



LABORATORIO INGENIERIA SUELOS Y GEOTECNIA

ISG

Nuestro compromiso es su confianza



ESTUDIO GEOTECNICO



DISEÑO DE LA VIA LAS MERCEDES – TEORAMA

MUNICIPIO DE TEORAMA, DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER

DICIEMBRE DE 2012



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION	7
2. ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO	8
2.1 Aspectos de localización	8
2.2 CARACTERISTICAS GEOLOGICAS LOCALES	11
2.2.1 Geología Local	11
2.3 Geomorfología	12
2.4 Hidrografía	13
2.5 Climatología	14
3. Estructura y Sismicidad	14
4. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO	15
4.1 Características Geotécnicas del Terreno de Fundación	15
5. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO	15
5.1. Exploración del Perfil del Suelo	15
5.2. Ensayos de Laboratorio	15
6. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN	17
6.1. Nivel Piezométrico o de Aguas Freáticas	17
6.2. PERFILES ESTRATIGRAFICOS LAS MERCEDES – TEORAMA	17
6.2.1 Perfil Estratigráfico las Mercedes – Teorama	18
6.2.2 Perfil estratigráfico Apique N° 1	18
6.2.3 Perfil Estratigráfico Apique N° 2	20
6.2.4 Perfil Estratigráfico Apique N° 3	22
6.2.5 Perfil Estratigráfico Apique N° 6	24
6.2.6 Perfil Estratigráfico Apique N° 7	26
6.2.7 Perfil Estratigráfico Apique N° 8-9	28
6.2.8 Perfil Estratigráfico Apique N° 10-11	30
6.2.9 Perfil Estratigráfico Apique N° 12-13	32
6.2.10 Perfil Estratigráfico Apique N° 14-15	34
6.2.11 Perfil Estratigráfico Apique N° 16-17	36
6.2.12 Perfil Estratigráfico Apique N° 18-19	38
6.2.13 Perfil Estratigráfico Apique N° 20-21	40
6.2.14 Perfil Estratigráfico Apique N° 22-23	42
6.2.15 Perfil Estratigráfico Apique N° 24-25	44
6.2.16 Perfil Estratigráfico Apique N° 26-27	46



LABORATORIO INGENIERIA SUELOS Y GEOTECNIA

ISG

Nuestro compromiso es su confianza



7. ENSAYO METODO CBR	47
8. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CAMPO	48
8.1 Ensayo CBR	48
9. PARÁMETROS DE DISEÑO SISMO-RESISTENTE	58
10. RECOMENDACIONES	59
10. ANEXOS	60
11.1 Ensayos del Laboratorio	61



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ensayos de Laboratorio	16
Tabla 2. TRAMO PR 13+000 A PR 12+000 SUBBASE	48
Tabla 3. TRAMO PR 13+000 A PR 12+000 SUBRASANTE	49
Tabla 4. TRAMO PR 12+000 A PR 11+000 SUBBASE	49
Tabla 5. TRAMO PR 12+000 A PR 11+000 SUBRASANTE	50
Tabla 6. TRAMO PR 11+000 A PR 10+000 SUBBASE	50
Tabla 7. TRAMO PR 11+000 A PR 10+000 SUBRASANTE	51
Tabla 8. TRAMO PR 10+000 A PR 9+000 SUBRASANTE	51
Tabla 9. TRAMO PR 9+000 A PR 8+000 SUBRASANTE	52
Tabla 10. TRAMO PR 8+000 A PR 7+000 SUBRASANTE	52
Tabla 11. TRAMO PR 7+000 A PR 6+000 SUBRASANTE	53
Tabla 12. TRAMO PR 6+000 A PR 5+000 SUBRASANTE	53
Tabla 13. TRAMO PR 5+000 A PR 4+000 SUBRASANTE	54
Tabla 14. TRAMO PR 4+000 A PR 3+000 SUBRASANTE	54
Tabla 2. TRAMO PR 3+000 A PR 2+000 SUBBASE	55
Tabla 3. TRAMO PR 3+000 A PR 2+000 SUBRASANTE	55
Tabla 4. TRAMO PR 2+000 A PR 1+000 SUBBASE	56
Tabla 5. TRAMO PR 2+000 A PR 1+000 SUBRASANTE	56
Tabla 6. TRAMO PR 1+000 A PR 0+000 SUBBASE	57
Tabla 7. TRAMO PR 1+000 A PR 0+000 SUBRASANTE	57



LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1. Realización apique N°1 Las Mercedes – Teorama.	17
Fotografía 2,3. Realización apique N°2 Las Mercedes – Teorama.	19
Fotografía 4. Realización apique N°3 Las Mercedes – Teorama.	21
Fotografía 5. Realización apique N°6 Las Mercedes – Teorama.	23
Fotografía 6. Realización apique N°7 Las Mercedes – Teorama.	25
Fotografía 7. Realización apique N°8-9 Las Mercedes – Teorama.	27
Fotografía 8. Realización apique N°10-11 Las Mercedes – Teorama.	29
Fotografía 9. Realización apique N°12-13 Las Mercedes – Teorama.	31
Fotografía 10. Realización apique N°14-15 Las Mercedes – Teorama.	33
Fotografía 11. Realización apique N°16-17 Las Mercedes – Teorama.	35
Fotografía 12. Realización apique N°18-19 Las Mercedes – Teorama.	37
Fotografía 13. Realización apique N°20-21 Las Mercedes – Teorama.	39
Fotografía 14. Realización apique N°22-23 Las Mercedes – Teorama.	41
Fotografía 15. Realización apique N°24-25 Las Mercedes – Teorama.	43
Fotografía 16,17. Realización apique N°26-27 Las Mercedes – Teorama.	45



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización general de la zona de estudio – Municipio de Teorama	9
Figura 2. Localización en detalle de la zona de estudio – Las Mercedes – Teorama	10
Figura 3. Perfil estratigráfico en el Apique N° 1 Las Mercedes - Teorama	18
Figura 4. Perfil estratigráfico en el Apique N° 2 Las Mercedes - Teorama	20
Figura 5. Perfil estratigráfico en el Apique N° 3 Las Mercedes - Teorama	22
Figura 6. Perfil estratigráfico en el Apique N° 6 Las Mercedes - Teorama	24
Figura 7. Perfil estratigráfico en el Apique N° 7 Las Mercedes - Teorama	26
Figura 8. Perfil estratigráfico en el Apique N° 8-9 Las Mercedes – Teorama	28
Figura 9. Perfil estratigráfico en el Apique N° 10-11 Las Mercedes - Teorama	30
Figura 10. Perfil estratigráfico en el Apique N° 12-13 Las Mercedes - Teorama	32
Figura 11. Perfil estratigráfico en el Apique N° 14-15 Las Mercedes – Teorama	34
Figura 12. Perfil estratigráfico en el Apique N° 16-17 Las Mercedes – Teorama	36
Figura 13. Perfil estratigráfico en el Apique N° 18-19 Las Mercedes – Teorama	38
Figura 14. Perfil estratigráfico en el Apique N° 20-21 Las Mercedes - Teorama	40
Figura 15. Perfil estratigráfico en el Apique N° 22-23 Las Mercedes - Teorama	42
Figura 16. Perfil estratigráfico en el Apique N° 24-25 Las Mercedes – Teorama	44
Figura 17. Perfil estratigráfico en el Apique N° 26-27 Las Mercedes – Teorama	46



LABORATORIO INGENIERIA SUELOS Y GEOTECNIA

ISG

Nuestro compromiso es su confianza



1. INTRODUCCIÓN

El presente documento comprende las etapas del estudio geotécnico definitivo para diseño de la vía las Mercedes – Teorama.

Para la realización del presente informe se siguieron los lineamientos generales la norma colombiana INVIAS 2007.

La caracterización geo mecánica de los estratos de suelos encontrados, que se detalla a continuación, se realizó a través de la ejecución de 27 apiques a una profundidad de 1.0 m, cada 500m lineales a lo largo de los 13 km de la vía que comunica las Mercedes con el Municipio de Teorama Norte de Santander.



1.1 Objetivo del estudio geotécnico.

El presente estudio geotécnico está orientado a la investigación, el análisis de las propiedades físicas del suelo de fundación, localización del nivel del agua subterránea o freático, identificación de los problemas inherentes al suelo, a la formación geológica, a la topografía de la zona y a las características hidrogeológicas del sitio.

2. ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO

2.1 ASPECTOS DE LOCALIZACIÓN

El municipio de Teorama forma parte de la subregión occidental departamento Norte de Santander. Limita al norte con la República de Venezuela y el municipio de Convención; al sur con Ocaña; al oriente con El Tarra, Tibú y San Calixto y al occidente con Convención.

Extensión total: El municipio tiene una extensión de 852 km², (85200 Ha) Km²

Extensión área urbana: 7.5 Km²

Extensión área rural: 8512 Km²

Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): La altitud media es de 1.158 metros sobre el nivel del mar

Temperatura media: Su temperatura está condicionada por su relieve, y su promedio es de 22°C.

Distancia de referencia: La cabecera municipal se encuentra ubicada a 73° 39' 24" al oeste del meridiano de Greenwich (longitud) y a 8° 26' 18" al norte del paralelo ecuatorial (latitud); a 274 Km. De la capital del departamento.



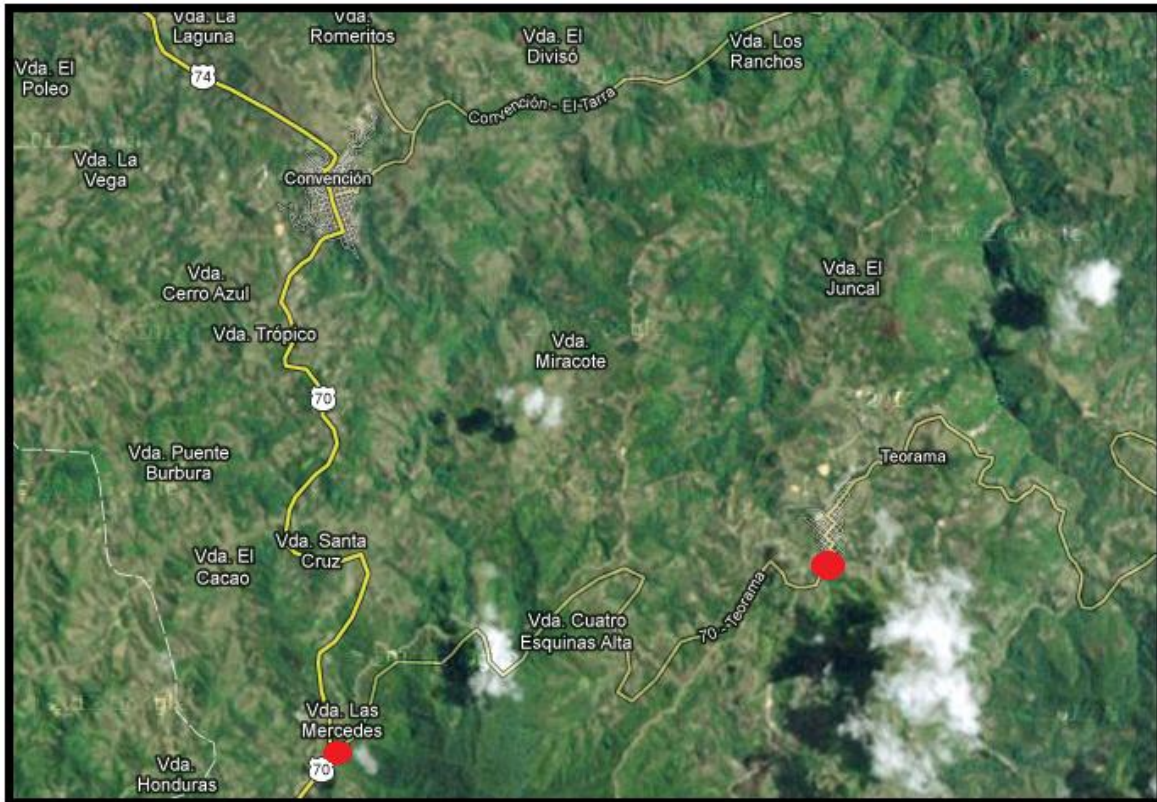
LABORATORIO INGENIERIA SUELOS Y GEOTECNIA

ISG

Nuestro compromiso es su confianza



Figura 2. Localización en detalle de la zona de estudio Las Mercedes – Teorama.



