



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**ELABORACION DE INFORME DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LOS
PROCESOS EROSIVOS EN LA MINA LA FRANCIA 2021-1.**

PRESENTADO POR:

ANDREA YULIETH RINCON PEREZ

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR - CESAR**

2022

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sabanas, Of. 105 D. PBX (57) (5) 5848217
EXT. 1129
Línea de atención al ciudadano 01 8000 400380
Valledupar Cesar Colombia



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**ELABORACION DE INFORME DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LOS
PROCESOS EROSIVOS EN LA MINA LA FRANCIA 2021-1.**

PRESENTADO POR:

ANDREA YULIETH RINCON PEREZ

DIRECTOR:

ADRIAN AUGUSTO PERPIÑAN GUERA

ASESORA:

SANDY MILENA PINTO ROBLES

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR - CESAR**

2022

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sabanas, Of. 105 D. PBX (57) (5) 5848217
EXT. 1129
Línea de atención al ciudadano 01 8000 400380
Valledupar Cesar Colombia



DEDICATORIA

Llena de felicidad, amor y esperanza dedico este informe a mi madre a esa mujer fuerte y Resiliente que siempre ha estado a mi lado apoyándome en mi constante proceso de formación profesional y personal forjando en mí la perseverancia y la responsabilidad para lograr de manera exitosa en mi proyecto de vida.

También se lo dedico a Yirka García Gordon quien ya no está que en paz descanse, mi amiga incondicional que con sus palabras de aliento no me dejaban decaer me llenaban de inspiración y fortaleza para seguir.





AGRADECIMIENTOS

Mis agradecimientos están dedicados a cada una de esas personas que estuvieron junto a mí y lograron que esto fuera posible a pesar de cada uno de los momentos difíciles que en frente.

Gracias a ti Dios por guiar mis pasos, darme la capacidad plena para vencer cualquier desafío, por la resistencia para conquistar nuevas metas y tu mano para llegar hasta el final.

A ti madre, la ayuda que me has brindado ha sido de gran importancia en mi vida tu esfuerzo, tu amor, tu paciencia y cada uno de los valores que me enseñaste han contribuido positivamente a diario.

A mi familia y amigos por su comprensión, confianza, consejos y motivación en las diferentes facetas de mi vida.

Para finalizar agradezco a Paúl Klemet por estar conmigo a cada momento, fomentar mi aprendizaje y compartir tus conocimientos y al Ingeniero Adrián Perpiñan por permitirme trabajar con usted en empresa Consultorías y Proyectos del Cesar y de esta manera culminar de forma favorable mi periodo de pasantías.





Tabla De Contenido

| | Pág. |
|--|-------------|
| DEDICATORIA | III |
| AGRADECIMIENTOS | IV |
| CARTA DE APROBACION DE LA PRÁCTICA | IX |
| INTRODUCCIÓN | 10 |
| 1. SITUACIÓN PROBLEMA DE LA EMPRESA | 11 |
| 2. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA ACADÉMICA..... | 13 |
| 2.1. Objetivo General | 13 |
| 2.2. Objetivos Específicos..... | 13 |
| 3. JUSTIFICACIÓN | 14 |
| 4. MARCO REFERENCIAL..... | 15 |
| 4.1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA | 15 |
| 4.1.1. Reseña Histórica..... | 15 |
| 4.1.2. Visión | 15 |
| 4.1.3. Misión | 15 |
| 4.1.4. Valores Corporativos | 16 |
| 4.1.5. Políticas Corporativas | 16 |
| 4.1.6. Servicios..... | 19 |
| 4.1.7. Organigrama De La Empresa..... | 20 |
| 4.2. Marco Contextual..... | 21 |
| 4.3. Marco Conceptual | 23 |
| 4.4. Marco Legal | 26 |



| | | |
|------|--|----|
| 5. | ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA PRACTICA | 28 |
| 5.1. | Campo De Aplicación De La Práctica | 28 |
| 5.2. | Funciones Específicas A Desarrollar | 28 |
| 5.3. | Responsable De La Supervisión En La Empresa..... | 29 |
| 5.4. | Descripción De Las Estrategias, Métodos, Técnicas Y Procedimientos. | 29 |
| 6. | CRONOGRAMA..... | 33 |
| 7. | PRESUPUESTO | 34 |
| 7.1. | Costo Directo | 34 |
| 7.2. | Costo Indirecto..... | 34 |
| 7.3. | Costo Total..... | 34 |
| 8. | PRODUCTOS, INDICADORES Y ANALISIS DE RESULTADOS. | 35 |
| 8.1. | ANALISIS DE RESULTADOS | 44 |
| 8.2. | ANÁLISIS DE LA RELACIÓN LINEAL ENTRE VARIABLES..... | 46 |
| 8.3. | MAPAS DE EROSIÓN EN LAS PARCELAS | 49 |
| 9. | ASUNTOS DE PROTECCIÓN LEGAL..... | 59 |
| | CONCLUSIONES | 60 |
| | RECOMENDACIONES | 61 |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 62 |
| | ANEXOS | 63 |





Lista De Figuras

| | Pág. |
|--|-------------|
| Figura 1. Árbol del problema de la situación de la empresa..... | 11 |
| Figura 2. Organigrama de la empresa Consultorías y proyectos S.A.S. | 20 |
| Figura 3. Localización general de las parcelas de monitoreo de erosión..... | 22 |
| Figura 4. Fotografía de Monitoreo en Campo..... | 31 |
| Figura 5. Profundidad acumulada de erosión en cada parcela, medida en 2017, 2018-I, 2018-II, 2019-I, 2019-II, 2020-I y 2021-I..... | 41 |
| Figura 6. Profundidad media de erosión en cada parcela, medida en 2017, 2018-I, 2018-II, 2019-I, 2019-II, 2020-I y 2021-I..... | 42 |
| Figura 7. Mapa General del área de estudio con las Representaciones Gráficas Zonificadas de la erosión por parcela | 49 |

Lista De Tablas

| | Pág. |
|---|-------------|
| Tabla 1. Ubicación exacta de las Parcelas de Monitoreo..... | 21 |
| Tabla 2. Referencias Normativas y Legales Aplicables al Proyecto | 26 |
| Tabla 3. Hojas de Campo de Monitoreo | 30 |
| Tabla 4. Cronograma de las actividades a realizar..... | 33 |
| Tabla 5. Costos asociados a Recursos Humanos. | 34 |
| Tabla 6. Costos asociados a los Recursos Materiales, Insumos y otros logísticos. | 34 |
| Tabla 7. Costo Total del Proyecto..... | 34 |
| Tabla 8. Proporción de testigos erodados por parcela en 2021, 2020, 2019,2017..... | 35 |
| Tabla 9. Criterios de Distribución Espacial | 36 |
| Tabla 10. Intensidad espacial de la erosión en las parcelas 2021, 2020, 2019 y 2018. | 36 |
| Tabla 11. Valores Acumulados y Promedio de la Pérdida de Suelo..... | 37 |



| | |
|--|----|
| Tabla 12. Cambio en la intensidad de erosión en términos de los percentiles registrados en los últimos tres monitoreos | 38 |
| Tabla 13. Criterios de categorización de la intensidad de erosión registrada en mayo de 2021 en términos de los percentiles del periodo anterior (2020-1)..... | 39 |
| Tabla 14. Variación de la Intensidad física de la erosión en las parcelas entre el 2018-II, 2019-I y 2019-II | 39 |
| Tabla 15. % de testigos erodados con máximo nivel de erosión en 2021-I..... | 43 |
| Tabla 16. Tasa promedio anual de pérdida de suelo por erosión en las parcelas..... | 44 |
| Tabla 17. Curvas de variación de la tasa de erosión promedio anual en cada parcela..... | 45 |
| Tabla 18. Coeficientes de correlación lineal de Pearson entre variables de interés (a) | 47 |
| Tabla 19. Coeficientes de correlación lineal de Pearson entre variables de interés (b) | 48 |



CARTA DE APROBACION DE LA PRÁCTICA



CERTIFICADO DE PRATICAS PROFESIONALES

CONSULTORIAS Y PROYECTOS DEL CESAR S.A.S otorga la presente constancia de prácticas profesionales a **ANDREA YULIETH RINCON PEREZ** identificada con Cédula de Ciudadanía N° 1.065.843.052 estudiante del programa de INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA de la Universidad Popular del Cesar, quién cumplió con el objetivo de las prácticas, bajo la supervisión del tutor designado, Adrián Augusto Perpiñán Guerra, Asesor Técnico especializado de la empresa, durante 5 meses comprendidos desde el 1 de septiembre de 2021 hasta el 31 de enero de 2022, tiempo en que la estudiante brindó apoyo técnico a la empresa con una dedicación de 640 horas en el apoyo al análisis y procesamiento de datos de erosión, aprendizaje de herramientas técnicas Surfer13 y ArcGIS, elaboración de mapas de erosión, edición de capas de polígonos y puntos en SIG, actualización de mapas de localización de parcelas, revisión de antecedentes para la elaboración de planes de compensación por pérdida de biodiversidad y apoyo en la elaboración de informes técnicos de erodabilidad.

La estudiante **ANDREA YULIETH RINCON PEREZ** realizo sus prácticas a completa satisfacción y mostró compromiso, puntualidad, responsabilidad, eficiencia, buena formación académica y capacidad en el desempeño de sus funciones encomendadas.

Se otorga el presente certificado para los fines que el interesado considere conveniente.

Para constancia se firma por las partes, el 23 de febrero 2022.

Atentamente



LILIANA MARIA SAENZ LOPEZ
Gerente



ADRIAN AUGUSTO PERPIÑAN GUERA
Asesor Técnico Especializado
Tutor



INTRODUCCIÓN

Los procesos de restauración morfológica de terrenos intervenidos con actividades mineras requieren una comprensión amplia de los factores que inciden en la erosión superficial del suelo, lo cual es muy importante para identificar los factores de éxito en las etapas de restauración botaderos y demás sitios de interés. El efecto de la escorrentía superficial, así como el desprendimiento de partículas de suelo por el impacto de las gotas de lluvia, se hace más a o menos intenso en función de las características físicas del suelo, de la pendiente y en especial del grado de protección que éste presente. (IDEAM, 2015) Es por tanto un fin primordial de los programas de restauración ambiental de zonas mineras, la mitigación de los procesos de erosión de tal modo que se prevenga la pérdida significativa de los nutrientes del suelo y su fertilidad, así como la mitigación del aporte de sedimentos a las fuentes hídricas de la zona de influencia. (FAO, 2018)

La optimización de las medidas de mitigación de erosión en los taludes de la Mina La Francia, requiere la recolección de información oportuna y confiable con el fin de procesarla cuantitativa y cualitativamente y mantener actualizado el diagnóstico. El pronóstico, la planificación y la toma de decisiones de corto plazo, demanda a su vez información amplia y actualizada sobre las condiciones naturales presente en el área de estudio.

