5.3.3 INFORME ESPECIALISTA DE GEOTECNIA.

INFORME GEOTECNICO MENSUAL
CONTRATO DE INTERVENTORÍA ICCU-218 DE 2025

INTERVENTORÍA TÉCNICA, ADMINISTRATIVA, FINANCIERA Y LEGAL PARA LA INTERVENCIÓN DE LAS VÍAS QUE CONFORMA EL PROGRAMA DE CAMINOS VECINALES, CAMINOS PARA QUEDARSE, LOCALIZADO EN LA PROVINCIA DE SUMAPAZ, TEQUENDAMA Y ALTO MAGDALENA

ECG INGENIERÍA SAS
01 DE ABRIL DE 2026 AL 30 DE ABRIL DE 2026
BOGOTÁ DC

Contenido

1. OBJETO DEL INFORME 3
2. ALCANCE DE LAS ACTIVIDADES 4
3. ANÁLISIS TÉCNICO Y PRINCIPALES CONCLUSIONES 5
3.1. Sector ANOLAIMA....5
3.1.1. Analisis Tecnico....5
3.2. Sector CABRERA....7
3.2.1.Analisis Tecnico....7
3.3. Sector TIBACUY....12
3.3.1.Analisis Tecnico....12
3.4. ANALISIS TECNICO INTEGRADO....17
4. RECOMENDACIONES TÉCNICAS 20
4.1. Para el TRAMO de CABRERA....20
4.2. Para el TRAMO de TIBACUY....20
4.3. Para el TRAMO de ANOLAIMA....21
5. TABLA DE OFICIOS RECIBIDOS DEL CONTRATISTA Y RESPUESTAS EMITIDAS....23
6. CONCLUSIONES FINALES....24

ANEXO PLANCHA 227

1. OBJETO DEL INFORME

El presente informe tiene como objeto consolidar los hallazgos técnicos, no conformidades y recomendaciones de ingeniería identificadas durante las visitas de inspección realizadas en el mes de abril de 2026 en los frentes de obra de Anolaima, Tibacuy y Cabrera. El informe busca garantizar que el proceso de estabilización química con **Proestech** y cemento cumpla con los estándares de durabilidad y capacidad portante proyectados.

2. ALCANCE DE LAS ACTIVIDADES

Las actividades desarrolladas y supervisadas durante este periodo comprenden:

- ✓ **Anolaima:** Evaluación geológica de la subrasante y manejo de bloques rocosos de sobretamaño en el sector Peña Negra (K7+150).

- ✓ **Tibacuy:** Supervisión de los procesos de homogeneización, control de humedad óptima, remoción de materia orgánica y verificación de la integridad de la capa estabilizada.

- ✓ **Cabrera:** Inspección de sistemas de drenaje longitudinal, control de infiltración por actividades agrícolas (antrópicas) y corrección de la geometría transversal (bombeo).

3. ANÁLISIS TÉCNICO Y PRINCIPALES CONCLUSIONES

3.1. Sector ANOLAIMA

3.1.1 Análisis Técnico

Con base en la visita de inspección realizada en el corredor vial Anolaima – Peña Negra y el contraste técnico efectuado con la información contenida en la Plancha Geológica 227 (La Mesa) del Servicio Geológico Colombiano, se identificaron condiciones geológicas y geotécnicas particulares que inciden directamente sobre la estabilidad de la subrasante, el rendimiento constructivo y la viabilidad del proceso de estabilización vial proyectado, como se puede observar en la siguiente imagen.

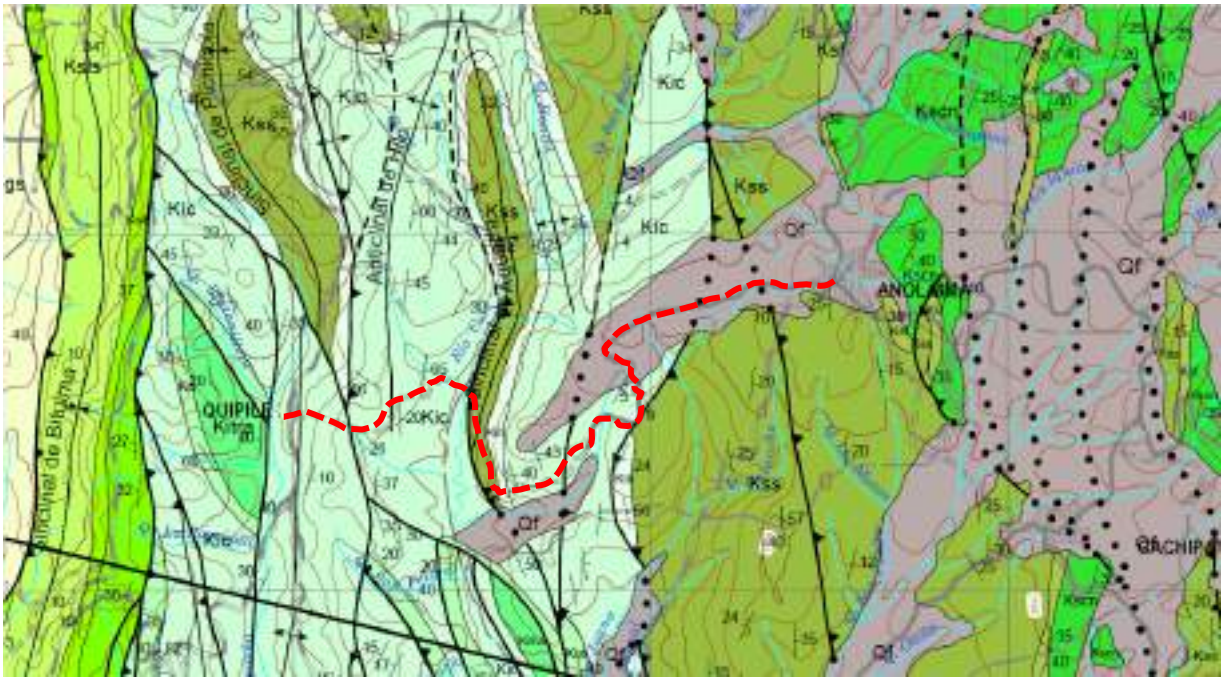


Ilustración 1. Ubicación del tramo de vía a intervenir sobre Plancha 227 (LA MESA)

Los hallazgos de campo evidencian la presencia recurrente de bloques rocosos de gran tamaño dentro de la estructura de la subrasante, con dimensiones aproximadas entre 50 cm y 80 cm, asociados a depósitos cuaternarios clasificados como Depósitos de Flujo de Lodos y Escombros (Qf). Este tipo de depósitos se caracteriza por presentar una matriz heterogénea compuesta por materiales finos, gravas y bloques erráticos de gran volumen transportados por antiguos procesos de remoción en masa, como se puede evidenciar en las siguientes imágenes.



Ilustración 2. Evidencia de auscultación con maquinaria al tramo de la vía, condición inicial.