● LOCALIZACION ESTUDIO VIA LAS MERCEDES - TEORAMA



2.2 CARACTERISTICAS GEOLOGICAS LOCALES

2.2.1 GEOLOGIA LOCAL

El análisis del Geólogo integra todo el municipio de Teorama. El Tamaño del Suelo Urbano es muy pequeño respecto al del municipio, lo cual hace que el análisis se integre en el análisis general del municipio.

En El siguiente Análisis Geológico se muestra la utilidad de la fotointerpretación Geomorfológica aplicada a la identificación de limitantes geotécnicas, especialmente en apoyo a la planificación; pues ésta es una parte esencial de la cartografía geológica ingenieril que puede ser llevada rápidamente a cabo teniendo en cuenta las directrices ambientales.

La base geológica cartográfica utilizada para el análisis físico de una de las variables más importantes dentro de los procesos biofísicos del Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Teorama, toma como referencia la plancha geológica No. 76 (Ocaña), a escala 1:100.000, y el mapa Geológico del Departamento Norte de Santander a escala 1:250.000, cuya fuente en el INGEOMINAS, posteriormente y debido a problemas de orden público la corroboración de la geología a la escala sugerida en los determinantes ambientales se elaboró con base en fotointerpretación.

Litológicamente el mayor porcentaje del área del municipio está constituida por rocas Ígneas representadas por complejos intrusivos y extrusivos, cartografiados en el mapa geológico como (Jci), y en segunda instancia por rocas metamórficas representadas por la formación Silgara (pDs).

Las unidades estratigráficas aflorantes en el área del municipio corresponden a la cuenca de Maracaibo, con un porcentaje mínimo de rocas sedimentarias y algunos depósitos cuaternarios formados por el río Catatumbo. Las siguientes son las unidades estratigráficas cartografiadas en el área del municipio:

Complejo Intrusivo Extrusivo (Jci)

Rocas Ígneas constituidas por cuarzo monzonitas de grano fino a grueso con evidencias de etapas de volcanismo efusivo-explosivo de carácter ácido. La composición varía de granito a cuarzo monzonita; con presencia de zonas pegmatitas.

Esta formación es la más representativa en toda el área del municipio y sobre lo suelos formados a partir de ella, se desarrolla la mayor parte de la actividad agrícola del municipio; igualmente allí se encuentra ubicada la Cabecera municipal.

FORMACION SILGARA (pDs)

Litológicamente la formación está constituida por Filitas verdes y rojizas, Esquistos gris a gris verdoso, Metareniscas, cuarcitas y metal molitas cuya principal característica es que han sufrido un metamorfismo de bajo a medio grado. La formación Silgara aflora al Sureste del municipio.



Metamórficas de Grado Medio a Bajo. (Pzm1)

Rocas metamórficas de origen sedimentario, constituidas por cuarcitas, filitas y esquistos, metalodolitas, metareniscas y metaconglomerados; aflora hacia la parte Central del municipio, al Norte de la población de San Pablo.

Metasedimentitas de Bajo Grado (Pzm2)

Litológicamente esta constituido por una sucesión replegada de rocas sedimentarias que ha sido afectada por metamorfismo de bajo a muy bajo grado, conservando características de la roca sedimentaria, la conforman una alternancia de metalodolitas y metarenisca gris verdosa. Geográficamente se ubica hacia la parte Central del Municipio.

Unidad Arenosa – Lutítica de Convención (Df)

Arcillolita roja, amarillenta, fosilífera con intercalaciones de arenisca gris verdosa, amarillenta y rojiza. Conglomerado gris claro a blanco amarillento y caliza gris. Esta unidad aflora al Suroeste del municipio.

Formación Giron (Jg)

Esta formación aflora al oeste de la población de San Pablo y esta constituida por areniscas roja de grano fino y arenisca conglomerática, shale roja, conglomerados blancos y rojizos y limolita roja. Afectada por rocas volcánicas riolíticas.

Formación Tibú – Mercedes (Kitm)

La formación Tibú – Mercedes aflora al sur de la población de San Pablo y esta constituida por los miembros Tibú y Mercedes como su propio nombre lo indica; el primero conformado por areniscas guijosas de grano grueso y caliza gris fosilífera con algunas capas de lutita; el segundo miembro constituido por intercalaciones de caliza, lutita y areniscas. Los afloramientos se ubican hacia el Norte en el área de reserva.

2.3 GEOMORFOLOGÍA

Unidades de Origen Estructural.

En el área del municipio esta unidad está conformada por Vertiente de Cordillera Estructural, geográficamente se ubica al Sur – Oeste y hacia la parte central en cercanías de La población de San Pablo. Se observan procesos morfodinámicos de erosión, principalmente en los cultivos limpios de Piña.

Como medidas de manejo para el control de los procesos morfodinámicos que se observan está el control de cultivos limpios, evitando su ubicación en pendientes fuertes y establecer franjas de reserva que sirvan como controladores.



Unidades de Origen Denudacional.

Esta unidad esta constituida por Vertientes de Cordillera Denudacional y constituyen el mayor porcentaje de las geoformas del municipio, aflora hacia la aprte central del Norte de San Pablo. Sobre la carretera veredales y municipales que atraviesan esta unidad se observan procesos morfodinámicos de erosión y deslizamientos.

Unidades de Origen Denudacional - Estructural

La unidad Geomorfológica la constituyen Vertientes de Cordillera y Colinas medias y Altas. Las primeras ubicadas hacia la parte sur del municipio y las segundas al Norte en el área de reserva.

En el área de las vertientes de cordillera denudacional – estructural se observaron deslizamientos antiguos y marcada intervención antrópica.

Unidad de Origen Aluvial.

Esta unidad la conforman los depósitos aluviales formados por los sedimentos transportados por el río Catatumbo; son unidades Geomorfológicas más jóvenes desarrolladas por procesos de dinámica Fluvial.

Sobre está unidad Geomorfológica se desarrolla el valle de la población de San Pablo, sin embargo por la dinámica del río Catatumbo puede verse afectada en cuanto a la estabilidad.

2.4 HIDROGRAFÍA

El Suelo Urbano está dentro de la microcuenca Joaquín Santos. Las fuentes abastecedoras del acueducto urbano son: Q. Joaquín Santos, Q. El Farache y Q. Los Aposentos.

Se tiene una demanda urbana hídrica de: 280 m³, los cuales son apenas abastecidos por las mencionadas fuentes. Esta microcuenca se define como zona de protección y conservación, para llevar a cabo proyectos de reforestación con especies nativas indicadas en el tema de vegetación.

El ministrito de riego El Farache- El Juncal, a la postre resultó operando como acueducto de las veredas y usado, también, para riego. Sin embargo, se hace una adecuada operación y mantenimiento y existe la respectiva junta administradora del servicio. La vereda Farache



muestra un adecuado desarrollo en todos los sectores y en especial, en el manejo de este sistema de riego - acueducto.

2.5 CLIMATOLOGÍA

Existen factores que determinan las características hidrológicas de una región, la orografía, la geología. El análisis del recurso hídrico de una región, no se puede limitar sólo al área de estudio, ya que este está relacionado por diferentes causas climatológicas de carácter Global, Regional y Local.

Factores Globales: El Fenómeno Cálido del Pacífico (El Niño) consiste en el calentamiento de la superficie del Océano Pacífico que cubre grandes extensiones y por su magnitud afecta el clima en diferentes regiones del planeta, entre ellas, el norte de Sudamérica donde está situado el territorio colombiano. El Fenómeno Frío del Pacífico (La Niña) corresponde a la aparición irregular de aguas superficiales y subsuperficiales más frías que lo normal en los sectores central y oriental del Océano Pacífico tropical.

Factores Regionales: La generación de lluvias en el 75% del territorio de norte de Santander obedece en general a las condiciones climáticas presentes en la hoya hidrográfica del Lago de Maracaibo. Parte de la humedad generada en el lago de Maracaibo por acción de los vientos es distribuida en la gran cuenca del río Catatumbo.

Factores Locales: El relieve es el principal factor que provoca la ascensión del aire caliente y húmedo proveniente de los valles y/o del lago de Maracaibo, actuando como barreras orográficas a las masas de nubes que se concentran para originar las precipitaciones.

3. ESTRUCTURA Y SISMICIDAD.

Tomando como referencia la norma sismo- resistente NSR-10, el Municipio del Teorama está clasificado dentro de una zona de amenaza sísmica Baja, con coeficientes de aceleración sísmica de $A_a=0.20$ y $A_v=0.15$.



4. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

4.1 Características Geotécnicas del Terreno de Fundación.

La topografía de la región es accidentada y sus tierras se encuentran surcadas por numerosos ríos y quebradas de comportamiento torrencial, que serpentean por desfiladeros de alta montaña, suavizándose algunas veces y formando pequeñas mesetas onduladas.

5. CARACTERIZACION GEOTECNICA DEL SUELO DE FUNDACION

5.1 Exploración del Perfil del Suelo.

La caracterización del perfil del suelo de fundación se llevo a cabo mediante apiques a una profundidad de un metro, experimentación mediante ensayos en el laboratorio y análisis de los resultados obtenidos.

Los apiques realizados en campo se localizan y se distribuyeron uniformemente a lo largo del tramo de vía en estudio, del PR 13+000 AL PR 0+000. Estos apiques estuvieron localizados a lo largo de la vía que conecta la vereda LAS MERCEDES con el Municipio de TEORAMA.
Ver figura 2 – pag.10.

5.2 Ensayos de Laboratorio.

En los distintos sondeos se realizaron muestreos representativos de los diferentes estratos o capas de suelo, tomando muestras inalteradas para realizar ensayos de Humedad (contenido de agua), Límites de Atterberg (plasticidad), Granulometría (tamaño de grano) con el fin de determinar las propiedades físicas de los suelos explorados.

Estos ensayos se realizaron en el laboratorio Ingeniería Suelos y Geotecnia de la ciudad Ocaña.

Las muestras obtenidas se describieron e identificaron en campo y laboratorio para posteriormente realizar el programa de ensayos que se muestra en la tabla 1.



Tabla 1. Ensayos de Laboratorio.

Ensayo	Norma
Granulometría (tamaño de granos)	ASTM D 421-58 y D 422-63
Contenido de humedad	NTC 1495 ASTM D 2216
Límite plástico e Índice de Plasticidad	NTC 1493 ASTM D 4318
Límite Líquido	NTC 1494 ASTM D 4318
Clasificación	NTC 1504 ASTM D 2487
CBR	ASTM-D 4429-93, ASTM-D 1883

En el **Anexo 1** se muestran los resultados de los ensayos de laboratorio para cada sondeo.

6. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN DEL PROYECTO

6.1 Nivel Piezométrico o de Aguas Freáticas.

En la zona de estudio y hasta la profundidad explorada no se encontró nivel freático.



6.2 Perfil Estratigráfico.

Tramo – PR 13+000 a PR 12+500: Se encontró un perfil estratigráfico, definido de la siguiente manera: de 0.0 a 0.05m está constituido por una capa asfáltica en malas condiciones; de 0.05 a 0.3m una Arena gravo - limosa de color crema claro con presencia de gravas de color beige(capa granular) - (N.P); de 0.3 a 0.7m una Arena limosa - arcillosa de color cafe claro con plasticidad madia a baja(suelo natural subrasante); de 0.7 a 1.0m una Arcilla limosa de color rojo con betas amarillas con una consistencia media(suelo natural subrasante). *Ver fotografia 1 – figura 3.*

Fotografía 1. Realización apique N° 1 Las Mercedes – Teorama.



PERFIL ESTRATIGRÁFICO

APIQUE N° 1 - DISEÑO DE LA VIA LAS MERCEDES - TEORAMA - NORTE DE SANTANDER

	ARCILLA LIMOSA		ARENAS LIMOSAS		TURBA
	GRAVAS ARCILLOSAS		LIMOS		LIMOS ARCILLOSOS
	GRAVAS MAL GRADADAS		ARENAS BIEN GRADA		ARENAS UNIFORMES
	GRAVAS ARENO-LIMOSAS		ARENAS GRAVOSAS		ARCILLA ARENOSA
	GRAVAS ARENO-ARCILLOSAS		ARENAS ARCILLOSAS		ARCILLAS ORGÁNICAS
	MUESTRA ALTERADA	RTb	Avance por rotación y recuperación de muestras con barreno.		
	MUESTRA SEMI-ALTERADA	RTt	Avance por rotación con tricono sin recuperación de muestras.		
	MUESTRA INALTERADA	R	Rechazo		
		TP	Tubo Partido		



Tramo – PR 12+500 a PR 11+500: Se encontró un perfil estratigráfico, definido de la siguiente manera: de 0.0 a 0.05m está constituido por una capa asfáltica en malas condiciones; de 0.05 a 0.4m una Arena gravo - limosa de color amarillo oscuro con presencia de gravas de color beige (capa granular) - (N.P); de 0.4 a 1.0m una Arcilla limosa de color amarillo pálido de consistencia media en estado húmedo (suelo natural subrasante). *Ver fotografías 2,3 – figura 4.*

Fotografía 2. Realización apique N° 2 Las Mercedes – Teorama.



