

OSCAR G. FLORIAN. Ingeniería
Estudio de Suelos, Pavimentos y Concreto.
Tel. 313 825 45 94 268-78-58
foiam@yahoo.es



**ESTUDIO DE SUELOS
ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA
PAVIMENTACION DE VIAS URBANAS.
"URBANIZACION COTRANSRIO"
ZONA URBANA
MUNICIPIO DE RIO BLANCO
DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.**

**Ordenó:
ALCALDIA MUNICIPAL
MUNICIPIO DE RIO BLANCO
DEPARTAMENTO DEL TOLIMA**

**Ejecutó:
OSCAR GABRIEL FLORIAN HUERTAS
INGENIERO CIVIL
Especialista En Geotecnia.
Esp. Gestión Ambiental – Evaluación Impacto Ambiental.
Matr. Prof. 70202155311 TLM**

Ibagué, ABRIL DE 2025



Información protegida por las leyes de derechos de autor, propiedad industrial y tratados internacionales. Prohibida su reproducción parcial o total bajo cualquier medio conocido o por conocerse. Se advierte al receptor de la información que ésta tiene carácter confidencial y de secreto empresarial. La información acá contenidano puede ser usada o distribuida a terceros sin previa autorización por escrito del titular.

El desconocimiento de los compromisos descritos, otorga la facultad al titular de ejercer las acciones legales correspondientes, ya sean civiles, penales y/o administrativas, para el caso de violación a los derechos de propiedad intelectual, incluyendo el delito de revelaciónde secretos contemplado en el Código Penal.



	Pag
1	INTRODUCCION. 5
2	DESCRIPCION DEL PROYECTO 6
3	DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA DEL PROYECTO. 7
4	OBJETIVOS 8
5	CARACTERISTICAS GEOLOGICA LOCAL 9
5.1	GEOLOGIA 9
5.2	GEOLOGIA ESTRUCTURAL 10
6	INVESTIGACION DE CAMPO 11
7	ESTRATIGRAFIA 12
7.1	Sondeo 1. C.B.R. 1 Urbanización Cotransrio 12
7.2	Sondeo 2. C.B.R. 2 Urbanización Cotransrio 12
7.3	Sondeo 3. C.B.R. 3 Urbanización Cotransrio 13
7.4	Sondeo 4. C.B.R. 4 Urbanización Cotransrio 14
8	CARACTERISTICAS DEL SUELO 17
8.1	Características Geotécnicas De Los Suelos SM 17
8.2	Perfil Geológico Geotécnico. 18
9	SUBRASANTE 19
10	CALIFICACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN DEL SUELO DE LA SUBRASANTE DE CADA UNA DE LAS UNIDADES DE DISEÑO. 21
11	BASE 22
12	JUNTA 24
13	BERMA CUNETA Y BORDILLO 25
14	RECOMENDACIONES Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION. 31
15	CONCLUSIONES 34



LISTA DE TABLAS O CUADROS

	Pag
1 Tabla No. 1. <i>Cantidad de sondeos estudios de suelos de acuerdo al tramo y zonas homogéneas de diseño.</i>	15
2 Tabla No. 2. <i>Resultados ensayos de laboratorio, Inalterado</i>	16
3 Tabla No. 3. <i>Correlación Límites de consistencia vs potencial de expansión.</i>	21
4 Tabla No. 4. <i>Resultados de la clasificación de hinchamiento potencial subrasante.</i>	22
5 Tabla No. 5. <i>Tabla valores de CBR, usos y suelos.</i>	29
6 Tabla No. 6. <i>Criterio selección espesor para base pavimento.</i>	30
7 Tabla No. 7. <i>Espesor de Base a utilizar como soporte de la placa de concreto.</i>	30



1. INTRODUCCION:

El presente informe contiene los resultados, las labores de campo, los ensayos de laboratorio, cálculos y los resultados referentes al estudio de suelos, tendiente a obtener la capacidad portante del estrato escogido como fundación para la cimentación requerida en el proyecto **"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACION DE VIAS URBANAS. "URBANIZACION COTRANSRIO", ZONA URBANA, MUNICIPIO DE RIO BLANCO, DEPARTAMENTO DEL TOLIMA"**. Se efectuó una visita para determinar las características geotécnicas del área en estudio, el cual se desarrolló con base a CUATRO **(04)** sondeos descritos en el perfil stratigráfico, tomando CBR inalterados; anexando además los ensayos de laboratorio.

Con esta información se podrán determinar los parámetros de resistencia del suelo. Se entrega información sobre los resultados de ensayos de laboratorio, cálculos para determinar la capacidad portante, recomendaciones para la cimentación y registro fotográfico.

Se clasificaron los sectores donde se realizaron los sondeos y se dieron recomendaciones de cimentación y construcción para el correcto funcionamiento de la estructura durante su vida útil.

El presente informe contiene la descripción de los trabajos de campo, laboratorio y oficina.



2. DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA DEL PROYECTO.

El municipio de Rioblanco cuenta con un área de 1.443 kilómetros cuadrados, está localizado al suroccidente del departamento del Tolima, su cabecera se localiza sobre los 3°33' de latitud norte y los 75° 40' de longitud al oeste de Greenwich. Su temperatura promedio es de 18,6 grados centígrados.

- Limita al norte con el municipio de Chaparral.
- Por el sur con el municipio de Planadas.
- Por el oriente con el municipio de Ataco.
- Por el occidente con el departamento del Valle del Cauca.

En su mayor parte es un territorio montañoso y sus principales fuentes hídricas las componen: el río Saldaña, el Río Rioblanco, el río Hereje, el río Cambrin y la quebrada el Arrastradero y la Italia.

Los límites municipales fueron establecidos por la Ordenanza # 011 de 1984. El municipio presenta como divisiones administrativas tradicionales el sector urbano, determinado por el perímetro urbano, y el sector rural el cual está conformado por noventa y cinco (95) veredas y dos Inspecciones de Policía (Herrera y Puerto Saldaña).

- El sector urbano del municipio de Rio blanco fue determinado por el perímetro urbano establecido por el Acuerdo municipal No.011 de 1990.



3. UBICACION DEL PROYECTO:

El proyecto se encuentra ubicado en la “**URBANIZACION COTRANSRIO**”, zona Urbana del Municipio de Rio Blanco, Departamento del Tolima, como presenta en la Figura No. 1.



Figura No. 1. Plano Localización geográfica del sector urbano del Municipio Rio Blanco - Tolima.



4. OBJETIVO.

Los estudios geotécnicos abarcan la realización de una serie de sondeos y apiques para la toma de muestras de la estructura del suelo, y poder así determinar el, perfil estratigráfico, niveles freáticos, condiciones de humedad, plasticidad y granulometría de los suelos. El objetivo principal del presente estudio es el de realizar los apiques y toma de muestras para el respectivo análisis de las características y los parámetros de la resistencia de la sub rasante (CBR), lo cual nos permite elaborar un informe técnico, en el cual se presenta en una forma detallada las exploraciones geotécnicas desarrolladas para el estudio de suelos.

