

GEOTECNIA

CAMPAÑA DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA INSTALACIONES DEL COMANDO DE REGIÓN DE POLICÍA NO 4. COMANDO DE POLICÍA No. 4, AV. PANAMERICANA 1N-75, CAUCA-POPAYÁN

Fecha: 06-07-2026

Versión: V.2.

CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA INSTALACIONES DEL COMANDO DE REGIÓN DE POLICÍA NO 4.

CAMPAÑA DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA
GEOTECNIA

COM04-EIC-GEO-INF-CAM-V01

BOGOTÁ D.C. **JULIO 2026**

CONTRATO

Contrato No.	PN DILOF No. 06-3-10204-26
Objeto del Contrato	CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA INSTALACIONES DEL COMANDO DE REGIÓN DE POLICÍA NO 4.

DOCUMENTO

Título del Documento	CAMPAÑA DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA
Código del Documento	COM04-EIC-GEO-INF-CAM-V02
Fecha del Documento	JULIO 2026

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Versión No.	Fecha de Modificación	Observaciones
1	03-07-2026	Versión inicial.
2	06-07-2026	Actualización de sondeos

REVISIÓN Y APROBACIÓN

Control Interno	
Elaboró: **Ing. Jose Luis Cardenas S.** **Geotecnista**	**Aprobó:** **Ing. Cesar Gómez Urazan** **Director De Consultoría**
Revisión Externa– Interventoría	
Ing. Carlos Julio Echeverry López **Interventor Geotecnista**	**Arq. Leonardo Polanco Granobles** **Director de Interventoría**

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 4
1.1 Objetivo general 4
1.2 Objetivos específicos 4
2. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 5
2.1 Marco Normativo y criterios de referencia 5
3. CONDICIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA PRELIMINAR 7
4. CLASIFICACIÓN PRELIMINAR DE LA UNIDAD DE CONSTRUCCIÓN 8
5. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA Y NORMATIVA DE LA CAMPAÑA DE EXPLORACIÓN DIRECTA ADOPTADA 10
6. PROGRAMA DE EXPLORACIÓN DE CAMPO 14
6.1 Número y profundidad de sondeos 14
6.2 Metodología de avance de perforación 15
6.3 Muestreo y ensayos de campo 16
6.4 Línea sísmica de apoyo 16
6.5 Criterios de ajuste durante la exploración 17
7. PROGRAMA PRELIMINAR DE ENSAYOS DE LABORATORIO 18
7.1 Criterios de selección de muestras 18
7.2 Cantidades preliminares de laboratorio 18
7.3 Ensayos de compresibilidad 19
8. RESULTADOS ESPERADOS DE LA CAMPAÑA 20
9. CONSIDERACIONES CONSTRUCTIVAS Y DE SEGURIDAD PARA LA EXPLORACIÓN 21
10. CONCLUSIONES DEL PLAN DE EXPLORACIÓN 22

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento establece la campaña de exploración geotécnica y el programa preliminar de ensayos de laboratorio para el proyecto de consultoría, estudios y diseños para la construcción de las instalaciones del Comando de Región de Policía No. 4, localizado en Popayán, Cauca.

La programación se formula con base en la NSR-10, especialmente el Título H - Estudios Geotécnicos, considerando las características arquitectónicas y estructurales suministradas, la condición geológica preliminar del sitio, la amenaza sísmica regional y la necesidad de definir un modelo geotécnico suficiente para el diseño de cimentación y la clasificación del perfil sísmico local.

El documento corresponde a la fase de planeación de la exploración. En consecuencia, las cantidades y profundidades propuestas podrán ser ajustadas por el ingeniero geotecnista responsable durante la ejecución de campo, de acuerdo con los materiales realmente encontrados, la calidad de recuperación de muestras, los resultados iniciales y la representatividad del perfil del subsuelo.

1.1 Objetivo general

Definir el plan de exploración geotécnica y el programa preliminar de ensayos de laboratorio requeridos para caracterizar el subsuelo del predio donde se proyecta la construcción de las instalaciones del Comando de Región de Policía No. 4, de conformidad con los criterios de la NSR-10 Título H y las condiciones particulares del proyecto.

1.2 Objetivos específicos

- Identificar el alcance mínimo normativo aplicable a la unidad de construcción y establecer el criterio técnico adoptado para la campaña de exploración.
- Definir el número, profundidad y metodología de ejecución de los sondeos geotécnicos directos.
- Establecer criterios para la toma de muestras alteradas y de baja perturbación mediante tubo Shelby o tubo de pared delgada en suelos cohesivos blandos o compresibles.
- Complementar la exploración directa con una línea sísmica orientada a la correlación estratigráfica y apoyo en la clasificación del perfil sísmico del subsuelo.
- Definir un programa preliminar de ensayos de laboratorio para clasificación, propiedades índice, resistencia y compresibilidad de los materiales representativos.
- Plantear criterios de ajuste en campo y laboratorio en función de la variabilidad vertical y lateral del depósito.

2. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La información base considerada para la formulación de la campaña corresponde a las características generales suministradas para la edificación y a las condiciones preliminares del sitio de implantación

.

Ítem	Información considerada
Proyecto	Construcción de las instalaciones del Comando de Región de Policía No. 4.
Localización	Av. Panamericana 1N-75, Popayán, Cauca, en inmediaciones del Aeropuerto Guillermo León Valencia.
Uso previsto	Institucional / seguridad, correspondiente a estación o comando de policía.
Sistema estructural previsto	Sistema aporticado.
Número de niveles	Máximo Tres (3) niveles. No se proyectan sótanos.
Área aproximada en planta	2000 m².
Excavaciones profundas	No se proyectan sótanos ni excavaciones profundas con la información disponible.
Cargas por columna	No disponibles al momento de definir la campaña; deberán ser suministradas para el estudio geotécnico definitivo y para confirmar la categoría de la unidad de construcción.
Topografía	Terreno de morfología plana.
Edificaciones e infraestructura vecina	Se reporta presencia de edificaciones cercanas e infraestructura aeroportuaria en el entorno inmediato.
Agua superficial	No se identifican cuerpos de agua superficiales cercanos con la información disponible.
Antecedentes reportados	Se cuenta con el estudio antecedente CYDG-462 para el Comando de Policía Metropolitana de Popayán, usado como soporte técnico complementario. No sustituye el estudio geotécnico definitivo del presente contrato.