Fotografía 3. Realización apique N° 2 Las Mercedes – Teorama.





Figura 4. Perfil estratigráfico tramo PR 12+500 a PR 11+500

PERFIL ESTRATIGRAFICO								
APIQUE N° 2 - DISEÑO DE LA VIA LAS MERCEDES - TEORAMA - NORTE DE SANTANDER								
OBRA	Estudio de suelos			PROF. NIVEL FREÁTICO			No se encontró	
SITIO	PR 12 + 500 - PR 11+500 - Lado Izquierdo			PROF. TOTAL SONDEO			1.0 m	
EQUIPO	Cono Dinámico - Herramienta meno			FECHA INICIACIÓN			23/11/2012	
				FECHA TERMINACION			23/11/2012	
Escala pulg (m)	Estrato	Clasificación SUCS	Clasificacion ASSTHO	LL (%)	IP (%)	CBR (%)	DESCRIPCION Y OBSERVACIONES	Muestra
							Capa Asfáltica en malas condiciones	
		GM	A-1a	—	NP	30	Grava limosa de color amarillo oscuro con presencia de gravas de color beigs (capa granular) de plasticidad nula.	
18 (0.50m)		SM	A-1b	—	NP	15.1	Arena limosa de color amarillo palido de consistencia media, en estado huendo - suelo natural subrasante.	
36 (1.0m)								
54 (1.50m)								

	ARCILLA LIMOSA		ARENAS LIMOSAS		TURBA
	GRAVAS ARCILLOSAS		LIMOS		LIMOS ARCILLOSOS
	GRAVAS MAL GRADADAS		ARENAS BIEN GRADA		ARENAS UNIFORMES
	GRAVAS ARENO-LIMOSAS		ARENAS GRAVOSAS		ARCILLA ARENOSA
	GRAVAS ARENO-ARCILLOSAS		ARENAS ARCILLOSAS		ARCILLAS ORGÁNICAS
	MUESTRA ALTERADA	RTb	Avance por rotación y recuperación de muestras con barreno.		
	MUESTRA SEMI-ALTERADA	RTt	Avance por rotación con tricono sin recuperación de muestras.		
	MUESTRA INALTERADA	R	Rechazo		
		TP	Tubo Partido		



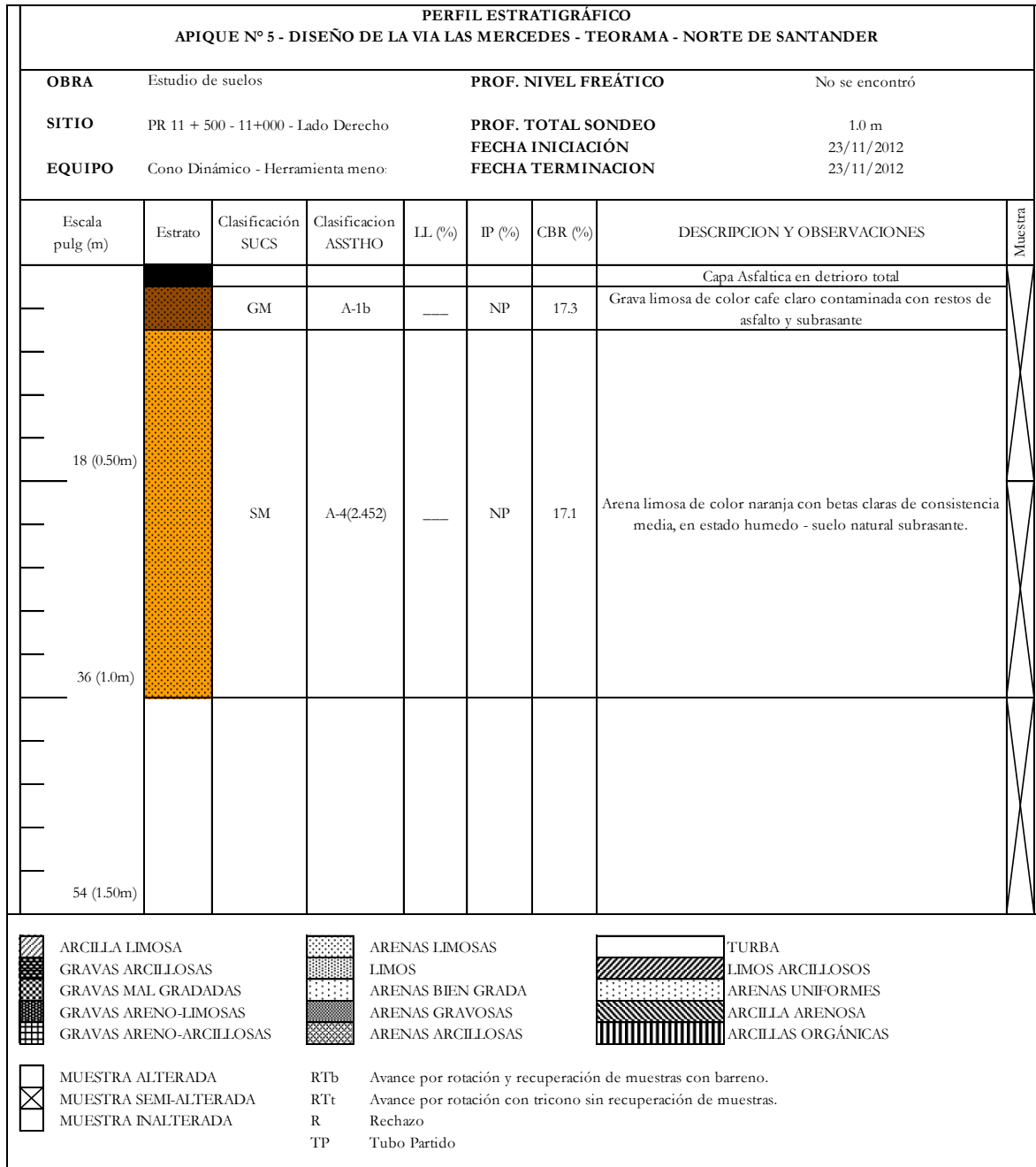
Tramo – PR 11+500 a PR 11+000: Se encontró un perfil estratigráfico, definido de la siguiente manera: de 0.0 a 0.05m está constituido por una capa asfáltica en deterioro total; de 0.05 a 0.15m una Arena gravo - limosa de color café claro contaminada con restos de asfalto y subrasante; de 0.15 a 1.0m una Arena limosa de color naranja con betas claras de consistencia media en estado húmedo (suelo natural subrasante). ***Ver fotografía 4 – figura 5.***

Fotografía 4. Realización apique N° 5 Las Mercedes – Teorama.





Figura 5. Perfil estratigráfico tramo PR 11+500 a PR 11+000





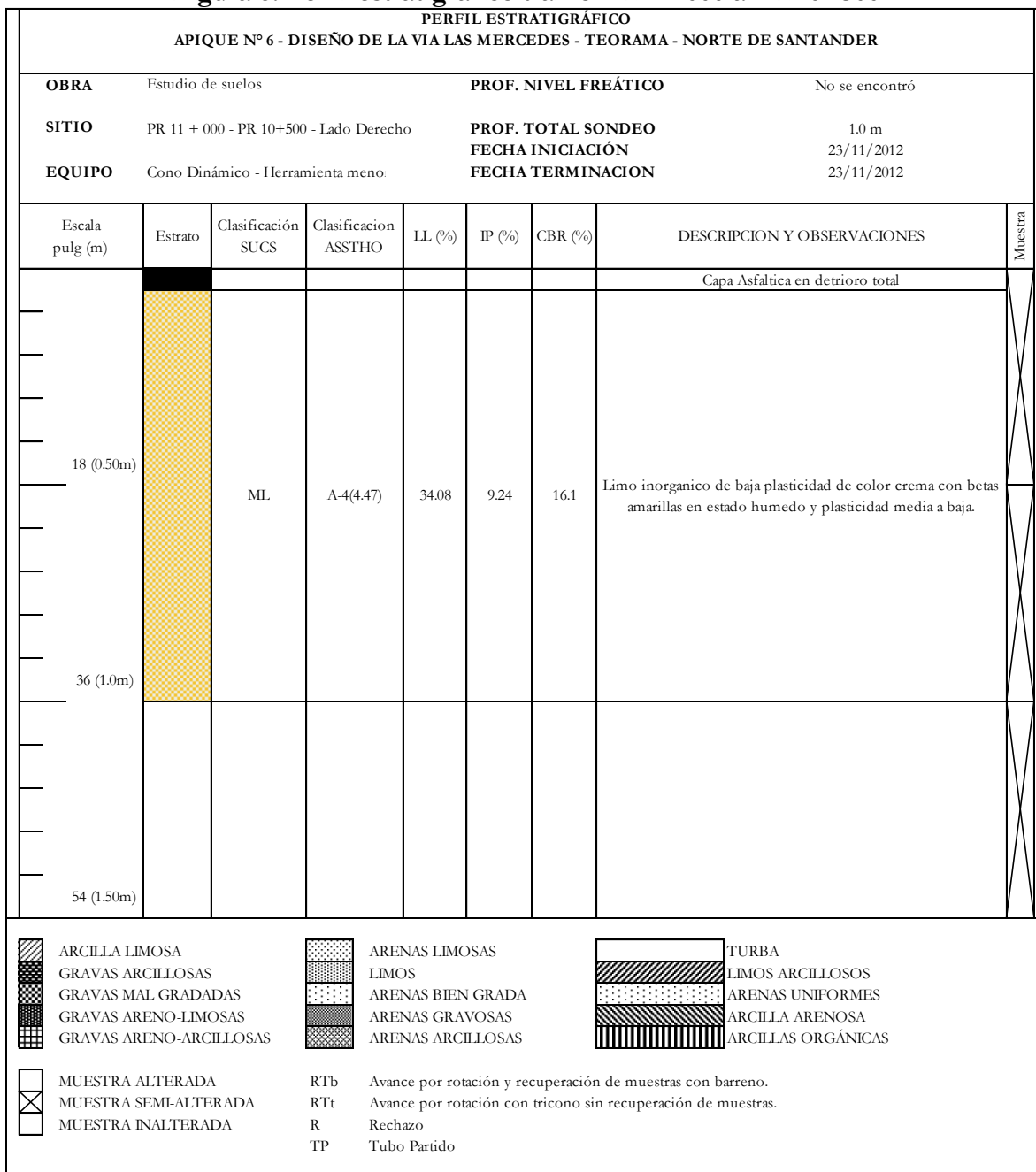
Tramo – PR 11+000 a PR 10+500: Se encontró un perfil estratigráfico, definido de la siguiente manera: de 0.0 a 0.05m está constituido por una capa asfáltica en deterioro total; de 0.05 a 1.0m una Arena arcillosa de color crema con betas amarillas en estado húmedo y plasticidad de media a baja. *Ver fotografía 5 – figura 6.*

Fotografía 5. Realización apique N° 6 Las Mercedes – Teorama.





