ALCALDIA DE
SANTIAGO DE CALI

SANTIAGO DE CALI DISTRITO ESPECIAL – UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PUBLICOS
NIT. 890399011-3

CONSULTOR

INGENIERÍA Y DESARROLLO NACIONAL INALDEX S.A.S
NIT. 901.431.997-5

INALDEX

CONTRATO 4182.010.26.1.326-2025

REALIZAR EL PSMV (PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS) DEL CORREGIMIENTO DE MONTEBELLO DEL DISTRITO ESPECIAL DE SANTIAGO DE CALI.

INFORME DE ACTIVIDADES



DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA
SANTIAGO DE CALI
AGOSTO DE 2025

CONTROL DE CAMBIOS

VERSIÓN ACTUAL	FECHA	NATURALEZA DEL CAMBIO
00	21 de Agosto del 2025	Versión Inicial

PROYECTÓ



JOSÉ CARLOS VERGARA MENDOZA
Director de Consultoría
INGENIERIA Y DESARROLLO NACIONAL INALDEX SAS

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN **6**

1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO **7**

1.1 OBJETIVO DEL PROYECTO **7**

2 GENERALIDADES DEL CONTRATO **8**

2.1 CONTRATO NO. 4182.010.26.1.326-2025 DEL 2025 ..... **8**

2.1.1 Administrativa y Legal 8
2.1.2 Aspectos Financieros 9

2.2 ASPECTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO **17**

2.2.1 Cronograma de Actividades 18
2.2.3 Personal de la Consultoría 6
2.2.4 Gestión de Comités de Seguimiento 7
2.2.5 Relación de Correspondencia Enviada 7
2.2.6 Descripción de Actividades Desarrolladas Contrato 4182.010.26.1.326-2025 8

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 2.1. Póliza del Contrato de Consultoría, Anexo 0. 9
Tabla 2.2. Póliza de Responsabilidad Civil Extracontractual Contrato de Consultoría, Anexo 0. 9
Tabla 2.3. Valor por producto 17
Tabla 2.4. Resumen de Actividades Realizadas 18
Tabla 2.5. Cronograma de Actividades Contrato de Consultoría. 19
Tabla 2.6. Estado de Avance según actividades 19
Tabla 2.7. Personal de la Consultoría para el periodo reportado 6
Tabla 2.8. Comités Ejecutados en el Periodo Reportado 7
Tabla 2.9. Relación Correspondencia Enviada 8
Tabla 2.10. Localización Vertimientos Municipio de Montebello. 9
Tabla 2.11. Parámetros a Muestrear Descarga Alcantarillado 12
Tabla 2.12. Coordenadas puntos de muestreo. 14
Tabla 2.13. Resumen Plan de Muestreo 15
Tabla 2.14. Consistencia Suelos Cohesivos 18
Tabla 2.15. Compacidad Suelos Granulares 18
Tabla 2.16. RAS-2017 Título G.2.2 Número mínimo de sondeos 20
Tabla 2.17. Sondeos y Profundidad 23
Tabla 2.18. Registro Fotográfico Durante la Inspección a Pozos 28
Tabla 2.19. Coordenadas de Inicio y de Fin de las Líneas de Sísmica de Refracción/MASW en el área de la PTAR de Montebello, Sistema de Coordenadas Central. 29
Tabla 2.20. a) Velocidades de Onda Sísmica P para diferentes tipos de Suelos y Roca. b) Caracterización Sísmica de Suelos a partir de la velocidad de onda S, Según la Norma NSR-10. 34
Tabla 2.21. Clasificación de los suelos de acuerdo con el valor de onda S promedio del perfil de suelos Vs30. Son clasificados como tipo C. 35
Tabla 2.22. Velocidades de Onda S y P para los diferentes suelos y estratos presentes en el área. 36

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 2.1. Vertimiento La Piscina 9
Figura 2.2. Vertimiento Carbonero 9
Figura 2.3. Localización Vertimientos Municipio de Montebello. 10
Figura 2.4. Esquema zona de mezcla vertimiento a un cuerpo de agua lótico. 12
Figura 2.5. Perfil de Muestreo de la Quebrada El Chocho 13
Figura 2.6. Ubicación puntos de muestreo. 14
Figura 2.7. Torre de Perforación a Motor 18
Figura 2.8. Sección transversal del tomador de muestra. tubo Schelby. 19
Figura 2.9. Equipo de perforación a rota- percusión a Utilizar 22
Figura 2.10. Esquema Representativo de Toma de Datos en Campo 26
Figura 2.11. Ficha de referenciación Datos en Campo. 27
Figura 2.12. Ubicación de las líneas sísmicas en la zona la PTAR en Montebello. 30
Figura 2.13. Extracto de la plancha geológica 299 Jamundi, (INGEOMINAS, 1984), se muestra la ubicación de la zona de estudio y las líneas sísmicas realizadas 31
Figura 2.14. Principio del método de refracción sísmica. a) El método estudia los cambios de pendiente en los primeros arribos de la onda refractada por las diferentes interfaces del subsuelo b) Regiones sísmicas en un sismograma se muestran zonas donde está el cambio de pendiente de la onda refractada, las ondas reflejadas y el arribo de las ondas superficiales, en el caso de la sísmica de refracción solo interesa el primer arribo de la onda superficial. 32
Figura 2.15. Proceso en el análisis de datos MASW para obtener una curva de velocidad de onda S en función de la profundidad. a) Registro sísmico MASW, b) Coherencia, c) Espectro y curva de dispersión, d) Curva de velocidad de onda S en función de la profundidad 33
Figura 2.16. Sismógrafo Geode-Geometrics de 24 Canales. 35
Figura 2.17. Geología Regional. Sector Corregimiento Montebello. 37
Figura 2.18. Geomorfología Local. Sector Corregimiento Montebello. Plancha 299 Jamundí. 39
Figura 2.19. Perforaciones Nos, 3 y 4. 39
Figura 2.20. Perforaciones Nos, 1 y 2. 40
Figura 2.21. Muestras Extraídas desde nivel 0.00-6.00m. 40
Figura 2.22. Muestras Extraídas desde nivel 7.50-12.00m. 41
Figura 2.23. Identificación de regiones con potencial afectación por falla planar de macizos rocosos. Líneas punteadas encierran la zona estereográfica en la que dicho mecanismo de falla tendrá incidencia directa sobre la ladera del predio. 42
Figura 2.24. Análisis cinemático de ladera natural con inclinación 75° en dirección 225° para mecanismo de falla planar. Nótese la generación de zona de colapso/falla. 42
Figura 2.25. Identificación de regiones con potencial afectación por falla por generación de diedros de macizos rocosos. Líneas punteadas encierran la zona estereográfica en la que dicho mecanismo de falla tendrá incidencia directa sobre la ladera del predio. 43
Figura 2.26. Análisis cinemático de ladera natural con inclinación 60° en dirección 220° para mecanismo de falla por generación de diedros. Nótese la generación de zona de colapso/falla. 43

Figura 2.27. Identificación de regiones con potencial afectación por falla flexural de macizos rocosos. Líneas punteadas encierran la zona estereográfica en la que dicho mecanismo de falla tendrá incidencia directa sobre la ladera del predio. 44
Figura 2.28. Análisis cinemático de ladera natural con inclinación 65° en dirección 230° para mecanismo de falla flexural. Nótese la ausencia de generación de zona de colapso/falla. 44
Figura 2.29. Modelo lito-mecánico generalizado del predio. 45

INTRODUCCIÓN

LA **ALCALDIA DE SANTIAGO DE CALI**, Representado Legalmente por **WALTER CAMILO MURCIA LOZANO,** identificado con CC. 6.228.009, consciente de las necesidades insatisfechas en las comunidades aferentes a su competencia y en su esfuerzo por implementar y ofrecer condiciones aptas de saneamiento y manejo de vertimientos para el **CORREGIMIENTO DE MONTEBELLO** del distrito especial de Santiago de Cali, ha optado por celebrar el **CONTRATO DE CONSULTORÍA 4182.010.26.1.326-2025,** cuyo objeto es **"REALIZAR EL PSMV (PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS) DEL CORREGIMIENTO DE MONTEBELLO DEL DISTRITO ESPECIAL DE SANTIAGO DE CALI"** el cual fue adjudicado por medio del **CONCURSO DE MÉRITOS ABIERTO No.4182.010.32.1.326-2025.,** al **INGENIERIA Y DESARROLLO NACIONAL INALDEX SAS,** identificado con NIT. 901431997-5, Representada Legalmente por el señor **JOSE CARLOS VERGARA MENDOZA**, identificado con Cédula de Ciudadanía 92.559.960 de Corozal - Sucre. Esta decisión estuvo soportada en las condiciones técnico – económicas presentadas, cuyos lineamientos fueron los idóneamente solicitados por el ente encargado para encomendar tales fines.

Por su parte el **INGENIERIA Y DESARROLLO NACIONAL INALDEX SAS,** responsable de sus compromisos y técnicamente capacitado para adelantar los propósitos trazados, ha desarrollado sus labores tendientes a cumplir con las obligaciones planteados y pactados por medio del **CONTRATO DE CONSULTORÍA 4182.010.26.1.326-2025.** En ese mismo orden, se ha decidido como parte del correcto desarrollo de las actividades, estructurar el presente Informe.

En términos generales, según lo establece el **CORREGIMIENTO DE MONTEBELLO del Distrito Especial de Santiago de Cali,** y en especial en los Alcances y Requerimientos Técnicos, el proyecto se enmarca en los productos detallados a continuación:

- Producto 1: Revisión y análisis del alcantarillado existente en el corregimiento de Montebello, veredas y corregimientos que fluyen a la PTAR Montebello
- Producto 2: Estudio, diseño y cálculo del alcantarillado en el corregimiento de Montebello, veredas y corregimientos que fluyen a la PTAR de Montebello
- Producto 3: Aspectos Financieros
- Producto 4: PSMV Corregimiento Montebello

El presente documento presenta el **Informe de Actividades No.1** para el Corregimiento de Montebello, del Distrito Especial de Santiago de Cali.

1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto corresponde a la Consultoría para la Realización del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos del Corregimiento de Montebello, Distrito Especial de Santiago de Cali.

1.1 OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo general del proyecto es contratar los servicios de una Consultoría, la cual busca Realizar Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos del corregimiento de Montebello, Distrito especial de Santiago de Cali, además de obtener la información primaria, a fin de fundamentar los resultados obtenidos en el proceso de elaboración de los estudios básicos, de tal forma que sirvan como punto de referencia para la elaboración de las alternativas de diseño del sistema de Alcantarillado de la zona de estudio y el evaluar el estado actual del Sistema de Alcantarillado mediante el levantamiento catastral de redes y estructuras a través de lo establecido en las especificaciones técnicas.

2 GENERALIDADES DEL CONTRATO

A continuación, se presenta la Información general del Contrato de Consultoría No. 4182.010.26.1.326-2025 del 2025, tales como aspectos legales financieros, técnicos, administrativos entre otros teniendo en cuenta el acta de inicio del contrato.

2.1 CONTRATO NO. 4182.010.26.1.326-2025 DEL 2025

INGENIERIA Y DESARROLLO NACIONAL INALDEX SAS desarrollará "REALIZAR EL PSMV (PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS) DEL CORREGIMIENTO DE MONTEBELLO DEL DISTRITO ESPECIAL DE SANTIAGO DE CALI"; para esto, la Consultoría debe apoyarse en la revisión y consolidación de la información requerida para lograr la viabilidad de los diseños del proyecto:

- Producto 1: Revisión y análisis del alcantarillado existente en el corregimiento de Montebello, veredas y corregimientos que fluyen a la PTAR Montebello
- Producto 2: Estudio, diseño y cálculo del alcantarillado en el corregimiento de Montebello, veredas y corregimientos que fluyen a la PTAR de Montebello
- Producto 3: Aspectos Financieros
- Producto 4: PSMV Corregimiento Montebello

2.1.1 ADMINISTRATIVA Y LEGAL

A continuación, se presentan los aspectos contractuales del proyecto en mención.

CONTRATO No.	4182.010.26.1.326-2025 DEL 2025
OBJETO	"REALIZAR EL PSMV (PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS) DEL CORREGIMIENTO DE MONTEBELLO DEL DISTRITO ESPECIAL DE SANTIAGO DE CALI"
VALOR	DOS MIL SEISCIENTOS MILLONES QUINIENTOS NOVENTA Y NUEVE MIL NOVECIENTOS SESENTA Y TRES PESOS M/CTE $(2.600.599.963) **IVA INCLUIDO**= CUATROCIENTOS QUINCE MILLONES DOSCIENTOS VEINTIÚN MUL OCHOCIENTOS CUARENTA Y TRES PESOS M/CTE $(415.221.843)
CONSULTOR	INGENIERIA Y DESARROLLO NACIONAL INALDEX SAS
IDENTIFICACIÓN	NIT. 901431997-5
REPRESENTANTE LEGAL:	José Carlos Vergara Mendoza
C.C.	92.559.960 de Corozal, Sucre
DIRECCIÓN	Carrera 70 A BIS No 104-51 Bogotá D.C. Barrio Morato
TELÉFONO	(1) 8027452 -6024550
CORREO ELECTRÓNICO	ingenieria@inaldex.com; coordinacion@inaldex.com
PLAZO INICIAL	5 MESES

Dando cumplimiento a los requisitos contractuales, se cuenta con la Póliza de Cumplimiento No. 980-47-994000030676 de Aseguradora Solidaria de Colombia y la Poliza de Responsabilidad Civil Extracontractual No. 980-74-994000011793 con base en el contrato de la referencia.

A continuación, se presenta la relación de pólizas correspondientes al Contrato de Consultoría, las cuales se encuentran vigentes a la fecha del presente informe y fueron aprobadas por la oficina asesora jurídica del Corregimiento de Montebello.

PÓLIZA DE CUMPLIMIENTO No. 980-47-994000030676 ANEXO 0			
AMPAROS	VIGENCIA		SUMA ASEGURADA
	DESDE	HASTA	
CUMPLIMIENTO	05/06/2025	05/05/2025	$520.119.992,60
PAGO DE SALARIOS, PRESTACIONES SOCIALES LEGALES E INDEMNIZACIONES LABORALES	05/06/2025	05/11/2028	$208.047.997,04
CALIDAD DEL SERVICIO	05/11/2025	05/11/2026	$520.119.993,00

Tabla 2.1. Póliza del Contrato de Consultoría, Anexo 0.
Fuente. Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025.

PÓLIZA DE RESPONSABILIDAD CIVIL EXTRACONTRACTUAL No. 980-74-994000011793 ANEXO 0			
AMPAROS	VIGENCIA		SUMA ASEGURADA
	DESDE	HASTA	
PREDIOS LABORES Y OPERACIONES	05/06/2025	05/02/2026	$427.050.000

Tabla 2.2. Póliza de Responsabilidad Civil Extracontractual Contrato de Consultoría, Anexo 0.
Fuente. Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025.

2.1.2 ASPECTOS FINANCIEROS

2.1.2.1 FORMA DE PAGO

De conformidad con lo establecido en el Contrato de Consultoría 4182.010.26.1.326-2025 del 2025, la **Cláusula 4 - Valor del Contrato y forma de pago** estipula lo siguiente:

> "*…Santiago de Cali Distrito Especial – UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS pagará al Consultor el valor del presente Contrato con cargo al Certificado de Disponibilidad Presupuestal No. 3600011561, expedidos el día 22/04/2025. El presente Contrato está sujeto a registro presupuestal y el pagode su valor a las apropiaciones presupuestales. La Entidad Estatal Contratante pagará al Consultor el valor del contrato de la siguiente manera: pagos parciales de acuerdo con el avance (para tal fin el consultor presentará a los tres días hábiles siguientes al inicio del contrato de consultoría, el cronograma ajustado con las fechas de entrega de los productos pactados en el contrato). Para efectos de los pagos de las actas parciales se verificará por parte de la supervisión designada la entrega de los productos en las calidades, especificaciones técnicas y demás requisitos establecidos en el contrato y sus anexos técnicos que lo integran. Los pagos se realizarán conforme a los precios ofertados de cada producto, previa certificación del supervisor y presentación de la factura debidamente diligenciada, siguiendo los requisitos para el trámite de pagos. Las situaciones acaecidas, de manera posterior a la suscripción del contrato no podrán generar costos adicionales a los ya dispuestos por la entidad.*

Los pagos se realizarán previa entrega de los productos señalados por la Entidad, certificación de recibo a satisfacción por parte del supervisor del contrato, la factura con el cumplimiento de los requisitos legales, acta de recibo parcial y/o final y la constancia de pago de los aportes correspondientes a seguridad social, los cuales deberán cumplir las previsiones legales. Los pagos se realizarán dentro de los quince (15) siguientes a fecha de presentación de los siguientes documentos: i) Factura con el cumplimiento de los requisitos legales; ii) Acta de recibo parcial y/o final según corresponda, firmada por el supervisor y recibida a satisfacción por parte de la entidad; iii) Certificación de cumplimiento por parte del supervisor del contrato; iv) Acreditación de encontrarse a paz y salvo por concepto de aportes al sistema integral de seguridad social y parafiscales. De todas formas, se entiende que los pagos quedan subordinados a la apropiación y disponibilidad presupuestal ajustándose al (P.A.C) …"

En la siguiente tabla se muestra la relación de costo por producto según lo establecido contractualmente.

ITEM	DESCRIPCION	VALOR TOTAL
1.1.5	**PSMV CORREGIMIENTO DE MONTEBELLO**	
1.1.5.2	**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL - PMA**	
1.1.5.2.1	Realizar el Plan de Manejo Ambiental de acuerdo a los lineamientos, normas y diseños que establece la CVC para este tipo de proyectos, a saber: - Introducción y justificación - Diagnostico ambiental caracterización de vertimientos - Evaluación del impacto ambiental de los vertimientos - Objetivos del Plan de Seguridad y Manejo de Vertimientos (PSMV) - Estrategias y Medidas para el Manejo de Vertimientos - Plan de Acción ante Emergencias y Vertimientos Accidentales - Monitoreo y Control de los Vertimientos - Capacitación y Sensibilización - Informe y Documentación - Evaluación y Mejora Continua - Conclusión - Informe Final	$105.270.970
1.1.5.4	**PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO - PGR**	
1.1.5.4.1	Realizar el Plan de Gestión de Riesgos con el siguiente alcance: - Objetivo del PGR - Identificación de los riesgos (Operacionales, Ambientales, Seguridad, Sociales) - Evaluación de los riesgos - Estrategia de mitigación y control - Mitigación de riesgos (Operacionales, Ambientales, Seguridad, Sociales) - Plan de respuesta ante emergencias - Monitoreo y revisión del plan - Responsabilidades - Presupuesto - Informe Final	$105.270.970
1.1.5.5	**PLAN DE MANEJO DE VERTIMIENTOS DE LA PTAR**	
1.1.5.5.1	Realizar un Plan de Manejo de Vertimientos de la PTAR que debe cumplir todos los lineamientos técnicos, ambientales y sociales con el objetivo de minimizar el impacto negativo sobre el medio ambiente y la salud humana.	$182.133.308

ITEM	DESCRIPCION	VALOR TOTAL
	Debe ajustarse al siguiente alcance: - Objetivo - Diagnostico y caracterización de la PTAR Montebello - Normativa y regulación ambiental - Tecnología combinada del tratamiento de vertimiento. - Plan de prevención y mitigación - Monitoreo y control - Plan de acción ante emergencias - Comunicación y participación comunitaria - Capacitación y sensibilización - Revisión y mejora continua - Conclusiones - Informe Final	
1.1.5.6	**PLAN DE CUMPLIMIENTO DE LA PTAR DE MONTEBELLO**	
1.1.5.6.1	Realizar el Plan de Cumplimiento de la PTAR de Montebello, establezca las acciones y medidas diseñadas para garantizar que la planta opere de acuerdo con todas las normativas ambientales, de salud pública y de seguridad aplicables y que asegure que los efluentes tratados cumplan con los estándares de calidad establecidos, minimizando los impactos ambientales y operativos. Debe ajustarse al siguiente alcance: - Objetivo del plan de Cumplimiento - Normativas y requisitos legales - Monitoreo y control de la calidad del agua - Plan de acción ante incumplimiento - Mantenimiento preventivo y correctivo - Capacitación del personal - Auditoria externa e interna - Documentación y reportes - Plan de mejora continua - Plan de comunicación - Informe Final	$194.672.219
1.1.5.7	**REDES DE ALCANTARILLADO**	
1.1.5.7.1	**REVISIÓN Y ANÁLISIS DEL ALCANTARILLADO EXISTENTE EN EL CORREGIMIENTO DE MONTEBELLO, VEREDAS Y CORREGIMIENTOS QUE FLUYEN A LA PTAR DE MONTEBELLO**	
1.1.5.7.1.1	Corregimiento Montebello - Cabecera y Veredas - Levantamiento topográfico (altimetría y planimetría) del 100% de la red de alcantarillado existente (colectores primarios, secundarios y terciarios si los hay) amarradas a las coordenadas magna Cali, detallando el sector, la ubicación, longitudes, diámetros y estado de servicio, Se debe entregar un informe detallado de la evaluación del estado actual delas redes de alcantarillado existentes, incluye planos (planta, perfiles, coretes y detalles), utilizando GPS de doble frecuencia, Estación Total tipo Nikon - Topcon o similares. - Informe Final Detallado. (Incluye evaluación técnica, especificaciones técnicas, memoria de cálculo, fotografías, planos (planta - perfiles, cortes y detalles), conclusiones y recomendaciones	$189.843.556
1.1.5.7.1.2	Corregimientos aledaños: Corregimiento Golondrinas, Corregimiento La Castilla (Limones, Las Palmas) - Levantamiento topográfico (altimetría y planimetría) del 100% de la red de alcantarillado existente (colectores primarios, secundarios y terciarios si los hay) amarradas a las coordenadas magna Cali, detallando el sector, la ubicación, longitudes, diámetros y estado de servicio, Se debe entregar un informe detallado de la evaluación del	$121.221.206