4.1 Objetivos Específicos:

- Desarrollar una caracterización geológica general de la zona del proyecto, donde se llevará a cabo el proyecto, Zona urbana del municipio de Rio Blanco, departamento del Tolima.
- Realizar exploraciones de campo por medio de equipos de exploración geotécnica, los cuales garanticen la obtención de muestras representativas, para los estudios y análisis mediante una caracterización física y mecánica de las muestras extraídas.
- Identificar y reconocer los diferentes estratos del subsuelo, para determinar las características geotécnicas más importantes, en cuanto a su clasificación, resistencia y deformación.
- Establecer la presencia de niveles freáticos y/o aguas procedentes, de filtraciones perimetrales a la vía.
- Determinar los valores de CBR, de la sub-rasante.



- Presentar los resultados de la investigación geotécnica, que permita caracterizar los materiales existentes y definir el comportamiento de la sub-rasante.
- Reconocer y efectuar los estratos perforados y obtener por los medios más precisos y confiables las propiedades geomecánicas del terreno.
- Obtener muestras alteradas e inalteradas en cada una de las perforaciones realizadas, para determinar las características generales y las propiedades físicas y mecánicas de los suelos.
- Conocer el perfil estratigráfico del sub-suelo con base en el estudio de cuatro (04) sondeos.
- Localizar si las hay, las profundidades de los niveles freáticos y bolsas aisladas que puedan perjudicar la estabilidad del proyecto.
- Recomendaciones constructivas para garantizar el correcto desempeño de la obra en el largo plazo.

5. CARACTERISTICAS GEOLOGICA LOCAL:

5.1 GEOLOGÍA

Las unidades geológicas en el área están constituidas por rocas que van desde el Proterozoico hasta el Reciente así: Complejo Icarco (P_{ei}), Complejo Poli metamórfico de Cajamarca (P_{zen}), Batolito de Ibagué (J_{gdi}), Areniscas, lilitas y shales del Mendarco (K_{im}), Grupo Gualanday (T_{mg}), Rocas Hipoabisales (T_{ad}) Grupo Honda (T_{sh}), depósitos Coluviales (Q_{cl}) y depósitos aluviales recientes (Q_{ar}). En cuanto a la geomorfología se observan cuatro zonas principales: zona



montañosa estructural (ZME), zona montañosa fluvioerosional (ZMF), zona colinada a semiondulada (ZCS) y una zona de valle (ZV)

5.2 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

La tectónica dominante es de tipo compresivo, con el desarrollo de grandes fallas inversas, las cuales han tenido su formación desde el Cretáceo hasta el Cuaternario, estando íntimamente ligadas a los procesos orogénicos de levantamiento de las actuales cordilleras. Estos procesos generan fracturamientos y diaclasamientos, los cuales favorecen, dependiendo de las condiciones hidrometereológicas, la descomposición acelerada de la roca y desarrollo de movimientos en masa de diferente magnitud. En el área el fallamiento presenta direcciones predominantes Norte-Sur y NorEeste-Sur-Oeste con algunos sistemas transversales asociados a fallas mayores. Se presenta un conjunto de fallas denominado Sistema de Fallas de Mendarco – Santiago Pérez (Fotografía 8) que marca el contacto entre rocas del Grupo Honda (Tsh) y unidades litológicas más antiguas como el Batolito de Ibagué (Jgdi) y las rocas sedimentarias Cretáceas (Kim), esta estructura tiene movimiento vertical, con descenso del bloque Oriental respecto al bloque Occidental, existen además varias fallas satélites que se entrecruzan con el trazo principal. La falla más prominente del área es la Falla Saldaña que controla estructuralmente el río del mismo nombre; el movimiento de esta falla es de tipo vertical y el plano de falla tiene buzamiento bastante alto, el bloque localizado al Oriente de la falla se encuentra levantado con relación al bloque Occidental, estando asociadas a ésta algunas mineralizaciones de cobre (Cu). Las fallas de Herrera y el Hereje causan el control de los ríos Saldaña y Hereje, donde la



primera tiene una dirección Sur-Occidente – Nor-Oriente mientras la segunda tiene dirección predominante Oriente - Occidente. Estas dos estructuras cortan principalmente las rocas del Batolito de Ibagué (Jgdi) por lo que es difícil determinar el tipo de movimiento de ellas.

5.3 GEOMORFOLOGIA

El efecto de los procesos morfodinámicos degradacionales, tanto sobre los relieves iniciales originados por la tectodinámica, como sobre algunos paisajes contruidos por procesos exógenos agradacionales, está conduciendo a la modificación parcial o total de éstos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes.

6. INVESTIGACION DE CAMPO:

La investigación de campo se desarrolla sobre la base de cuatro (04) sondeos, a profundidades descritas en los perfiles estratigráficos, desarrollando además toma de muestras alteradas en bolsa, para el proceso de clasificación, hasta las profundidades indicadas. Se recolectaron muestras inalteradas y alteradas para la realización de los siguientes ensayos:

- 1.** Humedad Natural.
- 2.** Granulometría por lavado sobre el tamiz No. 200.
- 3.** Limites de Consistencia (límite líquido, Limite Plástico, Índice de Plasticidad).
- 4.** Clasificación de los suelos por medio de los métodos de la **U.S.C** y la **AASHTO**.



7. ESTRATIGRAFIA

7.1 SONDEO No. 1

Profundidad 1.50 mts.

- Capa Inicial.
De 0.0 - 0.30 mts
SE INICIA SONDEO CON MATERIAL DE RELLENO TIPO MEJORAMIENTO (ARENA+GRAVA), CON PRESENCIA DE SOBRETAMAÑOS DE ROCA.
- Capa No. 1
De 0.30 – 0.60 mts
Muestra Inalterada Para Calculo de C.B.R TOMADO In Situ.
"ARENA LIMOSA".
- Capa No. 2
De 0.60 – 1.50 mts
ARENA LIMOSA DE PLASTICIDAD BAJA, POBREMENTE GRADADA, CONSISTENCIA COMPACTA, COLOR CAFÉ CLARORROJIZO CON BETAS GRISES. CONTENIDO DE HUMEDAD BAJO A MEDIO. CONTENIDO DE FINO (31,2%), CONTENIDO DE GRAVA (9.0%).

7.2 SONDEO No. 2

Profundidad 2.0 mts.

- Capa Inicial.
De 0.0 - 0.80 mts



SE INICIA SONDEO CON MATERIAL DE RELLENO TIPO MEJORAMIENTO (ARENA+GRAVA), CON PRESENCIA DE SOBRETAMAÑOS DE ROCA. PRESENTA SUELO NATURAL CONTAMINADO.