Figura 6. Perfil estratigráfico tramo PR 11+000 a PR 10+500





LABORATORIO INGENIERIA SUELOS Y GEOTECNIA

ISG

Nuestro compromiso es su confianza



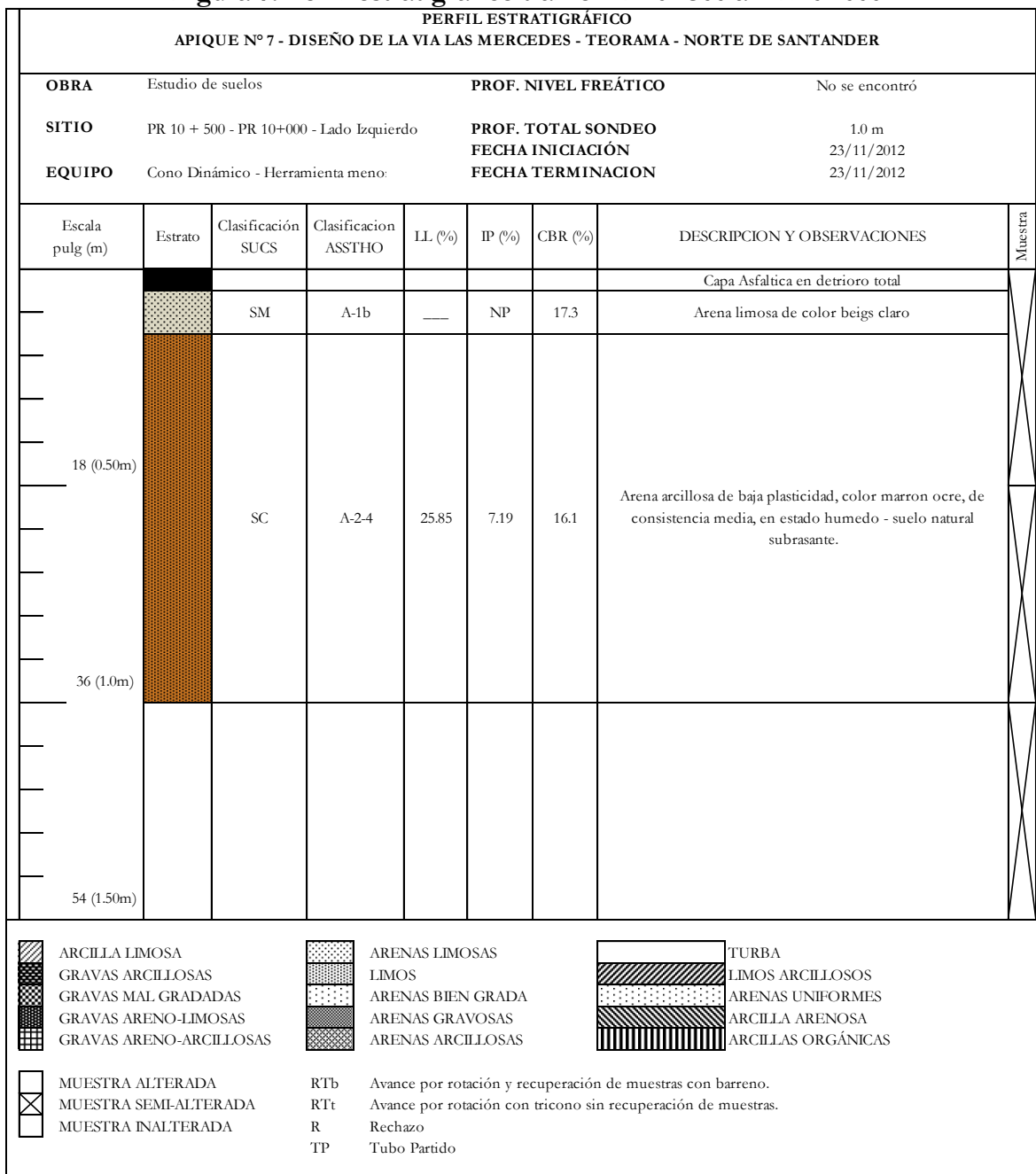
Tramo – PR 10+500 a PR 10+000: Se encontró un perfil estratigráfico, definido de la siguiente manera: de 0.0 a 0.05m está constituido por una capa asfáltica en deterioro total; de 0.05 a 0.15m una Arena gravo - limosa de color beige claro; de 0.15 a 1.0m una Arena limosa de color marrón ocre de consistencia media en estado húmedo (suelo natural subrasante). ***Ver fotografía 6 – figura 7.***

Fotografía 6. Realización apique N° 7 Las Mercedes – Teorama.





Figura 7. Perfil estratigráfico tramo PR 10+500 a PR 10+000





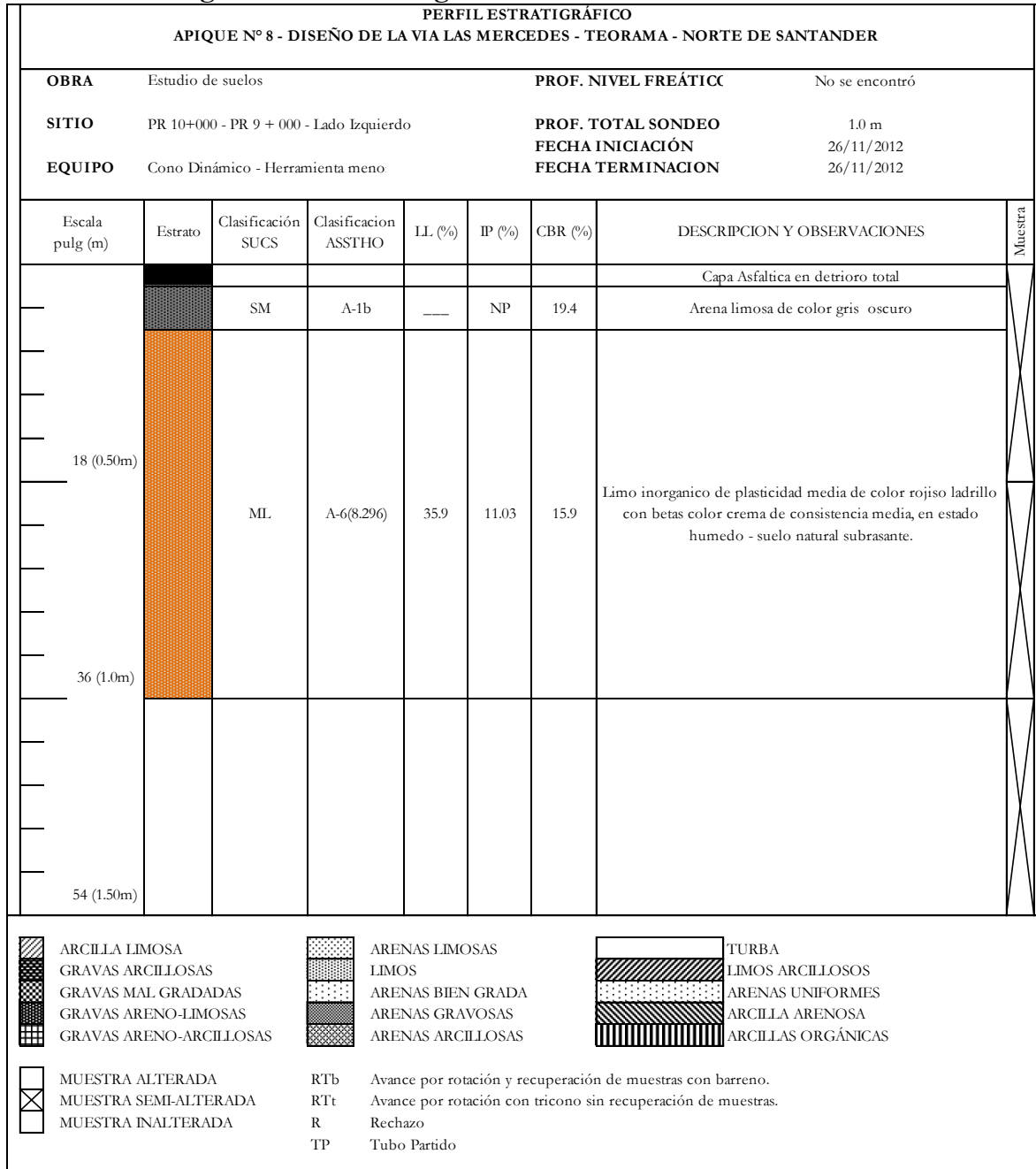
Tramo – PR 10+000 a PR 9+000: Se encontró un perfil estratigráfico, definido de la siguiente manera: de 0.0 a 0.05m está constituido por una capa asfáltica en deterioro total; de 0.05 a 0.15m una Arena gravo - limosa de color gris oscuro; de 0.15 a 1.0m una Arena limosa de color rojizo ladrillo con betas color crema de consistencia media en estado húmedo (suelo natural subrasante). *Ver fotografía 7 – figura 8.*

Fotografía 7. Realización apique N°8 Las Mercedes – Teorama.





Figura 8. Perfil estratigráfico tramo PR 10+000 A PR 9+000





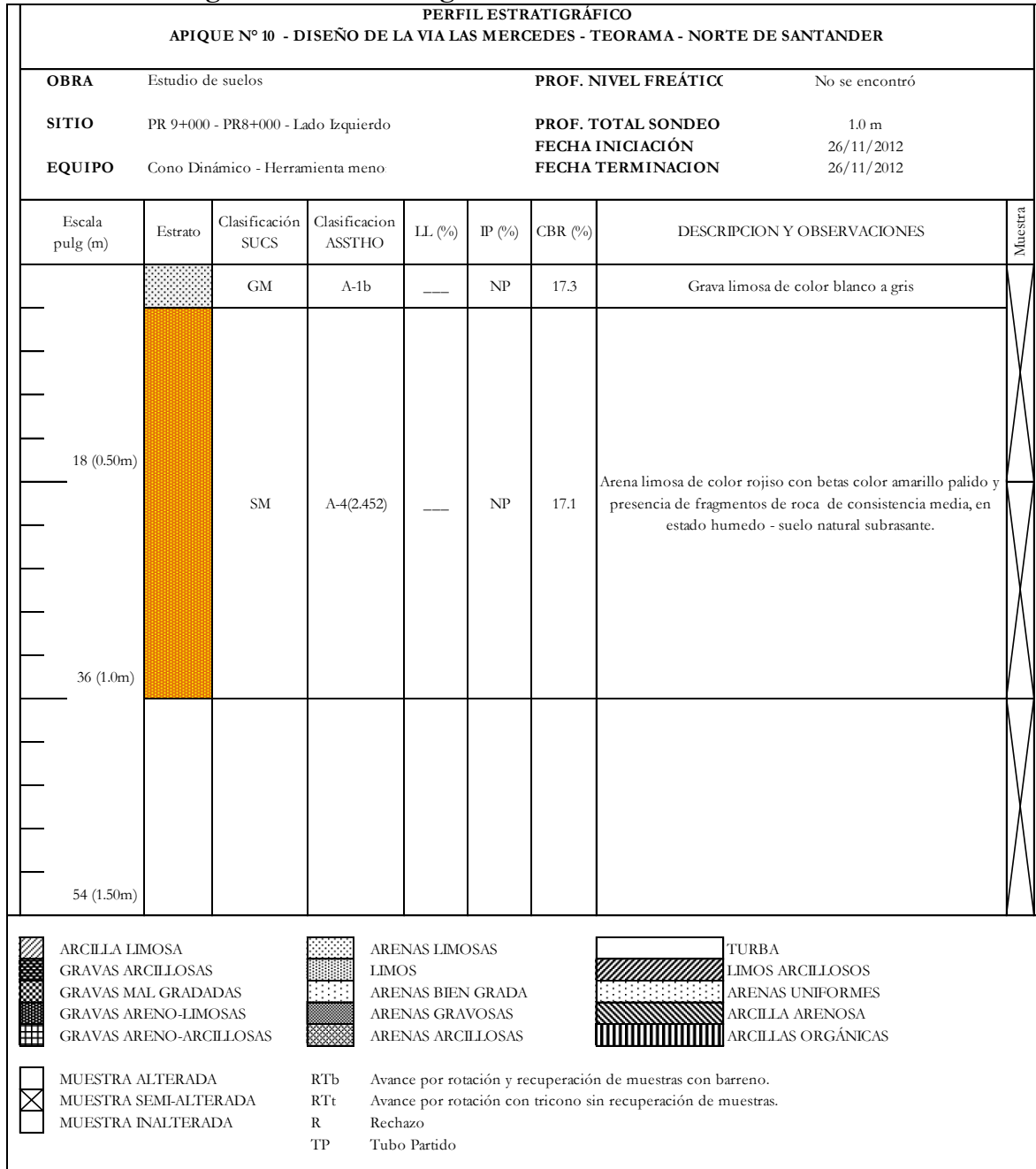
Tramo – PR 9+000 a PR 8+000: Se encontró un perfil estratigráfico, definido de la siguiente manera: de 0.0 a 0.1m está constituido por Arena gravo - limosa de color Blanco a gris; de 0.1 a 1.0m una Arcilla limosa de color rojizo con betas color amarillo pálido y presencia de fragmentos de roca de consistencia media en estado húmedo (suelo natural subrasante). ***Ver fotografía 8 – figura 9.***

Fotografía 8. Realización apique N°10 Las Mercedes – Teorama.





Figura 9. Perfil estratigráfico tramo PR 9+000 A PR 8+000





Tramo – PR 8+000 a PR 7+000: Se encontró un perfil estratigráfico, definido de la siguiente manera: de 0.0 a 1.0m está constituido por una Arena limosa de color café – rojizo con presencia de fragmentos de gravas de consistencia media en estado húmedo (suelo natural subrasante). *Ver fotografía 9 – figura 10.*

Fotografía 9. Realización apique N°12 Las Mercedes – Teorama.