Ilustración 3. Evidencia de rocas de gran tamaño en la estructura de la vía, condición inicial

Desde el punto de vista geotécnico, esta condición genera una estructura de soporte altamente discontinua y variable, donde coexisten sectores de material fino compresible con inclusiones rígidas de roca competente. Técnicamente, esta heterogeneidad afecta significativamente el comportamiento mecánico esperado de la estabilización con cemento y aditivo químico, debido a que la presencia de sobretamaños impide lograr una mezcla homogénea y una adecuada distribución de esfuerzos dentro de la capa tratada.

Asimismo, se identificaron afloramientos de areniscas competentes pertenecientes a unidades cretácicas, principalmente asociadas a las formaciones Kss y Kscn, cuyos fragmentos han sido desplazados hacia la vía mediante procesos erosivos y dinámicas gravitacionales propias del relieve montañoso de la zona.

Desde el contexto estructural, el corredor vial se encuentra influenciado por un ambiente tectónico complejo relacionado con el Anticlinal de Hilo y el Sinclinal de Aguada, estructuras regionales que generan cambios abruptos en la orientación y buzamiento de las capas geológicas. Esta condición favorece variaciones importantes en los procesos de infiltración y en el comportamiento hidráulico de los materiales presentes en la subrasante.

De igual manera, la presencia de fallas inversas y zonas de cabalgamiento dentro del área de influencia genera sectores altamente fracturados y cizallados, donde la roca pierde competencia mecánica y aumenta considerablemente su susceptibilidad a procesos de saturación, deformación y desplazamiento.

En términos constructivos, la necesidad de identificar y retirar bloques de gran tamaño mediante retroexcavadora genera disminución significativa en los rendimientos operativos y altera la continuidad de las actividades programadas para estabilización. La extracción de estos elementos deja vacíos y oquedades que requieren compensación inmediata mediante material granular de préstamo y compactación controlada para restablecer la geometría de la rasante.

Adicionalmente, la presencia de sobretamaños dentro de la estructura estabilizada puede generar fenómenos de punzonamiento y concentración de esfuerzos sobre la capa tratada, afectando la uniformidad estructural y favoreciendo la aparición de fisuras y deformaciones diferenciales durante la operación de la vía.

Desde el enfoque hidro-geotécnico, las zonas asociadas a fallas geológicas representan puntos críticos de infiltración, debido a que el fracturamiento del macizo favorece el ingreso y circulación de agua dentro de la estructura vial. Esta condición incrementa el riesgo de pérdida de soporte, reducción de capacidad portante y deterioro prematuro de la estabilización química si no se implementan adecuadamente obras de drenaje superficial y subsuperficial.

3.2. Sector CABRERA

3.2.1. Análisis Técnico

Con fundamento en las visitas de inspección realizadas en los diferentes sectores intervenidos del tramo Cabrera, se identificaron una serie de eventos asociados a deficiencias constructivas, afectaciones hidro-geotécnicas y condiciones externas que comprometen la estabilidad y durabilidad de la estructura estabilizada con cemento y aditivo químico tipo Proestech.

Desde el punto de vista geotécnico e hidráulico, el principal factor de afectación corresponde a la presencia permanente de agua superficial y subsuperficial proveniente de actividades agrícolas localizadas sobre la corona y márgenes del talud superior. Los sistemas de riego asociados a cultivos e invernaderos generan infiltraciones continuas hacia la estructura vial, manteniendo la subrasante y los bordes de la vía en condiciones de saturación permanente.

Esta condición favorece el incremento de presiones de poros y reduce significativamente la resistencia al corte de los materiales finos presentes en la estructura estabilizada, ocasionando pérdida progresiva de capacidad portante y vulnerabilidad frente a deformaciones diferenciales y fenómenos de fatiga hídrica, como se puede evidenciar en las siguientes Imágenes.



Ilustración 4.Flujo constante de agua sobre el talud a marguen derecha invernadero de gran extensión.



Ilustración 5. Flujo constante de agua sobre el talud a marguen derecha en áreas de cultivos activos en la zona.

Posteriormente, en la verificación técnica de la superficie, se detectó una patología crítica vinculada a deficiencias en el acabado final. Se identificó un fenómeno de desgarramiento de matriz por sobre perfilado mecánico tardío (ver Ilustraciones 6 y 7). Este evento ocurre cuando la labor de 'refine' con la motoniveladora se realiza de forma anacrónica, una vez que la mezcla de suelo, cemento y Proestech ha iniciado su proceso de fraguado.

Este desgarramiento no es solo un defecto estético; es el origen directo de las siguientes fallas encadenadas que se observan en el tramo:

- **Surcos Longitudinales:** Al arrancar los agregados ya cementados, la cuchilla deja surcos profundos que rompen la prolijidad y el sello de la vía.

- **Formación de Empozamientos:** Estos surcos anulan el bombeo transversal, atrapando el agua sobre la corona de la calzada e impidiendo que esta fluya hacia las cunetas.

- **Degradación por Bombeo Hidráulico:** El agua estancada en estos canales penetra la estructura, lo que bajo el tránsito vehicular genera presiones que desintegran la matriz interna de la vía."



Ilustración 6. Evidencia de desgarramiento de matriz y formación de surcos longitudinales por sobre perfilado tardío.



Ilustración 7. Detalle de empozamientos sobre el eje de la vía inducidos por los surcos de la maquinaria.

Adicionalmente, durante la verificación superficial del tramo se evidenciaron deficiencias en la conformación geométrica de la calzada, principalmente asociadas a:

- Ausencia de bombeo transversal adecuado.
- Alteración de la superficie por sobre perfilado mecánico tardío.
- Inexistencia o deficiencia funcional de cunetas longitudinales.

La falta de pendiente transversal impide el adecuado desalojo de aguas lluvias, promoviendo el confinamiento del agua sobre la superficie estabilizada. Bajo cargas vehiculares, esta condición genera degradación acelerada de la matriz suelo-cemento debido al bombeo hidráulico y pérdida de adherencia interna.

De igual manera, se observó acumulación de sobrantes de excavación, lodos y material vegetal en las márgenes del corredor vial, generando un "efecto dique" que restringe el flujo natural del agua hacia las

obras de drenaje existentes. Como consecuencia, el agua permanece en contacto prolongado con la estructura estabilizada, favoreciendo procesos de infiltración lateral, migración de finos y pérdida de confinamiento estructural en los bordes de la vía.

En relación con el proceso constructivo de estabilización, se identificaron irregularidades durante las etapas de homogenización y compactación, evidenciándose:

- Presencia de nidos de cemento.
- Segregación del material estabilizado.
- Pérdida de dosificación efectiva del ligante.
- Compactación sobre materiales sobresaturados.

La falta de homogenización adecuada impide el desarrollo uniforme de las reacciones químicas entre el suelo, el cemento y el aditivo estabilizante, generando sectores con resistencias mecánicas variables y puntos potenciales de falla prematura, como se puede evidenciar en la siguiente imágenes.



Ilustración 8. Presencia de nidos de cemento y desplazamiento por nivel negativo en los hombros de la estructura.



Ilustración 9. Acumulación de franjas de cemento a los laterales de la vía previamente estabilizada.

Asimismo, la compactación en condiciones de exceso de humedad afecta directamente la obtención de la densidad seca máxima requerida, reduciendo la eficiencia estructural de la capa estabilizada y comprometiendo el cumplimiento de especificaciones técnicas relacionadas con resistencia y capacidad portante, como se puede evidenciar en la siguiente imagen.



