



# GACETA METROPOLITANA EXTRAORDINARIA

## No.114

Edición: noviembre 18 de 2021

# Junta Metropolitana

CARLOS ALBERTO MAYA LOPEZ  
MUNICIPIO DE PEREIRA

JORGE DIEGO RAMOS CASTAÑO  
ALCALDE DE DOSQUEBRADAS

JOSE VILLADA MARIN  
ALCALDE DE LA VIRGINIA

JAVIER CASTAÑO MEJIA  
REPRESENTANTE CONCEJO DE PEREIRA

JOSE MARIA PINEDA  
REPRESENTANTE MUNICIPIO DE DOSQUEBRADAS Y LA VIRGINIA

EDUARDO ARIAS PINEDA  
REPRESENTANTE DE LAS ONG AMBIENTALES

DANIEL PALACIOS  
VICEMINISTRO DE RELACIONES POLITICAS

NICOLAS ALBEIRO BETANCURTH VILLA  
DIRECTOR



# Contenido

## DECRETOS MUNICIPALES

**DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021 “POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016”.**

**DECRETO No. 0839 DE 17 NOVIEMBRE 2021 POR MEDIO DEL CUAL SE ESTABLECE UNA JORNADA LABORAL ESPECIAL Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES.**



## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

EL ALCALDE DEL MUNICIPIO DE PEREIRA, en uso de sus atribuciones legales y reglamentarias, en especial las conferidas, por el artículo 315 numerales 1 y 3 de la Constitución Política de Colombia, el Decreto Único Reglamentario 1077 de 2015, 4002 de 2004, el artículo 21 del Decreto 1807 de 2014 compilado en el Decreto Único Reglamentario 1077 de 2015 y el artículo 28 del Acuerdo Municipal 035 de 2016 (Plan de Ordenamiento Territorial) y/o aquellos que los adicionen, modifiquen o sustituyan, y

#### CONSIDERANDO:

El artículo 1° de la Ley 1523 de 2012 concibe la gestión del riesgo como "(...) un proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible." En consecuencia, la misma ley, artículo 2, establece que es responsabilidad de todas las autoridades y habitantes del territorio desarrollar y ejecutar procesos de gestión del riesgo, entre los cuales se encuentran aquellos que permiten mejorar los niveles de conocimiento y reducción del riesgo y dar cumplimiento al **principio de oportuna información**, en virtud del cual "(...) es obligación de las autoridades del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, mantener debidamente informadas a todas las personas naturales y jurídicas sobre: Posibilidades de riesgo, gestión de desastres, acciones de rehabilitación y construcción así como también sobre las donaciones recibidas, las donaciones administradas y las donaciones entregadas".

El Decreto Nacional 1807 de 2014, por medio del cual se reglamenta el artículo 189 del Decreto-ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial y se dictan otras disposiciones, estableció en su artículo 4, que los estudios detallados están orientados a determinar la categorización del riesgo y establecer las medidas de mitigación correspondientes. En este sentido, el título II del Decreto en mención, regula las condiciones técnicas para la elaboración de dichos estudios y en su artículo 21, establece que con base en los resultados de los estudios detallados y mediante acto administrativo, el alcalde municipal o distrital o la dependencia delegada para el efecto, podrá realizar la precisión cartográfica y la definición de las normas urbanísticas a que haya lugar, en el área objeto de estudio, de conformidad con lo previsto en el Plan de Ordenamiento Territorial, la cual deberá registrarse en todos los planos de la cartografía oficial.

Que el artículo 25 **-CRITERIOS GENERALES EN LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO-** del Acuerdo Municipal N° 35 de 2016 "Por medio del cual se adopta la revisión de largo plazo del Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Pereira" -POT- reconoce y valora los riesgos a que está expuesto el Municipio de Pereira, para lo cual formula directrices, estrategias y planes tendientes a reducir o controlar el riesgo existente y a evitar nuevos riesgos y así conducir al municipio hacia un desarrollo sostenible.

Que el mismo artículo 25 en su parágrafo, establece que los organismos responsables del proceso de Gestión del Riesgo en el Municipio los cuales conforman el Consejo Municipal de Gestión de Riesgo de Desastres son:



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 1 de 51





## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

- a) La Dirección Operativa para la Prevención y Atención de Desastres DOPAD (hoy DIGER) y la dirección de Control Físico o quien haga sus veces.
- b) La Secretaría de Planeación Municipal.
- c) La Corporación Autónoma Regional de Risaralda CARDER quien proveerá asesoría y asistencia técnica.

Que el artículo 26 del mencionado POT establece: **INCORPORACIÓN DE NUEVA INFORMACIÓN PARA LA ZONIFICACIÓN DE AMENAZAS Y RIESGOS:** "La Dirección Operativa de Prevención y Atención de Desastres -DOPAD- (hoy DIGER) y la Secretaría de Planeación municipal, con la asesoría de la Autoridad Ambiental -CARDER-, y la aprobación del CONSEJO MUNICIPAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES, podrán precisar, delimitar, categorizar y definir, en cualquier momento, las zonas de amenaza y riesgo del Municipio y sus restricciones específicas, las cuales deberán ser incorporadas al Plan de Ordenamiento Territorial, de conformidad con las disposiciones de los Decretos 1807 de 2014 y 4002 de 2004 o aquellos que los adicionen, modifiquen o sustituyan".

Que el artículo 28 del POT establece el procedimiento para la aprobación e incorporación de estudios de detalle elaborados por particulares, estableciendo:

1. En los suelos urbano, de expansión o rural, que hayan sido zonificados en los estudios básicos como amenaza alta o media, o riesgo alto o medio y que al momento de cualquier actuación urbanística no hayan sido objeto de estudios de detalle; el gestor y/o promotor y/o urbanizador, podrá realizarlos, dentro del trámite de los instrumentos de planeamiento intermedio y de licenciamiento urbanístico.

2. Los resultados obtenidos serán evaluados por la Dirección Operativa de Prevención y Atención de Desastres -DOPAD- y la Secretaría de Planeación municipal, con la asesoría de la Autoridad Ambiental -CARDER-, y serán aprobados por el consejo municipal de gestión del riesgo de desastres, los cuales darán el aval técnico para la posterior aprobación mediante acto administrativo por parte del municipio. Así mismo, el proceso de solicitud de licencias de nuevas urbanizaciones deberá dar cumplimiento a lo establecido en el Numeral 4, del artículo 22, del Decreto MAVDT 1469 de 2010, su Decreto compilatorio No. 1077 de 2015, y aquellas que las modifiquen, complementen o sustituyan.

Que las zonas de riesgo de desastre del municipio de Pereira se clasifican según la magnitud y la capacidad que tiene la sociedad de soportar y sobreponerse al fenómeno en: 1. Alto No Mitigable, 2. Alto Mitigable, 3. Medio y 4. Bajo.

Que el artículo 52 del pluricitado Acuerdo 35 de 2016, establece en relación con las zonas en riesgo alto mitigable: "Son aquellas zonas que a pesar de encontrarse, según los estudios de detalle, sometidas a factores altos de amenaza y vulnerabilidad, por fenómenos de inundación, avenidas torrenciales y fenómenos de remoción en masa, y luego de evaluar las alternativas de intervención desde el punto de vista técnico, financiero, ambiental y urbanístico, se considera viable la ejecución de obras de mitigación. PARÁGRAFO: Las obras de mitigación que se definan, se realizarán en el corto plazo debido a los altos niveles de amenaza y vulnerabilidad a los que se encuentra expuesta la población o infraestructura; de lo contrario, se deberán implementar procesos de relocalización"

Que se identificó a partir de un estudio básico, las áreas en condición de amenaza y/o con condición de riesgo objeto de estudios de detalle; se concretaron las zonas susceptibles a la



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 2 de 51



## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### **"POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"**

generación de fenómenos de remoción en masa y con ello definió las áreas con amenaza ALTA, MEDIA Y BAJA y estableció que las áreas de amenaza ALTA se definen como suelo de protección y que podrán ser desafectados para una posible intervención a partir de realizar un estudio de detalle y obtener la aprobación por parte del CONSEJO MUNICIPAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES.

Que la empresa **EMPRENDER S.A.**, identificada con Nit. 816.007.754-7, representada legalmente por el señor Jhon Jairo Seguro Varela, identificado con C.C No. 15.483.276 mediante oficio del 2 de marzo de 2021, en calidad de propietario del predio identificado con matrícula inmobiliaria No. 290-56858 ubicado en la ciudad de Pereira, sobre la vía que conduce del Municipio de Pereira al municipio de Marsella, en el sector El Placer del corregimiento de Combia, bajo el nombre La Omaira, presentó a consideración del Municipio de Pereira el estudio de detalle realizado por el geólogo Harold H. Mejía Martínez, del área catalogada como amenaza alta por fenómenos de remoción en masa donde se pretende implantar el proyecto en el que se proyecta construir un supermercado de un nivel con un sótano. Actualmente en el sitio existe una edificación en proceso de construcción con deficiencias constructivas y el presente proyecto pretende la readecuación y reforzamiento estructural de dicha construcción para la adecuación de un (1) nivel y un sótano, por lo tanto, es considerado como una unidad de construcción de categoría Baja, de acuerdo con la Norma Sismo Resistente Colombiana NSR – 10 numeral H.3.1. Clasificación de las unidades de construcción por categoría.

Que de acuerdo con lo anterior se hace necesaria la evaluación de amenaza, vulnerabilidad y Riesgo ante Movimientos en Masa mediante un estudio detallado según los alcances establecidos en el decreto 1807 de 2014 y que pueda establecer las reales condiciones del proyecto en términos del nivel de amenaza presente y proyectada con la inclusión del proyecto.

Que el día 10 de junio de 2020, la Secretaría de Planeación y la Dirección de Gestión del Riesgo - DIGER- expidieron conjuntamente concepto técnico del estudio de detalle del proyecto del predio "Lote la Omaira", el cual hace parte integral del presente acto administrativo, con el objetivo de levantar las restricciones exclusivamente en lo relacionado con el suelo de protección -zonas de amenaza alta por fenómenos de remoción en masa, de acuerdo a lo establecido en el artículo 28 del Acuerdo 35 de 2016, y se incorporaron los formatos de cumplimiento del Decreto 1807 de 2014, constatando que el documento que contiene el estudio de detalle presentado para el proyecto Lote La Omaira sector Combia- El Placer, para amenaza, vulnerabilidad y riesgo ante movimientos en masa metodológicamente cumple con los requisitos definidos en el mencionado decreto 1087.

Que en atención a lo anterior y en cumplimiento a lo establecido en el Artículo 28 del Acuerdo 35 de 2016, mediante el cual se define el procedimiento para la aprobación e incorporación de estudios de detalle elaborados por particulares, con la asesoría de la Autoridad Ambiental – CARDER– para el proyecto del predio "Lote la Omaira" mediante acta suscrita el 19 de octubre de 2020 que hace parte integral del presente decreto, la cual concluye que: *"Se sugiere por parte de CARDER incluir en el formato de cumplimiento del Decreto 1807 de 2012 apartado sismología el decreto mediante el cual es reglamentada la zonificación sísmica del municipio de Pereira, adicionalmente se recomienda establecer una nota aclaratoria enfocada a la ejecución de obras complementarias asociadas al manejo de aguas superficiales y sub superficiales con el fin de garantizar valores aceptables en el factor de seguridad en los diferentes escenarios que contempla la norma NSR-10, teniendo en cuenta valores inferiores a la unidad bajo las condiciones*



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 3 de 51





## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

*detonantes*". Una vez realizadas las anteriores consideraciones, por unanimidad se aprueba el concepto del proyecto lote LA OMAIRA- COMBIA, el cual se presentó ante el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo y se recomienda su aprobación.

Que dicho concepto evidencia que el predio se encuentra localizado sobre 1 sector normativos así: suelo de protección, -Áreas de especial importancia ecosistémica subcategoría áreas forestales protectoras no asociadas a corrientes, pendientes mayores al 70%.

Que mediante acta N° 05 del CONSEJO MUNICIPAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES PEREIRA -CMGRD-, celebrado el 18 de diciembre de 2020, se aprobó mediante voto nominal la reclasificación de las condiciones de amenaza de acuerdo al estudio de detalle donde se pretende implantar el proyecto del predio "Lote La Omaira", la cual hace parte integral del presente acto.

Que a través de la comunicación N° 4062 del 26 de enero de 2020, la Dirección de Gestión del Riesgo de Desastres, remitió el expediente con el aval técnico del estudio de detalle para la elaboración del correspondiente acto administrativo por el cual se aprueba un estudio de detalle por parte de la Secretaría de Planeación.

Que una vez revisada la documentación para la aprobación del correspondiente estudio de detalle, la Secretaría de Planeación realizó la devolución de la solicitud mediante el oficio N° 9694 del 18 de febrero de 2021, con el fin que fueran subsanados asuntos de forma para continuar con el trámite correspondiente.

Que dicha solicitud fue subsanada por la Dirección de Gestión del Riesgo de desastres y remitida nuevamente a la Secretaría de Planeación mediante la comunicación N° 14379 del 08 de marzo de 2021.

En mérito de lo expuesto, **EL ALCALDE DEL MUNICIPIO DE PEREIRA**, facultado como está por la Ley,

### DECRETA

**ARTÍCULO 1. APRUEBASE** el estudio de detalle del predio denominado "Lote La Omaira", localizado sobre la vía que conduce al municipio de Marsella en el sector Combia -El Placer en el municipio de Pereira, identificado con matrícula inmobiliaria N° 290-56858, el cual fue aprobado por el CONSEJO MUNICIPAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES PEREIRA -CMGRD-, en sesión del 18 de diciembre de 2020, donde se pretende implantar el proyecto conforme a los contenidos que en los artículos subsiguientes se expresan:

**PARÁGRAFO:** El presente estudio de detalle se aprueba con los siguientes documentos que lo integran y complementan, los cuales hacen parte integral del presente acto:

- 1) Estudio de detalle del proyecto urbanístico del predio "Lote La Omaira".
- 2) Concepto técnico de detalle de fecha 10 de junio de 2020, suscrito por la Secretaría de Planeación y la Dirección de Gestión del Riesgo -DIGER-



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 4 de 51



## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

- 3) Acta de asesoría de la Autoridad Ambiental –CARDER– para el Proyecto "Lote La Omaira", suscrita el 19 de octubre de 2020 en cumplimiento a lo establecido en el Artículo 28 del Acuerdo 35 de 2016.
- 4) Acta N° 05 del CONSEJO MUNICIPAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES PEREIRA - CMGRD-, celebrada el 18 de diciembre de 2020.

### CAPITULO I GENERALIDADES

**ARTÍCULO 2. LOCALIZACIÓN:** El área de trabajo se localiza al noroeste del casco urbano del municipio de Pereira sobre la vía que conduce al municipio de Marsella en el sector Combia -El Placer. El lote se reconoce bajo el nombre La Omaira.

Al sitio se accede por la vía principal que une al municipio de Pereira con el corregimiento de Combia. En el mapa 1 del anexo 2 se remite la localización del proyecto en la ortofoto realizada, como se puede apreciar en las figuras y fotos del estudio de detalle que hace parte integral del presente acto administrativo. (Véase Figura 2 "Localización del sitio de estudio", Figura 3 "Ortofoto de la zona y áreas del proyecto", Foto 1 "Aspecto general del sitio del proyecto", del estudio de detalle que hace parte integral del presente acto administrativo. Asimismo, en el mapa 1 del anexo 2 se remite la localización del proyecto en la ortofoto realizada.

**ARTÍCULO 3. INFORMACIÓN PREDIAL:** El área objeto de estudio según las revisiones de los predios de catastro aportado por el IGAC (2017) y del POT del Municipio de Pereira involucra cuatro (4) lotes reportados con las siguientes características y el cual corresponde con lo establecido en el certificado de tradición en poder aportado por los gestores del proyecto ( Véase anexo 1 certificado de tradición); por tanto, el presente estudio está referido al predio según levantamiento topográfico y contorno definido como área del lote aportado por el propietario:

LOTE	MATRICULA	FICHA PREDIAL	Área (m2)
1	ND	66001000900070079000	834.901378
2	ND	66001000900070100000	730.61439
3	ND	66001000900079999000	728.856466
4	ND	66001000900070007000	595.454816

El lote de análisis se relaciona a continuación:

LOTE	MATRICULA	Área (m2)
LA OMAIRA	290-56858	2392

En el anexo 1 se remite la información predial del lote objeto de estudio como el certificado de tradición que corresponde con el área de análisis para el proyecto.

**ARTÍCULO 4. DESCRIPCION DEL PROYECTO:** Actualmente en el sitio existe una edificación en proceso de construcción con deficiencias constructivas. El Proyecto pretende la construcción de un supermercado de un nivel con un sótano, en un lote de un área aproximada de 2.392 m2, sobre la corona de la ladera que no será intervenida y adecuando la edificación existente. El supermercado contara con zona de parqueaderos y accesos desde la vía principal que conduce al Corregimiento de Combia.



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
 EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
 GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
 MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
 NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
 SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082





## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

Ver Figura 5. "Esquema general en planta del proyecto", y Figura 6. "Esquema general del proyecto en perfil y planta" del estudio de detalle que hace parte integral del presente acto administrativo.

#### CAPITULO II

#### CONDICIONES TÉCNICAS DEL ESTUDIO DE DETALLE EVALUADO

**ARTÍCULO 5. INSUMOS DE TRABAJO.** A continuación, se relacionan los insumos a utilizar basado en lo establecido en el decreto 1807 de 2014:

- Ortofoto del área año 2020.
- Levantamiento topográfico con curvas de nivel cada 1m.
- Geología para ingeniería (UGI).
- Geomorfología a nivel de elementos.
- Hidrogeología con énfasis en comportamiento de los niveles freáticos.
- Evaluación del drenaje superficial.
- Sismología.
- Cobertura y uso del Suelo.
- Exploración del subsuelo.
- Exploración Geofísica.

**ARTÍCULO 6. FACTORES CONDICIONANTES A LA GENERACION DE MOVIMIENTOS EN MASA MM:** El análisis de los factores condicionantes se efectuó para el área donde fue adelantado el levantamiento topográfico y los análisis particulares de amenaza y riesgo se efectuarán para la zona del lote objeto de estudio. A continuación, se determinan los principales factores condicionantes evaluados y que serán la base para el análisis de susceptibilidad y amenaza ante movimientos en masa.