- Capa No. 1
De 0.80 – 1.10 mts
Muestra Inalterada Para Calculo de C.B.R TOMADO In Situ.
"ARENA LIMOSA".
- Capa No. 2
De 1.10 – 2.0 mts
ARENA LIMOSA DE PLASTICIDAD BAJA, POBREMENTE GRADADA, CONSISTENCIA COMPACTA, COLOR CAFÉ CLARORROJIZO CON BETAS GRISES. CONTENIDO DE HUMEDAD BAJO A MEDIO. CONTENIDO DE FINO (32,8%), CONTENIDO DE GRAVA (12.7%).

7.3 SONDEO No. 3

Profundidad 1.50 mts.

- Capa Inicial.
De 0.0 - 0.30 mts
SE INICIA SONDEO CON MATERIAL DE RELLENO TIPO MEJORAMIENTO (ARENA+GRAVA), CONTAMINADO.
- Capa No. 1
De 0.30 – 0.60 mts



Muestra Inalterada Para Calculo de C.B.R TOMADO In Situ.
"ARENA LIMOSA".

- Capa No. 2

De 0.60 – 1.50 mts

ARENA LIMOSA DE PLASTICIDAD BAJA, POBREMENTE GRADADA, CONSISTENCIA COMPACTA, COLOR CAFÉ CLARORROJIZO CON BETAS GRISES. CONTENIDO DE HUMEDAD BAJO A MEDIO. CONTENIDO DE FINO (26,5%), CONTENIDO DE GRAVA (12.3%).

7.4 SONDEO No. 4

Profundidad 1.50 mts.

- Capa Inicial.

De 0.0 - 0.30 mts

SE INICIA SONDEO CON MATERIAL DE RELLENO TIPO MEJORAMIENTO (ARENA+GRAVA), CON PRESENCIA DE SOBRETAMAÑOS DE ROCA.

- Capa No. 1

De 0.30 – 0.60 mts

Muestra Inalterada Para Calculo de C.B.R TOMADO In Situ.
"ARENA LIMOSA".

- Capa No. 2

De 0.60 – 1.50 mts

ARENA LIMOSA DE PLASTICIDAD BAJA, POBREMENTE GRADADA, CONSISTENCIA COMPACTA, COLOR CAFÉ CLARORROJIZO CON BETAS GRISES. CONTENIDO DE HUMEDAD



BAJO A MEDIO. CONTENIDO DE FINO (29,8%), CONTENIDO DE GRAVA (11.3%).

Nota: Debido a que el procedimiento para realizar estudio de suelos para la intervención en pavimentación o mejoramientos de vías urbanas o rurales; se efectúa la excavación hasta encontrar el material de subrasante o suelo natural, que para este caso se encontró a partir de una profundidad de -0.30 mts. Debido a esto se realiza el ensayo de toma de muestra Inalterada (C.B.R) a una profundidad entre -0.30 mts y -0.60 mts, encontrando suelo natural tipo (SM), que son ARENAS LIMOSAS DE BAJA PLASTICIDAD, de consistencia compactas. Cada uno de los tramos y las zonas que las componen, se clasifican como unidad homogénea de diseño ya que durante la inspección visual inicial no se evidenciaron cambios significativos en la subrasante de los tramos en estudio.

La ubicación de los sondeos realizados, es la siguiente:

Tabla 1 .
Cantidad de sondeos estudios de suelos de acuerdo al tramo y zonas homogéneas de diseño ⁽¹⁾.

No. TRAMO	LOCALIZACIÓN SONDEOS PARA ESTUDIO DE SUELOS	No. CBR	LOCALIZACION SONDEO
1	C.B.R. 1 Urbanización Cotransrio	1	Municipio De Rio Blanco
2	C.B.R. 2 Urbanización Cotransrio	2	Municipio De Rio Blanco
3	C.B.R. 3 Urbanización Cotransrio	3	Municipio De Rio Blanco
4	C.B.R. 4 Urbanización Cotransrio	4	Municipio De Rio Blanco

Fuente: Propia Del Autor

⁽¹⁾ Tomado de Resultados de Estudios de Suelos Realizado Ing. Oscar Florián.



El resumen de los resultados del estudio de suelos por unidad homogénea de diseño es el siguiente:

Tabla 2 .
Resultados Ensayos De Laboratorio. Inalterado ⁽²⁾.

No. TRAMO	LOCALIZACIÓN SONDEOS PARA ESTUDIO DE SUELOS	CLASIFICACIÓN U.S.C	CBR 1 Corregido 0.1"	CBR 1 Corregido 0.2"	CBR SELECCIONADO	LL	IP
1	C.B.R. 1 Urbanización Cotransrio	SM	4.3	3.9	3.9	28.1	7.8
2	C.B.R. 2 Urbanización Cotransrio	SM	4.0	3.6	3.6	29.7	9.4
3	C.B.R. 3 Urbanización Cotransrio	SM	4.1	3.8	3.8	23.3	11.2
4	C.B.R. 4 Urbanización Cotransrio	SM	3.8	3.5	3.5	36.5	5.5

Fuente: Propia Del Autor

Tabla 2.1.
Resultados Ensayos De Laboratorio. Sumergido.

No. TRAMO	LOCALIZACIÓN SONDEOS PARA ESTUDIO DE SUELOS	CLASIFICACIÓN U.S.C	CBR 1 Corregido 0.1"	CBR 1 Corregido 0.2"	CBR SELECCIONADO	LL	IP
1	C.B.R. 1 Urbanización Cotransrio	SM	3.5	3.1	3.1	28.1	7.8
2	C.B.R. 2 Urbanización Cotransrio	SM	3.3	2.9	2.9	29.7	9.4
3	C.B.R. 3 Urbanización Cotransrio	SM	3.4	3.0	3.0	23.3	11.2
4	C.B.R. 4 Urbanización Cotransrio	SM	3.6	3.3	3.3	36.5	5.5

Fuente: Propia Del Autor

⁽²⁾ Tomado de Resultados de Estudios de Suelos Realizado Ing. Oscar Florián



Para el presente diseño, se recomienda tomar los resultados de CBR, en estado SUMERGIDO, ya que son los valores que representan las condiciones más desfavorables a las que se encontrara la sub-rasante en condiciones de saturación en época de invierno o por un alto nivel freático.

8. CARACTERISTICAS DEL SUELO

Estos suelos aparecen por toda la zona del área donde se pretende realizar futuras remodelaciones. Estos suelos son arenas limosas de baja plasticidad, consistencia compacta, las cuales presentan espesores considerables y son aptos para el desplante de este tipo de estructura. Este sitio presenta un poco de material de relleno tipo mejoramiento (arena + grava), con presencia de sobretamaños de roca, a una profundidad desconsiderable entre 0.0 mts hasta -0.30 mts, encontrado en el área del sondeo realizado.

Estos suelos clasificados como SM, como muestra los perfiles estratigráficos, presentan las siguientes características geotécnicas:

8.1 Características Geotécnicas De Los Suelos SM:

- *Permeabilidad En Estado Compacto:* Semipermeable - Impermeable.
- *Resistencia Al Corte En Estado Compacto y Saturado:* Buena.
- *Compresibilidad En Estado Compacto y Saturado:* Baja.
- *Facilidad De Tratamiento En Obra:* Regular.