ITEM	DESCRIPCION	VALOR TOTAL
	estado actual delas redes de alcantarillado existentes, incluye planos (planta, perfiles, coretes y detalles), utilizando GPS de doble frecuencia, Estación Total tipo Nikon - Topcon o similares. - Informe Final Detallado. (Incluye evaluación técnica, especificaciones técnicas, memoria de cálculo, fotografías, planos (planta - perfiles, cortes y detalles), conclusiones y recomendaciones	
1.1.5.7.2	**ESTUDIO, DISEÑO Y CALCULO DEL ALCANTARILLADO EN EL CORREGIMIENTO DE MONTEBELLO, VEREDAS Y CORREGIMIENTOS QUE FLUYEN A LA PTAR DE MONTEBELLO**	
1.1.5.7.2.1	Corregimiento Montebello - Cabecera y Veredas - Levantamiento topográfico (altimetría y planimetría) amarradas a las coordenadas magna Cali, de la malla vial vehicular y peatonal, detallando la localización de cada vivienda, detallando el sector, la ubicación, longitudes, diámetros y estado de servicio, Se debe entregar un informe detallado de la evaluación del estado actual delas redes de alcantarillado existentes, incluye planos (planta, perfiles, cortes y detalles), utilizando GPS de doble frecuencia, Estación Total tipo Nikon - Topcon o similares.	$189.843.556
1.1.5.7.2.2	Corregimientos aledaños: Corregimiento Golondrinas, Corregimiento La Castilla (Limones, Las Palmas) Levantamiento topográfico (altimetría y planimetría) amarradas a las coordenadas magna Cali, de la malla vial vehicular y peatonal, detallando la localización de cada vivienda, detallando el sector, la ubicación, longitudes, diámetros y estado de servicio, utilizando GPS de doble frecuencia, Estación Total tipo Nikon - Topcon o similares.	$121.221.206
1.1.5.7.2.3	Corregimiento Montebello - Estudio y Diseño de la red de alcantarillado que aplique según diseño, incluye (colectores, domiciliarias, cámaras y obras de arte si aplican) - Informe Final Detallado. (Incluye evaluación técnica, especificaciones técnicas, memoria de cálculo, fotografías, planos (planta - perfiles, cortes y detalles), conclusiones y recomendaciones	$84.500.829
1.1.5.7.2.4	Corregimientos aledaños al Corregimiento Montebello - Golondrinas, Limones, Las Palmas, Campo Alegre, La Castilla, Villa del Rosario - Estudio y Diseño de la red de alcantarillado que aplique según diseño, incluye (colectores, domiciliarias, cámaras y obras de arte si aplican) - Informe Final Detallado. (Incluye evaluación técnica, especificaciones técnicas, memoria de cálculo, fotografías, planos (planta - perfiles, cortes y detalles), conclusiones y recomendaciones	$114.525.957
1.1.5.8	**CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL - CARACTERIZACIÓN Y MUESTREO**	
1.1.5.8.1	Diagnostico e Informe Técnico que contenga la caracterización y muestreo de los análisis de calidad del agua residual de las descargas de las redes de alcantarillado existentes, teniendo en cuanta el volumen de entrega a la PTAR y la caracterización y muestreo al caudal que se entrega al cuerpo de agua, referenciando los días típicos y atípicos.	$66.606.918
1.1.5.8.2	Diagnostico e Informe Técnico de la cantidad de agua residual producida por cada sector, detallando las características físicas, químicas y bacteriológicas, incluye cálculo de todos los caudales de vertimientos (Qn) de las áreas de drenaje existentes	$86.071.629

ITEM	DESCRIPCION	VALOR TOTAL
	- Todos los estudios deben ser realizadas por un laboratorio acreditado por el IDEAM. - La caracterización y muestreo debe cumplir con todos los entregables y derroteros que establece el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiental 1076 del 2015, incluido la resolución 631 de 2015. - Informe Final Detallado. (Incluye evaluación técnica, especificaciones técnicas, memoria de cálculo, fotografías, planos (planta - perfiles, cortes y detalles), conclusiones y recomendaciones	
1.1.5.9	**INFORME FINAL REDES DE ALCANTARILLADO**	
1.1.5.9.1	Informe Final de diagnóstico del sistema de alcantarillado existente, diseñado y proyectado a todo el sector (Corregimiento Montebello Cabecera, Veredas y corregimientos aledaños).	$17.652.817
1.1.5.10	**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES - PTAR MONTEBELLO**	
1.1.5.10.1	**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL LOTE "EL CHOCHO" DONDE SE LOCALIZA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MONTEBELLO**	
1.1.5.10.1	Corregimiento Montebello Levantamiento topográfico del lote El Chocho - PTAR de Campoalegre, vía arteria Montebello-Cali, Vía interna hasta la Quebrada El Chocho, Alinderamiento de la margen derecha e izquierda de la Quebrada El Chocho. - Altimetría detallando curvas de nivel cada metro - Planimetría amarradas a las coordenadas magna Cali, utilizando GPS de doble frecuencia, Estación Total tipo Nikon - Topcon o similares. - Generar una poligonal cerrada a lo largo de la Quebrada El Chocho 100 ml aguas arriba y 100 ml aguas abajo de los linderos del lote y con una franja de 30 m de ancho del eje de la quebrada. - Referenciar en la poligonal la línea de creciente máxima histórica de la quebrada. - Levantar secciones transversales de la quebrada El Chocho cada 5 m,, en cada sección tomar lecturas cada 0,50 m tomar la altura. - Detallar la localización de viviendas dentro del lote - Informe Final Detallado. (Incluye evaluación técnica, especificaciones técnicas, memoria de cálculo, fotografías, planos (planta - perfiles, cortes y detalles), conclusiones y recomendaciones	$91.016.436
1.1.5.11	**ESTUDIO GEOTÉCNICO E INFORME DE SUELOS**	
1.1.5.11.1	**ESTUDIO GEOTÉCNICO E INFORME DE SUELOS ESTABILIZACIÓN TALUD PERIMETRAL VÍA ARTERIA CALI - MONTEBELLO**	
1.1.5.11.1	Estudio y Diseño Geotécnico y Estudio de Suelos - Estabilización Talud Perimetral a Vía Arteria Cali - Montebello, que tenga el siguiente alcance - Evaluar la capacidad de carga del suelo - Análisis de la estabilidad del terreno - Identificación de los riesgos geotécnico - Se debe realizar en el área perimetral a la vía sondeos o perforaciones cada 10 m para determinar textura, composición, caracterización del suelo, permeabilidad y capacidad de carga, resistencia al corte del suelo - Prueba de carga - Evaluar las condiciones para el diseño de cimientos profundos, semiprofundos y superficiales y verificar si es necesario reforzar los taludes (anclajes u otra técnica)	$144.346.524

ITEM	DESCRIPCION	VALOR TOTAL
	- Informe Final que contenga, Diagnostico, Condiciones geotécnicas del suelo, Resultados de todas las pruebas realizadas, Recomendaciones de diseño (estabilidad del talud, cimentaciones, drenajes y otras), Evaluación de riesgos geotécnicos y Recomendaciones de mitigación - Presupuesto - Informe Final Detallado. (Incluye evaluación técnica, especificaciones técnicas, memoria de cálculo, fotografías, planos (planta - perfiles, cortes y detalles), conclusiones y recomendaciones	
1.1.5.11.2	**ESTUDIO GEOTÉCNICO E INFORME DE SUELOS ESTABILIZACIÓN DEL ÁREA ESPECIFICA DE LA PTAR - LOTE EL CHOCHO**	
1.1.5.11.2	Estudio y Diseño Geotécnico y Estudio de Suelos - Estabilización del Área Específica de la PTAR de Montebello (Lote El Chocho), que tenga el siguiente alcance - Evaluar la capacidad de carga del suelo - Análisis de la estabilidad del terreno - Identificación de los riesgos geotécnico - Se debe realizar en el área perimetral a la vía sondeos o perforaciones cada 10 m para determina textura, composición, caracterización del suelo, permeabilidad y capacidad de carga, resistencia al corte del suelo - Prueba de carga - Evaluar las condiciones para el diseño de cimientos profundos, semiprofundos y superficiales y verificar si es necesario reforzar los taludes (anclajes u otra técnica) - Informe Final que contenga, Diagnostico, Condiciones geotécnicas del suelo, Resultados de todas las pruebas realizadas, Recomendaciones de diseño (estabilidad del talud, cimentaciones, drenajes y otras), Evaluación de riesgos geotécnicos y Recomendaciones de mitigación - Presupuesto - Informe Final Detallado. (Incluye evaluación técnica, especificaciones técnicas, memoria de cálculo, fotografías, planos (planta - perfiles, cortes y detalles), conclusiones y recomendaciones	$131.899.243
1.1.5.12	**ESTUDIO Y DISEÑO HIDROLÓGICO PARA LA PTAR COMBINADA DE MONTEBELLO**	
1.1.5.12.1	Se debe realizar el Estudio y Diseño Hidrogeológico para evaluar las características y comportamiento de las aguas subterráneas, escorrentía y superficiales que fluyen por la Quebrada El Chocho. Para ello se debe tener en consideración los siguientes aspectos - Identificar la ubicación de las aguas subterráneas - Realiza monitorios para medir las aguas subterráneas y fluviales de la quebrada El Chocho - Determinar la calidad el agua subterránea y fluvial - Comportamiento aguas subterráneas - Analizar la interacción de las aguas residuales tratadas en la PTAR tengan afectación sobre las aguas subterráneas - Diseñar sistemas de control de las aguas - Anexos - Informe Final Detallado. (Incluye evaluación técnica, especificaciones técnicas, memoria de cálculo, fotografías, planos (planta - perfiles, cortes y detalles), conclusiones y recomendaciones	$105.298.697
1.1.5.13	**ESTUDIO Y DISEÑO HIDROSANITARIO PARA LA PTAR COMBINADA DE MONTEBELLO**	

ITEM	DESCRIPCION	VALOR TOTAL
1.1.5.13.1	Se debe realizar el Estudio y Diseño Hidrosanitario de la PTAR Montebello que genere los derroteros que garanticen que la conducción y tratamiento de las aguas residuales sean eficientes, seguros y cumplan con todas las normativas vigentes. El estudio debe contener la planificación, diseño y definición de todas las infraestructuras necesarias para el óptimo tratamiento de las aguas residuales. Para ello se debe tener en consideración los siguientes aspectos - Diseño de los sistemas de alcantarillado y conducción - Optimización del manejo de las aguas pluviales - Optimización y diseño del manejo de todas las aguas internas de la PTAR - Determinar los caudales y flujos de entrada a la PTAR - Determinar el caudal de la Aguas pluviales en la zona y régimen de lluvias - Diseñar el sistema de red de alcantarillado (tuberías, colectores) para la conducción de las aguas residuales, considerando 3 redes primarias, Corregimientos aledaños a Montebello, Veredas de Montebello y Montebello Cabecera, es muy importante acotar que de las 3 redes primarias, la red que se va a construir en primera etapa es Montebello Cabecera, razón por la cual se debe tener en cuenta que las otras dos redes primarias en un futuro conectan con ella, razón por la cual la red debe quedar diseñada con el flujo a fututo. - Dimensionamiento de los diámetros de la tubería, pendientes, detalles de conexión, cámaras y obras de arte necesarias - Dimensionar y diseñar el sistema de drenaje para el manejo y evacuación de las aguas pluviales no solo dentro de la planta, sino a todo lo largo de la vía principal y la vía veredal. - Diseño de toda la red interna hidrosanitaria de la PTAR - Diseño y disposición de las aguas residuales internas de la PTAR - Calculo de Caudales y Demanda máximos - Estudio de la calidad del agua residual para determinar los parámetros de diseño de tratamiento de la misma - Diseñar el proceso y control de calidad de agua de descarga sobre la quebrada el Chocho - Diseñar el sistema de protección y seguridad fundamentando sobre el diagrama de riesgos - Elaborar planos detallados (Plantas, cortes, detalles y esquemas) de todo el sistema de alcantarillado (Redes y PTAR) - Elaborar las Especificaciones Técnicas detalladas de TODAS las actividades que aplican este proceso, incluyendo tipo y calidad de materiales, normativas, leyes ir recomendaciones operativas, constructivas bajo la normatividad HSE - Optimización de recursos técnicos, financieros y administrativos - Diseña los sistemas de monitoreo y mantenimiento para garantizar el buen funcionamiento de la planta con una proyección a 50 años, - GENERAR EL INFORME FINAL que debe incluir * Diseño Combinado y Tipo de PTAR * Descripción detallada del Sistema Combinado * Especificaciones Técnicas * Memoria de Calculo * Planos (planta, perfiles, cortes y detalles (* Diagrama fotográfico * Resultados de la calidad del agua * Recomendaciones	$223.216.630

ITEM	DESCRIPCION	VALOR TOTAL
	* Cumplimiento normativo	
1.1.5.14	**ESTUDIO, DISEÑO Y CALCULO ESTRUCTURAL**	
1.1.5.14.1	**ESTUDIO, DISEÑO Y CALCULO ESTRUCTURAL ESTABILIZACIÓN Y REFORZAMIENTO DEL TALUD PERIMETRAL DEL LOTE EL CHOCHO PARA ESTABILIZAR LA VÍA Y PERMITIR EL CORTE DEL TERRAPLÉN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PTAR**	
1.1.5.12.4.1	Objetivos del Estudio y Diseño - Estabilizar el talud perimetral: Determinar y diseñar las medidas necesarias para reforzar el talud, asegurando su estabilidad durante y después de la ejecución de la obra. - Soporte a la infraestructura vial: Garantizar que el reforzamiento del talud proporcione la estabilidad requerida para el tránsito seguro en la vía principal Cali – Montebello. - Facilitar el corte del terraplén: Asegurar que, tras el reforzamiento, el talud tenga las condiciones geotécnicas y estructurales óptimas para el corte del terraplén y la consecuente construcción de la PTAR de Montebello. Análisis de Estabilidad del Talud - Modelación y análisis estructural - Identificación de mecanismos de falla Diseño de las Soluciones de Reforzamiento - Selección de alternativas de intervención - Dimensionamiento estructural - Diseño de sistemas de drenaje y control de aguas - Analizar las cargas operativas, sísmicas y ambientales que deberán soportar la estructura de la PTAR. - Diseñar las cimentaciones y la superestructura de la PTAR - Garantizar la integración estructural con la infraestructura existente de la vía y prever posibles interacciones con futuros desarrollos adyacentes. - Elaborar la documentación técnica completa, que incluya planos estructurales, memoria de cálculos, especificaciones técnicas y recomendaciones de mantenimiento. - Revisión Normativa y Criterios de Seguridad - Diagnóstico de la situación actual del terreno y propuestas iniciales de intervención. - Memoria de Cálculo y Análisis Estructural - Planos Estructurales y de Detalle - Especificaciones Técnicas y Recomendaciones - Cronograma y Presupuesto Preliminar - Presupuesto - Informe Final Detallado. (Incluye evaluación técnica, especificaciones técnicas, memoria de cálculo, fotografías, planos (planta - perfiles, cortes y detalles), conclusiones y recomendaciones	$149.499.343
1.1.5.14.2	**ESTUDIO, DISEÑO Y CALCULO ESTRUCTURAL DE TODAS LAS ESTRUCTURAS QUE INTEGRAN LA PTAR COMBINADA DEL CORREGIMIENO DE MONTEBELLO**	
1.1.5.14.2	Objetivos del Estudio y Diseño Objetivo General Establecer y diseñar la solución estructural óptima para la PTAR COMBINADA de Montebello, garantizando la estabilidad, durabilidad y seguridad de la edificación, la correcta interacción con la	$176.487.948

ITEM	DESCRIPCION	VALOR TOTAL
	infraestructura vial existente (Vía Cali – Montebello) y la viabilidad para el procesamiento de aguas residuales. Objetivos Específicos - Caracterizar el terreno y sus condiciones geotécnicas - Determinar la capacidad portante y el comportamiento del subsuelo para el diseño de cimentaciones y otros elementos estructurales. - Analizar las cargas operativas, sísmicas y ambientales que deberán soportar la estructura de la PTAR. - Diseñar las cimentaciones y la superestructura de la PTAR COMBINADA - Garantizar la integración estructural con la infraestructura existente de la vía y prever posibles interacciones con futuros desarrollos adyacentes. - Elaborar la documentación técnica completa, que incluya planos estructurales, memoria de cálculos, especificaciones técnicas y recomendaciones de mantenimiento. - Revisión Normativa y Criterios de Seguridad - Diagnóstico de la situación actual del terreno y propuestas iniciales de intervención. - Memoria de Cálculo y Análisis Estructural - Planos Estructurales y de Detalle - Especificaciones Técnicas y Recomendaciones - Cronograma y Presupuesto Preliminar - Presupuesto - Informe Final Detallado. (Incluye evaluación técnica, especificaciones técnicas, memoria de cálculo, fotografías, planos (planta - perfiles, cortes y detalles), conclusiones y recomendaciones	
PRESUPUESTO TOTAL PSMV MONTEBELLO		**$2.600.599.963**

Tabla 2.3. Valor por producto
Fuente. Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025.

- **RELACIÓN DE PAGOS**

No.	Fecha del Acta	Valor Contractual	Acumulado pagado anterior	Valor del Acta	Saldo del Contrato
1	15/08/2025	$2.600.599.963	0	$1.523.329.584	$1.077.270.379

2.2 ASPECTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO

En los siguientes títulos, se relacionan los aspectos técnicos del contrato de consultoría de acuerdo con los lineamientos del pliego de condiciones y del contrato. Además, se relaciona una tabla resumen con las actividades realizadas hasta la fecha, socializaciones y demás aspectos de relevancia del contrato en referencia.

ACTIVIDADES REALIZADAS	FECHA DE ACTIVIDADES	CAPÍTULO
Avance de Actividades	12 de Julio – 14de Agosto de 2025	2.2.4 Descripción de Actividades Desarrolladas.
Correspondencia Enviada	12 de Julio – 14 de Agosto de 2025	2.2.3 Relación de Correspondencia Enviada

Tabla 2.4. Resumen de Actividades Realizadas
Fuente. Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025.

2.2.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Mediante el oficio IND-CE-C-326-002-2025, con fecha del 24 de Junio del 2025 se remite al Distrito Santiago de Cali – Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos la versión del cronograma contrato de consultoría de actividades y entrega de productos para su revisión las cuales abarcan las siguientes fechas:

NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN	COMIENZO	FIN
CONTRATO 4182.010.26.1.326-2025	**111 días**	**vie 13/6/25**	**jue 13/11/25**
PRODUCTO No 1: REVISION Y ANALISIS DEL ALCANTARILLADO EXISTENTE EN EL CORREGIMIENTO DE MONTEBELLO, VEREDAS Y CORREGIMIENTOS QUE FLUYEN A LA PTAR MONTEBELLO	**74 días**	**vie 13/6/25**	**mié 24/9/25**
Alistamiento Información Preliminar	11 días	vie 13/6/25	vie 27/6/25
Corregimiento Montebello - Cabecera y Veredas - Catastro de Alcantarillado	20 días	lun 30/6/25	vie 25/7/25
Corregimientos Aledaños: Corregimiento Golondrinas, Corregimiento La Castilla (Limones, Las Palmas) - Catastro de Alcantarillado	20 días	lun 28/7/25	vie 22/8/25
Corregimiento Montebello - Cabecera y Veredas - Levantamiento Topográfico	20 días	lun 30/6/25	vie 25/7/25
Corregimientos Aledaños: Corregimiento Golondrinas, Corregimiento La Castilla (Limones, Las Palmas) - Levantamiento Topográfico	20 días	lun 28/7/25	vie 22/8/25
Levantamiento Topográfico del lote "El Chocho" Donde se localiza la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Montebello	5 días	lun 25/8/25	vie 29/8/25
Informe de diagnóstico de redes de alcantarillado existente	15 días	lun 25/8/25	vie 12/9/25
Informe Levantamiento Topográfico	11 días	lun 1/9/25	lun 15/9/25
Entrega por parte de la Consultoría	**1 día**	**lun 15/9/25**	**lun 15/9/25**
Revisión	2 días	mar 16/9/25	mié 17/9/25
Subsanación por parte del Consultor	3 días	jue 18/9/25	lun 22/9/25
Aprobación	2 días	mar 23/9/25	mié 24/9/25
PRODUCTO No 2: ESTUDIO, DISEÑO Y CALCULO DEL ALCANTARILLADO EN EL CORREGIMIENTO DE MONTEBELLO, VEREDAS Y CORREGIMIENTOS QUE FLUYEN A LA PTAR DE MONTEBELLO	**56 días**	**lun 25/8/25**	**vie 7/11/25**
Estudio y Diseño de la Red de Alcantarillado Corregimiento Montebello	15 días	mar 16/9/25	lun 6/10/25
Estudio y Diseño de la Red de Alcantarillado Corregimientos Aledaños	15 días	mar 7/10/25	vie 24/10/25
Informe Final Redes de Alcantarillado	5 días	mar 7/10/25	dom 12/10/25

NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN	COMIENZO	FIN
Estudio Geotécnico e Informe de Suelos - Estabilización Talud Perimetral Vía Arteria Cali - Montebello	15 días	lun 25/8/25	vie 12/9/25
Estudio Geotécnico e Informe de Suelos - Estabilización del Área Especifica de la PTAR - Lote El Chocho	15 días	lun 15/9/25	vie 3/10/25
Calidad del Agua Residual - Caracterización y Muestreo	20 días	lun 25/8/25	vie 19/9/25
Estudio y Diseño Hidrológico para la PTAR combinada de Montebello	10 días	lun 22/9/25	vie 3/10/25
Estudio y Diseño Hidrosanitario para la PTAR Combinada de Montebello	10 días	lun 13/10/25	vie 24/10/25
Estudio, Diseño y Calculo Estructural - Estabilización y Reforzamiento del Talud perimetral del Lote El Chocho Para Estabilizar la vía y permitir el corte del terraplén para la Construcción de la PTAR	10 días	lun 6/10/25	jue 16/10/25
Estudio, Diseño y Calculo Estructural de todas las estructuras que integran la PTAR Combinada del Corregimiento de Montebello	7 días	vie 17/10/25	lun 27/10/25
Entrega por parte de la Consultoría	**1 día**	**mar 28/10/25**	**mar 28/10/25**
Revisión	2 días	mié 29/10/25	jue 30/10/25
Subsanación por parte del Consultor	3 días	vie 31/10/25	mar 4/11/25
Aprobación	2 días	mié 5/11/25	jue 6/11/25
PRODUCTO No 3: ASPECTOS FINANCIEROS	**25 días**	**vie 10/10/25**	**mié 12/11/25**
Presupuesto	7 días	vie 10/10/25	vie 17/10/25
Especificaciones Técnicas	7 días	lun 20/10/25	mar 28/10/25
Cronograma	3 días	mié 29/10/25	vie 31/10/25
Entrega por parte de la Consultoría	**1 día**	**lun 3/11/25**	**lun 3/11/25**
Revisión	2 días	mar 4/11/25	mié 5/11/25
Subsanación por parte del Consultor	3 días	jue 6/11/25	lun 10/11/25
Aprobación	2 días	mar 11/11/25	mié 12/11/25
PRODUCTO No 4: PSMV CORREGIMIENTO MONTEBELLO	**24 días**	**lun 13/10/25**	**jue 13/11/25**
PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	5 días	lun 13/10/25	vie 17/10/25
PLAN DE GESTION DEL RIESGO PGR	5 días	sáb 18/10/25	jue 23/10/25
PLAN DE MANEJO DE VERTIMIENTOS DE LA PTAR	5 días	vie 24/10/25	jue 30/10/25
PLAN DE CUMPLIMIENTO DE LA PTAR MONTEBELLO	3 días	vie 31/10/25	mar 4/11/25
Entrega por parte de la Consultoría	**1 día**	mié 5/11/25	mié 5/11/25
Revisión	2 días	jue 6/11/25	vie 7/11/25
Subsanación por parte del Consultor	3 días	sáb 8/11/25	mar 11/11/25
Aprobación	2 días	mié 12/11/25	jue 13/11/25

Tabla 2.5. Cronograma de Actividades Contrato de Consultoría.
Fuente. Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025.