#### 6.1 COBERTURA Y USO DEL SUELO:

**6.1.1. Cobertura.** Para el área de estudio (delimitada según el área del levantamiento topográfico y ortofoto) se pueden visualizar diversidad de coberturas, sin embargo, la cobertura que mayor área ocupa es la de Tejido urbano asociada a la construcción ya existente sobre el predio. Con respecto a las coberturas naturales se encuentra principalmente la de tipo Arbustal (22.03%) sobre la parte media de la ladera y los pastos arbolados (24.55%), con presencia de Herbazales con una participación del 10.75 % ubicados en la parte más alta del predio junto a la vía vehicular. El porcentaje de área restante se distribuye entre algunos parches de tierras desnudas 9.88%, tejido urbano 21.33 % y los pastos enmalezados 11.46%, resaltando la presencia de arbustales, herbazales, y algunas áreas de suelos desnudos sobre la ladera como factores condicionantes a la generación de potenciales procesos en el sitio como se relaciona en la Tabla 4 "Cobertura de suelo del área de estudio", la Figura 7 "Distribución de la cobertura del suelo en el predio", Figura 8 "Mapa de cobertura de suelo en la zona de estudio", Foto 2 "Zonas arbustales sobre la ladera y pastos enmalezados en la parte plana", Foto 3 "Herbazales sobre las zonas superiores del predio" y Foto 4 "Tipos de coberturas definidas", del estudio de detalle que hace parte integral del presente acto administrativo.



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 6 de 51



## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

**6.1.2. Uso del suelo.** La definición del Uso del suelo para el área de estudio se tuvo como referente principal el estatuto del suelo para el Municipio de Pereira (POT de Pereira) a nivel urbano, para diferentes actividades, estableciendo los grupos principales así:

- Residencial
- Comercial.
- Servicios.
- Equipamiento.
- Industrial
- Usos de alto Impacto del grupo de comercio y servicios especiales.
- Uso minero.

Para los usos a nivel rural o de actividades diversas se adoptarán las correlaciones particulares de acuerdo con el uso que actualmente se presenta en el sector, de esta manera en la siguiente tabla se establece el uso del suelo para el área del proyecto específico. Véase Tabla 5. "Uso del suelo en el área de estudio" del estudio de detalle que hace parte integral del presente acto administrativo.

**6.2 GEOMORFOLOGÍA:** La geomorfología tiene como objeto la identificación, descripción y análisis de la génesis, clasificación y evolución de las formas antiguas y actuales del terreno y su relación con las estructuras infrayacentes, así mismo, se encarga de la interpretación de los procesos endógenos y exógenos que controlan y moldean el terreno, generando geoformas, las cuales son el resultado de los materiales constituyentes, las disposiciones estructurales y los procesos que interactúan según el ambiente morfogenético y el tiempo de duración de la acción de los mencionados procesos. Obsérvese Figura 9. "Jerarquización Geomorfológica propuesto por INGEOMINAS" del estudio de detalle que hace parte integral del presente acto administrativo.

Con el fin de precisar con mayor detalle el análisis geomorfológico del proyecto, se procedió a hacer una evaluación de las características del relieve tales como, curvatura, tanto en planta como en perfil, rugosidad, pendiente, y el análisis de bandas con el fin de hacer un comparativo entre estas tres variables y de esta manera establecer y visualizar de mejor manera las unidades geomorfológicas presentes.

**6.3 PENDIENTES DE LAS LADERAS:** Hace referencia al ángulo existente entre la superficie del terreno y la horizontal, su importancia radica en la influencia del factor sobre la estabilidad del suelo como factor geométrico. En general se determina que la zona está caracterizada con superficie de pendiente alta (>70%) asociada a la ladera existente con una participación porcentual del 26.78 %; posteriormente se presentan las zonas de baja pendiente con rangos entre el 0-10% asociadas a las zonas superiores de la ladera y a las áreas de intervención por la construcción ya existente en el predio (equivalente a alrededor el 25.61 % del total del área del proyecto.



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 7 de 51





## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### **"POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"**

En la Tabla 6 "Pendientes en el área", la Figura 10 "Gráfico de pendientes en %. Área general" y la Figura 11 "Mapa de pendientes en porcentajes" del estudio de detalle que hace parte integral del presente acto administrativo, se relacionan los datos de pendientes para el área del proyecto.

El mapa de pendientes en porcentaje, representa con colores cercanos al verde las zonas relativamente más planas mientras que los colores cercanos al rojo muestra las áreas de mayor pendiente. Cabe aclarar que las pendientes mayores al 70% ubicadas en la parte alta del predio y aquellas contiguas al área de construcción hacen parte de taludes subverticalizados que fueron construidos de manera antrópica.

Las pendientes mayores al 70% presentan una participación del 26.78%, como se observa en el Mapa de Pendientes (Ver Figura 11 "Mapa de pendientes en porcentajes"), posteriormente se presentan las pendientes entre el 10-20% las cuales están asociadas a la parte más baja del predio y presentan una participación de aproximadamente el 25.61 % del total del área. Las pendientes entre el 20% y el 40% presentan un porcentaje del 16.02% mientras que las pendientes entre el 10% y el 20 % representan el 12.62 % del área. Los valores restantes están distribuidos así: el 9.85 % (pendientes entre el 40% y el 60%) y el 9.12 % (pendientes entre el 60% y 70%).

Es importante resaltar que las pendientes entre el 0% y el 20% representan el 38,23 % del total del área principalmente asociadas a las áreas superiores e inferiores del predio donde se presenta una baja pendiente, mientras que las áreas con pendientes mayores al 60% corresponden con un porcentaje del total del área del 35.89% ( talud y ladera existente), sin embargo estas áreas no serán intervenidas por el proyecto, adicionalmente existen hacia las áreas superiores pendientes altas asociadas a pequeños taludes antrópicos generados por adecuaciones anteriores implementadas.

**6.4 CURVATURA:** Esta visualiza la forma o curvatura de la pendiente. Una parte de la superficie puede ser cóncava o convexa, esta se puede utilizar para describir las características físicas del área y las acciones del drenaje que contribuye con los procesos de erosión y escorrentía.

El valor de la curvatura se puede usar para encontrar los patrones de erosión de los suelos, así como la distribución del agua en tierra. Para esta variable se generaron rangos desde -3 hasta 3 mostrando contrastes específicos en las áreas de cambios topográficos. Ver Figura 12 "Mapa de curvatura" del estudio de detalle que hace parte integral del presente acto administrativo.

**6.5 CURVATURA EN PLANTA:** Esta es perpendicular a la dirección de pendiente máxima. Está relacionada con la convergencia y divergencia de la corriente de una superficie. Un valor positivo indica que la superficie es lateralmente convexa en esa celda, un plano negativo indica que la superficie es lateralmente cóncava en esa celda para valores de cero la superficie es lineal. Ver Figura 13 "Mapa de curvatura en planta" del estudio de detalle que hace parte integral del presente acto administrativo.

**6.6 CURVATURA EN PERFIL:** Esta es paralela a la pendiente e indica la dirección de la pendiente máxima. Afecta a la aceleración y desaceleración de las corrientes por la superficie. Un valor



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 8 de 51



## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

negativo indica la superficie es convexa y la corriente se desacelera, un valor positivo indica que la superficie es cóncava arriba y la corriente se acelera, un valor en cero indica que esta el lineal. Ver Figura 14 "Mapa de curvatura en perfil" del estudio de detalle que hace parte integral del presente acto administrativo.

**6.7 MAPA DE SOMBRAS:** Es un modelo digital cuya función es la representación de sombras y niveles de radiancia solar sobre el terreno con ella se puede tener una aproximación en 3D de la superficie del terreno. Ver Figura 15 "mapa de sombras" y Figura 16. "Modelo TIN del área de estudio" del estudio de detalle que hace parte integral del presente acto administrativo.

**ARTÍCULO 7. CLASIFICACIÓN GEOMORFOLÓGICA.** A continuación, se muestra la descripción de cada una de las unidades geomorfológicas presentes en el área de estudio (Ver Tabla 6). Tal como se observa, el área se caracteriza por el predominio de Ladera terraceada (35.7%) seguido de la unidad Ladera inclinada (32.89%), cima ancha (12.54%); Terraza media (811.39%) y el restante porcentaje (7.47%) está representado por la unidad de Ladera moderada. Ver Tabla 7 "Unidades geomorfológicas del área del estudio", Tabla 8. "Unidades geomorfológicas del área del estudio", Figura 18. Geoformas en la zona de estudio" y Foto 5. Cima ancha (Vca), Ladera terraceada (Vlt), Ladera inclinada (Vle), Ladera media (Vlm) y Terraza media (Tzm)" del estudio de detalle que hace parte integral del presente acto administrativo.

En general se aprecia que las geoformas predominantes corresponden a zonas de laderas (terraceadas, inclinadas y moderadas); mientras que las zonas de cima de loma y terraza media presentan menor participación porcentual en el total del área. Es preciso destacar que las áreas a intervenir corresponden a las zonas de cima de loma únicamente y las áreas de ladera NO SERAN OBJETO DE INTERVENCION CON EL PROYECTO ESPECIFICO.

El paisaje del área fue suavizado por las disposiciones de cenizas volcánicas sobre la superficie del terreno, y actualmente se observan procesos denudacionales y erosivos producto de las actividades antrópicas y naturales por la acción de las aguas superficiales.

**ARTÍCULO 8. PROCESOS MORFODINÁMICOS.** Se realizó la definición de procesos morfodinámicos presentes en el área de estudio mediante recorridos de campo y análisis de fotografías aéreas. Se identificaron procesos tipo deslizamientos activos, cicatrices de antiguos deslizamientos y taludes sub verticalizados antrópicos. A continuación, se describen de manera general los procesos evidenciados en campo:

**Cicatrices de antiguos deslizamientos:** Se presentan sobre la ladera principal hacia la parte central del predio con contornos irregulares de escarpe antiguo. Presentan superficie cóncava a irregular en planta y perfil enmascarados medianamente por la vegetación existente.

**Desprendimientos en Taludes sub verticalizados:** Hacen parte de los taludes sub verticalizados existentes en la parte alta y media de la ladera donde se aprecian superficies con alta pendiente que limitan la unidad de cima ancha existente en las áreas superiores y generados antrópicamente. Los principales procesos se asocian a desprendimientos de materiales ante la protección vegetal de la superficie existente con intensidad y magnitud baja.



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 9 de 51





## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

**Movimientos en masa lentos (reptamientos):** Se manifiestan en forma de pequeñas ondulaciones a manera de pequeñas terracillas en la parte alta y media del predio e inclinación de los árboles existentes, ocasionadas generalmente por la escasa vegetación y las variaciones de humedad del suelo, aunadas por el sobrepastoreo y las altas pendientes. La intensidad y magnitud se determina como baja a media en algunos sectores puntuales y podrían evolucionar a otro tipo de fenómeno si se continúa con las acciones antrópicas (sobrepastoreo e inadecuado manejo de aguas superficiales y sub superficiales.)

**Surcos:** Los surcos se presentan como un canal pequeño en la superficie de la ladera creado por la erosión en el que se concentra el flujo de agua escorrentía. Lo surcos evidenciados en el área presentan dimensiones variables con longitudes cortas y que favorecidos por la actividad antrópica pueden aumentar su grado de intensidad y magnitud.

**Sobrepastoreo:** Comprende los procesos generados por la acción de los animales por el tránsito continuo sobre la superficie, generando áreas desprovistas de vegetación y profundizaciones del terreno por donde transcurre. Se aprecian a lo largo de la ladera con intensidad y magnitud baja a media, evolucionando estos procesos a surcos y algunas cárcavas menores.

**Hundimientos en zonas húmedas:** Comprende algunas depresiones en el terreno como producto de la saturación de los materiales y/o el sobrepastoreo en zonas húmedas especialmente hacia las áreas inferiores donde la pendiente es más baja en las zonas adyacentes al drenaje existente. Presentan intensidad y magnitud baja.

Ver Foto 6. "Cicatriz de antiguo deslizamiento sobre la parte más alta de la ladera", Foto 7. "Taludes subverticalizados sobre la parte alta de la ladera", Foto 8. "Ondulaciones sobre la ladera y árboles inclinados producto de los reptamientos", Foto 9. "Procesos morfodinámicos lentos (reptamientos), cicatrices y taludes sub verticalizados señalados con interlineado color rojo" y Figura 19 "Mapa de procesos morfodinámicos" del estudio de detalle que hace parte integral del presente acto administrativo.

### ARTÍCULO 9. EXPLORACIONES DEL SUBSUELO Y ENSAYOS DE LABORATORIO.

**9.1 EXPLORACIONES DEL SUBSUELO.** El predio fue objeto de exploraciones del subsuelo por parte de la empresa Álvaro Millán & Cía. Ltda. mediante sondeos mecánicos y posteriormente se efectuaron exploraciones adicionales mediante apiques sobre la ladera (efectuados en el presente estudio) con el fin de validar y actualizar las condiciones de los materiales existentes en el área.

**9.1.1 Sondeos:** La firma Álvaro Millán & CIA LTDA realizó el estudio de suelos para el proyecto donde adelantó la ejecución de cuatro (4) sondeos mecanizados en suelos con toma de muestras alteradas e inalteradas mediante la utilización de tubos Shelby's de pared delgada con el fin de establecer la estratigrafía del sector, realizando paralelamente el ensayo de Penetración Estándar a los cuales se les hizo ensayo de laboratorio para su clasificación y resistencia del material. Para el análisis de estabilidad del talud la misma empresa realizó un quinto sondeo mecanizado al cual se le sometió a ensayos de humedad natural, pesos unitarios y resistencia al corte directo C-U.



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 10 de 51



## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

La profundidad máxima de exploración fue de 14.4 m en la corona de la ladera principal, encontrándose una secuencia de techo a base así para la zona evaluada: Lleno antrópico, cenizas volcánicas, seguido de intercalaciones de capas de limos arcillosos, limos arenosos y arcillas limosas producto de la alteración de suelos transportado de las cenizas volcánicas y por último depósitos fluviovolcánicos en la base. En la Tabla 9. "Ubicación de sondeos mecanizados" se relacionan las coordenadas de los sondeos efectuados.

Ver Foto 10 "Ubicación del sondeo 1. Exploración del subsuelo mediante sondeos mecanizados", Foto 11 "Ubicación del sondeo 2. Exploración del subsuelo mediante sondeos mecanizados", Figura 20. "Columnas estratigráficas sondeos", Figura 21. "Columnas estratigráficas sondeos continuación", del estudio de detalle que hace parte integral del presente acto administrativo.

**9.1.2 Apiques.** Hacia la parte media e inferior de la ladera se efectuaron seis (6) apiques manuales circulares de 0.2 m de diámetro con el fin de visualizar los materiales existentes. En la siguiente tabla se relacionan las coordenadas de los apiques efectuados. En la tabla 10 "Ubicación del apique realizado" se relacionan las coordenadas del apique efectuado.

Ver Foto 12. "Apiques mecanizados sobre la parte media de la ladera (arriba) y plana del predio", Tabla 11. "Características de los materiales en los apiques realizados", Figura 22. "Localización de las exploraciones efectuadas" del estudio de detalle que hace parte integral del presente acto administrativo.

### 9.2 EXPLORACIÓN GEOFÍSICA:

**9.2.1 Tomografía eléctrica:** A grandes rasgos, los métodos geoelectricos consisten en introducir corriente en el terreno y medir el voltaje producido por la misma en puntos determinados de la superficie. A partir del valor de la corriente inyectada y del voltaje medido, puede obtenerse la resistividad de objetos o zonas del subsuelo. Cada tipo de material o estructura enterrada presenta un rango de resistividad característico, cuyo valor sirve de base para la interpretación de resultados. Los métodos convencionales solo precisan 4 electrodos y se basan en introducir en el terreno, un campo eléctrico de corriente continua mediante dos electrodos de corriente (A,B) conectados a un miliamperímetro, mientras que con los otros dos electrodos (M,N) y que están conectados a un milivoltímetro, mediremos cual es la diferencia de potencial eléctrica  $\Delta V$  entre esos dos puntos, parámetro a partir del cual podremos calcular el valor de la resistividad (en el punto medio del dispositivo y a una profundidad determinada). Existen diferentes configuraciones a la hora de colocar los 4 electrodos, siendo las más utilizadas Wenner (la variante  $\alpha$ ) y Schlumberger. También tenemos la denominada configuración Wenner-Schlumberger (muy utilizada en Tomografía eléctrica).

**9.2.2 Instrumentación.** A continuación, se determinan los instrumentos empleados para la ejecución del trabajo:

- **Instrumentos para establecer el campo eléctrico:** Equipo de inyección de corriente, baterías, cables, cajas de transmisión, recepción y electrodos (barras de cobre)



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 11 de 51





## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

- **Circuito de emisión de corriente:** Se conecta el equipo de envío de corriente a los electrodos por medio de cables a su vez se conecta un amperímetro en serie con el circuito para medir la corriente I.
- **Circuito de medición de la diferencia de potencial:** Se conecta un voltímetro en paralelo a los electrodos por medio de cables.
- **Instrumento para medir la altura y la posición:** Un Sistema de posicionamiento global (GPS, según sus siglas en Inglés) marca GARMIN GPSMAP 60CSX que fue utilizado para medir la latitud, la longitud y la altura
- **Hojas de campo para almacenar los datos:** Los datos deben ser recolectados de manera ordenada y sistemática para evitar perder la secuencia en caso de surgir alguna eventualidad, para lograr este objetivo es necesario tener una hoja de campo previamente elaborada y pensada para conseguir tal fin. Ver Foto 13. "Instrumentos y equipos utilizados para el estudio geoelectrico" del estudio de detalle que hace parte integral del presente acto administrativo.

**9.2.3 Localización de la Exploración Geoelectrica:** La exploración Geoelectrica se efectuó en la corona de la ladera en inmediaciones de la vía vehicular. Para el proyecto específico se realizó UNA (1) TOMOGRAFIA ELECTRICA con las características que se detallan en la tabla 12 "Localización de la Tomografía realizada". Ver Foto 14 "Dirección de la Tomografía T1 hacia el sector Oeste" del estudio de detalle que hace parte integral del presente acto administrativo.

**9.2.4 Generalidades del método de Tomografía Eléctrica (TE).** El método de TE en Dos y Tres Dimensiones (TE\_R2D y TE\_R3D) es una técnica de investigación de Resistividad de áreas con anomalías complejas (resistivas o conductivas), donde el empleo de otras técnicas NO PERMITEN obtener información de detalle en 2D y 3D a profundidades someras.

La TE consiste en medir la Resistividad Aparente (RA) con un dispositivo tetraelectrónico determinado y con una separación constante entre electrodos denominada "a", e ir variando las distancias entre los pares de electrodos emisor-receptor por múltiplos de un valor denominado "n", de tal forma que el resultado final será una sección de RA a varios niveles "n" en profundidad; datos que posteriormente son tratados por medio de algoritmos matemáticos de inversión.

Ver Figura 23. "Esquema de tomografía eléctrica" del estudio de detalle que hace parte integral del presente acto administrativo.

La Inversión arroja como resultado una "Imagen de Resistividades y Profundidades Verdaderas" que se correlaciona con la información geológica, perforaciones, geoquímica, hidrogeología, edafología, etc. A través de la Interpretación se llega a las conclusiones de tipo geológico, que puede ser constatadas con las observaciones de campo, SEV y datos de perforaciones y/o correlaciones geológicas.