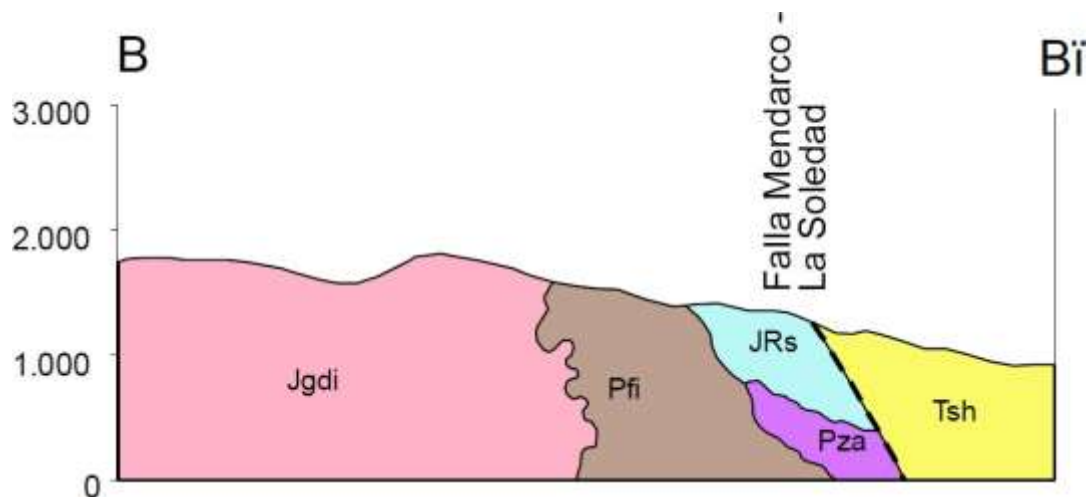


8.2 Perfil Geológico Geotécnico:



Fuente: Perfil geológico zona de influencia del proyecto. Geología Departamento Del Tolima.

Tsh: Formación Honda: Areniscas grawaquicas, arcillolitas, niveles conglomeráticos, color gris verdoso predominante. **ROCAS SEDIMENTARIAS, PERIODO CENOZOICO, TERCIARIO.**



Fuente: Perfil geológico zona de influencia del proyecto. Geología Departamento Del Tolima.

Perfil geológico zona de influencia del proyecto. Geología Plancha 281. Rio Blanco.



Clasificación del suelo de acuerdo con el CBR

CBR %	Clasificación General	Usos
0-3	Muy pobre	Subrasante
3-7	Pobre a regular	Subrasante
7-20	Regular	Afirmados y subbase
20-50	Bueno	Subbase y base
>50	Excelente	Base

Fuente: Guía De Diseño De Pavimentos Concreto Rígido.

9. SUBRASANTE.

El suelo es un material en el que se encuentran mezclas que pueden ser bien definidas, con unos pocos minerales, hasta heterogéneas; con granos de diferentes tamaños desde bloques o fragmentos de roca, pasando por gravas, arenas, hasta llegar a las arcillas y limos derivados de las rocas altamente meteorizadas, de planicies aluviales o de depósitos glaciares. La subrasante puede estar constituida por suelos en su estado natural (cortes), o por éstos con algún proceso de mejoramiento tal como sucede cuando se someten a una estabilización mecánica (terraplén) o mixtas, estabilización físico-química con aditivos como el cemento Portland, la cal o el asfalto, entre otras, y básicamente es la fundación sobre la cual el pavimento se construirá.

Para el diseño del pavimento, el manual de pavimento en concreto rígido, tendrán cinco clases de suelo tal y como se indica en la siguiente Tabla, en la cual, la clasificación se hace con base en la Relación de Soporte de California del suelo -CBR, evaluada según la Norma INVE-148-07, estos valores se correlacionaron con el Módulo



de Reacción de la subrasante **-k-** que es el parámetro usado en las ecuaciones de diseño.

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

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

Fuente: Guía De Diseño De Pavimentos Concreto Rígido

Para subrasantes con CBR menores que 2, en la mayoría de los casos y cuando el diseñador lo considere conveniente, se requieren tratamientos especiales, como la sustitución de los materiales inadecuados (remoción parcial o total del material inaceptable) o la modificación de sus características con base en mejoramientos mecánicos o con la adición de productos como la cal, el cemento u otros que doten a la subrasante de mejores características mecánicas.

CBR de subrasante	Espesor de sustitución
<1	Mínimo 60
1	55
2	35
3	25
4	15

Fuente: Guía De Diseño De Pavimentos Concreto Rígido



El criterio es obtener un perfil longitudinal aceptable realizando pequeñas correcciones tendientes a mejorar curvas verticales cóncavas demasiado pronunciadas. Para ello se harían rellenos en tramos de muy corta longitud con material seleccionado o con el material de afirmado utilizado para el mantenimiento de la vía o con el mismo material que sería utilizado para la sub-base.

10. CALIFICACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN DEL SUELO DE LA SUBRASANTE DE CADA UNA DE LAS UNIDADES DE DISEÑO.

Analizando la clasificación de las muestras de subrasante tomadas y sus valores del límite líquido y el índice plástico y comparándolas con la correlación presentada en la Tabla 3. "Correlación Límites de consistencia vs potencial de expansión", permiten determinar las características expansivas de los suelos revisados y los resultados se muestran en la Tabla 4.

Tabla 3.
Correlación Límites de consistencia vs potencial de expansión
(3).



LL (%)	IP (%)	Clasificación del Hinchamiento Potencial
>60	>35	Alto
50 - 60	25 - 35	Marginal
50<	< 25	Bajo

(3) *Guía De Diseño De Pavimentos Concreto Rígido.*



Tabla 4.
Resultados de la clasificación de hinchamiento potencial subrasante.

No. TRAMO	LOCALIZACIÓN SONDEOS PARA ESTUDIO DE SUELOS	LL	IP	CLASIFICACIÓN HINCHAMIENTO POTENCIAL
1	C.B.R. 1 Urbanización Cotransrio	28.1	7.8	BAJO
2	C.B.R. 2 Urbanización Cotransrio	29.7	9.4	BAJO
3	C.B.R. 3 Urbanización Cotransrio	23.3	11.2	BAJO
4	C.B.R. 4 Urbanización Cotransrio	36.5	5.5	BAJO

Fuente: Propia Del Autor

11. BASE.

La base granular es la capa de la estructura de pavimento que por lo general subyace a la carpeta de rodadura. Esta capa está compuesta por materiales granulares, instalados sobre la capa de la sub rasante. La función principal de la capa de base granular es la de transmitir las cargas impuestas por el tránsito con intensidades adecuadas a las capas subyacentes, adicionalmente contribuye al drenaje y facilita los procesos constructivos. En Colombia el instituto nacional de vías INVIAS, presenta el documento técnico de especificaciones generales de construcción de carreteras para material de base granular en el artículo 330 – 13, donde se describen los requisitos mínimos de calidad y procesos constructivos que deben cumplir los agregados pétreos que conforman la capa de la base granular. Adicional a lo descrito para la selección de las capas granulares de sub-base y base granular, se debe tener en cuenta el nivel de tránsito para la selección de la clase de material a emplear.