2.1 Marco Normativo y criterios de referencia

La campaña se define con base en la normativa vigente aplicable para estudios geotécnicos de edificaciones, en particular la NSR-10 Título H. De manera complementaria se consideran los requisitos del Título A relacionados con amenaza sísmica, efectos locales y clasificación del perfil de suelo para diseño sismo resistente, las Especificaciones Técnicas Mínimas del contrato y el estudio geotécnico antecedente CYDG-462 como soporte técnico de contraste.

Referencia Normativa	Criterio aplicado al proyecto
NSR-10 Título H, H.1.1.1	Establece los criterios básicos para estudios geotécnicos de edificaciones, incluyendo investigación del subsuelo y recomendaciones para cimentaciones, excavaciones, rellenos y definición de espectros de diseño sismorresistente.
NSR-10 Título H, H.1.1.2	Los estudios geotécnicos definitivos son obligatorios para edificaciones urbanas y suburbanas de cualquier grupo de uso.
NSR-10 Título H, H.2.2.2.1	El estudio definitivo debe incluir información del proyecto, subsuelo, unidades geológicas o de suelo, análisis geotécnicos, recomendaciones de diseño, construcción y protección de predios vecinos.
NSR-10 Título H, H.3.1.1	Define la categoría de la unidad de construcción según número de niveles y cargas máximas de servicio en columnas, adoptando la condición más desfavorable.
NSR-10 Título H, H.3.2.3	Define el número mínimo de sondeos y profundidad mínima según la categoría de la unidad de construcción.
NSR-10 Título H, H.3.2.4	Establece criterios de distribución, recuperación de muestras y frecuencia de muestreo en sondeos.
NSR-10 Título H, H.3.2.5	Establece que por lo menos el 50% de los sondeos debe alcanzar la profundidad mínima de referencia, afectada por criterios técnicos adicionales.
NSR-10 Título H, H.3.3	El tipo y número de ensayos de laboratorio depende de los materiales, alcance del proyecto y criterio del ingeniero geotecnista, debiendo permitir establecer clasificación, peso unitario, compresibilidad, expansión y resistencia.
NSR-10 Título A, A.2.4	La clasificación del perfil sísmico debe sustentarse con información geotécnica y parámetros de los 30 m superiores del perfil, incluyendo velocidad de onda cortante, SPT o resistencia no drenada, según corresponda.

3. CONDICIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA PRELIMINAR

De acuerdo con la información geológica regional suministrada, el predio se localiza preliminarmente sobre depósitos cuaternarios asociados a la unidad Qal, interpretada en la leyenda como depósitos aluviales o flujos de lodo. En el entorno regional también se identifican unidades de origen volcánico, incluyendo cenizas, pómez, tobas y flujos de ceniza y bloque.

Esta condición geológica preliminar implica que, aunque el terreno presenta morfología plana y no se reportan antecedentes de inestabilidad, no debe asumirse un subsuelo homogéneo o competente únicamente con base en la observación superficial. Los depósitos aluviales, de flujo de lodo o con influencia de materiales volcánicos retrabajados pueden presentar variabilidad lateral y vertical, lentes finos, materiales de diferente compacidad, niveles limosos o arcillosos, suelos blandos localizados y estratos con sensibilidad a cambios de humedad.

Por lo anterior, la campaña ajustada considera la exploración directa hasta profundidades superiores al mínimo de categoría baja, la complementación geofísica y la recuperación de muestras representativas para ensayos físicos y geomecánicos. Adicionalmente, se incorpora como antecedente técnico el estudio CYDG-462, que reportó exploración previa del predio mediante perforaciones de 6 m y apiques, perfiles dominados por arcillas, limos arenosos y materiales finos, niveles freáticos someros y recomendaciones de cimentación superficial o placa aligerada para edificaciones de características comparables. Este antecedente no sustituye el estudio definitivo, pero soporta que la zona de influencia principal de la cimentación proyectada se concentra en los estratos superiores. En consecuencia, no se considera necesario profundizar el quinto sondeo hasta 50 m; sin embargo, el quinto sondeo sí se ejecutará como S-5 de verificación, con profundidad objetivo de 25 m o hasta rechazo técnicamente sustentado.

4. CLASIFICACIÓN PRELIMINAR DE LA UNIDAD DE CONSTRUCCIÓN

La edificación proyectada corresponde a una unidad de construcción en altura con máximo tres niveles, sin sótanos, sin excavaciones profundas y sin definición de cimentación profunda. Por número de niveles, la unidad se ubica preliminarmente en categoría baja de acuerdo con la Tabla H.3.1-1 de la NSR-10 Título H; no obstante, para efectos de la campaña de exploración se adopta un criterio conservador de categoría media como máximo, sujeto a verificación con las cargas estructurales definitivas.

La categoría definitiva debe confirmarse con las cargas máximas de servicio por columna, dado que la NSR-10 exige clasificar la unidad de construcción por número de niveles y por cargas máximas de servicio, adoptando la condición más desfavorable. Con la información disponible, la unidad no presenta condiciones propias de categoría alta o especial: no corresponde a una edificación de más de 10 niveles, no se proyectan sótanos o excavaciones profundas, no se ha definido cimentación profunda y el antecedente geotécnico CYDG-462 reportó para la estructura Región 4 una edificación de dos pisos con cargas máximas estimadas en pedestal del orden de 80 Ton, valor cercano al límite superior de la categoría baja. Por esta razón, se adopta categoría media como envolvente técnica preliminar de la campaña.

Considerando el uso institucional de seguridad, la ausencia temporal de cargas definitivas, la localización en Popayán en zona de amenaza sísmica alta, la presencia preliminar de depósitos aluviales o flujos de lodo y los antecedentes geotécnicos disponibles, se adopta una campaña compuesta por cuatro sondeos principales de 15 m, 15 m, 25 m y 25 m, más un quinto sondeo S-5 (verificación del punto contractual asociado al sondeo de 50 m), con profundidad objetivo de 25 m o hasta rechazo técnicamente sustentado. Esta campaña mantiene el quinto sondeo como control geotécnico, pero justifica que no es necesario profundizarlo hasta 50 m bajo las condiciones actualmente conocidas. La longitud total preliminar será de 105,0 m lineales si no se presenta rechazo antes de las profundidades objetivo.

