Zona 1

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA REALIZAR LA CONTRATACIÓN DE LA "EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA DIRECTA MEDIANTE PERFORACIONES MECÁNICAS POR ROTACIÓN CON MUESTREO CONTÍNUO EN DIÁMETRO HQ, APIQUES, ENSAYOS DE LABORATORIO Y SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN GEOTÉCNICA EN LOS MUNICIPIOS DE LA SIERRA, ROSAS Y SOTARÁ, DEPARTAMENTO DEL CAUCA

Bogotá D.C., septiembre de 2020

1. ESTUDIO TÉCNICO

El Servicio Geológico Colombiano (SGC) a través del Proceso INVESTIGACIÓN, EVALUACIÓN Y MONITOREO DE AMENAZAS GEOLÓGICAS, desarrolla proyectos para generar conocimiento geocientífico, mediante la investigación, evaluación y monitoreo de los procesos que originan amenazas de origen geológico, con el fin de apoyar el ordenamiento del territorio, la gestión del riesgo, los planes de desarrollo de infraestructura y por lo tanto el desarrollo del país. Entre dichos proyectos, se encuentra la zonificación de amenaza por movimientos en masa a diferentes escalas y en particular las definidas en el Decreto 1077/2015.

Por otra parte, la Ley 1523 de 2012 determina que las zonificaciones de amenazas por movimientos en masa se constituyen en un insumo para la gestión del riesgo de desastres; con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida y al desarrollo sostenible.

Por lo anterior, el SGC y el Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio (MVCyT), suscribieron el pasado 9 de junio de 2020, el convenio 719 de 2020 (Numeración MVCT), 010 de 2020 (Numeración SGC), mediante se elaborarán estudios técnicos para la incorporación de la gestión del riesgo en el proceso de revisión o implementación de los planes de ordenamiento territorial, así como fortalecer técnicamente a las entidades territoriales priorizadas en dicha materia.

Dentro de los estudios técnicos, se encuentran los estudios básicos en suelo urbano de expansión urbana y centros poblados, en las áreas definidas en el convenio 802 de 2019 (MVCT-UNAL-SGC), para los municipios de La Sierra, Rosas y Sotará, en el departamento de Cauca.

Por lo anterior, se requiere realizar 10 perforaciones de hasta 30 m de profundidad cada una, para un total de 150 m lineales de perforación por cada uno de los municipios antes mencionados, para un total de 450 m de perforación con diámetro HQ, con recuperación continua de muestras de los materiales presentes en el área de estudio, en dichas muestras, se deberán realizar ensayos de laboratorio para una caracterización físico – mecánica de los materiales geológicos recuperados, que servirá como insumo para la construcción del modelo geológico geotécnico del área de estudio, permitiendo de esta forma poder cuantificar la amenaza por movimientos en masa en los municipios de La Sierra, Rosas y Sotará, en el Departamento del Cauca.

Adicionalmente, se requiere instalar instrumentación para realizar el monitoreo de los desplazamientos, tasas de movimiento, niveles freáticos y piezométricos en sitios estratégicos, mediante el uso de inclinómetros y piezómetros.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Prestar servicios para realizar la exploración geotécnica directa mediante perforaciones por rotación mecánica en diámetro de muestreo HQ con muestreo continuo, suministro e

instalación de instrumentación , ejecución de apiques y ensayos de laboratorio, en los municipios de La Sierra, Rosas y Sotará, Departamento del Cauca.

2.2 Objetivos específicos

- Desarrollar exploración geotécnica con equipo de perforación mecánica por rotación con recuperación continua de núcleos en diámetro HQ, con profundidad promedio entre 10 y 30 m, en 10 sitios ubicados en el área urbana, de expansión urbana y parte de la zona rural de cada uno de los municipios de La Sierra, Rosas y Sotará, departamento del Cauca, para un total de 450 metros lineales de perforación.
- Obtener muestras inalteradas de los materiales geológicos perforados para su descripción visual y para la ejecución de ensayos geotécnicos de laboratorio.
- Ejecución de apiques con toma de muestra inalterada (bloque) y levantamiento geológico de los materiales observados en las paredes y fondo de la excavación.
- Identificar la profundidad del nivel de agua detectada en cada una de las perforaciones y apiques ejecutados.
- Suministrar e instalar la instrumentación para veinticuatro sitios de perforación distribuidos así: dieciocho en los municipios de La Sierra y Rosas, en los sitios definidos por el SGC, mediante la instalación de doce piezómetros tipo Casagrande y seis inclinómetros y seis sitios en el municipio de Sotará, en los sitios definidos por el SGC, mediante la instalación de piezómetros tipo Casagrande.
- Realizar ensayos de laboratorio sobre las muestras obtenidas en las perforaciones, con el fin de caracterizar los materiales geológicos, mediante ensayos de clasificación, resistencia y compresibilidad.

•

3. GENERALIDADES

3.1 Área de estudio

El área de estudio está compuesta por tres (3) polígonos, el primero se localiza en el municipio de La Sierra, el segundo en el municipio de Rosas y el tercero en el municipio de Sotará, Departamento del Cauca, comprendiendo cada uno de ellos el área urbana, de expansión urbana y parte de la zona rural del respectivo municipio, figuras 1 a 3.

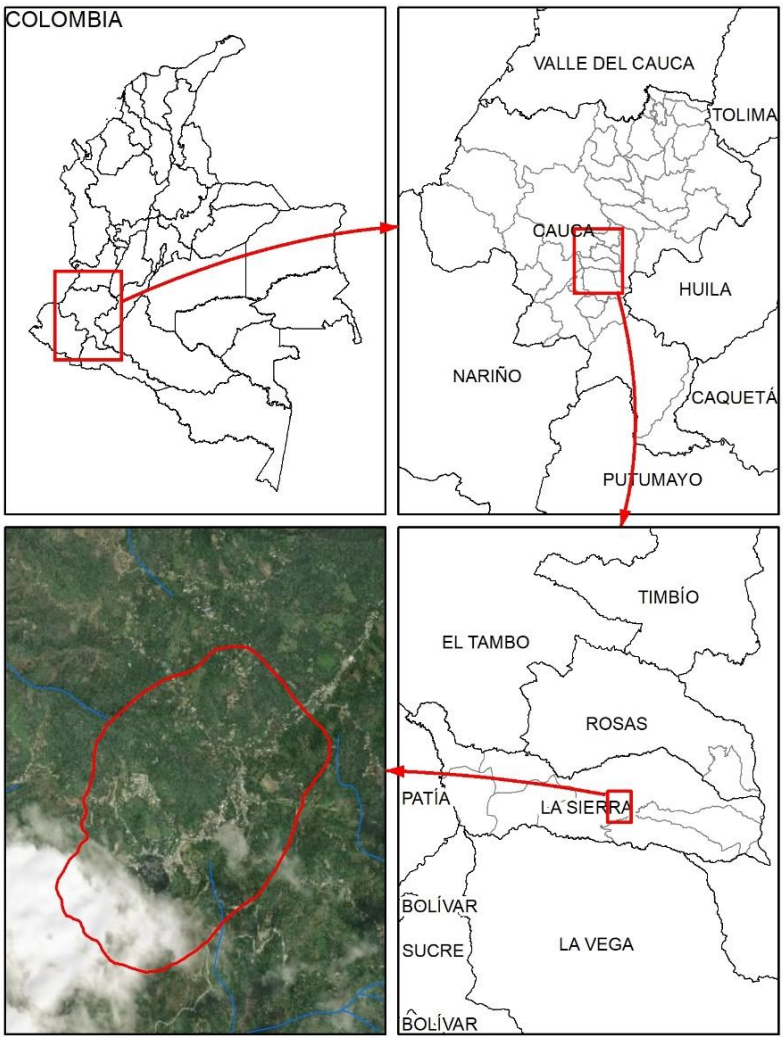


Figura 1. Localización área de estudio-municipio La Sierra, departamento del Cauca
Fuente; Autores

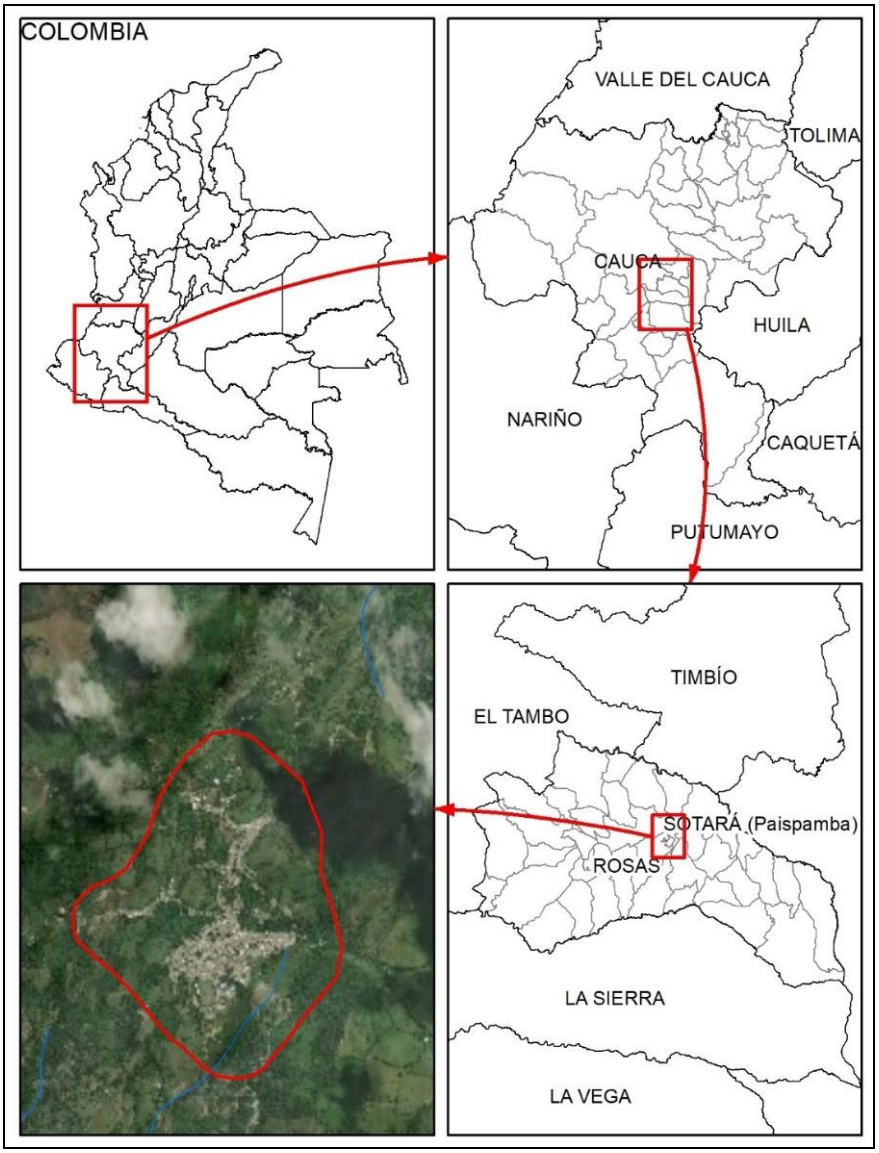


Figura 2. Localización área de estudio-municipio de Rosas, departamento del Cauca
Fuente; Autores

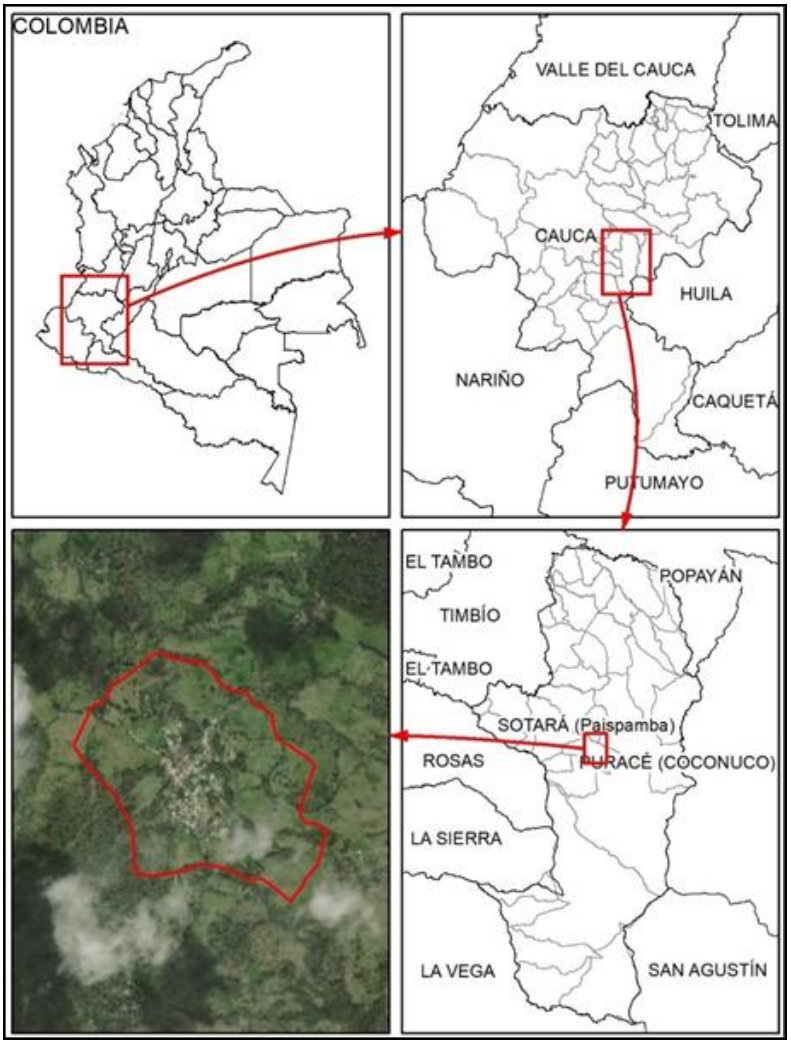


Figura 3. Localización área de estudio-municipio de Sotará, departamento del Cauca
Fuente; Autores

3.2 Características geológicas

3.2.1 Municipio de la Sierra-Cauca

Regionalmente la geología del municipio de la Sierra en su sector oriental forma parte del flanco occidental de la Cordillera Central, mientras la parte occidental del municipio se localiza dentro de la Cuenca Cauca – Patía, con una gran diversidad de unidades litoestratigráficas y estructuras geológicas, conformando dos bloques geotectónicos con respecto a la falla Cauca-Almaguer; bloque occidental y bloque oriental donde se localiza el polígono definido (figura 4). El bloque oriental está conformado por secuencias Mesozoicas con metamorfismo tipo bárico que están en contacto tectónico con conjuntos metasedimentarios del Paleozoico que son correlacionables con el Complejo Cajamarca. También se encuentran rocas intrusivas de composición intermedia a ácida del Cretáceo Temprano y del Mioceno. Así mismo, una cadena de volcanes del Neógeno-Cuaternario, asociados con fallas regionales N-S, que ocupan las

partes más altas de esta Cordillera. Estos volcanes con su actividad efusiva lávica y piroclástica han modelado el paisaje en los periodos geológicos más recientes. Así mismo, rasgos geomorfológicos como la presencia de morrenas cerca de los focos volcánicos, son evidencia de glaciaciones, con eventos lagunares, fluviales y fenómenos de solifluxión que acompañados de neotectónica y reactivación de fallas, favorecieron un gran proceso denudativo de la Cordillera Central en el Cuaternario (Orrego & Marín, 1980).

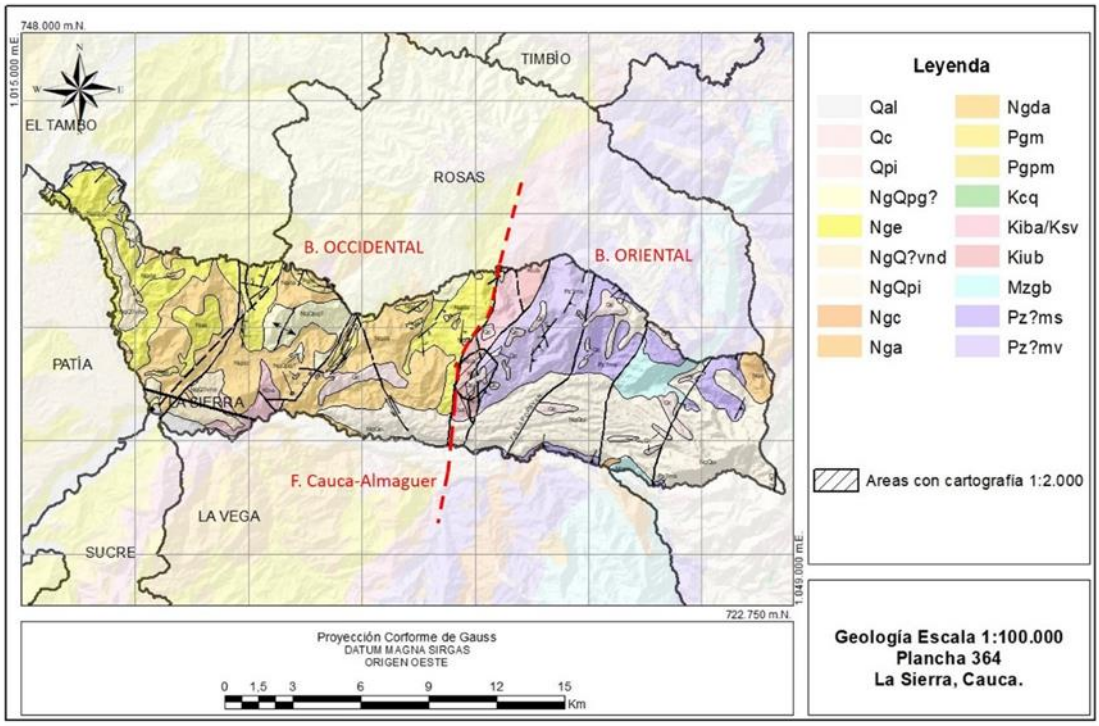


Figura 4. Localización geológica, municipio de la Sierra - Cauca
Fuente; Autores

El bloque oriental, del municipio está limitado por la Falla Cauca-Almaguer al occidente y la Falla Silvia – Pijao al oriente, además al interior de este bloque se encuentran las fallas Popayán, El Crucero y Las Estrellas, todas éstas con orientación regional al noreste y la mayoría con desplazamiento inverso y componente de rumbo.

