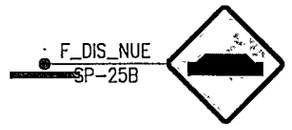




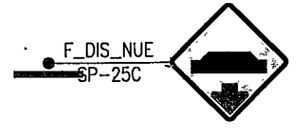
NOTAS:

- Las Pinturas para demarcación de pavimentos, deberá cumplir con las especificaciones de la NTC 1300
- La demarcación de Flechas y Leyendas debe ser de color Blanco.
- Las señales de texto y leyendas deben demarcarse en el centro de cada uno de los carriles.
- Las alturas de la letras segu'n la velocidad de las vias < 50km/hr, será de 2,40 m.

SP-25B



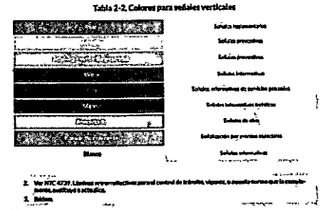
SP-25C



SR-01



Tabla 2-2. Colores para señales verticales



NOTAS:

- Los tableros de la señales verticales estan construidos en lámina de acero galvanizado calibre 16, revestida por ambas caras con una capa de zinc, aplicada por inmersión en caliente o por electrólisis.
- En señales reglamentarias y preventivas, las leyendas inscritas en ellas, así como las contenidas en las placas que las complementan, deben estar siempre en letras mayúsculas

Alcaldía de SAN GIL

PROYECTO

CONTIENE

Señalización Vial carrera 4 y Carrera 5

LOCALIZACIÓN

Municipio San Gil
Departamento de Santander

DISEÑO

SECRETARIA DE CONTROL URBANO E INFRAESTRUCTURA SAN GIL

- MEDIDOR DE AGUA
- POSTE ENERGIA
- POZOS ALC
- VALVULA ACUEDUCTO
- SUMIDERO

OBSERVACIONES

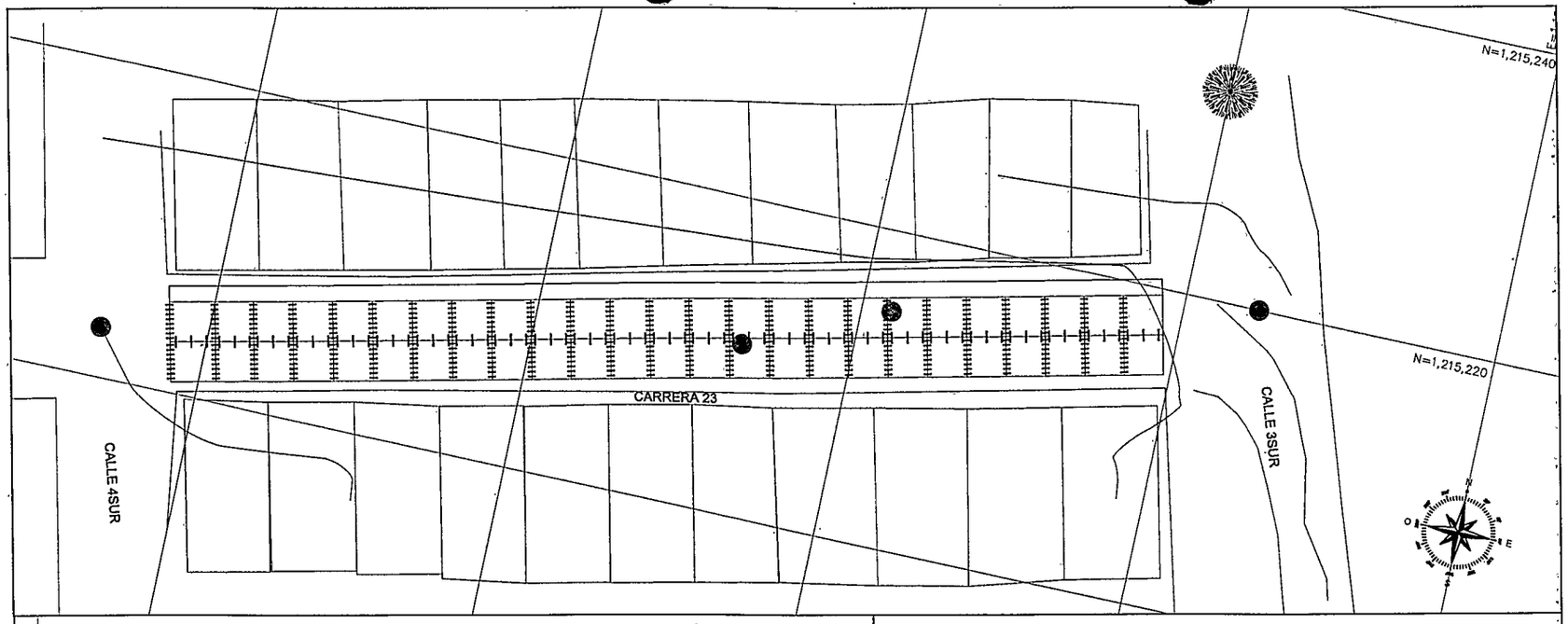
ESCALA

1 : 200

PLANO	DE
2	2

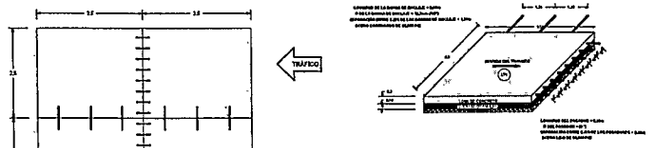
FECHA

JULIO DE 2026

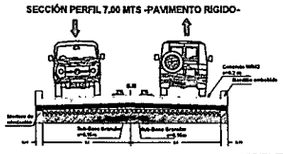


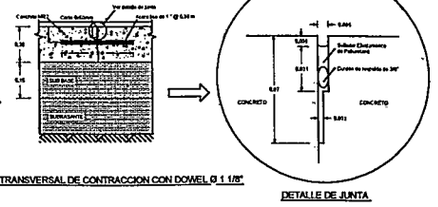
LOSA EN CONCRETO CRA 23 ENTRE CALLES 3SUR Y 4SUR :2.5 x 2.5 MTS
LOSA EN CONCRETO CRA 25 ENTRE CLLS 4SUR Y 4ASUR :2.5 x 2.5 MTS
LOSA EN CONCRETO CRA 25 ENTRE CLLS 4ASUR Y 5SUR :2.5 x 2.75 MTS