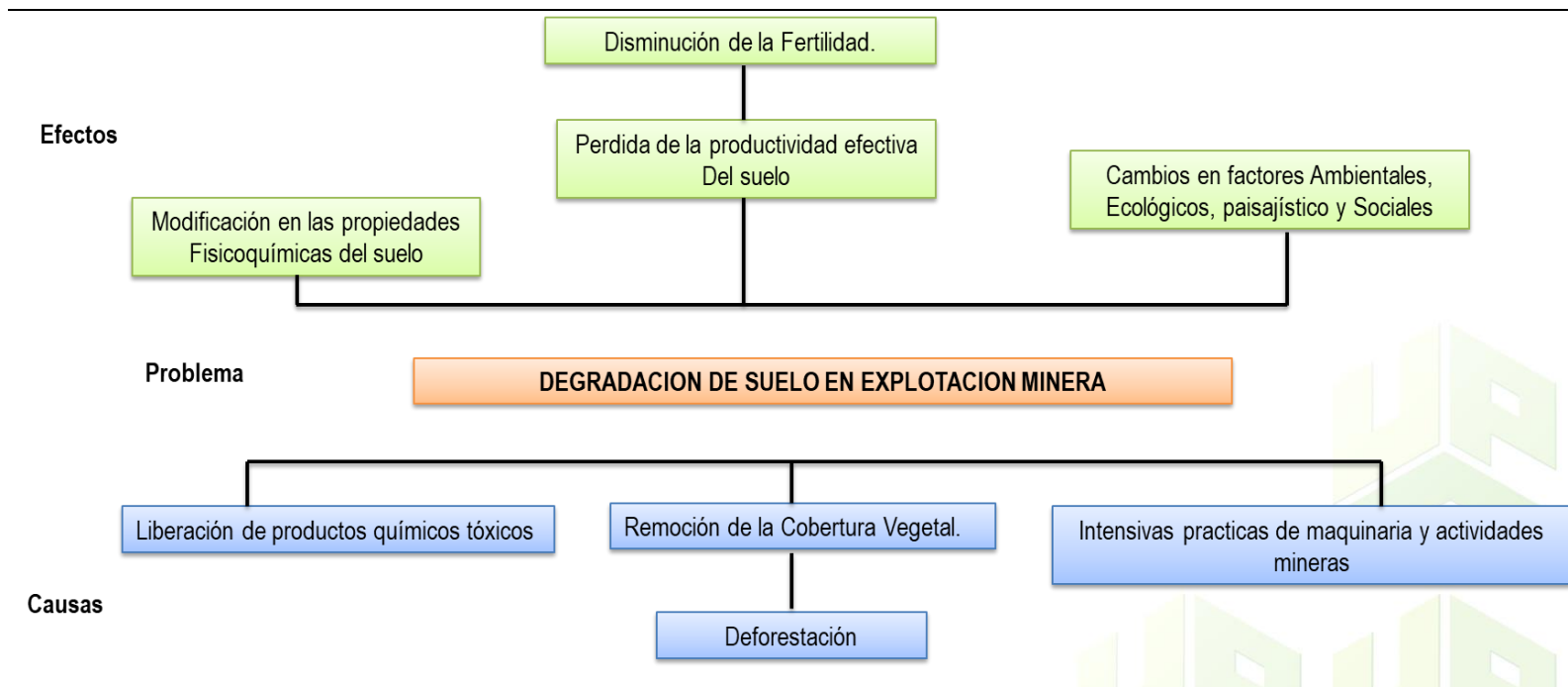
Por otra parte la medición de la efectividad de estos procesos es una herramienta que permite evaluar y diseñar programas acordes con las exigencias del entorno; de acuerdo con esto, se lleva a cabo en la mina La Francia la medición de la pérdida de suelo a través de 9 parcelas de monitoreo instrumentadas con varillas o testigos metálicos, lo cual resulta un método sencillo, práctico y fácil de instalar que permite en corto tiempo hacer un análisis de la eficiencia en la rehabilitación de taludes en términos de pérdida de suelo por erosión o por procesos de sedimentación.



1. SITUACIÓN PROBLEMA DE LA EMPRESA

Figura 1.

Árbol del problema de la situación de la empresa.



Nota: en la figura se expone lo que conlleva a la realización del informe de Erodabilidad a la Mina la Francia. Elaborado por la autora, 2021.

La erosión del suelo es una de las diez principales amenazas ambientales y se conceptualiza como la remoción acelerada de la capa fértil de la superficie terrestre ocasionada por agentes naturales o antrópicos y representa una problemática de interés global que actúa en un segundo plano, por lo tanto, es una situación poco conocida para la población general (FAO, 2019). Para el 2050 se espera que más del 90% de los suelos de la Tierra estén degradados (FAO, 2019).

La erosión del suelo disminuye la productividad en la agricultura, altera las funciones ecológicas, aumenta el riesgo hidrogeológico asociado a las inundaciones o deslizamientos de tierra y que sinérgicamente puede ser una causa directa de situaciones que pueden afectar infraestructura urbana y ocasionar muchas pérdidas vitales (FAO, 2019).

Considerando las repercusiones que ha sufrido el suelo del departamento del Cesar, es la minería a cielo abierto, si no es la más importante, si ha sido la que ha dejado una huella visible e imborrable en la geografía. La utilidad de técnicas destructivas y extensivas en las actividades mineras ha ocasionado que el suelo sea mayoritariamente susceptible a la pérdida acelerada, que solo es notable cuando se observan cambios ecosistémicos importantes, puesto que como se relacionaba anteriormente la erosión es un fenómeno silencioso y la actividad antrópica incide de manera importante en ella.

Cabe destacar que en la actualidad las empresas y consorcios mineros compensan al componente socioambiental mediante desarrollo de proyectos que permitan gestionar los factores y variables que los integran, pero una de las exigencias es poder establecer control sobre la erosión en el marco de programas de sustitución económica, con lo que pretenden recuperar áreas explotadas y zonas de amortiguación mediante la confección sistemática de entornos vegetativos y arbóreos, lo implica en sí tomar medidas in situ del fenómeno en mención.

Concerniente a lo explicado, se permite establecer la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál será la intensidad del proceso erosivo según la distribución espacial de cada una de las parcelas de estudio en la mina la Francia?



2. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA ACADÉMICA

2.1. Objetivo General

Realizar el monitoreo y seguimiento a los procesos erosivos en la Mina la Francia durante el periodo 2021-1.

2.2. Objetivos Específicos

Analizar la evolución de los procesos erosivos en los taludes del área de botaderos de la Mina la Francia mediante el monitoreo y seguimiento realizado en el primer semestre del año 2021.

Identificar y cuantificar el grado de Erodabilidad presentado en el área de estudio para el presente periodo.

Conocer la dinámica de los procesos erosivos generados en el área de botadero de La Mina La Francia.





3. JUSTIFICACIÓN

El suelo es un componente fundamental del ambiente, natural, finito, constituido por minerales, aire, agua, materia orgánica, macro y microorganismos que desempeñan procesos permanentes de tipo biótico y abiótico, cumpliendo funciones y prestando servicios ecosistémicos vitales para la sociedad y el planeta (MADS, 2015). Los suelos son indispensables y determinantes para la estructura y el funcionamiento de los ciclos del agua, del aire y de los nutrientes, así como para la conservación de la biodiversidad.

Teniendo en cuenta la importancia del suelo y debido a los diferentes procesos y actividades llevadas a cabo por la Actividad minera que pueden modificar o alterar las condiciones de este se hace necesario la Elaboración el informe de monitoreo y seguimiento de procesos de Erosión en la mina la Francia con el objetivo de analizar la evolución y dinámica de estos y de igual manera optimizar la mitigación de erosión de tal modo que se prevenga la pérdida significativa de los nutrientes del suelo y su fertilidad.

Por otra, se fortalecerán habilidades y destrezas en el área ambiental y sanitaria para contribuir de manera favorable en el proceso profesional en escenarios reales para la obtención y aplicación de conocimientos obtenidos en el proceso de formación académica teniendo como finalidad brindar apoyo técnico en las actividades asignadas y así mismo desarrollar competencias laborales para el trabajo interdisciplinario en equipo convirtiéndose así en proceso constructivo.





4. MARCO REFERENCIAL

4.1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

4.1.1. Reseña Histórica

CONSULTORÍAS Y PROYECTOS DEL CESAR S.A.S. Es una empresa colombiana, creada el 14 de enero del 2008 y registrada en cámara de comercio de Valledupar bajo el registro mercantil número 83367 el 16 de enero del 2008, con el objeto social en asesorías, interventoría, consultorías y ejecución de estudios relacionados con la protección, recuperación y preservación de los recursos naturales y el medio ambiente en general.

El año 2014 la entidad paso de ser una sociedad limitada, a una sociedad por acciones simplificadas.

CPC S.A.S. Hoy posee 13 años de experiencia y el conocimiento para suministrar a sus clientes soluciones en la ejecución de estudios y proyectos relacionados con la protección, recuperación y preservación de los recursos naturales y el medio ambiente en general.

4.1.2. Visión

Consultorías y Proyectos del Cesar S.A.S se proyecta como una empresa líder a nivel local y regional en la prestación de servicios profesionales de asesoría, interventoría, consultorías y ejecución de estudios relacionados con la protección recuperación y preservación de los recursos naturales y del medio ambiente en general para ser reconocidos como la mejor opción.

4.1.3. Misión

Consultorías el Proyecto del Cesar es una empresa privada que prestan los servicios profesionales, asesoría, interventoría, consultoría y ejecución de estudios relacionados con la protección recuperación y preservación de los recursos naturales del medio ambiente en general a los clientes particulares e institucionales garantizándoles el cumplimiento de los requisitos legales y normativos la confiabilidad y la oportunidad y garantía del servicio.

4.1.4. Valores Corporativos

- Cumplimiento
- Pasión
- Compromiso
- Solidaridad
- Amabilidad
- Seguridad

4.1.5. Políticas Corporativas

4.1.5.1. Política De Calidad.

CONSULTORÍAS Y PROYECTOS DEL CESAR S.A.S., se compromete a satisfacer las necesidades, expectativas y requisitos de los clientes y partes interesadas en la prestación de sus servicios, garantizando el cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 17025:2005, los legales y reglamentarios aplicables, la confiabilidad y calidad de en todos sus procesos, la oportunidad en la prestación del servicio, las buenas prácticas profesionales y la mejora de las competencias del personal, mediante la adecuación de la infraestructura y una relación mutuamente beneficiosa con los proveedores que nos permita alcanzar el posicionamiento y la rentabilidad esperada dentro de un enfoque de mejoramiento continuo.

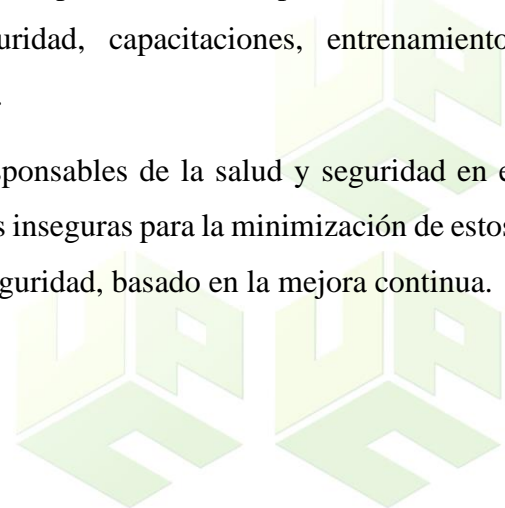
4.1.5.2. Política De Seguridad Y Salud En El Trabajo Y Ambiente.

CONSULTORÍA Y PROYECTOS DEL CESAR S.A.S, tiene como objeto conducir las actividades orientadas a la prestación de servicios en asesorías, interventorías, consultorías y ejecución de estudios relacionados con la protección, recuperación y preservación de los recursos naturales y del medio ambiente en general; en aras de proporcionar un ambiente de trabajo seguro y saludable, así como la promoción de la conservación del medio ambiente, teniendo como prioridad la integridad e interacción en cada uno de nuestros procesos.

Es de esta manera que, para el cumplimiento de la presente política, desde CONSULTORÍA Y PROYECTOS DEL CESAR S.A.S nos comprometemos a asegurar las siguientes acciones:

- Cumplir con las normas, políticas y procedimientos establecidos en la legislación actual en materia de seguridad y salud en el trabajo
- Designar los recursos necesarios para el desarrollo del sistema con el fin de optimizar los procesos y generar ambientes integrales, teniendo en cuenta las condiciones de seguridad y la idoneidad del personal.
- Identificar los riesgos en cada una de nuestras actividades y establecer controles operacionales para la disminución de los mismos, garantizando así la seguridad integral de nuestros trabajadores, visitantes y contratistas.
- Considerar la seguridad en las actividades y salud de nuestros trabajadores como un valor esencial para el desarrollo de cada uno de nuestros procesos.
- Establecer los canales, para la revisión y evaluación y seguimiento de nuestros procesos de seguridad y salud en el trabajo con el fin de asegurar su mejora continua.
- Nuestras estrategias de prevención y control de incidentes, accidentes y enfermedades laborales se basan en el autocuidado y se complementa con la planificación de la tarea, aplicación de estándares de seguridad, capacitaciones, entrenamientos continuos, entre otros aspectos del SG-SST.

EN CPC S.A.S, todas las personas son responsables de la salud y seguridad en el trabajo, así como del informe de actos y condiciones inseguras para la minimización de estos, con el fin de construir entre todos una cultura de seguridad, basado en la mejora continua.



4.1.5.3. Política De Alcohol Y Drogas.

Desde CONSULTORIA Y PROYECTOS DEL CESAR, nos sentimos comprometidos por mantener ambientes de trabajo seguro y saludables en cada una de nuestras operaciones desarrolladas en las diferentes locaciones, tanto para nuestros trabajadores como contratistas controlando su exposición a los diferentes riesgos incluyendo aquellos inherentes al consumo de alcohol y otras sustancias psicoactivas.