Específicamente el polígono definido se encuentra localizado dentro de esta complejidad tectónica, concretamente en la zona de interacción de las fallas Cauca Almaguer y la Falla Rosas Julumito, lo cual está definiendo la calidad de los materiales presentes en dicho polígono, encontrándose altamente fracturados y con gran desarrollo de procesos de meteorización y erosión. La parte occidental W, centro y sur y norte N del polígono se encuentra localizada sobre rocas del complejo de Rocas Ultramáficas y Máficas (Kiub), del Cretáceo inferior, constituido por un conjunto ofioíitico con serpentinas, gabros, diabasas, tobas, brechas y lavas picríticas; hacia el NE de éstas en contacto fallado podrían encontrarse rocas del Complejo Barroso Anaime (Kiba) constituído por limolitas, chert gris y rojizo, grawacas, basaltos almohadillados tobas básicas y diabasas; hacia el extremo E del polígono se encuentran rocas del complejo Arquia (Pz?ms), constituido por esquistos cuarzomicáceos, carbonáceos y cuarcitas y en la parte central del polígono estas rocas se encuentran cubiertas por depósitos

volcanoclásticos posiblemente mantos de cenizas volcánicas muy recientes (Qc), recubriendo depósitos de ignimbritas y flujos piroclásticos de la Formación Galeón, (INGEOMINAS, 1998).

El casco urbano del municipio de La Sierra se localiza sobre depósitos volcaniclásticos de caída piroclástica, que están cubriendo en forma discordante rocas ígneas del tipo serpentinas, gabros, diabasas, tobas, brechas y lavas picríticas, rocas metamórficas tipo esquistos verdes del Complejo Arquía, rocas máficas y ultramáficas; rocas de tipo sedimentario e ígneo, como limolitas, chert gris y rojizo, grawacas, basaltos almohadillados tobas básicas y diabasas y rocas metamórficas como esquistos.

Recubriendo estas rocas se encuentran depósitos de cenizas volcánicas y muy posiblemte subyaciendo, depósitos de ignimbritas y flujos de la Formación Galeón conformados por una mezcla de fragmentos de roca angulares y redondeados, con superficies de discontinuidad de condiciones pobres, es decir, superficies rugosas, pulidas, altamente alteradas, con rellenos compactos que le permite mantenerse relativamente estable. Los clastos de estos depósitos en su mayoría se encuentran soldados y cuenta con superficies de discontinuidad relativamente persistente, compuesta principalmente de pórfidos dacíticos, andesíticos y pómez, esporádicamente esquistos y rocas ígneas de composición básica, con tamaños que varían entre gravas gruesas hasta cantos de 0,5 m; y en menor proporción bloques de 1,2 m en matriz compacta porfirítica con tamaño de grano arena gruesa a grava fina, soldados en su mayor parte. Composicionalmente presenta cuarzo, plagioclasa, pómez y minerales máficos como anfíbol, biotita y esporádicamente piroxeno. Estos depósitos son relativamente delgados, debido a que han sido erodados en su mayoría, quedando solamente relictos de los mismos, sin embargo pueden generar suelos residuales de algunos metros de espesor, especialmente en las zonas deprimidas. Estos depósitos desarrollan suelos residuales con espesores que pueden alcanzar hasta los 4 m.

Las rocas se encuentran fuertemente fracturadas, brechadas y afectadas en su calidad por efectos de la dinámica que implica el cruce de las fallas Cauca Almaguer y la Falla Rosas Julumito, por lo cual se espera encontrar tanto rocas ígneas y metamórficas muy meteorizadas, conformando bloques de varios tamaños, que al contacto con la superficie, se han ido erodando, suavisando el paisaje. Es importante tener en cuenta que el área urbana se encuentra bajo la influencia de las fallas mencionadas, lo que históricamente ha favorecido el desarrollo de procesos de inestabilidad, generándose movimientos de diferente tipo que han afectado la infraestructura urbana, específicamente la vía que comunica con el municipio de Rosas y las viviendas en diferente intensidad y lugares.

En estas condiciones los materiales que se espera encontrar bajo el casco urbano, son suelos residuales de depósitos piroclásticos, depósitos piroclásticos y rocas ígneas y metamórficas muy fracturadas.

3.2.2 Municipio de Rosas- Cauca

Regionalmente la geología del municipio de Rosas – Cauca, forma parte del flanco occidental de la Cordillera Central, conformado por secuencias Mesozoicas con metamorfismo tipo bárico que están en contacto tectónico contra conjuntos metasedimentarios del Paleozoico que son correlacionables con el Complejo Cajamarca. También se encuentran rocas intrusivas de composición intermedia a ácida del Cretáceo Temprano y del Mioceno. Así mismo, una cadena

de volcanes del Neógeno-Cuaternario, asociados con fallas regionales N-S, que ocupan las partes más altas de esta Cordillera. Estos volcanes con su actividad efusiva lávica y piroclástica han modelado el paisaje en los periodos geológicos más recientes. Así mismo, rasgos geomorfológicos como la presencia de morrenas cerca de los focos volcánicos, son evidencia de glaciaciones, con eventos lagunares, fluviales y fenómenos de solifluxión que acompañados de neotectónica y reactivación de fallas, favorecieron un gran proceso denudativo de la Cordillera Central en el Cuaternario (Orrego & Marín, 1980).

Geológicamente el polígono definido, para la zonificación detallada que incluye el casco urbano de Rosas, sus zonas de expansión y las áreas periurbanas con presencia de desarrollos, se localiza sobre rocas terciarias de la Formación Esmita (Nge), conforma por un miembro limolítico (limolitas fosilíferas), un miembro arenoso (areniscas arcillosas de color gris verdoso) y un miembro conglomerático (con cantos de chert, basaltos, sedimentitas, rocas ígneas porfiríticas y rocas volcánicas andesíticas). Hacia el NW del polígono, las laderas orientales del Cerro Broncaso están constituidas por depósitos de flujos piroclásticos de la Formación Galeón; hacia el costado oriental del polígono se encuentran rocas del Complejo Barroso Anaime (Kiba), constituido por limolitas, chert gris y rojizo, grawacas, basaltos almohadillados tobas básicas y diabasas (INGEOMINAS, 1998) (figura 5).

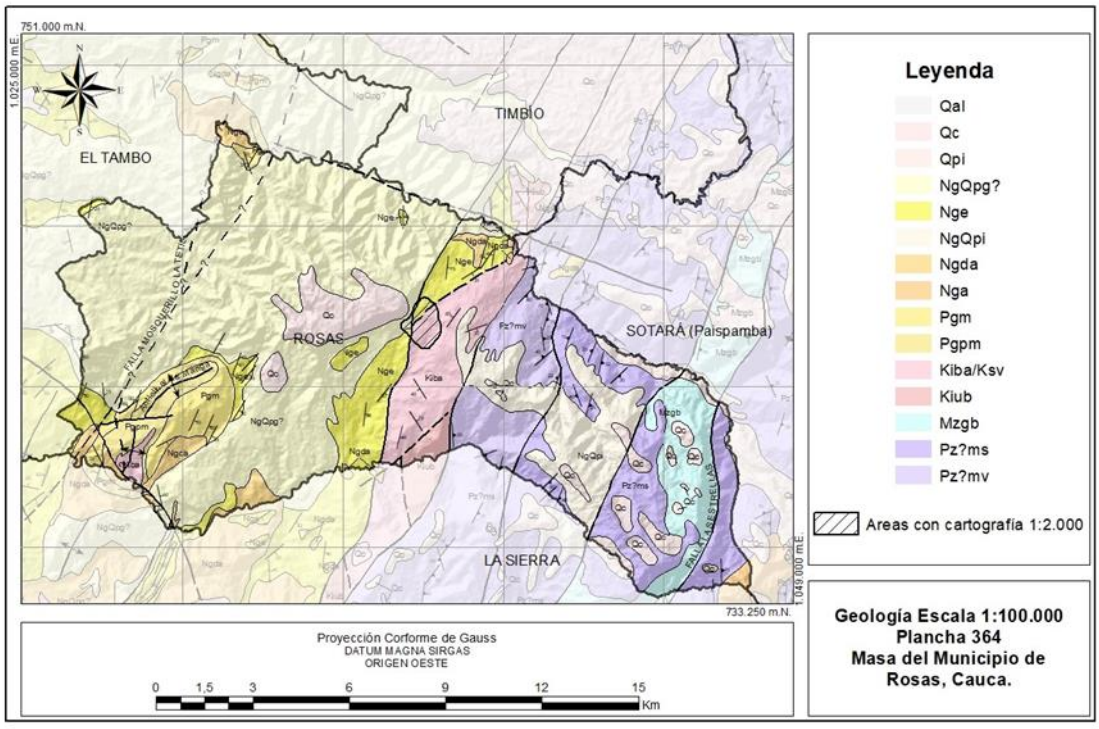


Figura 5. Localización geológica, municipio de Rosas - Cauca
Fuente; Autores

Específicamente la parte central, NE y SE del polígono definido, está constituido por intercalaciones de limolitas y areniscas muy fracturadas que en superficie se observan muy meteorizadas. Se presenta como una franja relativamente alargada dispuestas con orientación al N-NE (figura 6). Su calidad además de su composición están afectadas por la actividad de la Falla Rosas-Julumito, la cual la pone en contacto con rocas del Complejo Barroso-Anaime. Está

compuesta por una secuencia de areniscas lodosas silíceas, de grano fino a medio, de color gris verdoso en capas gruesas (0,3–1 m) a muy gruesas (>1 m) con intercalaciones de capas medias (0,1–0,3 m) de limolitas pardo rojizas a violáceas, ligeramente micáceas con moderada fisilidad. Presenta textura clástica consolidada y en algunos casos con desarrollo local de saprolito grueso con espesor entre 0,5 -1 m (SGC, en prensa).



Figura 6. Vista hacia el SW, sector del Céfiro, en primer plano, rocas limolíticas de la Formación Esmita y al Fondo ladera oriental, cerro Broncaso, con depósitos de coluvión aledaños a la misma.

Fuente; Autores

La parte W del polígono, se localiza sobre las laderas del Cerro Broncaso, está compuesta por ignimbritas y flujos piroclásticos, con estructura desintegrada, alto fracturamiento, pobre entrabamiento, con mezcla de fragmentos de roca angulares y redondeados, con superficies de discontinuidad de condiciones pobres, es decir, superficies rugosas, pulidas, altamente alteradas, con rellenos compactos que le permite mantenerse relativamente estable. Corresponde a una variedad de flujo piroclástico cuyos fragmentos en su mayoría se encuentran soldados y cuenta con superficies de discontinuidad relativamente persistentes, comportándose como un macizo rocoso (SGC, en prensa). La unidad está compuesta principalmente de clastos de pórfidos dacíticos, andesíticos y pómez, esporádicamente esquistos y rocas ígneas de composición básica, con tamaños que varían entre gravas gruesas hasta cantos de 0,5 m y en menor proporción bloques de 1,2 m en matriz compacta porfirítica con tamaño de grano arena gruesa a grava fina, soldados en su mayor parte. Composicionalmente presenta cuarzo, plagioclasa, pómez y minerales máficos como anfíbol, biotita y esporádicamente piroxeno. En la zona de influencia de las fallas Broncazo y Rosas-Julumito, esta unidad se encuentra muy fracturada y por tanto favorece la ocurrencia de caídas y otros movimientos en masa (SGC, en prensa). Debido a lo anterior es normal encontrar en estas laderas depósitos de coluvión, provenientes de estos materiales, como producto de antiguos movimientos en masa, cuya distancia de viaje puede alcanzar hasta unos 500 m de

distancia al cerro, especialmente en sectores como el Céfiro y la vía que conduce a la vereda la Despensa.
Hacia la parte NE del polígono se encuentran rocas del Cretáceo Inferior, del Complejo Barroso-Anaime (Kiba), constituido por rocas ígneas volcánicas de composición básica, de color gris oscuro verdoso con manchas negras y de color verde amarillento, pudiendo corresponder a basaltos y diabasas, con contenido de piroxenos, anfíboles y plagioclasa, en algunos casos con textura porfirítica. Se encuentran débilmente meteorizada, cuya matriz rocosa se encuentra fresca a ligeramente decolorada, como se observa en la vía a la vereda la Violeta. Estas rocas se presentan como una franja alargada en dirección N-NE junto al casco urbano de Rosas y hacia el costado oriental de la vía Panamericana. En general está conformada por una secuencia de rocas básicas que incluye basaltos, piroclastitas, diques de gabros y algunas capas de sedimentitas. Es normal encontrar en la ladera inferior de la vía Panamericana, al N del casco urbano, depósitos de coluvión con bloques de hasta 2 m, de diámetro en matriz limoarcillosa, que se interdigitan con secuencias de limolitas y arcillolitas.

Al E del casco urbano de Rosas también pueden encontrarse afloramientos de rocas básicas de composición dacítica asociadas a basaltos, del Complejo Anaime, siendo las lavas las que sobresalen conformando los cerros orientales del casco urbano. De igual forma sobre dichas laderas, se pueden observar depósitos de coluvión, como el que se observa en el lado oriental del cementerio, el cual se extiende hacia la ladera inferior de la vía que conduce al municipio de la Sierra (Figura 7).



Figura 7. Depósito de coluvión en la ladera oriental del casco urbano de Rosas, aledaño al cementerio.
Fuente; Autores

Hacia el centro y sur del casco urbano del municipio, en general, se pueden encontrar suelos residuales de depósitos piroclásticos de la Formación Galeón y limolitas y arcillolitas de la

Formación Esmita con nieles de saprolito de esta última. Hacia la zona de las piscinas, se observan suelos espesos de limolitas y arcillolitas, bastante afectados por la actividad de la falla de falla Rosas Julumito, lo cual ha facilitado los procesos de meteorización y erosión en esta zona.

3.2.3 Municipio de Sotará – Cauca

Regionalmente la geología del municipio de Sotará, forma parte del flanco occidental de la Cordillera Central, conformado por secuencias Mesozoicas con metamorfismo tipo bárico que están en contacto tectónico con conjuntos metasedimentarios del Paleozoico que son correlacionables con el Complejo Cajamarca. También se encuentran rocas intrusivas de composición intermedia a ácida del Cretáceo Temprano y del Mioceno. Así mismo, una cadena de volcanes del Neógeno-Cuaternario, asociados con fallas regionales N-S, que ocupan las partes más altas de esta Cordillera. Estos volcanes con su actividad efusiva lávica y piroclástica han modelado el paisaje en los periodos geológicos más recientes. Así mismo, rasgos geomorfológicos como la presencia de morrenas cerca de los focos volcánicos, son evidencia de glaciaciones, con eventos lagunares, fluviales y fenómenos de solifluxión que acompañados de neotectónica y reactivación de fallas, favorecieron un gran proceso denudativo de la Cordillera Central en el Cuaternario (Orrego & Marín, 1980) (INGEOMINAS, 1998), (Figura 8).

De igual forma el territorio del municipio de Sotará presenta una gran complejidad estructural, con la presencia de fallas que siguen dos direcciones principales NE y NW. La zona está dominada por el sistema de Fallas de Romeral al cual pertenecen las fallas de San Jerónimo, Silvia-Pijao que atraviesa el casco urbano de Sotará, Las Estrellas, Crucero y Popayán. La dinámica de estas estructuras y su actividad tectónica han afectado intensamente las características de la mayoría de las rocas.