MODELO ESTRUCTURAL DE LA LOSA DE CONCRETO LT1



SECCIÓN PERFIL 7,00 MTS -PAVIMENTO RIGIDO-

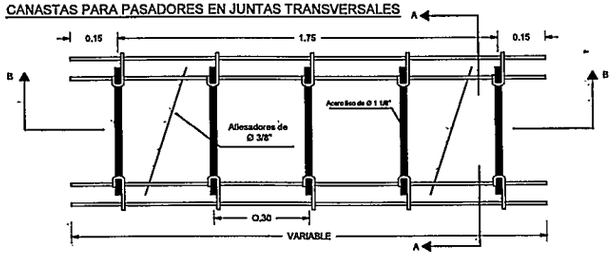




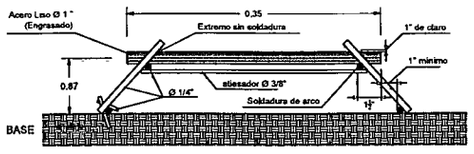
JUNTA TRANSVERSAL DE CONTRACCION CON DOWEL Ø 1 1/8"

DETALLE DE JUNTA

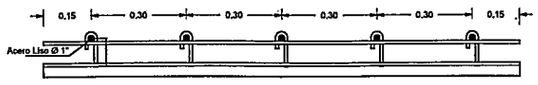
CANASTAS PARA PASADORES EN JUNTAS TRANSVERSALES



VISTA EN PLANTA



CORTE A - A



CORTE B - B

Alcaldía de SAN GIL

PROYECTO

CONTIENE
Modulación y Refuezo
Pavimento Rigido

LOCALIZACIÓN
Municipio San Gil
Departamento de Santander

DISEÑO

SECRETARIA DE CONTROL URBANO E INFRAESTRUCTURA SAN GIL

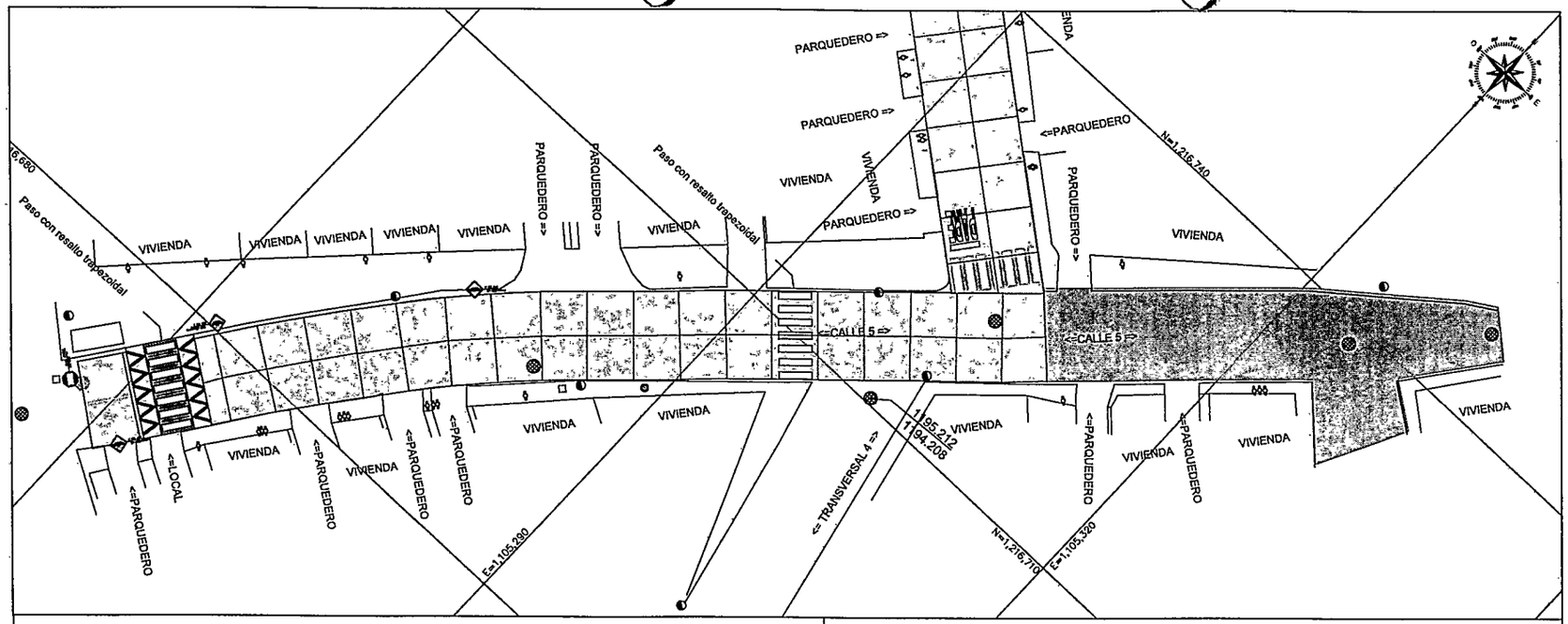
- MEDIDOR DE AGUA
- POSTE ENERGIA
- POZOS ALC
- VALVULA-ACUEDUCTO
- SUMIDERO

OBSERVACIONES

ESCALA
1 : 200

PLANO	DE
4	4

FECHA
JULIO DE 2026



DISEÑO Y ESPECIFICACIONES DEMARCACIÓN PARE



Módulos de 10 x 10

Figura 3-45. Paso cebra

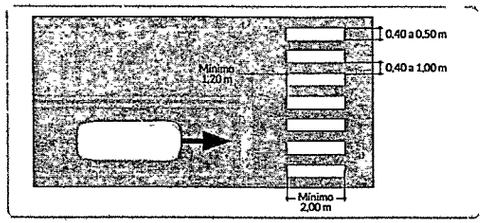
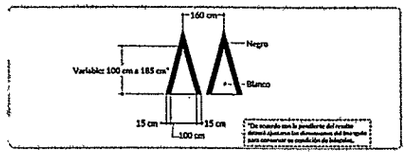


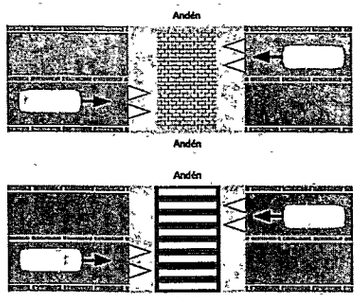
Figura 3-47. Demarcación resalto trapezoidal o pompeyano



NOTAS:

- Las Pinturas para demarcación de pavimentos, deberá cumplir con las especificaciones de la NTC 1300
- La demarcación de Flechas y Leyendas debe ser de color Blanco.
- Las señales de texto y leyendas deben demarcarse en el centro de cada uno de los carriles.
- Las alturas de la letras según la velocidad de las vías < 50km/hr, será de 2,40 m.