Ilustración 10. Saturación de la capa a estabilizar deficiencias en el proceso constructivo.

Finalmente, se identificaron factores externos asociados al componente social, particularmente relacionados con descargas de aguas provenientes de predios vecinos y disposición inadecuada de residuos vegetales sobre las zonas laterales de la vía, situaciones que incrementan el riesgo de colmatación de cunetas y deterioro prematuro de las obras ejecutadas, como se muestran en las siguientes imágenes.



Ilustración 11. Evidencia de vertimientos de aguas residuales a la vía por el costado derecho de la vía.



Ilustración 12. Evidencia de obstrucción de cunetas con material vegetal, intervención social requerida con la comunidad adyacente al proyecto para lograr concientizarla en ambos eventos.

3.3. Sector TIBACUY

3.3.1. Análisis Técnico

Con base en las visitas de inspección y el análisis de los registros fotográficos correspondientes al tramo Tibacuy, se identificaron múltiples no conformidades relacionadas con el proceso constructivo de estabilización, control de humedad, manejo de sobretamaños y preservación de la integridad estructural de la capa estabilizada.

Desde el punto de vista del control de calidad y la ingeniería geotécnica, las principales afectaciones se encuentran asociadas a deficiencias en la homogenización de la mezcla suelo-cemento-aditivo, presencia de materiales contaminados con materia orgánica, excesos de humedad durante la compactación y discontinuidades estructurales generadas tanto por sobretamaños como por intervenciones posteriores sobre la capa estabilizada.

Durante la etapa de homogenización se evidenció la presencia de "cementos vivos", franjas de ligante sin incorporar y acumulaciones laterales de cemento en cunetas y bordes de la vía. Estas condiciones reflejan una mezcla superficial e incompleta, generando una distribución heterogénea del ligante dentro de la estructura estabilizada, como se observa en las siguientes imágenes.



Ilustración 13. Presencia de trazas de cemento sin mezclar a marguen derecha e izquierda de la vía en el proceso de hidratación de la capa con agua + Proestech.



Ilustración 14. Presencia de cordones de cementos a marguen derecha e izquierda en el proceso de alistamiento y nivelación de la capa homogenizada.



Ilustración 15. Presencia de trazas de cemento sin mezclar a marguen izquierda de la vía sobre el hombro de la misma.

Técnicamente, este fenómeno produce zonas con exceso de rigidez y otras con ausencia parcial o total de tratamiento, generando un comportamiento estructural no uniforme. Las áreas con baja incorporación de cemento conservarán características plásticas originales del suelo, convirtiéndose en puntos blandos susceptibles a deformaciones, fatiga y formación prematura de baches. Paralelamente, las acumulaciones excesivas de cemento generan sectores rígidos con alta probabilidad de fisuración por retracción térmica y estructural.

Adicionalmente, se identificó presencia de material orgánico y tierra negra en márgenes y cordones laterales, posiblemente provenientes de actividades agrícolas o de una inadecuada limpieza de capa vegetal previa a la estabilización. Desde el enfoque químico y geotécnico, la materia orgánica interfiere directamente con los procesos de hidratación del cemento y con la reacción del aditivo estabilizante, reduciendo considerablemente el desarrollo de resistencia y afectando la durabilidad de la estructura, como se evidencia en las siguientes imágenes.



Ilustración 16. Presencia de material orgánico al pie del talud a marguen derecha de tramo de vía previamente estabilizado.



Ilustración 17. Presencia de material orgánico al pie del talud a marguen derecha de tramo de vía donde se avanzan con actividades de conformación del tramo a estabilizar.



Ilustración 18. Presencia de material orgánico al pie del talud izquierdo sin retirar o acondicionar en el sitio.

En materia de control de humedad, las inspecciones evidenciaron condiciones de sobresaturación superiores a la humedad óptima de compactación. La presencia de infiltraciones laterales y la adición continua de líquidos mediante carrotanque generaron un comportamiento plástico y resiliente del material, identificado en campo mediante efecto "colchón" durante el paso de los equipos de compactación, como se puede evidenciar en las siguientes imágenes.



Ilustración 19. Evidencia de estancamiento a marguen izquierda de la vía sobre área destinada a cuneta.



Ilustración 20. Evidencia de exceso de saturación de la capa de material homogenizado y adicionado con el químico PROESTECH.



Ilustración 21. Evidencia de estancamiento a marguen derecha de la vía sobre área destinada a cuneta antes de inicio de homogenización de la capa.

Este fenómeno impide alcanzar la densidad seca máxima requerida y favorece la generación de vacíos internos, los cuales posteriormente se traducen en asentamientos diferenciales, fallas por punzonamiento y pérdida prematura de capacidad portante.

Otro aspecto crítico identificado corresponde al manejo de sobretamaños rocosos dentro de la subrasante. Durante las actividades de estabilización se observó la extracción de bloques de gran tamaño mediante retroexcavadora, dejando vacíos y discontinuidades en la estructura. Aunque el retiro de estos elementos es técnicamente necesario, su extracción durante la fase de estabilización altera la secuencia constructiva y afecta los tiempos de fraguado del cemento, como se evidencia en la siguiente imagen.



Ilustración 22. Actividad de retiro de rocas de mayor tamaño en tramo que se encuentra en alistamiento para estabilizar.

La permanencia de sobretamaños dentro de la estructura genera puntos rígidos que inducen esfuerzos diferenciales y fisuración prematura; sin embargo, el retiro inadecuado de dichos bloques sin reposición inmediata de material seleccionado compromete igualmente la uniformidad del soporte estructural.

Finalmente, se identificaron intervenciones posteriores sobre capas ya estabilizadas, aparentemente asociadas a reparaciones o trabajos sobre redes de servicios públicos. Estas excavaciones destruyen el comportamiento monolítico generado por la estabilización química y constituyen puntos críticos de infiltración y pérdida de continuidad estructural, como se evidencia en la siguiente imagen.



Ilustración 23. Desarrollo de trabajos externos del contratista a tramo de vía previamente estabilizado.

Desde el punto de vista de ingeniería de pavimentos, cualquier corte o intervención sobre una capa estabilizada altera irreversiblemente la homogeneidad de compactación y resistencia originalmente diseñada, convirtiéndose en focos potenciales de deterioro acelerado

3.4. ANÁLISIS TÉCNICO INTEGRADO

El análisis conjunto de los tres sectores permite establecer que:

TIBACUY:

- ✓ El proceso de homogenización de la mezcla suelo-cemento-Proestech presenta deficiencias importantes que generan distribución heterogénea del ligante y comportamiento estructural no uniforme.
- ✓ La presencia de "cementos vivos" y segregaciones de mezcla compromete el adecuado desarrollo de resistencia mecánica de la capa estabilizada.
- ✓ Las zonas con exceso de cemento presentan alta susceptibilidad a fisuración por retracción, mientras que las zonas con ausencia de tratamiento se comportarán como puntos blandos vulnerables a deformaciones y baches prematuros.
- ✓ La incorporación de materiales con contenido orgánico dentro de la mezcla estabilizada afecta negativamente las reacciones químicas de hidratación y reduce la durabilidad estructural del sistema.
- ✓ Las condiciones de sobresaturación identificadas durante la compactación impiden alcanzar la densidad seca máxima exigida y favorecen la aparición de asentamientos diferenciales y fallas estructurales.
- ✓ La presencia de infiltraciones laterales y exceso de humedad constituye uno de los principales factores de riesgo para la estabilidad y desempeño de la estructura estabilizada.
- ✓ El manejo de sobretamaños durante la fase de estabilización altera la continuidad constructiva y puede generar discontinuidades estructurales si no se realiza reposición inmediata y compactación controlada del material de reemplazo.
- ✓ Las intervenciones posteriores sobre capas estabilizadas destruyen el comportamiento monolítico de la estructura y generan puntos críticos de infiltración y deterioro prematuro.
- ✓ La estabilidad y durabilidad del tramo Tibacuy dependen directamente de la implementación rigurosa de controles de calidad relacionados con:

    - ➢ Homogenización.
    - ➢ Control de humedad.
    - ➢ Manejo de infiltraciones.
    - ➢ Retiro de material contaminado.
    - ➢ Tratamiento adecuado de sobretamaños.
    - ➢ Protección integral de la capa terminada.

CABRERA:

- ✓ El tramo intervenido presenta una alta vulnerabilidad hidro-geotécnica debido a la presencia continua de infiltraciones provenientes de actividades agrícolas y escorrentías perimetrales no controladas.
- ✓ La permanencia de agua sobre la estructura estabilizada está generando pérdida progresiva de capacidad portante, reducción de resistencia mecánica y deterioro acelerado de la capa tratada.
- ✓ Se evidencian deficiencias en la conformación geométrica de la vía, principalmente asociadas a la ausencia de bombeo transversal y deficiencias en el sistema de drenaje longitudinal.
- ✓ La integridad superficial se encuentra comprometida por el desgarramiento de la matriz debido a procesos de sobre perfilado mecánico anacrónico. Esta intervención tardía genera surcos longitudinales que actúan como receptores de agua, induciendo empozamientos sobre la corona y anulando la capacidad de evacuación pluvial de la vía.
- ✓ La inexistencia de cunetas funcionales y la acumulación de material sobrante en las márgenes de la vía favorecen fenómenos de empozamiento, infiltración lateral y pérdida de confinamiento estructural.
- ✓ Las irregularidades identificadas durante los procesos de homogenización y compactación afectan directamente la uniformidad estructural de la estabilización y comprometen el desempeño esperado del sistema suelo-cemento.
- ✓ La compactación ejecutada sobre materiales sobresaturados disminuye la posibilidad de alcanzar la densidad seca máxima exigida, afectando el comportamiento mecánico y la durabilidad de la estructura vial.
- ✓ Los aportes hídricos externos provenientes de predios vecinos constituyen actualmente uno de los principales riesgos para la estabilidad y conservación de las intervenciones ejecutadas.
- ✓ De mantenerse las condiciones actuales de drenaje y saturación, existe una alta probabilidad de aparición temprana de patologías asociadas a:

    - ➢ Agrietamientos longitudinales.
    - ➢ Pérdida de soporte lateral.
    - ➢ Socavación de bordes.
    - ➢ Deformaciones diferenciales.
    - ➢ Desintegración superficial de la capa estabilizada.

- ✓ La durabilidad y funcionalidad del tratamiento estabilizado dependen directamente de la implementación inmediata de medidas correctivas orientadas al control hidráulico, manejo de infiltraciones y optimización de los procesos constructivos.

ANOLAIMA:

- ✓ El tramo Anolaima – Peña Negra presenta condiciones geológicas complejas asociadas a depósitos cuaternarios de flujo de lodos y escombros (Qf), caracterizados por alta heterogeneidad granulométrica y presencia de bloques rocosos de gran tamaño.

- ✓ La presencia de sobretamaños dentro de la subrasante afecta directamente la uniformidad estructural de la capa estabilizada y dificulta los procesos de homogenización del cemento y el aditivo químico.
- ✓ Los afloramientos de areniscas cretácicas y los procesos de remoción en masa presentes en la zona constituyen la principal fuente de los bloques rocosos identificados durante la inspección.
- ✓ El corredor vial se encuentra influenciado por un entorno tectónico complejo relacionado con estructuras plegadas y fallas geológicas activas, lo cual incrementa la susceptibilidad a procesos de saturación, inestabilidad y deformación de la banca.
- ✓ Las fallas inversas y zonas de cabalgamiento generan sectores altamente fracturados que favorecen la infiltración de agua y reducen la competencia mecánica de los materiales presentes en la subrasante.
- ✓ El retiro de sobretamaños durante la ejecución de obra afecta significativamente los rendimientos operativos y requiere actividades adicionales de conformación y relleno para restablecer la estabilidad geométrica de la vía.
- ✓ La permanencia de bloques rocosos dentro de la estructura estabilizada puede generar fenómenos de punzonamiento, fisuración y pérdida prematura de funcionalidad estructural.
- ✓ La estabilidad y durabilidad del tratamiento proyectado dependen directamente de la implementación previa de procesos adecuados de escarificación, retiro de sobretamaños, control de drenajes y compensación de vacíos mediante material granular de calidad.
- ✓ Las condiciones geológicas y morfológicas presentes en el corredor demandan tiempos de ejecución superiores a los inicialmente previstos, debido a la complejidad de las actividades requeridas para garantizar una estructura vial técnicamente estable y durable.

4. RECOMENDACIONES TÉCNICAS

Las siguientes recomendaciones se establecen con base en los hallazgos geotécnicos e hidráulicos identificados en los sectores de Tibacuy, Cabrera y Anolaima, y están orientadas a garantizar la estabilidad estructural de la vía, la durabilidad de las intervenciones y la adecuada gestión del agua.

4.1. Para el TRAMO de CABRERA

a. Se sugiere implementar un sistema de drenaje longitudinal funcional mediante la conformación inmediata de cunetas con sección hidráulica definida, garantizando continuidad hidráulica hacia las obras de drenaje existentes.
b. Se sugiere evaluar técnicamente la instalación de subdrenes longitudinales o filtros franceses en los sectores donde se evidencie infiltración permanente proveniente de cultivos y escorrentías laterales.
c. Es imperativo ejecutar limpieza permanente de cunetas y zonas laterales, retirando material vegetal, lodos, sobrantes de excavación y cualquier elemento que genere obstrucción del flujo hidráulico.
d. Se recomienda canalizar adecuadamente las entregas de agua provenientes de predios vecinos e invernaderos, evitando descargas directas sobre taludes y estructura vial.
e. Es importante tener en cuenta el revestir o impermeabilizar las cunetas en sectores críticos donde exista infiltración recurrente hacia la subrasante.
f. Se sugiere reconformar la superficie estabilizada garantizando pendientes transversales mínimas entre 3% y 4%, asegurando que esta geometría se logre únicamente en estado fresco, antes del inicio del fraguado del material, para permitir el adecuado desalojo de aguas lluvias.
g. Se sugiere que los sectores que presentan surcos longitudinales y empozamientos menores sean corregidos de manera previa y obligatoria a la instalación de la capa de protección (doble riego). Esta nivelación debe ejecutarse mediante la aplicación de una capa de liga reforzada y un sello de arena-asfalto o mezcla densa en frío en los surcos, con el fin de restaurar el bombeo transversal y garantizar una superficie prolija. No se recomienda la escarificación profunda de la base ya estabilizada para no comprometer el monolitismo alcanzado, siempre que se garantice la adherencia total entre la base y el nuevo material de nivelación.
h. Es imperativo garantizar el adecuado confinamiento lateral de la estructura estabilizada mediante conformación y compactación de hombros y bordes de vía.
i. Es muy importante realizar perfilado de taludes laterales para evitar arrastre continuo de material hacia las cunetas y zonas de drenaje.