2.2.1.1 ESTADO DE AVANCE DEL CONTRATO

En la siguiente tabla se relaciona el avance contractual según porcentaje por actividad.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT .	VALOR TOTAL ITEMS	PORCENTAJE SEGÚN TOTAL	AVANCE REAL	AVANCE REAL EN RELACION AL TOTAL
1.1.5	**PSMV CORREGIMIENTO DE MONTEBELLO**						
1.1.5.2	**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL - PMA**						
1.1.5.2.1	Realizar el Plan de Manejo Ambiental de acuerdo a los lineamientos, normas y diseños que establece la CVC para este tipo de proyectos, a saber: - Introducción y justificación - Diagnostico ambiental caracterización de vertimientos - Evaluación del impacto ambiental de los vertimientos - Objetivos del Plan de Seguridad y Manejo de Vertimientos (PSMV) - Estrategias y Medidas para el Manejo de Vertimientos - Plan de Acción ante Emergencias y Vertimientos Accidentales - Monitoreo y Control de los Vertimientos - Capacitación y Sensibilización - Informe y Documentación - Evaluación y Mejora Continua - Conclusión - Informe Final	UN.	1	$ 105,270,970.00	4%		
1.1.5.4	**PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO - PGR**						
1.1.5.4.1	Realizar el Plan de Gestión de Riesgos con el siguiente alcance: - Objetivo del PGR - Identificación de los riesgos (Operacionales, Ambientales, Seguridad, Sociales) - Evaluación de los riesgos - Estrategia de mitigación y control - Mitigación de riesgos (Operacionales, Ambientales, Seguridad, Sociales)	UN.	1	$ 105,270,970.00	4%		

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT .	VALOR TOTAL ITEMS	PORCENTAJE SEGÚN TOTAL	AVANCE REAL	AVANCE REAL EN RELACION AL TOTAL
	- Plan de respuesta ante emergencias - Monitoreo y revisión del plan - Responsabilidades - Presupuesto - Informe Final						
1.1.5.5	**PLAN DE MANEJO DE VERTIMIENTOS DE LA PTAR**						
1.1.5.5.1	Realizar un Plan de Manejo de Vertimientos de la PTAR que debe cumplir todos los lineamientos técnicos, ambientales y sociales con el objetivos de minimizar el impacto negativo sobre el medio ambiente y la salud humana. Debe ajustarse al siguiente alcance: - Objetivo - Diagnostico y caracterización de la PTAR Montebello - Normativa y regulación ambiental - Tecnología combinada del tratamiento de vertimiento. - Plan de prevención y mitigación - Monitoreo y control - Plan de acción ante emergencias - Comunicación y participación comunitaria - Capacitación y sensibilización - Revisión y mejora continua - Conclusiones - Informe Final	UN.	1	$ 182,133,308.00	7%		
1.1.5.6	**PLAN DE CUMPLIMIENTO DE LA PTAR DE MONTEBELLO**						
1.1.5.6.1	Realizar el Plan de Cumplimiento de la PTAR de Montebello, establezca las acciones y medidas diseñadas para garantizar que la planta opere de acuerdo con todas las normativas ambientales, de salud pública y de seguridad aplicables y que asegure que los efluentes tratados cumplan con los estándares de calidad establecidos, minimizando los impactos ambientales y operativos. Debe ajustarse al siguiente alcance: - Objetivo del plan de Cumplimiento	UN.	1	$ 194,672,219.00	7%		

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT .	VALOR TOTAL ITEMS	PORCENTAJE SEGÚN TOTAL	AVANCE REAL	AVANCE REAL EN RELACION AL TOTAL
	- Normativas y requisitos legales - Monitoreo y control de la calidad del agua - Plan de acción ante incumplimiento - Mantenimiento preventivo y correctivo - Capacitación del personal - Auditoria externa e interna - Documentación y reportes - Plan de mejora continua - Plan de comunicación - Informe Final						
1.1.5.7	**REDES DE ALCANTARILLADO**						
1.1.5.7.1	**REVISIÓN Y ANÁLISIS DEL ALCANTARILLADO EXISTENTE EN EL CORREGIMIENTO DE MONTEBELLO, VEREDAS Y CORREGIMIENTOS QUE FLUYEN A LA PTAR DE MONTEBELLO**						
1.1.5.7.1.1	Corregimiento Montebello - Cabecera y Veredas - Levantamiento topográfico (altimetría y planimetría) del 100% de la red de alcantarillado existente (colectores primarios, secundarios y terciarios si los hay) amarradas a las coordenadas magna Cali, detallando el sector, la ubicación, longitudes, diámetros y estado de servicio, Se debe entregar un informe detallado de la evaluación del estado actual delas redes de alcantarillado existentes, incluye planos (planta, perfiles, coretes y detalles), utilizando GPS de doble frecuencia, Estación Total tipo Nikon - Topcon o similares. - Informe Final Detallado. (Incluye evaluacion tecnica, especificaciones tecnicas, memoria de calculo, fotografias, planos (planta - perfiles, cortes y detalles), conclusiones y recomendaciones	ML	21.800	$ 189,843,556.00	7%	100%	7%
1.1.5.7.1.2	Corregimientos aledaños: Corregimiento Golondrinas, Corregimiento La Castilla (Limones, Las Palmas) - Levantamiento topográfico (altimetría y planimetría) del 100% de la red de alcantarillado existente (colectores primarios, secundarios y terciarios si los hay) amarradas a las coordenadas magna Cali, detallando el sector, la	ML	13.920	$ 121,221,206.00	5%	100%	5%

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT .	VALOR TOTAL ITEMS	PORCENTAJE SEGÚN TOTAL	AVANCE REAL	AVANCE REAL EN RELACION AL TOTAL
	ubicación, longitudes, diámetros y estado de servicio, Se debe entregar un informe detallado de la evaluación del estado actual delas redes de alcantarillado existentes, incluye planos (planta, perfiles, coretes y detalles), utilizando GPS de doble frecuencia, Estación Total tipo Nikon - Topcon o similares. - Informe Final Detallado. (Incluye evaluación técnica, especificaciones técnicas, memoria de cálculo, fotografías, planos (planta - perfiles, cortes y detalles), conclusiones y recomendaciones						
1.1.5.7.2	**ESTUDIO, DISEÑO Y CALCULO DEL ALCANTARILLADO EN EL CORREGIMIENTO DE MONTEBELLO, VEREDAS Y CORREGIMIENTOS QUE FLUYEN A LA PTAR DE MONTEBELLO**						
1.1.5.7.2.1	Corregimiento Montebello - Cabecera y Veredas - Levantamiento topográfico (altimetría y planimetría) amarradas a las coordenadas magna Cali, de la malla vial vehicular y peatonal, detallando la localización de cada vivienda, detallando el sector, la ubicación, longitudes, diámetros y estado de servicio, Se debe entregar un informe detallado de la evaluación del estado actual delas redes de alcantarillado existentes, incluye planos (planta, perfiles, cortes y detalles), utilizando GPS de doble frecuencia, Estación Total tipo Nikon - Topcon o similares.	ML	21.800	$ 189,843,556.00	7%	100%	7%
1.1.5.7.2.2	Corregimientos aledaños: Corregimiento Golondrinas, Corregimiento La Castilla (Limones, Las Palmas) Levantamiento topográfico (altimetría y planimetría) amarradas a las coordenadas magna Cali, de la malla vial vehicular y peatonal, detallando la localización de cada vivienda, detallando el sector, la ubicación, longitudes, diámetros y estado de servicio, utilizando GPS de doble frecuencia, Estación Total tipo Nikon - Topcon o similares.	ML	13.920	$ 121,221,206.00	5%	100%	5%
1.1.5.7.2.3	Corregimiento Montebello - Estudio y Diseño de la red de alcantarillado que aplique	UND..	1	$ 84,500,829.00	3%		

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT .	VALOR TOTAL ITEMS	PORCENTAJE SEGÚN TOTAL	AVANCE REAL	AVANCE REAL EN RELACION AL TOTAL
	según diseño, incluye (colectores, domiciliarias, cámaras y obras de arte si aplican) - Informe Final Detallado. (Incluye evaluacion tecnica, especificaciones tecnicas, memoria de calculo, fotografias, planos (planta - perfiles, cortes y detalles), conclusiones y recomendaciones						
1.1.5.7.2.4	Corregimientos aledaños al Corregimiento Montebello - Golondrinas, Limones, Las Palmas, Campo Alegre, La Castilla, Villa del Rosario - Estudio y Diseño de la red de alcantarillado que aplique según diseño, incluye (colectores, domiciliarias, cámaras y obras de arte si aplican) - IInforme Final Detallado. (Incluye evaluacion tecnica, especificaciones tecnicas, memoria de calculo, fotografias, planos (planta - perfiles, cortes y detalles), conclusiones y recomendaciones	UND..	1	$ 114,525,957.00	4%		
1.1.5.8	**CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL - CARACTERIZACIÓN Y MUESTREO**						
1.1.5.8.1	Diagnostico e Informe Técnico que contenga la caracterización y muestreo de los análisis de calidad del agua residual de las descargas de las redes de alcantarillado existentes, teniendo en cuanta el volumen de entrega a la PTAR y la caracterización y muestreo al caudal que se entrega al cuerpo de agua, referenciando los días típicos y atípicos. - Todos los estudios deben ser realizados por un laboratorio acreditado por el IDEAM. - La caracterizacion y muestreo debe cumplir con todos los entregables y derroteros que establece el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiental 1076 del 2015, incluido la resolución 631 de 2015. - Informe Final Detallado. (Incluye evaluación técnica, especificaciones técnicas, memoria de calculo, fotografías,	UN.	1	$ 66,606,918.00	3%	80%	2%

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT .	VALOR TOTAL ITEMS	PORCENTAJE SEGÚN TOTAL	AVANCE REAL	AVANCE REAL EN RELACION AL TOTAL
	planos (planta - perfiles, cortes y detalles), conclusiones y recomendaciones						
1.1.5.8.2	Diagnostico e Informe Técnico de la cantidad de agua residual producida por cada sector, detallando las características físicas, químicas y bacteriológicas, incluye calculo de todos los caudales de vertimientos (Qn) de las áreas de drenaje existentes - Todos los estudios deben ser realizadas por un laboratorio acreditado por el IDEAM. - La caracterización y muestreo debe cumplir con todos los entregables y derroteros que establece el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiental 1076 del 2015, incluido la resolución 631 de 2015. - Informe Final Detallado. (Incluye evaluación técnica, especificaciones técnicas, memoria de calculo, fotografías, planos (planta - perfiles, cortes y detalles), conclusiones y recomendaciones	UN.	1	$ 86,071,629.00	3%	80%	3%
1.1.5.9	**INFORME FINAL REDES DE ALCANTARILLADO**						
1.1.5.9.1	Informe Final de diagnóstico del sistema de alcantarillado existente, diseñado y proyectado a todo el sector (Corregimiento Montebello Cabecera, Veredas y corregimientos aledaños).	UN.	1	$ 17,652,817.00	1%	80%	1%
1.1.5.10	**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES - PTAR MONTEBELLO**						
1.1.5.10.1	**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL LOTE "EL CHOCHO" DONDE SE LOCALIZA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MONTEBELLO**						
1.1.5.10.1	Corregimiento Montebello Levantamiento topográfico del lote El Chocho - PTAR de Campoalegre, vía arteria Montebello-Cali, Vía interna hasta la Quebrada El Chocho, Alinderamiento de la margen derecha e izquierda de la Quebrada El Chocho. - Altimetría detallando curvas de nivel cada metro - Planimetría amarradas a las coordenadas magna Cali, utilizando GPS de doble frecuencia, Estación Total tipo	UN.	1	$ 91,016,436.00	3%	99%	3%

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT .	VALOR TOTAL ITEMS	PORCENTAJE SEGÚN TOTAL	AVANCE REAL	AVANCE REAL EN RELACION AL TOTAL
	Nikon - Topcon o similares. - Generar una poligonal cerrada a lo largo de la Quebrada El Chocho 100 ml aguas arriba y 100 ml aguas abajo de los linderos del lote y con una franja de 30 m de ancho del eje de la quebrada. - Referenciar en la poligonal la línea de creciente máxima histórica de la quebrada. - Levantar secciones transversales de la quebrada El Chocho cada 5 m,, en cada sección tomar lecturas cada 0,50 m tomar la altura. - Detallar la localización de viviendas dentro del lote - IInforme Final Detallado. (Incluye evaluacion tecnica, especificaciones tecnicas, memoria de calculo, fotografias, planos (planta - perfiles, cortes y detalles), conclusiones y recomendaciones						
1.1.5.11	**ESTUDIO GEOTÉCNICO E INFORME DE SUELOS**						
1.1.5.11.1	**ESTUDIO GEOTÉCNICO E INFORME DE SUELOS ESTABILIZACIÓN TALUD PERIMETRAL VÍA ARTERIA CALI - MONTEBELLO**						
1.1.5.11.1	Estudio y Diseño Geotécnico y Estudio de Suelos - Estabilización Talud Perimetral a Vía Arteria Cali - Montebello, que tenga el siguiente alcance - Evaluar la capacidad de carga del suelo - Análisis de la estabilidad del terreno - Identificación de los riesgos geotécnico - Se debe realizar en el área perimetral a la vía sondeos o perforaciones cada 10 m para determinar textura, composición, caracterización del suelo, permeabilidad y capacidad de carga, resistencia al corte del suelo - Prueba de carga - Evaluar las condiciones para el diseño de cimientos profundos, semiprofundos y superficiales y verificar si es necesario reforzar los taludes (anclajes u otra técnica) - Informe Final que contenga, Diagnostico, Condiciones geotécnicas del suelo, Resultados de todas las pruebas	UN.	1	$ 144,346,524.00	6%	98%	5%

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT .	VALOR TOTAL ITEMS	PORCENTAJE SEGÚN TOTAL	AVANCE REAL	AVANCE REAL EN RELACION AL TOTAL
	realizadas, Recomendaciones de diseño (estabilidad del talud, cimentaciones, drenajes y otras), Evaluación de riesgos geotécnicos y Recomendaciones de mitigación - Presupuesto - Informe Final Detallado. (Incluye evaluacion tecnica, especificaciones tecnicas, memoria de calculo, fotografias, planos (planta - perfiles, cortes y detalles), conclusiones y recomendaciones						
1.1.5.11.2	**ESTUDIO GEOTÉCNICO E INFORME DE SUELOS ESTABILIZACIÓN DEL ÁREA ESPECIFICA DE LA PTAR - LOTE EL CHOCHO**						
1.1.5.11.2	Estudio y Diseño Geotécnico y Estudio de Suelos - Estabilización del Área Especifica de la PTAR de Montebello (Lote El Chocho), que tenga el siguiente alcance - Evaluar la capacidad de carga del suelo - Análisis de la estabilidad del terreno - Identificación de los riesgos geotécnico - Se debe realizar en el área perimetral a la vía sondeos o perforaciones cada 10 m para determina textura, composición, caracterización del suelo, permeabilidad y capacidad de carga, resistencia al corte del suelo - Prueba de carga - Evaluar las condiciones para el diseño de cimientos profundos, semiprofundos y superficiales y verificar si es necesario reforzar los taludes (anclajes u otra técnica) - Informe Final que contenga, Diagnostico, Condiciones geotécnicas del suelo, Resultados de todas las pruebas realizadas, Recomendaciones de diseño (estabilidad del talud, cimentaciones, drenajes y otras), Evaluación de riesgos geotécnicos y Recomendaciones de mitigación - Presupuesto - Informe Final Detallado. (Incluye evaluacion tecnica, especificaciones tecnicas, memoria de calculo, fotografias,	UN.	1	$ 131,899,243.00	5%	100%	5%

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT .	VALOR TOTAL ITEMS	PORCENTAJE SEGÚN TOTAL	AVANCE REAL	AVANCE REAL EN RELACION AL TOTAL
	planos (planta - perfiles, cortes y detalles), conclusiones y recomendaciones						
1.1.5.12	**ESTUDIO Y DISEÑO HIDROLÓGICO PARA LA PTAR COMBINADA DE MONTEBELLO**						
1.1.5.12.1	Se debe realizar el Estudio y Diseño Hidrogeológico para evaluar las características y comportamiento de las aguas subterráneas, escorrentía y superficiales que fluyen por la Quebrada El Chocho. Para ello se debe tener en consideración los siguientes aspectos - Identificar la ubicación de las aguas subterráneas - Realiza monitoreos para medir las aguas subterráneas y fluviales de la quebrada El Chocho - Determinar la calidad el agua subterránea y fluvial - Comportamiento aguas subterráneas - Analizar la interacción de las aguas residuales tratadas e la PTAR tengan afectación sobre las aguas subterráneas - Diseñar sistemas de control de las aguas - Anexos - IInforme Final Detallado. (Incluye evaluacion tecnica, especificaciones tecnicas, memoria de calculo, fotografias, planos (planta - perfiles, cortes y detalles), conclusiones y recomendaciones	UN.	1	$ 105,298,697.00	4%		
1.1.5.13	**ESTUDIO Y DISEÑO HIDROSANITARIO PARA LA PTAR COMBINADA DE MONTEBELLO**						
1.1.5.13.1	Se debe realizar el Estudio y Diseño Hidrosanitario de la PTAR Montebello que genere los derroteros que garanticen que la conducción y tratamiento de las aguas residuales sean eficientes, seguros y cumplan con todas as normativas vigentes. El estudio debe contener la planificación, diseño y definición de todas la infraestructura necesaria para el optimo tratamiento de las aguas residuales. Para ello se debe tener en consideración los siguientes aspectos - Diseño de los sistemas de alcantarillado y conducción	UN.	1	$ 223,216,630.00	9%		

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT .	VALOR TOTAL ITEMS	PORCENTAJE SEGÚN TOTAL	AVANCE REAL	AVANCE REAL EN RELACION AL TOTAL
	- Optimización del manejo de las aguas pluviales - Optimización y diseño del manejo de todas las aguas internas de la PTAR - Determinar los caudales y flujos de entrada a la PTAR - Determinar el caudal de la Aguas pluviales en la zona y régimen de lluvias - Diseñar el sistema de red de alcantarillado (tuberías, colectores) para la conducción de las aguas residuales, considerando 3 redes primarias, Corregimientos aledaños a Montebello, Veredas de Montebello y Montebello Cabecera, es muy importante acotar que de las 3 redes primarias, la red que se va a construir en primera etapa es Montebello Cabecera, razón por la cual se debe tener en cuenta que las otras dos redes primarias en un futuro conectan con ella, razón por la cual la red debe quedar diseñada con el flujo a fututo. - Dimensionamiento de los diámetros de la tubería, pendientes, detalles de conexión, cámaras y obras de arte necesarias - Dimensionar y diseñar el sistema de drenaje para el manejo y evacuación de las aguas pluviales no solo dentro de la planta, sino a todo lo largo de la vía principal y la vía veredal. - Diseño de toda la red interna hidrosanitaria de la PTAR - Diseño y disposición de las aguas residuales internas de la PTAR - Calculo de Caudales y Demanda máximos - Estudio de la calidad del agua residual para determinar los parámetros de diseño de tratamiento de la misma - Diseñar el proceso y control de calidad de agua de descarga sobre la quebrada el Chocho - Diseñar el sistema de protección y seguridad fundamentando sobre el diagrama de riesgos - Elaborar planos detallados (Plantas, cortes, detalles y						

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT .	VALOR TOTAL ITEMS	PORCENTAJE SEGÚN TOTAL	AVANCE REAL	AVANCE REAL EN RELACION AL TOTAL
	esquemas) de todo el sistema de alcantarillado (Redes y PTAR) - Elaborar las Especificaciones Técnicas detalladas de TODAS las actividades que aplican este proceso, incluyendo tipo y calidad de materiales, normativas, leyes ir encomendaciones operativas, constructivas bajo la normatividad HSE - Optimización de recursos técnicos, financieros y administrativos - Diseña los sistemas de monitoreo y mantenimiento para garantizar el buen funcionamiento de la planta con una proyección a 50 años, - GENERAR EL INFORME FINAL que debe incluir * Diseño Combinado y Tipo de PTAR * Descripción detallada del Sistema Combinado * Especificaciones Tecnicas * Memorai de Calculo * Planos (planta, perfiles, cortes y detalles(* Diagrama fotografico * Resultados de la calidad del agua * Recomendaciones * Cumplimiento normativo						
1.1.5.14	**ESTUDIO, DISEÑO Y CALCULO ESTRUCTURAL**						
1.1.5.14.1	**ESTUDIO, DISEÑO Y CALCULO ESTRUCTURAL ESTABILIZACIÓN Y REFORZAMIENTO DEL TALUD PERIMETRAL DEL LOTE EL CHOCHO PARA ESTABILIZAR LA VÍA Y PERMITIR EL CORTE DEL TERRAPLÉN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PTAR**						
1.1.5.12.4.1	Objetivos del Estudio y Diseño - Estabilizar el talud perimetral: Determinar y diseñar las medidas necesarias para reforzar el talud, asegurando su estabilidad durante y después de la ejecución de la obra. - Soporte a la infraestructura vial: Garantizar que el reforzamiento del talud proporcione la estabilidad requerida para el tránsito seguro en la vía principal Cali – Montebello.	UN.	1	$ 149,499,343.00	6%		

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT .	VALOR TOTAL ITEMS	PORCENTAJE SEGÚN TOTAL	AVANCE REAL	AVANCE REAL EN RELACION AL TOTAL
	- Facilitar el corte del terraplén: Asegurar que, tras el reforzamiento, el talud tenga las condiciones geotécnicas y estructurales óptimas para el corte del terraplén y la consecuente construcción de la PTAR de Montebello. Análisis de Estabilidad del Talud - Modelación y análisis estructural - Identificación de mecanismos de falla Diseño de las Soluciones de Reforzamiento - Selección de alternativas de intervención - Dimensionamiento estructural - Diseño de sistemas de drenaje y control de aguas - Analizar las cargas operativas, sísmicas y ambientales que deberán soportar la estructura de la PTAR. - Diseñar las cimentaciones y la superestructura de la PTAR - Garantizar la integración estructural con la infraestructura existente de la vía y prever posibles interacciones con futuros desarrollos adyacentes. - Elaborar la documentación técnica completa, que incluya planos estructurales, memoria de cálculos, especificaciones técnicas y recomendaciones de mantenimiento. - Revisión Normativa y Criterios de Seguridad - Diagnóstico de la situación actual del terreno y propuestas iniciales de intervención. - Memoria de Cálculo y Análisis Estructural - Planos Estructurales y de Detalle - Especificaciones Técnicas y Recomendaciones - Cronograma y Presupuesto Preliminar - Presupuesto - Informe Final Detallado. (Incluye evaluacion tecnica, especificaciones tecnicas, memoria de calculo, fotografias,						

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT .	VALOR TOTAL ITEMS	PORCENTAJE SEGÚN TOTAL	AVANCE REAL	AVANCE REAL EN RELACION AL TOTAL
	planos (planta - perfiles, cortes y detalles), conclusiones y recomendaciones						
1.1.5.14.2	**ESTUDIO, DISEÑO Y CALCULO ESTRUCTURAL DE TODAS LAS ESTRUCTURAS QUE INTEGRAN LA PTAR COMBINADA DEL CORREGIMIENO DE MONTEBELLO**						
1.1.5.14.2	Objetivos del Estudio y Diseño Objetivo General Establecer y diseñar la solución estructural óptima para la PTAR COMBINADA de Montebello, garantizando la estabilidad, durabilidad y seguridad de la edificación, la correcta interacción con la infraestructura vial existente (Vía Cali – Montebello) y la viabilidad para el procesamiento de aguas residuales. Objetivos Específicos - Caracterizar el terreno y sus condiciones geotécnicas - Determinar la capacidad portante y el comportamiento del subsuelo para el diseño de cimentaciones y otros elementos estructurales. - Analizar las cargas operativas, sísmicas y ambientales que deberán soportar la estructura de la PTAR. - Diseñar las cimentaciones y la superestructura de la PTAR COMBINADA - Garantizar la integración estructural con la infraestructura existente de la vía y prever posibles interacciones con futuros desarrollos adyacentes. - Elaborar la documentación técnica completa, que incluya planos estructurales, memoria de cálculos, especificaciones técnicas y recomendaciones de mantenimiento. - Revisión Normativa y Criterios de Seguridad - Diagnóstico de la situación actual del terreno y propuestas iniciales de intervención. - Memoria de Cálculo y Análisis Estructural - Planos Estructurales y de Detalle	UN.	1	$ 176,487,948.00	7%		

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT .	VALOR TOTAL ITEMS	PORCENTAJE SEGÚN TOTAL	AVANCE REAL	AVANCE REAL EN RELACION AL TOTAL
	- Especificaciones Técnicas y Recomendaciones - Cronograma y Presupuesto Preliminar - Presupuesto - Informe Final Detallado. (Incluye evaluacion tecnica, especificaciones tecnicas, memoria de calculo, fotografias, planos (planta - perfiles, cortes y detalles), conclusiones y recomendaciones						
PRESUPUESTO TOTAL PSMV MONTEBELLO				$ 2,600,599,962.00	100%		43.14%

Tabla 2.6. Estado de Avance según actividades

Fuente. Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025.