Criterio	Condición del proyecto	Interpretación
Número de niveles	3 niveles	Categoría baja por número de niveles; para la campaña se adopta categoría media como máximo, con criterio conservador.
Cargas máximas de servicio	No disponibles; antecedente CYDG-462 reporta cargas máximas estimadas del orden de 80 Ton en pedestal para Región 4.	La categoría definitiva se confirmará con cargas por columna. Con la información disponible no se identifican condiciones de categoría alta o especial.

Criterio			Condición del proyecto	Interpretación
Uso de la edificación			Institucional / seguridad	Se adopta criterio conservador por importancia funcional y posible robustez estructural.
Condición geológica			Depósitos Qal asociados a aluvión o flujos de lodo	Potencial variabilidad del subsuelo; se justifica mayor profundidad de exploración.
Criterio adoptado	Categoría media como máximo; cuatro sondeos principales de 15 m, 15 m, 25 m y 25 m, más S-5 (verificación del punto contractual asociado al sondeo de 50 m) hasta 25 m o rechazo.	Se mantiene una exploración robusta de 105,0 m lineales si no se presenta rechazo; el S-5 conserva el quinto punto de control, pero no se profundiza a 50 m salvo necesidad técnica en campo.	Categoría media como máximo; cuatro sondeos principales de 15 m, 15 m, 25 m y 25 m, más S-5 (verificación del punto contractual asociado al sondeo de 50 m) hasta 25 m o rechazo.	Se mantiene una exploración robusta de 105,0 m lineales si no se presenta rechazo; el S-5 conserva el quinto punto de control, pero no se profundiza a 50 m salvo necesidad técnica en campo.

5. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA Y NORMATIVA DE LA CAMPAÑA DE EXPLORACIÓN DIRECTA ADOPTADA

La campaña de exploración geotécnica directa para el proyecto se define con base en la información contractual disponible, la normativa colombiana aplicable y los antecedentes geotécnicos existentes para el predio del Comando de Policía Metropolitana de Popayán, particularmente el estudio de suelos y recomendaciones de cimentación identificado como CYDG-462.

El alcance adoptado contempla cinco sondeos mecánicos distribuidos dentro del área de implantación de la edificación o en su perímetro inmediato: cuatro sondeos principales con profundidades objetivo de 15 m, 15 m, 25 m y 25 m, y un quinto sondeo S-5 (verificación del punto contractual asociado al sondeo de 50 m), con profundidad objetivo de 25 m o hasta rechazo técnicamente sustentado. La longitud total preliminar de exploración directa será de 105 m lineales si no se presenta rechazo antes de las profundidades objetivo. Esta distribución se considera técnicamente suficiente para caracterizar el subsuelo afectado por la edificación y validar el modelo geotécnico obtenido con los cuatro sondeos principales.

Desde el punto de vista normativo, la NSR-10 Título H establece que la categoría de la unidad de construcción debe definirse con base en el número de niveles y las cargas máximas de servicio, adoptando la condición más desfavorable. Para edificaciones hasta de tres niveles y cargas máximas de servicio menores de 800 kN por columna, la unidad se clasifica como categoría baja. Para unidades entre cuatro y diez niveles, o con cargas entre 801 kN y 4.000 kN por columna, la clasificación corresponde a categoría media. La categoría alta corresponde, de forma general, a unidades entre 11 y 20 niveles o con cargas máximas de servicio entre 4.001 kN y 8.000 kN por columna; por encima de estos rangos se configura categoría especial.

En el caso del proyecto objeto de estudio, la edificación prevista no contempla sótanos, cimentaciones profundas ni excavaciones profundas. La información arquitectónica y estructural disponible indica una edificación de máximo tres niveles. Adicionalmente, el antecedente geotécnico CYDG-462 reporta para el conjunto del proyecto edificaciones de uno a tres pisos y, específicamente para la estructura Región 4, una edificación de dos pisos con cargas máximas estimadas en pedestal del orden de 80 Ton, equivalentes aproximadamente a 785 kN. Con esta información, la unidad no presenta condiciones de categoría alta por número de niveles ni por cargas preliminares; por criterio conservador, la campaña se define bajo categoría media como máximo hasta que se reciban las cargas definitivas.

La NSR-10 Título H, para categoría media, establece un número mínimo de cuatro sondeos con profundidad mínima de referencia de 15 m. Para categoría alta, establece igualmente cuatro sondeos, con profundidad mínima de referencia de 25 m. En consecuencia, los sondeos S-3, S-4 y S-5 (verificación) con profundidad objetivo de 25 m corresponden a un criterio superior al mínimo de categoría media y se alinean con profundidades propias de una condición conservadora de verificación, aunque la unidad de construcción actualmente conocida no se clasifica como alta. Adicionalmente, la norma establece que por lo menos el 50% de los sondeos debe alcanzar la profundidad de referencia, afectada por criterios

técnicos asociados al tipo de cimentación, profundidad de excavación, incremento de esfuerzos y condiciones reales del subsuelo.

Con base en lo anterior, la campaña propuesta de cuatro sondeos principales con profundidades objetivo de 15 m, 15 m, 25 m y 25 m, complementada con un quinto sondeo S-5 de verificación hasta 25 m o rechazo técnicamente sustentado, no representa una exploración inferior al criterio normativo aplicable, sino una campaña superior al alcance mínimo de categoría media. El quinto sondeo no se elimina: se conserva como punto de verificación del modelo geotécnico. Lo que se justifica técnicamente es no profundizarlo hasta 50 m, dado que la unidad actualmente conocida no presenta condiciones que exijan dicha profundidad. Las profundidades de 25 m se intentarán ejecutar como margen conservador de verificación estratigráfica; sin embargo, si durante la perforación se presenta rechazo técnicamente sustentado después de haber alcanzado la profundidad normativa de categoría media, la profundidad efectiva alcanzada será considerada apropiada para el análisis geotécnico de la unidad, siempre que exista evidencia de continuidad o competencia del material, registro de campo suficiente y correlación con SPT, recuperación de muestras y exploración geofísica.