Figura 3-48. Paso con resalto trapezoidal



SP-25B



SP-25C



SR-01

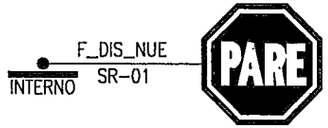
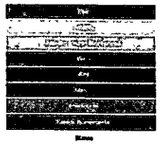


Tabla 2-2. Colores para señales verticales



NOTAS:

- Los tableros de la señales verticales estan construidos en lámina de acero galvanizado calibre 16, revestida por ambas caras con una capa de zinc, aplicada por inmersión en caliente o por electrólisis.
- En señales reglamentarias y preventivas, las leyendas inscritas en ellas, así como las contenidas en las placas que las complementan, deben estar siempre en letras mayúsculas

Alcaldía de SAN GIL

PROYECTO

CONTIENE

Señalización Vial carrera 4 y Carrera 5

LOCALIZACIÓN

Municipio San Gil
Departamento de Santander

DISEÑO

SECRETARIA DE CONTROL URBANO E INFRAESTRUCTURA SAN GIL

- MEDIDOR DE AGUA
- POSTE ENERGIA
- POZOS ALC
- VALVULA ACUEDUCTO
- SUMIDERO

OBSERVACIONES

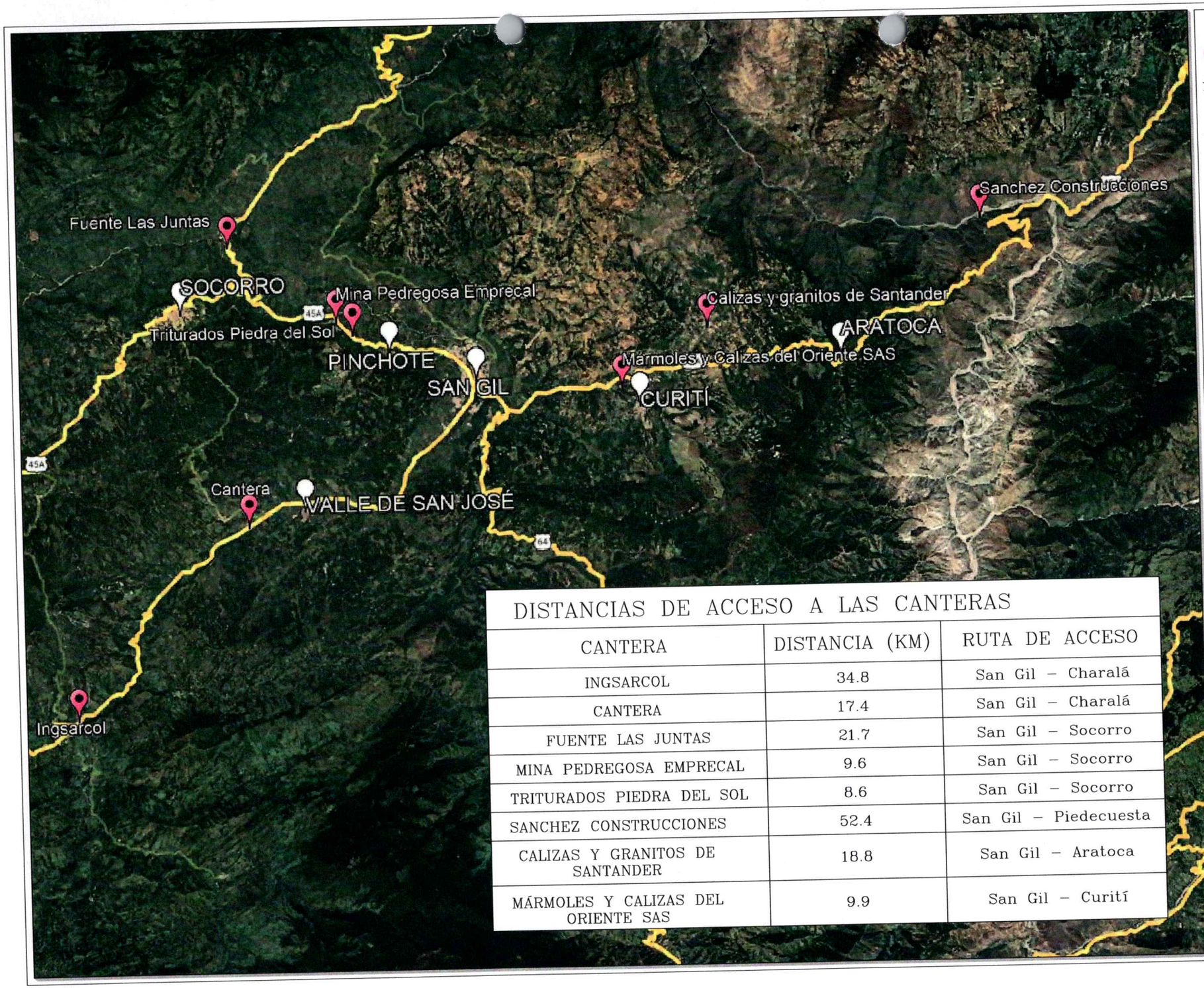
ESCALA

1 : 200

PLANO	DE
1	2

FECHA

JULIO DE 2026



DISTANCIAS DE ACCESO A LAS CANTERAS

CANTERA	DISTANCIA (KM)	RUTA DE ACCESO
INGSARCOL	34.8	San Gil – Charalá
CANTERA	17.4	San Gil – Charalá
FUENTE LAS JUNTAS	21.7	San Gil – Socorro
MINA PEDREGOSA EMPRECAL	9.6	San Gil – Socorro
TRITURADOS PIEDRA DEL SOL	8.6	San Gil – Socorro
SANCHEZ CONSTRUCCIONES	52.4	San Gil – Piedecuesta
CALIZAS Y GRANITOS DE SANTANDER	18.8	San Gil – Aratoca
MÁRMOLES Y CALIZAS DEL ORIENTE SAS	9.9	San Gil – Curití

Alcaldía de SAN GIL

Titular(es):

SECRETARÍA DE CONTROL URBANO E INFRAESTRUCTURA

Proyecto:

CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN CONCRETO RÍGIDO Y OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO EN LOS SITIOS DENOMINADOS: CARRERA 19 ENTRE CALLES 19 Y 20, CALLE 19 ENTRE CARRERAS 18 Y 19, CARRERA 23 ENTRE CALLES 3 SUR Y 4 SUR, CARRERA 25 ENTRE CALLES 4 SUR Y 5 SUR, Y CALLE 13 ENTRE CARRERAS 16 Y 17