**7.2.4.1 Aspectos técnicos de la tomografía.** Para la tomografía realizada se utilizó el arreglo tipo SCHLUMBERGER ya que el mismo posee la característica de tener un gran poder resolutivo y sensibilidad ante la presencia de cambios laterales y verticales en el subsuelo y por ello resulta idóneo para la identificación de materiales en la distancia evaluada. Para los perfiles en las tomografías efectuadas, se utilizó una distancia interelectrónica  $a = 4$  m y 10 niveles "n" de medición, conformando una pseudosección con 121 valores de resistividad aparente, llegando a una profundidad de investigación máxima de 17 m.



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 12 de 51



## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

**7.2.4.2 Procesamiento de información.** El resultado obtenido es un conjunto de 100 a 500 datos (o aún más), dispuestos en forma de pseudosección de resistividad aparente, a partir de los cuales se efectúa la interpretación cualitativa de los datos, permitiendo inferir la existencia de Sectores subterráneos anómalos.

Posteriormente y una vez identificados los mismos, se lleva a cabo un post-procesamiento efectuando un modelado 2D introduciendo los datos en un algoritmo matemático que transforma, a través de rutinas de inversión aplicando el método numérico de cálculo por elementos finitos y diferencias finitas y aproximación por el método rapid least-squares (Loke and Barker 1996), la pseudosección de resistividades aparentes 2D en una sección de resistividades y profundidades verdaderas 2D, proceso denominado Inversión.

La Inversión de los datos arroja como resultado una "Imagen de Resistividades y Profundidades Verdaderas" la que se correlaciona con la información geológica, perforaciones, geoquímica, hidrogeología, edafología, etc., a fin de delimitar, cualificar y cuantificar las anomalías detectadas en profundidad con objeto de lograr una interpretación coherente en el diagnóstico.

**7.2.4.3 Análisis de resultados.** A continuación, se realizará una descripción de cada una de las tomografías efectuadas, estableciendo en primera instancia los sectores homogéneos en términos de anomalías presentes y luego se efectuará la descripción y correlación respectiva.

Es preciso destacar que para cada una de las tomografías realizadas se utilizó una nomenclatura específica para los electrodos empleados así: PX2 que para el caso corresponde al electrodo 2 ubicado a dX 4 m del inicio de la tomografía según el espaciamiento utilizado (4 m), mientras que por ejemplo para el PX 12 estamos hablando del sitio dX = 44 m del inicio de la tomografía.

**TOMOGRAFIA 1 T1:** Para la zona evaluada en la tomografía 1 se ha subdividido en TRES "Sectores" denominados 1, 2 y 3. Cada Sector tiene una característica física distintiva que le confiere una resistividad determinada. La correlación entre estas características físicas con los valores de resistividad da como resultado la interpretación Geofísica de cada Sección de Resistividad por TE. En general se ha observado un corte de resistividad con valores variables tanto vertical como horizontalmente.

Los TRES Sectores anteriormente citados presentan el siguiente rango de resistividad:

**Zona 1** Resistividades desde 1000 hasta 2600 ohm/m

**Zona 2** Esta zona presenta bajos valores de resistividades desde 30 hasta 60 ohm/m

**Zona 3** Áreas con resistividades entre 150-251 ohm/m

Ver Foto 15. "Ubicación de la tomografía T1 en la parte superior de la ladera" del estudio de detalle que hace parte integral del presente acto administrativo

En la Figura 26. "Tomografía eléctrica T1" del estudio de detalle que hace parte integral del presente acto administrativo, se remiten los resultados de las tomografías efectuadas en primera



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 13 de 51





## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### **"POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"**

instancia analizando la tomografía en general y posteriormente un ajuste según la calidad y ajuste de los datos obtenidos.

La correlación geofísica con los datos aportados y las observaciones de campo se establecen a continuación:

En general la tomografía muestra las variaciones de materiales de resistividad tanto lateral como verticalmente y asociado a la presencia de materiales tipo limo con humedad variables, mientras que hacia el ESTE y en la parte central de la tomografía se aprecian áreas con resistividad baja, y unas zonas en la parte intermedia en sentido vertical con resistividades más altas asociadas a limos con menos grados de humedad. Foto 16. Montaje de los equipos para el estudio geoelectrico.

**ZONA 1:** Áreas con valores de resistividades más altas en la tomografía obtenida con valores entre 1.000 y 2.600 ohm-m. Se presentan en tres áreas específicas así: PX1 - PX12: Profundidad: 1m- 3m, PX13 - PX17: Profundidad: 4m – 9m, PX15 - PX23: Profundidad: 1m – 3.5 m.

Estos materiales se podrían asociar con cenizas volcánicas secas y/o con áreas de alteración de materiales volcánicos que puedan denotar una textura menos limosa. Estas zonas están representadas por colores variables de rojo.

**ZONA 2:** Área con valores bajos de resistividad (30-60 ohm-m) y se asocian con arcillas saturadas o con alto contenido de humedad y podría denotar algún tipo de flujo interno de aguas. Se aprecian en tres áreas específicas como se relaciona a continuación y se especifica la profundidad estimada para cada sitio: PX11 - PX12: Profundidad: 1m, PX14 - PX18: Profundidad: 1 m – 4.5 m, PX1 - PX11: Profundidad: 1m – 12 m.

Esta zona está representada por diversas tonalidades de azul intenso.

**ZONA 3:** Área con valores de resistividad entre 120 -850 ohm-m y se asocian con cenizas volcánicas húmedas a secas en algunos sitios. Se presenta en una amplia zona a lo largo de la tomografía como franjas irregulares que enmarcan o limitan las zonas descritas anteriormente. Estas anomalías se aprecian a una profundidad variable desde los 1 m hasta profundidades de 12 m, y está representada por tonalidades de colores variables desde verdes a amarillos. Ver tabla 13. "Valores de resistividad y correlación litológica Tomografía TE1" del estudio de detalle que hace parte integral del presente acto administrativo.

De acuerdo con lo anterior se determina que la zona 2, se asocia con zonas con alta presión de poros y/o zonas donde los materiales presentan alta humedad y/o mayor nivel de saturación, especialmente en las épocas de incremento de lluvias. Estas áreas están representadas en la figura por tonalidades azules, permiten establecer la necesidad de implementar obras de manejo de aguas sub superficiales mediante drenes sub horizontales especialmente hacia el sector Oeste, donde se aprecia la mayor extensión de las manchas potencialmente más húmedas y las cuales se extienden hacia los niveles inferiores. Estas acciones permitirán establecer mejores condiciones del terreno ante los eventos contribuyentes y/o detonantes como lo representa la saturación del terreno. En el capítulo de obras propuestas se remite el diseño de los drenes planteados. Los



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 14 de 51



## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

sectores adyacentes a estos sitios se recomienda un correcto manejo de aguas superficiales y su correcta conducción y entrega a los sitios específicos y de esta manera evitar el aporte sobre la superficie del talud.

**ENSAYOS DE LABORATORIO:** Como se ha indicado anteriormente, en los sondeos mecanizados realizados se obtuvieron muestras inalteradas para la realización de ensayos de laboratorio, en donde se les sometió a pruebas de humedad natural, presión inconfina, pesos unitarios y resistencia al corte directo. Estos ensayos de laboratorio fueron realizados por la compañía Álvaro Millán & Cía. LTDA y se encuentran consignados en el estudio de suelos que se remite en el anexo 3.

Adicionalmente se remiten los datos de los parámetros de resistencia derivados del ensayo de corte directo efectuados a las muestras obtenidas en el sondeo 1 en la corona del talud, los cuales se convierten en el insumo para el análisis de estabilidad como se detalla en la Tabla 14. "Resultados de los ensayos de laboratorio efectuados" del estudio de detalle que hace parte integral del presente acto administrativo.

En general el terreno se compone en profundidad de una capa de limo de espesor entre 0.6m y 1.4m, bajo la cual se encuentran capas intercaladas de limos arcillosos, limos arenosos y arcillas limosas producto de la meteorización de cenizas de origen volcánico.

Los contenidos de humedad del suelo fluctuaron entre 54.7% y 154%. Por otro lado, los pesos unitarios húmedos del suelo estuvieron entre 1.18 gr/cm<sup>3</sup> y 1.64 gr/cm<sup>3</sup>. En general los suelos naturales clasifican según el sistema unificado como MH, o sea limos de mediana a alta compresibilidad. Sin embargo, se encuentran preconsolidados por desecación y cementación.

#### ARTÍCULO 10. SISMOLOGÍA:

##### 10.1 CARACTERIZACIÓN SÍSMICA DEL ÁREA.

**10.1.1. Amenaza sísmica Regional.** En general la zona de Pereira y Risaralda presenta un nivel de amenaza ALTA ante eventos sísmicos teniendo como referente la aceleración en roca obtenido por análisis y el mapa de amenaza sísmica contenido en el Reglamento Colombiano de construcción sísmo resistente NSR-10, y el Estudio General de la Amenaza Sísmica de Colombia (2009). En la siguiente figura se remite a nivel regional el mapa de amenaza sísmica para el área y el punto color azul reseña el casco urbano del municipio de Pereira. Obsérvese la Figura 27 "Mapa de Amenaza Sísmica conforme a la NSR-10 del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

**10.1.2. Microzonificación sísmica de Pereira.** La microzonificación sísmica de una ciudad consiste en establecer zonas de suelos con comportamiento dinámico similar, de manera que puedan establecerse allí recomendaciones específicas para el diseño y construcción de edificaciones sísmo resistentes. Para cada una de las zonas se especifica la fuerza sísmica posible. La definición de estas zonas se hace con base en criterios geológicos, estratigráficos, espesores y



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 15 de 51





## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### **"POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"**

rigidez relativa de los materiales, efectos topográficos, entre otras características de los suelos. (Diagnóstico de Riesgos Municipio de Pereira. Carder)

Mediante el Decreto 386 del 28 de febrero del 2000, (y a través del Plan de Ordenamiento Territorial), fue reglamentada la zonificación sísmica del municipio, adoptando un espectro de diseño específico para cada zona, el cual deberá ser aplicado obligatoriamente para el diseño de edificaciones nuevas y reemplazará los espectros de diseños establecidos por los Decretos Reglamentarios de la norma Nacional (Ley 400 de 1997, Decreto 33 de 1998 y Decreto 34 de 1999). (Diagnóstico de Riesgos Municipio de Pereira. Carder)

En la Figura 28 "Mapa de Microzonificación sísmica de Pereira" se remite el mapa de microzonificación sísmica de la ciudad de Pereira por medio del cual se puede adelantar la planificación de su desarrollo, teniendo en cuenta las restricciones a los tipos de construcción y los parámetros de diseño definidos para las diferentes zonas de la ciudad.

En la Tabla 15. "Parámetros de diseño para las zonas de la microzonificación sísmica", del estudio de detalle que hace parte integral del presente acto administrativo, se remiten los parámetros de diseño según las zonas de la ciudad y que pueden ser correlacionadas con áreas adyacentes del municipio.

**10.1.3. Perfil tipo de suelos según NSR-10.** La norma sismo resistente 2010 (NSR-10), permite definir el tipo de perfil de suelo con base en los 30 m superiores del mismo, en función de la velocidad media de la onda cortante,  $V_s$  en m/s, valores de penetración standard  $N$  y por los datos de resistencia al corte  $S_u$ .

A partir de los datos se establece una clasificación del suelo, que se muestran Tabla "A.2.4-1 Clasificación de los perfiles de suelo" del estudio de detalle que hace parte integral del presente acto administrativo, la cual define 5 tipos de suelo según la NSR-10.

Para el caso concreto del proyecto, se utilizaron los parámetros de resistencia (según estudios de suelos), para los materiales evaluados, definiendo el valor de resistencia al corte y la definición del tipo de perfil de suelo presente como se detalla en la Tabla 16. "Valores de resistencia al corte de los materiales".

De acuerdo con los datos anteriores, se determina que los suelos hasta una profundidad aproximada de 6 m podrían asociarse a suelos tipo D (suelos rígidos), mientras que a partir de ese nivel hasta una profundidad de 15 m se catalogan como suelos tipo C (suelos muy densos o roca blanda.)

**ARTÍCULO 11. CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS DEL SUBSUELO:** Basado en las exploraciones efectuadas, en los sondeos realizados se han identificado las siguientes unidades geotécnicas:

- Lleno antrópico.
- Alteración de suelos transportados



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 16 de 51



## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

- Cenizas volcánicas
- Depósitos fluviovolcanicos (?)
- Materiales aluviales finos

A continuación, se remiten las descripciones y propiedades de los materiales existentes basado en los resultados de laboratorio y evaluaciones litológicas efectuadas.

**11.1 LLENO ANTRÓPICO.** Capa constituida por una mezcla de cenizas volcánicas y limo vegetal y algunos fragmentos de escombros con espesor entre 0.6 m – 1.4 m. Presentan consistencia blanda y unas bajas características geotécnicas y heterogeneidad en los materiales constitutivos. Basado en los ensayos de laboratorio, como parámetros geotécnicos representativos de esta unidad se podrán considerar la Tabla 17. "Características del material de lleno en los sondeos" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

La cota cero de estas medidas fue tomada de la vía vehicular que conduce al municipio de Marsella como nivel de referencia.

**11.2 CENIZAS VOLCÁNICAS.** Caracterizada por ser limos con algunas variaciones texturales identificadas macroscópicamente de limosas a limo arenosas (?). Se presentan variaciones en la vertical referida a los cambios en el color desde café a amarillento a café oscuro con algunos niveles de menor espesor color gris claro y variaciones en las características físicas identificables en campo. De consistencia diagénética baja, estado suelto en seco y con presencia de minerales ferromagnesianos como piroxenos, anfíboles y algo de cuarzo visibles en la fracción arena. Los espesores evidenciados varían desde 2 m hasta los 8 m.

Desde el punto de vista geológico esta unidad se correspondería con el miembro superior de cenizas volcánica del cuaternario de la formación Armenia a nivel regional. La clasificación SUCS, de este material corresponde a limos MH. De acuerdo a las diferentes correlaciones empleadas.

**11.3 ALTERACIÓN DE SUELO TRANSPORTADO.** Infrayaciendo las cenizas volcánicas, se identifica una unidad constituida por depósitos alteración de cenizas volcánicas y/o depósitos fluviovolcánicos. Corresponde con limos color rojizos con fragmentos de rocas.

**11.4 DEPÓSITOS FINOS ASOCIADOS A ZONAS HÚMEDAS.** Dentro de esta unidad se engloba un depósito de suelos finos ubicados en la parte baja del terreno adyacente al lecho de la quebrada, constituidos por limos arcillosos color marrón café a negruzcos con abundantes restos orgánicos dispersos (raíces, etc) y altamente húmedo. En general, se trata de suelos que presentan consistencias blandas y podrían presentar unas bajas características geotécnicas.

**11.5 NIVELES FREÁTICOS.** Durante la realización de los sondeos realizados NO SE reportaron la presencia del nivel freático. En los apiques realizados en la parte baja del predio se pudo evidenciar la presencia del nivel freático a partir de 1m de profundidad, y relacionado con las áreas húmedas adyacentes al drenaje existente.

**ARTÍCULO 12. UNIDADES DE GEOLOGÍA PARA INGENIERIA (UGI).** Las UGI referidas en esta guía corresponden a zonas delimitadas teniendo en cuenta que representen alto grado de



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 17 de 51





## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### **"POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"**

homogeneidad con respecto a las propiedades geotécnicas básicas, cumpliendo con las características de área y espesores mínimos cartografiados, de acuerdo con la escala de trabajo y con base en la definición de unidades litoestratigráficas. Se clasifican como rocas o suelos a partir de cuatro grandes grupos 1:

- Rocas.
- Suelos residuales y saprolitos.
- Suelos transportados en cualquier ambiente (depósitos aluviales, de ladera o coluviales, costeros, volcánicos, eólicos y glaciares).
- Suelos antrópicos

Con base en las labores de exploración realizadas (descritas anteriormente), se identifica predominio de cenizas volcánicas suprayacidas por espesores variables de botados antrópicos sobre la parte superior de la ladera principalmente, mientras que hacia los niveles inferiores se presentan alteraciones de cenizas volcánicas y materiales lagunares y/o aluviales finos sobre las áreas de terrazas inferiores asociados a zonas húmedas de baja pendiente.

Para la generación de las UGI, se propone clasificar los materiales de acuerdo con su origen, donde se modificó a partir de las unidades geológicas superficiales propuestas por Hermelín (1985) y Salazar (1995). Obsérvese la Tabla 18. "Unidades Geológicas de Ingeniería según su origen" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

Es preciso destacar que la mayor extensión está cubierta por los materiales antrópicos de relleno (61.6%) y por los suelos provenientes de cenizas volcánicas (27.1%), el porcentaje restante del área corresponde a los depósitos finos aluviales en zonas húmedas (11.3%). En la tabla 19 "UGI en el área de estudio" se remiten las UGI identificadas para el área de trabajo. Ver Figura 29. "Gráfico Distribución de las UGI en el área de trabajo" y Figura 30. "Mapa de unidades geológicas para ingeniería (UGI)" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

**ARTÍCULO 13. HIDROLOGÍA.** Para el análisis de las variables climáticas en el sitio de estudio se tomaron los datos de la Estación Climatológica del Aeropuerto Matecaña dada su cercanía al área. En la siguiente tabla se relaciona la Estación escogida para la utilización de datos climáticos donde se establece su ubicación en el sistema de coordenadas planas MAGNA-Sirgas con origen occidente, la elevación de su ubicación en m.s.n.m., el año de inicio y fin de la serie existente, la resolución de la serie, el estado de la estación de monitoreo y su propietario u operador Ver Tabla 17 "Características del material de llenado en los sondeos" y Tabla 20. "Estación Aeropuerto Matecaña" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

**13.1 PRECIPITACIÓN.** El comportamiento climático en Pereira, está determinado por la circulación de la atmósfera en el trópico, que define dos períodos lluviosos al año con máximos en abril- mayo y septiembre- noviembre y por las características del relieve. La precipitación en este municipio, varía entre 1.600 y 2.800 mm/año, presentando las mayores pluviosidades en la franja central del municipio con valores entre 2.300 y 2.800 mm/año. La precipitación tiende a disminuir hacia el occidente en proximidades del Río Cauca, llegando a los 1.800 mm/año; y en la parte oriental. En la Tabla 18. "Datos de precipitación promedio anual de la estación Aeropuerto Matecaña", Figura 31. "Gráfico de volumen de precipitación Aeropuerto Matecaña" Figura 32.



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 18 de 51



## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### **"POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"**

"Gráfico de días de precipitación Aeropuerto Matecaña" y Figura 33. "Gráfico Horario de Lluvias", se relacionan los datos anuales de precipitación de la Estación Aeropuerto.