El consumo de alcohol y sustancias psicoactivas como efectos en su consumo se consideran la afectación en; reacción ante los estímulos externos, memoria, cambios de ánimo, coordinación motriz y concentración, los cuales afectan considerando riesgos en la salud, seguridad de la persona y con quienes cuenta a su alrededor.

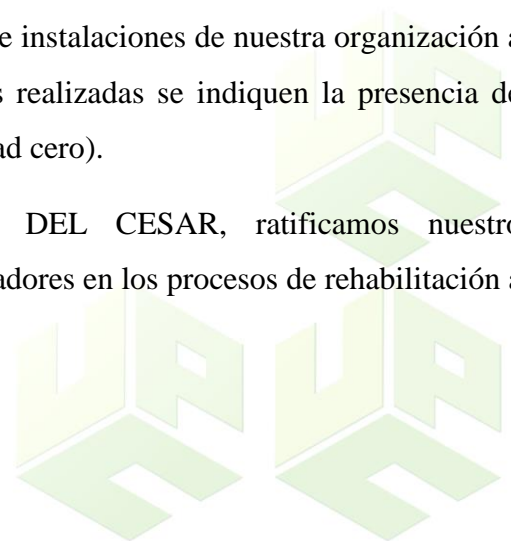
Es de esta manera que, con el fin de mantener ambientes de trabajo seguro y saludable, CONSULTORIA Y PROYECTOS DEL CESAR considera:

Está prohibido el uso, distribución y/o venta de alcohol y sustancias psicoactivas en nuestras instalaciones o donde se desarrolle la labor contratada

Se contarán con procedimientos para determinar el cumplimiento de esta política, de forma aleatoria o cuando se considere de parte de la organización para el control y estricto cumplimiento de la presente política.

Será restringido el ingreso a su labor, tarea e instalaciones de nuestra organización a cualquier persona, contratista, cuando las pruebas realizadas se indiquen la presencia de alcohol u otras sustancias psicoactivas (Permisividad cero).

En CONSULTORÍA Y PROYECTOS DEL CESAR, ratificamos nuestro compromiso por prestar apoyo en nuestros colaboradores en los procesos de rehabilitación a través de las EPS correspondientes.





4.1.6. Servicios

Agua.

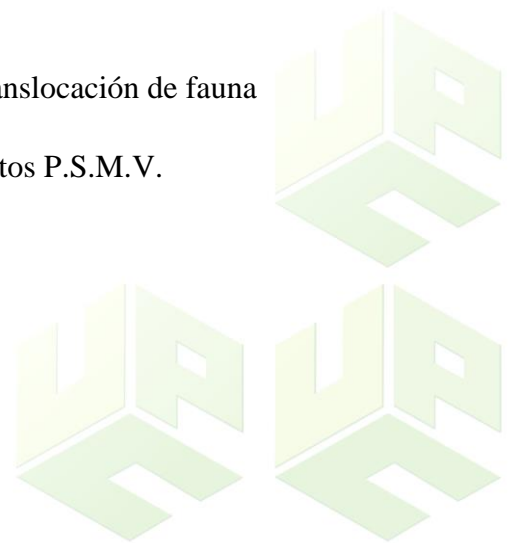
- Operación y mantenimiento de sistemas de tratamiento de agua residuales
- Operación y mantenimiento de sistemas de tratamiento de agua potable
- Monitoreo hidrobiológico
- Modelación de calidad de Agua
- Evaluación de carga contaminante.

Suelo.

- Revegetalización y rehabilitación de tierra.
- Toma de muestra y Análisis de suelo.
- Monitoreo de erodabilidad.

Otros Estudios.

- Elaboración de Planes de manejo ambiental.
- Elaboración de estudios de impacto ambiental
- Inventarios y aprovechamientos forestales
- Inventario de fauna - Ahuyentamiento y translocación de fauna
- Plan de saneamiento y manejo de vertimientos P.S.M.V.
- Plan de ahorro y uso eficiente de agua
- Plan integral de residuos sólidos
- Plan de contingencia
- Informes de cumplimiento ambiental

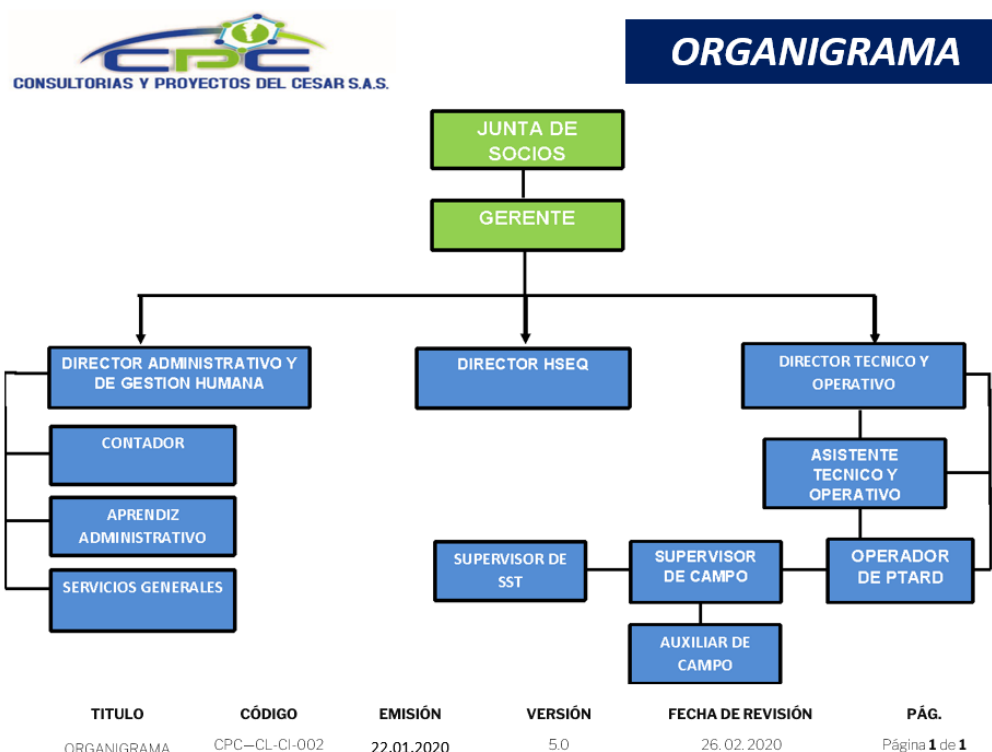


- Legalización de permisos, autorizaciones y concesiones ante la autoridad ambiental competente
- Diseño y construcción de obras civiles e hidráulicas.

4.1.7. Organigrama De La Empresa

Figura 2.

Organigrama de la empresa Consultorías y proyectos S.A.S.



Nota: Elaborado por Shayla Pérez Maestre, 2020

4.2. Marco Contextual

Las parcelas de monitoreo se localizan en el área de influencia directa de la Mina La Francia en el municipio de El Paso, Departamento del Cesar, y están debidamente demarcadas y georreferenciadas, cuyas coordenadas geográficas corresponden a las que se relacionan en la Tabla 1.

Tabla 1.

Ubicación exacta de las Parcelas de Monitoreo.

| No. | Nombre De La Parcela | Coordenadas | |
|-----|----------------------------|-------------|-----------|
| | | N | E |
| 1 | Parcela de Monitoreo No. 1 | 1.559.022 | 1.058.935 |
| 2 | Parcela de Monitoreo No. 2 | 1.559.030 | 1.059.123 |
| 3 | Parcela de Monitoreo No. 3 | 1.559.375 | 1.059.634 |
| 4 | Parcela de Monitoreo No. 4 | 1.559.327 | 1.059.496 |
| 5 | Parcela de Monitoreo No. 5 | 1.559.464 | 1.060.244 |
| 6 | Parcela de Monitoreo No. 6 | 1.559.487 | 1.060.242 |
| 7 | Parcela de Monitoreo No. 7 | 1.559.547 | 1.060.414 |
| 8 | Parcela de Monitoreo No. 8 | 1.558.991 | 1.059.359 |
| 9 | Parcela de Monitoreo No. 9 | 1.559.264 | 1.059.875 |

Nota: Elaboración Propia, 2022.

En la siguiente figura se hace la representación geográfica das las parcelas presentadas en la tabla anterior.

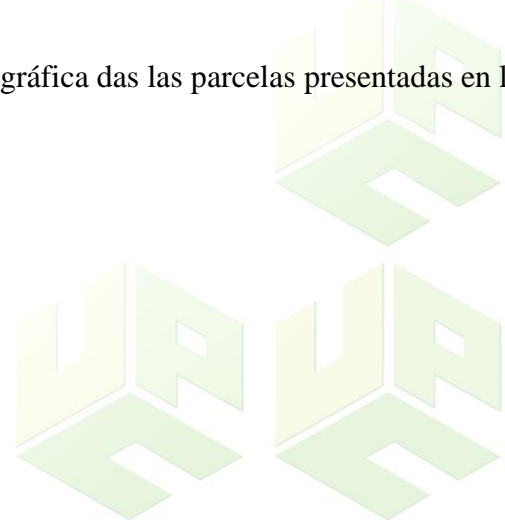
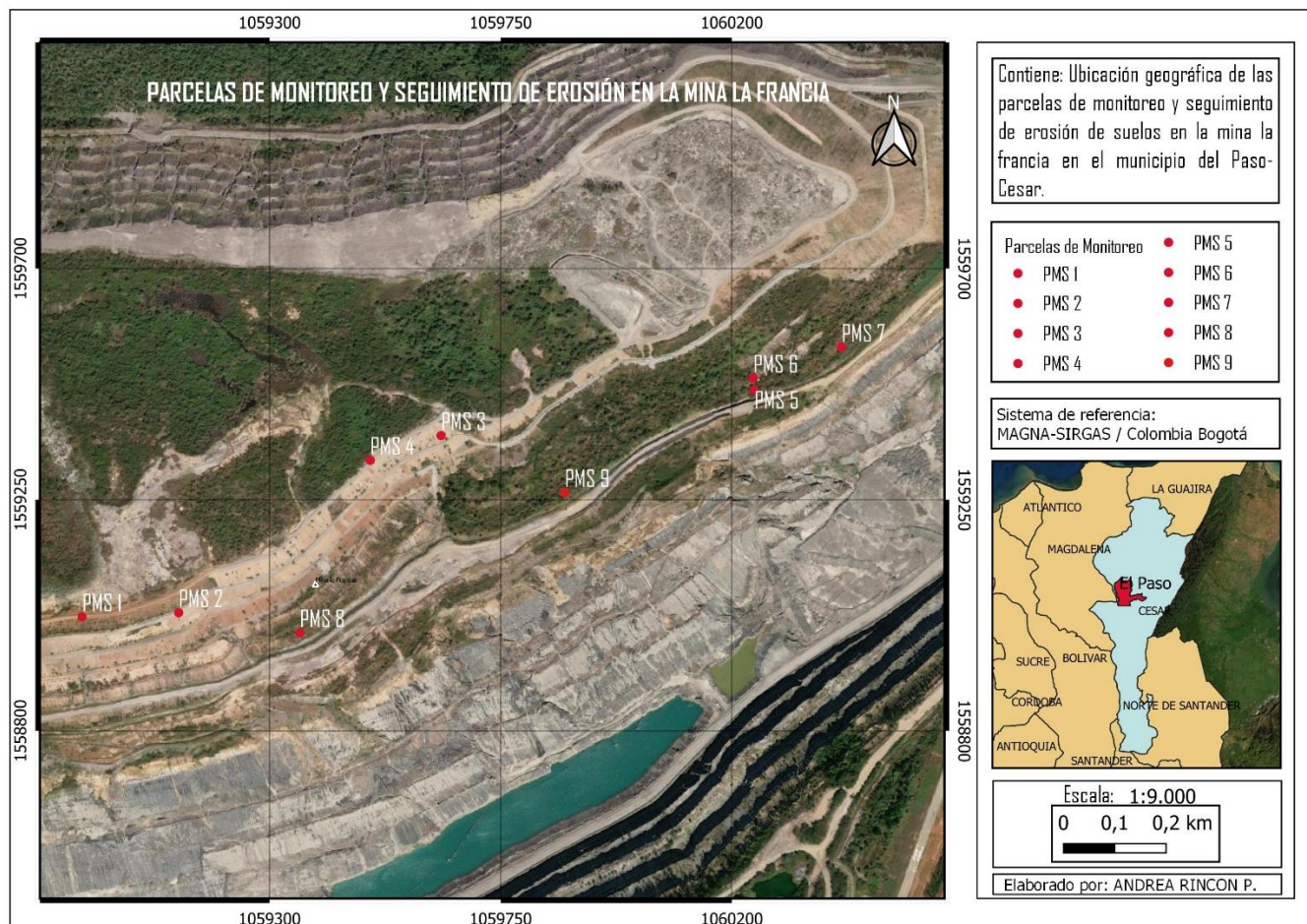


Figura 3.