A la fecha de corte del presente informe se cuenta con un avance ejecutado de actividades de un 43.14% y un avance en tiempo según el cronograma establecido, de un 40.9%

2.2.3 PERSONAL DE LA CONSULTORÍA

Los profesionales que harán parte del equipo técnico experto para el desarrollo del contrato se presentan en la siguiente tabla:

CARGO	NOMBRES Y APELLIDOS
DIRECTOR DE CONSULTORIA	Jose Carlos Vergara Mendoza
RESIDENTE DE CONSULTORIA	Sandra Jeannette Forero Simijaca
ESPECIALISTA EN HIDRAULICA	Alberto Federico Mouthon Bello
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS	Osvaldo Jose Guzman Avila
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA	Carlos Franklen Suta Pico
PROFESIONAL AMBIENTAL 1	Maria Ingrid Viviana Fandiño
PROFESIONAL AMBIENTAL 2	Laura Rocio Bucheli Campos
PROFESIONAL FINANCIERO	Jeferson Villa Torres
TOPOGRAFO	Joaquin Alonso Palacio
ESPECIALISTA JURIDICO	Lucas Abril Lemus
PROFESIONAL SOCIAL	Johan Gutierrez

Tabla 2.7. Personal de la Consultoría para el periodo reportado

Fuente. Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025.

En el anexo "*A0 Profesionales*" se encuentran adjuntos los documentos respectivos del equipo de consultoría anteriormente mencionados.

2.2.4 GESTIÓN DE COMITÉS DE SEGUIMIENTO

En el periodo informado correspondiente desde el 14 de Julio al 14 de Agosto, se llevaron a cabo dos comités de seguimiento de carácter presencial y tres en modalidad virtual, los cuales se enlistan a continuación.

FECHA	TIPO	TEMA	UBICACION
16 de Julio del 2025	Presencial	Comité de Seguimiento	Oficina UAESP
23 de Julio del 2025	Plataforma Meet	Comité de Seguimiento	Plataforma Meet
29 de Julio de 2025	Presencial	Comité de Seguimiento	Oficina UAESP
5 de Agosto de 2025	Plataforma Meet	Comité de Seguimiento	Plataforma Meet
12 de Agosto	Plataforma Meet	Comité de Seguimiento	Plataforma Meet

Tabla 2.8. Comités Ejecutados en el Periodo Reportado
Fuente. Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025.

2.2.5 RELACIÓN DE CORRESPONDENCIA ENVIADA

Durante este período mensual la consultoría se permitió emitir diferentes oficios, a razón de cumplir con el objeto contractual del presente proyecto y brindar la trazabilidad pertinente a las actividades desarrolladas para tal fin, los cuales se relacionan en la tabla a continuación:

CONSECUTIVO	ASUNTO	REMITIDO A	FECHA DE EMISIÓN
IND-CE-C-326-005-2025	Metodología Plan de Muestreo de Calidad de Agua	DISTRITO SANTIAGO DE CALI - UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS	25/07/2025
IND-CE-C-326-006-2025	Metodología Plan de Exploración Geotecnia y Geofísica	DISTRITO SANTIAGO DE CALI - UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS	25/07/2025
IND-CE-C-326-007-2025	Entrega Informe Final 1	DISTRITO SANTIAGO DE CALI - UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS	28/07/2025
IND-CE-C-326-008-2025	Entrega Estudio de Refracción Sísmica	DISTRITO SANTIAGO DE CALI - UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS	31/07/2025
IND-CE-C-326-009-2025	Entrega Informes Semanales	DISTRITO SANTIAGO DE CALI - UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS	01/08/2025

CONSECUTIVO	ASUNTO	REMITIDO A	FECHA DE EMISIÓN
IND-CE-C-326-010-2025	Inicio De Actividades De Reconocimiento Para Estudio De Riesgo	DISTRITO SANTIAGO DE CALI - UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS	11/08/2025
IND-CE-C-326-011-2025	Entrega Informe Semanal Numero 8	DISTRITO SANTIAGO DE CALI - UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS	11/08/2025
IND-CE-C-326-012-2025	Entrega Estudio de Geotecnia - PTAR	DISTRITO SANTIAGO DE CALI - UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS	13/08/2025
IND-CE-C-326-013-2025	Información General Litomecanica Predio PTAR	DISTRITO SANTIAGO DE CALI - UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS	13/08/2025

Tabla 2.9. Relación Correspondencia Enviada
Fuente. Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025.

2.2.6 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS CONTRATO 4182.010.26.1.326-2025

En la semana del 13 al 17 de Julio, se llevaron a cabo los avances en el trabajo de campo de topografía, catastro y adicionalmente, se inician los trabajos de campo de geotecnia. Adicionalmente, se resalta sé que realizaron sondeos, perforaciones y extracciones de muestras de geotecnia. Finalmente, se realiza una visita a los puntos de vertimiento.

En la siguiente semana, se prosigue con las labores de campo anteriormente mencionadas y se realizan los trabajos de campo de refracción sísmica. Se finalizan las labores de los estudios geotécnicos y se inicia el procesamiento de información en oficina.

Seguido a esto, se inician actividades relacionadas con el muestreo de calidad de agua y adicionalmente, se hace entrega de los estudios de refracción sísmica. Se continúan las labores de levantamiento topográfico y el catastro de estructuras.

Por último, se finalizan los trabajos de campo de topografía y de catastro y se continua con las labores de procesamiento de la información obtenida en campo y se inicia el proceso de modelación de las redes existentes.

2.2.6.1 METODOLOGIA DEL PLAN DE MUESTREO DE CALIDAD DEL AGUA

El día 25 de Julio del presente año se realizó la entrega de la metodología del Plan de Muestreo de Calidad de Agua. Teniendo en cuenta la visita técnica realizada, se evidencia que hay dos (2) puntos de vertimiento principales los cuales corresponden a vertimiento Piscina donde se realizara la medición de caudal mediante aforo volumétrico y el vertimiento la Carbonera donde se realizara un aforo volumétrico con adecuación para que se genere una caída no tan brusca.

El punto de muestreo piscina es de fácil acceso sin embargo el punto de muestreo de carbonero se accede por una calle estrecha de 140 m en bajada, y con escalones pavimentados, se recomiendan dos personas para ambas labores. En las siguientes figuras se evidencia los puntos de muestreo.



Figura 2.1. Vertimiento La Piscina
Fuente: Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025



Figura 2.2. Vertimiento Carbonero
Fuente: Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025

Cabe destacar que se identificaron un total de tres (3) vertimientos, sin embargo, teniendo en cuenta que el vertimiento de carbonero y la piscina representan el 95% de los aportes del sector de Montebello, se considera que estos dos puntos son los de valor significativo para realizar el muestreo correspondiente. A continuación, se detallan los puntos a analizar.

VERTIMIENTO	NORTE	ESTE
La Piscina	3°29'09.6"N	76°33'11.1"W
Carbonero	3°28'56.0"N	76°33'13.1"W

Tabla 2.10. Localización Vertimientos Municipio de Montebello.
Fuente: Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025

Los puntos de muestreo de vertimientos se evidencian en la siguiente figura:



Figura 2.3. Localización Vertimientos Municipio de Montebello.
Fuente: Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025

Teniendo en cuenta lo anterior, Se realizará **muestreos de calidad de agua** y **aforos** en la descarga del alcantarillado como lo describe la tabla anterior; sin embargo, se deberá realizar adicionalmente: mediciones de temperatura, Oxígeno Disuelto, Conductividad y pH en campo. Para la caracterización fisicoquímica, las muestras compuestas de 24 horas con 3 composiciones de 8 horas cada una y toma de alícuotas cada 30 minutos, como sigue:

CANTIDAD (No Puntos)	PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	LC
6	Temperatura In Situ (max) - A	SM 2550 B	(°C)	NA
6	Muestreo (In Situ) - A	Protocolo del monitoreo de agua y seguimiento del agua 2021 del Ideam	NA	NA
6	Caudal (In situ) (promedio) - A	Protocolo del monitoreo de agua y seguimiento del agua 2021 del Ideam Numeral 8.1.2 (volumétrico, área – Velocidad)	(L/s)	NA
6	pH In situ (min) - A	SM 4500-H+ B	Unidades de pH	NA

CANTIDAD (No Puntos)	PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	LC
6	pH In situ (max) - A	SM 4500-H+ B	Unidades de pH	NA
6	Demanda Química de Oxígeno (DQO) - A	SM 5220 C	mg/L O2	50
6	Sólidos Suspendidos Totales (SST) - A	SM 2540 D	mg/L	8
6	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) - A	Incubación 5 días SM 5210 B - ASTM D888-12 C	mg/L O2	10
6	Sólidos Sedimentables (SSED) - A	SM 2540 F	mL/L	1
6	Nitratos - A	Método Espectrofotométrico KIT - Test 1-65 Nanocolor	mg/L N NO3-	1
6	Nitritos - A	SM 4500 NO2- B	mg/L N NO2-	0,013
6	Grasas y Aceites - Puntual - A	SM 5520 D	mg/L	8
6	Sustancias Activas al azul de metileno (SAAM) - S	SM 5540 C	mg/L	0,1
6	Hidrocarburos Totales - Puntual - S	SM 5520 C, F	mg/L	0,5
6	Ortofosfatos - Puntual - A	SM 4500-P E	mg/L P PO43-	0,044
6	Fósforo Total - A	SM 4500-P, B, E,	mg/L P	0,1
6	Nitrógeno Amoniacal - S	SM 4500-NH3 B,C	mg/L N NH3	5
6	Nitrógeno Total Kjeldahl - S	SM 4500 N - org C Modificado, 4500 NH3 B, C	mg/L N	5
6	Nitrógeno total - C	Sumatoria (Nitrógeno Kjendahl + Nitratos + Nitritos)	mg/L N	NA
6	Oxígeno Disuelto (In Situ) - A	ASTM D888 C	mg/L-O2	NA
6	Alcalinidad Total - Puntual - A	SM 2320-B	mg/L CaCO3	6,6
6	Demanda Bioquímica de Oxígeno Soluble (DBO5) - P	Filtrado SM-5210-B. ASTM-D888-12 C	mg/L O2	10
6	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO20) - P	SM-5210-B. ASTM-D888-12 C - 20 días	mg/L O2	10
6	Sólidos Suspendidos Volátiles - S	SM 2540 D, E	mg/L	20
6	Turbiedad - S	SM 2130 B	NTU	1,5
6	Sulfatos - A	SM 4500-SO42- E	mg/L SO42-	11,3
6	Sulfuros - S	Test 1-88n Nano Color Ref 91888 Macherey Nagel	mg/L-S2	1
6	Coliformes Totales - S	SM 9221 E	NMP/100 mL	NA

CANTIDAD (No Puntos)	PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	LC
6	Coliformes Termotolerantes (Fecales) - S	SM 9221 E	NMP/100 mL	NA
6	Escherichia coli - S	SM 9223 B	UFC/100 cm3	1
6	DBO particulada	Calculo DBO total - DBO Soluble		

Tabla 2.11. Parámetros a Muestrear Descarga Alcantarillado
Fuente. Ingeniería y Desarrollo INALDEX SAS, 2025.

Con respecto al muestreo de aguas superficiales se realizo un análisis con el fin de determinar la longitud de mezcla para establecer la ubicación de los puntos de muestreo teniendo como base el punto de vertimiento proyectado (PV).

La guía nacional de modelación de la calidad de agua en cuerpos de agua superficiales, establece que de acuerdo con el numeral 38 del artículo 2.2.3.3.1.3 del Decreto 1076 de 2015, "*La zona de mezcla es la zona técnicamente determinada a partir del sitio de vertimiento, indispensable para que se produzca mezcla homogénea de éste con el cuerpo receptor; en la zona de mezcla se permite sobrepasar los criterios de calidad de agua para el uso asignado, siempre y cuando se cumplan las normas de vertimiento.*" Por lo anterior, la estimación de la extensión de la zona de mezcla es necesaria para delimitar el punto a partir del cual las autoridades deben realizar el control de los criterios de calidad y, a su vez, al punto hasta el que se deben extender las limitaciones de uso del agua.

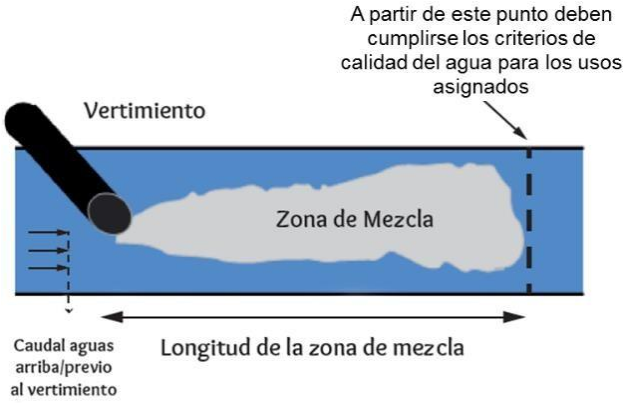


Figura 2.4. Esquema zona de mezcla vertimiento a un cuerpo de agua lótico.
Fuente: Guía Nacional de Modelación, 2018.

La figura anterior presenta un esquema en donde se observa la extensión de la zona de mezcla de un vertimiento. Como se muestra en dicha figura, antes de la zona de mezcla se considera que el vertimiento no se encuentra completamente mezclado, y por tanto se espera que las concentraciones puedan ser mayores a las definidas en los criterios de calidad correspondientes al uso respectivo.

La guía también establece, que la estimación de la longitud de la zona de mezcla puede realizarse mediante la aplicación de ecuaciones empíricas, o mediante modelos numéricos, tal como se describe a continuación. En todo caso, la estimación debe realizarse considerando condiciones críticas, correspondientes a caudales bajos y concentraciones máximas esperadas sobre el cuerpo receptor, y máxima carga

contaminante esperada en el vertimiento. Es importante anotar que la estimación de la longitud de la zona de mezcla se realiza asumiendo que el vertimiento se comporta como una sustancia conservativa.

Adicionalmente, se resaltan las ecuaciones empíricas de las cuales es importante mencionar que las ecuaciones existentes han sido estimadas de forma empírica, por lo que presentan restricciones en su aplicabilidad que deben ser tenidas en cuenta en su aplicación, con el fin de obtener resultados confiables.

De forma alternativa, se podrán aplicar herramientas de modelación existentes para la determinación de la longitud de la zona de mezcla (e.g. CORMIX, Visual Plumes, tubos de corriente, dinámica de fluidos computacional; ver por ejemplo Rutherford, 1994). De acuerdo con las particularidades de cada caso de estudio, el experto encargado deberá seleccionar aproximaciones de modelación de campo cercano o lejano, siendo los primeros suficientes para la mayoría de las aplicaciones. Bleninger and Jirka (2004) presentan una descripción de las ventajas y desventajas de cada una de estas aproximaciones, así como ejemplos de herramientas de modelación disponibles para cada caso.
A continuación, se presenta esquemáticamente el perfil de la batimetría propuesta:

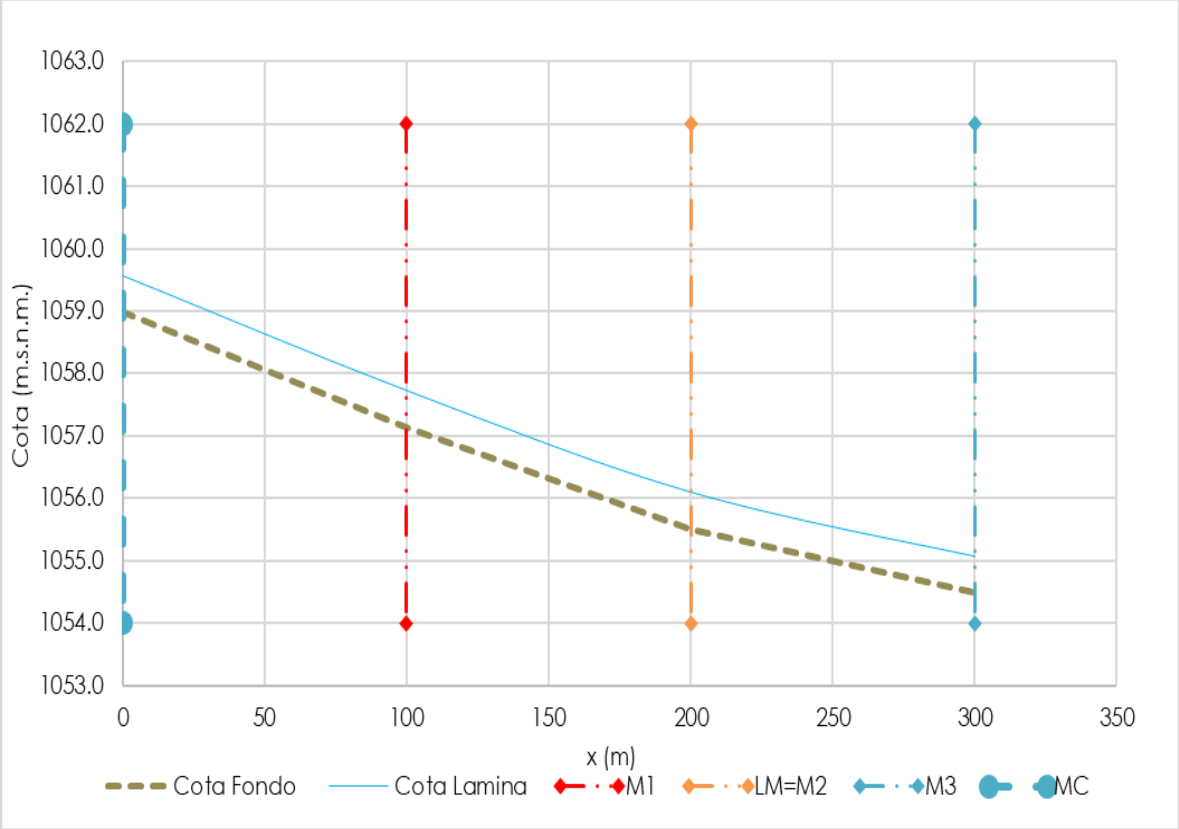


Figura 2.5. Perfil de Muestreo de la Quebrada El Chocho
Fuente. Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX SAS, 2025.

Si se adopta esta metodología de muestreo se habrá de seguir el anterior perfil de muestreo:

Y así, los puntos de muestreo se encontrarían en las siguientes coordenadas;

PUNTO DE ANÁLISIS	ID	ANCHO PROMEDIO (m)	ESTE	NORTE
Cabecera	MC	13.4	1057500.667	875164.431
1	M1	13.4	1057574.450	875098.376
2	LM=M2	13.4	1057641.654	875025.042
3	M3	13.4	1057678.896	874932.787

Tabla 2.12. Coordenadas puntos de muestreo.
Fuente. Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX SAS, 2025.

Los cuales se pueden observar espacialmente en la siguiente figura:

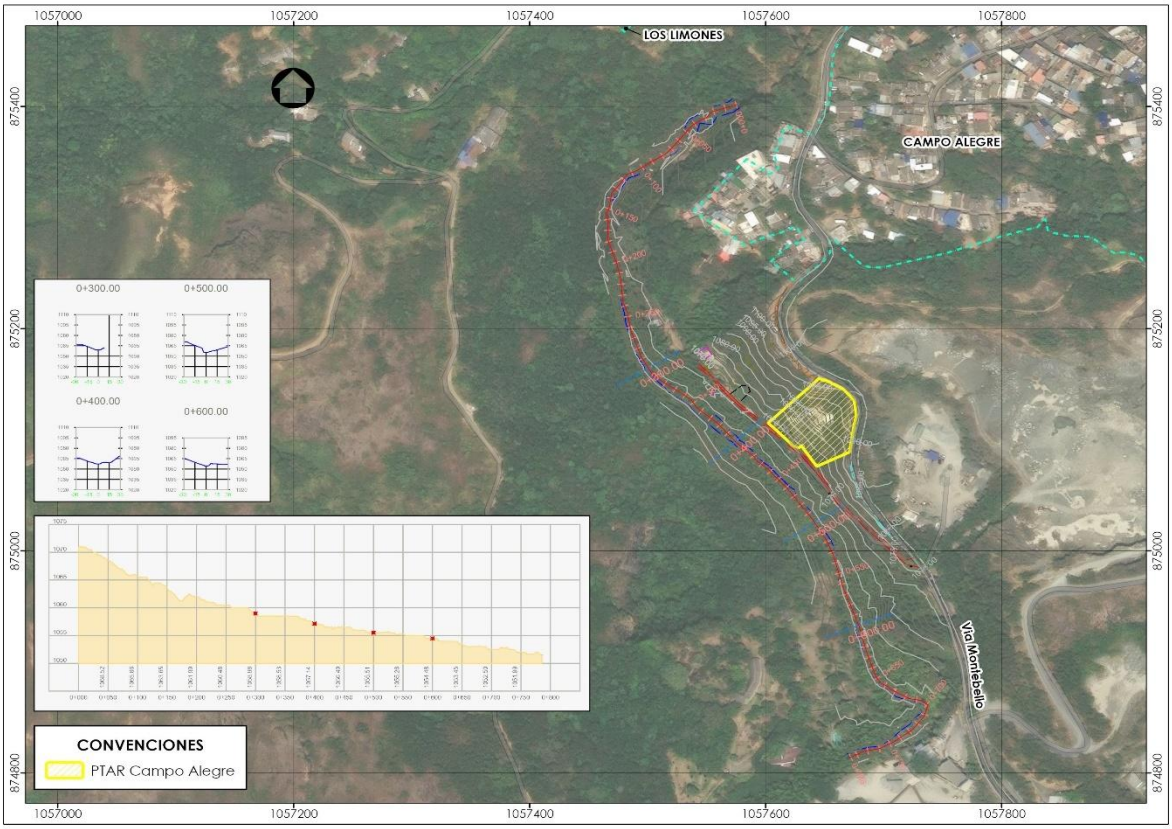


Figura 2.6. Ubicación puntos de muestreo.
Fuente. Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX SAS, 2025.