NIVEL DE TRÁNSITO	NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES DE 80 kN EN EL CARRIL DE DISEÑO, N_{80kN} , MILLONES
NT1	$N_{80kN} \leq 0.5$
NT2	$0.5 < N_{80kN} \leq 5.0$
NT3	$N_{80kN} > 5.0$

Fuente: Guía De Diseño De Pavimentos Concreto Rígido

Clases de bases granulares de acuerdo al nivel de tránsito.

CLASE DE BASE GRANULAR	NIVEL DE TRÁNSITO
Clase C	NT1
Clase B	NT2
Clase A	NT3

Fuente: Guía De Diseño De Pavimentos Concreto Rígido

Requisitos mínimos de calidad para bases granulares.

Requisitos mínimos de calidad de los agregados pétreos para Bases Granulares acordes con INVIAS (2013)					
Ensayo		Método (INV)	INVIAS (2013)		
			NT1	NT2	NT3
Desgaste los Ángeles (500 revoluciones)	Seco	E - 218, 219	40 % máx	40 % máx	35 % máx
	Saturado		55 % máx	55 % máx	50 % máx
Micro Deval		E - 238	-	30 % máx	25 % máx
10% de finos	Seco	E - 224	-	70 KN mín	90 KN mín
	Humedo/seco		-	75 % mín	75 % mín
Pérdida en solidez	Sulfato de sodio	E - 220	12 % máx	12 % máx	12 % máx
	Sulfato de magnesio		18 % máx	18 % máx	18 % máx
Límite líquido		E - 125	25 % máx	-	-
Índice de plasticida		E - 126	3 % máx	0	0
Equivalente de arena		E - 133	30 % mín	30 % mín	30 % mín
Azul de metileno (si es necesario)		E - 235	10 % máx	10 % máx	10 % máx
Terrones de arcilla y partículas deleznales		E - 211	2 % máx	2 % máx	2 % máx
Partículas fracturadas	1 cara	E - 227	50 % mín	70 % mín	100 % mín
	2 caras		-	50 % mín	70 % mín
Índice de aplanamiento		E - 230	35 % máx	35 % máx	35 % máx
Índice de alargamiento			35 % máx	35 % máx	35 % máx
Angularidad del agregado fino		E - 239	-	35 % mín	35 % mín
CBR (al 100 % de densidad seca máxima y cuatro días de inmersión en agua)		E - 148	≥ 80 %	≥ 80 %	≥ 95 %

Fuente. INVIAS.



Granulometría para bases granulares.

Granulometría para Bases Granulares no tratadas					
Tamiz		Porcentaje que Pasa			
		Gradación Fina		Gradación Gruesa	
		BG - 38	BG - 25	BG - 40	BG - 27
1 1/2"	37,5 mm	100	-	100	-
1"	25 mm	70 - 100	100	75 - 100	100
3/4"	19 mm	60 - 90	70 - 100	65 - 90	75 - 100
3/8"	9,5 mm	45 - 75	50 - 80	45 - 68	52 - 78
No. 4	4,75 mm	30 - 60	35 - 65	30 - 50	35 - 59
No. 40	2,0 mm	20 - 45	20 - 45	15 - 32	20 - 40
No. 80	0,425 mm	10 - 30	10 - 30	7 - 20	8 - 22
No. 200	0,075 mm	5 - 15	5 - 15	0 - 9	0 - 9

Fuente. INVIAS.

La función de la base en el esquema de pavimentos en concreto rígido son las siguientes:

- Tener la resistencia estructural para soportar las presiones transmitidas por los vehículos.
- Tener el espesor suficiente para que pueda resistir las presiones transmitidas a la sub - base.
- Aunque exista humedad en el terreno, la base no debe de presentar cambios volumétricos perjudiciales.

12. JUNTA.

Las juntas son parte importante de los pavimentos de concreto y se hacen con el fin de controlar los esfuerzos que se presentan en el concreto como consecuencia de los movimientos de contracción y de dilatación del material y a los cambios de temperatura y humedad,



entre la cara superficial y la de soporte de las losas de concreto. En principio las losas tendrán el ancho del carril y su longitud debe estar comprendida entre 3,60 y 5,0 m y la relación entre el largo y ancho de las losas debe oscilar entre 1 y 1,3. Se ha observado que losas cuadradas tienen un mejor comportamiento estructural.

13. BERMA CUNETA Y BORDILLO:

La Berma-cuneta y el bordillo son elementos de drenaje superficial contruidos en concreto reforzado, fundidos monolíticamente y articulados estructuralmente con la riostra. La razón de fundir monolíticamente la berma-cuneta y el bordillo es evitar la junta de construcción que se formaría en la frontera entre ambos elementos, junta que con el paso del tiempo se convertiría en una fisura que permitiría la infiltración del agua que correría por la berma-cuneta con el consecuente deterioro del pavimento.

Las funciones de la Berma-cuneta y el bordillo son:

1. Servir como franja de estacionamiento temporal en el caso de que un vehículo lo requiera por fallas mecánicas u otra causa de fuerza mayor permitiendo que el flujo vehicular no se interrumpa.
2. Permitir la recolección de las aguas lluvias y conducir las hasta las alcantarillas y aliviaderos para su evacuación.
3. Brindar confinamiento a la sub rasante.



En Colombia el instituto nacional de vías INVIAS, presenta el documento técnico de especificaciones generales de construcción de carreteras para material de base granular en el artículo 330, donde se describen los requisitos mínimos de calidad y procesos constructivos que deben cumplir los agregados pétreos que conforman la capa de base granular. Adicional a lo descrito para la selección de las capas granulares de base granular, se debe tener en cuenta el nivel de tránsito para la selección de la clase de material a emplear.

Niveles de Tránsito (NT)	
Nivel de Tránsito	Número de Ejes Equivalentes de 80 Kn en el Carril de Diseño, N 80 Kn, Millones
NT1	$N_{80\text{ KN}} \leq 0,5$
NT2	$0,5 < N_{80\text{ KN}} \leq 5,0$
NT3	$N_{80\text{ KN}} > 5,0$

Fuente: Invias.

Características técnicas de los materiales de base granular de acuerdo al nivel de tránsito. NT 1.

Clases de bases granulares de acuerdo al nivel de tránsito.

CLASE DE BASE GRANULAR	NIVEL DE TRÁNSITO
Clase C	NT1
Clase B	NT2
Clase A	NT3

Fuente: Invias.



Requisitos agregados para bases granulares.