Localización general de las parcelas de monitoreo de erosión



Nota: Elaboración Propia, 2022.

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sabanas, Of. 105 D. PBX (57) (5) 5848217
EXT. 1129

Línea de atención al ciudadano 01 8000 400380
Valledupar Cesar Colombia



4.3. Marco Conceptual

Bases Intercambiables: Las bases intercambiables comprenden los iones alcalinos (Na, K) y alcalinotérreos (Ca, Mg), retenidos por las cargas negativas de los coloides del suelo y que pueden ser intercambiados con otros iones cargados positivamente de la solución del suelo. La saturación de bases se estima por la relación entre la cantidad de bases y la capacidad de intercambio catiónico.

Carbono Orgánico: El carbono orgánico del suelo (COS) se relaciona con la sustentabilidad de los sistemas agrícolas afectando las propiedades del suelo relacionadas con el rendimiento sostenido de los cultivos. El COS se vincula con la cantidad y disponibilidad de nutrientes del suelo, al aportar elementos como el N cuyo aporte mineral es normalmente deficitario. Además, al modificar la acidez y la alcalinidad hacia valores cercanos a la neutralidad, el COS aumenta la solubilidad de varios nutrientes. El COS asociado a la materia orgánica del suelo proporciona coloides de alta capacidad de intercambio catiónico.

Erodabilidad: La erodabilidad se refiere a la susceptibilidad del suelo a la erosión por el agua o el viento, y este se identifica como un controlador secundario en la intensidad de los factores ambientales.

Erosión: se refiere a “la pérdida de la capa superficial de la corteza terrestre por acción del agua y/o del viento, que es mediada por el ser humano, y trae consecuencias ambientales, sociales, económicas y culturales.

Intercambio Catiónico: Se define como la capacidad que poseen los coloides orgánicos e inorgánicos del suelo para absorber iones e intercambiarlos con los de la solución del suelo. Es una propiedad debida en su mayor parte a la fracción arcilla y a la materia orgánica; se expresa en meq/100g de suelo seco; su comportamiento en el suelo depende principalmente del pH y del tipo de arcilla presente. El análisis y cuantificación de la capacidad de intercambio catiónico es un parámetro muy importante para plantear prácticas

y programas de fertilidad, además se constituye en una herramienta para la clasificación de los suelos.

Potencial de Hidrogeno: El PH Es una de las propiedades químicas más importantes del suelo, debido a que regula la disponibilidad de nutrientes, la clase y tipo de actividad microbiológica y muchas reacciones bioquímicas que suceden en el medio edáfico, además, interviene en la capacidad de intercambio catiónico y en el comportamiento del aluminio intercambiable presente en el suelo.

Restauración: Se llama restauración de ecosistemas al proceso que busca volver un ecosistema dañado, alterado o degradado, a su condición original, o por lo menos, a un estado cercano a como era antes de haber sufrido el daño. Restaurar, quiere decir reparar, recuperar, volver a su estado anterior lo que está dañado.

Suelo: El suelo está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua. Es una capa delgada que se ha formado muy lentamente, a través de los siglos, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento. Las plantas y animales que crecen y mueren dentro y sobre el suelo son descompuestos por los microorganismos, transformados en materia orgánica y mezclados con el suelo.

Textura: La textura se define como la composición granulométrica de las fracciones de arena, limo y arcilla en el suelo presentes en la masa del suelo. La importancia de su estudio radica en que este parámetro está relacionado con otras propiedades como la permeabilidad, retención de humedad, plasticidad, aireación, movimiento del agua en el suelo y la facilidad de abastecimiento de nutrientes, agua y aire para las plantas. La textura es importante por la influencia que ejerce en la cantidad de agua que puede almacenar el suelo, en el movimiento del agua, la facilidad de abastecimiento de nutrientes, de agua y de aire, en algunas características químicas y en las prácticas de labranza.

Los cambios en las propiedades texturales relacionadas con la cohesión del material, la permeabilidad en estudios realizados por el Ministerio de Agricultura de los Estados

Unidos (USDA) en (Diez, s.f) comprueban que los suelos erosionables corresponden a las texturas intermedias (fracción de limo abundante) del tipo fr (franco), frLi (franco limoso). De igual forma los altos niveles de precipitación, el tipo de pendiente, su exposición y las actividades agropecuarias desarrolladas; generan altos volúmenes de escorrentía superficial entre otros procesos erosivos (Muñoz et. Al., 2010).





4.4. Marco Legal

Tabla 2.

Referencias Normativas y Legales Aplicables al Proyecto

| Tipo y Número de la Norma | Descripción y aplicabilidad de la norma |
|--|---|
| Art. 79 de la Constitución Política | Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La Ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines . |
| Política 2015 | Política para la gestión sostenible de suelo en Colombia |
| Art. 80 de la Constitución Política | El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución |
| Ley 99 de 1993 | Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones. |
| Ley 461 de 1998 | Por medio de la cual se aprueba la "Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular África", hecha en París el diecisiete (17) de junio de mil novecientos noventa y cuatro (1994). |
| Decreto 2811 de 1974 Art 8, 178 al 180 y 182 al 184. | Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. |



| Tipo y Número de la Norma | Descripción y aplicabilidad de la norma |
|----------------------------------|---|
| Decreto 1076 de 2015 | Decreto único reglamentario del sector de ambiente y desarrollo sostenible. |
| Resolución 284 de 2006 del IDEAM | mediante la cual se crea y asignan las funciones a los grupos internos de trabajo (creación del grupo de Suelos y Tierras de la subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental). |
| Resolución 0170 de 2009 | por la cual se declara en Colombia el año 2009 como año de los suelos y el 17 de junio como Día Nacional de los Suelos y se adoptan medidas para la conservación y protección de los suelos en el territorio nacional |

Nota: Elaborada por la Autora, 2022.





5. ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA PRACTICA

5.1. Campo De Aplicación De La Práctica

El desarrollo de la práctica se llevará a cabo en el Departamento Técnico Ambiental de la empresa Consultorías y Proyectos del Cesar S.A.S. enfocada a procesos de erosión minera en la Mina la Francia. Teniendo en cuenta la línea de investigación Sostenibilidad y Gestión Ambiental dentro de la cual cabe destacar que se trabajara con base en la Sub línea Gestión Integral Ambiental del Suelo.

5.2. Funciones Específicas A Desarrollar

Las actividades a desarrollar en la empresa son las siguientes:

Apoyar la elaboración de los informes de monitoreo y seguimiento al proceso de erosión en parcelas de monitoreo en distintos proyectos mineros localizados en el departamento del Cesar.

Brindar apoyo técnico en el proceso de Modificación de la Licencia Ambiental global del contrato de concesión 032-20 para la explotación de un yacimiento de mármol y otras rocas metamórficas, roca o piedra caliza en bruto en Manaure, Cesar. En específico la estudiante participará en la revisión y actualización de los siguientes componentes del Estudio de Impacto Ambiental:

- Zonificación de manejo ambiental del proyecto
- Plan de manejo ambiental
- Plan de seguimiento y monitoreo
- Plan de gestión del riesgo
- Plan de cierre
- Plan de inversión del 1%
- Plan de compensación por pérdida de biodiversidad
- Apoyar la elaboración de la Geodatabase y cartografía temática

5.3. Responsable De La Supervisión En La Empresa

La supervisión de las actividades a realizar en la empresa se hará por parte del Ingeniero Ambiental y Sanitario Adrián Augusto Perpiñán Guerra profesional que cuenta con estudios de Maestría en Ingeniería y actualmente cursando el Doctorado en Ingeniería - Recursos Hidráulicos, con formación y experiencia en el diseño, implementación y evaluación de proyectos en Gestión Ambiental. Se ha desempeñado como consultor, asesor y ejecutor de proyectos de ingeniería en empresas del sector público y privado, ejerciendo funciones de planeación, organización, dirección, ejecución y supervisión. Tengo conocimientos y he participado en el desarrollo de estudios fluviales e hidrológicos, evaluación y gestión del riesgo de grandes proyectos de infraestructura, en el diseño e implementación de programas de Ahorro y Uso eficiente del Agua, en proyectos de acueductos y alcantarillado, en estudios de Planificación Urbano-regional orientada a la conservación de los recursos hídricos, y en la implementación de Sistemas de Gestión Ambiental, orientados bajo las normas NTC-ISO 14001

5.4. Descripción De Las Estrategias, Métodos, Técnicas Y Procedimientos.

Fase 1: Analizar la evolución de los procesos erosivos en los taludes del área de botaderos de la Mina la Francia mediante el monitoreo y seguimiento realizado en el primer semestre del año 2021.

Para el desarrollo de esta fase, se llevó a cabo visitas de monitoreo para las respectivas mediciones. Las cuales se realizan teniendo en cuenta la variación de la elevación de la superficie del suelo demarcada con cada uno de los testigos o varillas instaladas en las parcelas, de tal modo que se tiene la tendencia evolutiva tanto espacial como temporal de la erosión en cada parcela. En específico, durante el seguimiento periódico se realizan las siguientes actividades:

- Ubicación de cada una de las parcelas, las cuales están debidamente demarcadas.
- Despeje superficial mediante rocería y remoción de la vegetación, teniendo especial cuidado de no mover las varillas o testigos para no alterar los registros.



- Reconocimiento visual del estado de las varillas y de las parcelas en general.
- Conteo del número de varillas que permanecen en pie y de las que eventualmente se han caído a causa de la erosión severa.
- Enumeración de los clavos de izquierda a derecha desde la parte superior de la pendiente (Tabla 3).
- Medición de las alturas de las varillas hasta la posición del nivel del terreno y determinación de la altura o profundidad de erosión de acuerdo con el nivel de referencia (25 cm).

Registro de los resultados en el formato que se elaboró para este propósito.

Tabla 3.

Hojas de Campo de Monitoreo

| HOJAS DE CAMPO MONITOREO DE CLAVOS PARA MEDICION DE EROSION | |
|--|--|
| FECHA: | 27/05/2021 |
| COORDENADAS | X: 4.940.712 Y: 2.624.451 |
| NOMBRE DEL TÉCNICO: | HUMBERTO SAENZ LOPEZ |
| PARCELA No. | 1 |
| EMPRESA | MINA LA FRANCIA CNR |

| FILA | CLAVOS | MEDICION | CLAVOS | MEDICION | CLAVOS | MEDICION | CLAVOS | MEDICION |
|------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|
| 1 | C1 | 26,4 | C2 | 26,6 | C3 | 26,2 | C4 | 26,6 |
| 2 | C5 | 26 | C6 | 26,4 | C7 | 25,2 | C8 | 28 |
| 3 | C9 | 29,5 | C10 | 26,2 | C11 | 26,4 | C12 | 30,1 |
| 4 | C13 | 26,8 | C14 | 29,8 | C15 | 22,4 | C16 | 29,4 |
| 5 | C17 | 25,8 | C18 | 28,2 | C19 | 23,7 | C20 | 28,3 |
| 6 | C21 | 30,8 | C22 | 27 | C23 | 23,4 | C24 | 28,3 |
| 7 | C25 | 33 | C26 | 22,1 | C27 | 23,5 | C28 | 27,2 |
| 8 | C29 | 28 | C30 | 26 | C31 | 25,4 | C32 | 28,3 |
| 9 | C30 | 28,8 | C34 | 29,3 | C35 | 24,7 | C36 | 27,4 |
| 10 | C31 | 28,4 | C38 | 29,6 | C39 | 23 | C40 | 50 |

Nota: Elaborada por la Empresa Consultorías y Proyectos del Cesar.

Figura 4.

Fotografía de Monitoreo en Campo.



Nota: Fotografía practicada por la Empresa Consultorías y Proyectos del Cesar.

Fase 2: Identificar y cuantificar el grado de Erodabilidad presentado en el área de estudio para el presente periodo.