A continuación, se muestra de manera resumida el plan de muestreo a realizar, el cual será ejecutado por el laboratorio WATER RECHNOLOGY ENG SAS, el cual se encuentra debidamente acreditado por el IDEAM.

PUNTO	PUNTO DE MUESTREO TIPO DE AGUA	JORNADA DE MUESTREO (HORAS)	ALICUOTAS	TIPO DE MUESTREO	AFORO
1	Vertimiento ARD Piscinas-Jornada 1	24	30	Compuesto	Volumétrico
2	Vertimiento ARD Piscinas-Jornada 2	24	30	Compuesto	Volumétrico
3	Vertimiento ARD Piscinas-Jornada 3	24	30	Compuesto	Volumétrico

PUNTO	PUNTO DE MUESTREO TIPO DE AGUA	JORNADA DE MUESTREO (HORAS)	ALICUOTAS	TIPO DE MUESTREO	AFORO
4	Vertimiento ARD La Carbonera-Jornada 1	24	30	Compuesto	Volumétrico
5	Vertimiento ARD La Carbonera-Jornada 2	24	30	Compuesto	Volumétrico
6	Vertimiento ARD La Carbonera-Jornada 3	24	30	Compuesto	Volumétrico
7	Agua Superficial Aguas Arriba 100 m	Puntual	NA	Puntual	Molinete
8	Agua Superficial Ubicación descarga PTAR	Puntual	NA	Puntual	Molinete
9	Agua Superficial Aguas Abajo 100 m	Puntual	NA	Puntual	Molinete
10	Agua Superficial Aguas Abajo 200 m	Puntual	NA	Puntual	Molinete

Tabla 2.13. Resumen Plan de Muestreo

Fuente. Ingeniería y Desarrollo INALDEX SAS, 2025.

2.2.6.2 METODOLOGÍA PLAN DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA Y GEOFISICA

El día 25 de Julio se realizó la entrega de la metodología del Plan de Exploración Geotécnica y Geofísica, en donde se realizó la descripción de la caracterización del entorno del proyecto, la exploración de campo y los ensayos de laboratorio. Adicionalmente, se presenta la evaluación geológica y geomorfológica, La información geológica del estudio abarcará la descripción estratigráfica y estructural del área de estudio comprendiendo cada una las siguientes actividades:

Estratigrafía: Descripción litológica de las diferentes unidades geológicas y geomorfológicas del área de estudio, señalando su edad, origen y espesor, así como su distribución y secuencia.

GEOLOGÍA REGIONAL Y LOCAL-GEOMORFOLOGÍA LOCAL.

Se identificarán las unidades geológicas a nivel regional y local y su estado, partiendo de la información que posee el Servicio Geológico Colombiano (SGC), a través de las planchas 300 Cali (1985), Jamundí 299 (1984). Geomorfología Plancha 299 Jamundí (2015), enfocada a fenómenos de remoción en masa Estudio realizado por UNAL-Bogotá-Servicio Geológico Colombiano. También teniendo en cuenta El Estudio de Microzonificación Sísmica de Santiago de Cali. Convenio DAGMA-INGEOMINAS (2005). Partiendo de allí se realiza los estudios a nivel local.

Geología Estructural: Identificación de fallas (locales y Regionales), pliegues diaclasas y diferenciación de bloques estructurales.

PERFILES GEOTÉCNICOS

A partir de la caracterización geológica producto de los resultados obtenidos de la exploración geotécnica, se realizarán perfiles geotécnicos en los sitios correspondientes para analizar el suelo de fundación de las estructuras proyectadas, los cuales contarán con información de niveles de agua, las propiedades físicas y mecánicas de cada uno de los estratos identificados, sectorizando la información para la elaboración de los modelos geológicos – geotécnicos.

ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE PARÁMETROS

Como resultado de la exploración del subsuelo y posterior análisis de muestras en laboratorio, se tendrá una clasificación de los suelos según el USCS y ésta se integrará en la presentación de la estratigrafía para cada perfil geotécnico. A su vez, con los parámetros obtenidos a partir de las mediciones de los ensayos de campo y los resultados de laboratorio, se establecerá la variabilidad de los parámetros geotécnicos tanto de resistencia como de deformación, y se definirán todos los parámetros geomecánicos de prediseño necesarios para realizar los análisis de estabilidad y de comportamiento general de las áreas en estudio.

DESCRIPCIÓN DE LAS SOLUCIONES GEOTÉCNICAS PROPUESTAS

De acuerdo con los sectores del proyecto que se establezcan en condición de riesgo, se plantearán diferentes soluciones con los redimensionamientos de las estructuras geotécnicas. Dichas soluciones cumplirán con los requisitos exigidos por la norma sismo resistente (NSR-10 Título H).

EXPLORACIÓN DIRECTA DEL SUBSUELO

La exploración propuesta se realizará rigurosamente de acuerdo a los requerimientos establecidos en los anexos técnicos del contrato de consultoría.

Suelos finos y granulares

Para la caracterización visual en materiales arcillosos o limosos se debe intentar, en primera instancia, tomar muestras con tubo de pared delgada tipo Shelby. Si esto no es posible por la dureza del material, se intentará, en segunda instancia, tomar muestras con la cuchara partida y se realizarán ensayos de penetración estándar cada 0.5 m.

En suelos granulares tales como arenas y gravas se deben ejecutar, también cada 0.5 m, ensayos de penetración estándar y siguiendo en general los procedimientos establecidos en la norma ASTM D1586 (Ensayo de Penetración Estándar y Muestreo de Suelos con Cuchara Partida), se continúa ejecutando el ensayo de penetración estándar. En el caso de encontrarse suelos finos, se tomarán muestras con tubo Shelby.

Ensayo de Penetración Estándar. SPT.

El ensayo de penetración estándar (SPT de las siglas inglesas Standart Penetration Test) consiste en la hinca mediante golpeo de un útil (*toma muestras* o *cuchara*) con geometría de tubo, de 60 cm de longitud, fabricado en acero y seccionado longitudinalmente en dos mitades.

Cabe indicar que, al contrario de lo indicado para los ensayos de penetración dinámica continua, el ensayo SPT cuenta con un recorrido limitado a la longitud del toma muestras (la hinca se limita a 45 cm o a 60 cm) por lo que se ejecuta en el fondo de la perforación durante la realización de un sondeo geotécnico.

La energía para hincar el tubo se consigue mediante una maza de 63'5 Kg que cae desde 76 cm de altura sobre un yunque, solidario al varillaje que transmite el golpe al útil, situado éste en el fondo de la perforación.

La longitud de la hinca es de 45 cm, dividiéndose en tres tramos de 15 cm, para cada uno de los cuales se determina el número de golpes necesarios. El primer conteo, correspondiente a la hinca del primer tramo de 15 cm, se desestima, pues el fondo de la perforación puede encontrarse alterado por la ejecución del sondeo. El resultado del ensayo corresponde a la suma de los conteos de la segunda y tercera tanda (30 cm).

En algunos países es costumbre añadir un conteo adicional (otra tanda de 15 cm) hincando él toma muestras hasta los 60 cm, a fin de obtener una valoración cualitativa de la compacidad o consistencia de un tramo más del terreno, e incrementar también la cantidad de la muestra obtenida hasta el límite de capacidad de la **cuchara**.

Una vez realizado el ensayo, se recupera él toma muestras, del cual se obtiene una muestra representativa (siempre que la granulometría del terreno sea tal que no quede falseada por el diámetro de la cuchara.).

Muestra obtenida de un ensayo SPT hincado 60 cm (generalmente no se alcanza el llenado de la cuchara, pues la resistencia de la muestra a la fricción o la adhesión de las paredes interiores de la toma muestras supera la resistencia a la penetración ciega de la punta.)

Para evitar la caída de la muestra del tubo en operaciones bajo el nivel freático por empuje del agua se coloca en la parte superior de la toma muestras una válvula de bola, que hace asiento en la cabeza del tubo e impide que el agua descienda y presione la muestra; por encima de la bola se ubican dos agujeros por donde se expulsa el agua.

Conforme a las indicaciones de la Norma NSR-010 Título H, para realizar un uso adecuado del valor obtenido del ensayo (NSPT o N30), el mismo debe ser corregido en función de la profundidad a la que se realiza el ensayo, de la eficiencia del dispositivo de golpeo respecto a la eficiencia estándar (estimada del 60 % de la energía cinética teórica), de la situación del nivel freático, así como de otras particularidades del procedimiento de realización. La notación habitual que designa el valor corregido de NSPT es (N1)60.

El valor obtenido del ensayo SPT (consignado como NSPT o N30, referido a la penetración de 30 cm de suelo) permite establecer vía correlación con mayor o menor aproximación o rigor, ciertos parámetros referidos a la resistencia o a la deformabilidad del material, a partir de correlaciones empíricas.

Es corriente la estimación del ángulo de rozamiento interno, del módulo de deformación (específicamente en suelos granulares), de la resistencia al corte no drenada en suelos cohesivos saturados (esta correlación acostumbra a tomarse con muchas reservas, y debe ser contrastada con una firme experiencia local), o de la densidad relativa (parámetro bastante en desuso, pues la calificación de la compacidad se refiere por lo común al valor directo del ensayo SPT o a la calificación cualitativa que se desprende del mismo.).

En función de golpeo obtenido con el ensayo SPT se puede determinar cualitativamente la compacidad de los suelos fino granulares.

CONSISTENCIA	NSPT
Muy Blanda	<2
Blanda	2 – 4
Medianamente Firme	4 – 8
Firme	8 – 15
Muy Firme	15 – 30
Dura	>30

Tabla 2.14. Consistencia Suelos Cohesivos

Fuente: HUNT, R.E.,1984, **Geotechnical Engineering Investigation Manual**.

CONSISTENCIA	NSPT
Muy Suelta	<4
Suelta	4 – 10
Medianamente Compacta	10 – 30
Compacta	30 – 50
Muy Compacta	15 – 30

Tabla 2.15. Compacidad Suelos Granulares

Fuente: Skempton (1986) sobre de la compacidad de los terrenos granulares en función del SPT (Adaptada de DEVINCENZI, M., FRANK, N., (2004)

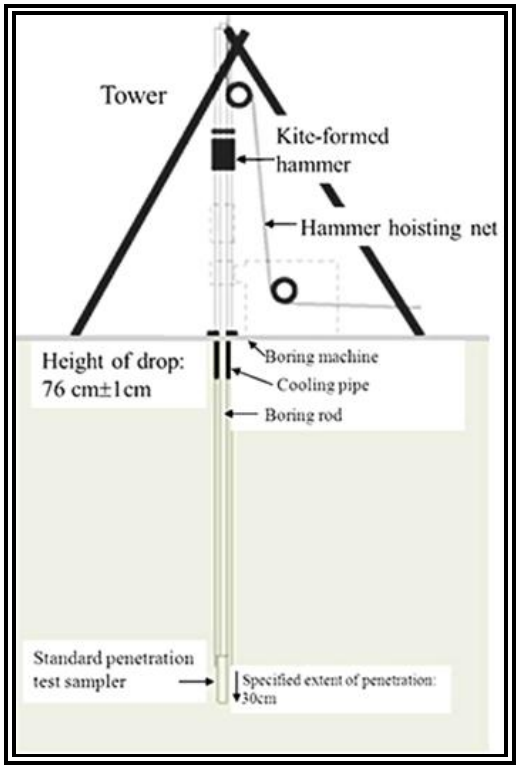


Figura 2.7. Torre de Perforación a Motor

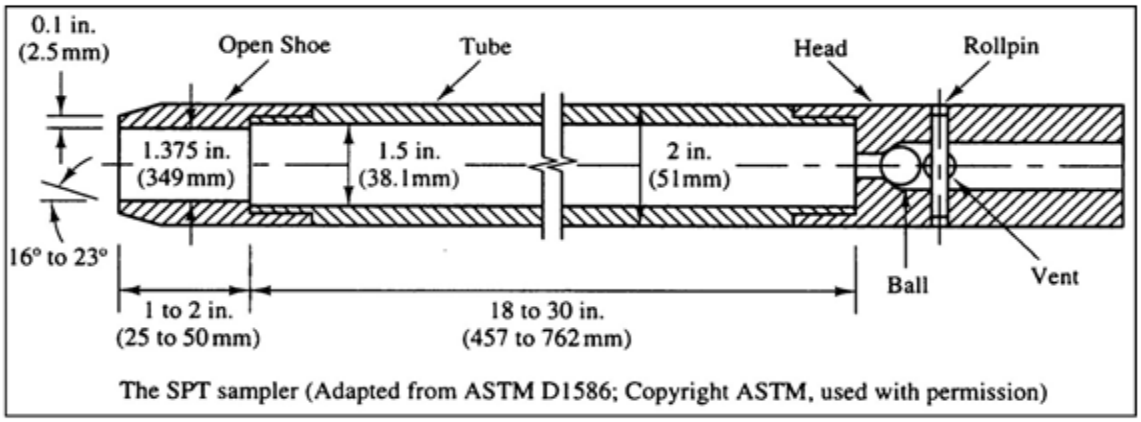




Figura 2.8. Sección transversal del tomador de muestra. tubo Schelby.

Registro de Campo.

Los formatos que se emplean deben ser avalados por el geotecnista o coordinador del proyecto. Este es un registro físico que se elabora simultáneamente con la ejecución del sondeo.

En el registro del sondeo se debe considerar la siguiente información:

- *Nombre, número y localización del proyecto*
- *Número del sondeo*
- *Fecha de inicio y fin de la ejecución del sondeo*
- *Coordenadas de ubicación y cotas inicial y final del sondeo*
- *Profundidad total del sondeo*
- *Número interno y nombre del equipo empleado*
- *Sistema de perforación y tipo de investigación del suelo*
- *Profundidad y descripción de la litología encontrada a lo largo de la perforación indicando los cambios estratigráficos*
- *Tipo y consecutivo de muestra tomadas.*
- *Número de golpes en el ensayo SPT en el caso de suelos*
- *Nivel freático encontrado*
- *Nombre del ingeniero de campo y del perforador*

Descripción de suelos.

Para la descripción de suelos es indispensable identificar el componente principal para determinar si es un suelo fino (cohesivo) o granular, y dependiendo de esto se determinan las características que se deben incluir en la descripción, aplicando la norma INV-E-102-13.

Para suelos finos (cohesivos), se deben describir las siguientes características y en el siguiente orden: componente principal, el término de proporción del componente secundario (con trazas de, con un poco de, con algo de, y o con) de acuerdo con el porcentaje, color de la muestra, humedad, plasticidad y consistencia.

Para suelos granulares se describen las siguientes características y en el siguiente orden: componente principal (arena o grava), tamaño del componente principal, término de proporción del componente secundario (con trazas de, con un poco de, con algo de, y o con), color, densidad y humedad.

El Programa exploratorio se llevará acabo de acuerdo a la Norma NSR-010 Titulo H así:

H.3.2.2 — EXPLORACIÓN DE CAMPO. Consiste en la ejecución de apiques, trincheras, perforación o sondeo con muestreo o sondeos. con el fin de conocer y caracterizar el perfil del subsuelo afectado por el proyecto, ejecutar pruebas directas o indirectas sobre los materiales encontrados y obtener muestras para la ejecución de ensayos de laboratorio. La exploración debe ser amplia y suficiente para buscar un adecuado conocimiento del subsuelo hasta la profundidad afectada por la construcción, teniendo en cuenta la categoría del proyecto, el criterio del ingeniero geotecnista y lo dispuesto en las tablas H.3.1-1. y H.3.2-1.

H.3.2.3. NÚMERO MÍNIMO DE SONDEOS. Número mínimo de se define de acuerdo con la variabilidad del subsuelo y el Nivel de Complejidad del Sistema definido en el Titulo A. (Ver Tabla G.2.2.). Título G-RAS-2000 Aspectos complementarios.

GRADO DE DIFICULTAD	VARIABILIDAD	NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA			
		BAJA	MEDIA	MEDIA ALTA	ALTA
Bajo y Medio	Alta	1 Cada 300	1 Cada 150	1 Cada 100	1 Cada 70
	Media	1 Cada 400	1 Cada 300	1 Cada 200	1 Cada 150
	Baja	1 Cada 500	1 Cada 400	1 Cada 300	1 Cada 200
Medio Alto	Alta	1 Cada 200	1 Cada 100	1 Cada 66	1 Cada 46
	Media	1 Cada 266	1 Cada 200	1 Cada 133	1 Cada 100
	Baja	1 Cada 333	1 Cada 266	1 Cada 200	1 Cada 133
Alto	Alta	1 Cada 150	1 Cada 75	1 Cada 50	1 Cada 35
	Media	1 Cada 200	1 Cada 150	1 Cada 100	1 Cada 75
	Baja	1 Cada 250	1 Cada 200	1 Cada 150	1 Cada 100

Tabla 2.16. RAS-2017 Título G.2.2 Número mínimo de sondeos.
Fuente: RAS.2000. Título G.

Dadas las características litológicas y geomorfológicas, muy homogéneas, se tiene un nivel de complejidad del sistema así:

- Grado de Dificultad: Bajo.
- Variabilidad Baja.

- Nivel de Complejidad del sistema: Baja.

De ahí que, para el sistema de la Planta de Tratamiento de Agua Residual-PTAR del Corregimiento Montebello Distrito Especial Santiago de Cali, se propone 4 sondeos por todo el lote en su zona de interés directo, abarcando las estructuras presentada por los asesores hidráulicos y sanitarios.

Nota 1: El ensayo SPT, se utiliza para exploración de suelos finogranulares como arcillas, limos y arenas finas (CL, CL-ML, ML, CH, MH-CH, SM, SC, SP-SM).
Nota 2. Para el caso particular del lote de la PTAR Montebello, se requiere realiza las exploraciones a Rotación, ya que se encuentra material rocoso desde rocas descompuestas hasta rocas en estado fresco.

Seguido a esto, se presenta el método de perforación a rotación, el cual consiste en aplicar energía al terreno haciendo rotar un útil de corte o destroza conjuntamente con la acción de una fuerza de empuje. El giro del útil lo realiza el motor de la perforadora en superficie, que acciona una mesa o cabeza de rotación que, a su vez, mueve el tren de varillaje y este finalmente transmite el giro al útil.

Los útiles de corte que se emplean en rotación son las barrenas helicoidales, las coronas circulares y las cabezas tricono, según el tipo de terreno, del diámetro del talador y de la finalidad de la perforación (extracción de testigos o avance a destroza).

La perforación a rotación presenta características diferentes si se efectúa en roca o en suelos. En roca el avance se produce por corte y compresión: el giro se ejecuta mediante sonda o rotor y la presión por barra de carga, varillaje y empuje hidráulico. En el caso de los suelos, si estos son granulares no demasiado cohesivos, la perforación se realiza con una barrena helicoidal; en el caso de granulares muy sueltos es necesario el uso de cucharas.

Sistemas de avance

El avance de la perforación rotativa en rocas se produce por la influencia simultánea de la presión que el útil de corte ejerce sobre el terreno y el efecto producido por el giro de dicho útil sobre la roca. Estas dos acciones se pueden provocar con diversos medios y potencia según las fuentes de energía y los sistemas de empuje y rotación empleados.

Las formas de **energía motriz** de uso más frecuente son la térmica y la eléctrica. La primera se suele utilizar en perforadoras pequeñas y medianas, generalmente montadas sobre camión en equipos accionados por el propio motor del camión o más frecuentemente por dos motores, el del camión más otro independiente. Para perforadoras montadas en equipos de mayor tamaño (diámetros de perforación superior a 250 mm, lo más normal es usar energía eléctrica a media tensión, alimentando la perforadora con corriente alterna.

La aplicación de la potencia se realiza mediante mecanismos de transmisión mecánicos e hidráulicos. La energía se transmite a través de las barras de perforación, que giran al mismo tiempo que penetra la boca, debido a la intensidad de la fuerza de avance. Prácticamente, casi sin excepciones, esta fuerza de empuje se obtiene a partir de un motor hidráulico. En este tipo de perforación, las pérdidas de energía en las barras y la boca son despreciables, por este motivo, la velocidad de penetración no varía apenas con la longitud del barreno. Para girar las barras y conseguir el par necesario, estas máquinas

tienen un sistema de rotación montado habitualmente sobre un bastidor que se desliza a lo largo del mástil de la perforadora. El barrido del detritus de la perforación se efectúa con aire comprimido, para lo cual el equipo está dotado de uno o dos compresores ubicados en la sala de máquinas.

Para el presente trabajo se opto por perforaciones a rotación NQ.

Ventajas de la perforación NQ:

- **Recuperación de Testigo:** Permite la obtención de muestras inalteradas del subsuelo, lo que facilita la interpretación geológica.
- **Profundidad:** Alcanza profundidades significativas, lo que la hace adecuada para la exploración en diferentes niveles.
- **Adaptabilidad:** Se puede utilizar en una variedad de formaciones geológicas, desde suelos hasta rocas duras.

La perforación rotatoria NQ es una técnica esencial en la exploración y estudio del subsuelo, proporcionando valiosa información geológica a través de la recuperación de núcleos cilíndricos. NQ que representa a un calibre normal. Es un tamaño intermedio de tubería de perforación. Por lo general, tiene un diámetro exterior de alrededor de 75,7mm (2.98pulgadas).



Figura 2.9. Equipo de perforación a rota- percusión a Utilizar
Fuente: Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025

PROFUNDIDAD DE LOS SONDEOS.

Para excavaciones, los sondeos deben llevarse al menos hasta la mínima profundidad de las siguientes alternativas, contada a partir de la superficie del terreno antes de excavar:

a) Dos (2) veces la profundidad de excavación final prevista en el punto de sondeo.

b) Aquella en la que el decremento de esfuerzos totales en el terreno causado por la excavación sea igual al 10% del esfuerzo total original en el fondo de la excavación, siempre que no se encuentre roca a profundidades inferiores.
c) En los casos en que se encuentre roca firme o suelos muy duros a profundidades inferiores a las determinadas en los literales anteriores a) o b), pero superiores a la profundidad de excavación, en proyectos con nivel de complejidad media y baja los sondeos, podrán suspenderse al llegar a estos materiales; para proyectos con Nivel de Complejidad alta, los sondeos deben penetrar 2 m como mínimo.
d) En los casos en que se encuentre roca firme o suelos duros a profundidades inferiores a la profundidad de excavación, los sondeos deben llevarse como mínimo a 2 m por debajo del nivel de excavación.

SONDEOS	NORTE	ESTE	ALTURA (msnm)	PROFUNDIDAD (m)
S1	1057561,224	857167,672	1070	12
S2	1057573,032	875156,786	1071	9
S3	1057563,581	875149,070	1066	6
S4	1057573,725	875136,958	1065	6

Tabla 2.17. Sondeos y Profundidad
Fuente: Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025

H.3.2.4 — CARACTERÍSTICAS Y DISTRIBUCIÓN DE LOS SONDEOS.

a. Las características y distribución de los sondeos deben cumplir las siguientes disposiciones además de las ya enunciadas en H.3.1-1 y H.3.2.1. El RAS 2000 en su Título G, acata la normativa de la NSR-010, en su Título H.
b. En los sondeos con muestreo se deben tomar muestras cada 1.5 m de longitud del sondeo.
c. Al menos el 50% de los sondeos deben quedar ubicados dentro de la proyección sobre el terreno de las construcciones planteadas, hecho que fue compartido por los especialistas hidráulicos y sanitarios, resaltando que se trata de un estudio de comprobación, ya que se tiene los estudios de los años 2007 y 2014.