4.2. Para el TRAMO de TIBACUY

a. Se hace imperativo garantizar procesos de homogenización integral de la mezcla, hasta obtener una coloración y textura uniformes en todo el ancho y espesor de la capa estabilizada.

b. Se recomienda incorporar nuevamente las acumulaciones laterales de cemento hacia el centro de la mezcla, evitando pérdidas de dosificación y formación de bordes rígidos.
c. Se solicita suspender la incorporación de materiales con presencia de materia orgánica o tierra negra dentro de la estructura estabilizada.
d. Se sugiere ejecutar limpieza y retiro total de capa vegetal o materiales contaminados antes del inicio de las actividades de estabilización.
e. Se solicita implementar control permanente de humedad mediante ensayos rápidos en campo antes de autorizar el riego de agua y aditivo químico.
f. Es imperativo suspender actividades de compactación en zonas donde se evidencie sobresaturación o comportamiento resiliente del material.
g. Es imperativo corregir previamente las infiltraciones laterales y puntos de aporte hídrico antes de iniciar procesos de estabilización.
h. Se recomienda realizar el retiro de sobretamaños durante la fase previa de conformación de subrasante y no durante el proceso de mezcla química.
i. Es imperativo garantizar el relleno inmediato de vacíos generados por extracción de bloques mediante material seleccionado compactado por capas.
j. Se sugiere prohibir intervenciones posteriores sobre capas estabilizadas terminadas y coordinar previamente con empresas de servicios públicos cualquier actividad de excavación requerida.
k. Se recomienda implementar controles estrictos de planificación y secuencia constructiva para evitar interrupciones del proceso de estabilización y pérdida de continuidad estructural.
l. Se solicita garantizar la adecuada conformación de cunetas y hombros con el fin de proteger lateralmente la estructura estabilizada y controlar procesos de infiltración.

4.3. Para el TRAMO de ANOLAIMA

a. Se sugiere ejecutar procesos de escarificación profunda previos al inicio de la estabilización química con el fin de identificar y retirar la totalidad de los bloques de sobretamaño presentes en la subrasante.
b. Se recomienda realizar extracción mecánica controlada de los bloques rocosos utilizando equipos adecuados que minimicen alteraciones adicionales sobre la geometría de la vía.
c. Es importante garantizar el relleno inmediato de las oquedades generadas por el retiro de sobretamaños mediante material granular seleccionado y compactación por capas controladas.
d. Por lo general evitar en lo máximo la incorporación de bloques rocosos dentro de la estructura estabilizada debido al riesgo de concentración de esfuerzos y fallas por punzonamiento.
e. Se recomienda implementar controles granulométricos permanentes para asegurar la uniformidad de la matriz suelo-cemento antes de la aplicación del aditivo químico.
f. Se sugiere intensificar la construcción y mantenimiento de cunetas en sectores asociados a fallas geológicas y zonas de infiltración identificadas durante la inspección.
g. Se recomienda evaluar técnicamente la necesidad de implementar drenajes subsuperficiales en sectores con presencia de fracturamiento o saturación recurrente.

h. Es imperativo realizar seguimiento permanente a los puntos de cruce con estructuras tectónicas, debido a su alta susceptibilidad a deformaciones y pérdida de estabilidad. Si esta llegase a quedar sobre algún tramo a intervenir.
i. Se recomienda ajustar la programación y rendimientos constructivos del proyecto considerando las actividades adicionales requeridas para manejo de sobretamaños y estabilización de sectores geológicamente complejos.
j. Es importante socializar con la supervisión, interventoría y comunidad las condiciones geológicas particulares del tramo y los impactos que estas generan sobre los tiempos de ejecución del proyecto.
k. Se recomienda garantizar control topográfico permanente durante las actividades de extracción y relleno para mantener la geometría y nivelación adecuada de la rasante.
l. Es muy necesario verificar mediante ensayos de compactación y capacidad portante el comportamiento del material de reemplazo utilizado en las zonas intervenidas por retiro de bloques.

5. TABLA DE OFICIOS RECIBIDOS DEL CONTRATISTA Y RESPUESTAS EMITIDAS

No se realizaron.

FECHA DE RECEPCIÓN	OFICIO DEL CONTRATISTA	ASUNTO

6. CONCLUSIONES FINALES

- ✓ Las inspecciones técnicas realizadas en los tramos de Cabrera, Tibacuy y Anolaima permitieron identificar condiciones geológicas, geotécnicas, hidráulicas y constructivas que inciden directamente sobre el desempeño estructural de los procesos de estabilización ejecutados mediante cemento y aditivo químico.
- ✓ Se evidenció que los principales factores de afectación corresponden a:

  - ➢ Presencia de infiltraciones y saturación permanente.
  - ➢ Deficiencias en drenajes superficiales y longitudinales.
  - ➢ Procesos inadecuados de homogenización y compactación.
  - ➢ Presencia de sobretamaños rocosos y materiales contaminados.
  - ➢ Discontinuidades estructurales generadas durante o después de la estabilización.

- ✓ Responsabilidad Operativa y Calidad: Se concluye que el desgarramiento de la matriz identificado en tramos como Cabrera no es un evento fortuito, sino una deficiencia técnica atribuible directamente a procesos constructivos inadecuados (sobre perfilado tardío). Por tanto, cualquier actividad de reparación, nivelación o restauración de la prolijidad superficial necesaria para la instalación del doble riego, deberá ser asumida a costo y riesgo del contratista, al derivarse de un incumplimiento en los tiempos de trabajabilidad del material.
- ✓ En los sectores inspeccionados se observó una relación directa entre las condiciones geológicas regionales y los inconvenientes constructivos identificados, especialmente en zonas asociadas a depósitos cuaternarios, materiales residuales, fallas geológicas y estructuras tectónicas complejas.
- ✓ La presencia de bloques rocosos de gran tamaño dentro de la subrasante constituye una de las principales limitantes técnicas para la conformación de una matriz homogénea suelo-cemento, afectando la uniformidad estructural y aumentando el riesgo de fallas por punzonamiento, fisuración y deformaciones diferenciales.
- ✓ Las condiciones de sobresaturación y los aportes hídricos provenientes de infiltraciones laterales, actividades agrícolas y deficiencias de drenaje reducen significativamente la capacidad portante de la estructura estabilizada y aceleran los procesos de deterioro prematuro.
- ✓ Integridad Monolítica y Prohibición de Alteraciones: Resulta indispensable establecer la prohibición absoluta de realizar cortes, excavaciones o perfilados mecánicos en seco sobre las capas ya estabilizadas en todos los frentes de obra. Estas intervenciones fracturan los enlaces químicos del sistema cemento-Proestech, destruyendo el comportamiento monolítico de la base y convirtiendo la vía en una estructura discontinua y vulnerable a la infiltración.
- ✓ Se identificaron deficiencias en los procesos de mezcla y homogenización, evidenciándose segregaciones, presencia de "cementos vivos" y distribución heterogénea del ligante, condiciones que comprometen el adecuado desarrollo de resistencia mecánica de la capa estabilizada.
- ✓ La incorporación de materiales con contenido orgánico y la intervención posterior sobre capas ya estabilizadas representan factores críticos que afectan la integridad monolítica de la estructura y disminuyen la durabilidad esperada del tratamiento.