3.2.3.1 Polígono para movimientos en masa, casco urbano de Sotará – Cauca

El polígono definido para Sotará (Paispamba), que incluye el casco urbano, su zona de expansión y áreas periurbanas, se localizan sobre rocas Paleozoicas pertenecientes al Complejo Arquía (Pz?ms y Pz?mga); rocas sedimentarias e ígneas del Cretáceo Inferior del Complejo Quebrada Grande (Kcq) y depósitos de cenizas volcánicas recientes (Qc) que cubren depósitos de ignimbritas, flujos piroclásticos y lahares de la Formación Galeón. La falla Silvia Pijao, divide este polígono en una zona occidental y una zona oriental (figura 8).

En la zona occidental el polígono, se localiza sobre depósitos volcaniclásticos de caída piroclástica o cenizas volcánicas (Qc). En general, las cenizas se encuentran meteorizadas y están constituidas por óxidos, fragmentos de vidrio, de pumita y de tridimita. Están recubriendo muy posiblemente, depósitos de ignimbritas y flujos de la Formación Galeón, conformados por una mezcla de fragmentos de roca angulares y redondeados, con superficies de discontinuidad de condiciones pobres, es decir, superficies rugosas, pulidas, altamente alteradas, con rellenos compactos que le permite mantenerse relativamente estable. Los clastos de estos depósitos en su mayoría se encuentran soldados y cuenta con superficies de discontinuidad relativamente persistente, compuesta principalmente de pórfidos dacíticos, andesíticos y pómez, esporádicamente esquistos y rocas ígneas de composición básica, con tamaños que varían entre gravas gruesas hasta cantos de 0,5 m y en menor proporción bloques de 1,2 m en matriz compacta porfirítica con tamaño de grano arena gruesa a grava fina,

soldados en su mayor parte. Composicionalmente presenta cuarzo, plagioclasa, pómez y minerales máficos como anfíbol, biotita y esporádicamente piroxeno unidades de depósitos de ignimbritas y unidades de roca antiguas cretácicas y paleozoicas; y depósitos aluviales.

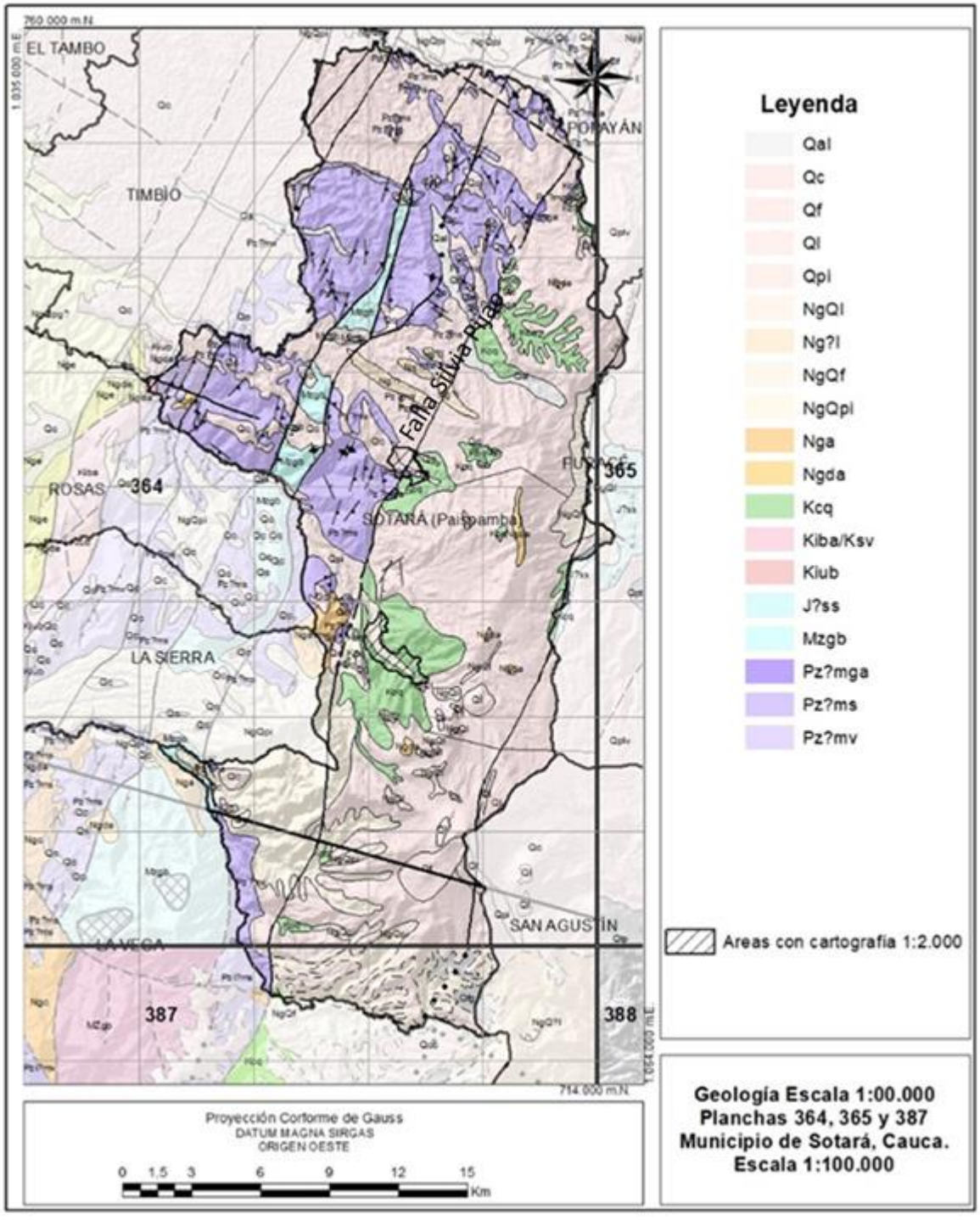


Figura 8. Localización geológica, municipio de Sotará - Cauca
Fuente; Autores

Estos depósitos pueden tener espesores variables que pueden exceder los 12 m, especialmente en las zonas planas o deprimidas, con el desarrollo de suelos residuales espesos. De acuerdo al estudio de suelos para la construcción del Centro de Integración Ciudadana (CIC) en Paispamba, estos materiales son de textura limo-arcillosa de alta plasticidad, y de consistencia blanda a media (CITEC, 2019).

Por debajo de estos depósitos hacia la parte sur se observan rocas metamórficas tipo esquistos verdes (metabasitas) y Metasedimentitas del Complejo Arquía (Pz?ms), compuestas por metabasitas que se pueden distinguir en campo por su coloración verde grisácea, son macizas y con buena foliación. También se pueden encontrar esquistos verdes y metasedimentitas como metapelitas, meta-areniscas y esquistos negros, metabrechas y meta-conglomerados. La textura, estructura y mineralogía de las metapelitas corresponde a esquistos cuarzo-sericíticos en capas concordantes con las metabasitas, con espesores que varían desde decímetros a varios metros. También es común encontrar cuarcitas delgadas y capas de cuarzo lenticulares asociados a capas de esquistos negros. Las metabasitas son rocas macizas con buena foliación que corresponden a metasedimentitas y a metapelitas, meta-areniscas y esquistos negro, metabrechas y metaconglomerados (Orrego y Acevedo, 1996).

En la zona oriental el polígono se localiza también sobre depósitos recientes volcanoclásticos al igual que en la zona occidental, subyacidos por rocas sedimentarias del Cretaceo Inferior, conformadas por turbidíticas e intercalaciones de flujos basálticos del Complejo Quebrada Grande (Kcq), constituido por un conjunto de rocas volcánicas, volcanoclásticas y sedimentarias Cretácicas, de afinidad oceánica con evidencias de deformación (Acevedo y Alvarado, 1996); y algunos parches de rocas metamórficas tipo esquistos verdes (metabasitas) y Metasedimentitas del Complejo Arquía (Pz?ms).

Estas rocas se encuentran muy fracturadas por efecto de la actividad tectónica de la Falla Silvia Pijao, lo cual afecta en forma importante las características de dichas rocas, con el desarrollo de importantes procesos de meteorización y erosión, especialmente a través de los sistemas de fracturas y diaclasas.

De acuerdo con lo anterior, en el polígono definido se pueden encontrar suelos residuales de distinto espesor, tanto de depósitos piroclásticos como de rocas ígneas y metamórficas, depósitos vulcanoclásticos, rocas ígneas y metamórficas y coluviones de diferente espesor.

3.2.3.2 Polígono para avenidas torrenciales

Este polígono se localiza en el centro poblado Las Vegas, localizado en las riberas del Rio Quilcase y está constituido en su mayor parte por depósitos aluviales recientes (Qpi) que conforman terrazas y llanuras aluviales, depositados por dicho rio. El Rio está incisando rocas sedimentarias del Cretáceo Inferior, conformadas por turbiditicas e intercalaciones de flujos basálticos del Complejo Quebrada Grande (Kcq), compuesto por un conjunto de rocas volcánicas, volcanoclásticas y sedimentarias Cretácicas, de afinidad oceánica con evidencias de deformación (Acevedo y Alvarado, op. cit).

En este polígono, básicamente se encontrarían depósitos aluviales, con cantos de diferente composición y tamaño, y posiblemente en profundidad, rocas de tipo lutitas, arcillolitas, areniscas.

No obstante lo anterior, “in situ” pueden encontrarse, depósitos coluviales con matriz arenosa o arcillosa, con bloques con diámetros superiores a los 3 m y saprolito (manto meteorizado que se comporta en general como un suelo en términos geotécnicos y que presenta rasgos texturales y estructurales de la roca madre y el cual, sumado con el horizonte VI, conforma el suelo residual tropical (Anon, 1990)). Estos dos tipos de materiales en general presentan espesores entre 3 m y 15 m de espesor. En el proceso de recuperación de muestras inalteradas, es posible que se obtengan fragmentos de roca, tamaño gravas, cantos o bloques, correspondientes a saprolito grueso (Roca decolorada y altamente alterada, en la cual más del 50% del material rocoso está descompuesto o desintegrado a suelo. Fragmentos rocosos rompibles y desmenuzables sin ayuda del martillo. Las estructuras heredadas (planos de estratificación, foliación, diaclasas y zonas de falla) se mantienen, en general se presentan oxidadas, abiertas, con o sin relleno. La meteorización esferoidal es común. Presencia de fragmentos de roca sin meteorizar entre 35 y 70%, Dearman (1974, 1991)).

Por otra parte, los materiales en los que se realice la exploración pueden presentar alto grado de fracturamiento y/o alta permeabilidad lo que generaría altos consumos de agua, la necesidad de encamisar la excavación y/o uso de aditivos durante los trabajos.

Teniendo en cuenta que los trabajos a ejecutar hacen parte de estudios de zonificación de amenaza por movimientos en masa, estos se realizarán en terrenos escarpados, de difícil acceso, motivo por el cual se siguiere a los oferentes conocer las zonas de estudio, así como considerar el entorno social de las mismas.

Así las cosas, los proponentes deben considerar dentro de su propuesta económica las actividades necesarias que le permitan realizar los trabajos contratados, cumpliendo las especificaciones técnicas que se establecen en este documento.

4 ALCANCE DE LOS TRABAJOS DE CAMPO Y LABORATORIO

4.1 Exploración geotécnica directa:

Se realizará en el área urbana, de expansión urbana y parte de la zona rural de cada uno de los municipios de La Sierra, Rosas y Sotará, Departamento del Cauca.

- Ejecución de 10 perforaciones mecánicas con equipo de rotación, muestreo continuo, diámetro de muestreo HQ, a profundidad que varía entre 10 y 30 metros, para un total de 150 m de perforación en cada municipio.
- En caso de encontrarse unidades de roca o el macizo rocoso, se deberá penetrar la roca al menos 2.0 m, para finalizar la perforación, lo anterior de ninguna manera se constituye en un porcentaje estimado de perforación en roca por lo que el contratista deberá perforar todo tipo de materiales.
- Obtener muestras "inalteradas" con fines de caracterización de los materiales geológicos del área de estudio.
- Ejecución de 12 apiques de 1,5 a 2,0 m de profundidad con toma de muestra en bloque con el fin de caracterizar los materiales más superficiales en cada municipio.

4.2 Ensayos de laboratorio de geotecnia:

- Humedad Natural: 90 Ensayos
- Granulometría por tamizado con lavado: 102 ensayos
- Límites de consistencia: 102 ensayos
- Lavado sobre tamiz 200: 72 ensayos
- Granulometría por hidrómetro: 42 ensayos
- Gravedad especifica: 36 ensayos
- Peso unitario (Roca): 42 ensayos
- Peso unitario (Suelo): 66 ensayos
- Compresión inconfinada (Roca): 24 ensayos
- Compresión inconfinada (Suelo): 42 ensayos
- Compresión triaxial - C$\bar{U}$ (3 puntos)(6 carreras): 24 ensayos
- Corte directo - CD, parámetros pico y residual (3 puntos). 6 carreras: 54 ensayos
- Consolidación lenta con descarga y recarga: 12 ensayos

4.3 Instrumentación geotécnica

- Suministro e instalación de tubería y aditamentos para inclinómetro en 6 perforaciones (longitud aproximada 90 m), tres inclinómetros en el municipio de La Sierra y tres en el municipio de Rosas.
- Suministro e instalación de tubería y aditamentos para piezómetro tipo Casagrande en 18 perforaciones (longitud aproximada 270 m), 6 piezómetros en cada municipio (La Sierra, Rosas y Sotará).

5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

En la tabla 1, se relacionan las actividades a contratar con su respectiva especificación técnica.

Tabla 1. Especificaciones técnicas asociadas

ÍTEM	1. EXPLORACIÓN DE CAMPO	
	DESCRIPCIÓN	Especificación Asociada
2.1	Perforación mecánica por rotación, diámetro HQ	ASTM D2113 ASTM D5876
2.2	Suministro e instalación tubería y aditamentos para inclinómetro	ASTM D6230
2.3	Suministro e instalación tubería y aditamentos para piezómetro	ASTM D5092
2.4	Apiques 1,5 a 2,0 m de profundidad	INVIAS E-104-13
ÍTEM	2. ENSAYOS DE LABORATORIO	
	DESCRIPCIÓN	Especificación Asociada
2.1	Humedad Natural	ASTM D 2216-10
2.2	Granulometría por tamizado con lavado	ASTM D 422-63 (reaprobada 2007)
2.3	Límites de consistencia	ASTM D 4318-10
2.4	Lavado sobre tamiz 200	ASTM D 422-63 (reaprobada 2007) / D-6913
2.5	Granulometría por hidrómetro	ASTM D 422-63 (reaprobada 2007) / D-6913
2.6	Gravedad especifica	ASTM D 854-10
2.7	Peso unitario	ASTM D-2937 (roca) ASTM D-854 (suelo)
2.8	Compresión inconfinada	ASTM D 2938 (roca) ASTM D 2166 - 06 (suelos)
2.9	Compresión triaxial - CŪ (3 puntos)	ASTM D 4767 - 11 ASTM D 2850/03 a (reaprobada 2007)

ÍTEM	1. EXPLORACIÓN DE CAMPO	
	DESCRIPCIÓN	Especificación Asociada
2.10	Corte directo - CD, parámetros pico y residual (3 puntos). 6 carreras	ASTM D 3080/D3080M - 11
2.11	Consolidación lenta con descarga y recarga	ASTM D-2435

Fuente; Autores

Igualmente los trabajos a realizar deben atender a las especificaciones técnicas que se exponen a continuación:

- Obtener las coordenadas de localización de cada una de las exploraciones indicadas en campo por el supervisor, expresadas en coordenadas geográficas y las correspondientes cotas en msnm, amarradas a la cartografía del IGAC en el sistema MAGNA SIRGAS.
- Realizar perforaciones mecánicas por rotación con recuperación continúa de muestras en diámetro HQ, en un total de 450 m lineales distribuidos de la siguiente manera:

  En la zona urbana y de expansión urbana de cada uno de los municipios de La Sierra, Rosas y Sotará, departamento del Cauca, se requiere de diez (10) perforaciones mecánicas, con profundidades que oscilan entre los 10 m y los 30 m.

  Las perforaciones se deberán realizar exclusivamente por rotación. No se aceptará el avance de perforaciones por percusión y lavado.
- Debe garantizarse en todo momento la estabilidad de la pared de perforación. Cuando se use encamisado, la punta del mismo debe avanzar hasta una cota superior a las cotas previstas del posterior muestreo. El nivel del lodo de perforación dentro de la perforación debe permanecer siempre por encima del rango de cotas del nivel freático comprobado o estimado en el sitio.
- Se deberá mantener durante las perforaciones, profesionales en Ingeniería Civil, Geología o Ingeniería Geológica en calidad de Residentes de Campo, según las cantidades dadas posteriormente, teniendo en cuenta la importancia que reviste su presencia y el requerimiento del personal Propuesto. Estos profesionales deben dedicar tiempo completo durante la ejecución de los trabajos de campo.