H.3.3 — ENSAYOS DE LABORATORIO.

H.3.3.1. SELECCIÓN DE MUESTRAS. Las muestras obtenidas de la exploración de campo deberán ser objeto de los manejos y cuidados que garanticen su representatividad y conservación. Las muestras para la ejecución de ensayos de laboratorio deberán ser seleccionadas por el ingeniero geotecnista y deberán corresponder a los diferentes materiales afectados por el proyecto.

H.3.3.2. TIPO Y NÚMERO DE ENSAYOS.

El tipo y número de ensayos depende de las características propias de los suelos o materiales rocosos por investigar, del alcance del proyecto y del criterio del ingeniero geotecnista. El ingeniero geotecnista ordenará los ensayos de laboratorio que permitan conocer con claridad la clasificación, peso unitario y permeabilidad de las muestras escogidas. Igualmente, los ensayos de laboratorio que ordene el ingeniero geotecnista deben permitir establecer con claridad las propiedades geomecánicas de compresibilidad. De acuerdo a la NSR-010, Título H 3.3.2. Tipo y Número de Ensayos.

El tipo y número de ensayos depende de las características propias de los suelos o materiales rocosos por investigar, del alcance del proyecto y del criterio del ingeniero geotecnista.

Para el programa exploratorio de campo, se realizarán el siguiente de ensayos así:

- Ensayos.
- Humedad natural.
- Granulometría pasa 200.
- Límites de Attemberg.
- Compresión Inconfinada.
- Peso Unitario.
- Corte directo CD.
- Consolidación.

Finalmente, el informe contendrá:

- Registros de campo.
- Resultados pruebas de laboratorio de suelos
- Caracterización geotécnica.
- Clasificación de los suelos: Como resultado de los ensayos de Granulometría pasa 200, límites de Attemberg y humedad natural.
- Cálculo de la capacidad portante, de las estructuras a construir o mejorar
- Módulos de reacción
- Asentamientos.
- Recomendaciones constructivas.
- Geología y Geomorfología local.
- Zonas de amenaza por movimientos de remoción en masa.
- Diseño cimentación red de tuberías.
- Recomendaciones geotécnicas en su etapa de construcción.
- Registro Fotográfico.
- Carta responsabilidad profesional. COPNIA.

Las generalidades del proyecto, planos de localización, descripción del proyecto. Esta información será entregada, por los diseñadores hidráulico-sanitarios. El ingeniero estructural, evaluará las cargas para cada estructura y el sistema estructural, información útil en el planteamiento de la cimentación y la evaluación de los asentamientos. Teniendo en cuenta que se trata de un Estudio Geotécnico Definitivo.

TOMA DE MUESTRAS.

En la presente Consultoría se estableció la toma de muestras inalteradas cada 1.5m. Para la determinación de la humedad natural, granulometría pasa 200 y Límites de Attemberg. Se tomarán en cada sondeo, muestras inalteradas, para las pruebas de compresión inconfinada, corte directo CD y consolidación.

De acuerdo al criterio establecido de extracción de muestra alterada cada 1.5m, para un sondeo de 15m se extraerán 10 muestras alteradas. Para un sondeo de 9m se extraerían 6

muestras y para un sondeo de 6m 4 muestras. Para ensayos de compresión inconfinada se harán 2 ensayos en cada sondeo de 9m y 15m, para el sondeo de 6m se haría 1 ensayo.

El numero de ensayos en el caso de perforación a rotación, depende de las muestras recuperadas. Más aún si hay materiales gruesos granulares tipo gravas o arenas compactas (GP-GW). Estos suelos no generan límites de consistencia (Limite Liquido y Plástico).

Se tiene proyectado la ejecución de los ensayos básicos: Humedad natural, límites de consistencia, granulometría pasa 200, compresión inconfinada en suelo y roca, carga puntual, consolidación y corte directo. El numero de muestras depende de la recuperación de la maquina a rotación.

ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE PARÁMETROS

En este punto se requiere que, del análisis geotécnico, se presente el modelo geotécnico de cada zona homogénea, el cual se emplea en el cálculo de la capacidad portante admisible del suelo para análisis con cargas de servicio normal y con cargas de servicio más sismo, así como el cálculo de la estabilidad de taludes temporales y demás parámetros de diseño.

Para cada estructura hidráulica y sanitaria, los resultados del sondeo que corresponde al área de influencia. Es por ello que se planea la realización de un sondeo donde va cada estructura hidráulica, planteada, esto con la finalidad de tener el modelo geotécnico de cada una y sus propiedades geomecánicas, conducentes al diseño del tipo de cimentación.

DESCRIPCIÓN DE LAS SOLUCIONES GEOTÉCNICAS

Este capítulo comprende las recomendaciones para diseño de cada una de las estructuras que conforman el proyecto, que debe cumplir con el ítem "**e**" del numeral H.2.2.1 de la NSR-10.

Como se mencionó anteriormente, los resultados de las cuatro (4) perforaciones a rotación, es fundamental, para la determinación del tipo de cimentación y su posterior diseño, teniendo en cuenta los parámetros geotécnicos, asentamientos, módulos de reacción, características del tipo de suelo si son expansibles, colapsable o licuables. Ángulo de fricción interna y los empujes de tierra (K0, Ka, Kp, Kae). Ete. En cada una de las estructuras planteadas, teniendo en cuenta los resultados anteriores del año 2014, se hará un comparativo, donde se opte por la opción que más se adapte a las condiciones actuales del suelo.

Se harán los cálculos atendiendo las metodologías existes como son los Métodos de Terzaghi, Hansen, Vesic, Skempton y Meyerhof.

Durante la toma de datos del pozo, se identifican las tuberías, medidas de diámetros, cono de reducción, materiales, estado general del pozo y se verifica si existe sedimentación o flujo represado, tal como se observa en la siguiente figura, estos datos se los suministra el técnico de campo al profesional.

Es importante resaltar que el personal que accede al interior del pozo posee todas las medidas de protección exigidas para la seguridad, incluyendo: Escaleras. Tapa Bocas. Arnés. Botas de Seguridad. Casco. etc.

A continuación, en la se visualiza el procedimiento antes descrito para la investigación de pozos inspección de la red de alcantarillado.

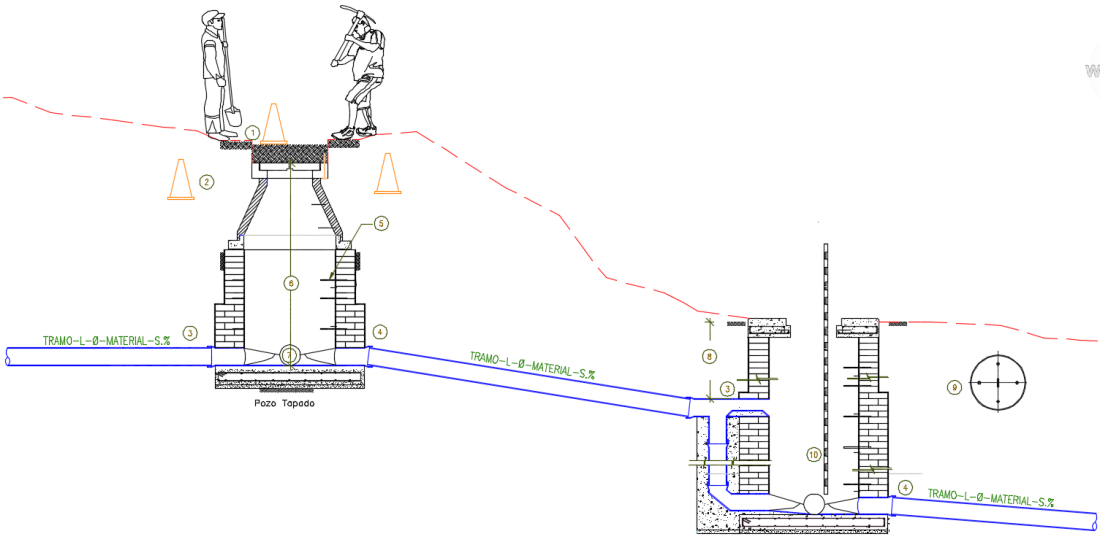


Figura 2.10. Esquema Representativo de Toma de Datos en Campo
Fuente: Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025

Donde:

1. Cota Terreno.
2. Señalización y Acordonamiento.
3. Tubería de Entrada.
4. Tubería de Salida.
5. Escaleras tipo Gato.
6. Profundidad de Pozo.
7. Cañuela.
8. Cota Clave de Entrada.
9. Tapa de Pozo.
10. Barra de Medición.

El profesional de campo debe realizar un esquema de localización donde plasme los sentidos de flujo y demás referencias como esquinas, casas cercanas y la dirección exacta. Además, se toma un registro fotográfico de todo el proceso, el cual debe tener una secuencia de los eventos realizados, tal como se describe en la siguiente tabla.

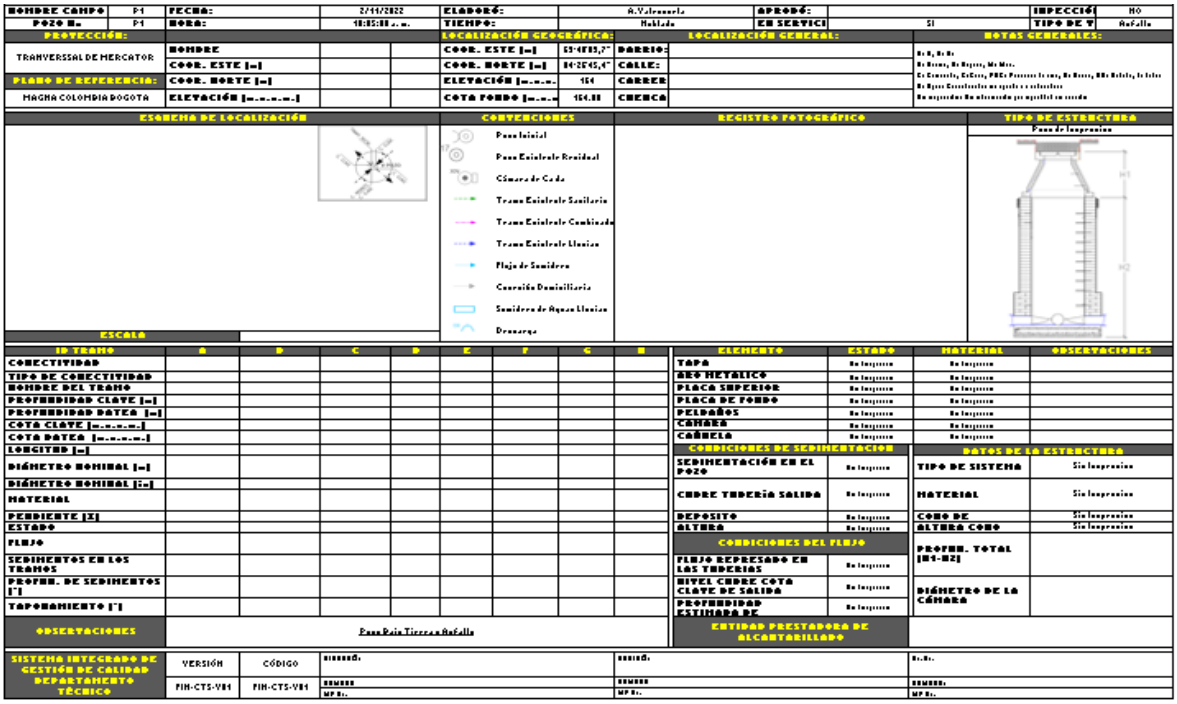


Figura 2.11. Ficha de referenciación Datos en Campo.
Fuente: Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025

En la siguiente tabla, se muestra el registro fotográfico que se realiza durante el levantamiento, el cual es el mismo que se registra en el formato mencionado anteriormente.

ID FOTOGRAFÍA	DESCRIPCIÓN	REGISTRO FOTOGRÁFICO
Foto A	Pozo de inspección sin haber sido intervenido.	

ID FOTOGRAFÍA	DESCRIPCIÓN	REGISTRO FOTOGRÁFICO
Foto B	Pozo de inspección durante la intervención.	
Foto C	Imagen panorámica de la localización del pozo de inspección.	
Foto D	Pozo de inspección luego de realizada la intervención.	

Tabla 2.18. Registro Fotográfico Durante la Inspección a Pozos
Fuente: Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025

Finalmente, se realiza el catastro de las cajas domiciliarias y sumideros, e donde se diligencio la ficha teniendo en cuenta los datos relevantes como la ubicación, profundidad, diámetro de tubería de salida, material material de la tapa, material de la rejilla, diámetros y la conectividad. Al igual que para pozos y sumideros, el profesional de campo debe realizar un esquema de localización donde plasme los sentidos de flujo y demás referencias como esquinas, casas cercanas y la dirección exacta.

2.2.6.3 ENTREGA INFORME MENSUAL 1

El día 28 de Julio se realizó la entrega del Informe mensual 1, correspondiente al periodo comprendido entre el trece (13) de Junio del 2025 al once (11) de Julio del 2025, para su respectiva revisión.

2.2.6.4 ENTREGA ESTUDIO DE REFRACCIÓN SISMICA

El día 31 de Julio se realizó la entrega del Estudio de la Refracción Sísmica, En donde se describe el área de estudio, las generalidades geológicas, los métodos geofísicos y el análisis y discusión de los resultados, los resultados de las líneas sísmicas de refracción – MASW1D.

A continuación, se muestra la posición de las líneas sísmicas realizadas en el área de estudio, la tabla 1 muestran las coordenadas de los puntos inicial y final de cada línea sísmica realizada, así como su la longitud.

Para las líneas sísmicas se ha usado un sistema de 24 canales con separación entre geófonos de 3, 3.4 y 4m.

En el plano se muestra la topografía del terreno y la posición de las líneas sísmicas en el área. Los registros fotográficos de cada una de las líneas sísmicas se muestran en los anexos

LÍNEA SISMICA	UBICACIÓN	COORDENADA DE INICIO			COORDENADA FINAL			LONGITUD (M)
		Punto	X	Y	Punto	X	Y	
LRS01	PTAR - Montebello	LRS01_INI	1057554.15	875144.622	LRS01_FNI	1057618.36	875169.885	69.0
LRS02	PTAR - Montebello	LRS02_INI	1057550.56	875147.323	LRS02_FNI	1057604.35	875190.544	69.0
LRS03	PTAR - Montebello	LRS03_INI	1057540.13	875162.132	LRS03_FNI	1057582.5	875126.598	69.0
LRS04	PTAR - Montebello	LRS04_INI	1057597.3	875131.063	LRS04_FNI	1057547.47	875194.283	80.5
LRS05	PTAR - Montebello	LRS05_INI	1057618.81	875157.531	LRS05_FNI	1057587.22	875244.469	92.5
TOTAL ADQUISICIÓN (M)								138.0

Tabla 2.19. Coordenadas de Inicio y de Fin de las Líneas de Sísmica de Refracción/MASW en el área de la PTAR de Montebello, Sistema de Coordenadas Central.
Fuente. Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025.

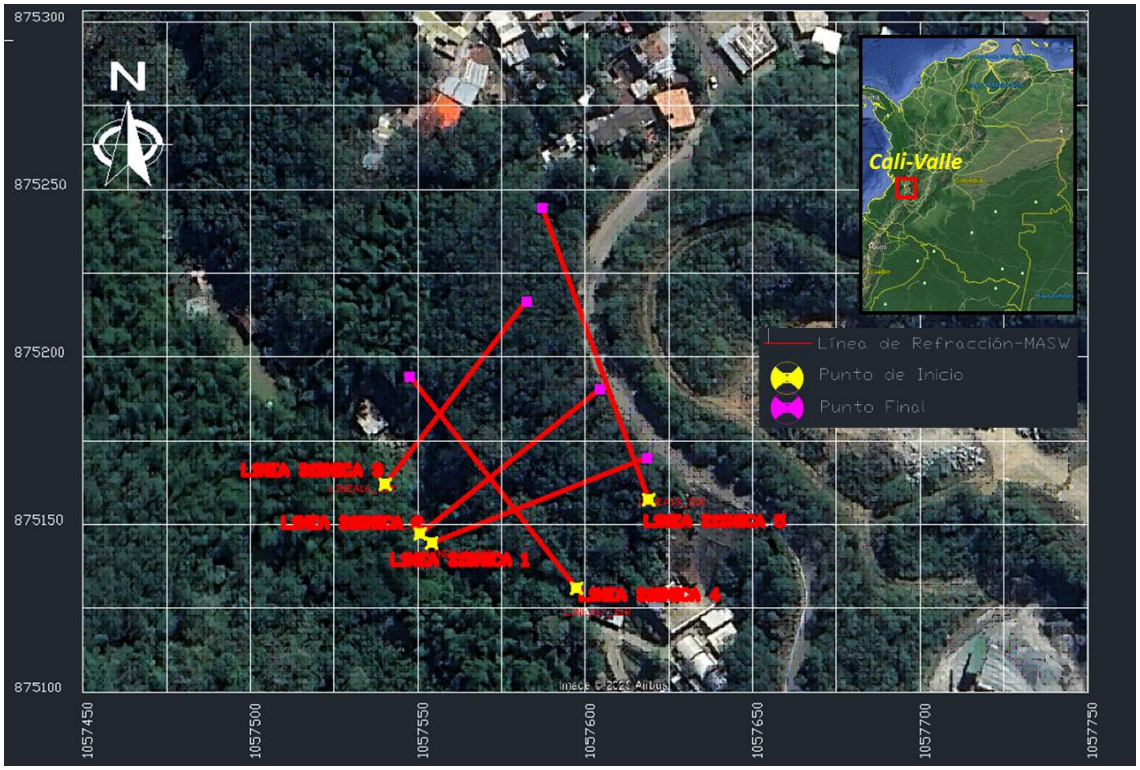


Figura 2.12. Ubicación de las líneas sísmicas en la zona la PTAR en Montebello.
Fuente. Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025.

A continuación, se describen las unidades geológicas principales:

- **SUELOS RESIDUALES DE LA FORMACIÓN VOLCÁNICA**

En el área de studio se observan suelos residuales provenientes de la formación volcánica, identificados como el horizonte A: Suelos de color amarillo por la pérdida de hierro, con textura arenosa-limosa, fácilmente lavado por procesos erosivos. Asociados a estas unidades de suelo y debido a su gran heterogeneidad, se presentan fenómenos de remoción en masa tales como deslizamientos y flujos de suelo observados a lo largo de la vía a Cristo Rey (Ibañez, et al 2005).

- **FORMACIÓN VOLCÁNICA**

Está compuesta por una secuencia de rocas volcánicas básicas que afloran en la cordillera occidental, al occidente de la falla de Cali-Patía, y que constituyen la mayor parte de los cerros occidentales de Santiago de Cali. Esta unidad está conformada por lavas basálticas almohadilladas y columnares, diabasas e intrusiones de gabro. En general estas rocas están afectadas intensamente por fallamiento y gran cantidad de fracturamiento que muchas veces se encuentra relleno por cuarzo y epidota. Los basaltos son de color verde a verde grisáceo, con textura afanítica, aunque en ocasiones presenta textura porfirítica con fenocristales de piroxena. También se presentan intercalaciones de niveles delgados de rocas sedimentarias conformadas por limolitas silíceas, lodolitas y cherts; en algunos sectores estas rocas se encuentran intensamente mezcladas con los basaltos, conformando zonas de melage.

La unidad presenta diferentes relieves de acuerdo con el grado de meteorización; es así como en los sectores donde la roca es fresca y moderadamente meteorizada predominan lomos alargados con pendientes fuertes. En las zonas donde estas rocas presentan alto grado de meteorización, desarrollan suelos rojizos espesos y la morfología se hace más suave, como es el caso de gran parte de la cuenca del río Cañaveralejo y algunos sectores al sur y nororiente del cerro de Cristo Rey (Ibañez, et al 2005).

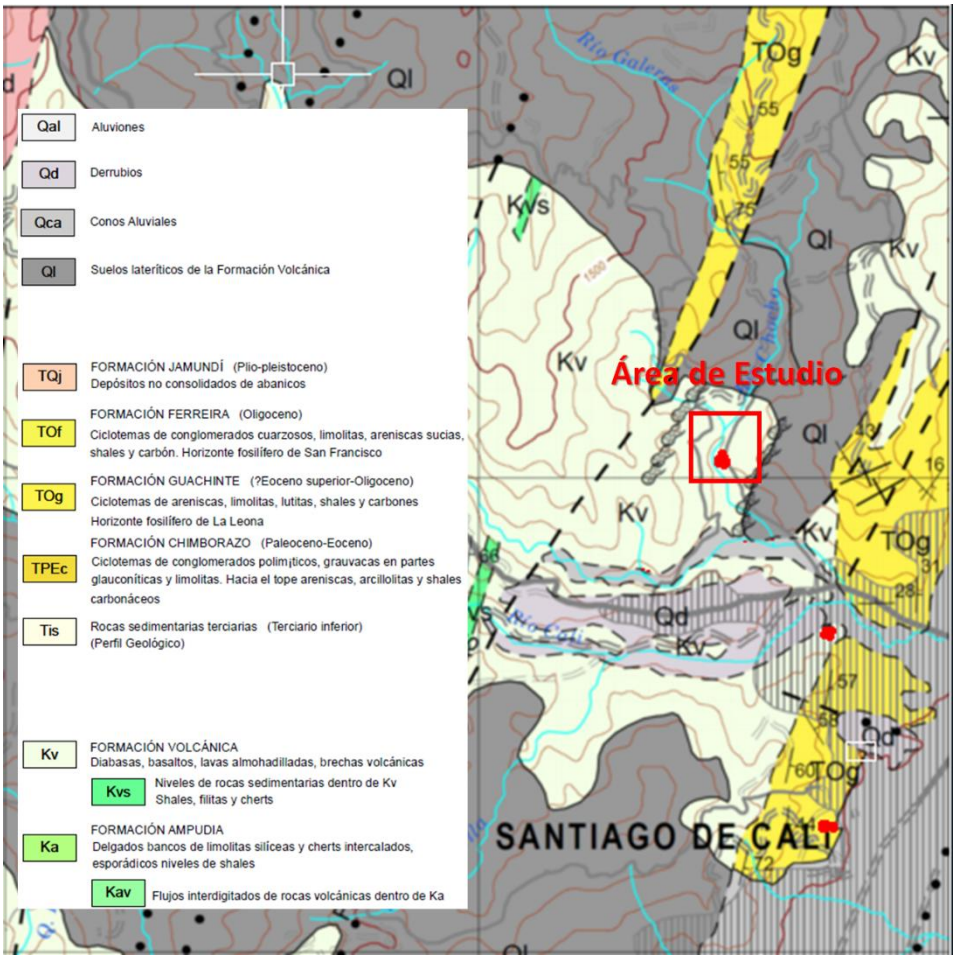


Figura 2.13. Extracto de la plancha geológica 299 Jamundi, (INGEOMINAS, 1984), se muestra la ubicación de la zona de estudio y las líneas sísmicas realizadas
Fuente. INGEOMINAS, 1984.