- ✓ Las condiciones geológicas y morfológicas presentes en los corredores intervenidos generan afectaciones directas sobre los rendimientos constructivos, debido a la necesidad de ejecutar actividades adicionales de escarificación, retiro de sobretamaños, manejo de infiltraciones, conformación de drenajes y estabilización localizada.
- ✓ El éxito y la durabilidad del proceso de estabilización no dependen exclusivamente del uso del cemento y del aditivo químico, sino principalmente del control integral de variables asociadas a:

  - ➢ Homogenización de la mezcla.
  - ➢ Control de humedad.
  - ➢ Calidad del material de soporte.
  - ➢ Manejo hidráulico.
  - ➢ Compactación controlada.
  - ➢ Protección de la estructura estabilizada.

- ✓ Vulnerabilidad por Exposición Prolongada: Se identifica con preocupación que la estructura estabilizada ha permanecido expuesta a la intemperie y al tránsito vehicular por tiempos superiores a los técnicamente recomendados. La falta de una consecución inmediata de las actividades (instalación de la capa de protección) favorece la carbonatación, lixiviación y el deterioro acelerado de la superficie, incrementando el riesgo de pérdida prematura de resistencia.
- ✓ Se concluye que la viabilidad técnica de los tratamientos ejecutados es favorable, siempre y cuando se implementen de manera rigurosa las medidas correctivas y recomendaciones técnicas orientadas al control geotécnico, hidráulico y constructivo de los sectores intervenidos.
- ✓ Finalmente, se considera indispensable fortalecer el seguimiento técnico y los controles de calidad en campo, con el fin de prevenir patologías prematuras y garantizar que las intervenciones ejecutadas alcancen las condiciones de estabilidad, funcionalidad y vida útil previstas dentro del proyecto vial.
- ✓ Se considera fundamental garantizar procedimientos constructivos adecuados durante la ejecución de los procesos de estabilización, especialmente en las etapas de homogenización, control de humedad, compactación, manejo de sobretamaños y conformación geométrica, debido a que cualquier deficiencia operativa puede comprometer directamente el comportamiento estructural y la durabilidad de la capa tratada.
- ✓ De igual manera, resulta indispensable evaluar integralmente el contexto geotécnico, hidráulico y constructivo de cada tramo intervenido, considerando todos aquellos eventos, parámetros y factores externos que puedan afectar la estabilidad de las zonas previamente ejecutadas, tales como infiltraciones laterales, deficiencias de drenaje, saturación de materiales, aportes hídricos externos y alteraciones posteriores sobre la estructura estabilizada.
- ✓ Teniendo en cuenta que, para algunos sectores intervenidos, aún se encuentra pendiente la instalación de la superficie de protección o capa final proyectada, la estructura estabilizada permanece temporalmente expuesta a procesos de deterioro asociados a lluvia, infiltración, tránsito y variaciones de humedad, incrementando el riesgo de pérdida prematura de resistencia y afectación superficial.
- ✓ En consecuencia, se considera prioritario optimizar la secuencia constructiva y reducir los tiempos entre la ejecución de la estabilización y la colocación de la superficie final de protección, así como

acelerar la adecuación definitiva de cunetas y obras de drenaje, con el fin de minimizar la exposición de la estructura estabilizada a condiciones ambientales y operativas desfavorables.

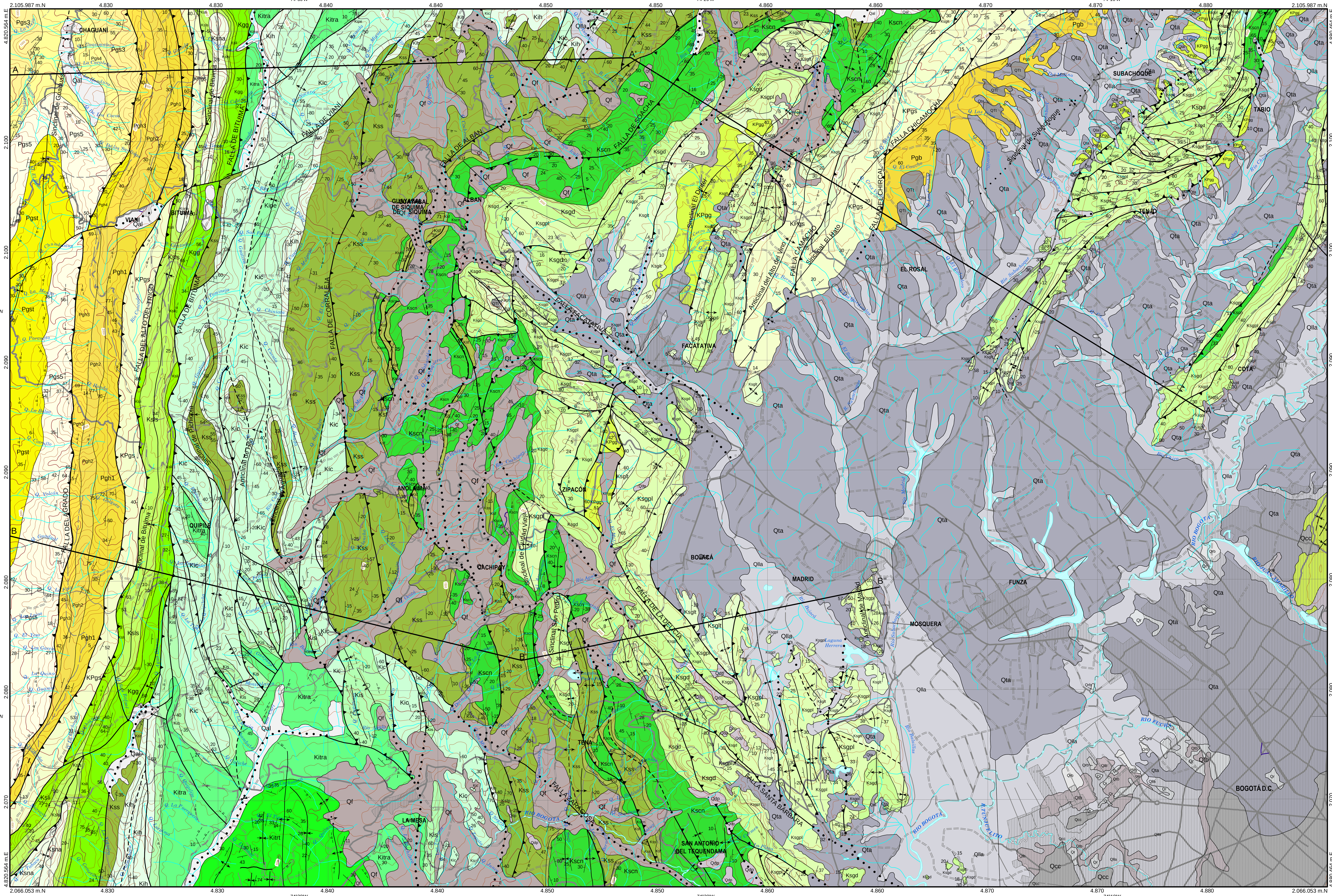
- ✓ La adecuada coordinación entre estabilización, manejo hidráulico, protección superficial y terminación de obras complementarias constituye un factor determinante para garantizar la estabilidad, funcionalidad y vida útil de los tramos intervenidos.
- ✓ Urgencia de Protección Superficial: La durabilidad del tratamiento depende de la inmediata consecución de actividades. La exposición prolongada de la base estabilizada a condiciones climáticas y al tránsito, sumada a las alteraciones mecánicas posteriores, constituyen el mayor riesgo actual para la estabilidad estructural. Por lo tanto, se considera imperativo y prioritario reducir la ventana de tiempo entre la estabilización y la colocación de la capa de protección final, garantizando que la coordinación entre el manejo hidráulico y la terminación de obras sea el factor determinante para alcanzar la vida útil prevista en el proyecto.