- La recuperación de muestras debe ser continua. Cada una de ellas debe identificarse correctamente mediante un rótulo visible que indique los nombres del Proyecto y de la perforación, fecha, número y profundidad de la muestra, longitud de recuperación y observaciones si es necesario. Las muestras deben permanecer aisladas de la intemperie, deben ser envueltas totalmente con papel aluminio y posteriormente envueltas totalmente con vinipel. El rótulo de identificación debe insertarse entre las diferentes capas de vinipel evitando que quede en contacto directo con la muestra para evitar que se humedezca. Debe indicarse sobre la muestra, la dirección de la perforación, mediante una flecha. Las muestras envueltas deben descansar sobre canaletas semi-cilíndricas de PVC y posteriormente envolver el conjunto muestra-canaleta con vinipel. Finalmente, para su preservación, traslado y entrega, las muestras deben almacenarse en las cajas estándar de la Litoteca Nacional, de color azul, según se muestra en la figura 9, con marcas de tope y base, etiquetando cada una de las cajas

con la identificación del Proyecto, perforación, números de las muestras, intervalo de profundidad, fecha, contratista y equipo de perforación.

- Las muestras, incluida la caja azul estándar de la Litoteca Nacional, se debe entregar en los sitios y fechas indicadas por el SGC. El costo del empaque y transporte de los núcleos estarán a cargo del Contratista.

- Las cajas azules, estándar de la Litoteca Nacional, son fabricadas con polipropileno de alta densidad (PEAD) se componen de dos partes, cuerpo y tapa, las dimensiones de las cajas son: 960 mm de longitud x 240 mm de ancho x 100 mm de alto (Figura 9).



Figura 9. Caja azul estándar de la Litoteca Nacional. (sobre la tapa se aprecian además las canaletas de PVC)

Fuente; Autores

- En cada una de las cajas de muestras, al tomarse una para realizar ensayos, se debe insertar en su reemplazo listones de madera con la información de los ensayos realizados y la fecha de los mismos, de tal manera que las muestras sobrantes, no utilizadas por el Contratista para la realización de ensayos de laboratorio, deben entregarse según las especificaciones dadas, en las instalaciones del SGC, en la ciudad de Bogotá.

- En el caso de muestras tomadas en tubos de pared delgada (Shelby), éstas no podrán ser extruidas en campo y deben transportarse en el tubo muestreador hasta el sitio de destino. En cada extremo del tubo, se debe retirar al menos 1" de suelo, que servirá para la descripción visual del material. Los extremos del tubo deben sellarse con empaquetadores plásticos expandibles.

- Para las perforaciones en materiales inconsolidados que puedan ser lavados fácilmente durante el proceso (arenas sueltas, matriz arenosa suelta de depósitos coluviales o fluvio-torrenciales, materiales finos de consistencia blanda a muy blanda, entre otros) se debe ajustar la velocidad de rotación del equipo, las condiciones del fluido de perforación y si es el caso otros parámetros mecánicos, de modo que se obtenga la mejor calidad de la muestra; en todo caso, para este tipo de materiales se debe

recuperar muestras de bolsas del agua de lavado adicionales a las recuperadas con el muestreador.

- Teniendo en cuenta que las actividades a contratar, tienen como fin primordial el lograr la caracterización geomecánica de los materiales encontrados en las zonas de estudio, así como, determinar su disposición en profundidad, para materiales de difícil recuperación, el contratista implementará las acciones necesarias, de tal forma que se garantice el muestreo continúo sin importar el tipo de material, entre las que se encuentran:

  Uso de polímeros
  Uso de bentonitas
  Reducción de la presión de hinchado de la tubería de perforación
  Reducir la cantidad y presión de agua usada en la perforación
  Reducir la velocidad de rotación en la perforación
  Reducir la longitud de la corrida a 20 o 30 cm o menos si es necesario

- Los apiques se realizarán manualmente a profundidades de entre 1,5 m y 2,0 m, en función del tipo y distribución de los materiales presentes, logrando obtener en lo posible cada muestra cúbica con dimensiones de 25cm x 25cm x 25cm, y recubriendo la muestra totalmente con vinipel, rotulándola de la misma forma indicada para las muestras de perforación y empacándola para su transporte en una caja de madera.

- La instrumentación mediante instalación de los 6 piezómetros tipo Casagrande (en cada municipio) debe seguir los lineamientos y recomendaciones establecidos en normas técnicas como las presentadas por el Eurocode 7 (Geotechnical design) o AASHTO T 252-09.

- La adecuación de las perforaciones que se destinarán para este tipo de monitoreo, posterior al lavado de las perforaciones, involucra la disposición de tubería de ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno) ranurada, de 70 m.m. de diámetro externo. Su instalación conlleva el sucesivo acople de tramos de 3m., con uso de uniones de 160 mm de longitud, que se insertan progresivamente en el pozo hasta alcanzar su profundidad máxima. Posterior a esta actividad, se procede a estabilizar y confinar la tubería con el vertimiento de arena gruesa (que pasa el tamiz N°4 y es retenida por el N°8), ocupando completamente el espacio libre entre la tubería y la pared de la perforación.

- Así mismo, la instrumentación para monitoreo con inclinómetros (en los municipios de La Sierra y Rosas) en los 3 puntos definidos, debe ajustarse a los lineamientos y recomendaciones establecidos en normas como INVIAS I.N.V.E – 171, AASHTO T 254 o ASTM D6230-98.

- Los piezómetros tipo Casagrande constan de un tramo de tubería perforado y recubierto con geotextil, que se dispone a la profundidad que se pretende monitorear, y que está en contacto exterior con material drenante (arena gruesa) que se vierte para cumplir con la función de filtro. Suprayaciendo este nivel se materializa un sello impermeable con arcilla.

- El Contratista debe tener en cuenta que debe asumir los gastos correspondientes a la adecuación de accesos y pago de servidumbres en los sitios de trabajo. Además, debe asegurar la entrada a los sitios con los habitantes de la región.

- Para la elaboración del registro fotográfico del muestreo, se debe utilizar una cámara digital. Debe fotografiarse cada una de las cajas de muestras, de tal manera que se cubra eficientemente toda la caja para que la foto registre de manera visible las características de las muestras y el rótulo de la caja. Así mismo, para cada avance de perforación, debe llevarse un registro fotográfico que incluya al menos una imagen en primer plano del total de muestra recuperada y además fotografías de detalle de cada tramo de muestra. Se recomienda que una vez se tome cada fotografía, se revise su calidad (foco, nitidez, etc.) a fin de descartar aquellas de baja calidad y proceder a repetir la captura de la imagen hasta garantizar las mejores imágenes.

- Todos los elementos e insumos necesarios para la ejecución de los trabajos deben ser suministrados y asumidos por el Contratista.

- El Contratista debe tener en cuenta que debe asumir los gastos correspondientes a la adecuación de accesos y de espacios requeridos para la ejecución de las exploraciones.

- El laboratorio de geotecnia propuesto para la ejecución de los ensayos de clasificación, resistencia y compresibilidad a las muestras recuperadas debe contar con certificación vigente.

Teniendo en cuenta los tiempos establecidos en la tabla 2, el SGC, considera que para poder garantizar que la falla se dé en condiciones drenadas, los ensayos de corte directo deberán realizarse implementando un tiempo mínimo hasta la falla (tf) de 240 min, excepto para materiales clasificados como MH y CH, ya que para estos (tf) será de 1440 minutos.

Tabla 2. Tiempo de falla

USCS Classification (D2487)	Minimum Time to Failure, t_f
SW, SP (<5% fines)	10 min
SW-SM, SP_SM, SM (>5% fines)	60 min
SC, ML, CL, SP-SC	200 min
MH, CH	24 h

NOTE 15—The tabulated times are based on estimates of typical normally consolidated coefficient of consolidation values for each soil type and a 1 cm drainage path. A particular soil can vary considerably from these typical values. Square root of time interpretations can yield erroneously fast rates of consolidation for partly saturated or very stiff materials. Shearing overconsolidated specimens will soften the material in

Fuente: ASTM D2487

6. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Las actividades generales que se deben seguir para la correcta ejecución de los trabajos de exploración del subsuelo e instrumentación son las siguientes:

- Recopilación y análisis de información. Es obligación del contratista recopilar y analizar información de tipo geológico y geomorfológico relevante de las zonas de estudio.
- Las perforaciones se deberán planear concertadamente con el supervisor designado por el SGC, con el fin de garantizar la integralidad de las investigaciones. Los equipos para llevar a cabo estas actividades deberán estar en buen estado y debidamente verificados con el fin de garantizar la calidad de los trabajos.
- Las perforaciones se harán de forma simultánea en los tres municipios y deberá realizar toda la exploración directa y recuperación de las muestras durante los primeros 30 días calendario de iniciado el contrato.
- El contratista deberá adelantar las perforaciones en las cuales se implementará la instrumentación, en los lugares que indique el SGC.
- Las primeras nueve (9) perforaciones que realice el contratista, deben ser las perforaciones donde se implemente la instrumentación (en los municipios de Rosas y La Sierra), las primeras seis (6) perforaciones que realice el contratista, deben ser las perforaciones donde se implemente la instrumentación (en el municipio de Sotará).
- Los doce (12) apiques en cada uno de los municipios, se realizarán dentro de los primeros 15 días de haber iniciado el contrato, en los puntos definidos previamente por el SGC ; se deberán describir cada uno de los horizontes de suelo encontrados con el fin de conocer los materiales identificados en superficie que apoyarán la descripción litológica de las unidades aflorantes superficialmente.
- El contratista remitirá al o a los laboratorios, las muestras recuperadas de forma periódica, por lo menos una vez por semana, garantizando el cumplimiento del cronograma aprobado.
- Registro de campo detallado de perforación: Se debe realizar un registro detallado de campo, con descripción gráfica y registro fotográfico detallado, que incluya nomenclatura, el punto de referencia para todas las medidas de profundidad, localización, cota de inicio y terminación del punto exploratorio, equipo, sistema de perforación utilizado, sistema de muestreo, columna estratigráfica en la cual se incluya la descripción de cada estrato y profundidades del techo y base de cada uno, profundidad total de la perforación, niveles freáticos o niveles de agua en cada punto exploratorio, incluyendo toda observación sobre condiciones de agua, adicionar la información pertinente requerida por las especificaciones del sondeo o por el SGC. Tipo de muestra, profundidad de la muestra tomada y longitud de recuperación. Debe realizarse una descripción detallada de la textura, plasticidad, color y demás características geotécnicas básicas que puedan relacionarse. Durante la perforación, debe mantenerse un registro de tiempo que muestre la tasa de penetración, los tipos de brocas utilizadas en cada porción de la perforación y una cualificación del nivel de pérdidas del agua de perforación (bajo, medio, alto). El registro de campo de

perforación será diligenciado por el residente en el formato aprobado por el supervisor; una vez finalizada cada perforación se debe entregar al supervisor una copia legible del registro correspondiente, al día siguiente de haber finalizado la perforación, el contratista hará entrega en limpio del archivo nativo del registro de campo de la perforación.

- El Contratista deberá entregar un reporte técnico semanal, en el cual se hará el recuento de las actividades ejecutadas, los problemas presentados, su avance, la respuesta a preguntas efectuadas en el informe anterior, inventario de muestras tomadas, inventario de muestras remitidas al laboratorio, perfiles de exploración obtenidos con el respectivo registro fotográfico. Los informes se entregarán al supervisor del SGC o quien esté designado por parte del SGC, para su revisión y discusión conjunta el día de la reunión semanal entre las partes que se establezca en la ejecución del contrato.
- El plan de ensayos de laboratorio sobre las muestras de suelo y/o roca seleccionadas, será definido por el supervisor técnico designado por el SGC. El envío de la totalidad de las muestras al laboratorio, debe realizarse según las especificaciones dadas anteriormente, con el fin de optimizar los tiempos de ejecución de la fase de ensayos de laboratorio y garantizar la ejecución del contrato en el tiempo establecido.
- Para la instrumentación se debe suministrar e instalar la tubería con las siguientes especificaciones en los puntos de perforación definidos por el supervisor, de acuerdo con el tipo de instrumento a instalar.
    - Tubería ABS y aditamentos para inclinómetro para 6 perforaciones (longitud estimada 90 m) y diámetro exterior no menor a 70 mm. tres en el municipio de La Sierra y tres en el municipio de Rosas
    - Tubería PVC y aditamentos para piezómetro tipo Casagrande en 18 perforaciones (longitud aproximada 270 m) y diámetro de 1” a 1.5”; seis en cada municipio (La Sierra, Rosas y Sotará).
- Es importante aclarar que las perforaciones donde se instalará la tubería para inclinómetro, debe adecuarse para la realización de ensayos Tipo Down hole, es decir, debe cumplir con los requisitos para realizar ensayos geofísicos, los cuales estarán cargo de otra firma contratista, quien dará la aprobación de la instalación de dicha tubería.

- Los Piezómetros tipo Casagrande deben cumplir las especificaciones mostradas en la figura 10.

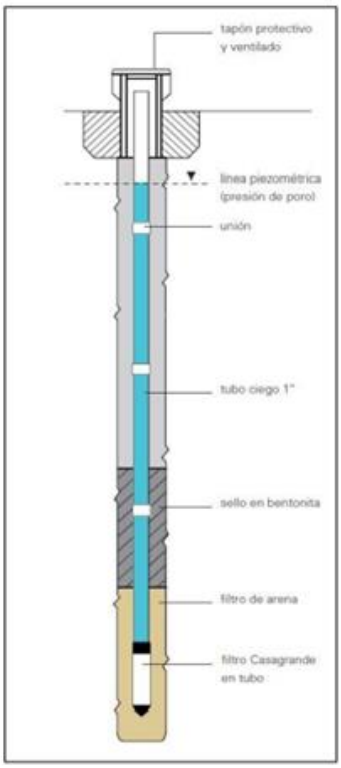


Figura 10. Esquema del piezómetro tipo Casagrande (Fuente: SISGEO, 2016)

Fuente; Autores

- Luego de terminadas las perforaciones donde se realizará la instrumentación geotécnica y una vez instaladas adecuadamente las tuberías requeridas, se debe proteger el tope de las mismas mediante la construcción de un elemento de concreto y/o mampostería y una tapa metálica con candado de seguridad. Sobre cada uno de estos elementos se debe colocar una placa de identificación, la cual contará con los datos de coordenadas y cota del pozo, identificación del contrato mediante el cual se instaló dicho instrumento, fecha de finalización de la perforación y profundidad perforada. El sitio donde se ejecutó la perforación debe entregarse limpio y en las mismas condiciones encontradas previo a los trabajos.
- Se deberá detallar en el informe técnico el o los tipos de procesamientos, análisis e interpretaciones realizadas sobre la caracterización de muestras, generación de columnas geológicas y levantamiento de perfiles estratigráficos en apiques o calicatas.. Las memorias serán revisadas por el supervisor. Se deberá entregar al final un registro de datos de campo detallado. Si es del caso, se deberán dar respuesta a las inquietudes y hacer los ajustes que fuesen necesarios.
- Presentación mediante columnas geológicas estratigráficas de cada sitio de exploración, las descripciones de las perforaciones y apiques.
- El contratista deberá realizar la totalidad de los ensayos de laboratorio y entrega resultados a más tardar al cumplimiento de los dos meses de haber iniciado el contrato.

7. OBLIGACIONES ESPECÍFICAS DEL CONTRATISTA

Para alcanzar el objetivo planteado en el presente proceso contractual, se requiere que el Contratista, dé alcance cabal a los siguientes aspectos:

- Realizar todas las actividades necesarias para cumplir con las obligaciones derivadas de la contratación.
- Garantizar la penetración en todo tipo de material, para lo cual deberá contar con los elementos de perforación necesarios, asegurando en todo momento la calidad de las muestras obtenidas.
- Cumplir con el metraje lineal de perforación contratado. Si bien, la profundidad definitiva de las perforaciones puede presentar variaciones con respecto a los promedios estimados, de acuerdo con el tipo y distribución de los materiales encontrados, la longitud total de perforación no será menor a la mínima indicada en los alcances.
- El muestreo será continuo y se propenderá por la recuperación completa de la columna.
- Finalizadas cada una de las perforaciones, suministrar e instalar la tubería y aditamentos del piezómetro o inclinómetro, según sea el caso.
- Finalizada la instalación de la instrumentación se deberá proceder al sellado del pozo, con la colocación de una placa de identificación, según se especificó previamente y a la restauración de los lugares intervenidos que permita su correspondencia con el entorno.
- Finalizadas las perforaciones no utilizadas para monitoreo, se deberá proceder al sellado del pozo rellenándolo superficialmente con el material extraído. El sitio donde se ejecutó la perforación debe entregarse limpio y en las mismas condiciones previas a los trabajos.
- Realizar los ensayos geotécnicos a las muestras, según el tipo y cantidades mínimas ya mencionadas.
- Nota: Las muestras no utilizadas para los ensayos antes mencionados deben entregarse debidamente identificadas, embaladas y empacadas, mediante envíos semanales a las instalaciones del Servicio Geológico Colombiano, en Bogotá.
- Guardar reserva y confidencialidad sobre el contenido de la información que el SGC le confíe y ponga a su disposición para cumplir el objeto de los presentes términos, y deberá hacer extensiva esta determinante al equipo humano vinculado a cualquier actividad en su desarrollo.
- El almacenamiento digital de la información de trabajo y los soportes de seguridad que se requieran para evitar la pérdida parcial o total de la información son responsabilidad del contratista, quien será el responsable único por los perjuicios que le sean imputados en contra del SGC por pérdida de información o entrega no oportuna de la misma.