Figura 10. Perfil estratigráfico tramo PR 8+000 A PR 7+000

PERFIL ESTRATIGRÁFICO APIQUE N° 12 - DISEÑO DE LA VIA LAS MERCEDES - TEORAMA - NORTE DE SANTANDER								
OBRA	Estudio de suelos			PROF. NIVEL FREÁTICO		No se encontró		
SITIO	PR 8 + 000 - PR 7 + 000 - Lado Izquierdo			PROF. TOTAL SONDEO		1.0 m		
EQUIPO	Cono Dinámico - Herramienta meno			FECHA INICIACIÓN		26/11/2012		
				FECHA TERMINACION		26/11/2012		
Escala pulg (m)	Estrato	Clasificación SUCS	Clasificación ASSTHO	LL (%)	IP (%)	CBR (%)	DESCRIPCION Y OBSERVACIONES	Muestra
18 (0.50m)		SW	A-2-4	34.67	8.72	13.8	Arena bien gradada de baja plasticidad, de color café rojizo con presencia de fragmentos de gravas de consistencia media, en estado humedo - suelo natural subrasante.	
36 (1.0m)								
54 (1.50m)								

	ARCILLA LIMOSA		ARENAS LIMOSAS		TURBA
	GRAVAS ARCILLOSAS		LIMOS		LIMOS ARCILLOSOS
	GRAVAS MAL GRADADAS		ARENAS BIEN GRADA		ARENAS UNIFORMES
	GRAVAS ARENO-LIMOSAS		ARENAS GRAVOSAS		ARCILLA ARENOSA
	GRAVAS ARENO-ARCILLOSAS		ARENAS ARCILLOSAS		ARCILLAS ORGÁNICAS

	MUESTRA ALTERADA	RTb	Avance por rotación y recuperación de muestras con barreno.
	MUESTRA SEMI-ALTERADA	RTt	Avance por rotación con tricono sin recuperación de muestras.
	MUESTRA INALTERADA	R	Rechazo
		TP	Tubo Partido



Tramo – PR 8+000 a PR 7+000: Se encontró un perfil estratigráfico, definido de la siguiente manera: de 0.0 a 0.75m está constituido por Arcilla limosa de color vino tinto claro con presencia de fragmentos de gravas de consistencia media en estado húmedo (suelo natural subrasante); de 0.75 a 1.0m una Grava areno limosa de color marrón claro de plasticidad moderada a baja. *Ver fotografía 10 – figura 11.*

Fotografía 10. Realización apique N° 15 Las Mercedes – Teorama.





Figura 11. Perfil estratigráfico tramo PR 8+000 A PR 7+000

PERFIL ESTRATIGRÁFICO APIQUE N° 15 - DISEÑO DE LA VIA LAS MERCEDES - TEORAMA - NORTE DE SANTANDER								
OBRA	Estudio de suelos			PROF. NIVEL FREÁTICO		No se encontró		
SITIO	PR 7 + 000 - PR 6 + 000 - Lado Derecho			PROF. TOTAL SONDEO		1.0 m		
EQUIPO	Cono Dinámico - Herramienta meno			FECHA INICIACIÓN		26/11/2012		
				FECHA TERMINACIÓN		26/11/2012		
Escala pulg (m)	Estrato	Clasificación SUCS	Clasificación ASSTHO	LL (%)	IP (%)	CBR (%)	DESCRIPCION Y OBSERVACIONES	Muestra
18 (0.50m)	A-2-4	SC	A-2-4	30.1	7.69	21.5	Arena arcillosa de baja plasticidad de color vinotinto claro con presencia de fragmentos de gravas de consistencia media, en estado humedo - suelo natural subrasante.	X
36 (1.0m)	GM	GM	A-1b	—	NP	17.3	Grava limosa de color marron claro de plasticidad moderada a baja.	X
54 (1.50m)								X

ARCILLA LIMOSA GRAVAS ARCILLOSAS GRAVAS MAL GRADADAS GRAVAS ARENO-LIMOSAS GRAVAS ARENO-ARCILLOSAS MUESTRA ALTERADA MUESTRA SEMI-ALTERADA MUESTRA INALTERADA	ARENAS LIMOSAS LIMOS ARENAS BIEN GRADA ARENAS GRAVOSAS ARENAS ARCILLOSAS RTb Avance por rotación y recuperación de muestras con barreno. RTt Avance por rotación con tricono sin recuperación de muestras. R Rechazo TP Tubo Partido	TURBA LIMOS ARCILLOSOS ARENAS UNIFORMES ARCILLA ARENOSA ARCILLAS ORGÁNICAS
---	---	---



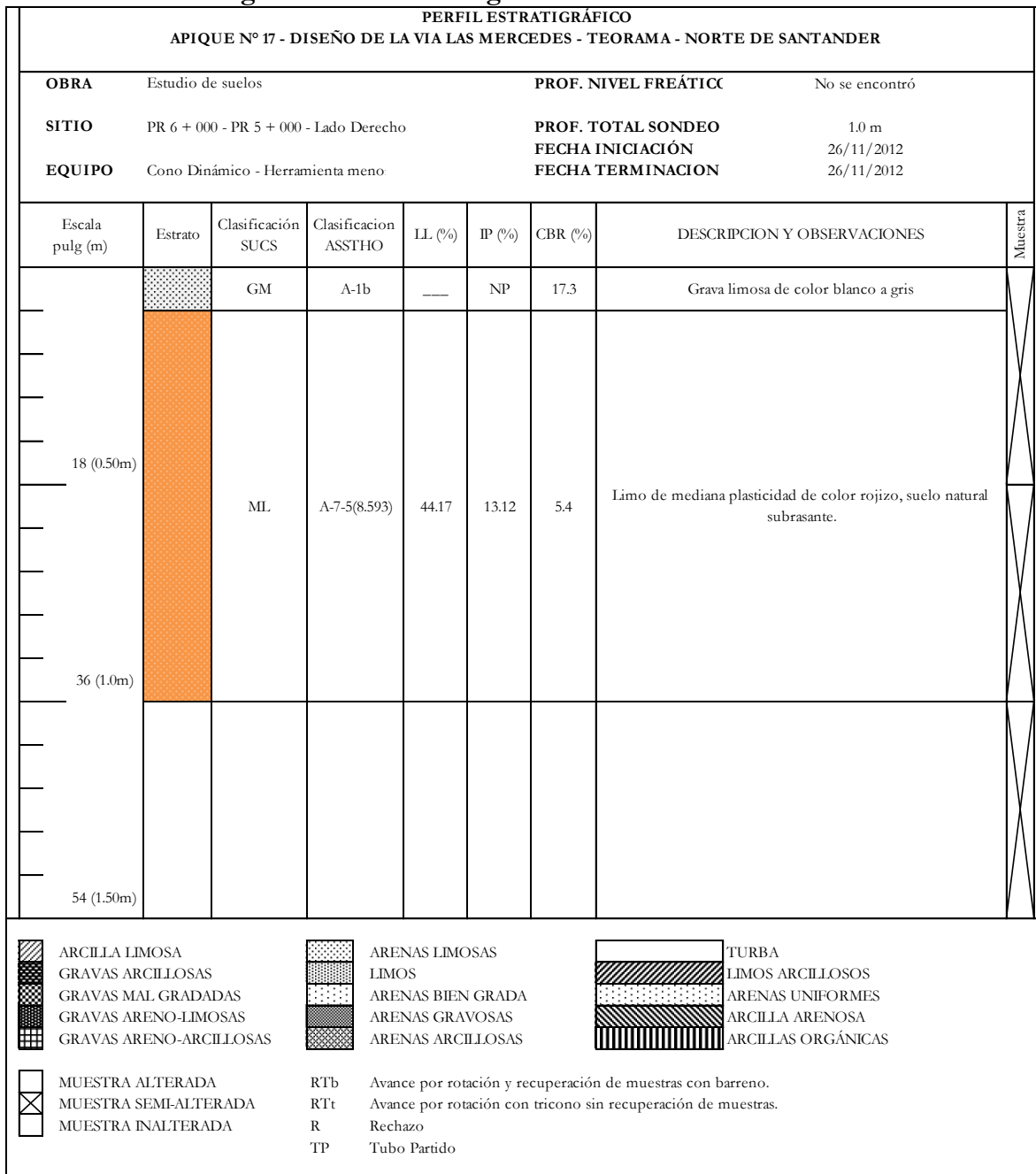
Tramo – PR 6+000 a PR 5+000: Se encontró un perfil estratigráfico, definido de la siguiente manera: de 0.0 a 0.1m está constituido por Arena gravo - limosa de color Blanco a gris; de 0.1 a 1.0m una Arena arcillosa limosa de color rojizo (ladrillo) oscuro de plasticidad media en estado húmedo (suelo natural subrasante). *Ver fotografía 11 – figura 12.*

Fotografía 11. Realización apique N° 17 Las Mercedes – Teorama.





Figura 12. Perfil estratigráfico PR 6+000 a PR 5+000





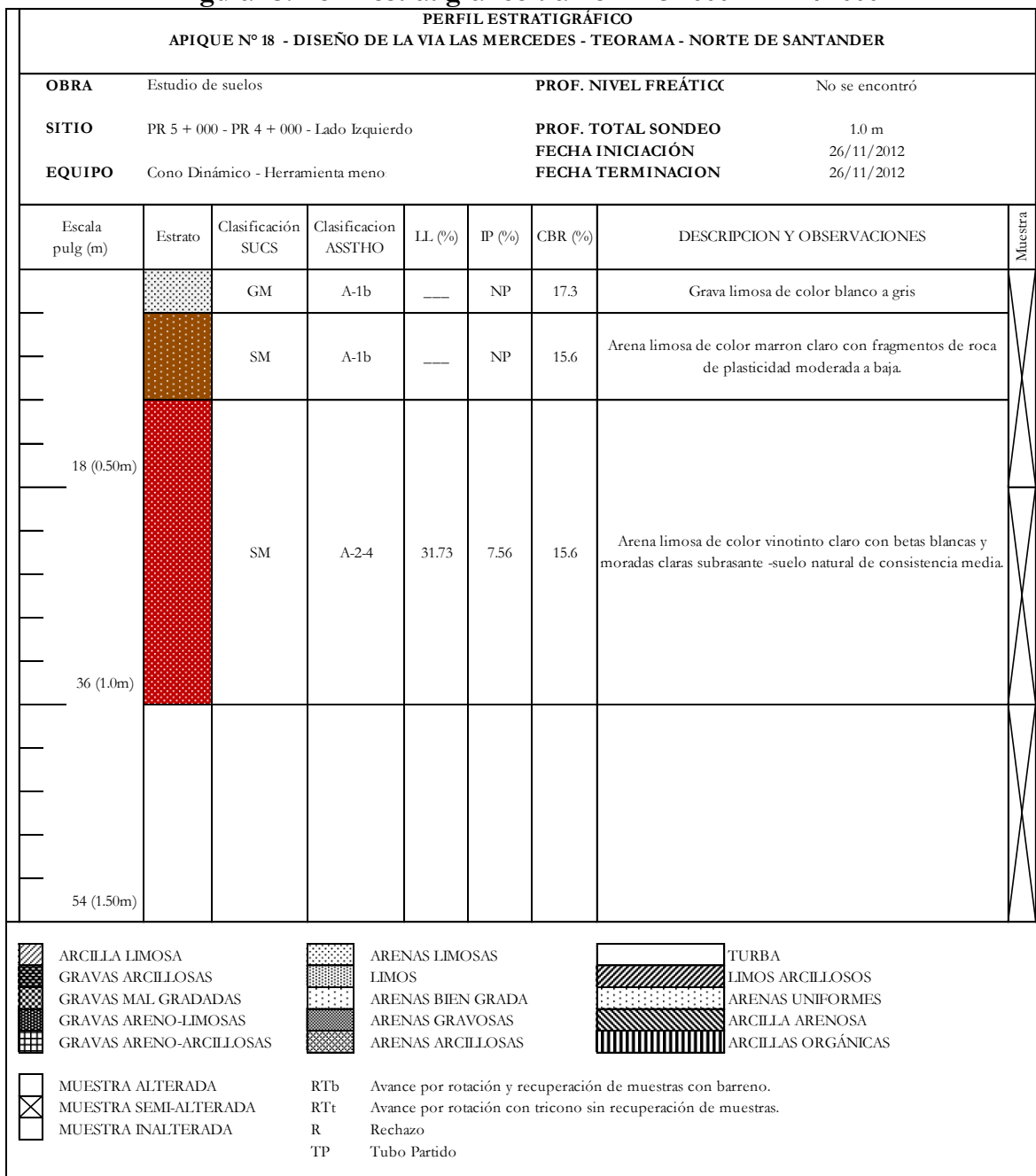
Tramo – PR 5+000 A PR 4+000: Se encontró un perfil estratigráfico, definido de la siguiente manera: de 0.0 a 0.1m está constituido por Arena gravo - limosa de color Blanco a gris; de 0.1 a 0.3m está constituido por Arena limosa de color marrón claro con fragmentos de roca de plasticidad moderada a baja; de 0.3 a 1.0m una Arena limosa de color vino tinto claro con betas blancas y moradas claras subrasante suelo natural de consistencia media. *Ver fotografía 12 – figura 13.*

Fotografía 12. Realización apique N°18 Las Mercedes – Teorama.