El sondeo contractualmente previsto a 50 m se mantiene dentro de la campaña y sí se ejecutará como quinto punto de control, pero no se considera técnicamente necesario profundizarlo hasta 50 m para la presente unidad de construcción, definida preliminarmente como categoría media como máximo. En consecuencia, dicho punto se ejecutará como sondeo S-5 (verificación), con profundidad objetivo de 25 m o hasta rechazo técnicamente sustentado. Esta definición no elimina el quinto sondeo; únicamente ajusta su profundidad de ejecución, de manera que el S-5 valide la continuidad estratigráfica, contraste los resultados de los cuatro sondeos principales y confirme el modelo geotécnico previsto, por las siguientes razones:

- Primero, la edificación no corresponde a una estructura de categoría alta o especial por número de niveles. La categoría alta, según la NSR-10, se asocia a unidades entre 11 y 20 niveles o a cargas máximas de servicio entre 4.001 kN y 8.000 kN por columna, condiciones que no se identifican con la información disponible. Tampoco se proyectan sótanos, excavaciones profundas, pilotes, caissons ni elementos de cimentación profunda que obliguen a investigar directamente hasta profundidades del orden de 50 m.
- Segundo, el antecedente geotécnico CYDG-462 evaluó alternativas de cimentación superficial y profunda, incluyendo zapatas, placa de cimentación, caissons y pilotes, concluyendo que la alternativa más conveniente para las edificaciones era la cimentación superficial, principalmente mediante zapatas aisladas o combinadas y placas de cimentación. Para la estructura Región 4, dicho antecedente recomendó específicamente placa aligerada, con apoyo sobre arcillas arenosas, arcillas con arenas, limos arenosos y limos con arenas, retirando rellenos y capa vegetal superficial.
- Tercero, el comportamiento previsto de la cimentación se encuentra controlado por los estratos superficiales y medios que reciben directamente el incremento de esfuerzos de la edificación. En el antecedente CYDG-462, los análisis de cimentación para edificaciones similares se desarrollaron con base en cimentaciones superficiales y asentamientos teóricos admisibles, sin que se identificara la

necesidad de recurrir a cimentaciones profundas para Región 4. En consecuencia, una exploración de 25 m en los sondeos principales y en el sondeo S-5 (verificación) resulta suficiente para verificar la continuidad estratigráfica, la eventual presencia de estratos blandos de mayor espesor y la condición de soporte del sistema de cimentación previsto.

- Cuarto, para efectos de clasificación sísmica del perfil de suelo, la NSR-10 Título A define los parámetros del perfil con base en los 30 m superiores para perfiles tipo A a E, considerando velocidad media de onda de corte, número medio de golpes SPT o resistencia no drenada, según corresponda. Por esta razón, la clasificación sísmica local no exige necesariamente un sondeo mecánico de 50 m, siempre que la información directa de los sondeos, incluido el S-5 (verificación), se complemente con un método geofísico adecuado, como ReMi, MASW o metodología equivalente para estimación de velocidades de onda cortante y correlación estratigráfica.
- Quinto, el informe antecedente CYDG-462 constituye un insumo técnico relevante para reducir la incertidumbre inicial del modelo geotécnico, dado que documentó una exploración previa amplia en el predio, con perforaciones, apiques, ensayos SPT, veleta de corte y ensayos de laboratorio sobre muestras alteradas e inalteradas. Este antecedente no sustituye la campaña actual, pero sí permite justificar que la nueva exploración se oriente a verificar, actualizar y profundizar el modelo existente, en lugar de repetir una exploración profunda aislada sin correspondencia directa con el sistema de cimentación previsto.

Por lo anterior, el sondeo contractualmente previsto a 50 m no se elimina de la campaña; se ejecutará como S-5 (verificación), con profundidad objetivo de 25 m o hasta rechazo técnicamente sustentado. No se profundizará hasta 50 m salvo que las condiciones reales de campo lo justifiquen, siempre que se mantengan las siguientes condiciones de control:

a) Que se ejecuten los cuatro sondeos principales hasta las profundidades programadas de 15 m, 15 m, 25 m y 25 m, y que el quinto sondeo se ejecute como S-5 de verificación hasta 25 m o rechazo técnicamente sustentado. Para los sondeos proyectados a 25 m, incluido el S-5, si después de alcanzar 15 m se presenta rechazo técnicamente sustentado, continuo y no atribuible únicamente a una prueba SPT aislada, la profundidad efectiva alcanzada podrá adoptarse como profundidad adecuada para el análisis, siempre que el geotecnista documente el rechazo, registre la metodología de avance empleada y correlacione el resultado con la información estratigráfica y geofísica disponible.
b) Que por lo menos el 50% de los sondeos alcance o supere 15 m, profundidad normativa de referencia para categoría media, con recuperación de muestras y registro estratigráfico suficiente para verificar continuidad de las unidades geotécnicas. Cuando sea posible y no exista rechazo técnico, se continuará hasta 25 m en los sondeos S-3, S-4 y S-5.
c) Que se ejecute una exploración geofísica tipo ReMi, MASW o equivalente, orientada a estimar velocidades de onda cortante y apoyar la clasificación sísmica del perfil en los primeros 30 m.
d) Que se realicen apiques o exploraciones someras complementarias para reconocer cimentaciones existentes, rellenos, redes enterradas y condiciones superficiales de implantación.
e) Que se incorporen ensayos de laboratorio suficientes para clasificación, humedad natural, límites de Atterberg, granulometría, peso unitario, resistencia,

compresibilidad y demás propiedades que resulten aplicables según los materiales recuperados.

f) Que la decisión se revise durante la ejecución de campo si se identifican suelos blandos de espesor significativo, materiales orgánicos, rellenos no controlados de profundidad relevante, arenas saturadas susceptibles de licuación, estratos de muy baja resistencia, perfil sísmico tipo F, anomalías geofísicas importantes o diferencias sustanciales frente al modelo geotécnico antecedente.

g) Que la decisión se verifique nuevamente cuando se cuente con las cargas definitivas de la estructura. Si las cargas por columna o las condiciones estructurales finales ubican la edificación por encima de categoría media, o si el diseñador estructural adopta cimentación profunda, deberá evaluarse la necesidad de ampliar la exploración, incluyendo la profundización de uno de los sondeos existentes o la ejecución de exploración adicional.