- **MÉTODOS GEOFÍSICOS**

Existen gran variedad de métodos geofísicos, sin embargo, para Geotécnica y Geología, el método sísmico, permite determinar el comportamiento elástico de los materiales en el subsuelo, gracias al estudio de las ondas sísmicas.

- **MÉTODOS SÍSMICOS**

SÍSMICA DE REFRACCIÓN:

El método de refracción sísmica hace uso de las ondas refractadas por los diferentes estratos del subsuelo para construir una imagen zzz. Como se muestra en la figura 1.6.a, en diferentes sitos de un tendido sísmico, son realizados varios golpes con el objetivo de generar una fuente sísmica u onda, que se refracta, refleja, transmite y dispersa en el subsuelo.

Cuando se activa una fuente sísmica, las ondas refractadas viajan por la zona de contacto entre los estratos geológicos, y ya que en general son zonas de mayor velocidad que las capas suprayacentes, las ondas refractadas son las primeras que son registradas, detectadas mediante el primer arribo del tren de ondas sísmico.

Los datos se adquieren un sismógrafo convencional y geófonos verticales de onda P, con un ancho de banda con frecuencias entre 2Hz a 30Hz, adecuados para estudios de refracción y microtrémores.

La figura 1.6.b muestra un ejemplo de un sismograma convencional, en este se muestran las zonas sísmicas. Los cambios de pendientes en el tren de onda sísmico son interpretados como zonas donde llegan los primeros arribos de diferentes interfaces bajo el subsuelo. Es decir, los cambios de pendientes en el tren de ondas del primer arribo indican la presencia de un cambio litológico en el subsuelo. La tabla 2.a muestra diferentes valores de velocidad de onda P asociados a diferentes litologías.

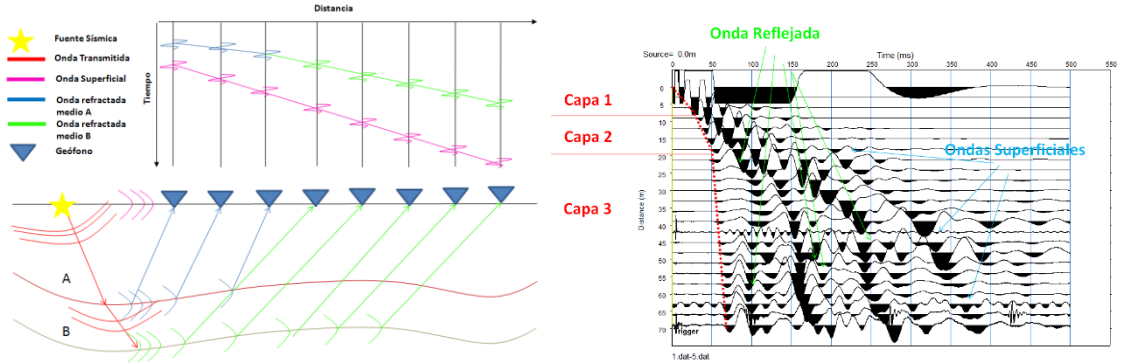


Figura 2.14. Principio del método de refracción sísmica. a) El método estudia los cambios de pendiente en los primeros arribos de la onda refractada por las diferentes interfaces del subsuelo b) Regiones sísmicas en un sismograma se muestran zonas donde está el cambio de pendiente de la onda refractada, las ondas reflejadas y el arribo de las ondas superficiales, en el caso de la sísmica de refracción solo interesa el primer arribo de la onda superficial.

Fuente. Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025.

SÍSMICA DE ANÁLISIS MULTICANAL DE ONDAS SUPERFICIALES (MASW)

La sísmica de análisis multicanal de ondas superficiales conocida en sus siglas en ingles MASW (Multichanel Analysis of Surface Waves) se basa en la adquisición y análisis de registros de dispersión de ondas superficiales, las cuales pueden, ser relacionadas matemáticamente con la velocidad de onda S o de corte en el subsuelo.

Se trata de un método que usa una fuente activa, que hace uso del mismo arreglo de la sísmica de refracción, trabaja en una región del espectro, asociada a frecuencias más altas

(5-30Hz) comparado con técnicas como Re.Mi (2-12Hz). Mediante la realización de un espectro fase-frecuencia del sismograma adquirido, se identifica la curva de dispersión de ondas superficiales, que se relacionan matemáticamente con los valores de onda S en función de la profundidad mediante la inversión de datos.

La figura 1.4 muestra el proceso para obtener los valores de velocidad de Onda S, es adquirido un registro sísmico de forma similar que en un estudio de refracción, pero el shot o golpe con mazo se realiza con el objetivo de destacar las ondas superficiales en el sismograma, se obtiene el espectro de ondas mediante la transformación fase-frecuencia, las zonas de baja amplitud representan la zona de dispersión de ondas superficiales, se pica esta zona para obtener una curva de dispersión, que mediante procesos de inversión de datos, se calcula la onda S en el subsuelo.

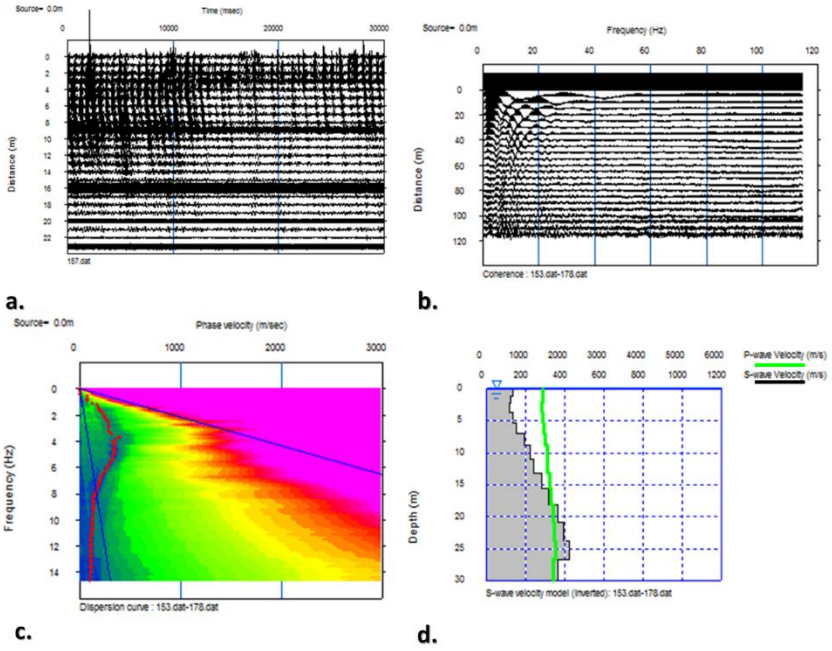


Figura 2.15. Proceso en el análisis de datos MASW para obtener una curva de velocidad de onda S en función de la profundidad. a) Registro sísmico MASW, b) Coherencia, c) Espectro y curva de dispersión, d) Curva de velocidad de onda S en función de la profundidad

Fuente. Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025.

En la siguiente tabla se muestra la clasificación de los tipos de suelo, propuesta en la norma sismo- resistente NSR-10, de acuerdo con su valor de velocidad de onda S.

Material	Velocidad (m/seg)
Limo seco, arena, grava suelta, lama, roca suelta, argayos y tierra vegetal húmeda	180-750
Morrena compacta; arcillas endurecidas; grava bajo el nivel freático, [a] grava arcillosa compacta, arena cementada, y mezclas de arcilla y arena.	750-2500
Roca meteorizada, fracturada o parcialmente descompuesta	600-3000
Lutitas, sanas	750-3300
Arenisca, sana	1500-4200
Caliza y creta, sanas	1800-6100
Roca ígnea, sana	3600-6100
Roca metamórfica, sana	3000-4800

[a]La velocidad del sonido en el agua es aproximadamente de 1433 m/seg y los materiales completamente saturados deben tener velocidades iguales o mayores que ésta.

Tabla A.2.4-1
Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\bar{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s> $\bar{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (≈1 kgf/cm²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\bar{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	50 > $\bar{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈1 kgf/cm²) > $\bar{s}_u \geq 50$ kPa (≈0.5 kgf/cm²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\bar{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total **H** mayor de 3 m de arcillas blandas	**IP** > 20 **w** ≥ 40% 50 kPa (≈0.50 kgf/cm²) > $\bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo **F** requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (**H** > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad (**H** > 7.5 m con Índice de Plasticidad **IP** > 75) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (**H** > 36 m)	

Tabla 2.20. a) Velocidades de Onda Sísmica P para diferentes tipos de Suelos y Roca. b) Caracterización Sísmica de Suelos a partir de la velocidad de onda S, Según la Norma NSR-10.

Fuente. Adaptado de NSR-10, Título E – Suelos y Cimentaciones, 2010

- **INSTRUMENTACIÓN SÍSMICA**

Es usado sismógrafo marca GEOMETRICS GEODE de 24 Canales (figura 1.5) manufacturado por la compañía Geometrics Inc. (www.geometrics.com) de Estados Unidos. Es un sismógrafo que garantiza la adquisición de registros sísmicos de alta fidelidad y manteniendo un buen nivel en la relación señal/ruido.

También son usados geófonos de 4.5Hz, cuyo rango dinámico es apropiado para estudios de sísmica de refracción y sísmica REMI y MASW. Los geófonos fueron desplegados sobre la línea sísmica como se muestra en la figura 1.1, con las longitudes que se pueden ver en la tabla 1.1. Como fuente símica es usado un mazo de 20Lbs el cual golpea una placa metálica acoplada al suelo, también son usados los niveles de ruido cultural de la zona para realizar la lectura de ondas superficiales.

Los ensayos de sísmica de refracción fueron realizados usando una rata de muestreo de 0.125mseg y una ventana de adquisición de 0.5ms. En el ensayo de sísmica MASW fue usada una ventana de tiempo e 4s y una rata de muestreo de 0.125ms, apropiadas para realzar las ondas superficiales en el registro.

Los datos son procesados usando el software Seisimager lite de Geometrics Inc., Son identificados los primeros arribos en cada registro y construida la curva de domocronas, la cual indica el tiempo de arribo del ten de onda sísmico en función de la distancia del tendido a partir de la inversión de datos se genera un modelo cuyos datos sintéticos ajusten los datos de campo y generen un modelo optimo del subsuelo.

Para los datos de ondas superficiales con MASW es identificada la curva de dispersión de ondas superficiales en el espectro fase – frecuencia, con ella se realiza la inversión 1D de datos generando un modelo de curva de velocidad de onda S cuya curva de dispersión sintética ajuste los datos de lacurva de dispersión del registro MASW.



Figura 2.16. Sismógrafo Geode-Geometrics de 24 Canales.
Fuente. Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025.

Finalmente, se realiza el análisis y la discusión de los resultados, con los resultados de las líneas sísmicas de la refracción – MASW1D, la cual se evidencia a continuación. La clasificación de los suelos de las líneas sísmicas realizadas muestra los valores promedio de velocidad de onda S del perfil estratigráfico (tabla 4), los suelos son clasificados como tipo C para todas las líneas sísmicas, no se presentan anomalías en el cálculo de parámetros elastomecánicos. La tabla muestra los valores de velocidad de onda S y P para los suelos y estratos asociados a los valores de velocidad.

En el anexo B se realiza el análisis individual de cada una de las líneas sísmicas.

LÍNEA SÍSMICA	UBUCACIÓN	VELOCIDAD DE ONDA S PROMEDIO (m/s)	TIPO PERFIL DE SUELOS
LRS01	PTAR - Montebello	428.62	C
LRS02	PTAR - Montebello	428.62	C
LRS03	PTAR - Montebello	387.33	C
LRS04	PTAR - Montebello	388.99	C
LRS05	PTAR - Montebello	369.66	C
	TIPOS DE SUELOS	A	Perfil de Roca Competente
		B	Perfil de Roca Rigidez Media
		C	Perfil de suelos densos a roca blanda
		D	Perfil de suelos rígidos
		E	Suelos Blandos
		F	Suelos licuables, arcillas muy blandas, suelos dispersivos y débilmente cimentados

Tabla 2.21. Clasificación de los suelos de acuerdo con el valor de onda S promedio del perfil de suelos Vs30. Son clasificados como tipo C.
Fuente. Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025.

REGIÓN SÍSMICA	RANGO DE VELOCIDAD DE ONDA P(KM/S)	RANGO DE VELOCIDAD DE ONDA S(KM/S)
Suelos Residuales	0.3-0.7Km/s	100-360m/s
Material Intermedio (Nivel Meteorizado)	0.7-2Km/s	360-600m/s
Rocas Formación Volcánica Meteorizado	2-4Km/s	>600m/s
Rocas Formación Volcánica	>4Km/s	

Tabla 2.22. Velocidades de Onda S y P para los diferentes suelos y estratos presentes en el área.

Fuente. Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025.

2.2.6.5 ENTREGA INFORMES SEMANALES

El día 1 de Agosto se realiza la entrega de los informes semanales, correspondientes al periodo entre el 13 de Junio al 31 de Julio del 2025, tal como se enuncia a continuación. Informe Semana 1: 13 de Junio al 19 de Junio del 2025, Informe Semana 2: 20 de Junio al 26 de Junio del 2025, Informe Semana 3: 27 de Junio al 3 de Julio del 2025, Informe Semana 4: 4 de Julio al 10 de Julio del 2025, Informe Semana 5: 11 de Julio al 17 de Julio del 2025, Informe Semana 6: 18 de Julio al 24 de Julio del 2025 y el Informe Semana 7: 25 de Julio al 31 de Julio del 2025 correspondientemente.

Seguido a esto, por medio del oficio IND-CE-C-326-010-2025 enviado el día 11 de Agosto, se informa del inicio de las actividades del reconocimiento para el estudio de riesgo en el predio de la PTAR, por el especialista en riesgos, el señor Samuel Almeida, con el fin de iniciar las actividades para la ejecución del respectivo estudio de riesgo. La visita se encuentra programada para día doce (12) de Agosto del 2025, con horario de las 9:30am.

El día 11 de Agosto, se realiza la entrega del informe semanal numero 8 correspondiente al periodo entre el 1 de Agosto al 7 de Agosto del 2025.

2.2.6.6 ENTREGA ESTUDIO DE GEOTECNIA – PTAR

El día 13 de Agosto se realizó la entrega del Estudio de Geotecnia – PTAR, en el cual se anexo la geología y la geomorfología, los estudios de Geotecnia, la caracterización Geotécnica el análisis de los resultados de los ensayos y los parámetros de diseño sísmico. A continuación, se realiza la descripción de la información enviada.

En geología local, se cuenta en toda el área la formación volcánica, La cual se detalla a continuación:

FORMACIÓN VOLCÁNICA (KV)

Definida por Aspden et al., (1985), como una serie de rocas volcánicas básicas que afloran en la Cordillera Occidental, al occidente de la falla Cali-Patía y que constituyen la mayor parte de los cerros occidentales de Santiago de Cali.
Está conformada por lavas basálticas almohadilladas y columnares, diabasas e intrusiones de gabro. En general estas rocas están afectadas intensamente por fallamiento y gran cantidad de fracturamiento que muchas veces se encuentra relleno con cuarzo y epidota. Los basaltos son de color verde a verde grisáceo, con textura afanítica, aunque en ocasiones presentan textura porfirítica con fenocristales de piroxeno. También se

presentan intercalaciones de niveles delgados de rocas sedimentarias conformadas por limolitas silíceas, lodolitas y cherts; en algunos sectores estas rocas se encuentran intensamente mezcladas con los basaltos, conformando "zonas de melange".

Esta unidad presenta diferentes relieves de acuerdo con el grado de meteorización; es así como en los sectores donde la roca es fresca y moderadamente meteorizada predominan lomos alargados con pendientes fuertes. En las zonas donde estas rocas presentan alto grado de meteorización, desarrollan suelos rojizos espesos y la morfología se hace más suave.

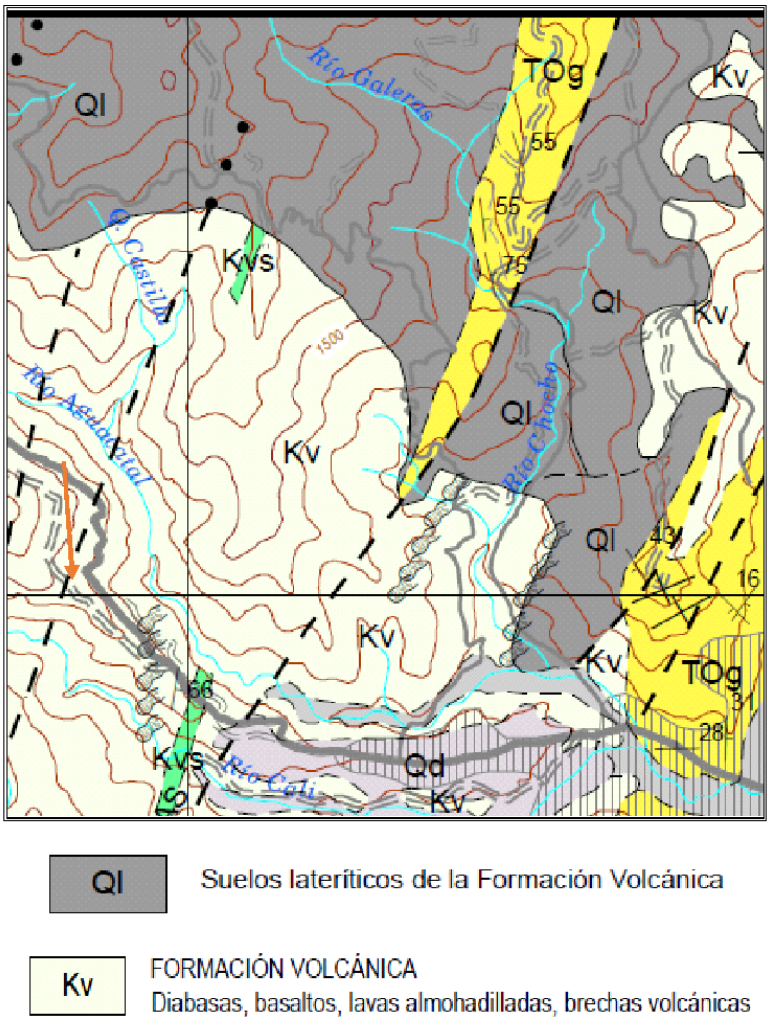


Figura 2.17. Geología Regional. Sector Corregimiento Montebello.
Fuente: SGC, 1984. Plancha 299. Jamundí.

En cuanto a la geología estructural, se identifican las fallas tanto locales y regionales, pliegues diaclasas y diferenciación de bloques estructurales.

SISTEMA DE FALLAMIENTO N20°- 30°E

Controla los rasgos estructurales del occidente colombiano predominando los sistemas de fallas Cauca - Almaguer en la Cordillera Central, Cali - Patía y Dagua - Calima en la Cordillera Occidental. Son fallas de carácter regional, algunas de las cuales se extienden desde Ecuador, hasta el norte de Colombia. Corresponden a fallas inversas de alto ángulo y rumbo deslizantes, las cuales tienen zonas de cizallamiento regional. Este sistema es el más antiguo y dominante en la zona de estudio.

Dentro de este sistema se encuentra la falla de Golondrinas, que en la zona de estudio se localiza hacia la parte occidental del sector de Terrón Colorado, afectando rocas de la Formación Volcánica (Kv) y los depósitos que conforman el flujo de Terrón Colorado (TQfv). También se presenta el Sistema de Fallas Cali - Patía, el trazo principal de este sistema se encuentra cubierto en el área por los abanicos aluviales y fue definido por estudios geofísicos en la mayor parte de su longitud (Bermúdez et al., 1985, en Nivia, 2001). Como resultado relevante de las investigaciones, se aprecia la definición de los trazos "cubiertos" más orientales de este sistema de fallas por su paso por la ciudad, los cuales son "inferidos" mediante la interpretación de las secciones gravimétricas realizadas en la ciudad. De acuerdo con la posición oblicua de los pliegues presentes en la secuencia Terciaria y su orientación, este Sistema de Falla, experimentó un movimiento sinestral durante la Orogenia Andina (Nivia, 2001).

Hacia el frente montañoso existen trazos de falla paralelos a este Sistema, los cuales afectan rocas tanto ígneas (Formación Volcánica) como sedimentarias (Formación Guachinte), una de las cuales se constituye en la zona de contacto entre estas dos unidades, alineando todos los cerros en su trayectoria.

Estas fallas desarrollan características geomorfológicas muy marcadas, tales como silletas de falla, facetas triangulares, quiebres de pendiente y control de cauces, entre otros. En algunos afloramientos estas fallas generan pliegues apretados en las capas sedimentarias, generalmente verticalizándolas. En las rocas ígneas básicas de la Formación Volcánica genera zonas de brechas, foliación y cizallamiento.

En geomorfología se determinaron las vertientes montañosas alteas y la sierra Homoclinal las cuales se describen a continuación.

VERTIENTES MONTAÑOSAS ALTAS

Se localizan en la parte alta de las cuencas de las quebradas El Chocho afluente del río Aguacatal. Se caracteriza por ser montañas empinadas a escarpadas, con cauces profundos en forma de "V"; muchas de ellas con laderas largas y rectilíneas. Estos sectores montañosos están conformados principalmente por basaltos y diabasas de la Formación Volcánica.

SIERRA HOMOCLINAL (SSH)

Prominencia topográfica simétrica o ligeramente simétrica elongada y de morfología montañosa a colinada de cimas agudas, definida por una secuencia de estratos o capas apilados e inclinados (> 35°) en una misma dirección. Generalmente producto de la erosión de un flanco de una estructura geológica, muy frecuente su formación en rocas ígneas volcánicas, tipo diabasas o basaltos. Que son las rocas presentes en el lote.

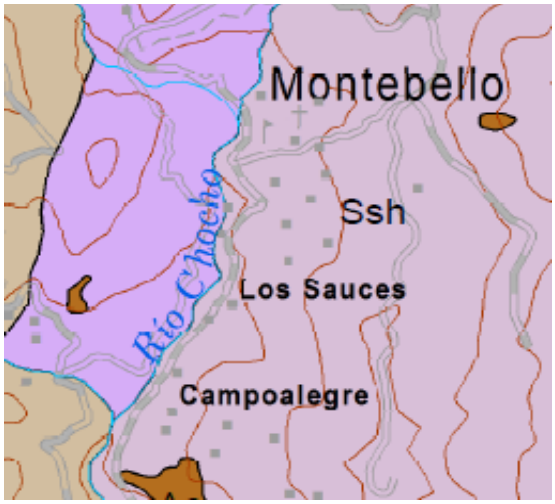


Figura 2.18. Geomorfología Local. Sector Corregimiento Montebello. Plancha 299 Jamundí.
Fuente: UNAL-Bogotá, 2015

En la exploración en campo se realizaron cuatro (4) perforaciones a rotación en el área del proyecto de la PTAR a una profundidad entre los 12m y 6m. El trabajo de campo y los ensayos fueron realizados por parte de la Empresa Laboratorio de Suelos y Concretos ByO de la Ciudad de Armenia S.A.S.

la localización de los sondeos que se han realizado para el área de estudio de la PTAR, se georreferención en coordenadas planas (E y N).

Las cuatro (4) perforaciones, fueron distribuidas estratégicamente tratando de cubrir áreas del lote que pudieran ser representativas de la geotecnia del lote:




Figura 2.19. Perforaciones Nos, 3 y 4.
Fuente: Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025.