Figura 13. Perfil estratigráfico tramo PR 5+000 A PR 4+000





Tramo – PR 4+000 A PR 3+000: Se encontró un perfil estratigráfico, definido de la siguiente manera: de 0.0 a 1.0m está constituido por una Arcilla areno limosa de color marrón oscuro con presencia de betas blancas en estado húmedo (suelo natural subrasante). ***Ver fotografía 13 – figura 14.***

Fotografía 13. Realización apiqué N°21 Las Mercedes – Teorama.





Figura 14. Perfil estratigráfico tramo PR 4+000 A PR 3+000

PERFIL ESTRATIGRÁFICO APIQUE N° 21 - DISEÑO DE LA VIA LAS MERCEDES - TEORAMA - NORTE DE SANTANDER								
OBRA	Estudio de suelos			PROF. NIVEL FREÁTICO		No se encontró		
SITIO	PR 4 + 000 - PR 3 + 000 - Lado Derecho			PROF. TOTAL SONDEO		1.0 m		
EQUIPO	Cono Dinámico - Herramienta meno			FECHA INICIACIÓN		26/11/2012		
				FECHA TERMINACIÓN		26/11/2012		
Escala pulg (m)	Estrato	Clasificación SUCS	Clasificación ASSTHO	LL (%)	IP (%)	CBR (%)	DESCRIPCION Y OBSERVACIONES	Muestra
18 (0.50m)		ML	A-5(3.18)	41.27	7.28	20.3	Limo de baja plasticidad de color marron oscuro con betas blancas, en estado humedo - suelo natural subrasante.	
36 (1.0m)		CL-ML	A-4(3.598)	37.42	6.33	20.3	Arcilla limosa de baja plasticidad de color marron claro con betas blancas, en estado humedo - suelo natural subrasante.	
54 (1.50m)								
ARCILLA LIMOSA GRAVAS ARCILLOSAS GRAVAS MAL GRADADAS GRAVAS ARENO-LIMOSAS GRAVAS ARENO-ARCILLOSAS ARENAS LIMOSAS LIMOS ARENAS BIEN GRADA ARENAS GRAVOSAS ARENAS ARCILLOSAS TURBA LIMOS ARCILLOSOS ARENAS UNIFORMES ARCILLA ARENOSA ARCILLAS ORGÁNICAS MUESTRA ALTERADA MUESTRA SEMI-ALTERADA MUESTRA INALTERADA RTb Avance por rotación y recuperación de muestras con barreno. RTt Avance por rotación con tricono sin recuperación de muestras. R Rechazo TP Tubo Partido								



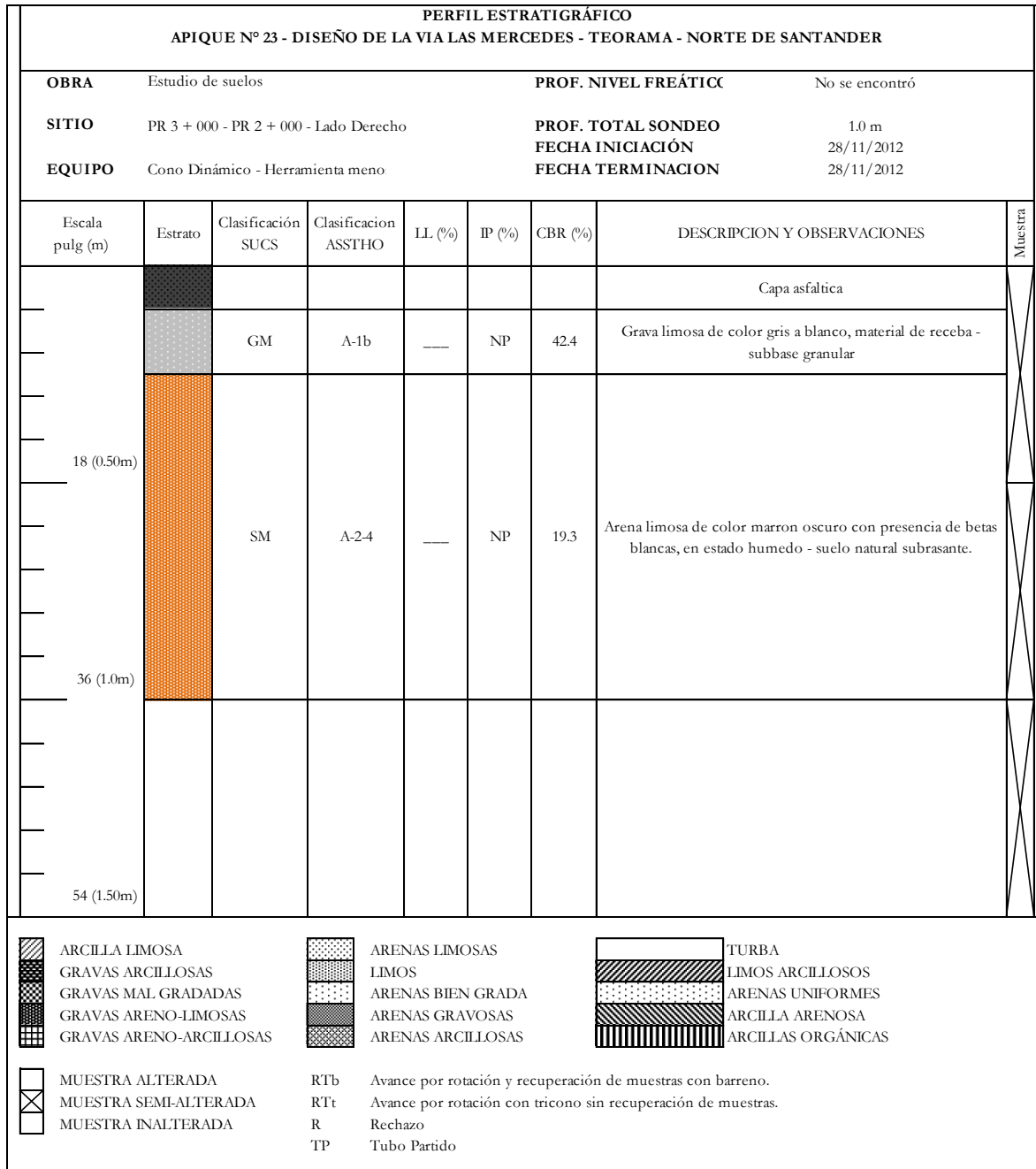
Tramo – PR 3+000 A PR 2+000: Se encontró un perfil estratigráfico, definido de la siguiente manera: de 0.0 a 0.1m está constituido por una capa asfáltica; de 0.1 a 0.28m una Arena gravo - limosa de color gris a blanco, material de receba – sub base granular; de 0.28 a 1.0m una Arcilla areno limosa de color marrón oscuro con presencia de betas blancas en estado húmedo (suelo natural subrasante). *Ver fotografía 14 – figura 15.*

Fotografía 14. Realización apique N°23 Las Mercedes – Teorama.





Figura 15. Perfil estratigráfico tramo PR 3+000 A PR 2+000





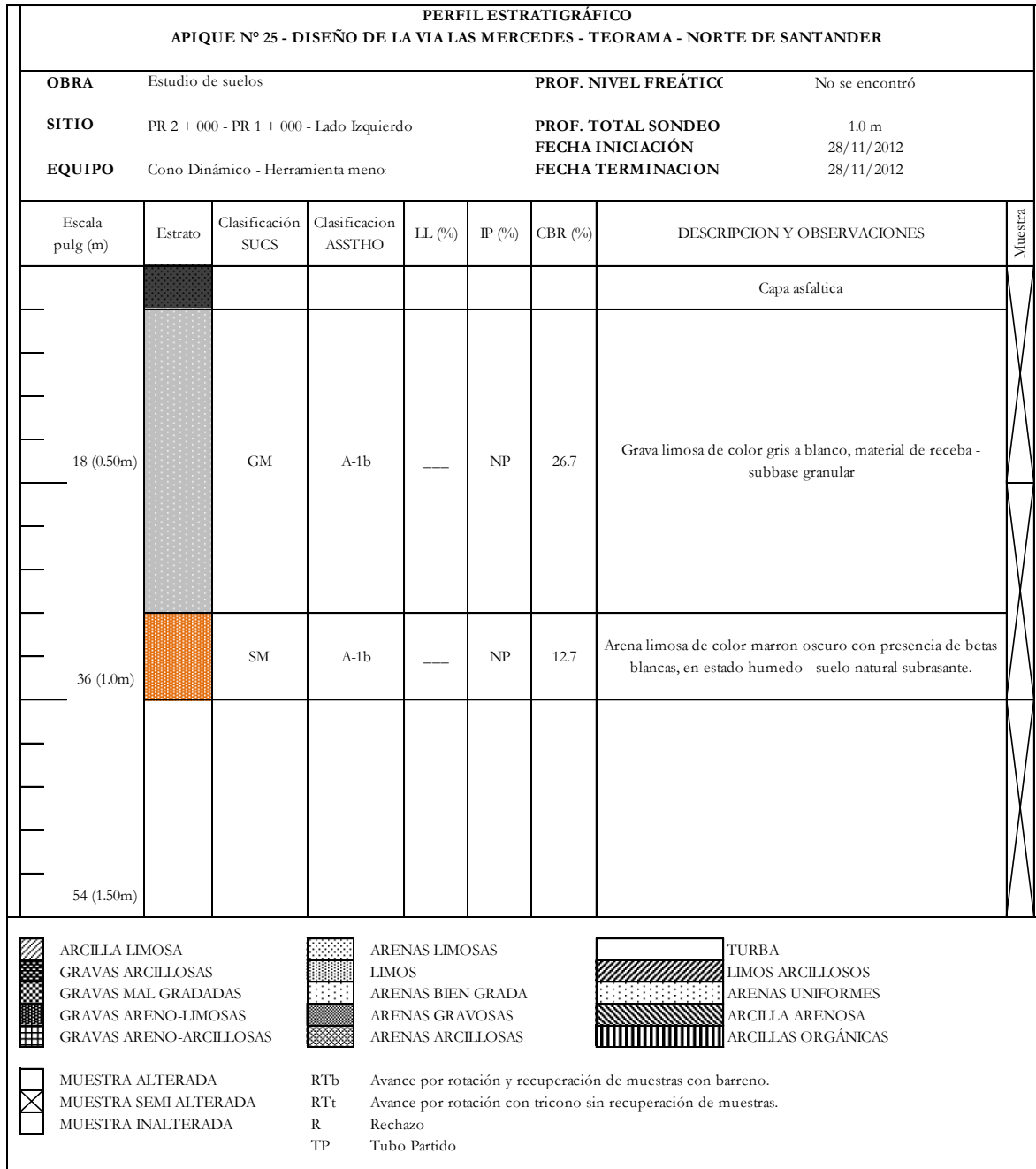
Tramo – PR 2+000 A PR 1+000: Se encontró un perfil estratigráfico, definido de la siguiente manera: de 0.0 a 0.1m está constituido por una capa asfáltica; de 0.1 a 0.8m una Arena gravo - limosa de color gris a blanco, material de receba – sub base granular; de 0.8 a 1.0m una Arcilla areno limosa de color marrón oscuro con presencia de betas blancas en estado húmedo (suelo natural subrasante). *Ver fotografía 15 – figura 16.*

Fotografía 15. Realización apique N°25 Las Mercedes – Teorama.





Figura 16. Perfil estratigráfico tramo PR 2+000 A PR 1+000





Tramo – PR 1+000 A PR 0+000: Se encontró un perfil estratigráfico, definido de la siguiente manera: de 0.0 a 0.1m está constituido por una capa asfáltica; de 0.1 a 0.6m una Arena gravo - limosa de color gris a blanco, material de receba – sub base granular; de 0.6 a 1.0m una Arcilla areno limosa de color marrón oscuro con presencia de betas blancas en estado húmedo (suelo natural subrasante). *Ver fotografías 16,17 – figura 17.*

Fotografía 16. Realización apique N°26 Las Mercedes – Teorama.