Con los datos recolectados en la fase anterior se realizará un análisis estadístico teniendo en cuenta los siguientes conceptos y posterior a esto se realizan una serie de Mapas de distribución espacial de la intensidad de erosión manifiesta en cada parcela en Surfer los cuales nos ayudaran a identificar en grado de Erodabilidad:

- **Población:** Es el número total de varillas para cada parcela.
- **Muestra:** este concepto aplica para el número total de testigos por parcelas que presentan pérdida de suelo o aporte de sedimentos.
- **Promedio:** se calculará la media aritmética para cada parcela con el objeto de determinar la cantidad de suelo perdido con relación al nivel inicial (250 mm).



- **Coefficiente De Correlación Lineal De Pearson:** con este parámetro se podrá examinar la fuerza y la dirección de la relación lineal entre dos variables continuas.
- **Varianza Y Desviación Típica:** Con el Cálculo de estos Valores Podremos Analizar el comportamiento de la pérdida de suelo por parcelas, determinando si sucede de manera uniforme o irregular.

Fase 3. Conocer la dinámica de los procesos erosivos generados en el área de botadero de La Mina La Francia.

Para conocer la dinámica de los procesos erosivos generados en la mina la Francia se realiza un análisis comparativo-representados a través de gráficos, teniendo en cuenta los informes semestrales desarrollados anteriormente por la empresa desde la fecha de instalación de las parcelas, basándose en datos como lo son los registros de altura de erosión acumulada y altura promedio erodada de cada una de las parcelas de monitoreo (PMS).



6. CRONOGRAMA

Tabla 4.

Cronograma de las actividades a realizar.

| | ACTIVIDADES | TIEMPO DE EJECUCION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|---------------------|---|---|---|---------|---|---|---|-----------|---|---|---|-----------|---|---|---|-------|---|---|---|
| | | SEPTIEMBRE | | | | OCTUBRE | | | | NOVIEMBRE | | | | DICIEMBRE | | | | ENERO | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| F A S E 1 | Induccion por parte de la empresa | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Contextualizacion de los proyectos en que se va trabajar. | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Suministro de datos de Monitoreo de las parcelas por parte de la Mina la Francia. | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F A S E | Tratamiento y redaccion de la informacion suministrada. | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| | Reunion de seguimiento por parte del jefe inmediato | | | ■ | | ■ | | | ■ | | | ■ | | | ■ | | | | | ■ | |
| | Capacitación para manejo software Surfer | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | |
| F A S E | Elaboracion de mapas en Surefer de cada una de las Parcelas de monitoreo PSM | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| | Interpretacion y Analisis de informion del Informe tecnico de los procesos Erosivos mina La Francia | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | |
| | Apoyo en informe tecnico de Monitoreo de los procesos Erosivos Drummond | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ |
| 2 | Socializacion del trabajo desarrollado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ |

Nota: el cronograma de actividades se realizó teniendo en cuenta el Diagrama de Gantt. Elaborado por autora, 2022.



7. PRESUPUESTO

7.1. Costo Directo

Tabla 5.

Costos asociados a Recursos Humanos.

| Personal | Cantidad | Tiempo (meses) | (%) Intervención | Salario | Costo Total |
|--------------------------------|----------|----------------|------------------|--------------|---------------------|
| Estudiante-Pasante | 1 | 5 | 100% | \$ 700.000 | \$ 3.500.000 |
| Director | 1 | 5 | 60% | \$ 1.800.000 | \$ 5.400.000 |
| Codirector | 1 | 5 | 5% | \$ 1.000.000 | \$250.000 |
| Subtotal del Componente | | | | | \$ 9.150.000 |

Nota: Elaborada por Autora, 2022

7.2. Costo Indirecto

Tabla 6.

Costos asociados a los Recursos Materiales, Insumos y otros logísticos.

| Insumos y Materiales | Cantidad | Unidad | Costo Unitario | Costo Total |
|--------------------------------|----------|--------|----------------|-------------------|
| Servicio de Internet | 5 | Mes | \$ 90.000 | \$ 450.000 |
| Papelería | 1 | Resma | \$ 25.000 | \$ 25.000 |
| Lapiceros | 3 | Und | \$ 1.500 | \$4.500 |
| Tapabocas | 1 | Caja | \$ 15.000 | \$ 15.000 |
| Subtotal del Componente | | | | \$ 494.500 |

Nota: Elaborada por Autora, 2022

7.3. Costo Total

Tabla 7.

Costo Total del Proyecto

| | |
|-----------------------|----------------------|
| Suma de Costos | \$ 9.644.500 |
| Imprevistos (10%) | \$ 964.450 |
| COSTO TOTAL | \$ 10.608.950 |

Nota: Elaborada por Autora, 2022



8. PRODUCTOS, INDICADORES Y ANALISIS DE RESULTADOS.

A partir del monitoreo y seguimiento realizado a las parcelas de erosión realizado durante el mes de mayo de 2021 se han obtenido los siguientes resultados:

En términos de distribución espacial se presentó una redistribución de la erosión y sedimentación en las distintas parcelas, destacando que las parcelas PMS 4 y PMS 5 y PMS 1 presentaron un incremento del 24%, 23% y 13% respectivamente respecto al periodo anterior, mientras que las parcelas PMS 3 y PMS 9 presentaron variaciones del -11% y -2% lo cual representa que en este periodo se presentó un retroceso en el avance espacial de la erosión. En la parcela PMS 6 y en la parcela PMS 8 se mantiene la erosión distribuida en el 100% y 89% de la superficie respectivamente tal y como se registró en el periodo de monitoreo anterior, y, en las parcelas PMS 2 y PMS 7 el incremento en la superficie erodada fue del 8% y 2% respectivamente en comparación con el periodo anterior (Tabla 8).

Tabla 8.

Proporción de testigos erodados por parcela en 2021, 2020, 2019,2017.

| Parcelas | Población (N° de testigos) | N° Testigos con erosión en mayo 2021-I | % testigos erodados 2017 | % testigos erodados 2019-II | % testigos erodados 2020-I | % testigos erodados 2021-I |
|----------|----------------------------|--|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| PMS 1 | 128 | 105 | 79% | 84% | 70% | 82% |
| PMS 2 | 128 | 127 | 99%* | 86% | 91% | 99% |
| PMS 3 | 128 | 79 | 52%* | 74% | 73% | 62% |
| PMS 4 | 128 | 122 | 96%* | 72% | 71% | 95% |
| PMS 5 | 128 | 96 | 42% | 54% | 52% | 75% |
| PMS 6 | 128 | 128 | 17% | 100% | 100% | 100% |
| PMS 7 | 128 | 122 | 41% | 91% | 93% | 95% |
| PMS 8 | 128 | 114 | 92% | 91% | 89% | 89% |
| PMS 9 | 128 | 110 | 28% | 90% | 88% | 86% |
| Totales | 1152 | 1003 | | | | |

Nota: Elaborada por la Autora, 2022.



Teniendo en cuenta la cantidad de testigos erodados se ha caracterizado la intensidad del proceso erosivo según la distribución espacial, considerando la siguiente escala de valores:

Tabla 9.

Criterios de Distribución Espacial

| Concentrada | Parcial | Semidistribuida | Distribuida |
|-------------|-----------|-----------------|-------------|
| <30% | 30% - 60% | 60%-90% | >90% |

Nota: Elaborada por la Empresa Consultorías y Proyectos del Cesar.

Dados los criterios de distribución espacial de la erosión propuestos y que se han venido empleando desde periodos anteriores, se destaca que en este periodo (2021-I) las parcelas con PMS 1, PMS 3, PMS 5, PMS 8 y PMS 9 presentan erosión semi-distribuida en la superficie, con coberturas que van desde 62% hasta el 89% de las parcelas, mientras que las parcelas PMS 2, PMS 4, PMS 6 y PMS 7 registran intensidad espacial de erosión distribuida en la superficie de las parcelas con ocupación del 95% al 100% de la cobertura (Tabla 10).

Tabla 10.

Intensidad espacial de la erosión en las parcelas 2021, 2020, 2019 y 2018.

| Parcelas | % testigos erodados 2021-I | Intensidad de erosión según distribución 2021-I | Intensidad de erosión según distribución 2020-I | Intensidad de erosión según distribución 2019-II | Intensidad de erosión según distribución 2019-I, 2018 II y 2018 I |
|----------|----------------------------|---|---|--|---|
| PMS 1 | 82% | Semidestruida | Semidistribuida | Semidistribuida | Distribuida |
| PMS 2 | 99% | Distribuida | Distribuida | Semidistribuida | Distribuida |
| PMS 3 | 62% | Semidistribuida | Semidistribuida | Semidistribuida | Distribuida |
| PMS 4 | 95% | Distribuida | Semidistribuida | Semidistribuida | Distribuida |
| PMS 5 | 75% | Semidistribuida | Parcial | Parcial | Distribuida |
| PMS 6 | 100% | Distribuida | Distribuida | Distribuida | Distribuida |
| PMS 7 | 95% | Distribuida | Distribuida | Distribuida | Distribuida |

| Parcelas | % testigos erodados 2021-I | Intensidad de erosión según distribución 2021-I | Intensidad de erosión según distribución 2020-I | Intensidad de erosión según distribución 2019-II | Intensidad de erosión según distribución 2019-I, 2018 II y 2018 I |
|----------|----------------------------|---|---|--|---|
| PMS 8 | 89% | Semidistribuida | Semidistribuida | Distribuida | Distribuida |
| PMS 9 | 86% | Semidistribuida | Semidistribuida | Semidistribuida | Distribuida |

Nota: Elaborada por la Autora, 2021.

La intensidad vertical o variación volumétrica de la pérdida de suelo en este periodo (2021-1), registra un incremento en la pérdida global de suelo del 45.7% respecto al periodo anterior (2020-1) (Tabla 10). Se resalta la intensificación en el proceso erosivo en las parcelas PMS 4, PMS 2, PMS 5, PMS 7 y PMS 1 con variaciones porcentuales del 220.4%, 107.9%, 81.4%, 28.2% y 25.4% respectivamente en comparación con el periodo anterior. En menor proporción, las parcelas PMS 6, PMS 8 y PMS 9 también registraron incremento en la intensidad de la erosión, mientras que la parcela PMS 3 fue la única que registró un cambio de tendencia hacia la sedimentación con una variación del -21.5%. Este comportamiento global se sustenta en parte en que la parcela PMS 3 mantuvo cobertura de pastos y gramíneas que brindaron protección ante efectos erosivos, mientras que en las demás parcelas se evidenció ausencia o muy escasa cobertura vegetal. A continuación, en la (Tabla 11) se presentan los valores acumulados y promedio de la pérdida de suelo en los últimos dos periodos de monitoreo.

Tabla 11.

Valores Acumulados y Promedio de la Pérdida de Suelo

| Parcelas | Mayo de 2021 | | Junio de 2020 | | Variación porcentual 2021-I y 2020-I |
|----------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| | Altura acumulada erodada (mm) | Altura promedio erodada (mm) | Altura acumulada erodada (mm) | Altura promedio erodada (mm) | |
| PMS 1 | -6811 | -53,21 | -5415 | -42.30 | 25,8% |
| PMS 2 | -11494 | -89,80 | -5528 | -43.19 | 107,9% |
| PMS 3 | -3126 | -24,42 | -3983 | -31.12 | -21,5% |
| PMS 4 | -9839 | -76,87 | -3071 | -23.99 | 220,4% |



| Parcelas | Mayo de 2021 | | Junio de 2020 | | Variación porcentual 2021-I y 2020-I |
|----------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| | Altura acumulada erodada (mm) | Altura promedio erodada (mm) | Altura acumulada erodada (mm) | Altura promedio erodada (mm) | |
| PMS 5 | -3079 | -24,05 | -1697 | -13.26 | 81,4% |
| PMS 6 | -6437 | -50,29 | -5974 | -46.67 | 7,8% |
| PMS 7 | -8644 | -67,53 | -6743 | -52.68 | 28,2% |
| PMS 8 | -4588 | -35,84 | -4155 | -32.46 | 10,4% |
| PMS 9 | -3152 | -24,63 | -2678 | -20.92 | 17,7% |
| Total | -57170 | | -39244 | | 45,7% |

Nota: Elaborada por la Autora, 2021.