Tabla 330 - 2. Requisitos de los agregados para bases granulares

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	BASE GRANULAR		
		CLASE C	CLASE B	CLASE A
Dureza (O)				
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - 500 revoluciones - 100 revoluciones	E-218	40 8	40 8	35 7
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-238	-	30	25
Evaluación de la resistencia mecánica por el método del 10 % de finos - Valor en seco, mínimo (kN) - Relación húmedo/seco, mínimo (%)	E-224	- - -	70 75	90 75
Durabilidad (O)				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	12 18	12 18	12 18
Limpieza (F)				
Límite líquido, máximo (%)	E-125	25	-	-
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	3	0	0
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	30	30	30
Valor de azul de metileno, máximo (Nota 1)	E-235	10	10	10
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	E-211	2	2	2

Fuente: Invias.

Granulometría para base granular.

Tabla 330 - 3. Franjas granulométricas del material de base granular

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)							
	37.5	25.0	19.0	9.5	4.75	2.00	0.425	0.075
	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
% PASA								
BASES GRANULARES DE GRADACIÓN GRUESA								
BG-40	100	75-100	65-90	45-68	30-50	15-32	7-20	0-9
BG-27	-	100	75-100	52-78	35-59	20-40	8-22	0-9
BASES GRANULARES DE GRADACIÓN FINA								
BG-38	100	70-100	60-90	45-75	30-60	20-45	10-30	5-15
BG-25	-	100	70-100	50-80	35-65	20-45	10-30	5-15
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (t)	0 %	7 %			6 %			3 %

Fuente: Invias.



Las funciones de la base en el esquema de pavimentos en concreto rígido, según el "**Instituto Nacional De Vías, Especificaciones Generales De Construcción De Carreteras, Artículo 330**", son las siguientes:

- La capa de base 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 (100 mm) 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 el presente Artículo.
- La capa de base granular terminada se deberá ajustar a las rasantes y a las pendientes establecidas en los documentos del proyecto, sin que existan zonas donde se retenga el agua superficial. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la berma no será inferior a la señalada en los planos o la definida por el Interventor. Las variaciones de las cotas, respecto de las establecidas en el proyecto, no podrán exceder de + 0.0 mm y - 20.0 mm.
- Si se detectan zonas con un nivel inferior a la tolerancia indicada, ellas se deberán escarificar en un espesor mínimo de cien milímetros (100 mm), para enseguida agregar material de sub-base, humedecer, mezclar, recompartar y terminar la superficie hasta lograr la densidad seca y las cotas exigidas por la presente especificación. Alternativamente, el Interventor las podrá aceptar, siempre que el Constructor se comprometa, por



escrito, a compensar la merma con el espesor adicional necesario de la capa superior, sin que ello implique ningún incremento en los costos para el Instituto Nacional de Vías.

- Las áreas que presenten un nivel superior a la tolerancia especificada deberán ser rebajadas, humedecidas, compactadas y terminadas nuevamente, hasta cumplir con las cotas y el espesor establecido en los documentos del proyecto y con las exigencias de la presente especificación.
- Constituir una superficie de trabajo limpia para construir sobre ella los elementos restantes que conforman el pavimento.
- Transmitir y distribuir las cargas a la subrasante.
- Controlar el eventual bombeo que se pudiese presentar por las juntas de construcción que se requieren.

Tabla 5.
Tabla valores de CBR, usos y suelos.

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN				
No. CBR	CLASIFICACIÓN GENERAL	USOS	UNIFICADO	AASHTO
0 - 3	Muy Pobre	Subrasante	OH,CH,MH,OL	A5,A6,A7
3 - 7	Muy Pobre a Regular	Subrasante	OH,CH,MH,OL	A4,A5,A6,A7
7 - 20	Regular	Subbase	OL,CL,ML,SC,SM,SP	A2,A4,A6,A7
20-50	Bueno	Subbase y Base	GM,GC,SW,SM,SP,G P	A-1b,A2-5, A-3,A2-6
> 50	Excelente	Base	GW,GM	A1a, A2-4, A3

Fuente: Inviás.

Para efectos de determinar el espesor de la capa de la base tipo INVIAS que sirve de apoyo a la carpeta de rodadura del concreto, se considera la



siguiente correlación del CBR con el módulo de reacción de la subrasante encontrada en las unidades homogéneas de diseño:

Tabla 6.
Criterio selección espesor para base pavimento.



CBR	ESPEJOR DE SUBBASE (cm)
0 -3%	25 – 30
3% - 10%	15
> 10%	15

Fuente: Invias.

En la Tabla 7. Espesor de base a utilizar como soporte a la carpeta de rodadura; se **RECOMIENDA**, que, para cada tramo en estudio, se requiere una capa de base tipo INVIAS, espesor mínimo de quince centímetros (15 cms).

Tabla 7.
Espesor de Base a utilizar como soporte del Pavimento En Concreto Rígido.

No. TRAMO	LOCALIZACIÓN SONDEOS PARA ESTUDIO DE SUELOS	CLASIFICACIÓN U.S.C	CBR SELECCIONADO, SUMERGIDO	ESPEJOR MINIMO DE SUBBASE (cms)
1	C.B.R. 1 Urbanización Cotransrio	SM	3.1	15
2	C.B.R. 2 Urbanización Cotransrio	SM	2.9	15
3	C.B.R. 3 Urbanización Cotransrio	SM	3.0	15
4	C.B.R. 4 Urbanización Cotransrio	SM	3.3	15

Fuente: Propia Del Autor



14. RECOMENDACIONES Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION.

- El comportamiento de la estructura del pavimento a diseñar, depende del uso de los materiales contemplados en el presente informe y se regirán por las especificaciones generales de construcción de carreteras del instituto nacional de vías INVIAS, y su respectivo control con las normas de ensayo para materiales de carreteras del INVIAS.
- Realizar los diferentes controles constructivos de las diferentes capas de material como lo son la capa de concreto, base granular y material de afirmado. Acordes a las especificaciones generales de construcción de carreteras INVIAS.
- Verificar el estado y funcionamiento de los equipos previo a los trabajos de excavación, cargue y retiro de material como también al momento de realizar los trabajos de extensión de los materiales granulares.
- No se debe permitir la construcción de las capas granulares (base y afirmado), si no se ha realizado la comprobación de la nivelación y el grado de compactación de las capas que las subyace.
- El grado de compactación mínimo recomendado para las capas de material granular con respecto al obtenido en el ensayo de compactación Proctor modificado para el caso de bases granulares 98 % y para material tipo afirmado 90 %. Para verificar la compactación en el terreno se pueden realizar métodos como el cono de arena (INV – E – 161) o nucleares (INV – E – 164-13).
- Se debe siempre detectar con pruebas de carga (haciendo transitar sobre la capa extendida, nivelada y compactada un



vehículo pesado), con el fin de identificar posibles fallos o acolchonamientos en las capas granulares y proceder a efectuar las correcciones. Las capas terminadas no deben presentar agrietamientos, baches, laminaciones y segregaciones.