**13.2 TEMPERATURA.** A partir de la información disponible en la estación de hidroclimatológica del Aeropuerto Matecaña, de la cual se dispone información de temperatura media mensual, relacionan los datos anuales de temperatura para el área. Véase Tabla 22. "Datos de temperatura promedio anual de la estación Aeropuerto Matecaña" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

**13.3 EVAPOTRANSPIRACIÓN.** Basado en los datos de precipitación y temperatura obtenidos, se procedió a efectuar el cálculo del balance hídrico para el sitio como se detalla en el estudio de detalle objeto de aprobación en la Tabla 23. "Balance hídrico de la zona de estudio" y Figura 34. "Balance hídrico para el área".

De acuerdo con los resultados obtenidos se determina una ETR de 989.2 /año que comparado con los datos de precipitación nos determina unos excedentes de agua de 1.314 mm/año que se asumen podrían transformarse en escorrentía y/o infiltración, como factor condicionante a la generación de movimientos en masa y cuyos datos serán utilizados en numerales posteriores.

**13.4 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL (FLUJOS SUPERFICIALES) Y ÁREAS DE ACUMULACIÓN.** Inicialmente para la zona se procedió al análisis de la escorrentía superficial mediante el Software ArcGis V10, evaluando en primera instancia el modelo digital del terreno con el fin de establecer y visualizar la topografía y zonas de mayor y menor pendiente; posteriormente se realizó el análisis de las direcciones preferenciales de la corriente superficial o escorrentía y finalmente se evaluaron las áreas de acumulación de las corrientes superficiales.

Como se detallan en las siguientes figuras se aprecian áreas de flujos preferenciales desde los sectores superiores representados por colores azules más intensos y con dirección principal SUROESTE – NORESTE, con otros flujos asociados en dirección Este y Sureste, en donde se observa que las aguas superficiales generalmente tienden a correr en esta dirección desde la parte más alta de la ladera hasta confluir sus aguas con la quebrada en las áreas inferiores del predio.

De igual forma, se observa flujos de agua en la parte alta del predio con dirección Suroeste opuestas a los flujos principales de la ladera, los cuales se encuentran condicionados con otras direcciones preferenciales debidas a las zonas de baja pendiente del andén peatonal y de la vía vehicular presente. Ver Figura 35. "Dirección flujo superficial" y Figura 36. "Áreas de acumulación del flujo superficial" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

Con respecto a las zonas de acumulación de aguas superficiales, se pueden observar las áreas aptas para dichas acumulaciones corresponde donde existe una variación en la pendiente y concentración de aguas superficiales hacia la zona central del lote objeto de estudio.

Las áreas favorables para acumulación están representadas por líneas de color azules intensos y colores más tenues para zonas o sitios de menor acumulación de aguas superficiales y los sitios más aptos para acumulaciones se resaltan con flechas color rojo. Estas áreas se convierten en factores condicionantes para el análisis de susceptibilidad ante movimientos en masa.



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 19 de 51





## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

**ARTÍCULO 14. HIDROGEOLOGIA.** En el Decreto 1807 de 2014 se contempla la hidrogeología del área de estudio, tanto para estudios básicos como para estudios detallados. Los aspectos hidrogeológicos evaluados se centran en la obtención de los niveles freáticos como detonantes de movimientos en masa.

Dado que en el ámbito de la ingeniería el concepto de hidrogeología está relacionado con el flujo de agua subterránea en los estratos profundos del suelo, vale la pena aclarar que para el presente estudio este término está más relacionado con la estimación de la posición del nivel freático medio y su variabilidad en un año típico para la localidad de interés, presumiendo que la precipitación que se infiltra en el suelo es la principal causa de la fluctuación del nivel freático, pues no se consideran procesos de recarga regional, flujo subterráneo ni interacciones con los cauces.

El análisis de lluvia considera el concepto a partir del cual una proporción de esta que cae al suelo y se infiltra, otro porcentaje queda detenido en la vegetación y en depresiones del suelo mientras se evapora y otro fluye como escorrentía directa.

**14.1 DETERMINACIÓN DE NIVEL FREÁTICO PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO.** En las exploraciones efectuadas SE EVIDENCIO LA PRESENCIA DE NIVELES FREÁTICOS, solamente en las áreas de baja pendiente y asociadas a los depósitos aluviales en terrazas, sin embargo, se estimaron los niveles de agua para las laderas existentes para las épocas de lluvias asociadas a diferentes periodos de retorno, basado en la Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa establecida por el Servicio Geológico Colombiano que se describe a continuación:

- ✓ Identificación de un valor promedio de número de curva (CN) de la unidad geotécnica por analizar, donde se muestran los valores para diferentes grupos hidrológicos de suelo y usos de estos para condiciones de humedad antecedente normal a partir de la Tabla 24. "Valores CN de cada Unidad" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

Teniendo en cuenta la siguiente clasificación hidrológica de los suelos:

**Grupo A:** Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, limos agregados.

**Grupo B:** Suelos poco profundos depositados por el viento, suelos franco arenosos.

**Grupo C:** Suelos franco arcillosos, franco arenoso poco profundos, suelos con bajo contenido orgánico y suelos con alto contenido de arcillas.

**Grupo D:** Suelos que se expanden significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos.

Para el presente proyecto se evaluaron diversos escenarios de acuerdo con la intensidad de la lluvia para diferentes periodos de retorno según lo establecido en la Estación Aeropuerto como se puede observar en la Tabla 25. "Intensidad de lluvias para diferentes periodos de retorno TR. Estación Aeropuerto"

- ✓ Posteriormente se evaluó el potencial de retención mediante el cálculo de la retención potencial máxima S como:



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 20 de 51



## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Donde:

S está en milímetros y CN corresponde al número de curva previamente seleccionado como representativo de la zona

- ✓ Se calculó la precipitación infiltrada, a partir de los registros de precipitación diaria (P), en 24 horas (Pi), a partir de la ecuación del método lluvia- escorrentía del SCS:

$$P_i = P - P_e$$

Donde:

Pi = Precipitación infiltrada

P = Precipitación total

Pe = Precipitación que se convierte en escorrentía

- ✓ Posteriormente se acumularon los valores diarios de precipitación infiltrada para cada año calendario del registro y así se obtuvo el valor de precipitación infiltrada total anual.

- ✓ Se calculó la precipitación infiltrada media multianual y su coeficiente de variación (CV).

- ✓ Para la determinación de la profundidad del nivel freático medio la variabilidad de la lluvia infiltrada en función de la desviación estándar, expresada en términos del coeficiente de variación por la media de la profundidad del nivel freático mediante la siguiente expresión:

$$P_{f20} = (\bar{P}_f - 1,65 CV P_f) - (I_{f20} * 24)$$

Donde:

$P_{f20}$ : Corresponde a la profundidad del nivel freático asociado a una lluvia para un periodo de retorno específico, en milímetros.

$P_f$ : Corresponde a la profundidad media del nivel freático, en milímetros que para el caso se utilizaron los datos de la exploración del subsuelo que aportaron las profundidades máximas de cada UGI.

$CV P_f$ : corresponde a la desviación estándar asignada a la variación del nivel freático, expresada en términos del coeficiente de variación de los acumulados anuales de precipitación infiltrada, en milímetros.

Véase "Figura 37. Representación gráfica para determinar el nivel Freático"

En las siguientes tablas del estudio de detalle que hace parte integral del presente acto administrativo se relacionan a manera de ejemplo los cálculos efectuados para determinar la altura del nivel freático determinado para cada escenario y evaluando para cada material y cobertura predominante.

Los datos obtenidos serán objeto de valoración para ser utilizados en la modelación y análisis de estabilidad mediante el método de equilibrio límite para los detonantes asociados.

Tabla 26. "Cálculo de Profundidad del nivel freático para cenizas volcanicas en herbazal denso."



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 21 de 51





## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### **"POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"**

En la Tabla 27. Cálculo de Profundidad del nivel freático para diferentes periodos de retorno" se relacionan los datos consolidados por tipo de material, cobertura, profundidad asumida de cada UGI y cada periodo de retorno: "

Como se puede observar de la tabla anterior, se efectuó el análisis para llenos antrópicos y cenizas volcánicas para las diferentes coberturas existentes y para profundidades de 1.5 m (llenos) y 6 m (cenizas volcánicas). Se aprecia que para llenos antrópicos se esperaría una profundidad del nivel freático variable desde 0.261 m hasta 0.376 m, mientras que para cenizas volcánicas las profundidades fluctúan entre 1.061 m hasta 1.335 m.

Se aprecia que en algunos casos a mayor precipitación existe menor cantidad de agua infiltrada sobre el terreno pudiéndose presentar menor profundidad del nivel freático y esto podría asociarse al tipo de cobertura que genera mayor escorrentía ante el aumento de la cantidad de agua involucrada, sin embargo, el aumento del nivel freático para diferentes periodos de retorno no presenta variaciones notables.

Las profundidades más altas en el nivel freático están asociadas a para cobertura tipo de suelos desnudos, esto podría asociarse a la mayor potencialidad de infiltración por efecto de ausencia de vegetación en las áreas superiores. Estos datos se convierten en el insumo para el análisis de niveles freáticos en la modelación y análisis de estabilidad.

**14.2 HIDROGEOLOGÍA AL INTERIOR DEL TALUD DE ESTUDIO.** Como se relacionó anteriormente, no se evidenciaron niveles freáticos en las exploraciones del subsuelo efectuadas, por lo tanto, se procedió al modelamiento de las líneas de flujo al interior del talud mediante el análisis del parámetro Ru por el método de elementos finitos, con el fin de evaluar las direcciones preferenciales de las aguas sub superficiales y las velocidades de descarga tanto vertical como horizontal como se puede visualizar en las Figura 38. "Líneas de flujo (arriba) y Velocidad de descarga horizontal (abajo)".

En la figura de arriba se relacionan las líneas de flujo al interior del talud donde se aprecian las direcciones preferenciales hacia las diferentes zonas de la ladera mientras que las presiones intersticiales aumentan en la parte central representada por transición de colores amarillos a verdes claros. En la figura inferior se representa la velocidad de descarga horizontal donde se evidencia la mayor velocidad hacia la parte baja del talud (flecha azul).

Figura 39. "Velocidad de descarga horizontal (arriba) y velocidad total de descarga (abajo)"

En la figura de arriba se relacionan las áreas de mayor descarga vertical representadas por colores verdes claros (flecha azul) y hacia las áreas superiores del talud hasta una profundidad aproximada de 8. En la figura inferior se representa la velocidad total de descarga y los vectores de dirección preferencial. Las zonas de mayor velocidad se visualizan como áreas irregulares desde la base del talud hacia las zonas superiores con mayores espesores hacia la parte media-baja (aprox 4m). Se aprecia una transición en la velocidad total hacia la superficie del talud de manera gradual desde



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 22 de 51



## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

colores rojos, naranja hasta llegar a los sitios de mayos velocidad representados por colores amarillos (flecha morada).

Las anteriores consideraciones permiten inferir las zonas de mayor velocidad del flujo interno de las aguas en el talud, presiones de poros, como también las direcciones preferenciales de dicho flujo, estableciendo la necesidad de implementación de medidas de control de aguas subsuperficiales ante el aumento de las presiones intersticiales al interior denotando potenciales zonas de mayor humedad como se pudo evidenciar en la tomografía eléctrica realizada.

#### ARTÍCULO 15. ZONIFICACION GEOLOGICA-GEOTECNICA Y MODELO GENERALIZADO.

Las unidades geotécnicas homogéneas preliminares se obtuvieron a partir de un cruce del mapa de UGI, el mapa de geomorfológico y las pendientes del área de estudio; como también teniendo en cuenta los siguientes aspectos: zonas de acumulación de aguas, flujos superficiales, presencia de procesos morfodinámicos, resultados de la exploración geotécnica y los ensayos de laboratorio. Con el fin de calibrar y ajustar las zonas homogéneas definidas previamente se efectuó el análisis de susceptibilidad ante movimientos en masa basado en los factores condicionantes descritos anteriormente.

**15.1 ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD ANTE MOVIMIENTOS EN MASA.** Se realizó inicialmente un análisis de susceptibilidad ante movimientos en masa para el área de estudio mediante el método Heurístico. Este método se fundamenta en categorizar y ponderar los factores causantes de inestabilidad según la influencia esperada de éstos en la generación de movimientos en masa. Es un método conocido como indirecto, los resultados se pueden extrapolar a zonas sin movimientos en masa con una combinación de factores similares (SGC, 2013). El método busca determinar inicialmente la susceptibilidad que presentan las diferentes zonas a generar movimientos en masa, basado en parámetros o factores naturales y antrópicos. Para el presente estudio se efectuó el análisis se los factores condicionantes mediante la siguiente expresión:

$$St = (Pend * 0.167) + (UGI * 0.167) + (Veg * 0.167) + (Geomorf * 0.083) + (Acumul * 0.125) + (Pe * 0.208) + (curva * 0.083)$$

En donde:

<b>St =</b>	Susceptibilidad del terreno a los movimientos en masa
<b>Pend =</b>	Inclinación de la Pendiente
<b>UGI. =</b>	Unidades Geológicas superficiales
<b>PE =</b>	Procesos Erosivos
<b>Veg =</b>	Uso y Cobertura Actual del suelo
<b>Geomorf =</b>	Geomorfología
<b>Acumul =</b>	Zonas de acumulación de aguas superficiales.
<b>Curva =</b>	Curvatura del terreno en planta.

A cada una de estas variables se le asignó un peso relativo de 1 a 5, de acuerdo a la susceptibilidad a generar movimientos en masa, correspondiendo el valor de 1 para la variable de menor susceptibilidad y el valor de 5 para la de mayor susceptibilidad. La siguiente tabla muestra los valores de las



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 23 de 51





## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### **"POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"**

ponderaciones realizadas a cada una de las clases de 5 variables para el análisis heurístico (Ver tabla 25)

Véase Tabla 28. "Ponderaciones de cada una de las variables para el análisis de susceptibilidad" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

Los valores de las capas de Curvatura y Flujo de Acumulación no fueron divididos en clases, a estos simplemente se les normalizó los valores de cada pixel para que cada uno de estos fueran representado como calificaciones o puntajes de 1 a 5.

El análisis de susceptibilidad se estableció para tres (3) rangos o niveles, estos fueron: Alta, Media y Baja como se puede apreciar en la siguiente tabla (Ver tabla 26) y figura (Ver figura 38), los cuales representan la distribución areal y porcentual de cada una de las zonas con categoría de susceptibilidad ante la generación de movimientos en masa. Ver Tabla 29. "Distribución de las categorías de amenaza" y "Figura 40. Niveles de susceptibilidad ante Movimientos en masa en el área" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

De acuerdo con los resultados obtenidos se aprecia que el proyecto se pretende adelantar en su mayoría en las áreas catalogadas con nivel de susceptibilidad BAJO ante Movimientos en Masa (MM) y que coincide con las áreas de baja pendiente localizadas en la parte superior de la ladera, misma en la que se encuentra ubicada la actual construcción del predio sobre llenos de material que fueron utilizados para disminuir la pendiente de la ladera. 3173695225

Sin embargo, sobre la misma parte superior de la ladera se focalizan ciertas áreas con grados de susceptibilidad ALTA, en donde se presentan taludes subverticalizados y cicatrices de antiguos procesos de movimientos en masa, los cuales condicionan una alta probabilidad de ocurrencia a estos tipos de eventos de remoción de material. Remitirse a Figura 41. "Mapa de susceptibilidad ante Movimientos en Masa" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

**15.2 DETERMINACIÓN DE UNIDADES GEOTÉCNICAS HOMOGÉNEAS.** Posteriormente luego del análisis preliminar de las zonas homogéneas y posterior "cruce de información cartográfica" y a partir de la evaluación de las características del terreno del análisis de susceptibilidad generado, se procedió a la definición de las ZONAS HOMOGÉNEAS DEFINITIVAS como se aprecia en el mapa respectivo (Ver Figura 40).

Para el área de influencia del proyecto se definieron un total de OCHO (8) zonas homogéneas como se detalla en la tabla Zonas Homogéneas (Ver Tabla 27). Para la determinación de las zonas homogéneas en el predio se utilizaron como criterio condiciones propias del terreno como la Geomorfología, las Unidades Geológicas para Ingeniería y las áreas con Susceptibilidad o probabilidad a la ocurrencia de Movimientos en Masa, generalizando de esta forma aquellas zonas que presentan características similares entre sí.

La Figura 42. "Porcentaje de ocupación de las zonas homogéneas en el predio" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo, muestra la distribución real que presentan cada una de estas zonas homogéneas dentro del predio en estudio.



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 24 de 51



## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### **"POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"**

Es preciso destacar que el proyecto se adelantará en las zonas homogéneas 1 y 2 caracterizadas por presentar baja pendiente. Ver Tabla 30. "Zonas Homogéneas", "Foto 17. Ubicación de las zonas homogéneas en el predio" y Figura 43. "Mapa de zonas homogéneas" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

**15.3 ANÁLISIS DE AMENAZAS ANTE MOVIMIENTOS EN MASA.** Los análisis detallados de amenaza por movimientos en masa se deben desarrollar para aquellas zonas que hayan quedado clasificadas como de amenazas alta y media sin embargo para el presente estudio se evaluara en las diversas zonas homogéneas analizadas previamente.

Los insumos utilizados Incluyen: cartografía básica digital, geología para ingeniería, elementos geomorfológicos, procesos morfodinámicos, cobertura, análisis de susceptibilidad ante movimientos en masa, exploración del subsuelo y ensayos de laboratorio. El análisis detallado de la amenaza incluyó la evaluación de secciones topográficas mediante análisis de estabilidad con la valoración de los factores detonantes para cada sitio como se detallará posteriormente.

**15.3.1 Determinación de las zonas con condición de amenaza alta definidas en el POT de Pereira.** Las zonas con condición de amenaza y objeto de estudio son aquellas clasificadas como de amenaza alta descritas en el Plan de Ordenamiento Territorial POT del municipio de Pereira y que se encuentren localizadas en el área de proyecto.

Las zonas de amenaza ALTA descritas en el POT, afecta un área aproximada de 1110,06 m<sup>2</sup> aproximadamente, e involucra principalmente la ladera superior y parte de la media. Las zonas de amenaza media involucran principalmente la ladera media hasta las zonas bajas del predio y, por último, las zonas con características de amenaza baja se encuentran asociadas a la parte más alta del predio sobre la actual vía vehicular como se puede apreciar en la siguiente figura. Ver Figura 44 "Mapa de amenaza según POT" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

El estudio de detalle tiene como objetivo el análisis y desafectación de las áreas de amenaza ALTA ante Movimientos en Masa MM, para la zona especificada anteriormente y donde se pretende la implementación de medidas de mitigación de la amenaza. Véase Tabla 31 "Amenaza según POT".