Figura 2.20. Perforaciones Nos, 1 y 2.
Fuente: Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025.

Como muestras extraídas de las cuatro (4) perforaciones realizadas, se evidencian a continuación, las muestras fueron almacenadas de la manera como lo exige la norma, para finalmente llevarlas al laboratorio de suelos B y O de la Ciudad de Armenia.

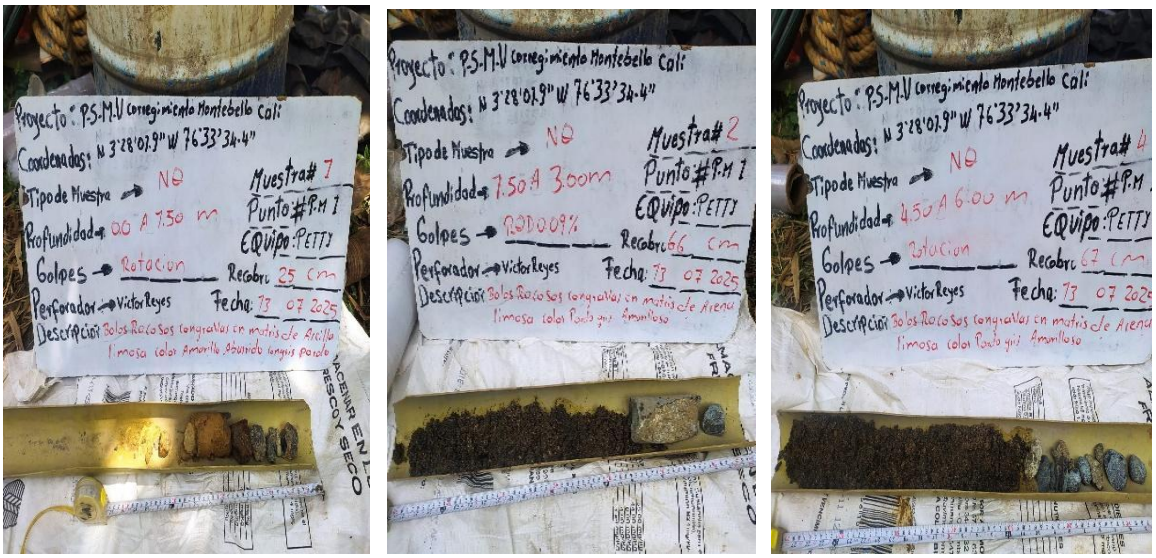


Figura 2.21. Muestras Extraídas desde nivel 0.00-6.00m.
Fuente: Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025.



Figura 2.22. Muestras Extraídas desde nivel 7.50-12.00m.
Fuente: Ingeniería y Desarrollo Nacional INALDEX S.A.S, 2025.

2.2.6.7 INFORMACIÓN GENERAL LITOMECANICA PREDIO PTAR.

El día 13 de Agosto se realizó la entrega de la información general litomecanica del Predio PTAR, en donde se realizó en donde se mencionan algunas consideraciones generales a tener en cuenta en el presente proyecto, lo cual se evidencia a continuación.

Principalmente se menciona el condicionamiento cinemático rocoso, el cual estaría haciendo presencia mediante perfil de meteorización con eficiente desarrollo a partir de entre los 3.5 m a poco más de 5.0 m de profundidad (aunque en zonas con afectación por remoción en masa podría aflorar superficialmente a manera de suelo residual), estableciéndose la afectación por cuatro (4) sistemas de discontinuidad que estarían condicionando la siguiente cinemática:

- La ladera bajo condición natural presentará una inclinación superior a 25° e incluso cercana a 45° de forma sectorizada, motivo por el cual estaría excediendo localmente el ángulo de reposos de los materiales pétreos in situ (perfil de meteorización); así como también posee una dirección media de inclinación de 225° azimutales, aunque de forma general esta estará en su totalidad enmarcada en el tercer cuadrante del círculo completo (180° a 270°) derecho.
- Los sistemas de discontinuidad del macizo rocoso estarían indicando una potencial afectación por parte de colapsos de tipo planar para inclinaciones superiores a 60°, lo cual bajo condiciones naturales no se corresponderá con la realidad morfológica y morfométrica, motivo por el cual no se considerará efectivo este mecanismo de falla, lo cual se verá también sustentado en la ausencia de discontinuidades maestras cuya persistencia establezca o defina la presencia de una superficie de deslizamiento para la cuña de roca formada geométricamente por los sistemas de discontinuidad.
- Los sismteas de discontinuidad del macizo rocoso estarían indicando una potencial afectación por parte de colapsos de tipo flexural para inclinaciones superiores a 60°, lo cual bajo condiciones naturales no se corresponderá con la realidad morfológica y morfométrica, motivo por el cual no se considerará efectivo este mecanismo de falla, lo cual se verá también sustentado en la ausencia de discontinuidades maestras cuya persistencia establezca o defina la presencia de una superficie de deslizamiento para la cuña de roca formada geométricamente por los sistemas de discontinuidad.

- Los sistemas de discontinuidad del macizo rocoso se encuentran configurando tal tipo de fracturamiento que entre ellos estarían generando la formación de gran cantidad de diedros, cuyas dimensiones según densidades medias se definen por 0.1 m x 0.15 m x 0.05 m, cuyo colapso según los análisis cinemáticos realizados empezaría a detonarse (bajo condiciones drenadas) a partir de inclinaciones superiores a 40° (no incluyendo dicha pendiente), lo cual no solo establece la potencial falla del macizo por desprendimiento de bloques de roca, sino que también estaría definiendo la acción plena de dinámicas sub-circulares al interior del macizo, estableciéndose la posibilidad de generación y propagación de superficies de falla irregulares y semi-circulares a través de los sistemas de discontinuidad, pudiendo producir a partir de dicho condicionamiento el colapso de la ladera a partir de flujos de Detritos.

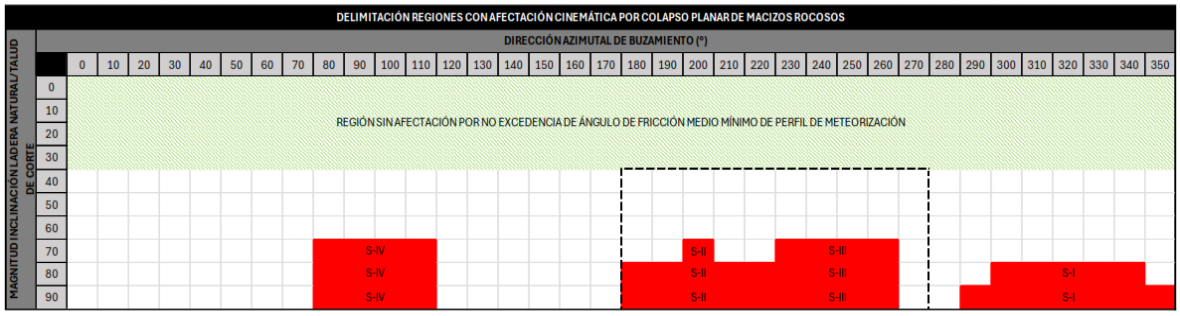


Figura 2.23. Identificación de regiones con potencial afectación por falla planar de macizos rocosos. Líneas punteadas encierran la zona estereográfica en la que dicho mecanismo de falla tendrá incidencia directa sobre la ladera del predio.

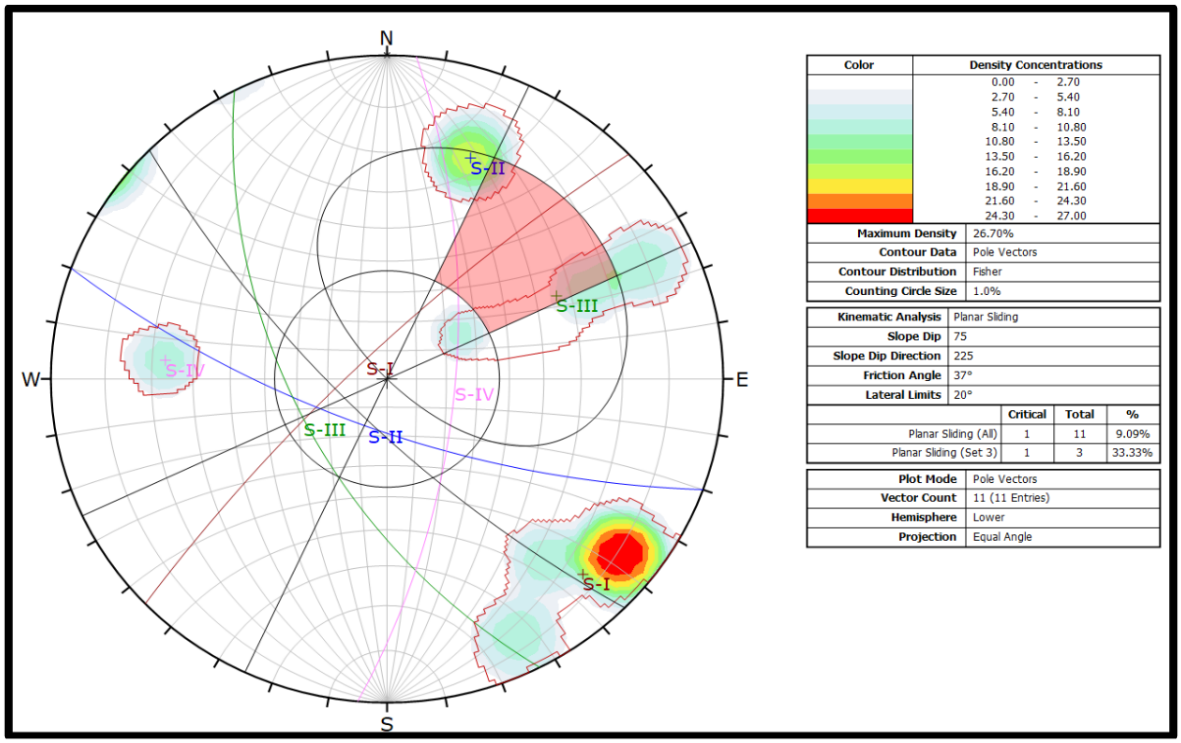


Figura 2.24. Análisis cinemático de ladera natural con inclinación 75° en dirección 225° para mecanismo de falla planar. Nótese la generación de zona de colapso/falla.

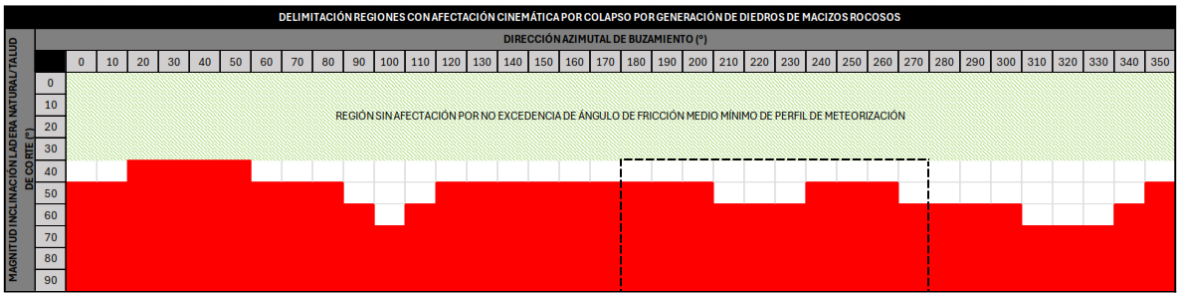


Figura 2.25. Identificación de regiones con potencial afectación por falla por generación de diedros de macizos rocosos. Líneas punteadas encierran la zona estereográfica en la que dicho mecanismo de falla tendrá incidencia directa sobre la ladera del predio.

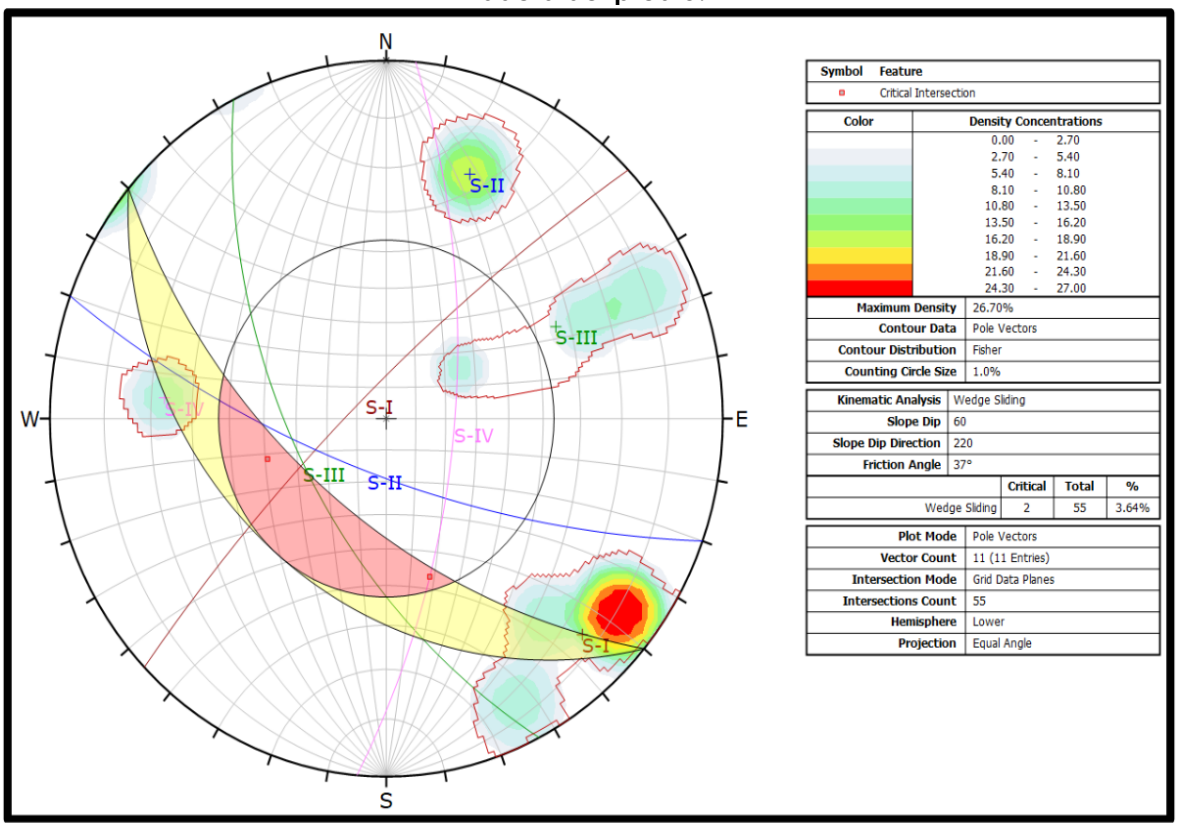


Figura 2.26. Análisis cinemático de ladera natural con inclinación 60° en dirección 220° para mecanismo de falla por generación de diedros. Nótese la generación de zona de colapso/falla.



Figura 2.27. Identificación de regiones con potencial afectación por falla flexural de macizos rocosos. Líneas punteadas encierran la zona estereográfica en la que dicho mecanismo de falla tendrá incidencia directa sobre la ladera del predio.

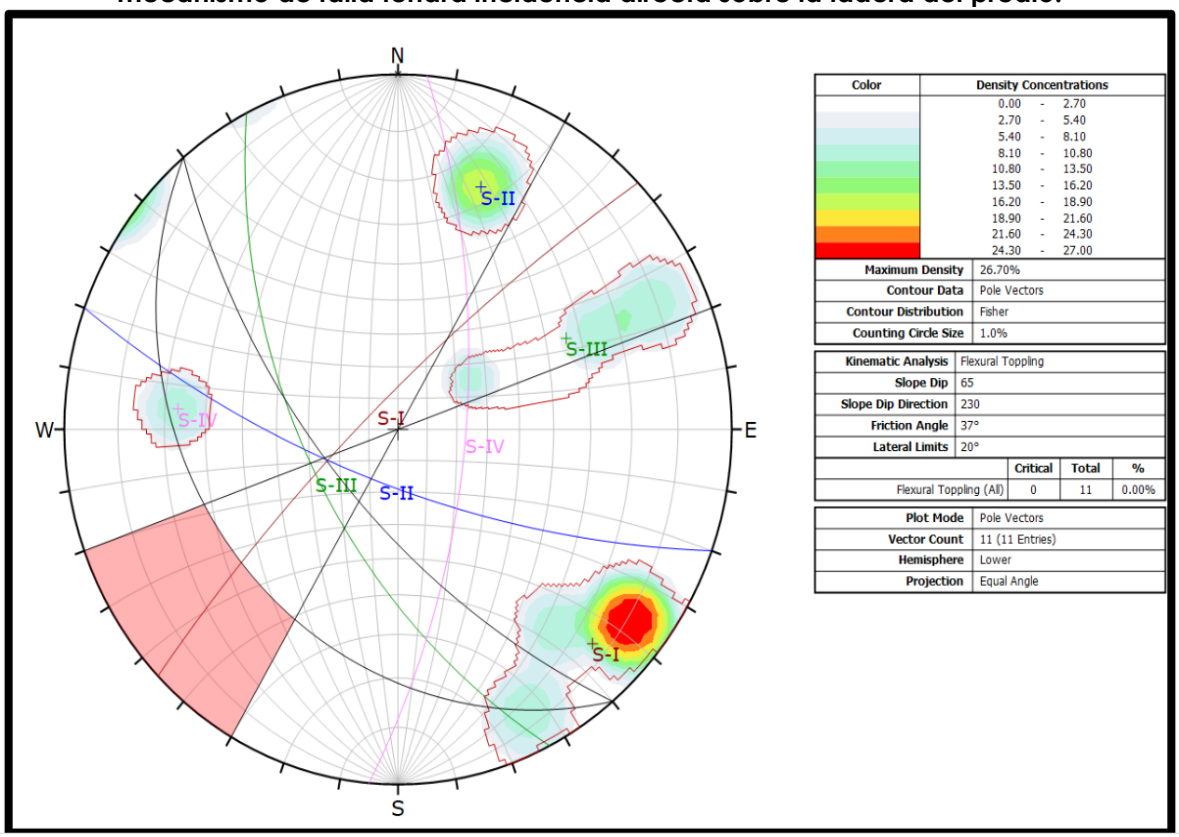


Figura 2.28. Análisis cinemático de ladera natural con inclinación 65° en dirección 230° para mecanismo de falla flexural. Nótese la ausencia de generación de zona de colapso/falla.

En cuanto al condicionamiento de los materiales tipo suelo, se establece que tanto suelos residuales, suelos transportados y suelos antrópicos se encontrarán bajo condicionamiento morfológico de excedencia de ángulos de reposo, así como también se considera altamente probable que la extensión vertical de estos materiales se encuentra configurando cuñas de material cuyo peso propio y volumen podría desencadenar esfuerzos motores respecto al equilibrio límite cohesivo (el cual se establecería a partir de cerca de 50.0 kPa para los primeros y 11.8 kPa para los segundos y terceros), por lo que se considera que las secciones superficiales de la ladera asociadas a estos materiales pueden ser focos

importantes de inestabilidad, estimándose una profundidad media afectación y generación de superficies de falla por dinámica circular de cerca de 5.5 m. A pesar de lo anterior, se considera que podría ser posible estabilizar estas cuñas de material inestable a partir de la implementación de estructuras de protección y/o anexas al sistema hidro-sanitario, sin embargo, esto deberá ser corroborado mediante los análisis de detalle.

Seguido a esto, se evidencia le modelo Lito-Mecanico general del predio la cual, si bien no establece sectorización ni potencialidad de falla, si da cuenta de las zonas afectadas por cada dinámica de colapso (cinemática, sub-circular o circular) mencionada anteriormente.

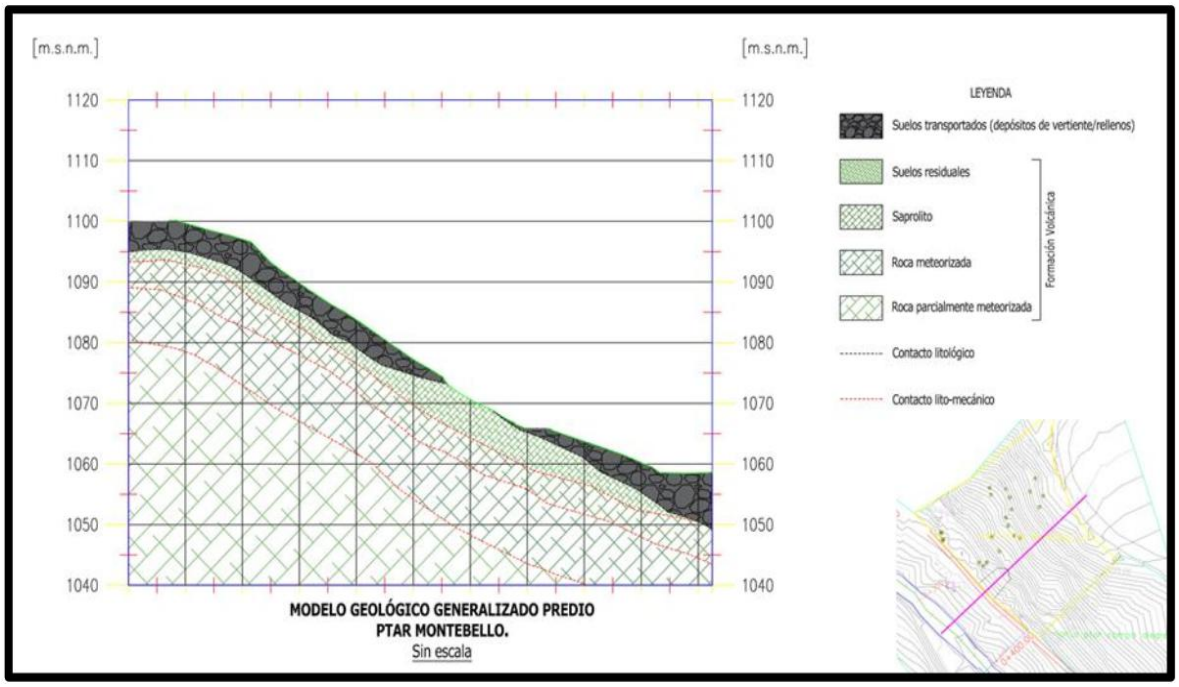


Figura 2.29. Modelo lito-mecánico generalizado del predio.

Por último, se presenta la estimación de los parámetros mecánicos y de resistencia al corte de materiales, estos fueron estimados principalmente a partir de la inversión de datos de velocidad de onda de corte según registros MASW, pudiéndose establecer así correlaciones empíricas con los valores Nvs que simulan en ensayo SPT, de tal manera puedan calcularse parámetros ajustados a la realidad del medio físico y no valores genéricos que conlleven a modelaciones poco adecuadas de las condiciones de estabilidad del terreno. De igual forma, a partir de los sondeos a rotación fueron calibradas las profundidades, espesores y contactos lito-mecánicos del perfil de meteorización de la formación Volcánica, así como también fueron calibrados algunos parámetros de resistencia que fueron medidos en laboratorio. Los parámetros calculados se evidencian en el oficio IND-CE-C-326-013-2025.