En consecuencia, la campaña de cinco sondeos propuesta, compuesta por cuatro sondeos principales y un quinto sondeo S-5 (verificación), no se plantea como una reducción injustificada del alcance técnico, sino como una optimización sustentada en la NSR-10, en el comportamiento esperado de una edificación clasificada como categoría media como máximo, en el antecedente geotécnico disponible para el predio y en la incorporación de exploración geofísica complementaria. La profundización del quinto sondeo hasta 50 m no aporta, bajo las condiciones actualmente conocidas, una mejora proporcional en la definición del modelo de cimentación superficial; en cambio, su ejecución como S-5 (verificación) hasta 25 m o rechazo mantiene el quinto punto de control, mejora la representatividad espacial y valida la continuidad del modelo obtenido con los cuatro sondeos principales.

La ejecución del sondeo contractualmente previsto a 50 m como S-5 (verificación) hasta 25 m o rechazo queda condicionado a la confirmación en campo de que no existen condiciones geotécnicas especiales que exijan profundización adicional. En caso de presentarse cualquiera de las condiciones de alerta indicadas, o si el rechazo ocurre antes de cumplir la profundidad normativa de referencia para categoría media, el ingeniero geotecnista responsable deberá ordenar la profundización del sondeo, la continuación mediante métodos complementarios o la ejecución de exploración adicional, dejando la justificación correspondiente en el informe geotécnico definitivo.

6. PROGRAMA DE EXPLORACIÓN DE CAMPO

Con base en los criterios anteriores, se proyecta una campaña ajustada compuesta por sondeos mecánicos directos, recuperación de muestras, ensayos de penetración estándar cuando sean aplicables, muestreo de baja perturbación en suelos cohesivos blandos, ensayos geofísicos tipo ReMi/MASW y apiques de reconocimiento en cimentaciones existentes. El alcance de perforación directa se compone de cuatro sondeos principales de 15 m, 15 m, 25 m y 25 m, más el sondeo S-5 (verificación del punto contractual asociado al sondeo de 50 m), que se ejecutará hasta 25 m o rechazo técnicamente sustentado. El ajuste consiste en no llevar el S-5 hasta 50 m, sin eliminar el quinto punto de control geotécnico.

6.1 Número y profundidad de sondeos

La campaña contempla cinco sondeos mecánicos distribuidos dentro o en el perímetro inmediato de la proyección de la edificación. Las profundidades objetivo corresponden a cuatro sondeos principales de 15,0 m, 15,0 m, 25,0 m y 25,0 m, más el sondeo S-5 (verificación del punto contractual asociado al sondeo de 50 m), con profundidad objetivo de 25,0 m o hasta rechazo técnicamente sustentado, para una longitud total preliminar de 105,0 m lineales si no se presenta rechazo antes de las profundidades objetivo.

Desde la perspectiva normativa, la NSR-10 Título H no impone, para una edificación de máximo tres niveles, sin sótanos, sin excavaciones profundas y sin cimentación profunda definida, la ejecución automática de un sondeo a 50 m. La unidad se analiza como categoría media como máximo para efectos de exploración; por tanto, la profundidad normativa de referencia es 15 m. Las profundidades de 25 m previstas en los sondeos S-3, S-4 y S-5 se intentarán alcanzar como criterio conservador y de verificación; si después de 15 m se presenta rechazo técnicamente sustentado, dicha profundidad efectiva será considerada apropiada para el análisis, siempre que se cumplan los criterios de documentación y correlación establecidos en este plan.

Desde la perspectiva geotécnica, el antecedente CYDG-462 reportó en el predio y áreas asociadas perfiles finos predominantemente arcillosos y limosos, niveles freáticos someros y soluciones de cimentación superficial o placa aligerada para estructuras de uno a tres pisos. Para la estructura denominada Región 4 se recomendó placa aligerada, control de peso total de 5,0 T/m² y asentamientos teóricos máximos de 3 cm. En ausencia de pilotes, caissons o cargas que comprometan estratos profundos, la ejecución del S-5 como sondeo de verificación hasta 25 m o rechazo resulta técnicamente más útil para validar la continuidad estratigráfica del modelo que profundizar un punto aislado hasta 50 m sin correspondencia directa con el sistema de cimentación previsto.

Para efectos sísmicos, la clasificación del perfil se complementará mediante ReMi/MASW en mínimo tres puntos distribuidos en el terreno, orientados a estimar velocidades de onda cortante y Vs30. Esta estrategia resulta más pertinente para efectos locales que sustituir la caracterización dinámica por un sondeo mecánico profundo aislado.

El alcance del sondeo S-5 (verificación) hasta 25 m o rechazo queda condicionado a que la exploración de campo confirme el modelo previsto. Si durante la campaña se identifican suelos blandos de espesor significativo por debajo de las profundidades previstas, rellenos

no controlados profundos, materiales orgánicos, rechazo no interpretable, evidencia de subsidencia, necesidad de cimentación profunda o cargas estructurales superiores a las inicialmente consideradas, deberá evaluarse la necesidad de profundizar el S-5 por encima de 25 m, continuar mediante métodos complementarios o implementar una exploración adicional equivalente. Por el contrario, si los sondeos proyectados a 25 m, incluido el S-5, alcanzan rechazo técnicamente sustentado después de haber cumplido 15 m, y la información obtenida resulta consistente con el modelo geotécnico esperado y con la geofísica, la profundidad alcanzada será aceptable para el análisis de una unidad de categoría media como máximo.