Es preciso destacar que el proyecto involucra la intervención con los parqueaderos hasta las áreas adyacentes a la demarcación de las áreas de amenaza ante Movimientos en Masa MM (según POT), sin embargo, en la vista en planta del proyecto podría visualizarse un área que se extiende hasta la macha respectiva, pero se aclara que dichos sectores corresponden a voladizos de los parqueaderos los cuales quedan reflejados en la planta, mas no hay intervención sobre la superficie de estos sitios. Ver figura 45 "Áreas de amenaza según POT" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

En la Tabla 32. "Coordenadas de los vértices del polígono de Amenaza Alta del POT" del pluricitado estudio de detalle, se remiten las coordenadas de los puntos que definen el área del polígono con amenaza alta según el POT de Pereira para el lote objeto de estudio.

**15.3.2 Pendientes mayores al 70% Según el POT de Pereira.** El actual Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Pereira, sectoriza las áreas con pendientes mayores al 70% que



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 25 de 51





## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

generan algún tipo de restricción de intervención, por tal motivo, se han ubicado dentro del predio aquellas zonas que según los Determinantes Ambientales del POT del municipio se encuentran señaladas con esta condición. Estas zonas hacen parte de la categoría de áreas de **especial importancia ecosistémica** por ser Áreas forestales protectoras no asociadas a corrientes hídricas según la resolución 177 de 1.997 expedida por la CARDER. Ver Tabla 33. "Áreas con pendientes mayores al 70%" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

Tanto la zona propuesta por el POT del municipio como la obtenida a partir del procesamiento SIG de la topografía del terreno comparten áreas en común con esta condición (Ver Figura 44), sin embargo, cabe aclarar que las diferencias se deben en gran medida a los insumos base de cada estudio y a la escala de detalle de trabajo.

En la imagen 46 "Ubicación de las zonas con pendientes mayores del 70% según POT (izquierda) y el procesamiento SIG del actual estudio (derecha)" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo, de la derecha de la figura anterior y que corresponde con la topografía actualizada del sitio, se aprecian algunas manchas con pendientes mayores al 70% que se relacionan con taludes antrópicos (flechas moradas) asociadas con modificaciones topográficas efectuadas en periodos anteriores, mientras que la flecha amarilla reseña las áreas con pendientes mayores al 70 % relacionadas con la ladera que limita la cima ancha de las áreas superiores.

**15.4 DEFINICION DE AREAS Y SECCIONES DE ANALISIS:** Como se expresó anteriormente las áreas de análisis para evaluación de amenazas corresponden a las zonas homogéneas definidas. Se definieron para cada área establecida unidades de ladera a partir de las divisorias de agua y los drenajes naturales naturales.

Para cada unidad de ladera por analizar se definió una sección de análisis, asociada a la de máxima pendiente o la que se alinea con el aspecto del talud y que tienen como criterio de su trazo las características geológicas y geomorfológicas de la ladera, considerando siempre su representatividad en el área.

Se establecieron TRES (3) perfiles principales de análisis que cubren las zonas homogéneas definidas y que serán objeto de evaluación por métodos determinísticos para los cálculos de amenaza, como se observa en la Figura 47 "Perfiles de análisis para amenaza" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo. (Véase mapa 3 del anexo 2).

**15.5 MODELO GEOLOGICO-GEOTECNICO:** Basado en la exploración del subsuelo, la topografía aportada y la caracterización geotécnica se generó el modelo geológico-geotécnico de las laderas que en general está compuesto de techo a base así: Relleno antrópico, Limo vegetal, cenizas volcánicas y alteración de suelo transportado depósitos fluviovolcanicos en la base y en las áreas inferiores de baja pendiente materiales finos asociados a zonas húmedas en terrazas medias aluviales. Véase Foto 18 "Cenizas volcánicas existentes en el área" y Figura 48. "Modelo Geológico – Geotécnico. Modelo 3D y modelo en secciones del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 26 de 51



## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### **"POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"**

**ARTÍCULO 16. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD ANTE MOVIMIENTOS EN MASA.** Se efectuaron análisis determinísticos haciendo uso de software especializado mediante el método de equilibrio límite encaminados a determinar los factores de seguridad de cada sección de análisis y posteriormente la evaluación en términos de amenaza.

Los análisis de estabilidad fueron efectuados para los TRES (3) perfiles determinados y que involucran las ZONAS HOMÓGENEAS definidas anteriormente con el fin de establecer el valor de estabilidad obtenido para la situación SIN PROYECTO y proceder a las evaluaciones y cálculos de la amenaza final para cada sitio evaluado. Posterior al análisis sin proyecto se realizaron las modelaciones CON PROYECTO, para identificar las condiciones de estabilidad de las laderas intervenidas y determinar su nivel de amenaza proyectada.

**16.1 Parámetros asignados para el análisis.** En la Tabla 34 "Parámetros de los materiales" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo, se presenta un resumen de los parámetros básicos adoptados para el análisis de estabilidad con base en los ensayos de laboratorio realizados y los cuales fueron adaptados para el estudio. Con base en esta información, se adoptó una modelación del talud generalizado para cada sitio con la presencia de los diversos materiales descritos.

**16.2 Escenarios de análisis.** Se efectuó el análisis para cuatro (4) escenarios posibles que incluyen los factores detonantes sismo y la lluvia definidos los capítulos 10 y 13, cómo se describe en la Tabla 35 "Escenarios de análisis de estabilidad" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

Es preciso destacar que la condición de la detonante lluvia es asumida como la inclusión del nivel freático en la modelación, según lo niveles visualizados en la etapa de exploración del subsuelo y cuyos análisis fueron abordados en el numeral de hidrogeología.

Si bien los niveles freáticos calculados presentan una condición de saturación baja para los materiales según la infiltración esperada, para el caso concreto del presente estudio se asumió una saturación del 100 % de los materiales como escenario más desfavorable y como caso de algún tipo de lluvia extrema que pueda generar el aumento de dichos niveles. Se efectuaron evaluaciones según el método de análisis de Bishop y Janbu con el fin de obtener visualizaciones de fallas circulares e irregulares.

**16.3 Resultados del análisis de estabilidad para situación SIN PROYECTO en zonas Homógenas. Laderas Actuales.** Se realizó la modelación del talud general de las laderas de cada zona homogénea evaluada y descritas anteriormente, encaminado principalmente a determinar las condiciones de estabilidad para los materiales presentes (lleno antrópico y cenizas volcánicas), a partir del perfil descrito y de acuerdo con el levantamiento de secciones topográficas realizadas y utilizando el modelo geológico aplicado con los parámetros ya referidos.

Al modelo resultante, el cual se considera que representa las condiciones actuales del talud, se le estimó su factor de seguridad en condiciones estáticas, con sismo, saturación y la combinación de



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 27 de 51





## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

las diferentes situaciones. Si bien no se observó el nivel freático en las perforaciones efectuadas, la saturación fue incluida en el análisis como escenario desfavorable para el análisis de estabilidad.

Véase Figura 49 "Análisis de estabilidad de las condiciones actuales" y "Tabla 36 "Resumen factores de seguridad para las zonas homogéneas" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo se resumen los datos obtenidos.

• **Perfiles 1 y 3:** Para una falla general asemejándose a una superficie circular e irregular, se aprecian aceptables valores en los factores de seguridad aun con la inclusión de los factores detonantes sismo y agua, sin embargo, con la combinación de ambos factores detonantes se obtienen valores inferiores a la unidad.

• **Perfil 2:** Los resultados arrojan valores aceptables en condiciones estáticas y pseudoestáticas, sin embargo, con la inclusión de la saturación de los materiales, se obtienen valores no deseables inferiores a la unidad.

Los resultados aportados por Álvaro Millán y Cía. Ltda., presentan valores superiores a los evaluados en el presente estudio y asociados al perfil 2 que es el correspondiente al sitio de análisis, sin embargo, se toman los datos arrojados por el presente estudio como escenario más desfavorable.

**16.4 Resultados del análisis de estabilidad para situación CON PROYECTO. Laderas modificadas.** El análisis de estabilidad con proyecto incluyó la modelación de las laderas modificadas con el proyecto, evaluando en primera instancia la condición con las cargas de la construcción y con las obras de mitigación que buscan mejorar los factores de seguridad obtenidos en la situación sin proyecto, por lo tanto, se plantearon las siguientes condiciones:

- Perfilados: 1H:11/2V.
- Bermas: ancho variable desde 0.50 m.
- Pilotes en la cimentación del proyecto a diferentes profundidades.
- Saturación total del talud con niveles freáticos como escenario más desfavorable
- Uso del coeficiente  $r_u$  ante la ausencia de niveles freático

Ver Figura 50 "Perfil del proyecto" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

En la Tabla 37 "Resumen factores de seguridad para la situación con proyecto e inclusión de obras ( pilotes), pantallas y manejo de aguas superficiales y sub superficiales" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo, se remiten los resultados con las obras propuestas y con el proyecto planteado.

Para el perfil 2 con un perfilado de 45°, y sin la inclusión de pilotes del proyecto, se obtienen valores aceptables en condiciones estáticas, mientras que en el escenario pseudoestático están



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 28 de 51



## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### **"POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"**

cercanos a la unidad. Con la inclusión de los detonantes (agua y sismo), se obtienen valores no deseables inferiores a 1.

Los modelamientos efectuados para el perfil 2 con al perfilado de 45° y la inclusión de pilotes a diferentes profundidades arroja valores aceptables en condiciones estáticas y pseudoestáticas, sin embargo, con la inclusión de la saturación algunos valores están por debajo de la unidad y con la combinación de ambos detonantes los valores menores a 1, obteniéndose los mejores resultados con los pilotes a 10 m de profundidad.

El análisis para perfilados de 37°, los valores en los escenarios estático, pseudoestático y con saturación son aceptables y superiores a los obtenidos anteriormente. Para el presente análisis se efectuaron valoraciones con el parámetro ru, ante la ausencia de niveles freáticos, sin embargo, como escenario más desfavorable se incluyó la saturación total del talud arrojando valores aceptables para ambos casos (saturación 100% del talud y con la inclusión del parámetro ru). Con la combinación del sismo y la saturación y/o parámetro ru, se obtienen valores ligeramente inferiores a la unidad.

Lo anterior determina que actualmente el talud presenta un pendiente  $\leq$  a 37°, y que con la implementación de perfilados de mayor inclinación (1H:1V) se obtienen valores más bajos, lo que en primera instancia establece la necesidad de implementar algunos perfilados leves sobre la superficie únicamente para la construcción de zanjas de recolección de aguas y taludes con pendiente máxima de 37°.

Los resultados con el modelamiento de pilotes a diversas profundidades, presentan resultados apropiados para las condiciones estáticas, pseudoestáticas y con la saturación total del talud (100%) y/o la inclusión del parámetro ru. Las evaluaciones con la combinación del sismo y saturación del talud, arroja valores inferiores a la unidad. Los mejores resultados en las diferentes modelaciones se obtienen con la implementación de pilotes con 10 m de longitud.

Es preciso resaltar que bajo la acción de ambos detonantes (agua y sismo) se obtienen valores inferiores a la unidad, por lo tanto, se plantea la ejecución de obras de manejo de aguas superficiales y sub superficiales (drenes) horizontales, lo que determina que se obtengan aceptables valores en el factor de seguridad aun en condiciones pseudoestáticas.

Para el perfil 3 que correspondería a la zona de parqueaderos se aprecian aceptables valores en el factor de seguridad en condiciones estáticas y pseudoestáticas, mientras que con la inclusión de la saturación de los materiales se obtienen valores no deseables por debajo de la unidad, lo que implica la implementación de medidas de control de aguas superficiales y sub superficiales y los valores en el factor de seguridad serían los relacionados para los escenarios anteriores (estáticos y pseudoestáticos).

De acuerdo con los resultados obtenidos en el factor de seguridad, se plantea que se efectúen los menores perfilados posibles que no superen los 37° de inclinación con el fin de generar mejores condiciones de estabilidad para el talud.

El análisis de la capacidad de pilotes se detalla en los siguientes cuadros del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo:



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 29 de 51





## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### **"POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"**

- Diseño de cimentación. Cargas de servicio
- Planta
- Diseño de cimentación. Pilotes y Caisson
- Capacidad portante de pilotes y caisson
- Refuerzo de pilotes y caisson
- Capacidad axial con pandeo de pilotes o caisson
- Capacidad axial de pilotes o caisson

Es preciso destacar que el modelamiento del análisis de estabilidad se incluyó la carga total de la construcción proyectada (escenario más desfavorable ya que no se reparte la carga sobre los pilotes) y los pilotes planteados podrían "trabajar" ante los esfuerzos de cortante en el sitio específico del pilote, lo que representaría mejores condiciones para los factores de seguridad obtenidos; sin embargo de acuerdo con la densidad de dichas estructuras se podría esperar que en las áreas donde no existe pilote, se esperan valores menores en los parámetros de resistencia del suelo en esos sitios, sin embargo como se visualizo en el análisis sin pilotes los factores de seguridad son aceptables bajo estas condiciones.

Para las potenciales superficies de falla esperadas se determina un esfuerzo cortante sobre la base de la "dovela" variable desde 98,21 KN hasta 219.51 KN, y relacionándolo con la resistencia al cortante del concreto (175 Kg/cm<sup>2</sup>) se efectúa un análisis sobre la resistencia del pilote con respecto a los esfuerzos de corte según los siguientes aspectos:

- Diseño de flexión.
- Esfuerzo cortante de diseño
- Resistencia que proporciona el concreto
- Resistencia a compresión del concreto. Esfuerzo a cortante.
- Verificación si la resistencia que proporciona el concreto es capaz de resistir el esfuerzo cortante.

En conclusión, se establece lo siguiente:

- El modelamiento del proyecto sin la inclusión de los pilotes como estructura de cimentación se obtienen valores aceptables en el factor de seguridad para el talud evaluado.
- El modelamiento incluyendo los pilotes de cimentación planteados, podrían de alguna manera mejorar las condiciones del suelo ante esfuerzos de cortante en esos sitios específicos, teniendo en cuenta que se utilizó el total de la carga proyectada en las áreas superiores sin ser transmitidas a los pilotes de cimentación.

Las obras de manejo de aguas superficiales y sub superficiales incluye:

- Cañuelas colectoras en las bermas adecuadas.
- Canal de rápidas para entrega de las aguas recolectadas en bermas.
- Drenes horizontales



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 30 de 51



## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### **"POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"**

Separación entre drenes: 3 m  
Diámetro tubería: 3"  
Longitud dren: 10 m  
Inclinación dren: 10%

El análisis de estabilidad incluyendo los drenes horizontales planteados se realizó por el método de elementos finitos, obteniéndose un valor para condiciones estáticas de 1.880 y en condiciones pseudoestáticas de 1.176 como los menores valores obtenidos, resaltándose la mejora en el factor de seguridad comparado con los datos sin la ejecución de los mismo (estático 1.120 y pseudoestático 0.698).

En el anexo 2 en el mapa de obras se remite el prediseño de las obras para el talud planteado.

Ver Figura 51 "Análisis de estabilidad de las condiciones con proyecto y con obras" y Figura 52 "Análisis de estabilidad sin drenes" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

#### **16.5 Análisis de la normatividad vigente según los resultados de los factores de seguridad con proyecto.**

Según la norma sismoresistente NSR-10, los factores de seguridad básicos mínimo directo (FSBM), a aplicar en el análisis de taludes son los que se recogen en la tabla H.2.4-1 del Título H.2.- Factores de seguridad básicos mínimos directos-

En la Tabla 38 "Análisis del Factor de seguridad Mínimo directo" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo, se relaciona el análisis de los factores de seguridad mínimos directos obtenidos para los taludes proyectados donde el mínimo factor de seguridad obtenido para el caso estático ha sido de 2.102 superior al 1,5 requerido según la norma sismoresistente NSR-10 para condiciones estáticas y por lo tanto se podría considerar el talud estable.

Para el caso pseudoestático, el mínimo factor de seguridad obtenido ha sido 1,287, superior al 1,05 requerido en la NSR-10 para condiciones pseudoestáticas y por lo tanto el talud para este caso, también se podría considerar estable. Remítase a Tabla 38 "Análisis del Factor de seguridad Mínimo directo" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

- Valores del FS mínimo para etapa de diseño
- Valor de FS estático según Norma NSR-10: 1.5
- Valor de FS pseudoestático según Norma NSR-10:1.05

Los taludes adyacentes al proyecto, estarán expuestos de manera continua a la acción de los agentes exógenos tales como lluvias, temperatura, cambios de humedad en el suelo y potenciales intervenciones antrópicas por lo cual se considera pertinente implementar las siguientes medidas de prevención ante potenciales procesos a generarse:



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 31 de 51





## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

- Protección de su superficie con algún sistema que evite la erosión como siembra de especies vegetales sobre la superficie de los taludes y/o recubrimiento con otro tipo de materiales de ser requerido en las áreas adyacentes.
- Manejo adecuado de las aguas superficiales sobre los taludes generados al E mediante zanjas de corona y canales de entrega para evitar el aporte de aguas sobre la superficie.
- Mantenimiento de la zanja colectora existente hacia el Este del área

**ARTÍCULO 17. ZONIFICACION DE LA AMENAZA.** El nivel de amenaza se clasifica en alto, medio y bajo, con base en la probabilidad de falla. Adicionalmente se debe tener en cuenta las probabilidades de ocurrencia de los factores detonantes ya que esto se convierte en el criterio para la selección del escenario final y el cual será adoptado como el nivel de amenaza definitivo para cada zona homogénea evaluada.

**17.1 PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE FACTORES DETONANTES:** Con base en el modelo de probabilidad tipo Poisson, la probabilidad de excedencia (p), que define la probabilidad de que haya por lo menos un sismo con un periodo de retorno Tr o un evento determinado (lluvias máximas), en un intervalo de tiempo L, se puede calcular como:

$$p = 1 - e^{-L/Tr}$$

Para el caso concreto del proyecto se evaluaron periodos de retorno así:

Lluvias máximas periodo de retorno 20 años. (Según Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa SGC)

Efecto de la carga sísmica en la estabilidad, se deben tener en cuenta sismos con periodos de retorno de 31 y 475.

Ver tabla 39 "Probabilidad de ocurrencia de factores detonantes". Los valores de la tabla serán usados posteriormente para evaluar la amenaza final.

**17.2 ZONIFICACIÓN FINAL DE LA AMENAZA:** Teniendo en cuenta la ocurrencia de los factores detonantes se evaluó la probabilidad total de la falla combinando los diferentes escenarios según la potencial ocurrencia para cada escenario y para la situación SIN PROYECTO.

Inicialmente se evaluaron la ocurrencia de factores detonantes, el factor de seguridad obtenido, probabilidad de falla y el nivel de amenaza.