Teniendo en cuenta la intensidad física de la erosión en términos de altura acumulada y altura promedio se puede categorizar la intensidad de acuerdo con los percentiles 30, 60 y 90 de los valores acumulados obtenidos, de tal modo que se establece una escala de valores en función de la intensidad medida en el periodo anterior (Tabla 12). En la Tabla 13 se puede observar el cambio en la tasa de erosión en términos de los percentiles de la altura acumulada erodada y la altura promedio erodada, corroborando que en el periodo 2021-1 se presentó un proceso de erosión mucho más intenso y menos homogéneo respecto a lo registrado en el 2020-1.

Tabla 12.

Cambio en la intensidad de erosión en términos de los percentiles registrados en los últimos tres monitoreos

| Percentiles | Mayo de 2021 | | Junio de 2020 | | Noviembre de 2019 | |
|--------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | Altura acumulada erodada (mm) | Altura acumulada erodada (mm) | Altura acumulada erodada (mm) | Altura acumulada erodada (mm) | Altura acumulada erodada (mm) | Altura acumulada erodada (mm) |
| Percentil 30 | -7911 | -62 | -5482.8 | -42.8 | -5668.2 | -44.3 |
| Percentil 60 | -4958 | -39 | -4017.4 | -31.4 | -4284.0 | -33.5 |
| Percentil 90 | -3117 | -24 | -2481.8 | -19.4 | -2568.8 | -20.1 |

Nota: elaborado por Autora, 2021

Tabla 13.

Criterios de categorización de la intensidad de erosión registrada en mayo de 2021 en términos de los percentiles del periodo anterior (2020-1)

| Percentiles | Junio de 2020 | | Mayo 2021 | | Categoría |
|--------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------|
| | Rango altura acumulada(mm) | Rango altura promedio(mm) | Rango altura acumulada (mm) | Rango altura promedio(mm) | |
| Percentil 30 | < (-5482.8) | < (-42.83) | < (-7911) | <(-62) | Muy alta |
| Percentil 60 | (-5482.8) – (-4017) | (-42.83) – (-31.39) | (-7911) – (-4958) | (-62)–(-39) | Alta |
| Percentil 90 | (-4017.4) – (-2481.8) | (-31.39) – (-19.39) | (-4958)–(-3117) | (-39) –(-24) | Media |
| | > (-2481.8) | > (-19.39) | > (-3117) | >(-24) | Baja |

Nota: Elaborada por Autora, 2021

Considerando la clasificación adoptada para este estudio, se evidencia que, respecto al reportado en el periodo anterior, se intensificó la erosión global en todas las parcelas y solo se presentó reducción en la parcela PMS 3. No obstante, la intensidad física de la erosión en las parcelas PMS 1, PMS 2, PMS 3, PMS 6 y PMS 7 se considera como muy alta, mientras que en la PMS 8 es alta y en las parcelas PMS 3, PMS 5 y PMS 9 es media. En general solo las parcelas PMS 1, PMS 4 y PMS 5 presentaron cambios en el rango de calificación según su intensidad relativa (Tabla 14)

Tabla 14.

Variación de la Intensidad física de la erosión en las parcelas entre el 2018-II, 2019-I y 2019-II

| Parcelas | Noviembre de 2019 | | Junio de 2020 | | Mayo 2021 | |
|----------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| | Altura acumulada erodada (mm) | Altura promedio erodada (mm) | Altura acumulada erodada (mm) | Altura promedio erodada (mm) | Altura acumulada erodada (mm) | Altura promedio erodada (mm) |
| PMS 1 | -6434 | -50.27 | -5415 | -42.30 | -6811 | -53,21 |
| PMS 2 | -5190 | -40.55 | -5528 | -43.19 | -11494 | -89,80 |
| PMS 3 | -4180 | -32.66 | -3983 | -31.12 | -3126 | -24,42 |
| PMS 4 | -3124 | -24.41 | -3071 | -23.99 | -9839 | -76,87 |



| Parcelas | Noviembre de 2019 | | Junio de 2020 | | Mayo 2021 | |
|----------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| | Altura acumulada erodada (mm) | Altura promedio erodada (mm) | Altura acumulada erodada (mm) | Altura promedio erodada (mm) | Altura acumulada erodada (mm) | Altura promedio erodada (mm) |
| PMS 5 | -1544 | -12.06 | -1697 | -13.26 | -3079 | -24,05 |
| PMS 6 | -5987 | -46.77 | -5974 | -46.67 | -6437 | -50,29 |
| PMS 7 | -6881 | -53.76 | -6743 | -52.68 | -8644 | -67,53 |
| PMS 8 | -4700 | -36.72 | -4155 | -32.46 | -4588 | -35,84 |
| PMS 9 | -2825 | -22.07 | -2678 | -20.92 | -3152 | -24,63 |

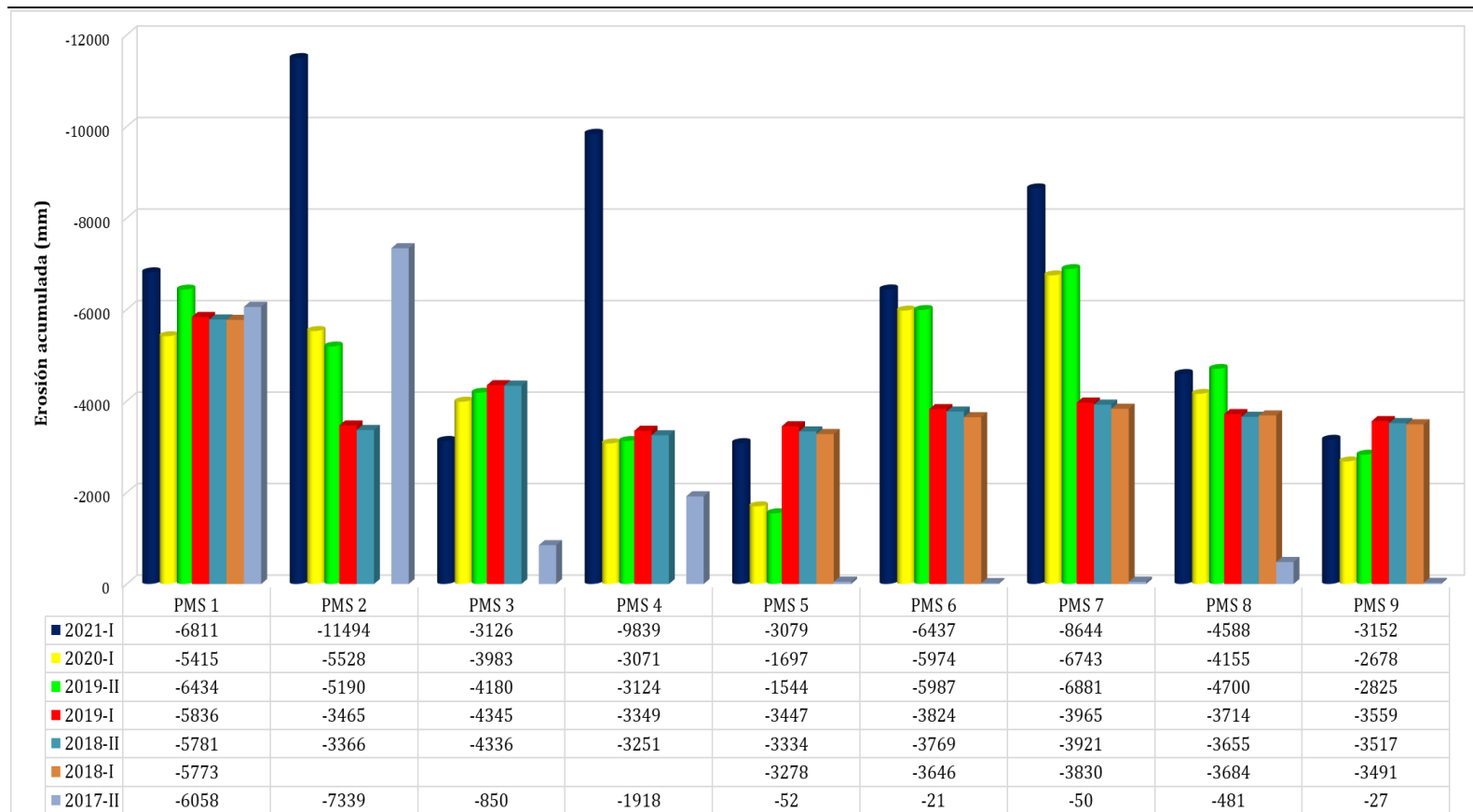
Nota: Elaborado por Autora, 2021.

En las Figura 5 y Figura 6, se presentan los gráficos comparativos de los registros de altura de erosión acumulada y altura promedio erodada respectivamente, medidas en los monitoreos del 2017 hasta el 2021-I, destacando en esta oportunidad los valores de las parcelas PSM 1, PMS 2, PMS 6 y PMS 7 como los sectores en donde se debe hacer mayor énfasis en la protección de la pérdida de suelo por erosión.



Figura 5.

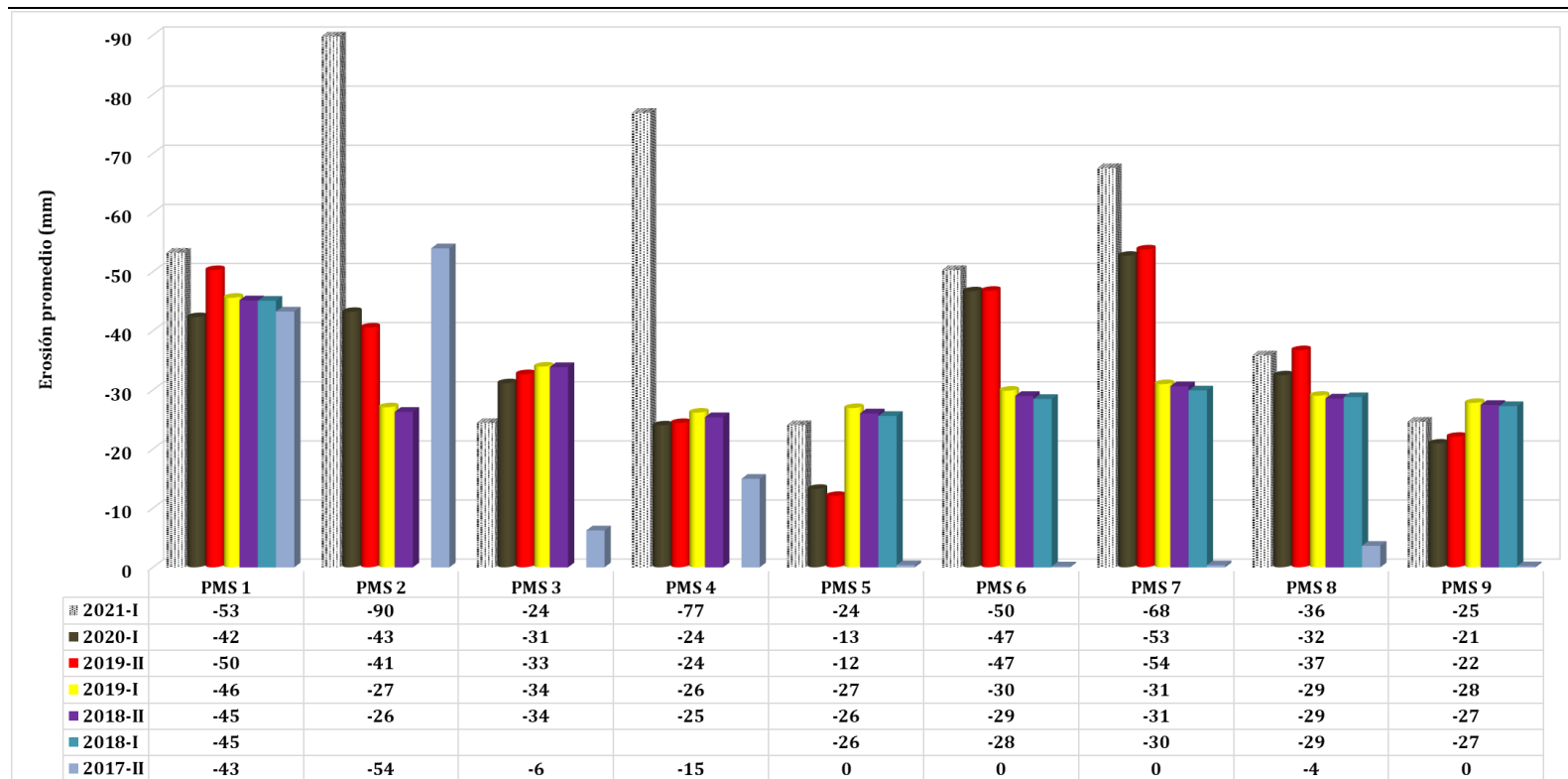
Profundidad acumulada de erosión en cada parcela, medida en 2017, 2018-I, 2018-II, 2019-I, 2019-II, 2020-I y 2021-I



Nota: Elaborada por autora, 2021.