SAN GIL/SANTANDER

Contiene:

LOCALIZACIÓN DE FUENTES DE MATERIALES

Coordenadas de fuentes:

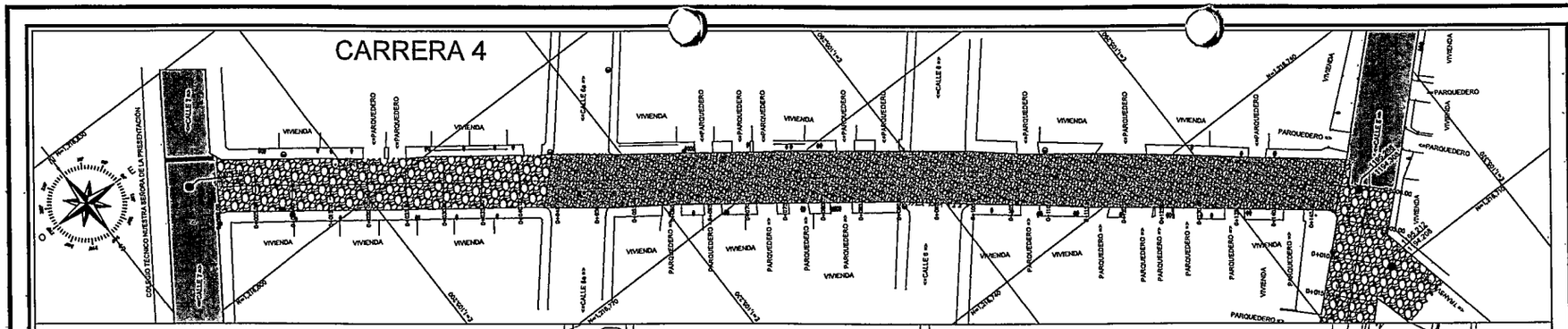
INGSARCOL	
Latitud:	6° 17' 40.85" N
Longitud:	73° 8' 45.13" O
CANTERA	
Latitud:	6° 25' 21.27" N
Longitud:	73° 9' 26.88" O
FUENTE LAS JUNTAS	
Latitud:	6° 30' 32.48" N
Longitud:	73° 15' 57.21" O
MINA PEDREGOSA EMPRECAL	
Latitud:	6° 31' 24.28" N
Longitud:	73° 12' 7.54" O
TRITURADOS PIEDRA DEL SOL	
Latitud:	6° 31' 30.12" N
Longitud:	73° 11' 30.15" O
SANCHEZ CONSTRUCCIONES	
Latitud:	6° 47' 28.73" N
Longitud:	73° 1' 16.10" O
CALIZAS Y GRANITOS DE SANTANDER	
Latitud:	6° 39' 21.25" N
Longitud:	73° 4' 27.74" O
MÁRMOLES Y CALIZAS DEL ORIENTE SAS	
Latitud:	6° 36' 16.22" N
Longitud:	73° 4' 51.86" O

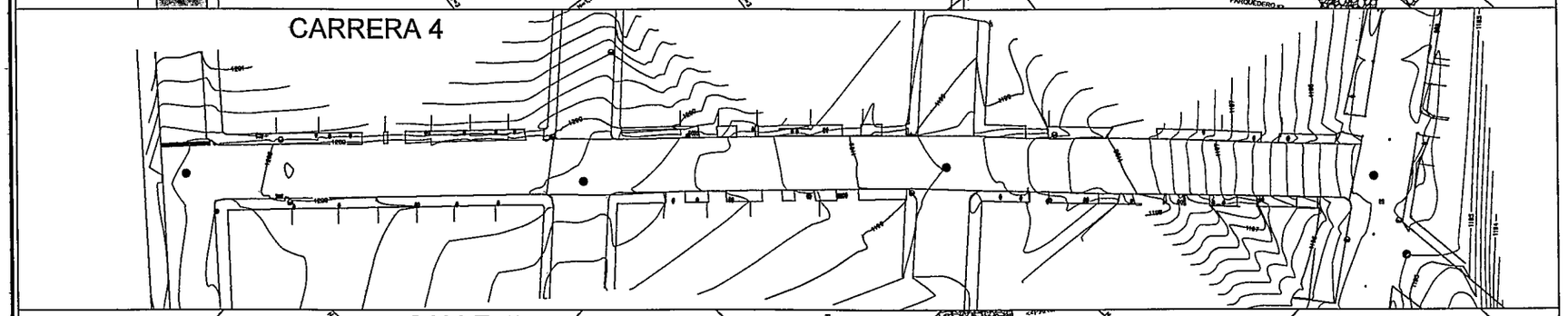
Observaciones:

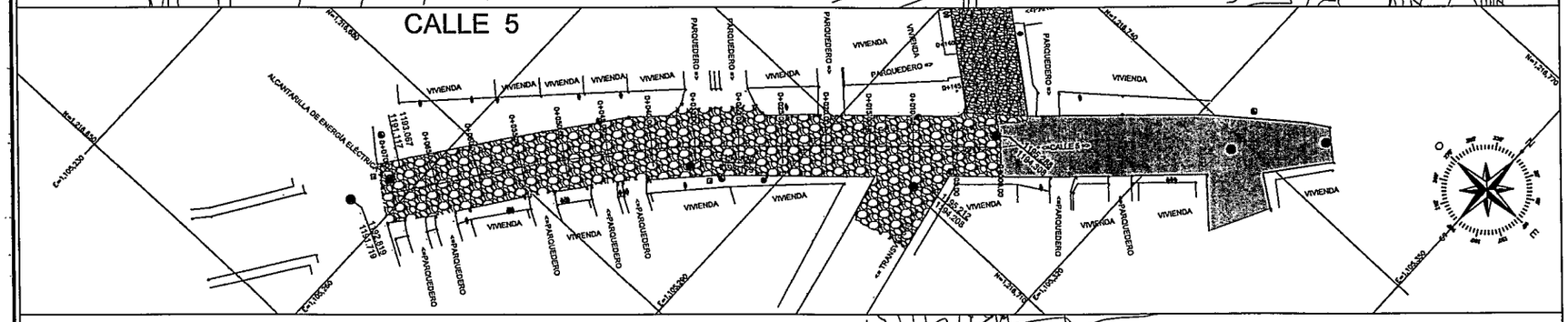
Fecha: Julio 2026

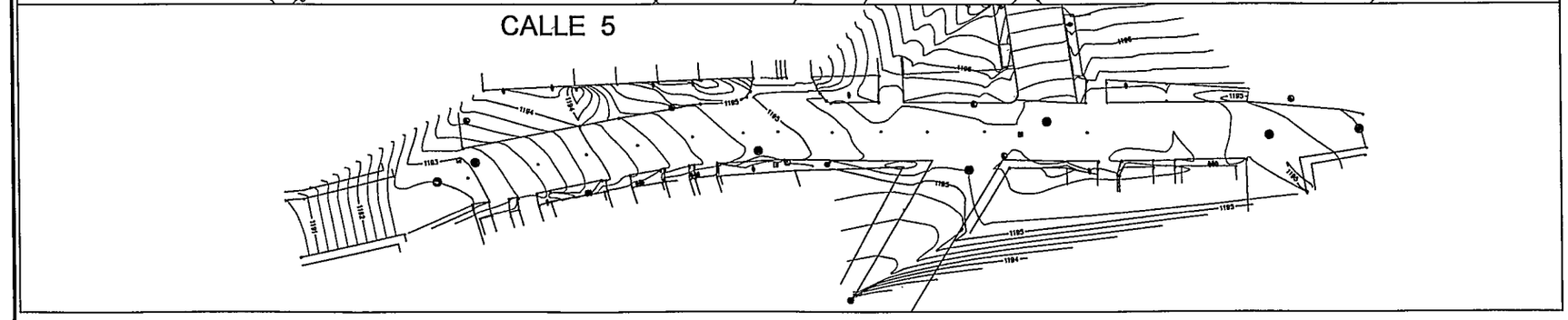
Escala: INDICADA

Plano: 1 de 1









Alcaldía de SAN GIL

PROYECTO

CONTIENE

LOCALIZACIÓN

Municipio San Gil
Departamento de Santander

PRESENTO

SECRETARIA DE CONTROL URBANO E INFRAESTRUCTURA - SAN GIL

- MEDIDOR DE AGUA
- POSTE ENERGIA
- POZOS ALC
- VALVULA ACUEDUCTO
- SUMIDERO

OBSERVACIONES

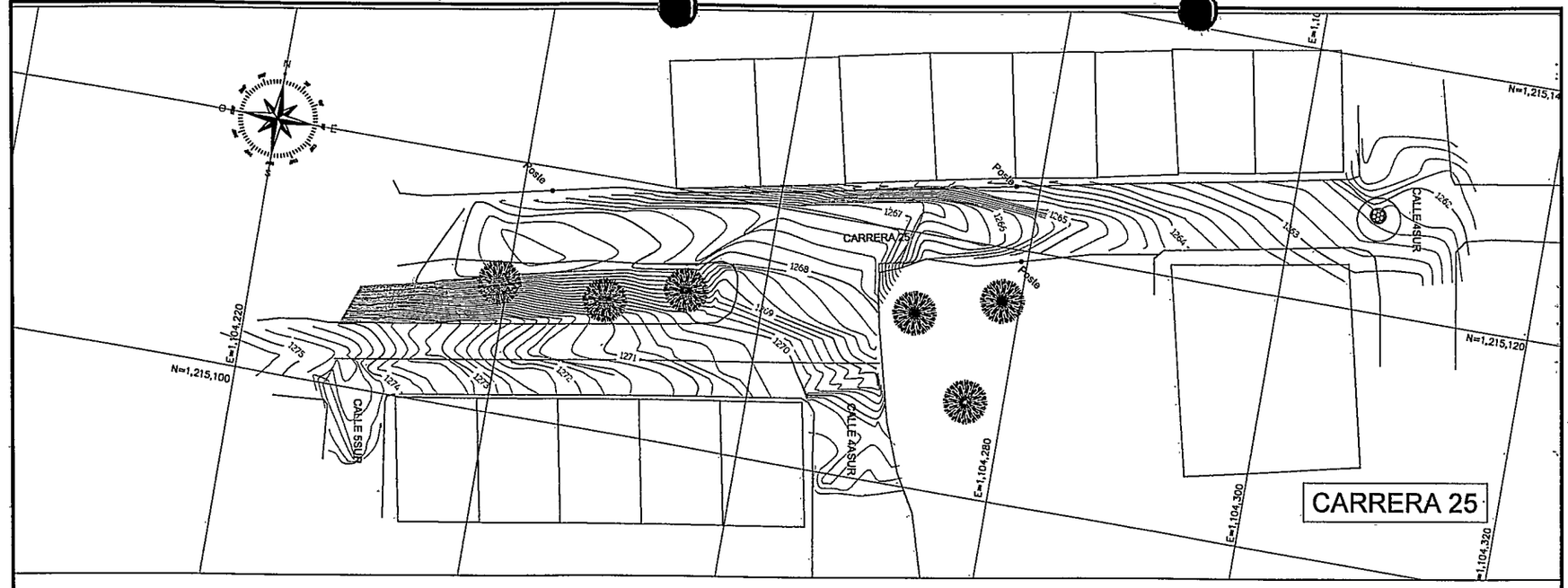
ESCALA

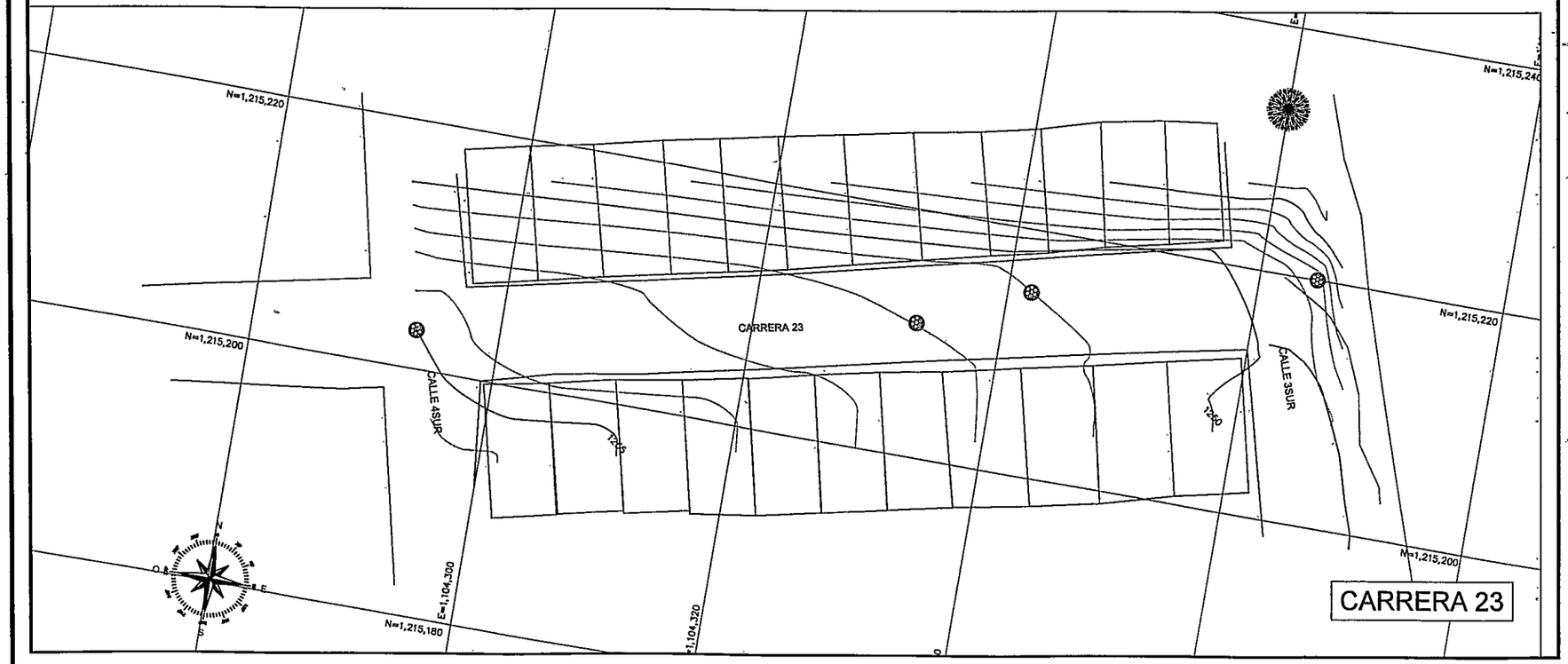
1 : 200

PLANO	DE
3	5

FECHA

JULIO DE 2026





Alcaldía de SAN GIL