- Tener en cuenta las apariciones de corrientes de aguas subterráneas durante el proceso de excavación, con el fin de captarlas, controlarlas y evacuarlas mediante la construcción de filtros tipo dren francés o geodren, respectivamente, en una o ambas márgenes según sea el caso. La localización y el diseño de las obras de sub- drenajes requeridas no hacen parte del presente estudio.
- Si en la superficie de apoyo durante los trabajos de excavación de la estructura de pavimento se evidencian irregularidades, o aparición de material orgánico, escombros, o de alta plasticidad, se deben realizar las correcciones necesarias, retirando el material y reemplazándolo hasta la cota de diseño de la sub rasante por un material granular tipo Afirmado (RE – 75) (capítulo 6 artículo 610 – 13), o en su defecto con material tipo rajón (capítulo 2 artículo 221 – 13). Para ello, en la preparación de la superficie existente de sub-rasante, se sugiere el retiro de fallos o colchones, y se debe hacer el respectivo reemplazo mediante mejoramiento de suelo con material debidamente seleccionado y cumpliendo con las especificaciones generales de construcción de carreteras INVIAS.
- Es importante que se garantice un buen drenaje de la vía ya sea construyendo estructuras hidráulicas nuevas (sumideros, cunetas, alcantarillas, filtros), y de encontrarse estructuras



hidráulicas existentes hacer las respectivas verificaciones de funcionamiento.

- Como garantía del diseño de la capa de rodadura del pavimento en concreto rígido, se debe realizar en detalle el control previo, cumplir los requisitos exigidos desde la adquisición en planta o fabricación en obra y ejercer un control de calidad de la capa de pavimento en concreto rígido, descrito en el capítulo 5, artículo 500, de las especificaciones generales de construcción de carreteras de INVIAS 2013.
- En el momento de la excavación para la cimentación, se deberá cumplir con los requerimientos mínimos exigidos por el Instituto Nacional de vías, INVIAS, en su artículo 210-0710, Excavación de la explanación, canales y préstamos.
- Inmediatamente terminadas las excavaciones para la construcción de la estructura del pavimento en concreto rígido, las mismas deberán protegerse en el fondo para evitar alteraciones físico-mecánicas del suelo de fundación "subrasante", las cuales se pueden generar debido a la acción de lluvias y el intemperismo.
- Es recomendable empezar las obras de cimentación en época seca, y en lo posible comenzar lo más rápido después de realizada la excavación del terreno.
- En la medida en que alcance el nivel de cimentación del proyecto, verifique que el material encontrado cumple con las condiciones contempladas en el diseño.
- Reconocer la disposición de los materiales para la construcción de dicho pavimento, y si debiese realizarle ensayos pertinentes de laboratorio, para notificar calidad en los mismos.



- La calidad de los materiales tipo recebo y base, deben provenir de una explotación legalmente establecidas y su calidad evidenciada mediante la realización de ensayos cualitativos y cuantitativos.
- Con el fin de garantizar una vida útil óptima, es aconsejable evaluar la necesidad de realizar obras de drenaje tales como cunetas, canales, filtros y/o alcantarillas; con el fin de brindar un adecuado drenaje en la estructura.
- Es de suma importancia el uso de filtros y drenes para el manejo de aguas superficiales y así evitar humedades superiores a la natural del terreno.

15. CONCLUSIONES.

- Con los ensayos de laboratorio y la exploración de campo, no se puede identificar si el proyecto en mención se encuentra dentro o cerca de una falla geológica que pueda generar algún problema de inestabilidad del proyecto.
- Los suelos encontrados acorde con los CBR citados, son de baja capacidad de soporte, por lo tanto, se propone el mejoramiento del suelo de la subrasante con Afirmado. Basado en el criterio de selección recomendado por de la Guía de Diseño de Pavimentos.

CBR de subrasante	Espesor de sustitución
<1	Mínimo 60
1	55
2	35
3	25
4	15

Fuente: Invias.



- Debido a que el estudio de tránsito arroja que el nivel de tránsito que influye en la zona del proyecto, es **NT1**, se recomienda lo anterior para la selección de las capas granulares de base granular, y clase de material a emplear.

Niveles de Tránsito (NT)	
Nivel de Tránsito	Número de Ejes Equivalentes de 80 Kn en el Carril de Diseño, N 80 Kn, Millones
NT1	$N_{80\text{ KN}} \leq 0,5$
NT2	$0,5 < N_{80\text{ KN}} \leq 5,0$
NT3	$N_{80\text{ KN}} > 5,0$

Fuente: Invias.

- Los suelos encontrados acorde con los CBR citados, son de baja capacidad de soporte, por lo tanto, se propone una capa de base tipo INVIAS, espesor mínimo de QUINCE centímetros (15 cms).

Criterio selección espesor para base pavimento.



CBR	ESPESOR DE BASE (cm)
0 -3%	25 – 30
3% - 10%	15
> 10%	15

Fuente: Invias.

- Recomiendo que se utilice afirmado como material de

OSCAR G. FLORIAN. Ingeniería
Estudio de Suelos, Pavimentos y Concreto.
Tel. 313 825 45 94 268-78-58
foiam@yahoo.es



mejoramiento subrasante y base granular como material de
apoyo a la capa de rodadura

Atentamente;

OSCAR GABRIEL FLORIAN HUERTAS
INGENIERO CIVIL

Esp. GEOTECNIA

Esp. Gestión Ambiental – Evaluación Impacto Ambiental

Matr. Prof. 70202155311 TLM

OSCAR G. FLORIAN. Ingeniería
Estudio de Suelos, Pavimentos y Concreto.
Tel. 313 825 45 94 268-78-58
foiam@yahoo.es





ANEXO No. 1

REGISTRO FOTOGRAFICO SONDEOS

Nota: El registro fotográfico anexado a continuación, es fuente del autor del informe.

Ing. Oscar Gabriel Florian Huertas.



Foto No. 1.
CBR No. 1



Foto No. 2.
CBR No. 1



Foto No. 3
CBR No. 2



Foto No. 4.
CBR No. 2.



Foto No. 5.
CBR No. 3.



Foto No. 6.
CBR No. 3.



Foto No. 7.
CBR No. 4.



Foto No. 8.
CBR No. 4.



ANEXO No. 2

PERFILES ESTRATIGRAFICOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Nota: Los formatos anexados a continuación, es fuente del autor del informe.