- Todos los elementos e insumos necesarios para la ejecución de las perforaciones deben ser suministrados y asumidos por el contratista.
- Contar con todos los profesionales y técnicos que se requieran para cumplir cabalmente el contrato, además del personal mínimo exigido.
- Garantizar que todos los profesionales a quienes se les asignen labores en desarrollo del contrato cuenten con matrícula o tarjeta profesional vigente o permiso temporal, cuando a ello hubiere lugar, de conformidad con las normas aplicables.
- Garantizar que el equipo de trabajo propuesto será el mismo que realizará la ejecución del contrato.
- Suministrar y mantener, durante la ejecución del contrato y hasta la liquidación del mismo, el personal profesional y técnico ofrecido, exigido y necesario.
- Considerando que para la ejecución de trabajos de campo se requiere alguna mano de obra no calificada, es recomendable y beneficioso para el proyecto, el procurar involucrar y ofrecer trabajo temporal a la comunidad, de tal forma que ésta no adopte una posición adversa al proyecto, sino que haya una concertación con la comunidad sobre las medidas a adoptar en el terreno para el buen desarrollo de los trabajos (guías, ayudantes, trocheros, vigilantes, entre otros).
- Dedicar el personal requerido en el sitio de ejecución y contar con su disponibilidad de trabajo de acuerdo con el cronograma de ejecución de los trabajos y las necesidades del mismo. Igualmente se deberá tener disponibilidad de personal para atender emergencias, para esta actividad se informará al supervisor sobre el personal disponible, junto con los teléfonos y direcciones donde se puedan ubicar.
- Asumir el pago de los salarios, prestaciones sociales, indemnizaciones y honorarios de todo el personal que ocupe en la ejecución de los trabajos, quedando claro que no existe ningún tipo de vínculo laboral de dicho personal con el SGC ni responsabilidad en los riesgos que se deriven de esa contratación.
- Responder por cualquier tipo de reclamación, judicial o extrajudicial, que instaure, impulse o en la que coadyuve su personal o sus subcontratistas contra el SGC, por causa o con ocasión del contrato.
- Contar con vehículos u otros medios de transporte para la movilización del personal, equipos y muestras de suelo o roca, de tal forma que asegure el cumplimiento del cronograma, además deberá disponer para la ejecución de los trabajos de todos los permisos, autorizaciones, controles, dispositivos, medidas preventivas y requisitos legales vigentes exigidos por el Ministerio de Transporte, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Salud y demás autoridades de tránsito regionales y nacionales.
- El Contratista deberá cumplir con un Plan de Manejo Ambiental y un Plan de Seguridad Industrial, los cuales deberán ser avalados por la supervisión de parte del SGC. El Plan de Manejo ambiental debe establecer explícitamente que, para la ejecución de los trabajos, el Contratista no podrá utilizar agua extraída directa o indirectamente de fuentes naturales como: nacederos, corrientes, lagos o lagunas, cualquiera que sea su tamaño.

- El transporte de los equipos queda a cargo del contratista. El contratista debe tener en cuenta las dificultades de acceso, la presencia de cercas, la localización de las fuentes de agua y la gestión de permisos que se requieren de los propietarios de los terrenos para el acceso de los mismos y para el desarrollo de las actividades. Para esto último, podrá apoyar dicha gestión con la Alcaldía de cada municipio y el SGC.
- Previo a la firma del Acta de Inicio por las partes, el Contratista deberá relacionar en un informe el listado de personal que ejecutará los trabajos de campo (Profesionales y Técnicos debidamente en regla la documentación), el listado de equipos y vehículos disponibles para la ejecución de los trabajos.
- Ajustarse a los estándares, formatos, modelos y demás especificaciones que le entregue o indique el SGC para la ejecución del Contrato.
- Guardar la confidencialidad de toda la información que le sea entregada o puesta a disposición con ocasión del Contrato.
- Atender los requerimientos del supervisor para la debida ejecución del Contrato y realizar las correcciones, adiciones, revisiones o modificaciones que sean solicitadas.
- El Contratista deberá suministrar y disponer de todos los aspectos, tanto técnicos, de personal, logística que permitan obtener resultados óptimos y dentro del plazo convenido.

8. EQUIPOS

Por lo menos tres (3) equipos de perforación por rotación, que operarán simultáneamente uno por municipio, estos equipos deberán tener una potencia mínima del motor de 30 HP y antigüedad no mayor a 15 años.

El oferente debe presentar una relación detallada de los equipos propuestos para la ejecución de los trabajos, indicando su propietario o propietarios y anexar carta de compromiso de disponibilidad de los mismos. Así mismo, para cada uno, se debe incluir una descripción detallada de las especificaciones técnicas (características, modelo, marca y estado).

No se aceptarán equipos remanofacturados ni repotenciados y que no cuenten con la capacidad suficiente para el logro eficiente de los resultados.

El contratista deberá certificar que cuenta tanto con los equipos de campo y como de oficina adecuados para cumplir el objeto de la contratación. Estos deben ser de marcas reconocidas en el mercado y con la capacidad suficiente para el logro eficiente de los resultados.

9. PRODUCTOS ESPERADOS

Todos los productos que a continuación se relacionan deben entregarse en formatos análogo y digital:

- Informes semanales de avance que relacionarán como mínimo: las generalidades del contrato, un resumen de las actividades realizadas durante el período, registros de campo, resultados parciales, fotografías, porcentaje de avance, imprevistos, entre otros (máximo 5 páginas).

- Original y copia del informe final en formato análogo, que además deberá tener como anexo copia magnética en formato Word, compatible con todas las versiones de Windows y una versión en formato PDF en donde se incluyan las memorias de campo, en formato Excel y PDF los informes de los ensayos laboratorio.

  Contenido mínimo del informe final:

  1. GENERALIDADES
     1.1 Alcance del estudio
     1.2 Organización del informe
     1.3 Descripción de actividades realizadas
     1.4 Delimitación geométrica del área de estudio
  2. BASE TOPOGRÁFICA CON PUNTOS EXPLORADOS
     2.1 Método de trabajo
     2.2 Relacionar e indicar los puntos
  3. EXPLORACIÓN DIRECTA
     3.1 Investigación del subsuelo
     3.2 Localización de la exploración
     3.3 Registros
  4. ENSAYOS DE LABORATORIO
  5. BIBLIOGRAFÍA
  6. ANEXOS

  En el capítulo de exploración del subsuelo se debe hacer la descripción de los equipos empleados, las metodologías aplicadas para la ejecución de los trabajos, localización de los sitios de exploración, descripción general de la geología local, interpretación de resultados de los ensayos de laboratorio, información digital sin procesamiento en formato texto (*.TXT) o compatibles, información digital procesada de los registros de campo y laboratorio.

Formatos de las columnas estratigráficas de las perforaciones en medio magnético y análogo; registro fotográfico del trabajo de campo que complemente, tanto el ítem donde se describe la metodología empleada, así como el de la descripción de la ejecución en cada uno de los sitios de exploración y , correlación litológica, , entre otros, en medio magnético y análogo.

Datos de campo en medio magnético: la información de campo debe presentarse debidamente organizada, tanto en medio digital como análogo, este último en los formatos originales en los cuales se consignó en el momento de la toma. Debe consignarse en cada formato de campo, la marca del equipo utilizado, el nombre del operador, la fecha y demás observaciones técnicas pertinentes.

Mapa de localización de las exploraciones. Cada punto de medición debe contener la localización geográfica (descripción del sitio con referentes permanentes del lugar), las coordenadas y las condiciones relevantes al momento de toma de datos (día lluvioso, día seco, humedad en el suelo, pendiente, observaciones de interés, entre otros). Deben estar debidamente localizados en los respectivos mapas cartográficos a las escalas correspondientes.

Secciones litoestratigráficas del subsuelo a partir de los tipos y distribución de los materiales geológicos registrados en las perforaciones y apiques, de la observación visual y de las correlaciones efectuadas con los resultados de la exploración indirecta.

Registro fotográfico detallado de cada una de las muestras y aspectos de los trabajos realizados

Formatos de los ensayos de laboratorio y de campo realizados, en medio físico y magnético, junto con las memorias de cálculo de cada uno de ellos.

- Acta de permiso para realizar labores de exploración del subsuelo (debidamente diligenciada), para cada punto de exploración.

  NOTA: Los documentos que se produzcan en desarrollo del contrato deberán proporcionar información clara, completa, actualizada, aplicable y verificable en forma sencilla sin redundancias. Se deberá entregar un original y una copia de cada informe presentado junto con sus anexos.

10. PERSONAL REQUERIDO

Para la realización del plan de exploración geotécnica se deberá contar con un equipo de trabajo, el cual deberá cumplir como mínimo con las condiciones indicadas en la tabla 3.

Tabla 2. Personal mínimo requerido

Cargo	Perfil	Experiencia mínima	Cantidad	Dedicación	
				Tiempo	Porcentaje

Director de Proyecto	Profesional en ingeniería Civil, Geólogo o Ingeniero Geólogo	Director de 4 estudios o proyectos de geotecnia (consultoría o institucionales)[1]	1	2 meses	20%
Residente de proyecto 1	Profesional en ingeniería Civil, Geólogo o Ingeniero Geólogo	Participación en 4 estudios o proyectos de geotecnia (consultoría o institucionales)[2]	1	1 mes	100%
Residente de proyecto 2	Profesional en ingeniería Civil, Geólogo o Ingeniero Geólogo	Participación en 4 estudios o proyectos de geotecnia (consultoría o institucionales)[2]	1	1 mes	100%
Residente de proyecto 3	Profesional en ingeniería Civil, Geólogo o Ingeniero Geólogo	Participación en 4 estudios o proyectos de geotecnia (consultoría o institucionales)[2]	1	1 mes	100%
Profesional Especialista	Profesional en ingeniería Civil, Geólogo o Ingeniero Geólogo con experiencia en exploración geotécnica directa	Participación en 4 estudios o proyectos de geotecnia (consultoría o institucionales)	1	1 mes	50%
Técnico de perforación	Operario		3	1 mes	100%
Auxiliar de perforación	-	-	3	1 mes	100%

Notas: 1. No se incluyen interventorías
2. No se incluye experiencia como profesional auxiliar

11. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución de los trabajos será de DOS (2) meses.

Zona 2

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA REALIZAR LA CONTRATACIÓN DE LA "EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA DIRECTA MEDIANTE PERFORACIONES MECÁNICAS POR ROTACIÓN CON MUESTREO CONTÍNUO EN DIÁMETRO HQ, APIQUES, ENSAYOS DE LABORATORIO Y SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN GEOTÉCNICA EN LOS MUNICIPIOS DE YUMBO Y JAMUNDÍ, DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA"

Bogotá D.C., septiembre de 2020

1. ESTUDIO TÉCNICO

El Servicio Geológico Colombiano (SGC) a través del Proceso INVESTIGACIÓN, EVALUACIÓN Y MONITOREO DE AMENAZAS GEOLÓGICAS, desarrolla proyectos para generar conocimiento geocientífico, mediante la investigación, evaluación y monitoreo de los procesos que originan amenazas de origen geológico, con el fin de apoyar el ordenamiento del territorio, la gestión del riesgo, los planes de desarrollo de infraestructura y por lo tanto el desarrollo del país. Entre dichos proyectos, se encuentra la zonificación de amenaza por movimientos en masa a diferentes escalas y en particular las definidas en el Decreto 1077/2015.

Por otra parte, la Ley 1523 de 2012 determina que las zonificaciones de amenazas por movimientos en masa se constituyen en un insumo para la gestión del riesgo de desastres; con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida y al desarrollo sostenible.

Por lo anterior, el SGC y el Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio (MVCyT), suscribieron el pasado 9 de junio de 2020, el convenio 719 de 2020 (Numeración MVCT), 010 de 2020 (Numeración SGC), mediante se elaborarán estudios técnicos para la incorporación de la gestión del riesgo en el proceso de revisión o implementación de los planes de ordenamiento territorial, así como fortalecer técnicamente a las entidades territoriales priorizadas en dicha materia.

Dentro de los estudios técnicos, se encuentran los estudios básicos en suelo urbano de expansión urbana y centros poblados, en las áreas definidas en el convenio 802 de 2019 (MVCT-UNAL-SGC), para los municipios de Yumbo y Jamundí, en el Departamento del Valle del Cauca.

Por lo anterior, se requiere realizar 16 perforaciones de 15 m (en promedio) de profundidad cada una, para un total de 240 m lineales de perforación en el municipio de Yumbo y 18 perforaciones de 15 m (en promedio) de profundidad cada una, para un total de 270 m lineales de perforación en el municipio de Jamundí, es decir, para un gran total de 510 m de perforación con diámetro HQ, con recuperación continua de muestras de los materiales presentes en el área de estudio; en dichas muestras se deberán realizar ensayos de laboratorio para una caracterización físico – mecánica de los materiales geológicos recuperados, que servirá como insumo para la construcción del modelo geológico geotécnico del área de estudio, permitiendo de esta forma cuantificar la amenaza por movimientos en masa en los municipios de Yumbo y Jamundí, en el Departamento del Valle del Cauca.

Adicionalmente, se requiere instalar instrumentación para realizar el monitoreo de los desplazamientos, tasas de movimiento, niveles freáticos y piezométricos en sitios estratégicos, mediante el uso de inclinómetros y piezómetros.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Prestar servicios para realizar la exploración geotécnica directa mediante perforaciones por rotación mecánica en diámetro de muestreo HQ con muestreo continuo, suministro e instalación de instrumentación, ejecución de apiques y ensayos de laboratorio, en los municipios de Yumbo y Jamundí, en el Departamento del Valle del Cauca.

2.2 Objetivos específicos

- Desarrollar exploración geotécnica con equipo de perforación mecánica por rotación con recuperación continua de núcleos en diámetro HQ, con profundidad promedio entre 10 y 30 m, en 34 sitios escogidos en el área urbana, de expansión urbana y parte de la zona rural de cada municipio (16 sitios en Yumbo y 18 sitios en Jamundí), para un total de 510 metros lineales de perforación.
- Obtener muestras inalteradas de los materiales geológicos perforados para su descripción visual y para la ejecución de ensayos geotécnicos de laboratorio.
- Ejecución de apiques con toma de muestra inalterada (bloque) y levantamiento geológico de los materiales observados en las paredes y fondo de la excavación.
- Identificar la profundidad del nivel de agua detectada en cada una de las perforaciones y apiques ejecutados.
- Suministrar e instalar la instrumentación para veinte sitios de perforación distribuidos así: ocho en el municipio de Yumbo y doce en el municipio de Jamundí, en los sitios definidos por el SGC, mediante la instalación de seis piezómetros tipo Casagrande y cuatro inclinómetros en cada municipio respectivamente, en los sitios definidos por el SGC.
- Realizar ensayos de laboratorio sobre las muestras obtenidas en las perforaciones, con el fin de caracterizar los materiales geológicos, mediante ensayos de clasificación, resistencia y compresibilidad.

3. GENERALIDADES

3.3 Área de estudio

El área de estudio está compuesta por dos (2) polígonos: el primero en el municipio de Yumbo Departamento del Valle del Cauca que comprende zonas del área urbana, de expansión urbana y parte de la zona rural incluyendo los sectores de Panorama, Las Cruces, Alto La Estancia, Guabinas, Guatavita, Rinconada y el Predio Semillas; el segundo en el municipio de Jamundí, Departamento del Valle del Cauca, que abarca el área urbana, de expansión urbana y parte de la zona rural pertenecientes a las veredas Peón, Potrerito, Paso de Bolsa, San Isidro y Guachinte, figuras 1 y 2.