En el caso de estabilidad de taludes se considera apropiado evaluar directamente la probabilidad de falla (caso en que las fuerzas actuantes son iguales a las fuerzas resistentes en la ecuación del factor de seguridad, es decir, que  $FS=1$ ) considerando los planteamientos de González6 (2009); es decir, que si se tiene un resultado de FS igual a uno (1), la posibilidad de falla es la misma a la de la estabilidad, lo que corresponde con una probabilidad de falla del 50%, de manera que considerando una seguridad adicional se plantea la amenaza alta a partir de una probabilidad de falla superior al 40% y la amenaza baja como probabilidad de falla menor a 0,09%. Esto genera los rangos de probabilidad de falla que son compatibles y comparables con las condiciones de factor



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 32 de 51



## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### **"POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"**

de seguridad y clasificaciones mostradas en la Tabla 40. "Clasificación del factor de seguridad (Fs)" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

Los resultados de los factores de seguridad obtenidos para cada escenario fueron evaluados según la probabilidad de falla que a su vez determina el nivel de amenaza para cada zona como se detalla en la Tabla 41. "Clasificación de la amenaza según la probabilidad de falla".

Si se considera un escenario de lluvia y sismo, la probabilidad de falla se obtiene como la probabilidad de que el factor de seguridad sea inferior o igual a 1,0, dada la lluvia y dado el sismo del escenario determinado, multiplicado por la probabilidad de que se produzca la lluvia por la probabilidad de que ocurra el sismo. 7

Para el presente estudio se combinaron las diversas variables y probabilidades de falla tanto para los factores de seguridad obtenidos como también para cada caso del escenario evaluado.

La probabilidad total de falla combinando los escenarios de análisis se puede calcular con la siguiente ecuación según lo establece la Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa SGC:

$$P_{ft} = 1 - (1 - P_{f1})(1 - P_{f2})(1 - P_{f3})(1 - P_{f4})$$

Donde:

P<sub>ft</sub>: Probabilidad total de la falla

P<sub>f1</sub>, P<sub>f2</sub>, P<sub>f3</sub>, P<sub>f4</sub>: Probabilidad de falla del escenario. Este escenario se define por la combinación de lluvia y sismo como se estableció anteriormente.

En los siguientes numerales se evalúan los resultados obtenidos Sin proyecto y Con proyecto, y los datos se suministran en una tabla general que incluye los siguientes análisis de manera secuencial:

1. Escenarios evaluados.
2. Resultados de estabilidad según cada escenario.
3. Probabilidad de falla según el análisis de estabilidad obtenido.
4. Probabilidad de ocurrencia de los factores detonantes.
5. Probabilidad determinada para cada escenario según el evento detonante y la probabilidad de falla obtenida del análisis de estabilidad.
6. Probabilidad total de la falla combinando todos los escenarios.
7. Nivel de amenaza determinado según la probabilidad total de falla definida.
8. Color en el mapa.

**17.3 ZONIFICACIÓN FINAL DE LA AMENAZA SIN PROYECTO. ZONAS HOMOGÉNEAS.** En las tablas 42 "Tabla 42. Nivel de amenaza Perfil 1, zonas homogéneas 1,2,4,5,6,7,8"; Tabla 43. "Nivel de amenaza Perfil 2, zonas homogéneas 1,2,4,5,6,7,8", y Tabla 44. "Nivel de amenaza Perfil 3, zonas homogéneas 1,3,5,6,8", del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo, se relacionan los cálculos para cada una de las zonas homogéneas.



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 33 de 51





## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### **"POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"**

Es preciso destacar que, si bien se relacionan las diferentes zonas homogéneas involucradas en el análisis, la evaluación particular del nivel de amenaza para cada sector está basado en las potenciales superficies de falla generadas que determinan las áreas reales de afectación. De acuerdo con lo anterior se determina que el área central del lote representada por los resultados del Perfil 2, presenta amenaza MEDIA ante movimientos en masa, mientras que para las restantes zonas se obtienen valores de amenaza BAJO ante movimientos en masa, en las condiciones ACTUALES SIN PROYECTO. La zonificación final de la amenaza se efectúa evaluando los potenciales fenómenos a generarse en cada zona analizada como se visualiza en la siguiente figura y clasificando las zonas finales de amenaza obtenidas determinando las diversas zonas de afectación por el proceso (Zonas de influencia directa e indirecta) como también las áreas de afectación por potenciales masas desplazadas hacia las áreas inferiores (véase mapa 7 del anexo 2).

La determinación de las distancias de viaje fue evaluada según la metodología planteada por Finlay et al, 1.998 como también por el método de bloque deslizante para comprobación y calibración de resultados. Los cálculos anteriores como también la velocidad de la masa deslizada y el ángulo de viaje fueron analizados según los conceptos planteados en la Guía Metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa del Servicio geológico Colombiano 2012.

La distancia de viaje varía desde los 24.76m hasta los 30.3 m.

Véase Figura 53. "Mapa de Amenaza sin proyecto" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

**17.4 ZONIFICACIÓN FINAL DE LA AMENAZA CON PROYECTO.** Para el análisis y zonificación final de la amenaza con proyecto, se evalúa el perfil 2 que representa la zona donde estará la bodega (reconstruida) y el perfil 3 que analiza el área adyacente del parqueadero proyectado.

En las tablas 45. "Nivel de amenaza Perfil 2, con pilotes de 10 m. Zonas homogéneas 1,2,4,5,6,7,8", Tabla 46. "Nivel de amenaza Perfil 3. Zonas homogéneas 1,3,5,6,8" se relacionan los cálculos para los perfiles de estudio donde se han incluido las obras de estabilización tales como perfilados, manejo de aguas superficiales y sub superficiales y pilotes como sistema de cimentación del proyecto.

En los mapas 7 y 8 del anexo 2 se remite el mapa de amenaza de la situación con proyecto y sin proyecto.

En la Tabla 47. "Zonificación final de amenaza" y Figura 54. "Mapa de Amenaza con proyecto" se remiten los resultados finales de la zonificación de amenaza.

**ARTÍCULO 18. OBRAS PLANTEADAS:** Con el fin de garantizar los resultados de los factores de seguridad obtenidos en la situación con proyecto analizada previamente, se planteó la ejecución de obras de mitigación del nivel de amenaza las cuales se remiten en los planos 9, 9A y 9B del anexo 2, y la descripción de las obras se detallan en la Figura 55. "Obras planteadas" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 34 de 51



## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

**18.1 PERFILADOS Y RECONFORMACIÓN DE LA SUPERFICIE DEL TALUD.** De acuerdo con los resultados obtenidos, se considera que la pendiente actual del talud (1H:1 1/2V aprox 37°), como apropiada, por lo cual se recomienda efectuar algunas adecuaciones o perfilados menores en los sitios requeridos especialmente donde existen senderos, sobrepastoreo y/o superficies irregulares en perfil, conservando en lo posible la pendiente actual del talud.

**18.2 EMPRADIZACIONES SOBRE EL TALUD.** La superficie actual del talud está compuesta por zonas con pastos, malezas y áreas desprovista de vegetación, por lo cual se recomienda la reposición e instalación de pastos y/o mani forrajero en la superficie del talud. El área total asciende a 989.28 m<sup>2</sup>.

**18.3 MANEJO DE AGUAS SUB SUPERFICIALES MEDIANTE DRENES SUB HORIZONTALES.** Se plantea la instalación de drenes sub horizontales en las áreas definidas en el plano de obras con las siguientes características:

- Longitud del dren: 10 m.
- Tipo de tubería: PVC perforada con orificios cada 5 cm.
- Diámetro: 3".
- Inclinación del dren: 10%
- Separación entre drenes: 3 m localizados a tres bolillo.

La separación entre drenes fue calculada mediante la siguiente formula según Kozeny:

$$S = 2 h \sqrt{K/q}$$

Donde:

S= Separación entre drenes.

**h:** Altura del nivel freático por encima de los drenes. Para el caso se considera la altura de cada talud implementado por encima de los drenes.

**K:** Permeabilidad de la formación.

**q:** Caudal unitario del dren, calculado según la velocidad de descarga según el análisis hidrogeológico efectuado en numerales anteriores.

El estudio de detalle remite los cálculos obtenidos de SEPARACION DE DRENES HORIZONTALES.

Para el presente proyecto se adoptará una separación entre drenes S = 3 m para obtener mejores resultados en la evacuación de aguas y/o aliviar la presión de poros del talud.

**18.4 MANEJO DE AGUAS SUPERFICIALES EN LA BASE DE LOS DRENES MEDIANTE CAÑUELAS EN CONCRETO.** Se propone la construcción de cañuelas semicirculares en la base de cada batería de drenes a lo largo del talud con las siguientes características: b=0.20, e=0.05 y según diseño remitido en el plano de diseños. Estas cañuelas recolectaran las aguas provenientes de los drenes como también del escurrimiento superficial del talud.

**18.5 CANAL DE RECOLECCIÓN DE AGUAS PROVENIENTES DE LAS CAÑUELAS.** La recolección de las aguas provenientes de las cañuelas, se realizará mediante un canal escalonado localizado al Oeste del límite del predio, el cual conducirá las aguas hacia las áreas inferiores del talud y serán entregadas en una zanja en tierra para ser descargadas finalmente en el drenaje que



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 35 de 51





## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

transcurre en el sector. La longitud de este canal es de 19.14 m y el diseño se remite en el plano de diseño de obras.

**18.6 ZANJA EN TIERRA PARA RECOLECCIÓN DE AGUAS PROVENIENTES DEL CANAL DE RECOLECCIÓN.** Las aguas provenientes del canal de rápidas serán conducidas a una zanja en tierra en las zonas de baja pendiente del predio para posteriormente ser conducidas al drenaje localizado al Oeste. La longitud de la zanja es de 6.48 m y el diseño se remite en el plano de diseño de obras.

**18.7 MICROPILOTES EN LA BASE DE LAS CAÑUELAS.** En las áreas adyacentes a las cañuelas propuestas implementadas se plantea la construcción de micro pilotes de 1.5 m de profundidad en las áreas adecuadas a manera de bermas o niveles con el fin de "amarrar" los llenos antrópicos existente sobre la ladera y proporcionar mejores condiciones de estabilidad ante potenciales fenómenos locales a generarse. Las características de los micro pilotes se detallan a continuación y el diseño se remite en el plano de diseño de obras.

Se proponen hacer pilotes de afirmado + cemento al 5% de 25cm de diámetro y profundidad 1.50m, cada 1.50m, debajo de las cunetas a construir.

El pilote de 25cm de diámetro con afirmado más cemento al 5% está en capacidad de soportar 500kg de fuerza cortante.

Adicionalmente con el fin de aumentar la resistencia al cortante del pilote se puede dejar embebido en el centro del pilote, una varilla de 3/8" con lo cual el esfuerzo cortante aumenta a un total de 2500Kg

La preparación del afirmado + cemento es la siguiente:

1. Utilizar 100 baldes con afirmado (Baldes negros de construcción)
2. Agregar un bulto de cemento
3. Si la mezcla está muy seca, agregar un poco de agua para darle manejabilidad
4. Llenar las perforaciones e ir apisonando.
5. Las perforaciones se hacen con hoyador común y si no hay hoyador se puede utilizar palin.
6. La perforación puede quedar redonda o cuadrada

**18.8 SIEMBRA DE PASTO VETIVER EN LOS TALUDES IMPLEMENTADOS.** Sobre la ladera principal se plantea la siembra de pasto tipo "Vetiver" según las especificaciones contenidas en el numeral 18.8 del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

**18.9** En el aparte PRESUPUESTO DE OBRAS del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo, se establecen las tablas del presupuesto de las obras planteadas.

El costo total de las obras se remite en la Tabla 48. "Costo total de las obras".

### CAPITULO III ANALISIS DE VULNERABILIDAD Y DE RIESGO



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 36 de 51



## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### **"POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"**

**ARTÍCULO 19. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD.** La vulnerabilidad está definida como el nivel de exposición y predisposición de un elemento o conjunto de elementos a sufrir consecuencias negativas como resultado de la ocurrencia de un fenómeno natural o de origen antrópico no intencional de una magnitud dada (DPAE 2000).

Los análisis de vulnerabilidad se realizaron para los elementos proyectados en las zonas homogéneas descritas anteriormente, resaltando que los niveles de amenaza obtenidos se encuentran en nivel BAJO, sin embargo, se hace el análisis con el fin de obtener los valores de vulnerabilidad y riesgo del proyecto. De acuerdo con el Decreto 1807 de 2014, promulgado por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, las etapas generales que se deben seguir para evaluar la vulnerabilidad son:

- Identificación y localización de los elementos expuestos.
- Caracterización de los elementos expuestos: tipología, exposición y resistencia.
- Tipos de daño o efectos esperados como resultado de los escenarios de vulnerabilidad.
- Zonificación de la vulnerabilidad

La vulnerabilidad se evaluó en forma cuantitativa, analizando los escenarios de vulnerabilidad ante los tipos de movimientos en masa esperados. Dichos escenarios incluyen tanto la exposición de los elementos (bienes físicos) como su grado de fragilidad ante el evento amenazante.

**19.1 IDENTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS EXPUESTOS.** El análisis de vulnerabilidad física de las construcciones fue encaminado a determinar los posibles daños en las edificaciones debido a los fenómenos de remoción en masa que se puedan presentar en el sector del proyecto siguiendo lo establecido en la Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa SGC 2012. Los elementos expuestos incluyen tanto elementos físicos (bienes e infraestructura) como servicios ambientales, recursos económicos y sociales y bienes culturales, que por su localización pueden resultar afectados por la materialización de una amenaza. La evaluación de la vulnerabilidad está orientada a la evaluación de vulnerabilidad física con fines de estimaciones cuantitativas de riesgo, para lo cual los elementos expuestos se reducen a dos grupos: bienes físicos y personas. Para el presente estudio el análisis se efectuó para los bienes físicos del proyecto planteados. Véase Tabla 49. "Elementos expuestos" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

Así mismo, en la Tabla 50 se relacionan los elementos que se consideraran expuestos por el proyecto y que fueron objeto de análisis.

A los elementos expuestos se efectuó el análisis de los parámetros principales de identificación:

- Identificación del elemento
- Uso.
- Área construida (m2).
- Valor del predio (\$)
- Valor de reposición (\$).



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 37 de 51





## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

**19.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS EXPUESTOS.** Cada elemento identificado y localizado fue evaluado en función de sus características de tipología, exposición y fragilidad, con el propósito de evaluar su vulnerabilidad física ante la ocurrencia de un movimiento en masa. La propuesta de caracterización presentada a continuación se ha adaptado para la evaluación cuantitativa de vulnerabilidad presentada por Uzielli et al. (2010).

Es preciso resaltar que actualmente existe una edificación en proceso de construcción y la cual será objeto de reforzamiento estructural para poder implementar el proyecto planteado (supermercado, sótano y zona de parqueaderos)

#### 19.2.1 Tipología.

**Edificaciones.** Para efectos de aplicación de esta guía, las tipologías de edificaciones, definidas a partir de los trabajos de Heinimann (1999) y Jam (2007), se presentan en la Tabla 51 "Tipología de viviendas" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

Los elementos evaluados en la zona se asocian a construcciones CODIGO B.

Es preciso destacar que el análisis fue adelantado solo a los bienes físicos del proyecto excluyendo vías, redes de líneas vitales existentes en el área. En el anexo 5 se remite la evaluación de las características físicas y estructurales de la construcción actual y la cual será objeto de reforzamiento estructural para poder implementar el proyecto.

**19.2.2 Exposición.** La vulnerabilidad física hace referencia a la respuesta de los elementos expuestos frente a las solicitaciones generadas por la interacción de los movimientos en masa con dichos elementos. En bienes físicos, esta respuesta y la intensidad de la solicitación dependen de dos aspectos: las características del elemento (tipología, calidad de construcción, mantenimiento, uso, etc.) y su posición relativa con respecto al área afectada por el evento (exposición) según la localización en las zonas que se describen en la Tabla 52 "Zonas de afectación por Deslizamiento" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo. Ver Figura 58. "Zonas de exposición de los elementos ante un deslizamiento"

El análisis de la exposición efectuado determina que la bodega actual y proyectada, como también la zona de parqueaderos se encuentran en la ZONA 2, es decir en la zona de influencia directa del potencial fenómeno a generarse, sin embargo, dichas áreas se encuentran definidas con un nivel de amenaza BAJO.

**19.2.3 19.2.3 Fragilidad.** Por fragilidad se entiende la respuesta de los elementos expuestos frente a las solicitaciones generadas por la interacción de los movimientos en masa con dichos elementos. En bienes materiales, esta respuesta depende de las características del elemento expuesto, y en personas, de la capacidad de respuesta y la posición relativa con respecto al área afectada por el evento.

**19.2.3.1 Fragilidad en edificaciones.** Los potenciales daños que puedan experimentar los elementos evaluados están relacionados por la exposición y la resistencia. La exposición está relacionada con el tipo de evento (deslizamientos, caídas de bloques e inundaciones), la ubicación de las construcciones con respecto a los procesos y la solicitación (empujes, impactos, presiones



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 38 de 51



## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### **"POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"**

laterales, desplazamientos verticales o rapidez del movimiento) que el proceso realice sobre dichos elementos. La resistencia involucra la calidad y condiciones constructivas de las construcciones.

Siguiendo la metodología propuesta por Li et al. (2009), modificada por Du et al. (2013, 2014), se consideran cuatro parámetros para la evaluación de la fragilidad de las edificaciones, relativos al tipo de estructura ( $S_{tip}$ ), su altura ( $S_{alt}$ ), su conservación ( $S_{con}$ ) y su edad ( $S_{ed}$ ). Partiendo de estos parámetros, se calcula la fragilidad de la estructura ( $S_e$ ) que al desarrollar cada uno de sus factores se expresa en la siguiente expresión:

$$S_e = 1 - (1 - S_{tip})(1 - S_{alt})(1 - S_{con})(1 - S_{ed})$$

Para el tipo de estructura se consideran los factores de resistencia, propuestos por Du et al. (2013) a partir de las tipologías establecidas por Heinimann (1999), que se resumen a continuación:

- Factor de fragilidad por tipo de estructura ( $S_{tip}$ ). Ver Tabla 53 "Clasificación de Fragilidad" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

Para el caso concreto del proyecto se determinó una tipología B como edificaciones reforzadas, ya que la actual edificación será objeto de reforzamiento estructural.

- Factor de fragilidad por altura de la estructura ( $S_{alt}$ ). Ver Tabla 54 "Factor por altura de la estructura" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

El Factor de altura asignado corresponde a  $S_{alt}=0.05$ , que corresponde con una tipología tipo B para la bodega y parqueaderos con alturas de 2 m y 1 m respectivamente.