Sondeo	Prof. Min estimada	Criterio de ubicación	Observación
S-1	15,0 m	Dentro de la huella de la edificación o borde cercano a infraestructura vecina.	Sondeo de caracterización directa de estratos de fundación.
S-2	15,0 m	Dentro de la huella de la edificación o extremo opuesto del área de implantación.	Sondeo de control lateral y comparación estratigráfica.
S-3	25,0 m	Sector central o zona de mayor concentración estructural prevista.	Control de continuidad estratigráfica profunda y evaluación de asentamientos.
S-4	25,0 m	Sector representativo para control profundo y amarre con ReMi/MASW.	Control de continuidad estratigráfica profunda y evaluación de asentamientos.
S-4	<25,0 m	ubicación final según implantación, avance topográfico, accesos y restricciones del predio.	Sondeo de verificación. Corresponde al quinto punto, ajustado a 25 m o rechazo por justificación técnica y normativa.
Total	105,0 m		

6.2 Metodología de avance de perforación.

Los sondeos se ejecutarán mediante métodos mecánicos de perforación apropiados para las condiciones encontradas. Durante el avance se realizarán ensayos de penetración estándar SPT y recuperación de muestras alteradas en los intervalos aplicables, hasta la profundidad en que el ensayo sea técnicamente ejecutable o hasta que se presente rechazo. En todos los casos se buscará alcanzar las profundidades objetivo; no obstante, para los sondeos de 25 m, incluido el S-5 de verificación, el cumplimiento previo de 15 m constituye el mínimo normativo de referencia para categoría media.

El SPT no se considera el método que garantiza por sí mismo alcanzar la profundidad programada; corresponde a un ensayo de campo dentro del sondeo. En caso de presentarse

rechazo del SPT antes de alcanzar la profundidad prevista, este no deberá interpretarse automáticamente como presencia de un estrato competente continuo, ya que puede estar asociado a gravas, bloques, lentes cementados, rellenos compactos o materiales localmente densos. La aceptación de una profundidad menor a la objetivo solo procederá cuando el rechazo sea técnicamente sustentado mediante el conjunto de evidencias de perforación, recuperación de muestras, descripción litológica y correlación geofísica.

Si se presenta rechazo prematuro antes de alcanzar 15 m, la perforación deberá continuar mediante métodos complementarios de avance, tales como percusión, lavado y/o rotación, según el material encontrado, con el propósito de alcanzar como mínimo la profundidad normativa de categoría media. Si el rechazo ocurre después de 15 m en los sondeos proyectados a 25 m, incluido el S-5, se evaluará técnicamente si resulta necesario continuar hasta la profundidad objetivo o si la profundidad alcanzada es suficiente para definir el modelo geotécnico, dejando constancia en el registro de campo y en el informe definitivo.

6.3 Muestreo y ensayos de campo

La toma de muestras se realizará siguiendo los criterios de la NSR-10 Título H. En los sondeos con muestreo se deberán recuperar muestras cada metro en los primeros 5,0 m de profundidad y, a partir de esta profundidad, en cada cambio de material o cada 1,5 m de longitud del sondeo, según la variabilidad estratigráfica observada.

En los estratos cohesivos blandos, limosos o arcillosos que sean identificados durante la exploración, se proyecta la recuperación de muestras mediante tubo Shelby o tubo de pared delgada. El objetivo de este muestreo es obtener muestras de baja perturbación para ensayos geomecánicos de resistencia, compresibilidad, humedad natural y peso unitario. La recuperación mediante Shelby se realizará en los intervalos donde las condiciones del material lo permitan, especialmente en niveles blandos, de consistencia media o con incidencia en los análisis de asentamientos.

- Registrar descripción litológica y geotécnica de cada nivel, incluyendo color, humedad, consistencia, compacidad, plasticidad, presencia de gravas, bloques, cenizas, pómez, materia orgánica o rellenos.
- Registrar el nivel freático durante la perforación y, si las condiciones operativas lo permiten, realizar lectura posterior para verificar estabilización del agua.
- Conservar adecuadamente las muestras para evitar pérdida de humedad, alteración o contaminación.
- Identificar y rotular cada muestra con sondeo, profundidad, tipo de muestra, fecha y descripción preliminar