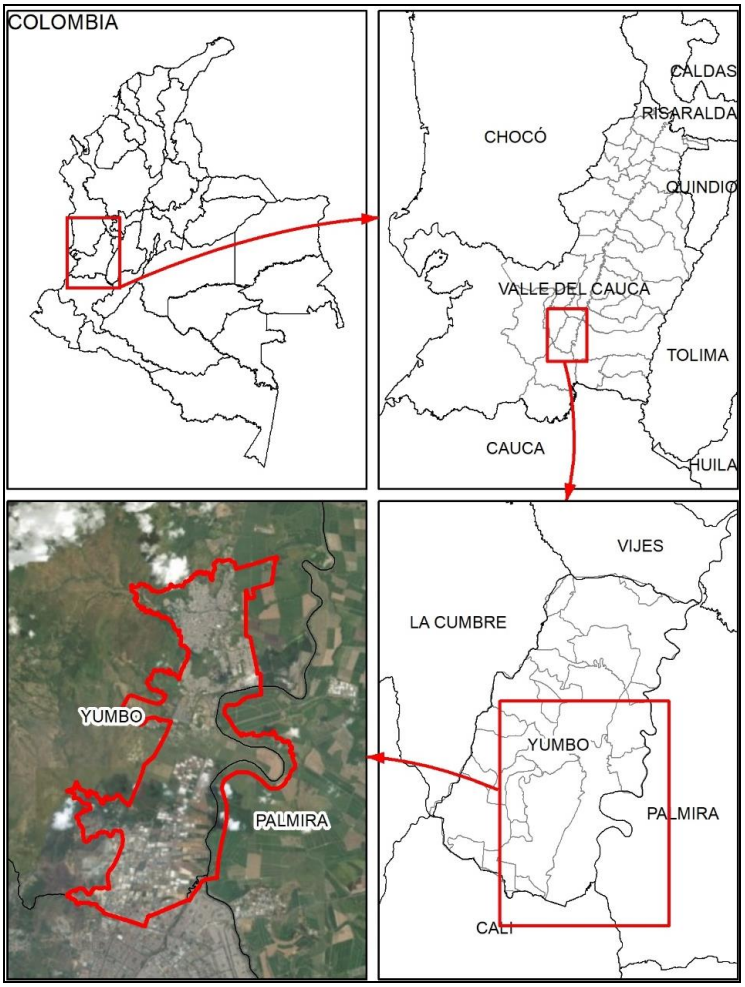


Figura 1. Localización área de estudio-municipio Yumbo, departamento del Valle del Cauca
Fuente: autores

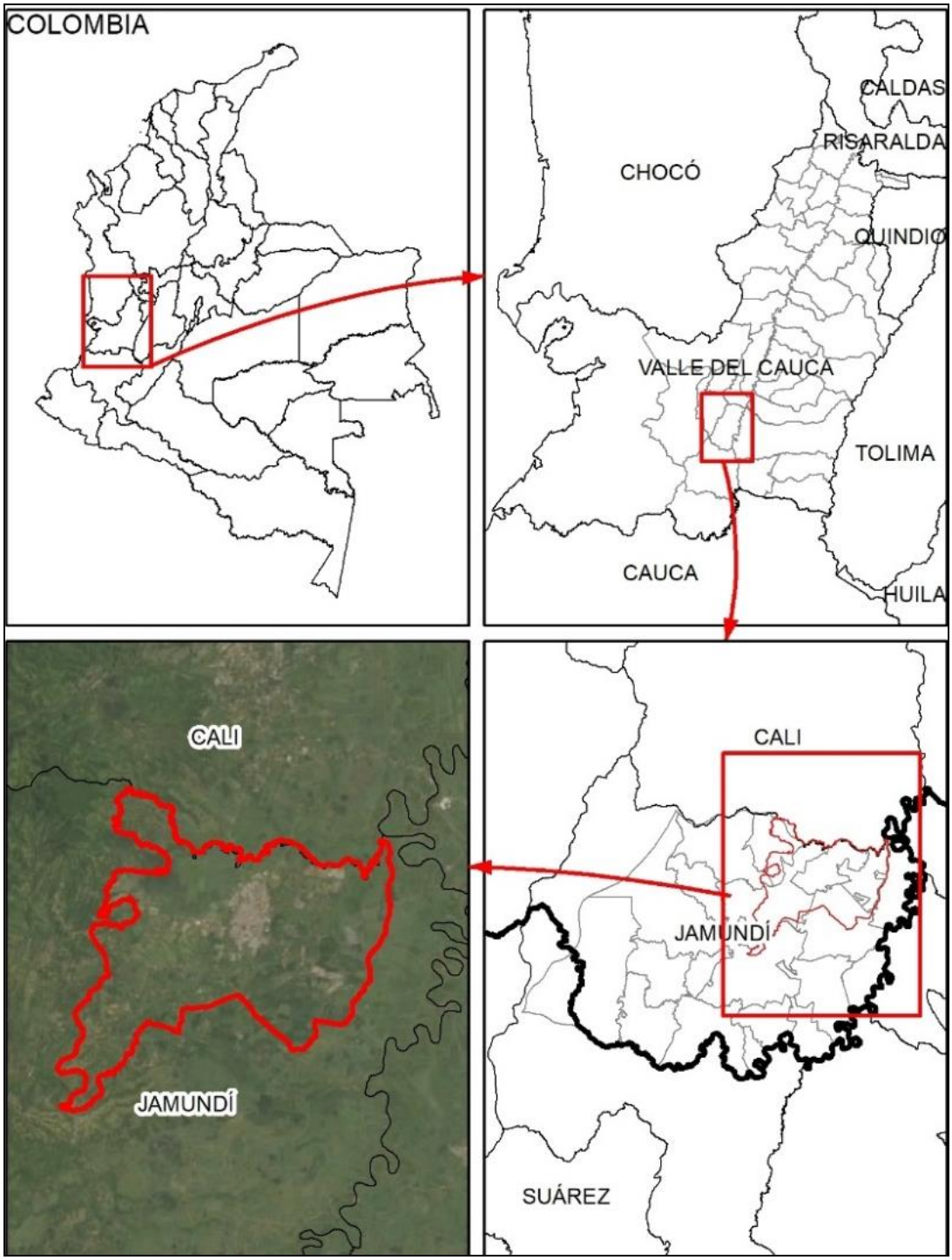


Figura 2. Localización área de estudio-municipio de Jamundí, departamento del Valle del Cauca
Fuente: autores

3.4 Unidades Geológicas o tipos de materiales a identificar en exploración

3.4.1 Municipio de Yumbo-Valle del Cauca

A partir de la información secundaría consultada del municipio de Yumbo a diferentes escalas, se relacionan las unidades litológicas y materiales posibles a encontrar en el área de estudio en la exploración geotécnica, en donde se presentan las unidades geológicas según los mapas geológicos de las planchas 279, 280, 299, 300 a escala 1:100.000 del SGC (figura 3) y su correspondencia con las unidades geológicas a escala 1:1.000 de estudios detallados en algunos sectores del municipio de Yumbo según otros autores (tabla 1).

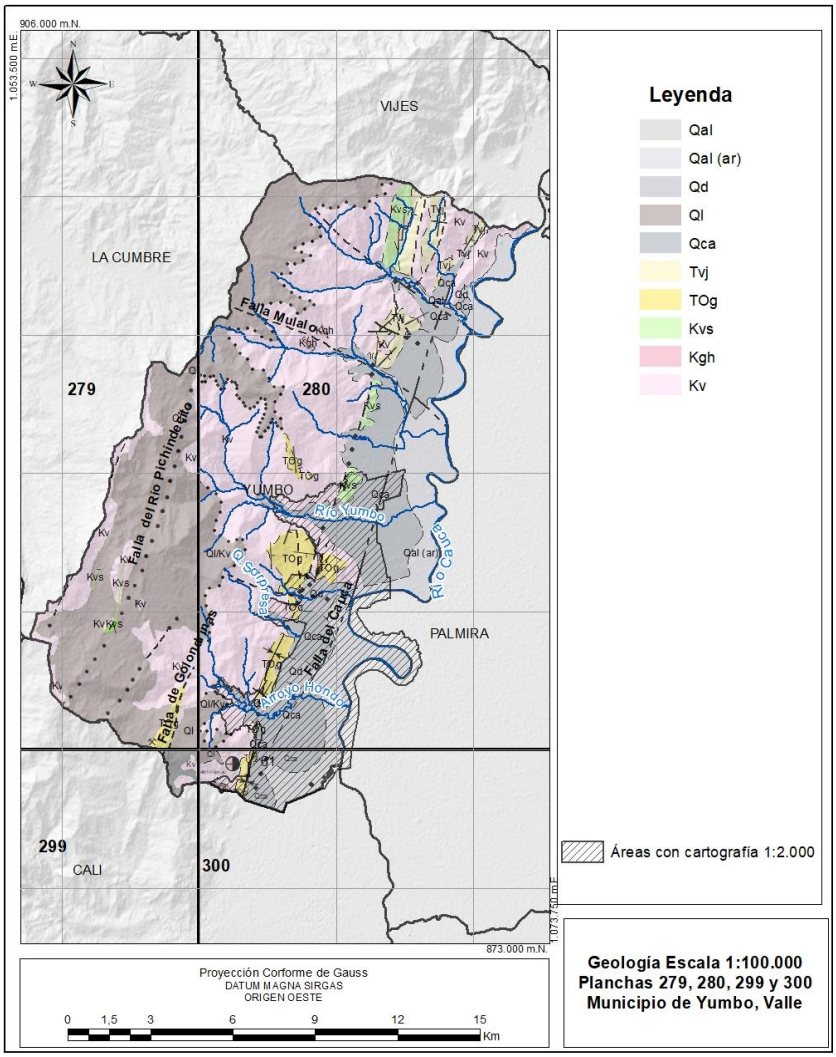


Figura 3. Esquema de unidades geológicas municipio de Yumbo, departamento del Valle del Cauca

Fuente: autores

Tabla 1. Descripción de Unidades Geológicas área exploración municipio de Yumbo

1:100.000 (SGC)	1:1.000 (Paris et al; 2005)	Descripción litológica
Qal	Qall	Depósitos de transición de abanico a llanura aluvial, comprenden arenas, limos y arcillas no consolidadas. A lo largo de los ríos menores son angostas y de textura granular
	Qt	Depósitos de terraza levantados por encima del nivel de base de la erosión y sometidos a disección por las corrientes actuales, generalmente granulares (arenas-gravas)
	Qaj-Qaa	Abanicos aluviales jóvenes y antiguos, con textura arenosa, limoarenosa y arcillosa, con algunas gravas y bloques, espesores de hasta 25 metros
Qca	Qtj-Qta-Qco	Depósitos de conos aluviales, talus o piedemonte jóvenes (Qtj), talud o piedemonte antiguos (Qta), coluviales, presentan espesores de hasta cuatro metros
TOg	Qrv-Qrs	Suelo residual de rocas sedimentarias (Qrs) provenientes de areniscas, lodolítas y conglomerados, Suelo residual de rocas basálticas y diabasicas, presentan espesores de hasta tres metros
	PgOg (E2g)	Formación Guachinte: Rocas sedimentarias parcialmente meteorizadas (TOgm) de areniscas cuarzosas, limolítas, conglomerados, shales y niveles de carbón asociados al horizonte fosilífero La Leona
Kv-Kvs	Kv-K2v	Formación Volcánica (Kv): Roca parcialmente meteorizada de basaltos y diabasas

Fuente: autores

3.4.2 Municipio de Jamundí -Valle del Cauca

Según la información secundaría consultada del municipio de Jamundí, se relacionan las unidades litológicas y materiales posibles a encontrarse en el área de exploración, en donde se presentan las unidades geológicas a partir de los mapas geológicos de las planchas 299, 300, 320 y 321 a escala 1:100.000 del SGC (figura 4) y su correspondencia con las unidades geológicas a escala 1:50.000 de estudios de otros autores como del POMCH (tabla 2).

Tabla 2. Descripción de Unidades Geológicas área exploración municipio de Jamundí

1:100.000 (SGC)	1:50.000 (POMCH)	Descripción litológica
Qal	Qal	Depósitos de llanuras aluviales consistentes en arenas, limos y arcillas no consolidadas. A lo largo de los ríos menores son angostas

1:100.000 (SGC)	1:50.000 (POMCH)	Descripción litológica
		y de textura granular
	Qal(li)	Depósitos aluviales rio Cauca con predominio de material limoso o de llanura de inundación
	Qt	Depósitos de terraza levantados por encima del nivel de base de la erosión y sometidos a disección por las corrientes actuales, generalmente granulares
	Qal7	Aluviones gruesos, generalmente granulares
Qca	Qca(RCl)	Depósitos de conos aluviales o aluviales retrabajados, varían entre fino granular y grueso granular
	Qca(RJa)	
	Qca2(RPan)	
TQj	TQj (Pgoj)	Formación Jamundí: depósitos no consolidados de abanicos aluviales
TOf	TQf (Pgof)	Formación Ferreira: conglomerados cuarzosos y areniscas cuarzosas, lodolítas y niveles de carbón asociados al horizonte fosilífero San Francisco
TOg	TQg (Pgoj)	Formación Guachinte: areniscas, limolítas, lutitas, shales y niveles de carbón asociados al horizonte fosilífero La Leona

Fuente: autores

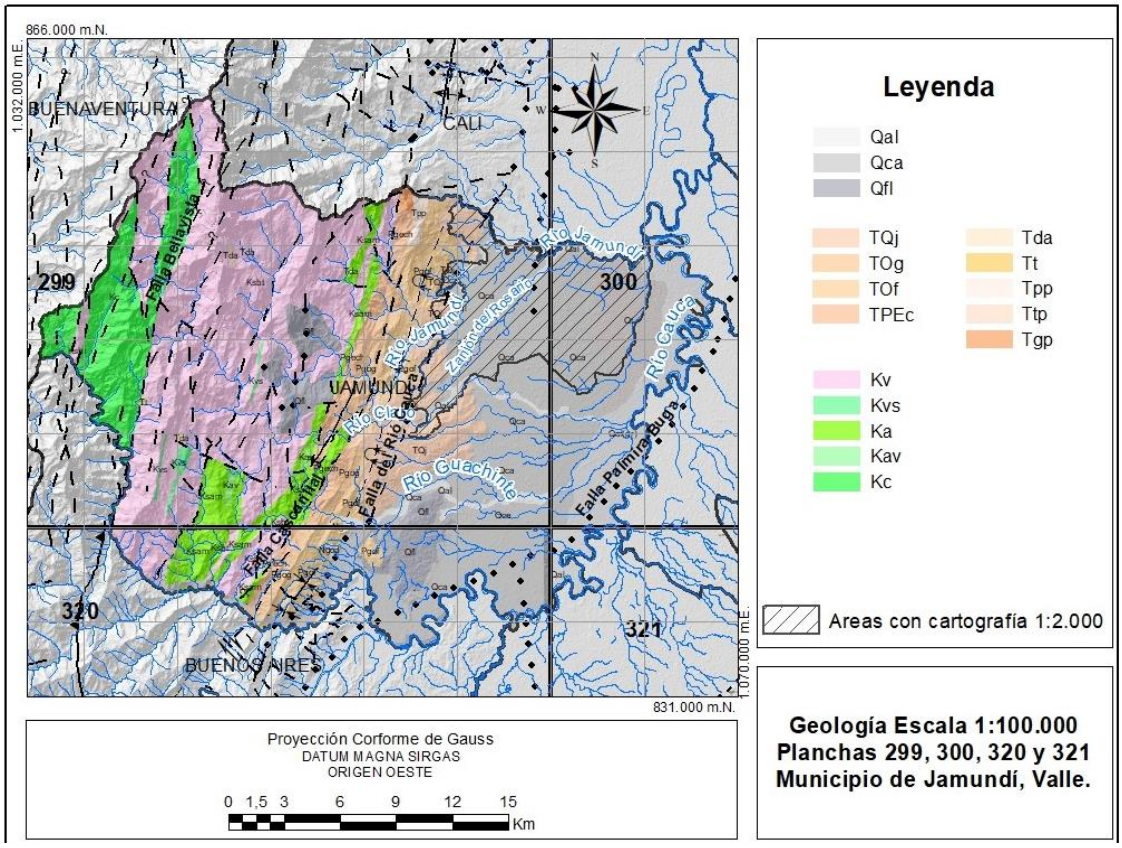


Figura 4. Esquema de unidades geológicas municipio de Jamundí, departamento del Valle del Cauca

Fuente: autores

No obstante lo anterior, “in situ” pueden encontrarse, depósitos coluviales con matriz arenosa o arcillosa, con bloques con diámetros superiores a los 3 m y saprolito (manto meteorizado que se comporta en general como un suelo en términos geotécnicos y que presenta rasgos texturales y estructurales de la roca madre y el cual, sumado con el horizonte VI, conforma el suelo residual tropical (Anon, 1990)). Estos dos tipos de materiales en general presentan espesores entre 3 m y 15 m de espesor. En el proceso de recuperación de muestras inalteradas, es evidente la recuperación de fragmentos de roca, tamaño gravas, cantos o bloques, corresponden a saprolito grueso (Roca decolorada y altamente alterada, en la cual más del 50% del material rocoso está descompuesto o desintegrado a suelo. Fragmentos rocosos rompibles y desmenuzables sin ayuda del martillo. Las estructuras heredadas (planos de estratificación, foliación, diaclasas y zonas de falla) se mantienen, en general se presentan oxidadas, abiertas, con o sin relleno. La meteorización esferoidal es común. Presencia de fragmentos de roca sin meteorizar entre 35 y 70%, Dearman (1974, 1991)).

Es importante mencionar que los materiales en los que se realice la exploración pueden presentar alto grado de fracturamiento y/o alta permeabilidad lo que generaría altos consumos

de agua, motivo por el cual se puede presentar la necesidad de encamisar la excavación y/o uso de aditivos durante los trabajos.

Teniendo en cuenta que los trabajos a ejecutar hacen parte de estudios de zonificación de amenaza por movimientos en masa, estos se realizarán en terrenos con pendientes o inclinaciones altas a escarpadas, de difícil acceso, por lo que se siguiere a los oferentes conocer las zonas de estudio y considerar el entorno social de las mismas.