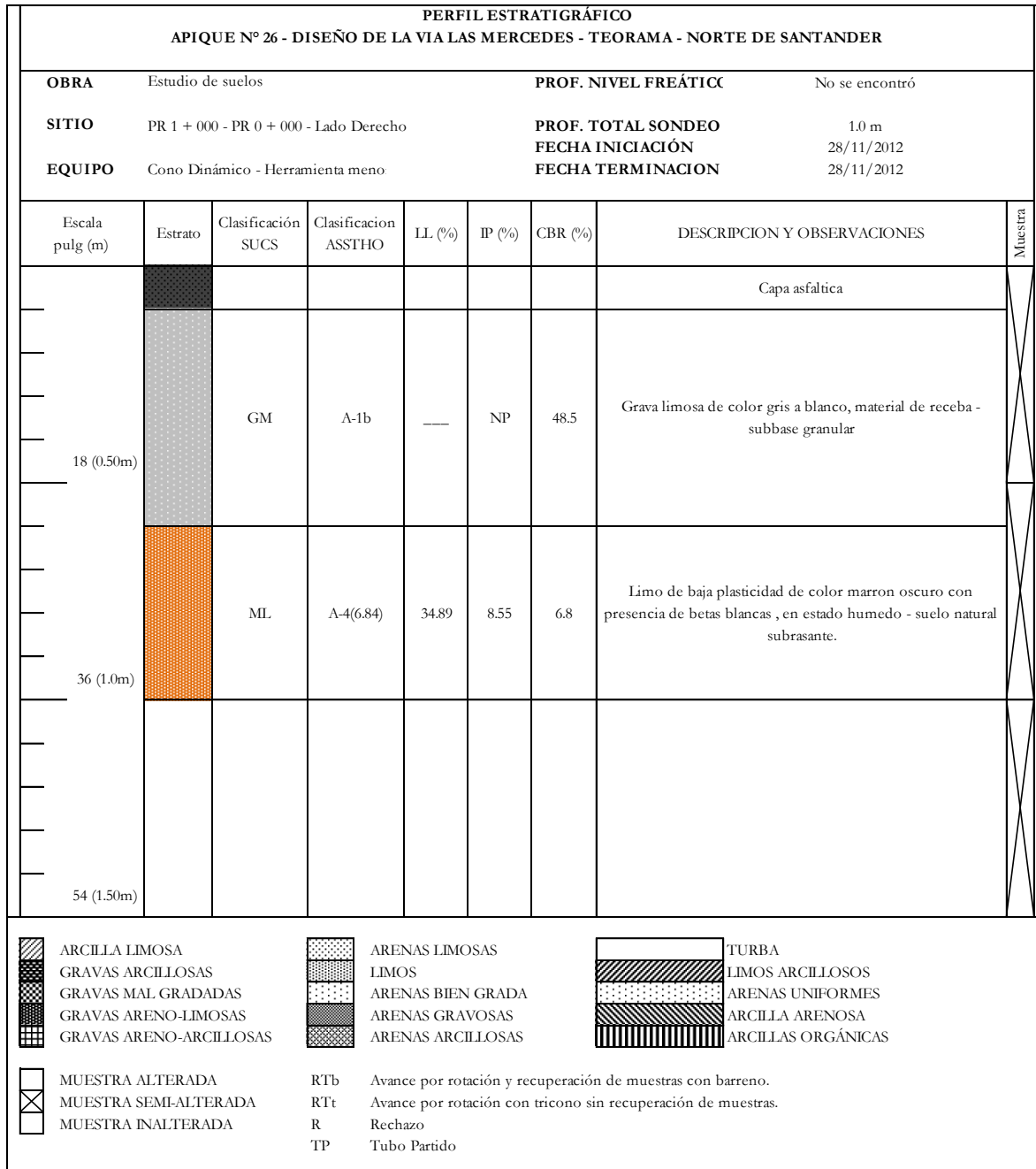


Fotografía 17. Realización apique N°26 Las Mercedes – Teorama.





Figura 17. Perfil estratigráfico tramo PR 1+000 A PR 0+000





7. ENSAYO METODO CBR

Es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo bajo condiciones de densidad y humedad.

La metodología utilizada en la ejecución de los ensayos es la normada por ASTM-D 1883 para los ensayos de CBR de laboratorio, ASTM-D 4429-93 para los ensayos de CBR in situ.

Método CBR in situ

Es un método adecuado para determinar la capacidad de soporte de un material en el lugar donde será sometido a las solicitaciones de la estructura que soportará. Debería realizarse cuando se presenten materiales dudosos y en movimientos de tierra importantes. Básicamente la fase de penetración de este ensayo es similar a la descrita anteriormente.

Lo usual es determinar primero la densidad in situ del material en el lugar de ensayo, el cual puede ser usado bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- cuando in situ la densidad y el contenido de agua son tal que el grado de saturación es de un 80% o superior,
- cuando el material es de granos gruesos y su cohesión es tal que no se vea afectado por cambios en la humedad o
- cuando el material ha estado en el lugar por varios años. En estos casos La humedad no es constante pero fluctúa dentro de rangos estrechos y el ensayo CBR in situ se considera como un indicador satisfactorio de la capacidad de soporte del suelo.

Por lo general se elige un lugar donde no haya piedras mayores a 3/4", deberá removerse el material suelto y nivelar la superficie, luego se coloca un sistema de reacción montando un gato, con anillo dinamométrico y pistón, en forma vertical, aplicando la reacción con un vehículo cargado u otro sistema (figura 3.21.). En caso de que el pistón sea colocado en forma horizontal, la reacción será dada por la pared contraria del pozo construido para este efecto.

Se colocan los anillos de sobrecarga directamente al suelo y se carga el pistón al suelo con una fuerza menor que 4,54 kg. Se debe instalar un dial comparador para registrar las lecturas de deformaciones, en un punto que permanezca constante e inmóvil (por ejemplo una viga empotrada al suelo en poyos de hormigón).

La penetración se realiza en forma similar al ensayo tradicional y el ensayo se repite en otros dos puntos escogidos con anterioridad. La forma de expresar los resultados también es idéntica al método de laboratorio, es decir, trazando la curva tensión contra penetración, corrigiendo la



curva si fuese necesario y calculando el CBR in situ, usando los valores de penetración de 0,1" y 0,2".

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

- ✓ Una vez ubicado el lugar de ensayo, se ubica el equipo PDC verticalmente sobre un nivel de terreno donde no se encuentre directamente con piedras que obstaculicen el ensayo.
- ✓ Al iniciar el ensayo con el penetrómetro se introduce el cono asentándolo 2" en el fondo para garantizar que se encuentre completamente confinado.
- ✓ El proceso de golpe con el martillo es levantarlo hasta la parte superior del eje de recorrido y dejarlo caer, no debe golpearse la parte superior, tampoco impulsar el martillo hacia abajo.
- ✓ En los formatos de apuntes de las medidas de penetración se indica la profundidad de rechazo del equipo.

8. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CAMPO

8.1 Ensayo CBR

A continuación se presentan los resultados de los ensayos de CBR para cada uno de los sondeos efectuados.

Tabla 2. TRAMO PR 13+000 A PR 12+000 SUBBASE

PENETRACION ACOMULADA (mm)	No GOLPES	INTERVALO PENETRACIÓN (mm)	PENETRACION POR GOLPE	FACTOR MARTILLO	INDICE DCP	CBR (%)
500	0	0	0	0	0	0
550	5	50	10.0	1	10.0	22.2
600	4	50	12.5	1	12.5	17.3
650	R	50				
FIN					Promedio CBR	19.7

Fuente: Trabajo de Campo.



Tabla 3. TRAMO PR 13+000 A PR 12+000 SUBRASANTE

PENETRACION ACOMULADA (mm)	No GOLPES	INTERVALO PENETRACIÓN (mm)	PENETRACION POR GOLPE	FACTOR MARTILLO	INDICE DCP	CBR (%)
950	0	0	0	0	0	0
1000	1	50	50.0	1	50.0	3.7
1050	2	50	25.0	1	25.0	7.9
1100	3	50	16.7	1	16.7	12.5
1150	4	50	12.5	1	12.5	17.3
1200	2	50	25.0	1	25.0	7.9
1250	2	50	25.0	1	25.0	7.9
1300	3	50	16.7	1	16.7	12.5
1350	2	50	25.0	1	25.0	7.9
1400	2	50	25.0	1	25.0	7.9
1450	3	50	16.7	1	16.7	12.5
FIN					Promedio CBR	9.8

Fuente: Trabajo de Campo.

Tabla 4. TRAMO PR 12+000 A PR 11+00 SUBBASE

PENETRACION ACOMULADA (mm)	No GOLPES	INTERVALO PENETRACIÓN (mm)	PENETRACION POR GOLPE	FACTOR MARTILLO	INDICE DCP	CBR (%)
200	0	0	0	0	0	0
250	4	50	12.5	1	12.5	17.3
300	6	50	8.3	1	8.3	27.2
350	12	50	4.2	1	4.2	59.0
400	9	50	5.6	1	5.6	42.8
450	5	50	10.0	1	10.0	22.2
500	6	50	8.3	1	8.3	27.2
550	5	50	10.0	1	10.0	22.2
600	5	50	10.0	1	10.0	22.2
FIN					Promedio CBR	30.0

Fuente: Trabajo de Campo.



Tabla 5. TRAMO PR 12+000 A PR 11+00 SUBRASANTE

PENETRACION ACOMULADA (mm)	No GOLPES	INTERVALO PENETRACIÓN (mm)	PENETRACION POR GOLPE	FACTOR MARTILLO	INDICE DCP	CBR (%)
500	0	0	0	0	0	0
550	4	50	12.5	1	12.5	17.3
600	4	50	12.5	1	12.5	17.3
650	4	50	12.5	1	12.5	17.3
700	3	50	16.7	1	16.7	12.5
750	3	50	16.7	1	16.7	12.5
800	3	50	16.7	1	16.7	12.5
850	4	50	12.5	1	12.5	17.3
900	3	50	16.7	1	16.7	12.5
950	4	50	12.5	1	12.5	17.3
FIN					Promedio CBR	15.1

Fuente: Trabajo de Campo.

Tabla 6. TRAMO PR 11+000 A PR 10+000 SUBBASE

PENETRACION ACOMULADA (mm)	No GOLPES	INTERVALO PENETRACIÓN (mm)	PENETRACION POR GOLPE	FACTOR MARTILLO	INDICE DCP	CBR (%)
200	0	0	0	0	0	0
250	4	50	12.5	1	12.5	17.3
300	4	50	12.5	1	12.5	17.3
350	4	50	12.5	1	12.5	17.3
400	3	50	16.7	1	16.7	12.5
450	5	50	10.0	1	10.0	22.2
500	R	50				
FIN					Promedio CBR	17.3

Fuente: Trabajo de Campo.



Tabla 7. TRAMO PR 11+000 A PR 10+000 SUBRASANTE

PENETRACION ACOMULADA (mm)	No GOLPES	INTERVALO PENETRACIÓN (mm)	PENETRACION POR GOLPE	FACTOR MARTILLO	INDICE DCP	CBR (%)
600	0	0	0	0	0	0
650	4	50	12.5	1	12.5	17.3
700	5	50	10.0	1	10.0	22.2
750	5	50	10.0	1	10.0	22.2
800	3	50	16.7	1	16.7	12.5
850	3	50	16.7	1	16.7	12.5
900	3	50	16.7	1	16.7	12.5
950	3	50	16.7	1	16.7	12.5
1000	2	50	25.0	1	25.0	7.9
1050	2	50	25.0	1	25.0	7.9
1100	3	50	16.7	1	16.7	12.5
1150	8	50	6.3	1	6.3	37.5
FIN					Promedio CBR	16.1

Fuente: Trabajo de Campo.

Tabla 8. TRAMO PR 10+000 A PR 9+000 SUBRASANTE

PENETRACION ACOMULADA (mm)	No GOLPES	INTERVALO PENETRACIÓN (mm)	PENETRACION POR GOLPE	FACTOR MARTILLO	INDICE DCP	CBR (%)
950	0	0	0	0	0	0
1000	4	50	12.5	1	12.5	17.3
1050	5	50	10.0	1	10.0	22.2
1100	3	50	16.7	1	16.7	12.5
1150	4	50	12.5	1	12.5	17.3
1200	3	50	16.7	1	16.7	12.5
1250	3	50	16.7	1	16.7	12.5
1300	4	50	12.5	1	12.5	17.3
FIN					Promedio CBR	15.9

Fuente: Trabajo de Campo.