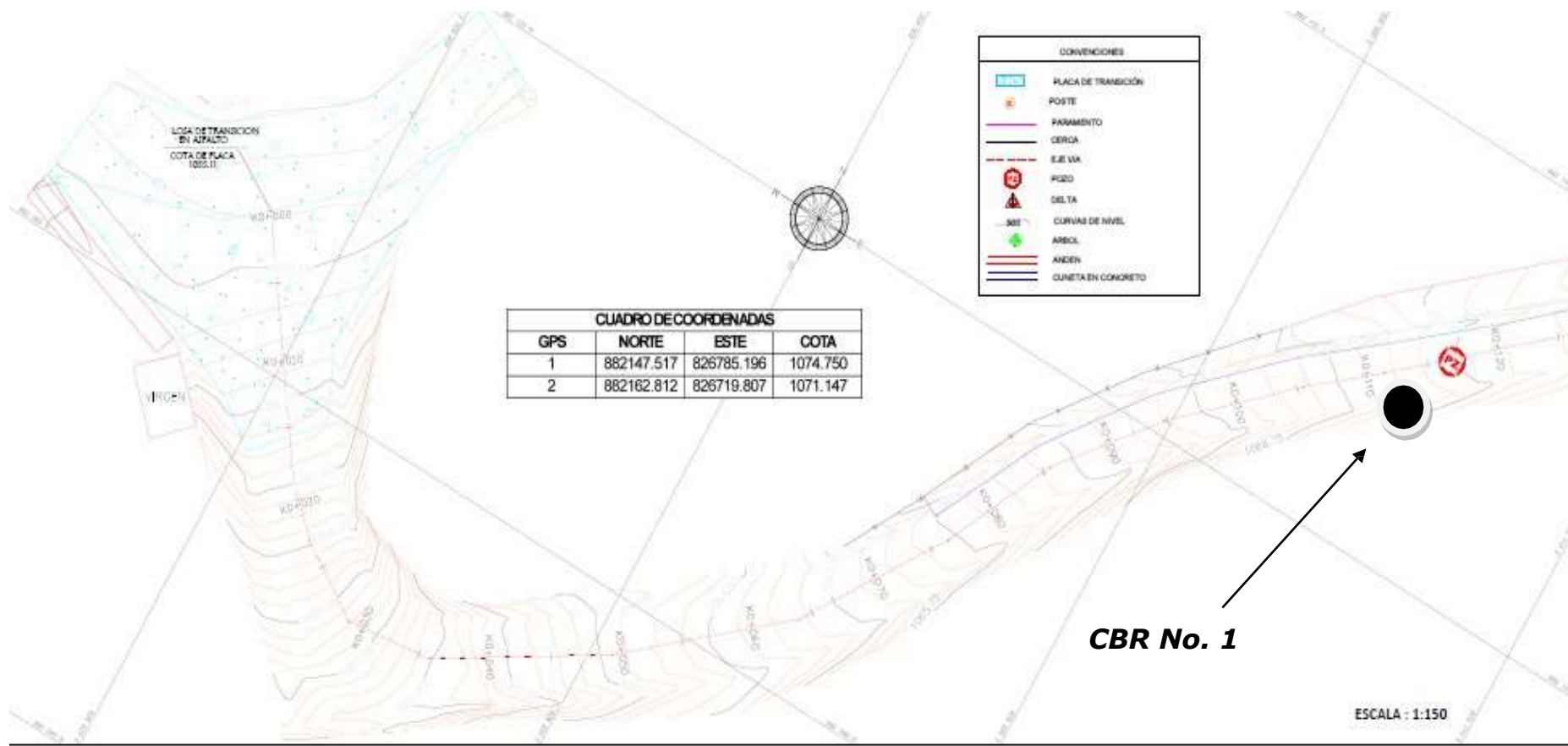
Ing. Oscar Gabriel Florian Huertas.



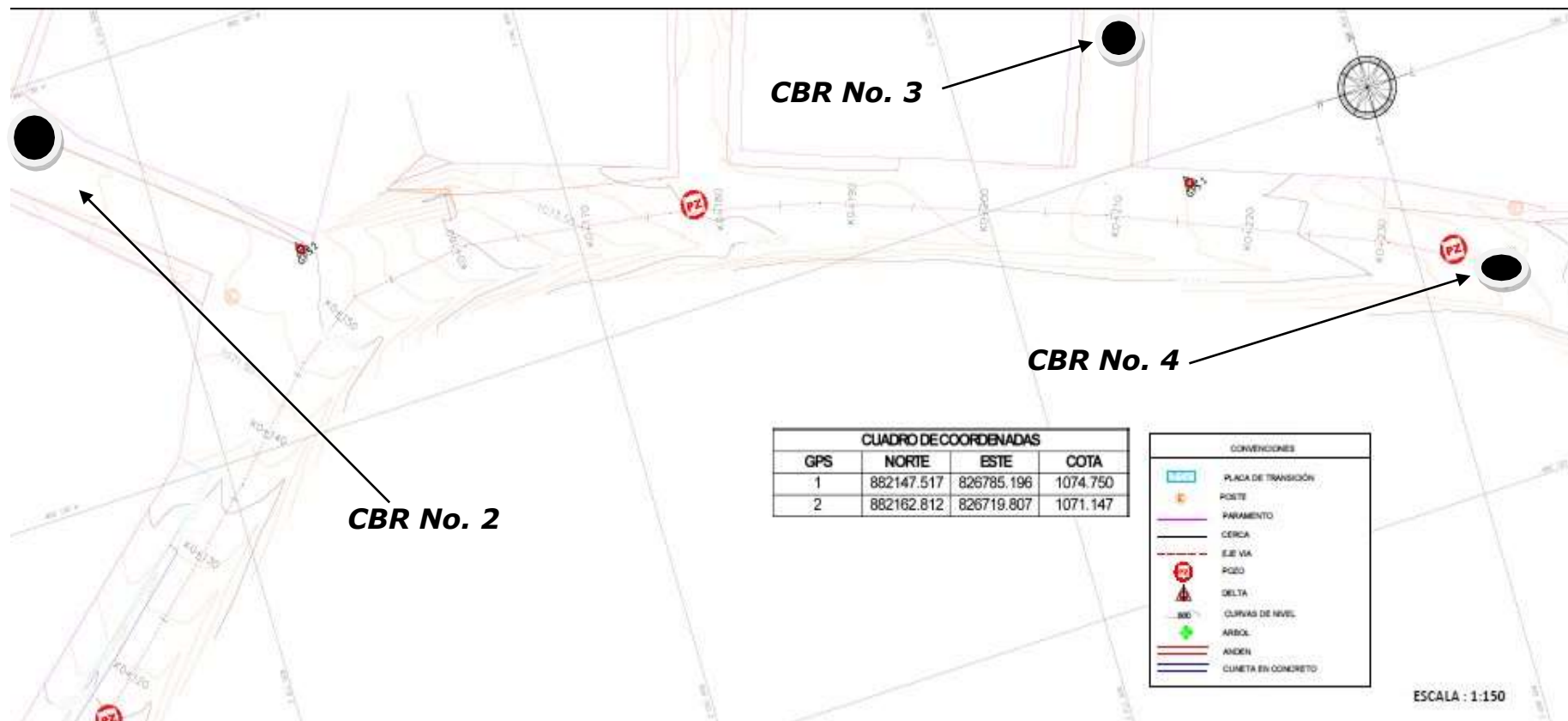
ANEXO No. 3

PLANO LOCALIZACION PROYECTO Y SONDEOS.

Nota: Los Planos a continuación, fueron suministrados por el contratista.



PLANO LOCALIZACION PROYECTO Y SONDEOS. CBR No. 1



PLANO LOCALIZACION PROYECTO Y SONDEOS. CBR No 2,3,4.



ANEXO No. 3

DOCUMENTOS LEGALES