Así las cosas, los proponentes deben considerar dentro de su propuesta económica las actividades necesarias que le permitan realizar los trabajos contratados, cumpliendo las especificaciones técnicas que se establecen en este documento.

4 ALCANCE DE LOS TRABAJOS DE CAMPO Y LABORATORIO

4.1 Exploración geotécnica directa:

Se realizará en el área urbana, de expansión urbana y parte de la zona rural de cada uno de los municipios de Yumbo y Jamundí, departamento del Valle del Cauca.

- Ejecución de 16 perforaciones mecánicas con equipo de rotación, muestreo continuo, diámetro de muestreo HQ, a profundidad que varía entre 10 y 30 metros, para un total de 240 m de perforación (municipio de Yumbo) y 18 perforaciones mecánicas con equipo de rotación, muestreo continuo, diámetro de muestreo HQ, a profundidad que varía entre 10 y 30 metros, para un total de 270 m de perforación (municipio de Jamundí).
- En caso de encontrarse unidades de roca o el macizo rocoso, se deberá penetrar la roca al menos 2.0 m, para finalizar la perforación, lo anterior de ninguna manera se constituye en un porcentaje estimado de perforación en roca por lo que el contratista deberá perforar todo tipo de materiales.
- Obtener muestras “inalteradas” con fines de caracterización de los materiales geológicos del área de estudio.
- Ejecución de 40 apiques de 1,5 a 2,0 m de profundidad con toma de muestra en bloque con el fin de caracterizar los materiales más superficiales en cada municipio.

4.2 Ensayos de laboratorio de geotecnia:

- Humedad Natural: 90 Ensayos
- Granulometría por tamizado con lavado: 110 ensayos
- Límites de consistencia: 110 ensayos
- Lavado sobre tamiz 200: 50 ensayos
- Granulometría por hidrómetro: 50 ensayos
- Gravedad especifica: 40 ensayos
- Peso unitario (Roca): 30 ensayos

- Peso unitario (Suelo): 50 ensayos
- Compresión inconfinada (Roca): 25 ensayos
- Compresión inconfinada (Suelo): 40 ensayos
- Compresión triaxial - CŪ (3 puntos)(6 carreras): 26 ensayos
- Corte directo - CD, parámetros pico y residual (3 puntos) 6 carreras: 50 ensayos
- Consolidación lenta con descarga y recarga: 14 ensayos

4.3 Instrumentación geotécnica

- Suministro e instalación de tubería y aditamentos para inclinómetro en 8 perforaciones (longitud aproximada 120 m), cuatro inclinómetros por municipio (Yumbo y Jamundí).
- Suministro e instalación de tubería y aditamentos para piezómetro tipo Casagrande en 12 perforaciones (longitud aproximada 180 m), 6 piezómetros en cada municipio (Yumbo y Jamundí).

12. 5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

En la tabla 3, se relacionan las actividades a contratar con su respectiva especificación técnica.

Tabla 3. Especificaciones técnicas asociadas

ÍTEM	1. EXPLORACIÓN DE CAMPO	
	DESCRIPCIÓN	Especificación Asociada
2.1	Perforación mecánica por rotación, diámetro HQ	ASTM D2113 ASTM D5876
2.2	Suministro e instalación tubería y aditamentos para inclinómetro	ASTM D6230
2.3	Suministro e instalación tubería y aditamentos para piezómetro	ASTM D5092
2.4	Apiques 1,5 a 2,0 m de profundidad	INVIAS E-104-13
ÍTEM	2. ENSAYOS DE LABORATORIO	
	DESCRIPCIÓN	Especificación Asociada
2.1	Humedad Natural	ASTM D 2216-10
2.2	Granulometría por tamizado con lavado	ASTM D 422-63 (reaprobada 2007)
2.3	Límites de consistencia	ASTM D 4318-10

ÍTEM	1. EXPLORACIÓN DE CAMPO	
	DESCRIPCIÓN	Especificación Asociada
2.4	Lavado sobre tamiz 200	ASTM D 422-63 (reaprobada 2007) / D-6913
2.5	Granulometría por hidrómetro	ASTM D 422-63 (reaprobada 2007) / D-6913
2.6	Gravedad especifica	ASTM D 854-10
2.7	Peso unitario	ASTM D-2937 (roca) ASTM D-854 (suelo)
2.8	Compresión inconfinada	ASTM D 2938 (roca) ASTM D 2166 - 06 (suelos)
2.9	Compresión triaxial - CŪ (3 puntos)	ASTM D 4767 - 11 ASTM D 2850/03 a (reaprobada 2007)
2.10	Corte directo - CD, parámetros pico y residual (3 puntos). 6 carreras	ASTM D 3080/D3080M - 11
2.11	Consolidación lenta con descarga y recarga	ASTM D-2435

Fuente; Autores

Igualmente los trabajos a realizar deben atender a las especificaciones técnicas que se exponen a continuación:

- Obtener las coordenadas de localización de cada una de las exploraciones indicadas en campo por el supervisor, expresadas en coordenadas geográficas y las correspondientes cotas en msnm, amarradas a la cartografía del IGAC en el sistema MAGNA SIRGAS.
- Realizar perforaciones mecánicas por rotación con recuperación continúa de muestras en diámetro HQ, en un total de 510 m lineales distribuidos de la siguiente manera:
- En la zona urbana y de expansión urbana del municipio de Yumbo, departamento del Valle del Cauca, se requiere de dieciséis (16) perforaciones mecánicas, con profundidades que oscilan entre los 10 m y los 30 m. y en la zona urbana y de expansión urbana del municipio de Jamundí, departamento del Valle del Cauca, se requiere de dieciocho (18) perforaciones mecánicas, con profundidades que oscilan entre los 10 m y los 30 m.

Las perforaciones se deberán realizar exclusivamente por rotación. No se aceptará el avance de perforaciones por percusión y lavado.

- Debe garantizarse en todo momento la estabilidad de la pared de perforación. Cuando se use encamisado, la punta del mismo debe avanzar hasta una cota superior a las cotas previstas del posterior muestreo. El nivel del lodo de perforación dentro de la perforación debe permanecer siempre por encima del rango de cotas del nivel freático comprobado o estimado en el sitio.
- Se deberá mantener durante las perforaciones, profesionales en Ingeniería Civil, Geología o Ingeniería Geológica en calidad de Residentes de Campo, según las cantidades dadas posteriormente, teniendo en cuenta la importancia que reviste su presencia y el requerimiento del personal Propuesto. Estos profesionales deben dedicar tiempo completo durante la ejecución de los trabajos de campo.
- La recuperación de muestras debe ser continua. Cada una de ellas debe identificarse correctamente mediante un rótulo visible que indique los nombres del Proyecto y de la perforación, fecha, número y profundidad de la muestra, longitud de recuperación y observaciones si es necesario. Las muestras deben permanecer aisladas de la intemperie, deben ser envueltas totalmente con papel aluminio y posteriormente envueltas totalmente con vinipel. El rótulo de identificación debe insertarse entre las diferentes capas de vinipel evitando que quede en contacto directo con la muestra para evitar que se humedezca. Debe indicarse sobre la muestra, la dirección de la perforación, mediante una flecha. Las muestras envueltas deben descansar sobre canaletas semi-cilíndricas de PVC y posteriormente envolver el conjunto muestra-canaleta con vinipel. Finalmente, para su preservación, traslado y entrega, las muestras deben almacenarse en las cajas estándar de la Litoteca Nacional, de color azul, según se muestra en la figura 9, con marcas de tope y base, etiquetando cada una de las cajas con la identificación del Proyecto, perforación, números de las muestras, intervalo de profundidad, fecha, contratista y equipo de perforación.
- Las muestras, incluida la caja azul estándar de la Litoteca Nacional, se debe entregar en los sitios y fechas indicadas por el SGC. El costo del empaque y transporte de los núcleos estarán a cargo del Contratista.
- Las cajas azules, estándar de la Litoteca Nacional, son fabricadas con polipropileno de alta densidad (PEAD) se componen de dos partes, cuerpo y tapa, las dimensiones de las cajas son: 960 mm de longitud x 240 mm de ancho x 100 mm de alto (Figura 5).



Figura 5. Caja azul estándar de la Litoteca Nacional. (sobre la tapa se aprecian además las canaletas de PVC)

Fuente; Autores

- En cada una de las cajas de muestras, al tomarse una para realizar ensayos, se debe insertar en su reemplazo listones de madera con la información de los ensayos realizados y la fecha de los mismos, de tal manera que las muestras sobrantes, no utilizadas por el Contratista para la realización de ensayos de laboratorio, deben entregarse según las especificaciones dadas, en las instalaciones del SGC, en la ciudad de Bogotá.

- En el caso de muestras tomadas en tubos de pared delgada (Shelby), éstas no podrán ser extruidas en campo y deben transportarse en el tubo muestreador hasta el sitio de destino. En cada extremo del tubo, se debe retirar al menos 1" de suelo, que servirá para la descripción visual del material. Los extremos del tubo deben sellarse con empaquetadores plásticos expandibles.

- Para las perforaciones en materiales inconsolidados que puedan ser lavados fácilmente durante el proceso (arenas sueltas, matriz arenosa suelta de depósitos coluviales o fluvio-torrenciales, materiales finos de consistencia blanda a muy blanda, entre otros) se debe ajustar la velocidad de rotación del equipo, las condiciones del fluido de perforación y si es el caso otros parámetros mecánicos, de modo que se obtenga la mejor calidad de la muestra; en todo caso, para este tipo de materiales se debe recuperar muestras de bolsas del agua de lavado adicionales a las recuperadas con el muestreador.

- Teniendo en cuenta que las actividades a contratar, tienen como fin primordial el lograr la caracterización geomecánica de los materiales encontrados en las zonas de estudio, así como, determinar su disposición en profundidad, para materiales de difícil

recuperación, el contratista implementará las acciones necesarias, de tal forma que se garantice el muestreo continúo sin importar el tipo de material, entre las que se encuentran:

Uso de polímeros
Uso de bentonitas
Reducción de la presión de hinchado de la tubería de perforación
Reducir la cantidad y presión de agua usada en la perforación
Reducir la velocidad de rotación en la perforación
Reducir la longitud de la corrida a 20 o 30 cm o menos si es necesario

- Los apiques se realizarán manualmente a profundidades de entre 1,5 m y 2,0 m, en función del tipo y distribución de los materiales presentes, logrando obtener en lo posible cada muestra cúbica con dimensiones de 25cm x 25cm x 25cm, y recubriendo la muestra totalmente con vinipel, rotulándola de la misma forma indicada para las muestras de perforación y empacándola para su transporte en una caja de madera.

- La instrumentación mediante instalación de los 6 piezómetros tipo Casagrande (en cada municipio) debe seguir los lineamientos y recomendaciones establecidos en normas técnicas como las presentadas por el Eurocode 7 (Geotechnical design) o AASHTO T 252-09.

- La adecuación de las perforaciones que se destinarán para este tipo de monitoreo, posterior al lavado de las perforaciones, involucra la disposición de tubería de ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno) ranurada, de 70 m.m. de diámetro externo. Su instalación conlleva el sucesivo acople de tramos de 3m., con uso de uniones de 160 mm de longitud, que se insertan progresivamente en el pozo hasta alcanzar su profundidad máxima. Posterior a esta actividad, se procede a estabilizar y confinar la tubería con el vertimiento de arena gruesa (que pasa el tamiz N°4 y es retenida por el N°8), ocupando completamente el espacio libre entre la tubería y la pared de la perforación.

- Así mismo, la instrumentación para monitoreo con inclinómetros (en los municipios de Yumbo y Jamundí) en los 4 puntos definidos, debe ajustarse a los lineamientos y recomendaciones establecidos en normas como INVIAS I.N.V.E – 171, AASHTO T 254 o ASTM D6230-98.

- Los piezómetros tipo Casagrande constan de un tramo de tubería perforado y recubierto con geotextil, que se dispone a la profundidad que se pretende monitorear, y que está en contacto exterior con material drenante (arena gruesa) que se vierte para cumplir con la función de filtro. Suprayaciendo este nivel se materializa un sello impermeable con arcilla.

- El Contratista debe tener en cuenta que debe asumir los gastos correspondientes a la adecuación de accesos y pago de servidumbres en los sitios de trabajo. Además, debe asegurar la entrada a los sitios con los habitantes de la región.

- Para la elaboración del registro fotográfico del muestreo, se debe utilizar una cámara digital. Debe fotografiarse cada una de las cajas de muestras, de tal manera que se cubra eficientemente toda la caja para que la foto registre de manera visible las características de las muestras y el rótulo de la caja. Así mismo, para cada avance de perforación, debe llevarse un registro fotográfico que incluya al menos una imagen en primer plano del total de muestra recuperada y además fotografías de detalle de cada tramo de muestra. Se recomienda que una vez se tome cada fotografía, se revise su calidad (foco, nitidez, etc.) a fin de descartar aquellas de baja calidad y proceder a repetir la captura de la imagen hasta garantizar las mejores imágenes.

- Todos los elementos e insumos necesarios para la ejecución de los trabajos deben ser suministrados y asumidos por el Contratista.

- El Contratista debe tener en cuenta que debe asumir los gastos correspondientes a la adecuación de accesos y de espacios requeridos para la ejecución de las exploraciones.

- El laboratorio de geotecnia propuesto para la ejecución de los ensayos de clasificación, resistencia y compresibilidad a las muestras recuperadas debe contar con certificación vigente.

Teniendo en cuenta los tiempos establecidos en la tabla 4, el SGC, considera que para poder garantizar que la falla se dé en condiciones drenadas, los ensayos de corte directo deberán realizarse implementando un tiempo mínimo hasta la falla (tf) de 240 min, excepto para materiales clasificados como MH y CH, ya que para estos (tf) será de 1440 minutos.

Tabla 4. Tiempo de falla

USCS Classification (D2487)	Minimum Time to Failure, t_f
SW, SP (<5% fines)	10 min
SW-SM, SP_SM, SM (>5% fines)	60 min
SC, ML, CL, SP-SC	200 min
MH, CH	24 h

NOTE 15—The tabulated times are based on estimates of typical normally consolidated coefficient of consolidation values for each soil type and a 1 cm drainage path. A particular soil can vary considerably from these typical values. Square root of time interpretations can yield erroneously fast rates of consolidation for partly saturated or very stiff materials. Shearing overconsolidated specimens will soften the material in

Fuente: ASTM D2487

6. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Las actividades generales que se deben seguir para la correcta ejecución de los trabajos de exploración del subsuelo e instrumentación son las siguientes:

- Recopilación y análisis de información. Es obligación del contratista recopilar y analizar información de tipo geológico y geomorfológico relevante de las zonas de estudio.
- Las perforaciones se deberán planear concertadamente con el supervisor designado por el SGC, con el fin de garantizar la integralidad de las investigaciones. Los equipos para llevar a cabo estas actividades deberán estar en buen estado y debidamente verificados con el fin de garantizar la calidad de los trabajos.
- Las perforaciones se harán de forma simultánea en los tres municipios y deberá realizar toda la exploración directa y recuperación de las muestras durante los primeros 30 días calendario de iniciado el contrato.
- El contratista deberá adelantar las perforaciones en las cuales se implementará la instrumentación, en los lugares que indique el SGC.
- Las primeras 10 perforaciones que realice el contratista, deben ser las perforaciones donde se implemente la instrumentación (en cada municipio).
- Los veinte (20) apiques en cada uno de los municipios, se realizarán dentro de los primeros 15 días de haber iniciado el contrato, en los puntos definidos previamente por el SGC ; se deberán describir cada uno de los horizontes de suelo encontrados con el fin de conocer los materiales identificados en superficie que apoyarán la descripción litológica de las unidades aflorantes superficialmente.
- El contratista remitirá al o a los laboratorios, las muestras recuperadas de forma periódica, por lo menos una vez por semana, garantizando el cumplimiento del cronograma aprobado.
- Registro de campo detallado de perforación: Se debe realizar un registro detallado de campo, con descripción gráfica y registro fotográfico detallado, que incluya nomenclatura, el punto de referencia para todas las medidas de profundidad, localización, cota de inicio y terminación del punto exploratorio, equipo, sistema de perforación utilizado, sistema de muestreo, columna estratigráfica en la cual se incluya la descripción de cada estrato y profundidades del techo y base de cada uno, profundidad total de la perforación, niveles freáticos o niveles de agua en cada punto exploratorio, incluyendo toda observación sobre condiciones de agua, adicionar la información pertinente requerida por las especificaciones del sondeo o por el SGC. Tipo de muestra, profundidad de la muestra tomada y longitud de recuperación. Debe realizarse una descripción detallada de la textura, plasticidad, color y demás características geotécnicas básicas que puedan relacionarse. Durante la perforación, debe mantenerse un registro de tiempo que muestre la tasa de penetración, los tipos

de brocas utilizadas en cada porción de la perforación y una cualificación del nivel de pérdidas del agua de perforación (bajo, medio, alto). El registro de campo de perforación será diligenciado por el residente en el formato aprobado por el supervisor; una vez finalizada cada perforación se debe entregar al supervisor una copia legible del registro correspondiente, al día siguiente de haber finalizado la perforación, el contratista hará entrega en limpio del archivo nativo del registro de campo de la perforación.