PROYECTO

CONTIENE

LOCALIZACIÓN

Municipio San Gil
Departamento de Santander

PRESENTO

SECRETARIA DE CONTROL URBANO E INFRAESTRUCTURA - SAN GIL

- MEDIDOR DE AGUA
- POSTE ENERGIA
- POZOS ALC
- VALVULA ACUEDUCTO
- SUMIDERO

OBSERVACIONES

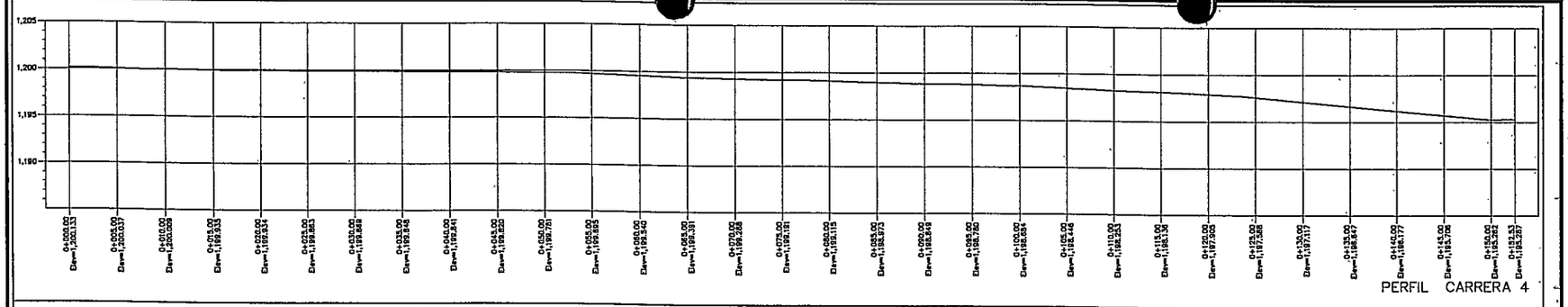
ESCALA

1 : 200

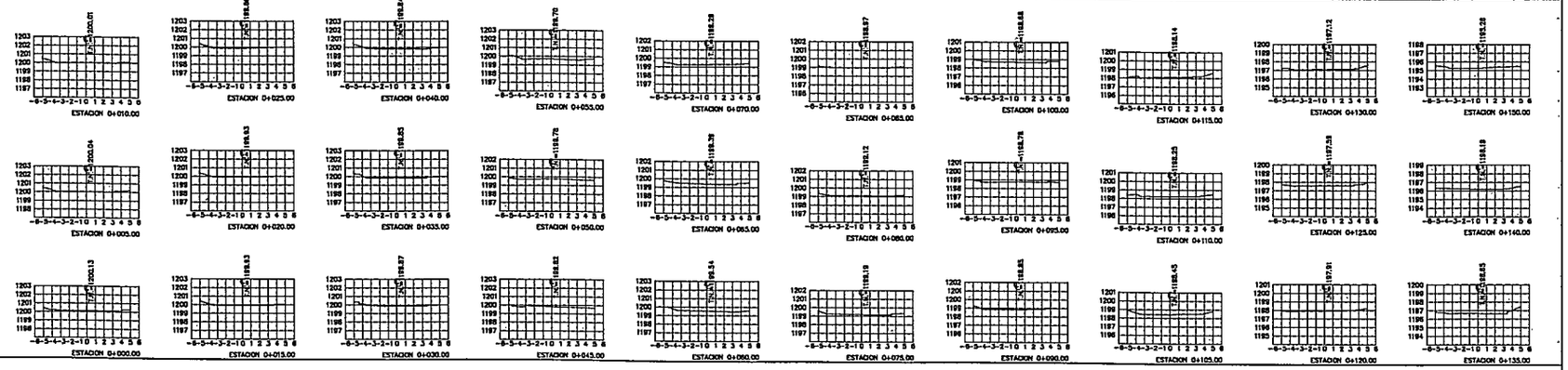
PLANO	DE
4	5

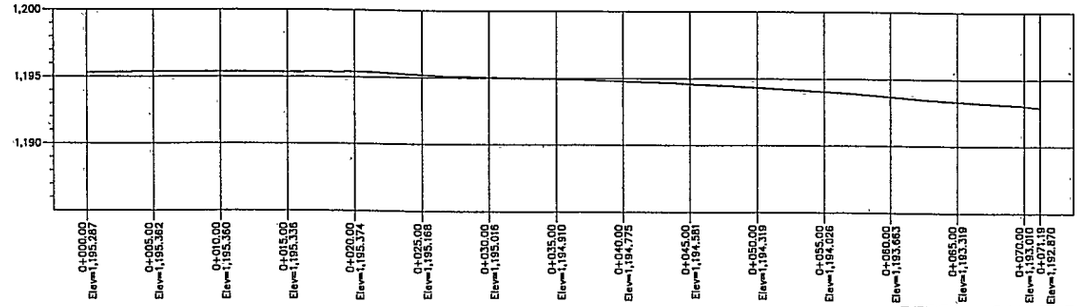
FECHA

JULIO DE 2026

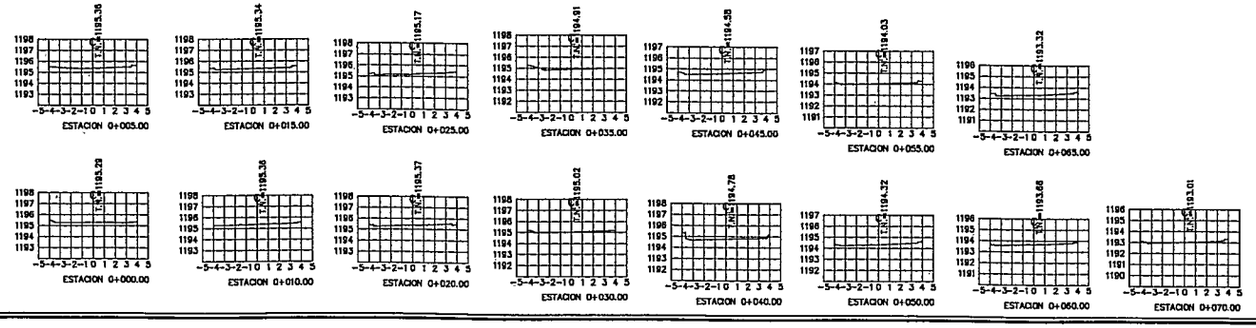


PERFIL CARRERA 4





PERFIL CALLE 5



Alcaldía de **SAN GIL**

PROYECTO

CONTIENE

LOCALIZACIÓN