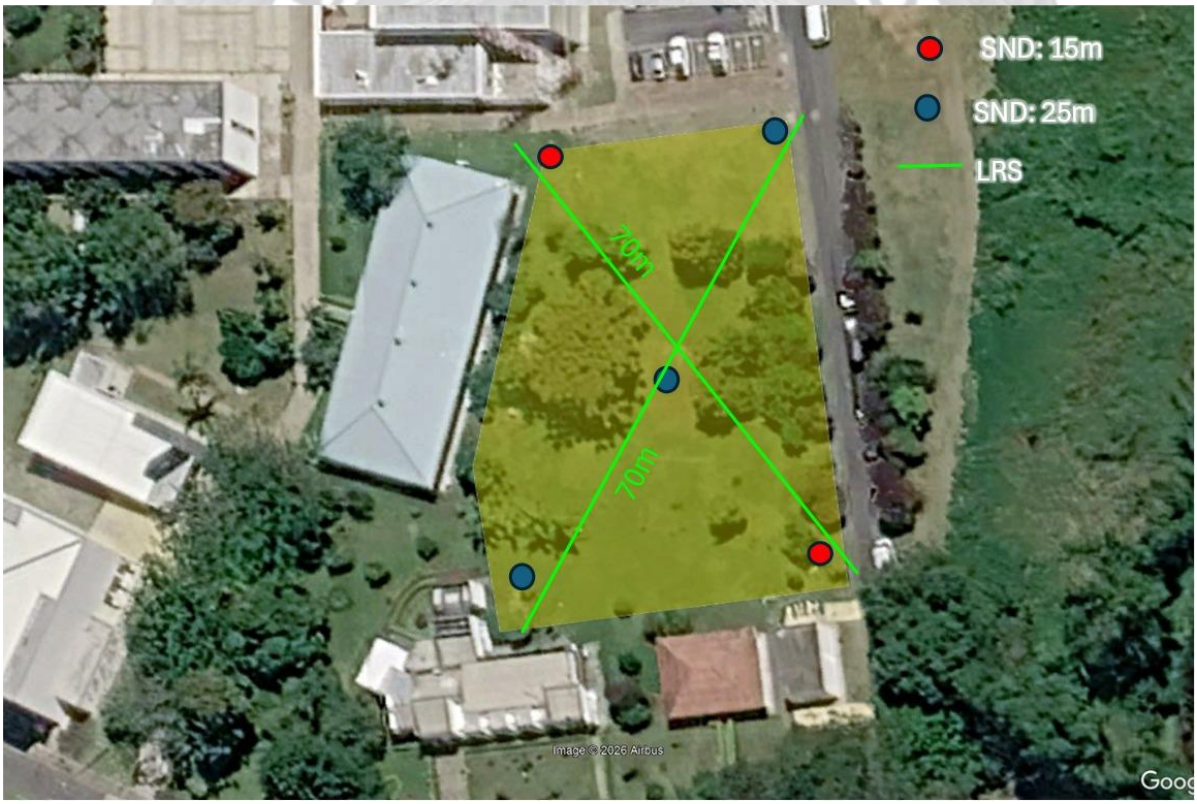
6.4 Línea sísmica de apoyo

La campaña se complementará con ensayos geofísicos tipo ReMi/MASW en mínimo tres puntos o arreglos distribuidos en el terreno, orientados a la estimación de velocidades de onda cortante, Vs30 y correlación estratigráfica con los sondeos. Estos resultados servirán como apoyo para la clasificación del perfil sísmico y para verificar la continuidad lateral del modelo geotécnico.

Si se ejecuta únicamente refracción sísmica convencional con ondas P, sus resultados deberán utilizarse como apoyo para identificar contrastes de rigidez, espesores relativos y posibles cambios de material, pero no deberán emplearse como sustituto directo de la velocidad de onda cortante Vs requerida para la clasificación sísmica del perfil.

6.5 Criterios de ajuste durante la exploración

La profundidad y cantidad de exploración podrá ajustarse si se identifican condiciones que incrementen la incertidumbre geotécnica o que puedan controlar el comportamiento de la cimentación. En particular, se deberá evaluar la necesidad de profundizar el S-5 (verificación) por encima de 25 m, continuar con métodos complementarios o complementar con sondeos adicionales si se identifican suelos blandos de espesor significativo, materiales orgánicos, rellenos no controlados, cenizas volcánicas de baja compacidad, nivel freático somero con incidencia en la cimentación, variaciones estratigráficas relevantes, rechazo prematuro antes de 15 m, rechazo no asociado a un material competente continuo, necesidad de cimentación profunda o cargas estructurales superiores a las consideradas inicialmente.



Esquema de localización de sondeos.

7. PROGRAMA PRELIMINAR DE ENSAYOS DE LABORATORIO

El programa de ensayos se plantea como un orden de magnitud preliminar para presupuesto y programación. La cantidad final deberá ser ajustada por el ingeniero geotecnista con base en la estratigrafía realmente encontrada, la calidad de las muestras recuperadas, la representatividad de los materiales y la incidencia de cada unidad en los análisis de capacidad portante, asentamientos, permeabilidad, manejo de agua y respuesta sísmica local.

7.1 Criterios de selección de muestras

Se considera una referencia de caracterización a intervalos aproximados de 1,5 m cuando se evidencie variabilidad vertical de los materiales. Sin embargo, esta frecuencia no implica ejecutar todos los ensayos de laboratorio sobre cada muestra recuperada. Si durante la exploración se identifican espesores importantes de materiales homogéneos, la cantidad de ensayos se ajustará al espesor y continuidad del estrato, seleccionando muestras representativas de cada nivel geotécnico.

Los ensayos de clasificación y caracterización geomecánica deberán priorizar los materiales que controlen el comportamiento de la cimentación, los asentamientos esperados, las condiciones constructivas, la permeabilidad del perfil y la clasificación del perfil sísmico.

7.2 Cantidades preliminares de laboratorio

Ensayo	Cantidad preliminar	Criterio de ejecución
Humedad natural	30	Muestras representativas por sondeo y por cambios estratigráficos relevantes.
Límites de Atterberg	30	Principalmente en suelos finos, limosos, arcillosos o con fracción plástica representativa.
Granulometría por tamizado y lavado	30	Para clasificación de unidades estratigráficas y definición de proporción granular/fina.
Peso unitario natural	16	En muestras aptas, preferiblemente recuperadas mediante Shelby o tubo de pared delgada.
Gravedad específica	6	Una por unidad estratigráfica principal o material representativo.
Corte directo	3	Un ensayo por nivel estratigráfico geotécnicamente representativo, siempre que la muestra sea adecuada.
Compresión inconfinada	8	En suelos cohesivos recuperados con calidad suficiente para estimar resistencia no drenada.
Consolidación unidimensional	2	En las unidades finas, blandas o compresibles más representativas, preferiblemente con muestras Shelby.

7.3 Ensayos de compresibilidad

Para la evaluación de la compresibilidad del suelo de fundación se proyecta preliminarmente la ejecución de dos ensayos de consolidación unidimensional, considerando que podrían identificarse hasta dos unidades finas o cohesivas con incidencia en el comportamiento deformacional de la cimentación. Estos ensayos deberán ejecutarse preferiblemente sobre muestras de baja perturbación obtenidas mediante tubo Shelby o tubo de pared delgada, seleccionadas en los niveles que representen las condiciones más críticas o relevantes para el análisis de asentamientos.

Si la exploración evidencia una mayor variabilidad estratigráfica, presencia de suelos blandos de espesor significativo o materiales con comportamiento compresible diferenciado, el número de ensayos de consolidación podrá ser ajustado por el ingeniero geotecnista responsable.