- El Contratista deberá entregar un reporte técnico semanal, en el cual se hará el recuento de las actividades ejecutadas, los problemas presentados, su avance, la respuesta a preguntas efectuadas en el informe anterior, inventario de muestras tomadas, inventario de muestras remitidas al laboratorio, perfiles de exploración obtenidos con el respectivo registro fotográfico. Los informes se entregarán al supervisor del SGC o quien esté designado por parte del SGC, para su revisión y discusión conjunta el día de la reunión semanal entre las partes que se establezca en la ejecución del contrato.
- El plan de ensayos de laboratorio sobre las muestras de suelo y/o roca seleccionadas, será definido por el supervisor técnico designado por el SGC. El envío de la totalidad de las muestras al laboratorio, debe realizarse según las especificaciones dadas anteriormente, con el fin de optimizar los tiempos de ejecución de la fase de ensayos de laboratorio y garantizar la ejecución del contrato en el tiempo establecido.
- Para la instrumentación se debe suministrar e instalar la tubería con las siguientes especificaciones en los puntos de perforación definidos por el supervisor, de acuerdo con el tipo de instrumento a instalar.
    - Tubería ABS y aditamentos para inclinómetro para 8 perforaciones (longitud estimada 120 m) y diámetro exterior no menor a 70 mm. Cuatro en cada municipio
    - Tubería PVC y aditamentos para piezómetro tipo Casagrande en 12 perforaciones (longitud aproximada 270 m) y diámetro de 1” a 1.5”; seis en cada municipio.
- Es importante aclarar que las perforaciones donde se instalará la tubería para inclinómetro, debe adecuarse para la realización de ensayos Tipo Down hole, es decir, debe cumplir con los requisitos para realizar ensayos geofísicos, los cuales estarán cargo de otra firma contratista, quien dará la aprobación de la instalación de dicha tubería.
- Los Piezómetros tipo Casagrande deben cumplir las especificaciones mostradas en la figura 6.

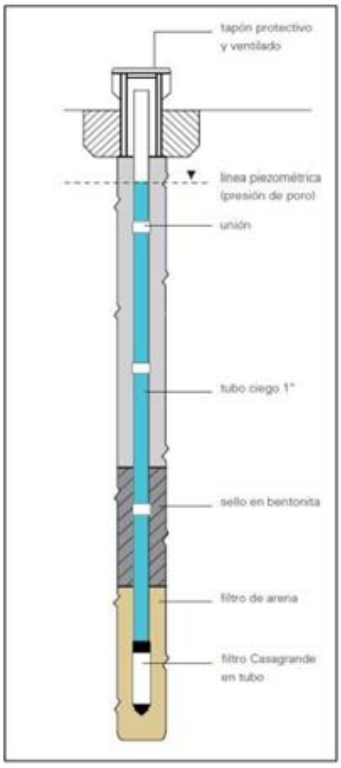


Figura 6. Esquema del piezómetro tipo Casagrande (Fuente: SISGEO, 2016)

Fuente; Autores

- Luego de terminadas las perforaciones donde se realizará la instrumentación geotécnica y una vez instaladas adecuadamente las tuberías requeridas, se debe proteger el tope de las mismas mediante la construcción de un elemento de concreto y/o mampostería y una tapa metálica con candado de seguridad. Sobre cada uno de estos elementos se debe colocar una placa de identificación, la cual contará con los datos de coordenadas y cota del pozo, identificación del contrato mediante el cual se instaló dicho instrumento, fecha de finalización de la perforación y profundidad perforada. El sitio donde se ejecutó la perforación debe entregarse limpio y en las mismas condiciones encontradas previo a los trabajos.
- Se deberá detallar en el informe técnico el o los tipos de procesamientos, análisis e interpretaciones realizadas sobre la caracterización de muestras, generación de columnas geológicas y levantamiento de perfiles estratigráficos en apiques o calicatas. Las memorias serán revisadas por el supervisor. Se deberá entregar al final un registro de datos de campo detallado. Si es del caso, se deberán dar respuesta a las inquietudes y hacer los ajustes que fuesen necesarios.

- Presentación mediante columnas geológicas estratigráficas de cada sitio de exploración, las descripciones de las perforaciones y apiques.
- El contratista deberá realizar la totalidad de los ensayos de laboratorio y entrega resultados a más tardar al cumplimiento de los dos meses de haber iniciado el contrato.

7. OBLIGACIONES ESPECÍFICAS DEL CONTRATISTA

Para alcanzar el objetivo planteado en el presente proceso contractual, se requiere que el Contratista, dé alcance cabal a los siguientes aspectos:

- Realizar todas las actividades necesarias para cumplir con las obligaciones derivadas de la contratación.
- Garantizar la penetración en todo tipo de material, para lo cual deberá contar con los elementos de perforación necesarios, asegurando en todo momento la calidad de las muestras obtenidas.
- Cumplir con el metraje lineal de perforación contratado. Si bien, la profundidad definitiva de las perforaciones puede presentar variaciones con respecto a los promedios estimados, de acuerdo con el tipo y distribución de los materiales encontrados, la longitud total de perforación no será menor a la mínima indicada en los alcances.
- El muestreo será continuo y se propenderá por la recuperación completa de la columna.
- Finalizadas cada una de las perforaciones, suministrar e instalar la tubería y aditamentos del piezómetro o inclinómetro, según sea el caso.
- Finalizada la instalación de la instrumentación se deberá proceder al sellado del pozo, con la colocación de una placa de identificación, según se especificó previamente y a la restauración de los lugares intervenidos que permita su correspondencia con el entorno.
- Finalizadas las perforaciones no utilizadas para monitoreo, se deberá proceder al sellado del pozo rellenándolo superficialmente con el material extraído. El sitio donde se ejecutó la perforación debe entregarse limpio y en las mismas condiciones previas a los trabajos.
- Realizar los ensayos geotécnicos a las muestras, según el tipo y cantidades mínimas ya mencionadas.

- Nota: Las muestras no utilizadas para los ensayos antes mencionados deben entregarse debidamente identificadas, embaladas y empacadas, mediante envíos semanales a las instalaciones del Servicio Geológico Colombiano, en Bogotá.
- Guardar reserva y confidencialidad sobre el contenido de la información que el SGC le confíe y ponga a su disposición para cumplir el objeto de los presentes términos, y deberá hacer extensiva esta determinante al equipo humano vinculado a cualquier actividad en su desarrollo.
- El almacenamiento digital de la información de trabajo y los soportes de seguridad que se requieran para evitar la pérdida parcial o total de la información son responsabilidad del contratista, quien será el responsable único por los perjuicios que le sean imputados en contra del SGC por pérdida de información o entrega no oportuna de la misma.
- Todos los elementos e insumos necesarios para la ejecución de las perforaciones deben ser suministrados y asumidos por el contratista.
- Contar con todos los profesionales y técnicos que se requieran para cumplir cabalmente el contrato, además del personal mínimo exigido.
- Garantizar que todos los profesionales a quienes se les asignen labores en desarrollo del contrato cuenten con matrícula o tarjeta profesional vigente o permiso temporal, cuando a ello hubiere lugar, de conformidad con las normas aplicables.
- Garantizar que el equipo de trabajo propuesto será el mismo que realizará la ejecución del contrato.
- Suministrar y mantener, durante la ejecución del contrato y hasta la liquidación del mismo, el personal profesional y técnico ofrecido, exigido y necesario.
- Considerando que para la ejecución de trabajos de campo se requiere alguna mano de obra no calificada, es recomendable y beneficioso para el proyecto, el procurar involucrar y ofrecer trabajo temporal a la comunidad, de tal forma que ésta no adopte una posición adversa al proyecto, sino que haya una concertación con la comunidad sobre las medidas a adoptar en el terreno para el buen desarrollo de los trabajos (guías, ayudantes, trocheros, vigilantes, entre otros).
- Dedicar el personal requerido en el sitio de ejecución y contar con su disponibilidad de trabajo de acuerdo con el cronograma de ejecución de los trabajos y las necesidades del mismo. Igualmente se deberá tener disponibilidad de personal para atender emergencias, para esta actividad se informará al supervisor sobre el personal disponible, junto con los teléfonos y direcciones donde se puedan ubicar.
- Asumir el pago de los salarios, prestaciones sociales, indemnizaciones y honorarios de todo el personal que ocupe en la ejecución de los trabajos, quedando claro que no existe ningún tipo de vínculo laboral de dicho personal con el SGC ni responsabilidad en los riesgos que se deriven de esa contratación.

- Responder por cualquier tipo de reclamación, judicial o extrajudicial, que instaure, impulse o en la que coadyuve su personal o sus subcontratistas contra el SGC, por causa o con ocasión del contrato.
- Contar con vehículos u otros medios de transporte para la movilización del personal, equipos y muestras de suelo o roca, de tal forma que asegure el cumplimiento del cronograma, además deberá disponer para la ejecución de los trabajos de todos los permisos, autorizaciones, controles, dispositivos, medidas preventivas y requisitos legales vigentes exigidos por el Ministerio de Transporte, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Salud y demás autoridades de tránsito regionales y nacionales.
- El Contratista deberá cumplir con un Plan de Manejo Ambiental y un Plan de Seguridad Industrial, los cuales deberán ser avalados por la supervisión de parte del SGC. El Plan de Manejo ambiental debe establecer explícitamente que, para la ejecución de los trabajos, el Contratista no podrá utilizar agua extraída directa o indirectamente de fuentes naturales como: nacederos, corrientes, lagos o lagunas, cualquiera que sea su tamaño.
- El transporte de los equipos queda a cargo del contratista. El contratista debe tener en cuenta las dificultades de acceso, la presencia de cercas, la localización de las fuentes de agua y la gestión de permisos que se requieren de los propietarios de los terrenos para el acceso de los mismos y para el desarrollo de las actividades. Para esto último, podrá apoyar dicha gestión con la Alcaldía de cada municipio y el SGC.
- Previo a la firma del Acta de Inicio por las partes, el Contratista deberá relacionar en un informe el listado de personal que ejecutará los trabajos de campo (Profesionales y Técnicos debidamente en regla la documentación), el listado de equipos y vehículos disponibles para la ejecución de los trabajos.
- Ajustarse a los estándares, formatos, modelos y demás especificaciones que le entregue o indique el SGC para la ejecución del Contrato.
- Guardar la confidencialidad de toda la información que le sea entregada o puesta a disposición con ocasión del Contrato.
- Atender los requerimientos del supervisor para la debida ejecución del Contrato y realizar las correcciones, adiciones, revisiones o modificaciones que sean solicitadas.
- El Contratista deberá suministrar y disponer de todos los aspectos, tanto técnicos, de personal, logística que permitan obtener resultados óptimos y dentro del plazo convenido.

8. EQUIPOS

Por lo menos cuatro (4) equipos de perforación por rotación, que operarán simultáneamente dos por municipio, estos equipos deberán tener una potencia mínima del motor de 30 HP y antigüedad no mayor a 15 años.

El oferente debe presentar una relación detallada de los equipos propuestos para la ejecución de los trabajos, indicando su propietario o propietarios y anexar carta de compromiso de disponibilidad de los mismos. Así mismo, para cada uno, se debe incluir una descripción detallada de las especificaciones técnicas (características, modelo, marca y estado).

No se aceptarán equipos remanofacturados ni repotenciados y que no cuenten con la capacidad suficiente para el logro eficiente de los resultados.

El contratista deberá certificar que cuenta tanto con los equipos de campo y como de oficina adecuados para cumplir el objeto de la contratación. Estos deben ser de marcas reconocidas en el mercado y con la capacidad suficiente para el logro eficiente de los resultados.

9. PRODUCTOS ESPERADOS

Todos los productos que a continuación se relacionan deben entregarse en formatos análogo y digital:

- Informes semanales de avance que relacionarán como mínimo: las generalidades del contrato, un resumen de las actividades realizadas durante el período, registros de campo, resultados parciales, fotografías, porcentaje de avance, imprevistos, entre otros (máximo 5 páginas).

- Original y copia del informe final en formato análogo, que además deberá tener como anexo copia magnética en formato Word, compatible con todas las versiones de Windows y una versión en formato PDF en donde se incluyan las memorias de campo, y en formato Excel y PDF los informes de los ensayos laboratorio.

  Contenido mínimo del informe final:

  1. GENERALIDADES
     1.1 Alcance del estudio
     1.2 Organización del informe
     1.3 Descripción de actividades realizadas
     1.4 Delimitación geométrica del área de estudio
  2. BASE TOPOGRÁFICA CON PUNTOS EXPLORADOS
     2.1 Método de trabajo
     2.2 Relacionar e indicar los puntos
  3. EXPLORACIÓN DIRECTA

3.1 Investigación del subsuelo

3.2 Localización de la exploración

3.3 Registros

4. ENSAYOS DE LABORATORIO
5. BIBLIOGRAFÍA
6. ANEXOS

En el capítulo de exploración del subsuelo se debe hacer la descripción de los equipos empleados, las metodologías aplicadas para la ejecución de los trabajos, localización de los sitios de exploración, descripción general de la geología local, interpretación de resultados de los ensayos de laboratorio, información digital sin procesamiento en formato texto (*.TXT) o compatibles, información digital procesada de los registros de campo y laboratorio..

Formatos de las columnas estratigráficas de las perforaciones en medio magnético y análogo; registro fotográfico del trabajo de campo que complemente, tanto el ítem donde se describe la metodología empleada, así como el de la descripción de la ejecución en cada uno de los sitios de exploración, correlación litológica, , entre otros, en medio magnético y análogo.

Datos de campo en medio magnético: la información de campo debe presentarse debidamente organizada, tanto en medio digital como análogo, este último en los formatos originales en los cuales se consignó en el momento de la toma. Debe consignarse en cada formato de campo, la marca del equipo utilizado, el nombre del operador, la fecha y demás observaciones técnicas pertinentes.

Mapa de localización de las exploraciones. Cada punto de medición debe contener la localización geográfica (descripción del sitio con referentes permanentes del lugar), las coordenadas y las condiciones relevantes al momento de toma de datos (día lluvioso, día seco, humedad en el suelo, pendiente, observaciones de interés, entre otros). Deben estar debidamente localizados en los respectivos mapas cartográficos a las escalas correspondientes.

Secciones litoestratigráficas del subsuelo a partir de los tipos y distribución de los materiales geológicos registrados en las perforaciones y apiques, de la observación visual y de las correlaciones efectuadas con los resultados de la exploración indirecta.

Registro fotográfico detallado de cada una de las muestras y aspectos de los trabajos realizados

Formatos de los ensayos de laboratorio y de campo realizados, en medio físico y magnético, junto con las memorias de cálculo de cada uno de ellos.

- Acta de permiso para realizar labores de exploración del subsuelo (debidamente diligenciada), para cada punto de exploración.

NOTA: Los documentos que se produzcan en desarrollo del contrato deberán proporcionar información clara, completa, actualizada, aplicable y verificable en forma sencilla sin redundancias. Se deberá entregar un original y una copia de cada informe presentado junto con sus anexos.

10. PERSONAL REQUERIDO

Para la realización del plan de exploración geotécnica se deberá contar con un equipo de trabajo, el cual deberá cumplir como mínimo con las condiciones indicadas en la tabla 5.

Tabla 5. Personal mínimo requerido

Cargo	Perfil	Experiencia mínima	Cantidad	Dedicación	
				Tiempo	Porcentaje
Director de Proyecto	Profesional en ingeniería Civil, Geólogo o Ingeniero Geólogo	Director de 4 estudios o proyectos de geotecnia (consultoría o institucionales)[1]	1	2 meses	20%
Residente de proyecto 1	Profesional en ingeniería Civil, Geólogo o Ingeniero Geólogo	Participación en 4 estudios o proyectos de geotecnia (consultoría o institucionales)[2]	1	1 mes	100%
Residente de proyecto 2	Profesional en ingeniería Civil, Geólogo o Ingeniero Geólogo	Participación en 4 estudios o proyectos de geotecnia (consultoría o institucionales)[2]	1	1 mes	100%
Residente de proyecto 3	Profesional en ingeniería Civil, Geólogo o Ingeniero Geólogo	Participación en 4 estudios o proyectos de geotecnia (consultoría o institucionales)[2]	1	1 mes	100%
Residente de proyecto 4	Profesional en ingeniería Civil, Geólogo o Ingeniero Geólogo	Participación en 4 estudios o proyectos de geotecnia (consultoría o institucionales)[2]	1	1 mes	100%

Profesional Especialista	Profesional en ingeniería Civil, Geólogo o Ingeniero Geólogo con experiencia en exploración geotécnica directa	Participación en 4 estudios o proyectos de geotecnia (consultoría o institucionales)	1	1 mes	50%
Técnico de perforación	Operario		4	1 mes	100%
Auxiliar de perforación	-	-	4	1 mes	100%

Notas: 1. No se incluyen interventorías
2. No se incluye experiencia como profesional auxiliar

11. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución de los trabajos será de DOS (2) meses.