Tabla 9. TRAMO PR 9+000 A PR 8+000 SUBRASANTE

PENETRACION ACOMULADA (mm)	No GOLPES	INTERVALO PENETRACIÓN (mm)	PENETRACION POR GOLPE	FACTOR MARTILLO	INDICE DCP	CBR (%)
600	0	0	0	0	0	0
650	4	50	12.5	1	12.5	17.3
700	4	50	12.5	1	12.5	17.3
750	3	50	16.7	1	16.7	12.5
800	7	50	7.1	1	7.1	32.3
850	R	50				
FIN					Promedio CBR	19.8

Fuente: Trabajo de Campo.

Tabla 10. TRAMO PR 8+000 A PR 7+000 SUBRASANTE

PENETRACION ACOMULADA (mm)	No GOLPES	INTERVALO PENETRACIÓN (mm)	PENETRACION POR GOLPE	FACTOR MARTILLO	INDICE DCP	CBR (%)
800	0	0	0	0	0	0
850	3	50	16.7	1	16.7	12.5
900	3	50	16.7	1	16.7	12.5
950	3	50	16.7	1	16.7	12.5
1000	4	50	12.5	1	12.5	17.3
1050	4	50	12.5	1	12.5	17.3
1100	3	50	16.7	1	16.7	12.5
1150	2	50	25.0	1	25.0	7.9
1200	3	50	16.7	1	16.7	12.5
1250	2	50	25.0	1	25.0	7.9
1300	5	50	10.0	1	10.0	22.2
1350	4	50	12.5	1	12.5	17.3
FIN					Promedio CBR	13.8

Fuente: Trabajo de Campo.



Tabla 11. TRAMO PR 7+000 A 6+000 SUBRASANTE

PENETRACION ACOMULADA (mm)	No GOLPES	INTERVALO PENETRACIÓN (mm)	PENETRACION POR GOLPE	FACTOR MARTILLO	INDICE DCP	CBR (%)
800	0	0	0	0	0	0
850	5	50	10.0	1	10.0	22.2
900	5	50	10.0	1	10.0	22.2
950	4	50	12.5	1	12.5	17.3
1000	4	50	12.5	1	12.5	17.3
1050	5	50	10.0	1	10.0	22.2
1100	5	50	10.0	1	10.0	22.2
1150	6	50	8.3	1	8.3	27.2
1200	R	50				
FIN					Promedio CBR	21.5

Fuente: Trabajo de Campo.

Tabla 12. TRAMO PR 6+000 A PR 5+000 SUBRASANTE

PENETRACION ACOMULADA (mm)	No GOLPES	INTERVALO PENETRACIÓN (mm)	PENETRACION POR GOLPE	FACTOR MARTILLO	INDICE DCP	CBR (%)
800	0	0	0	0	0	0
850	1	50	50.0	1	50.0	3.7
900	2	50	25.0	1	25.0	7.9
950	1	50	50.0	1	50.0	3.7
1000	3	50	16.7	1	16.7	12.5
1050	2	50	25.0	1	25.0	7.9
1100	1	50	50.0	1	50.0	3.7
1150	1	50	50.0	1	50.0	3.7
1200	1	50	50.0	1	50.0	3.7
1250	1	50	50.0	1	50.0	3.7
1300	1	50	50.0	1	50.0	3.7
FIN					Promedio CBR	5.4

Fuente: Trabajo de Campo.



Tabla 13. TRAMO PR 5+000 A PR 4+000 SUBRASANTE

PENETRACION ACOMULADA (mm)	No GOLPES	INTERVALO PENETRACIÓN (mm)	PENETRACION POR GOLPE	FACTOR MARTILLO	INDICE DCP	CBR (%)
800	0	0	0	0	0	0
850	3	50	16.7	1	16.7	12.5
900	5	50	10.0	1	10.0	22.2
950	1	50	50.0	1	50.0	3.7
1000	1	50	50.0	1	50.0	3.7
1050	4	50	12.5	1	12.5	17.3
1100	3	50	16.7	1	16.7	12.5
1150	8	50	6.3	1	6.3	37.5
FIN					Promedio CBR	15.6

Fuente: Trabajo de Campo.

Tabla 14. TRAMO PR 4+000 A PR 3+000 SUBRASANTE

PENETRACION ACOMULADA (mm)	No GOLPES	INTERVALO PENETRACIÓN (mm)	PENETRACION POR GOLPE	FACTOR MARTILLO	INDICE DCP	CBR (%)
800	0	0	0	0	0	0
850	5	50	10.0	1	10.0	22.2
900	5	50	10.0	1	10.0	22.2
950	5	50	10.0	1	10.0	22.2
1000	4	50	12.5	1	12.5	17.3
1050	5	50	10.0	1	10.0	22.2
1100	5	50	10.0	1	10.0	22.2
1150	4	50	12.5	1	12.5	17.3
1200	4	50	12.5	1	12.5	17.3
FIN					Promedio CBR	20.3

Fuente: Trabajo de Campo.



Tabla 15. TRAMO PR 3+000 A PR 2+000 SUBBASE

PENETRACION ACOMULADA (mm)	No GOLPES	INTERVALO PENETRACIÓN (mm)	PENETRACION POR GOLPE	FACTOR MARTILLO	INDICE DCP	CBR (%)
100	0	0	0	0	0	0
150	5	50	10.0	1	10.0	22.2
200	7	50	7.1	1	7.1	32.3
250	8	50	6.3	1	6.3	37.5
300	9	50	5.6	1	5.6	42.8
350	7	50	7.1	1	7.1	32.3
400	10	50	5.0	1	5.0	48.1
450	11	50	4.5	1	4.5	53.6
500	14	50	3.6	1	3.6	70.2
FIN					Promedio CBR	42.4

Fuente: Trabajo de Campo.

Tabla 16. TRAMO PR 3+000 A PR 2+000 SUBRASANTE

PENETRACION ACOMULADA (mm)	No GOLPES	INTERVALO PENETRACIÓN (mm)	PENETRACION POR GOLPE	FACTOR MARTILLO	INDICE DCP	CBR (%)
800	0	0	0	0	0	0
850	2	50	25.0	1	25.0	7.9
900	2	50	25.0	1	25.0	7.9
950	4	50	12.5	1	12.5	17.3
1000	4	50	12.5	1	12.5	17.3
1050	5	50	10.0	1	10.0	22.2
1100	6	50	8.3	1	8.3	27.2
1150	6	50	8.3	1	8.3	27.2
1200	6	50	8.3	1	8.3	27.2
FIN					Promedio CBR	19.3

Fuente: Trabajo de Campo.



Tabla 17. TRAMO PR 2+000 A PR 1+000 SUBBASE

PENETRACION ACOMULADA (mm)	No GOLPES	INTERVALO PENETRACIÓN (mm)	PENETRACION POR GOLPE	FACTOR MARTILLO	INDICE DCP	CBR (%)
100	0	0	0	0	0	0
150	5	50	10.0	1	10.0	22.2
200	5	50	10.0	1	10.0	22.2
250	5	50	10.0	1	10.0	22.2
300	6	50	8.3	1	8.3	27.2
350	8	50	6.3	1	6.3	37.5
400	9	50	5.6	1	5.6	42.8
450	6	50	8.3	1	8.3	27.2
500	3	50	16.7	1	16.7	12.5
FIN					Promedio CBR	26.7

Fuente: Trabajo de Campo.

Tabla 18. TRAMO PR 2+000 A PR 1+000 SUBRASANTE

PENETRACION ACOMULADA (mm)	No GOLPES	INTERVALO PENETRACIÓN (mm)	PENETRACION POR GOLPE	FACTOR MARTILLO	INDICE DCP	CBR (%)
800	0	0	0	0	0	0
850	1	50	50.0	1	50.0	3.7
900	1	50	50.0	1	50.0	3.7
950	3	50	16.7	1	16.7	12.5
1000	3	50	16.7	1	16.7	12.5
1050	4	50	12.5	1	12.5	17.3
1100	5	50	10.0	1	10.0	22.2
1150	5	50	10.0	1	10.0	22.2
1200	5	50	10.0	1	10.0	22.2
1250	1	50	50.0	1	50.0	3.7
1300	2	50	25.0	1	25.0	7.9
1350	3	50	16.7	1	16.7	12.5
1400	3	50	16.7	1	16.7	12.5
FIN					Promedio CBR	12.7

Fuente: Trabajo de Campo.



Tabla 19. TRAMO PR 1+000 A 0+000 SUB BASE

PENETRACION ACOMULADA (mm)	No GOLPES	INTERVALO PENETRACIÓN (mm)	PENETRACION POR GOLPE	FACTOR MARTILLO	INDICE DCP	CBR (%)
100	0	0	0	0	0	0
150	6	50	8.3	1	8.3	27.2
200	7	50	7.1	1	7.1	32.3
250	10	50	5.0	1	5.0	48.1
300	13	50	3.8	1	3.8	64.6
350	14	50	3.6	1	3.6	70.2
400	R	50				
FIN					Promedio CBR	48.5

Fuente: Trabajo de Campo.

Tabla 20. TRAMO PR 1+000 A 0+000 SUBRASANTE

PENETRACION ACOMULADA (mm)	No GOLPES	INTERVALO PENETRACIÓN (mm)	PENETRACION POR GOLPE	FACTOR MARTILLO	INDICE DCP	CBR (%)
600	0	0	0	0	0	0
650	1	50	50.0	1	50.0	3.7
700	2	50	25.0	1	25.0	7.9
750	2	50	25.0	1	25.0	7.9
800	2	50	25.0	1	25.0	7.9
850	2	50	25.0	1	25.0	7.9
900	2	50	25.0	1	25.0	7.9
950	1	50	50.0	1	50.0	3.7
1000	2	50	25.0	1	25.0	7.9
1050	2	50	25.0	1	25.0	7.9
1100	2	50	25.0	1	25.0	7.9
1150	2	50	25.0	1	25.0	7.9
1200	2	50	25.0	1	25.0	7.9
1250	1	50	50.0	1	50.0	3.7
1300	1	50	50.0	1	50.0	3.7
1350	2	50	25.0	1	25.0	7.9
FIN					Promedio CBR	6.8

Fuente: Trabajo de Campo.



9. PARÁMETROS DE DISEÑO SISMO-RESISTENTE.

De acuerdo a la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10, los parámetros de diseño sismo-resistente específicos para el proyecto son los siguientes:

- Zona de Amenaza Sísmica: Intermedia.
- Aceleración pico efectiva para diseño (A_a) = 0.20
- Velocidad horizontal pico efectiva, para diseño (A_v) = 0.15
- Aceleración pico efectiva para el umbral de daño (A_d)=0.02
- Perfil de suelo natural = Tipo C
- Coeficiente F_a para la zona de periodos cortos del espectro= 1.2
- Coeficiente de sitio F_v para la zona de periodos intermedios del espectro= 1.70



10. RECOMENDACIONES

- ✓ En el área de estudio se recomienda retirar los rellenos existentes debida a sus malas condiciones estos deben ser remplazados por una adecuada estructura que soporte la carga vehicular en la zona. Dicha estructura debe estar compuesta por una subrasante mejorada, una capa de subbase y base granular estos no deben ser inferiores a 15 cm para finalmente colocar la capa de rodadura.
- ✓ Se recomienda hacer un mejoramiento de la subrasante debidamente compactada superior al 95 % de la densidad máxima.
- ✓ Se recomienda compactar la capas granular a la humedad óptima que oscila entre el 10% y el 15%.
- ✓ Se recomienda tener un adecuado control del irrigador a la hora de compactar con el fin de controlar saturación.
- ✓ Se recomienda realizar obras de drenajes como filtros y cunetas con el fin de permitir la debida evacuación de aguas subterráneas y superficiales. En algunos puntos se deben reemplazar o reconstruir algunas alcantarillas en estado de taponamiento o diametro insuficiente e inferior a 36”.
- ✓ En sectores de la vía se deben adelantar obras como: estabilización de taludes en peligro de deslizamiento y perdida de la banca, la anterior se puede solucionar con muros de contención reforzados en concreto clase D.

Atentamente:

Fabio Rincón Ortiz
M.P. 542032102 NTS



LABORATORIO INGENIERIA SUELOS Y GEOTECNIA

ISG

Nuestro compromiso es su confianza



11. ANEXOS.



LABORATORIO INGENIERIA SUELOS Y GEOTECNIA

ISG

Nuestro compromiso es su confianza



11.1 Ensayos del Laboratorio.