- Factor de fragilidad por conservación de la estructura ( $S_{con}$ ). Es preciso destacar que actualmente se encuentra la estructura de una edificación (bodega) que se pretendía construir en el sitio, la cual presenta deficiencias constructivas como se detalla en las siguientes fotos, sin embargo para el presente estudio se determina que esta estructura va a ser objeto de reparación y acondicionamiento estructural según el diseño estructural remitido, por lo tanto para los análisis respectivos se establece un estado de conservación MUY BUENO (No se observan deformaciones, agrietamientos o envejecimiento) sin grietas de separación ya que no se prevén afectaciones en construcciones nuevas y acordes con la NSR-10. De acuerdo con lo anterior se asigna un factor de fragilidad por conservación de la estructura  $S_{con}= 0$ . Remítase a Foto 1 "Aspecto de la construcción existente. Deficiencias constructivas con materiales mixtos en columnas y vigas con pandeos en la estructura". Ver Tabla 55 "Factor de fragilidad por conservación de la estructura" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

Factor de fragilidad por edad de la estructura ( $S_{ed}$ ). El parámetro de fragilidad relativo a la edad de la edificación se estima a partir de la relación de los años de servicio con respecto a la vida útil de diseño de la edificación (servicio/vida útil). Los valores de este parámetro corresponden a los propuestos por Du et al. (2013-2014). Ver Tabla 56 "Factor de fragilidad por edad de la edificación" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 39 de 51





## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

En la tabla 57 "Vida útil en función del tipo de edificación" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo, se establece la vida útil de la edificación según su tipología.

El factor de fragilidad por edad de la edificación  $S_{ed}$  se asume que los años de servicio del proyecto actual es 0, ya que se construirá la bodega y parqueadero como construcciones nuevas sin tiempo de servicio, mientras que la vida útil se determina en 50 años ante la tipología asignada (B), por lo tanto, la relación años de servicio / vida útil es  $\leq 0.1$  obteniéndose un factor de fragilidad por edad de la edificación  $S_{ed} = 0$ .

• Fragilidad total ( $S_e$ ). La fragilidad total de las edificaciones calculada según la expresión de fragilidad relaciona en la Tabla 58 "Factores para cálculo de fragilidad de la edificación" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

$$S_e = 1 - (1 - S_{tip})(1 - S_{alt})(1 - S_{con})(1 - S_{ed})$$

**19.2.4 Tipos de daños- Intensidad de daños.** En términos generales, la intensidad de los movimientos en masa en este escenario se define en función de su profundidad y de la presión de impacto según la ecuación, propuesta por Du et al. (2014) según lo descrito en la Guía del Servicio geológico colombiano 2012 para movimientos rápidos que son los que potencialmente podrían ocurrir en el sitio:

$$I_{rap} = 1 - (1 - I_{f-pre})(1 - I_{f-prof})$$

$I_{rap}$  Es la intensidad para el escenario con movimientos rápidos.

$I_{f-pre}$  Es el parámetro de intensidad debido a la presión y se estima a partir de la relación entre la presión de impacto del deslizamiento y la presión límite soportada por la estructura.

Ver Tabla 59 "Parámetro intensidad por presión de impacto" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

La presión límite de la estructura de la tabla anterior se puede estimar a partir de los datos de la tabla siguiente, indicados por Du et al. (2014), en términos de las presiones de falla para diferentes tipos de estructuras. Ver Tabla 60 "Parámetro presión de falla según el tipo de estructura" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

La bodega a construir como los parqueaderos serán edificaciones nuevas construidas bajo los lineamientos de la norma NSR-10, por lo tanto, se determina una tipología par ambas construcciones tipo B con una presión límite de la estructura de 18 Kpa.

Por su parte, la carga lateral y la presión de los movimientos rápidos son función del cuadrado de la velocidad que desarrolla. Así, la presión puede aproximarse mediante la ecuación:

$$P = 1/2 \rho V^2$$

Donde:



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082



## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

*P*: Es la presión de impacto (kPa).

*P*: Es la densidad de la masa movida ( $\text{kg/m}^3$ ) y *v* es la velocidad (m/s). Con estos dos valores, presión de impacto y presión límite de la estructura, se puede calcular  $I_{fprof}$ .

$I_{fprof}$ : Es el parámetro de intensidad por la profundidad del deslizamiento. Este parámetro se presenta en función de la relación entre la profundidad del deslizamiento y la altura de la edificación: Ver Tabla 61 "Parámetro relación profundidad del deslizamiento/altura de la edificación".

Los cálculos de los parámetros para cálculo de intensidad del fenómeno como  $I_{fprof}$ ,  $I_{fpre}$  y la intensidad total  $I_{rap}$ , se detallan según las consideraciones técnicas adelantadas en el estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo para: BODEGA, y PARQUEADERO.

Adicionalmente se utilizaron las matrices propuestas por Chaparro 2005 para flujos de detritos con el fin de calibrar y comparar los resultados para los potenciales daños esperados. Obsérvese Tabla 62 "Matriz para determinación del nivel de daño" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

Es preciso destacar que se realizó una aproximación de la intensidad de los potenciales daños esperados y se calibraron con los aspectos estimados de daños según la clasificación de los daños, basado en lo establecido por el criterio del DRM (Delegation aux Risques Majeurs) el cual divide los daños en cinco (5) categorías como se puede detallar en la Tabla 63 "Índice de daño para las construcciones".

De acuerdo con la tipología de los elementos se evaluó el potencial porcentaje de daño según el tipo de solicitud y/o fenómeno asociado y su grado de exposición asignando el índice de daño respectivo.

Para el cálculo de los índices se utilizan los indicadores económicos y de desarrollo los cuales aportan los valores de reposición estimados del bien para los diferentes elementos reseñados anteriormente proyectados.

El valor de los daños, VD, expresado en pesos, se obtienen al totalizar el valor inicial del inmueble, VII (también en pesos); el porcentaje de área de afectación, PAA y el índice de daño, ID, según la siguiente expresión:  $VD = VII * PAA * ID$ .

**CALCULO Y ZONIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD.** Siguiendo la metodología desarrollada por Uzielli et al. (2008), Li et al. (2010) y Du et al. (2013), la vulnerabilidad es función de la fragilidad de las estructuras y de la intensidad del evento amenazante y/o daños esperados definido por la siguiente expresión:

$$V = \begin{cases} \frac{1}{2} \left( \frac{I}{1-S} \right)^2 \\ 1 - \frac{1}{2} \left( \frac{1-I}{S} \right)^2 \end{cases}$$



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 41 de 51





## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

Donde

$1 \leq 1 - S$

$I > 1 - S$

V: Es la vulnerabilidad de los elementos expuestos a la amenaza.

I: Es la intensidad del evento o daño.

S: Es la fragilidad del elemento expuesto.

Para estructuras, 1,0 significa la destrucción completa de la estructura; los valores menores que 1,0 representan el grado de daño, y 0 significa que la edificación no presenta ningún daño.

A continuación, se relacionan los cálculos efectuados, resaltando que, si bien la fragilidad es baja, la exposición se considera ALTA como también la intensidad del potencial fenómeno el cual se considera con velocidad rápido a extremadamente rápido en caso de presentarse, por lo anterior el valor de vulnerabilidad se considera ALTO.

En la figura Figura 59. "Esquema de exposición de los elementos sobre el potencial proceso a presentarse" se ilustra la situación sobre el tema de la exposición sobre el potencial fenómeno y la afectación esperada, donde se aprecia que los elementos proyectados (bodega y parqueaderos señalada con flecha negra) se localizan sobre la zona 2 del deslizamiento es decir en las áreas superiores de la superficie de falla a generarse y señalada en el gráfico con flecha roja.

En el estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo, se relacionan los datos que corresponden a los cálculos de la vulnerabilidad para los elementos evaluados relacionados con: VULNERABILIDAD BODEGA, VULNERABILIDAD PARQUEADERO.

La vulnerabilidad se clasifica en los rangos expresados en la Tabla 64. "Categoría de Vulnerabilidad".

En la Tabla 65. "Vulnerabilidad ante eventos geotécnicos" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo, se remiten los datos de vulnerabilidad física ante eventos geotécnicos donde se destaca el nivel de Vulnerabilidad ALTA tanto para la bodega como para el área de parqueaderos. En el mapa 10 del anexo 2 se remite el mapa de vulnerabilidad. Ver también Figura 60. "Mapa de vulnerabilidad física".

### ARTÍCULO 20. ANÁLISIS DE RIESGO.

**20.1 CÁLCULO DEL RIESGO.** El riesgo está relacionado con la probabilidad de que se causen efectos adversos y consecuencias negativas en los contextos material, social y ambiental, existe una necesidad implícita en la toma de decisiones de desarrollar análisis que permitan su estimación cuantitativa. Estos análisis pueden llevarse a cabo en forma determinística, de modo que la estimación del impacto probable se hace con base en un solo evento o escenario o aleatoriamente, integrando el análisis de escenarios múltiples, cada uno con una frecuencia de ocurrencia dada,



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 42 de 51



## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

para obtener así una estimación genérica del riesgo (Yamín et al., 2013 en Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa SGC) .

El indicador de riesgo más empleado y de fácil incorporación en la planificación territorial es la pérdida anual esperada (Yamín et al., 2013), por lo que se debe hacer el cálculo del riesgo en cuanto a la probabilidad de falla anual para el caso de la amenaza y la valoración económica de los elementos expuestos según su valor presente (VP) en pesos (\$); para personas se puede usar el indicador de número de personas por predio o número de personas por metro cuadrado de construcción.

**20.2 PÉRDIDAS ECONÓMICAS. CÁLCULO DEL RIESGO.** Dado que en la evaluación del riesgo se consideran criterios y juicios de decisión, es necesario evaluar los posibles impactos que a corto, mediano y largo plazo pueden generar los movimientos en masa sobre los elementos expuestos.

Según Lee & Jones (2004), las pérdidas económicas directas e indirectas asociadas con tales efectos son aquellas que se pueden estimar en términos económicos o monetarios, debido a que es posible establecer un valor comercial de los elementos.

Para el caso del presente estudio, la estimación de pérdidas económicas se referirá únicamente a pérdidas en bienes físicos.

A causa de la dificultad y complejidad que representa calcular todos los efectos económicos de los movimientos en masa sobre los elementos expuestos, hay una tendencia a restringir la evaluación de pérdidas solo a la estimación de pérdidas directas.

Esta restricción implica la exclusión de costos secundarios relacionados con interrupción de transporte, servicios, contaminación, etc., además del planteamiento de límites temporales y espaciales, considerando solo los efectos durante la ocurrencia del evento y únicamente sobre los límites físicos de los movimientos en masa (Lee & Jones, 2004).

Para la cuantificación de pérdidas directas en bienes físicos se utilizó en el presente estudio el criterio de costos de remplazo, costos de reparación o mantenimiento y costos del contenido de las edificaciones (en el caso de existir elementos de análisis), evaluando el valor comercial por unidad de área del terreno y/o construcción (valor unitario del metro cuadrado de terreno y/o construcción).

Los valores serán incluidos en la matriz de evaluación del riesgo suministrada posteriormente.

El riesgo específico debido a un proceso de inestabilidad como el riesgo total a causa de la suma de todos los procesos posibles (o probables). Analíticamente, el riesgo específico se puede describir así

$$R_s = P(H_i) * V * E$$

Donde

**Rs:** Es riesgo específico o grado de pérdidas esperadas debido a una amenaza de magnitud o intensidad (H), que ha ocurrido en un área específica y en un tiempo dado.



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 43 de 51





## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

**P(H):** Es amenaza o probabilidad de ocurrencia de un movimiento en masa, con una magnitud o intensidad específica (**H**) en un tiempo dado y en un área específica.

**V:** Es vulnerabilidad del elemento expuesto o la proporción de **E** probablemente afectada en forma negativa por el evento de magnitud (**H**) expresada en una escala entre 0 y 1.

**E:** Es el valor total o costo de los elementos físicos expuestos o amenazados por el movimiento en masa; para el caso de personas, **E** = máximo número de personas expuestas (que ocupan las edificaciones).

Posteriormente con el fin de obtener un análisis más acertado y evitar valoraciones subjetivas, se utilizó el índice de riesgo que asocia el índice de vulnerabilidad física con la probabilidad de falla analizada excluyendo los costos de los elementos evaluados y así obtener un análisis más confiable.

Para el presente estudio el análisis del riesgo se efectuó como la multiplicación de la probabilidad de ocurrencia del evento amenazante por el Índice de Vulnerabilidad (IV) descrito anteriormente así:

$$IR = Pf \text{ (de cada evento amenazante)} * IV$$

De acuerdo con lo anterior el índice de riesgo actual utilizado, IRA, corresponde a un valor entre 0 y 1, donde los menores niveles de riesgo son cantidades cercanas a cero, y tomando las categorías que se describen a continuación como intervalos de cualificación de las pérdidas probables. Remítase a Tabla 66. "Índice de riesgo actual IRA" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

**20.3 EVALUACIÓN DEL RIESGO.** Una vez culminada la etapa de análisis del riesgo, cuyo resultado se ha presentado en términos cuantitativos, es posible establecer criterios generales para definir las categorías de riesgo y los tipos de intervención y alcances en su reducción.

Los criterios fijados para la aceptabilidad del riesgo en bienes físicos y personas se basan en comparaciones con estimaciones de pérdidas anuales o en probabilidad de personas afectadas anualmente, en ese orden. De acuerdo con la AGS (2007c) y JAM. (2007), las pérdidas en bienes se pueden calcular como el costo aproximado de daños, definido este como el porcentaje de daño del valor comercial del elemento, incluyendo el terreno y la estructura intacta.

El costo aproximado es un estimado del costo directo de daño en el cual se pueden considerar, entre otros, el costo de reintegro de la parte afectada (terreno más estructura), trabajos de estabilización requeridos para llevar el riesgo a un nivel tolerable de acuerdo con la amenaza potencial, honorarios de profesionales, diseño de medidas y costos indirectos, tales como honorarios y alojamiento temporal. En la siguiente tabla se presenta el criterio para la valoración del costo aproximado de daño.

Una vez calculado el riesgo anual y comparado con el costo aproximado de daños, se pueden generar las categorías de riesgo en bienes físicos. Obsérvese Tabla 67. "Estimación costo aproximado del daño" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 44 de 51



## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

**20.4 CATEGORIZACIÓN DEL RIESGO.** Luego de establecidos los criterios para determinar los costos aproximados de daño y el grado de afectación de personas (en caso de ser evaluado), se procede a categorizar el riesgo y a definir posibles medidas de intervención y reducción del riesgo. En este caso, se propone categorizar el riesgo de bienes físicos y personas por separado (en alto, medio y bajo), para luego integrar los dos resultados en la definición final del riesgo y de esta manera plantear las medidas de intervención específica.

Para bienes físicos, se empleó la Tabla 68. "Categorización del riesgo de bienes físicos" teniendo en cuenta la probabilidad de falla y los daños esperados. Dado que en la evaluación del riesgo se consideran criterios y juicios de decisión, es necesario evaluar los posibles impactos que a corto, mediano y largo plazo pueden generar los movimientos en masa sobre los elementos expuestos.

Ver Tabla 69. "Descripción de las categorías de riesgo total" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

**20.5 MEDIDAS DE INTERVENCIÓN Y CATEGORÍAS DEL RIESGO.** Basado en la terminología establecida en la Ley 1523 de 2012, se plantea de manera general las medidas de intervención prospectiva, correctiva y prescriptiva para la categoría de riesgo evaluada, como se determina en la Tabla 70 "Recomendaciones para medidas de intervención" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.

**20.6 RIESGO ALTO MITIGABLE O NO MITIGABLE.** Luego de definir las zonas de alto riesgo, se requiere una evaluación adicional con el propósito de definir la viabilidad de mitigación del riesgo en estas zonas. Siguiendo los lineamientos presentados en la legislación vigente (Decreto 1807 de 2014), metodológicamente se propone plantear por lo menos tres opciones de intervención física (estructural y no estructural) para reducir y evitar el incremento del riesgo. Estas opciones se deben evaluar de acuerdo con criterios de viabilidad técnica, financiera y urbanística, y en todos los casos se han de dirigir a disminuir la categoría de riesgo alto a riesgo medio. Se utilizaron las siguientes evaluaciones

En lo que tiene que ver con las evaluaciones económicas para reducir el riesgo, se proponen las siguientes opciones, basadas en Lee & Jones (2004):

- Aproximaciones a partir de comparaciones entre la situación actual y la situación con medidas de mitigación.
- Aproximaciones económicas a partir de beneficios obtenidos por reducir el riesgo.

La primera es una aproximación simple, que consiste en comparar el riesgo anual entre la situación actual y lo que se espera que ocurra con la medida de mitigación propuesta así:

$$\begin{aligned}\text{Riesgo} &= P * V * E \text{ (condición actual)} \\ \text{Riesgo} &= P * V * E \text{ (con la medida de mitigación)}\end{aligned}$$

Se pueden plantear varios escenarios, por ejemplo, disminuyendo la probabilidad de falla con el planteamiento de medidas estructurales o reduciendo la vulnerabilidad al cambiar las condiciones



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 45 de 51





## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### **"POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"**

de exposición o fragilidad de las estructuras. Los escenarios de mitigación planteados se evalúan a la luz del criterio presentado anteriormente según la siguiente comparación: Beneficios de mitigación = riesgo 'sin intervención-riesgo 'con intervención'

Para el caso concreto del proyecto se determina que el nivel de riesgo determinado para los diferentes elementos es BAJO, lo que determina que no sea requeridos los análisis sobre algún tipo de mitigación especial diferentes a las planteadas por el proyecto y modeladas en el presente estudio.

**20.7 ZONIFICACIÓN DEL RIESGO.** Posterior a la evaluación se presentan los resultados mediante un mapa de zonificación de riesgo. Las zonas de riesgo bajo y medio se definen conforme a la tabla siguiente tabla. Las zonas de riesgo alto se presentan diferenciadas en riesgo alto mitigable y no mitigable, de acuerdo con los criterios presentados anteriormente. Para este efecto se propone conservar los colores rojo, amarillo y verde para las zonas de riesgo alto, medio y bajo, en ese orden, diferenciando con una simbología de achurado las zonas de riesgo alto mitigable y no mitigable.

En la tabla resumen del riesgo Tabla 71. "Categorías de riesgo de análisis" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo, se remite la zonificación de cada zona con categoría de riesgo BAJO, para los diferentes elementos del medio.

**20.8 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS EN RIESGO DEL PROYECTO Y MATRIZ DE RIESGO.** Luego de la evaluación de la amenaza y vulnerabilidad, se procedió al análisis del riesgo definiendo los elementos en riesgo presentes en la zona de trabajo.

En la Tabla 72. "Niveles de riesgo" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo, se remite la categoría de riesgo para los elementos proyectados descritos en el mapa 11 de riesgo suministrado en el anexo 2, donde se detalla el nivel de amenaza, vulnerabilidad y riesgo; y posteriormente la categoría de riesgo final en una tabla resumen donde se establece la categoría definida para cada uno de los elementos evaluados.

La Figura 61. "Mapa de Riesgo Geotécnico", remite la categoría de riesgo para los elementos proyectados descritos en el mapa de riesgo suministrado en el anexo 2.

**20.9 ZONIFICACIÓN FINAL Y APTITUD DEL SUELO PARA EL ÁREA.** Basado en la terminología establecida en la Ley 1523 de 2012, se plantea de manera general las medidas de intervención prospectiva, correctiva y prescriptiva para la categoría de riesgo evaluada. Véase estudio de detalle Tabla 73 "Medidas de intervención".