Municipio San Gil
Departamento de Santander

PRESENTO

SECRETARIA DE CONTROL URBANO E INFRAESTRUCTURA - SAN GIL

- MEDIDOR DE AGUA
- POSTE ENERGIA
- POZOS ALC
- VALVULA ACUEDUCTO
- SUMIDERO

OBSERVACIONES

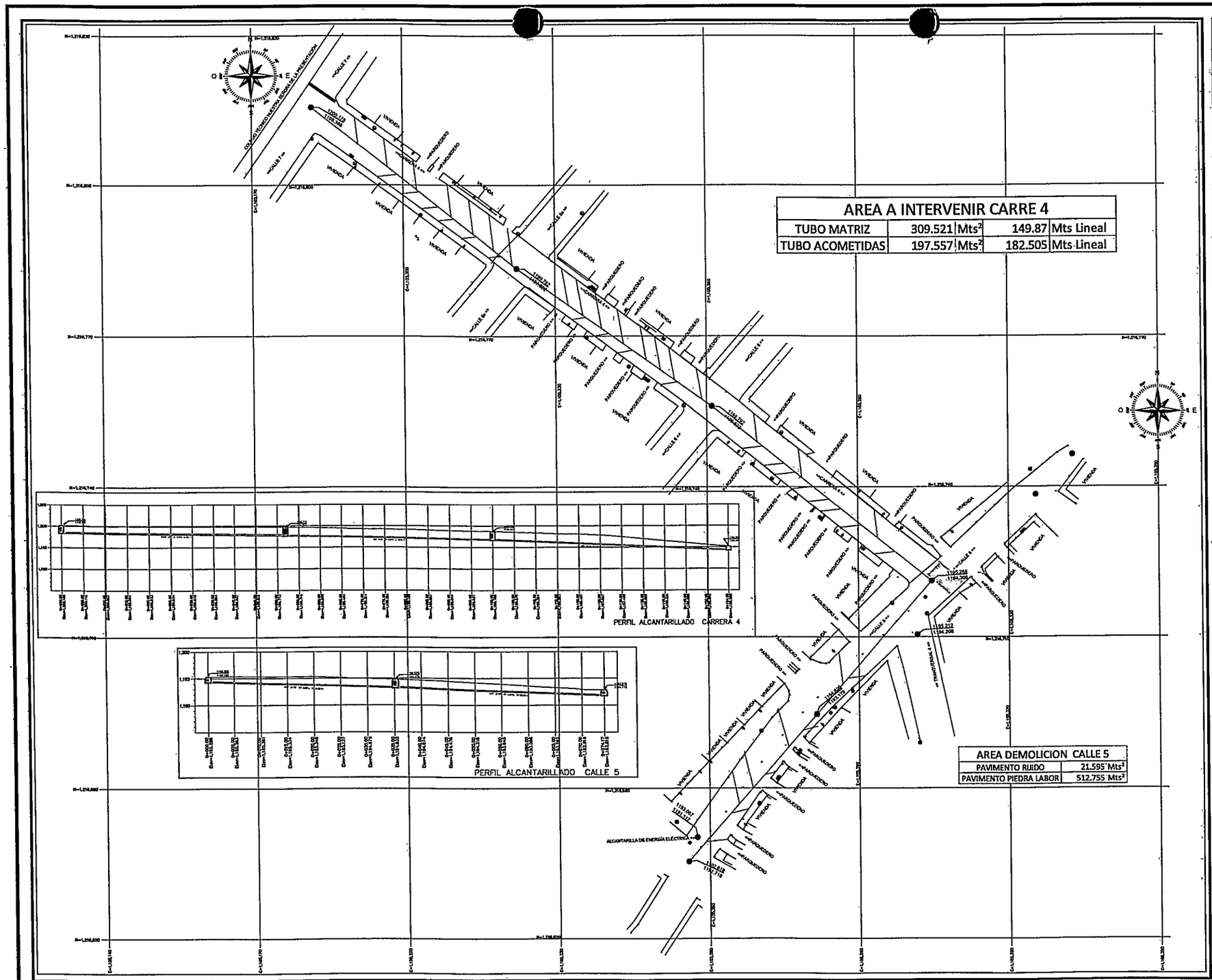
ESCALA

1 : 200

PLANO	DE
2	5

FECHA

JULIO DE 2026



Alcaldía de SAN GIL

PROYECTO

CONTIENE

LOCALIZACIÓN

Municipio San Gil
Departamento de Santander

PRESENTO

SECRETARIA DE CONTROL URBANO E INFRAESTRUCTURA - SAN GIL

- MEDIDOR DE AGUA
- POSTE ENERGIA
- POZOS ALC
- VALVULA ACUEDUCTO
- SUMIDERO

OBSERVACIONES