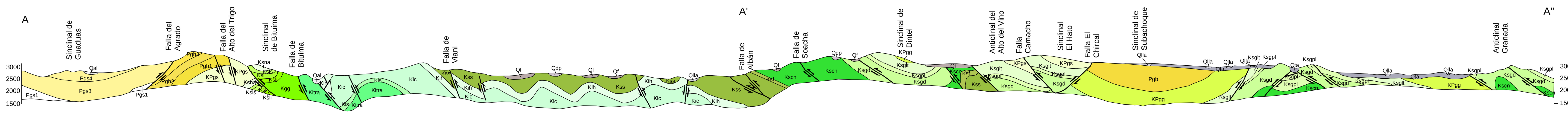
Atentamente,

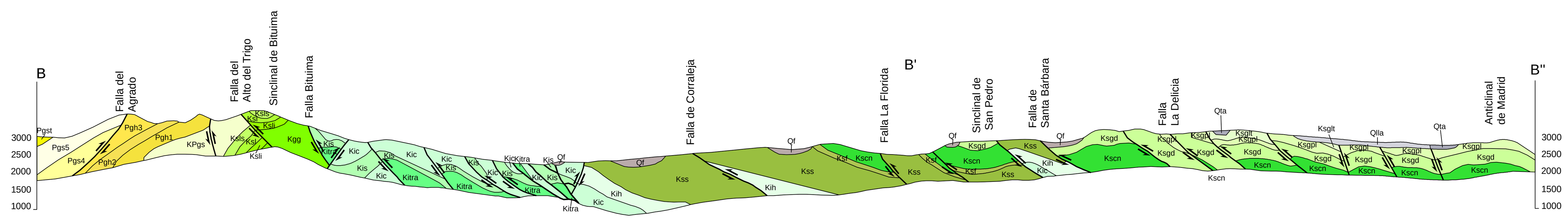


DIANA PATRICIA AVELLA VILLAMIZAR
Cédula profesional: 54202172385 NTS
Ing. Civil Esp. Geotecnia Vial
ECG INGENIERIA S.A.S.

ANEXO PLANCHA 227







Leyenda geológica

VALLE MEDIO DEL MAGDALENA

SABANA DE BOGOTÁ Y REGIÓN DEL TEQUENDAMA

CENOZÓICO — CUATERNARIO — HOLOCENO / PLEISTOCENO

Qal — DEPÓSITOS ALUVIALES

Qrb — RELLENO DE BASURA

Qr — MATERIAL DE RELLENO DE EXCAVACIÓN

Qlla — LLANURA ALUVIAL

Qdp — DEPÓSITOS DE PENDIENTE

Qtb — TERRAZAS BAJAS

Qf — DEPÓSITOS FLUVIO-GLACIARES

Qta — TERRAZAS ALTAS

Qcc — COMPLEJOS DE CONOS

QTt — FORMACIÓN TILATÁ
Gravas, arenas y turbas.

NEÓGENO — PLIOCENO / MIOCENO

PALEÓGENO — OLIGOCENO / EOCENO / PALEOCENO

Pgs5 | Pgs4 | Pgs3 | Pgs2 | Pgs1 — FORMACIÓN SAN JUAN DE RÍO SECO

Pgs5: alternacia de arenitas de cuarzo a sublitoarenitas, de grano medio a grueso, en capas medias a gruesas y lodolitas en capas medias a gruesas.
Pgs4: arcillolitas con intercalaciones de arenitas de cuarzo a sublitoarenitas, de grano grueso a medio en capas delgadas.
Pgs3: arenitas de cuarzo a sublitoarenitas, de grano grueso a medio, localmente conglomerado de gránulos, en capas delgadas.
Pgs2: alternacia de arcillolitas y lodolitas en capas gruesas, con algunas capas de sublitoarenitas de grano fino a grueso, en capas medias a gruesas.
Pgs1: arenitas conglomeráticas y conglomerado de gránulos. No aflora en la plancha.

Pgst — FORMACIÓN SANTA TERESA
Arcillolitas y lodolitas grisáceas, con intercalaciones de limolita y arenita de grano fino a conglomerática, de cuarzo, en capas delgadas a gruesas.

Pgh4 | Pgh3 | Pgh2 | Pgh1 — FORMACIÓN HOYÓN

Pgh4: cuarzoarenitas de grano grueso y conglomerado de gránulos en capas gruesas, gradadas, intercaladas con capas de lodolita roja.
Pgh3: conglomerados de guijos, bloques y polimícticos, intercalaciones de cuarzoarenitas y lodolitas.
Pgh2: arcillolitas con esporádicas capas de conglomerados polimícticos de guijarros.
Pgh1: conglomerados polimícticos, de guijos, bloques y cuarzoarenitas, en capas gruesas o muy gruesas.

Pgb — FORMACIÓN BOGOTÁ
Parte superior: arcillolita abigarrada, con esporádicas intercalaciones de cuarzoarenita, de grano medio a grueso, en capas gruesas.
Parte inferior: alternancia de lodolitas rojizas y arenita feldespática y lítica, de grano medio a fino, en capas muy gruesas.

MESOZÓICO — CRETÁCICO — SUPERIOR

KPgs — FORMACIÓN SECA
Arcillolita y lodolita pardo grisáceo a rojo, con nódulos de caliche, intercalaciones de arena de cuarzo, de grano fino en capas cubetiformes.

KPgg — FORMACIÓN GUADUAS
Parte superior: arcillolita abigarrada, con capas de arenita de cuarzo de grano fino.
Parte inferior: arcillolita, limolita y arenita de cuarzo con capas de carbón.

Ksna — NIVEL DE LUTITAS Y ARENITAS
Lodolita calcárea con intercalaciones de biomicrita, en capas gruesas y lenticulares.