En la Tabla 74 "Zonificación y aptitud del área" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo, se relaciona la zonificación final del área, las recomendaciones y aspectos a tener en cuenta en el momento de iniciar los trámites para intervención en las áreas definidas anteriormente. El mapa de zonificación y aptitud del área se remite en el anexo 2.

Ver Figura 62. "Mapa de zonificación" del estudio de detalle que hace parte del presente acto administrativo.



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 46 de 51



## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### **"POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"**

#### **ARTÍCULO 21. CONCLUSIONES.**

- ✓ Las unidades geológicas superficiales predominantes en el área de estudio corresponden a botados antrópicos que suprayacen cenizas volcánicas y depósitos fluviovolcanicos en la base.
- ✓ Geomorfológicamente el área presenta un predominio de ladera terraceda (35.70%) seguido de la unidad ladera inclinada (32.89%), cima ancha (12.54 %), terraza media (11.39%) y el restante porcentaje restante (7.47%) está representado por ladera moderada.
- ✓ En general, los fenómenos de remoción en masa están asociados a cicatrices de antiguos procesos, deslizamientos activos y taludes verticalizados antrópicos.
- ✓ Se identificaron en el área de influencia del proyecto OCHO (8) zonas homogéneas desde el punto de vista geológico-geotécnico, sin embargo, el proyecto pretende intervenir dos zonas principales. (1-3)
- ✓ El área del predio representada por el perfil 2 presentan amenaza MEDIA ante movimientos en masa, mientras que para las restantes zonas se obtienen valores de amenaza BAJO ante movimientos en masa, en las condiciones ACTUALES SIN PROYECTO.
- ✓ El análisis de amenaza con proyecto y la implementación de medidas sobre las laderas establece que se obtenga un nivel de amenaza Bajo ante Fenómenos de remoción en Masa MM.
- ✓ Es preciso destacar que el nivel de amenaza Bajo determinado para el proyecto, está basado en las modelaciones adelantadas con la implementación de las obras planteadas (pilotes de cimentación, perfilados y manejo de aguas superficiales y sub superficiales) y la no implementación de las mismas generaría niveles de amenaza diferentes al establecido en el presente informe.
- ✓ Con respecto al análisis de vulnerabilidad se determina un nivel de Vulnerabilidad ALTO para el área donde se pretende localizar la Bodega y la zona de parqueaderos, esto obedece principalmente al factor de exposición ya que los elementos se localizan en la zona 2 (área de influencia directa) del potencial fenómeno el cual tiene una profundidad de falla entre 11 m y 14 m, resaltando que la fragilidad se cataloga como baja puesto que se está evaluando una construcción nueva la cual cumplirá con la NSR-10.
- ✓ La categoría de riesgo evaluada para los elementos expuestos proyectados se determina como BAJO, luego del análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.

**Los resultados de amenaza, vulnerabilidad y riesgo suministrados en el presente documento corresponden a los análisis basados en las características del proyecto especificadas por los gestores del proyecto y los resultados aportados por el estudio de suelos adelantado, y cualquier variación del mismo o de un manejo constructivo inadecuado, podrían cambiar las categorías de amenaza, vulnerabilidad y riesgo descritas en el presente documento.**



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 47 de 51





## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### **"POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"**

**ARTÍCULO 22. RECOMENDACIONES:** A continuación, se manifiestan las recomendaciones generales según las evaluaciones efectuadas:

- Implementar las recomendaciones efectuadas en el estudio de suelos realizado para el sitio sobre cimentación y demás obras proyectadas.
- Implementar las obras de estabilización planteadas en el presente estudio (perfilados, manejo de aguas superficiales y sub superficiales).
- Efectuar monitoreo constante de las laderas que limitan el predio, con el fin de identificar potenciales nuevos procesos en el sector.
- Evaluación constante del estado de las obras de estabilización construidas con el fin de analizar su estado e implementar las medidas correctivas de ser requeridas.
- Revisión del estado de las obras de manejo de aguas superficiales existentes al Este.
- Revisión general del alcantarillado y entregas de aguas en la corona con el fin de evitar potenciales aportes sobre la superficie del talud.
- En el caso de presentarse la activación de algún tipo de proceso en el sitio durante las actividades constructivas, se recomienda efectuar el análisis detallado del sitio que determine las acciones de mitigación y/o corrección a implementar.

**ARTÍCULO 23.** El presente estudio de detalle hace referencia espacialmente a la figura 1 denominada "Mapa de Amenaza para las zonas homogéneas sin proyecto" del estudio de detalle que hace parte integral del presente acto administrativo y reclasifica las condiciones de amenaza de acuerdo al mencionado estudio de detalle con la información cartográfica presentada.

- **Figura 1.** Delimitación zonas de amenaza baja por fenómenos de remoción en masa, en el proyecto Lote La Omaira"



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 48 de 51

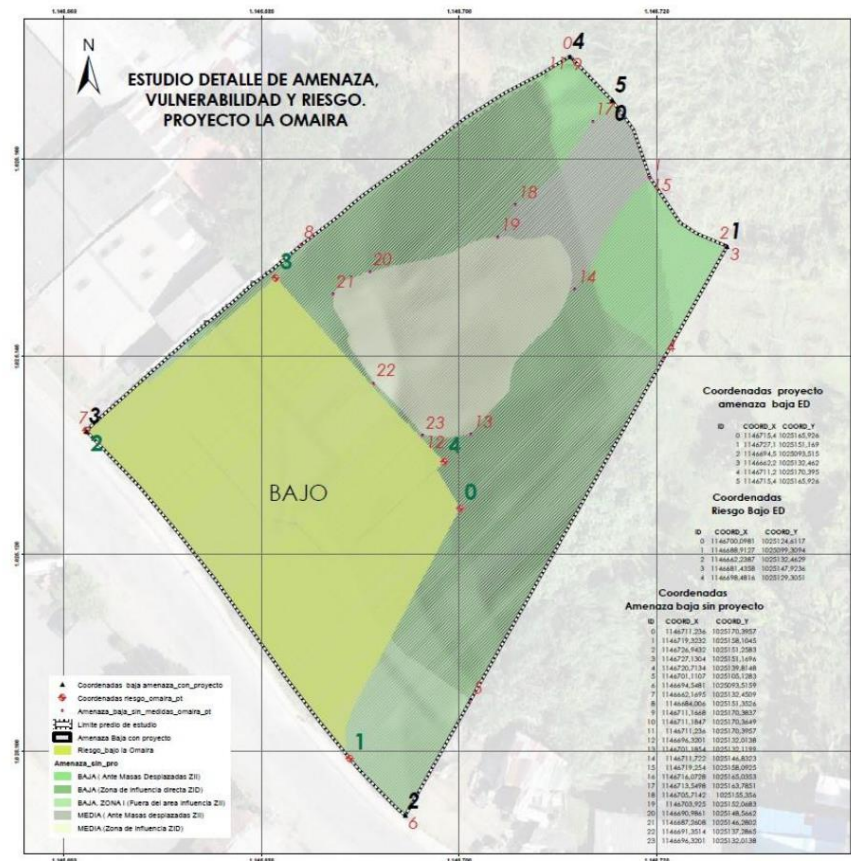


## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"



Fuente: Secretaría de Planeación 2021

**Tabla A.** Coordenadas para zonas de amenaza baja por fenómenos de remoción en masa, en el proyecto "Lote La Omaira"

ID	COORD_X	COORD_Y
0	1146711.24	1025170.40
1	1146719.32	1025158.10
2	1146726.94	1025151.26



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082





## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### "POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"

3	1146727.13	1025151.17
4	1146720.71	1025139.81
5	1146701.11	1025105.13
6	1146694.55	1025093.52
7	1146662.17	1025132.45
8	1146684.01	1025151.35
9	1146711.17	1025170.38
10	1146711.18	1025170.36
11	1146711.24	1025170.40
12	1146696.32	1025132.01
13	1146701.19	1025132.12
14	1146711.72	1025146.83
15	1146719.25	1025158.09
16	1146716.07	1025165.04
17	1146713.55	1025163.79
18	1146705.71	1025155.36
19	1146703.93	1025152.07
20	1146690.99	1025148.57
21	1146687.26	1025146.28
22	1146691.35	1025137.29
23	1146696.32	1025132.01

**ARTÍCULO 24.** En cumplimiento del Artículo 52 del Acuerdo 35 de 2016, deben ser observadas todas las recomendaciones y medidas de intervención derivadas del presente estudio de detalle, consagradas en el Artículo 10 del presente acto administrativo.

Además de las medidas de intervención prospectivas, correctivas y prescriptivas para la categoría de riesgo evaluada las cuales están basadas en la terminología establecida en la Ley 1523 de 2012.

**ARTÍCULO 25.** El presente estudio se incorporará al Plan de Ordenamiento Territorial a través de una revisión de sus contenidos, en el marco de los artículos 5 y 6 del Decreto 4002 del 2004, de conformidad con lo establecido en el artículo 26 del Acuerdo 35 de 2016.

**ARTÍCULO 26.** Cualquier otro tipo de desafectación con respecto al suelo dentro del cual se ubica el proyecto objeto del presente decreto, deberá ser objeto de pronunciamiento por parte de la entidad competente.

**ARTÍCULO 27.** El presente decreto rige a partir de la fecha de su expedición.



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 50 de 51



## DECRETO No. 0824 DE 12 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

**"POR EL CUAL SE APRUEBA UN ESTUDIO DE DETALLE DE CONFORMIDAD CON  
EL ARTICULO 28 DEL ACUERDO 35 DE 2016"**

**COMUNÍQUESE, PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE**



**CARLOS ALBERTO MAYA LOPEZ**  
Alcalde De Pereira  
**02459531063037-1645931-003938953**



**CLAUDIA ANDREA GARCIA MARIN**  
Secretaria Juridica (E)  
**02459530080757-1645931-003934372**



**YECID ARMANDO ROZO FORERO**  
Secretario De Planeacion  
**02459523102842-1645931-003905094**



**YECID ARMANDO ROZO FORERO**  
Secretario De Planeacion  
**02459523102905-1645931-003905097**

Elaboró: Redactor: Natalia Vallejo Becerra / CONTRATISTA

Revisó: Eduardo Forero Gonzalez / PROFESIONAL UNIVERSITARIO



ALGUEVARA : 02459524125114-1645931-003912748  
EFORERO : 02459522143034-1645931-003899764  
GPERDOMO : 02459524122008-1645931-003912649  
MTOBONZ : 02459522170114-1645931-003901896  
NVALLEJO : 02459522104433-1645931-003897526  
SVIVAS : 02459523102650-1645931-003905082

Página 51 de 51





## DECRETO No. 0839 DE 17 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### **POR MEDIO DEL CUAL SE ESTABLECE UNA JORNADA LABORAL ESPECIAL Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES.**

EL ALCALDE DE PEREIRA (E), en uso de sus atribuciones constitucionales y legales, en especial las conferidas en el artículo 315, numerales 1 y 3 y artículo 123 de la Constitución Política; el literal d), numeral 1, del artículo 91 de la Ley 136 de 1994, modificado por el artículo 29 de la Ley 1551 de 2012; Decreto 1042 de 1978; Decreto 648 de 2017, y

#### **CONSIDERANDO:**

Que la Constitución Política en su artículo 123, inciso segundo, establece que los servidores públicos están al servicio del Estado y de la comunidad; ejercerán sus funciones en la forma prevista por la Constitución, la ley y el reglamento.

Que el artículo 2.2.5.5.51 del Decreto 648 de 2017, señala: “**Descanso compensado.** Al empleado público se le podrá otorgar descanso compensado para semana santa y festividades de fin de año, siempre y cuando haya compensado el tiempo laboral equivalente al tiempo del descanso, de acuerdo con la programación que establezca cada entidad, la cual deberá garantizar la prestación del servicio.”.

Que el numeral 1 del literal d) del artículo 91 de la Ley 136 de 1994, modificado por el artículo 29 de la Ley 1551 de 2012, otorga competencia a los Alcaldes Municipales a efectos de regir la acción administrativa del Municipio, y con fundamento en tal competencia es viable regular el horario de funcionamiento de la administración municipal o parte de ella.

Que el artículo 33 del Decreto 1042 de 1978 establece que el jefe del respectivo organismo podrá establecer el horario de trabajo, dentro del límite máximo fijado por dicha disposición, es decir, de 44 horas semanales.

Que el artículo 9° del Decreto municipal 158 de 2006, contempla que la Administración Municipal podrá modificar el horario de trabajo de los servidores públicos mediante acto administrativo, cuando las circunstancias lo ameriten o declarar horarios excepcionales en determinadas dependencias o en labores que por su naturaleza no puedan suspenderse.

Que con el fin de compensar los días hábiles 24 y 31 de diciembre de 2021, que no se laborará en la Alcaldía Municipal por festividades de navidad y fin de año, se hace necesario establecer jornada laboral especial para los días sábado 20 y 27 de noviembre de 2021, en el horario comprendido entre las 7:00 a.m. y las 3:00 p.m., garantizando así la prestación del servicio a la comunidad en general.

Que la administración municipal, con el fin de garantizar a la ciudadanía la atención de las situaciones prioritarias y emergencias que se puedan presentar durante los días 24 y 31 de diciembre de 2021, tendrá disponibles las siguientes direcciones operativas y oficinas:



ALCALDIA DE PEREIRA

MJARAMILLO : 02459536100636-1677207-003952110  
WGOMEZ : 02459536111857-1677207-003952749

Página 1 de 4



## DECRETO No. 0839 DE 17 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### **POR MEDIO DEL CUAL SE ESTABLECE UNA JORNADA LABORAL ESPECIAL Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES.**

- Dirección operativa de Gestión del Riesgo- (DIGER)
- Dirección operativa de Espacio Público (Secretaría de Gobierno).
- Dirección operativa de Control Físico (Secretaría de Gobierno).
- Dirección operativa de Turismo (Secretaría de Desarrollo Económico y Competitividad)
- Comisarias de Familia (Secretaría de Desarrollo Social y Político)
- Inspecciones de Policía (Secretaría de Gobierno)
- Dirección operativa de Salud Pública (Secretaría de Salud Pública y Seguridad Social).
- Unidad Administrativa Especial Cuerpo Oficial de Bomberos, por las condiciones especiales de la prestación de sus servicios.

Que la secretaria de Hacienda del Municipio laborara los días 24 y 31 de diciembre de 2021 en el horario de atención al público de 07:00 am hasta las 03:00 pm.

Por lo anteriormente expuesto, EL ALCALDE DEL MUNICIPIO DE PEREIRA ( E )

### **DECRETA**

**ARTÍCULO PRIMERO:** Establecer jornada laboral especial para los empleados públicos, nivel central, y los trabajadores oficiales del Municipio de Pereira, durante los días **20 y 27** de noviembre de 2021 que se laborará en el horario comprendido entre, las 7:00 a.m. y las 3:00 p.m., con el fin de compensar los días hábiles 24 y 31 de diciembre 2021, que no se trabajara en la Alcaldía Municipal, con motivo de las festividades de navidad y fin de año.

**PARÁGRAFO 1:** El horario de atención al público durante la jornada laboral especial será el establecido en el presente artículo.

**PARÁGRAFO 2:** Se excluye de esta jornada especial a la secretaria de Hacienda, dependencia que laborará los días 24 y 31 de diciembre de 2021 en el horario de atención al público de 07:00 am hasta las 03:00 pm

**PARÁGRAFO 3:** Se excluye de ésta disposición a las siguientes dependencias que estarán disponibles para la atención de situaciones prioritarias y emergencias que se puedan presentar durante los días 24 y 31 de Diciembre de 2021.



MJARAMILLO : 02459536100636-1677207-003952110  
WGOMEZ : 02459536111857-1677207-003952749

Página 2 de 4





## DECRETO No. 0839 DE 17 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

### **POR MEDIO DEL CUAL SE ESTABLECE UNA JORNADA LABORAL ESPECIAL Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES.**

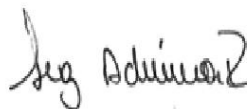
- Dirección operativa de Gestión del Riesgo- (DIGER)
- Dirección operativa de Espacio Público (Secretaría de Gobierno).
- Dirección operativa de Control Físico (Secretaría de Gobierno).
- Dirección operativa de Turismo (Secretaría de Desarrollo Económico y Competitividad)
- Comisarias de Familia (Secretaría de Desarrollo Social y Político)
- Inspecciones de Policía (Secretaría de Gobierno)
- Dirección operativa de Salud Pública (Secretaría de Salud Pública y Seguridad Social).
- Unidad Administrativa Especial Cuerpo Oficial de Bomberos, por las condiciones especiales de la prestación de sus servicios.

**ARTÍCULO SEGUNDO:** El presente decreto rige a partir de la fecha de su publicación.

**PUBLÍQUESE, COMUNIQUESE Y CÚMPLASE**



**ALVARO ARIAS VELEZ**  
Alcalde De Pereira (E)  
**02459536114251-1677207-003952896**



**LUZ ADRIANA RESTREPO RAMIREZ**  
Secretaria Juridica  
**02459536112547-1677207-003952786**



ALCALDIA DE PEREIRA

MJARAMILLO : 02459536100636-1677207-003952110  
WGOMEZ : 02459536111857-1677207-003952749

Página 3 de 4




## DECRETO No. 0839 DE 17 NOVIEMBRE 2021

Version: 01

Fecha de Vigencia: noviembre 14 de 2017

**POR MEDIO DEL CUAL SE ESTABLECE UNA JORNADA LABORAL ESPECIAL Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES.**



**MONICA PATRICIA BOTERO MONTOYA**  
Secretaria De Gestion Administrativa (E)  
**02459536102929-1677207-003952320**



**CARLOS AUGUSTO RESTREPO DUQUE**  
Director Administrativo De Talento Humano  
**02459536101218-1677207-003952163**

Elaboró: Redactor: Mario Andres Jaramillo Molina / PROFESIONAL UNIVERSITARIO

/

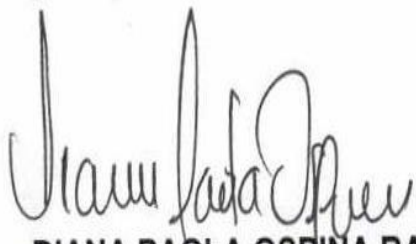


**LA PROFESIONAL ESPECIALIZADA COORDINADORA ADMINISTRATIVO  
DEL AREA METROPOLITANA CENTRO OCCIDENTE**

**CERTIFICA QUE:**

La Gaceta Metropolitana Extraordinaria Número 114 fue revisada se tuvieron a la vista todos los documentos enviados por correo electrónico a la entidad con sus respectivas firmas el cual reunió los requisitos necesarios para su publicación.

Para constancia, se firma a los dieciocho (18) días del mes de noviembre de dos mil veintiuno (2021).



**DIANA PAOLA OSPINA BARRERA**  
Coordinadora Administrativa