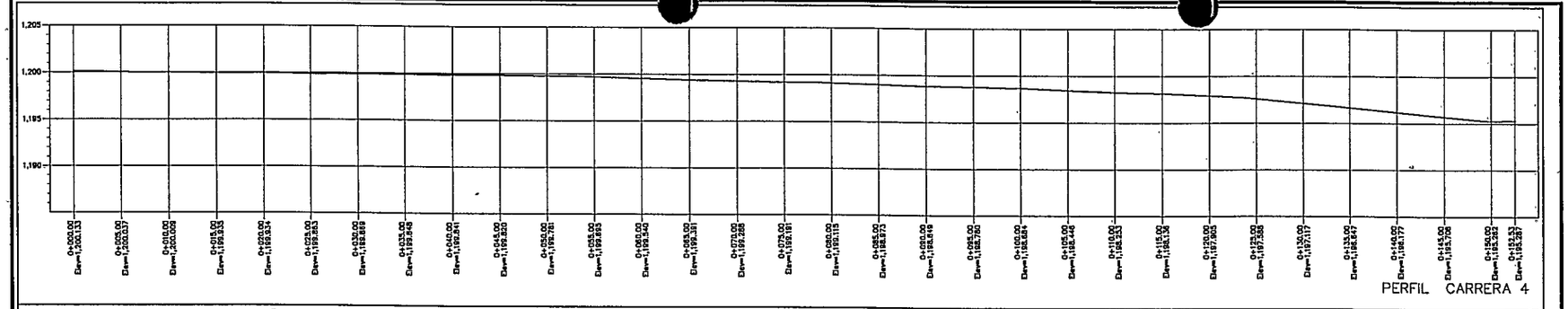
ESCALA

1 : 200

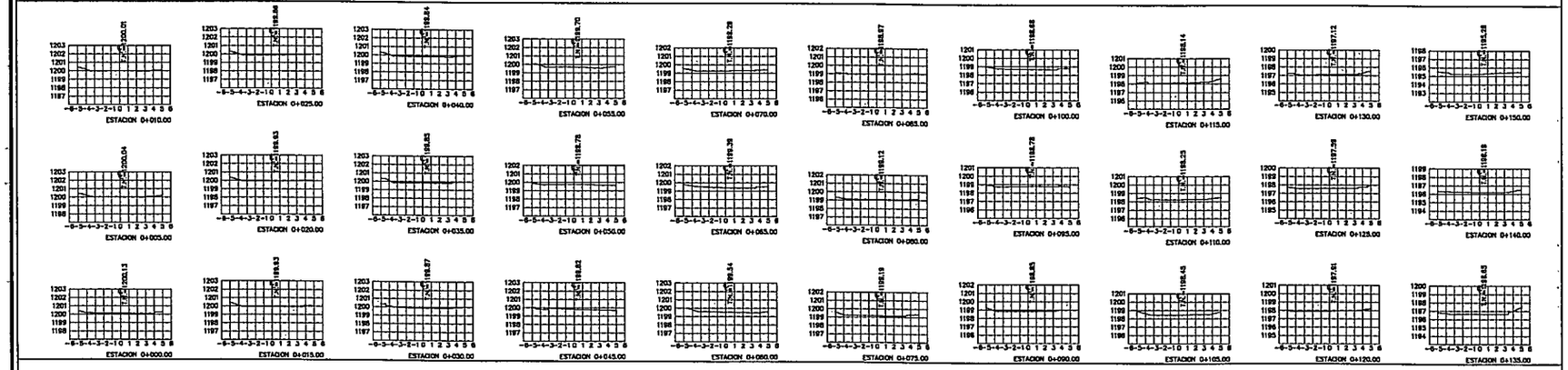
PLANO	DE
1	5

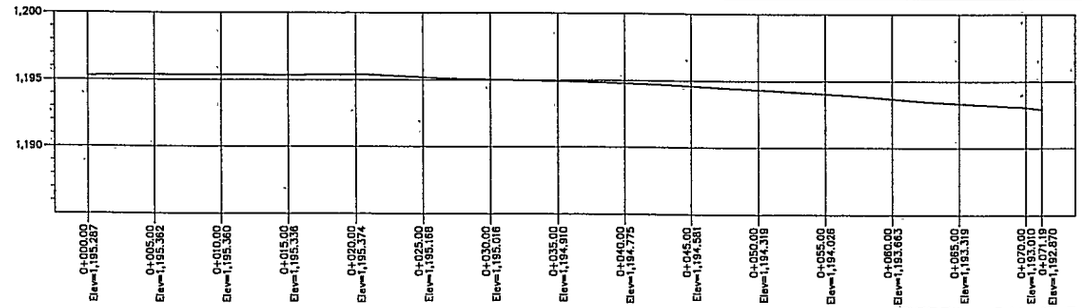
FECHA

JULIO DE 2026

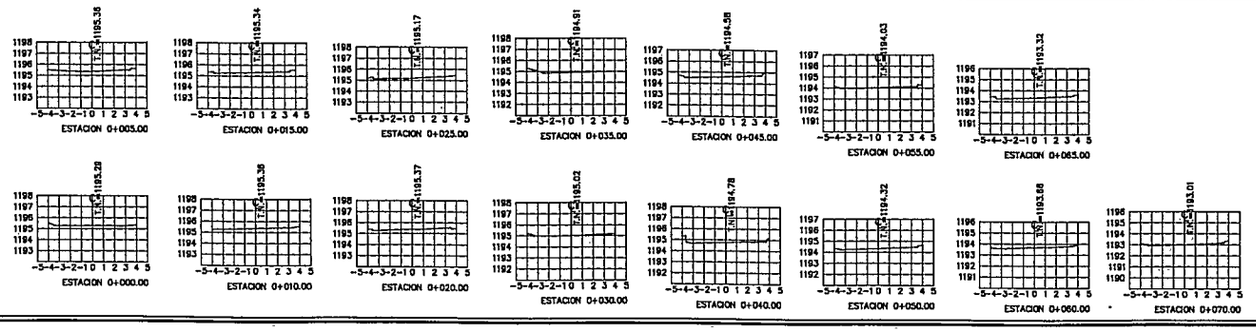


PERFIL CARRERA 4





PERFIL CALLE 5



Alcaldía de **SAN GIL**

PROYECTO

CONTIENE

LOCALIZACIÓN

Municipio San Gil
Departamento de Santander

PRESENTO

SECRETARIA DE CONTROL URBANO E INFRAESTRUCTURA - SAN GIL

- MEDIDOR DE AGUA
- POSTE ENERGIA
- POZOS ALC
- VALVULA ACUEDUCTO
- SUMIDERO

OBSERVACIONES

ESCALA

1 : 200

PLANO	DE
2	5

FECHA

JULIO DE 2026