8. RESULTADOS ESPERADOS DE LA CAMPAÑA

La campaña geotécnica ajustada deberá permitir obtener la información necesaria para la elaboración del estudio geotécnico definitivo del proyecto, se espera contar con los siguientes productos técnicos:

- Registros completos de perforación, ensayos de campo, recuperación de muestras y niveles freáticos observados.
- Perfil estratigráfico interpretado del subsuelo y correlación entre sondeos.
- Identificación de unidades geotécnicas representativas y espesores asociados.
- Resultados de laboratorio para clasificación, propiedades índice, resistencia y compresibilidad de los materiales representativos.
- Interpretación de la línea sísmica y contraste con la exploración directa.
- Trazabilidad técnica de la suficiencia de la campaña ajustada, incluyendo la función del sondeo S-5 (verificación) como validación del modelo geotécnico y las condiciones bajo las cuales se requeriría profundización adicional.
- Parámetros geotécnicos preliminares para capacidad portante, asentamientos y definición del sistema de cimentación.
- Soporte para clasificación del perfil sísmico y definición de efectos locales conforme a la NSR-10.
- Recomendaciones constructivas iniciales relacionadas con excavación superficial, manejo de agua, protección de vecinos y control de calidad.

9. CONSIDERACIONES CONSTRUCTIVAS Y DE SEGURIDAD PARA LA EXPLORACIÓN

Dado que el predio se localiza en inmediaciones del Aeropuerto Guillermo León Valencia y dentro de un entorno con infraestructura institucional y edificaciones cercanas, la ejecución de campo deberá coordinarse previamente con el responsable del predio, la administración del proyecto y las restricciones operativas aplicables. Se deberá verificar accesibilidad, horarios permitidos, interferencias con redes, ubicación de equipos y medidas de seguridad durante la perforación.

Antes de iniciar los sondeos y apiques se deberán revisar planos de redes existentes o realizar inspección de campo para minimizar el riesgo de afectación de infraestructura enterrada. La localización definitiva de los puntos de exploración deberá ajustarse a las condiciones reales de acceso, seguridad y disponibilidad del área, manteniendo el criterio de cobertura del área de implantación de la edificación.

Como complemento a la exploración directa, se deberán programar apiques de reconocimiento en las cimentaciones existentes que puedan incidir en el proyecto, sin comprometer su estabilidad. La cantidad, ubicación y profundidad de los apiques deberán definirse con base en el plano de implantación, la localización de edificaciones existentes, las restricciones de seguridad y la aprobación del responsable del predio e interventoría.

Cada apique deberá registrar dimensiones, profundidad de desplante, material de apoyo, presencia de humedad, interferencias, fotografías, croquis de localización y condiciones de restitución del terreno. Si durante la apertura se identifica riesgo para la estabilidad de la construcción existente, el apique deberá suspenderse y sustituirse por una metodología de reconocimiento no invasiva o por una localización alternativa aprobada.

10. CONCLUSIONES DEL PLAN DE EXPLORACIÓN

- La edificación proyectada contempla máximo tres niveles, sin sótanos ni excavaciones profundas; por número de niveles clasifica preliminarmente como categoría baja según la NSR-10 Título H. Sin embargo, para efectos de la campaña de exploración se adopta categoría media como máximo, sujeta a confirmación con las cargas estructurales definitivas.
- La NSR-10 asocia la categoría media con edificaciones entre 4 y 10 niveles o cargas entre 801 kN y 4.000 kN por columna; la categoría alta corresponde a edificaciones entre 11 y 20 niveles o cargas entre 4.001 kN y 8.000 kN por columna. Con la información disponible, la edificación no presenta condiciones de categoría alta o especial.
- Se proyectan cinco sondeos mecánicos: cuatro sondeos principales con profundidades objetivo de 15,0 m, 15,0 m, 25,0 m y 25,0 m, más el sondeo S-5 (verificación del punto contractual asociado al sondeo de 50 m), con profundidad objetivo de 25,0 m o hasta rechazo técnicamente sustentado. La longitud total preliminar será de 105,0 m lineales si no se presenta rechazo antes de las profundidades objetivo. Las profundidades de 25 m se intentarán alcanzar como criterio conservador y de validación; si se presenta rechazo técnicamente sustentado después de cumplir 15 m, la profundidad efectiva alcanzada podrá ser adoptada para el análisis, conforme al registro de campo y a la correlación geofísica.
- El sondeo contractualmente previsto a 50 m sí se ejecutará como S-5 (verificación); sin embargo, no se profundizará hasta dicha profundidad, por no corresponder a una exigencia normativa automática de la NSR-10 para la unidad actualmente conocida y por no existir, con la información disponible, condiciones de categoría alta o especial, sótanos, excavaciones profundas ni cimentación profunda definida. Su alcance será hasta 25 m o rechazo técnicamente sustentado, con el fin de conservar el quinto punto de control y validar la continuidad del modelo geotécnico obtenido con los cuatro sondeos principales.
- El estudio antecedente CYDG-462 soporta la decisión como insumo complementario, al reportar soluciones de cimentación superficial o placa aligerada para edificaciones comparables, incluyendo para Región 4 control de peso total de 5,0 T/m² y asentamientos teóricos máximos de 3 cm.
- La campaña deberá complementarse con ReMi/MASW en mínimo tres puntos distribuidos en el terreno, con el fin de apoyar la clasificación sísmica del perfil, estimar velocidades de onda cortante y contrastar la continuidad lateral del modelo geotécnico.
- Los ensayos SPT se realizarán únicamente en los intervalos donde sean técnicamente aplicables y hasta rechazo. Si se presenta rechazo antes de cumplir 15 m, la perforación deberá continuar mediante percusión, lavado y/o rotación para alcanzar la profundidad normativa de categoría media o justificar técnicamente la imposibilidad de avance. Si el rechazo se presenta después de 15 m en sondeos proyectados a 25 m, el geotecnista evaluará si la profundidad alcanzada es suficiente para el análisis.
- En suelos cohesivos blandos, limosos o arcillosos se proyecta recuperación de muestras mediante Shelby o tubo de pared delgada para ensayos geomecánicos representativos, priorizando resistencia, compresibilidad, peso unitario, humedad y permeabilidad cuando aplique.

- Si durante la exploración se identifican condiciones críticas no previstas —suelos blandos persistentes, rellenos profundos, materiales orgánicos, variabilidad relevante, rechazo antes de 15 m, necesidad de cimentación profunda o cargas superiores a categoría media— deberá evaluarse la profundización del S-5 por encima de 25 m, la continuación mediante métodos complementarios o una exploración adicional equivalente. En condiciones normales de campo, el S-5 quedará limitado a 25 m o rechazo técnicamente sustentado.