Figura 6.

Profundidad media de erosión en cada parcela, medida en 2017, 2018-I, 2018-II, 2019-I, 2019-II, 2020-I y 2021-I



Nota: Elaborada por autora, 2021.

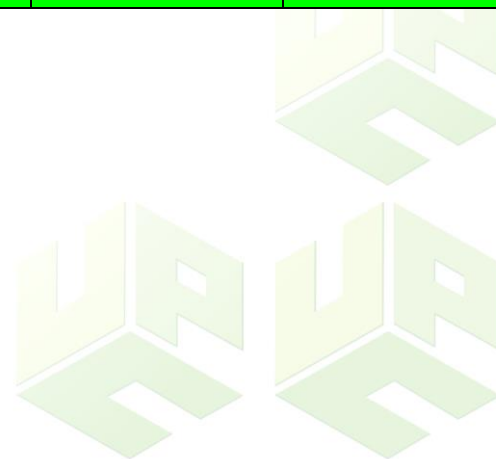
Tal como se ha destacado en informes anteriores, la desviación estándar de los datos en complemento con la fracción de testigos o varillas con máxima erosión, es decir erosión mayor o igual a 250 mm, dan idea del grado de profundización del nivel del suelo ante la acción de los factores erosivos en cada parcela. Es así como se puede evidenciar que de las nueve parcelas en las PMS 1, PMS 2, PMS 3 y PMS 4 se han manifestado focos de erosión por surcos y es precisamente dichas parcelas en donde se presenta mayor variación en la magnitud de la erosión respecto al valor promedio (Tabla 15).

Tabla 15.

% de testigos erodados con máximo nivel de erosión en 2021-I

| Parcelas | Nodos | Nodos erodados | N° de testigos con erosión máxima | % testigos erodados con erosión máxima | Desviación estándar (mm) |
|----------|-------|----------------|-----------------------------------|--|--------------------------|
| PMS 1 | 128 | 105 | 13 | 12.4% | 74,8 |
| PMS 2 | 128 | 127 | 11 | 8.7% | 59,8 |
| PMS 3 | 128 | 79 | 4 | 5.1% | 51,5 |
| PMS 4 | 128 | 122 | 4 | 3.3 % | 53,4 |
| PMS 5 | 128 | 96 | 0 | 0% | 27,7 |
| PMS 6 | 128 | 128 | 0 | 0% | 16,2 |
| PMS 7 | 128 | 122 | 0 | 0% | 43,6 |
| PMS 8 | 128 | 114 | 0 | 0% | 28,5 |
| PMS 9 | 128 | 110 | 0 | 0% | 20,4 |

Nota: Elaborada por Autora, 2021



8.1. ANALISIS DE RESULTADOS

En la medida en que se amplía la cantidad de registros de medición de pérdida de suelo por erosión, se puede evidenciar un comportamiento estacional en las tasas promedio anual de erosión, demostrando un carácter no lineal propio de los procesos geofísicos tal y como lo evidencian los resultados de la Tabla 16 y las curvas de la Tabla 17. En este periodo se marca el cambio de tendencia en casi todas las parcelas, las cuales presentan tasas positivas de erosión a excepción de la PMS 3 que mantiene tendencia a la sedimentación

Tabla 16.

Tasa promedio anual de pérdida de suelo por erosión en las parcelas

| Parcelas | 2015- 2017 | 2017-II- 2018-I | 2018-I- 2018-II | 2018-II - 2019-I | 2019-I - 2019-II | 2019-II - 2020-I | 2020-I – 2021-I |
|----------|---------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| | mm/año | mm/año | mm/año | mm/año | mm/año | mm/año | mm/año |
| PMS 1 | 17,3 | 3,7 | 0,2 | 0,9 | 9,4 | -15,9 | 10,9 |
| PMS 2 | 21,6 | - | 63,1 | 1,5 | 27,0 | 5,3 | 46,6 |
| PMS 3 | 2,5 | - | 81,3 | 0,1 | -2,6 | -3,1 | -6,7 |
| PMS 4 | 6,0 | - | 61,0 | 1,5 | -3,5 | -0,8 | 52,9 |
| PMS 5 | 0,2 | 50,5 | 1,1 | 1,8 | -29,7 | 2,4 | 10,8 |
| PMS 6 | 0,1 | 56,7 | 1,2 | 1,8 | 33,8 | 8,7 | 3,6 |
| PMS 7 | 0,1 | 59,1 | 1,7 | 0,7 | 45,6 | -2,2 | 14,9 |
| PMS 8 | 1,5 | 50,3 | -0,6 | 0,9 | 15,4 | -8,5 | 3,4 |
| PMS 9 | 0,1 | 54,2 | 0,5 | 0,7 | -11,5 | -2,3 | 3,7 |
| Años | 2,5 | 3 | 3,42 | 3,92 | 4,4 | 4,9 | 5,9 |

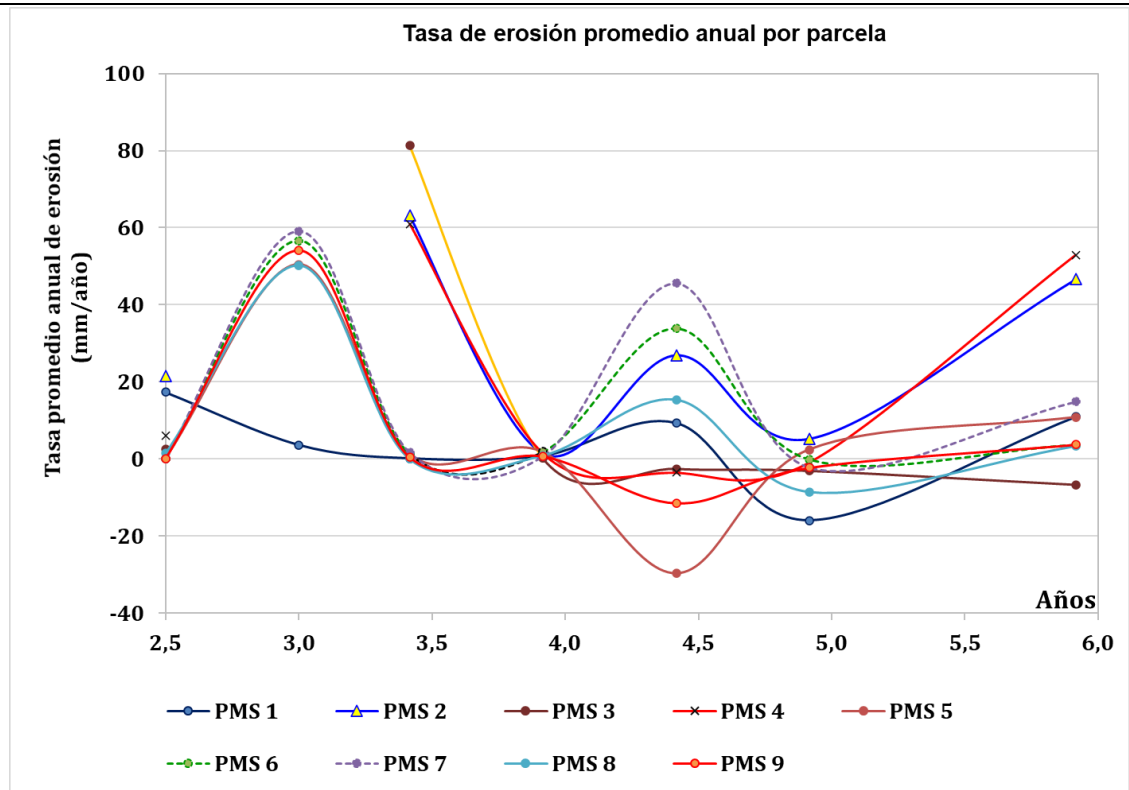
Nota: Elaborada por Autora, 2021.





Tabla 17.

Curvas de variación de la tasa de erosión promedio anual en cada parcela



Nota: Elaborada por Autora, 2021.

De los datos obtenidos a partir de las mediciones de campo se puede evidenciar que, hasta el momento, la pérdida promedio de suelo por erosión en las parcelas no ha superado los 6 cm en los casi 6 años de monitoreo, por lo cual se puede indicar que el grado de erosión en las 9 parcelas es moderado si se compara con la profundidad promedio mínima de 30 cm que deben tener los suelos en las zonas restauradas de la mina La Francia. Por otra parte, las variaciones de la tasa de erosión promedio anual en cada parcela se pueden generar por distintos factores, provocando incremento de la erosión o sedimentación como lo es desplazamiento natural del suelo en la ladera y la vulnerabilidad que se da a partir del desmonte al preparar la zona para las respectivas mediciones ya que al producirse lluvias de alta intensidad estas causan remoción de suelo lo cual se genero en el año 4.4.



8.2. ANÁLISIS DE LA RELACIÓN LINEAL ENTRE VARIABLES

Con el propósito de cuantificar la relación entre algunos parámetros fisicoquímicos y el proceso de erosión en las parcelas se estiman los coeficientes de correlación entre distintas variables cuyos resultados se analizan a continuación.

Este análisis se realiza con el coeficiente de correlación de Pearson para examinar la fuerza y la dirección de la relación lineal entre dos variables continuas, por tanto, busca interrelacionar las distintas características de las parcelas con el impacto o grado de intensidad de erosión manifiesto en las parcelas. Los valores del coeficiente de correlación pueden variar de -1 a $+1$. Mientras mayor sea el valor absoluto del coeficiente, más fuerte será la relación entre las variables.

Para la correlación de Pearson, un valor absoluto de 1 indica una relación lineal perfecta. Una correlación cercana a 0 indica que no existe relación lineal entre las variables. El signo del coeficiente indica la dirección de la relación. Si ambas variables tienden a aumentar o disminuir a la vez, el coeficiente es positivo y la línea que representa la correlación forma una pendiente hacia arriba. Si una variable tiende a incrementarse mientras la otra disminuye, el coeficiente es negativo y la línea que representa la correlación forma una pendiente hacia abajo.

En las tablas 18 y 19 se presentan los resultados de las correlaciones obtenidas. La columna izquierda se fijó 5 variables que muestran la intensidad de la erosión de las parcelas y en la fila superior se fijaron las mismas variables y los parámetros fisicoquímicos del suelo.

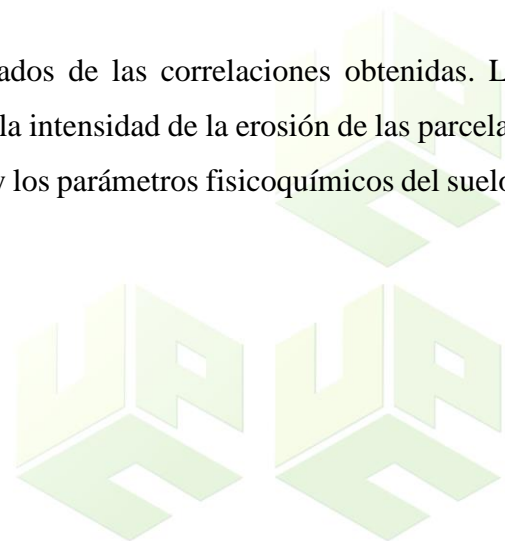


Tabla 18.

Coefficientes de correlación lineal de Pearson entre variables de interés (a)

| Variables | CIC | S.B % | C.O % | P. Disponible | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) |
|----------------------------------|-------|-------|-------|---------------|-----------|----------|-------------|
| Altura promedioerodada (mm) | -0,05 | 0,14 | -0,29 | 0,46 | 0,47 | -0,61 | 0,25 |
| Altura acumuladaerodada (mm) | -0,05 | 0,14 | -0,29 | 0,46 | 0,47 | -0,61 | 0,25 |
| N° de testigos conerosión máxima | -0,57 | 0,10 | -0,40 | -0,60 | 0,09 | -0,07 | -0,01 |
| Desviación estándar(mm) | 0,11 | -0,19 | 0,45 | -0,19 | -0,50 | 0,51 | -0,09 |
| Afectación (menor amayor) | -0,33 | 0,02 | -0,17 | -0,61 | -0,02 | 0,19 | -0,22 |

Nota: Elaborado por Autora, 2021.