Ksls | Ksl | Ksli — GRUPO OLINI
Ksls: Formación Lidita Superior: lidita calcárea, chert y caliza biomicrítica en capas delgadas a medias, ocasionalmente capas delgadas a medias de conglomerados de gránulos de chert.
Ksl: Nivel de Lutitas: limolita silícea y lodolita calcárea, a veces ligeramente silícea, con intercalaciones de arenitas de cuarzo, de grano fino a medio, en capas delgadas a medias.
Ksli: Formación Lidita Inferior: capas delgadas de chert, lidita y limolita silícea, en capas delgadas a medias, con estratificación ondulada no paralela.

Kgg — GRUPO GUAGUAQUÍ (Parte superior)
Lodolitas calcáreas, negras, concreciones calcáreas e intercalaciones de limolita silícea, a veces chert y calizas arenosas.

Ksglt | Ksgpl | Ksgd — GRUPO GUADALUPE
Ksglt: Formación Labor y Tierna: arenita de cuarzo, grano fino a medio en capas gruesas.
Ksgpl: Formación Plaeners: limolita silícea y chert, en capas delgadas a medias, con intercalaciones de lodolita y arenita de cuarzo de grano fino en capas delgadas a medias.
Ksgd: Formación Arenisca Dura: arenita de cuarzo de grano fino, en capas delgadas a muy gruesas, con intercalaciones de limolitas silíceas.

CRUPO VILLETA (SUPERIOR / INFERIOR)

Kscn — FORMACIÓN CONEJO
Sucesión de arcillolita y lodolita, algo calcárea, gris con esporádicas capas medias de limolita, arenita de cuarzo de grano fino y caliza biomicrítica.

Ksf — FORMACIÓN LA FRONTERA
Parte superior: lodolita y limolita silícea-calcárea en capas delgadas.
Parte media: lodolita silícea en capas delgadas.
Parte inferior: lodolita calcárea, con capas medias y delgadas de micrita con concreciones de diferentes tamaños.

Kss — FORMACIÓN SIMIJACA
Arcillolita y lodolita negra a gris oscuro con esporádicas intercalaciones de arenita de cuarzo, de grano fino.

Kslp — FORMACIÓN PACHO
Sucesión alternante de lodolitas y limolitas con esporádicas capas de arenitas finas.

CRETÁCICO — INFERIOR

Kih — FORMACIÓN HILÓ
Limolita silícea y lodolita calcárea, a veces silíceas, con estratificación delgada a media, laminación plano paralelo y esporadicas capas de micrita.

Kic — FORMACIÓN CAPOTES
Lodolitas calcáreas y arcillolitas negras con algunos niveles de concreciones.

Kis — FORMACIÓN SOCOTÁ
Lodolita y limolita silícea, a veces calcáreas con terminación ondulosa y lenticular e intercalaciones de arenitas de cuarzo, de grano fino a conglomerados con cemento calcáreo, en secuencias gradadas.

Kipe — FORMACIÓN EL PEÑÓN
Lodolitas y limolitas calcáreas con bancos de calizas.

Kitra | Kitrt — FORMACIÓN TRINCHERAS
Kitra: Miembro Anapoima: arcillolitas laminadas gris oscuras a pardo rojizas; con concreciones silíceas; bioesparitas, intrabioesparitas y pelmicritas hacia el techo.
Kitrt: Miembro El Tigre: lodolita negra, con intercalaciones de micrita y arenita de cuarzo, en capas medias y delgadas.

CONTACTOS Y FALLAS

- Contacto definido
- Falla definida
- Falla inferida
- Falla cubierta
- Falla inversa o de cabalgamiento definida
- Falla inversa o de cabalgamiento cubierta
- Falla de rumbo dextral
- Falla de rumbo sinextral

ESTRUCTURAS PLEGADAS

- Sinclinal definido
- Sinclinal inferido
- Sinclinal cubierto
- Anticlinal definido
- Anticlinal inferido
- Anticlinal cubierto
- Anticlinal volcado

DATOS MEDIDOS EN ROCAS SEDIMENTARIAS

- 15 Capa inclinada
- Capa invertida

DATOS DE FOTOGEOLOGÍA

- 15º a 30º
- 30º a 45º

BASE CARTOGRÁFICA

- Área construida
- Drenaje doble, laguna, Cienaga
- Ferrocarril
- Curva de nivel
- Drenaje sencillo, canal
- Carretera pavimentada
- Carretera sin pavimentar
- Camino

Geología de la Plancha 227 La Mesa

Nomenclatura referida a Resolución 399 de 2011 del IGAC

La información plasmada en este mapa fue Transformada a Datum MAGNA SIRGAS según Resolución 399 de 2011 del IGAC y luego proyectada a Origen Nacional según Resolución 370 de 2021 del IGAC.

La información puede presentar deformación debido a la proyección a Origen Nacional.

ÍNDICE DE PARTICIPACIÓN

5,2	4,12	1,13	1,7
3	1,13,10	1,13	1,7
6	8	13,1	*
12,4,1	8,11	13,1	*

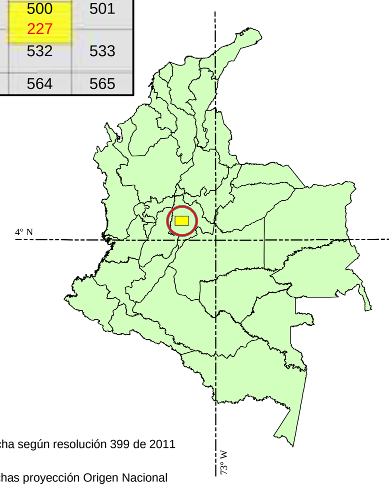
1. Jorge E. Acosta
2. Carmen R. Castiblanco
3. Elizabeth Cortés
4. Paulina Ferreira
5. Luz Stella Gómez
6. Georgina Guzmán
7. Orlando Hernández
8. Roberto Hernández
9. José I. Martínez
10. Orlando Navas
11. Germán Reyes
12. Maria Suárez
13. Luís Vergara

* Información tomada del Proyecto de Zonificación Geotécnica de la Sabana de Bogotá

Supervisión y dirección:
Carlos E. Ulloa, Erasmo E. Rodríguez

ÍNDICE DE LOCALIZACIÓN

467	468	469
499	500 227	501
531	532	533
563	564	565



Plancha según resolución 399 de 2011

Planchas proyección Origen Nacional

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

PROSPERIDAD PARA TODOS

Geología de las planchas 500, 501, 532 y 533 (parciales) La Mesa

Nomenclatura referida a Resolución 370 de 2021 del IGAC

Por:

Carlos E. Ulloa, Erasmo Rodríguez, Jorge E. Acosta
Estratígrafía por José I. Martínez

© 1998- Ingeominas

Proyectada a Origen Nacional 2023

Escala 1: 100 000

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Km

Base cartográfica tomada de las planchas a escala 1:100 000 del IGAC - 2008
Datum MAGNA - SIRGAS
Origen Nacional
Proyección Transversa de Mercator
Coordenadas geográficas: 4° N, 73° W
Coordenadas planas: N = 2 000 000, E = 5 000 000