De la tabla anterior se resalta una relación inversamente proporcional entre la intensidad física de la erosión y el contenido de limos en el suelo, lo cual es consistente con lo reportado en informes anteriores. También se destaca en esta oportunidad una relación directamente proporcional entre el contenido de arenas y la intensidad física de la erosión, es decir, que entre mayor contenido de arena mayor intensidad de erosión se está reportando. En términos de distribución espacial, el contenido de fosforo disponible y la capacidad de intercambio catiónico se comportan inversamente proporcionales al número de testigos erodados en las parcelas.



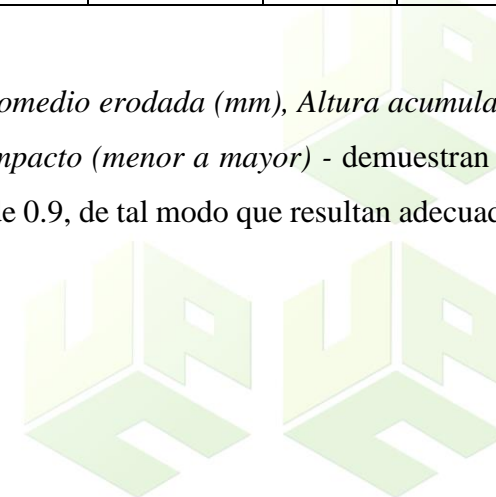
Tabla 19.

Coeficientes de correlación lineal de Pearson entre variables de interés (b)

| Variables | Altura acumulada erodada (mm) | Altura acumulada anual erodada (mm) | Altura promedio erodada (mm) | Altura promedio erodada anual (mm) | Desviación estándar (mm) | Afectación (menor a mayor) | N° de testigos con erosión máxima | % de testigos con erosión máxima |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Altura promedio erodada (mm) | 1,00 | 0,89 | 1,00 | 0,89 | -0,52 | -0,57 | -0,50 | -0,39 |
| Altura acumulada erodada (mm) | 1,00 | 0,95 | 1,00 | 0,95 | -0,51 | -0,61 | -0,57 | -0,41 |
| N° de testigos con erosión máxima | -0,50 | -0,53 | -0,50 | -0,53 | 0,88 | 0,21 | 1,00 | 0,99 |
| Desviación estándar (mm) | -0,52 | -0,53 | -0,52 | -0,53 | 1,00 | 0,20 | 0,88 | 0,90 |
| Afectación (menora mayor) | -0,57 | -0,25 | -0,57 | -0,25 | 0,20 | 1,00 | 0,21 | 0,18 |

Nota: Elaborado por Autora, 2021

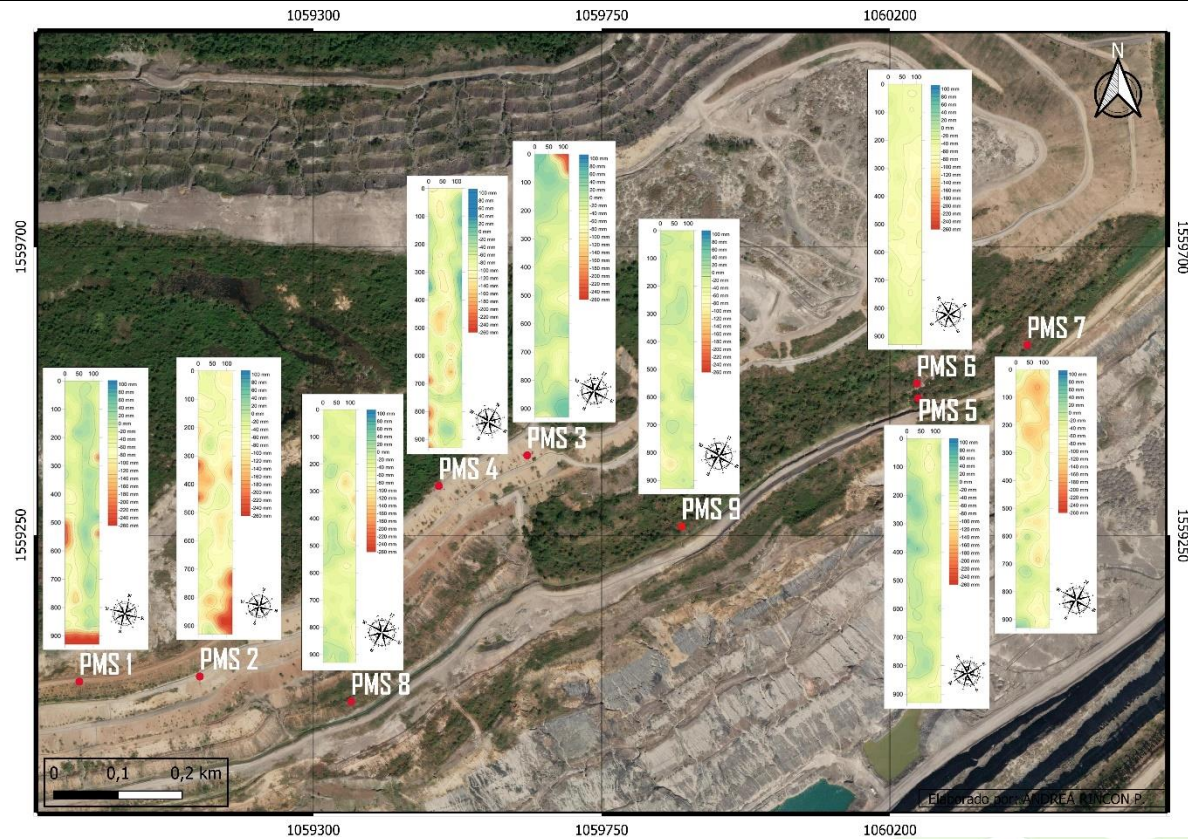
Como se muestra en las tablas anteriores, las 5 variables de intensidad - *Altura promedio erodada (mm)*, *Altura acumulada erodada (mm)*, *N° de testigos con erosión máxima*, *Desviación estándar (mm)*, *Impacto (menor a mayor)* - demuestran un alto grado de correlación entre sí el cual se ubica predominantemente por encima de 0.9, de tal modo que resultan adecuadas para evaluar las demás variables o factores fisicoquímicos.



8.3. MAPAS DE EROSIÓN EN LAS PARCELAS

Figura 7.

Mapa General del área de estudio con las Representaciones Gráficas Zonificadas de la erosión por parcela



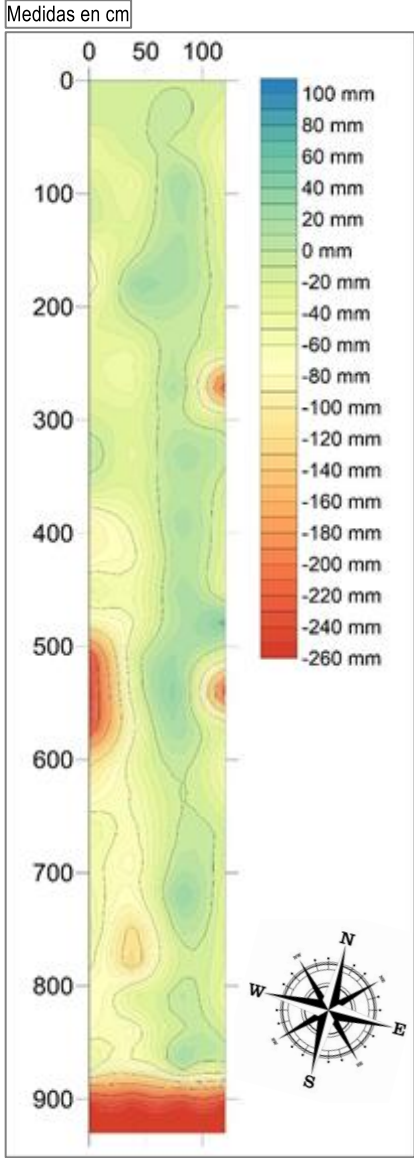

Nota: Elaborado por la Autora (2022). Cada una de las representaciones gráficas son descritas en el siguiente apartado.

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sabanas, Of. 105 D. PBX (57) (5) 5848217
EXT. 1129

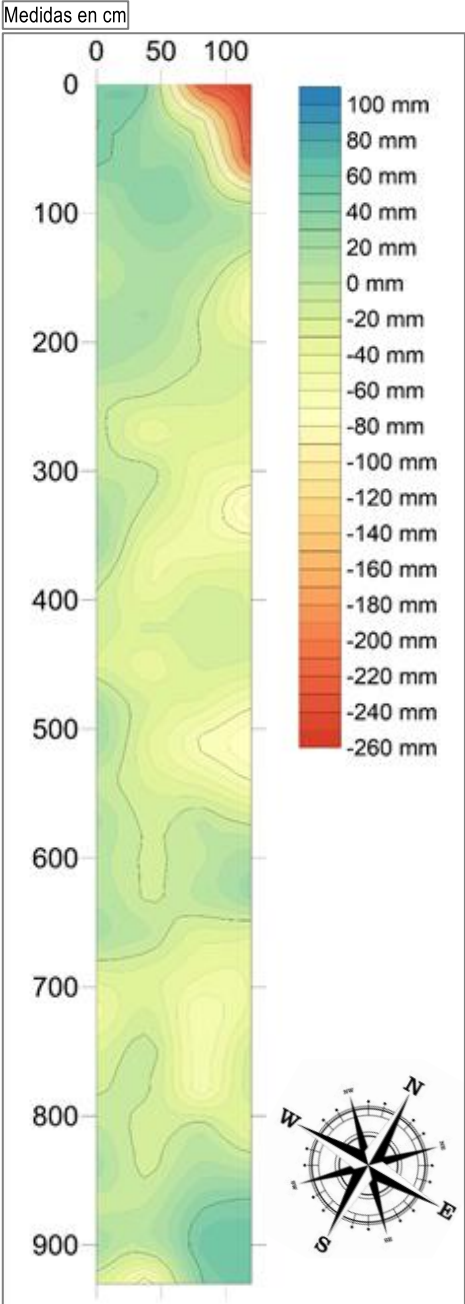

Línea de atención al ciudadano 01 8000 400380
Valledupar Cesar Colombia

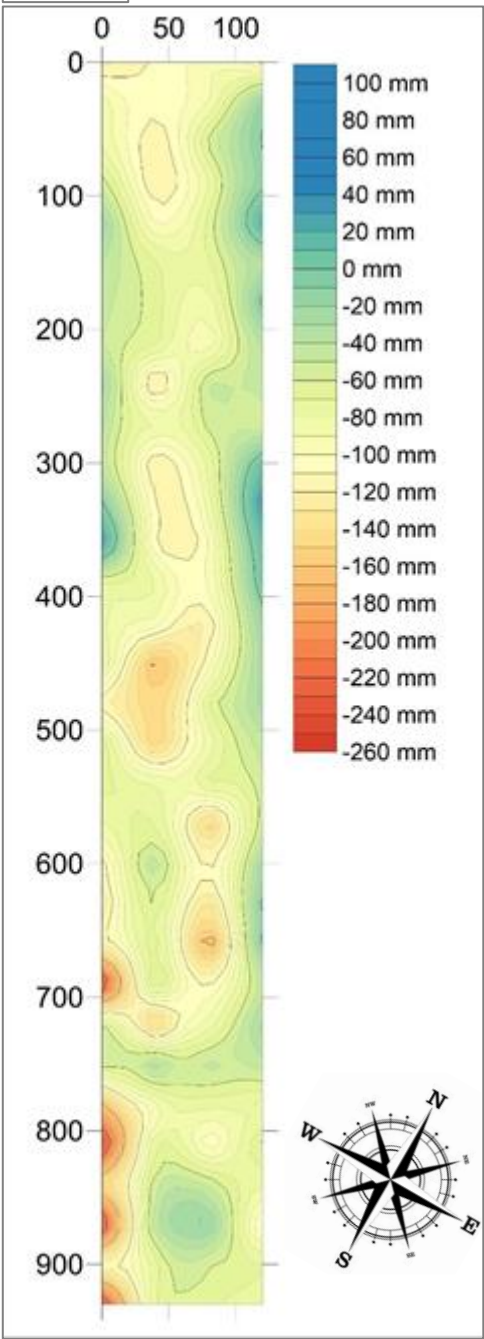

Tabla 20.

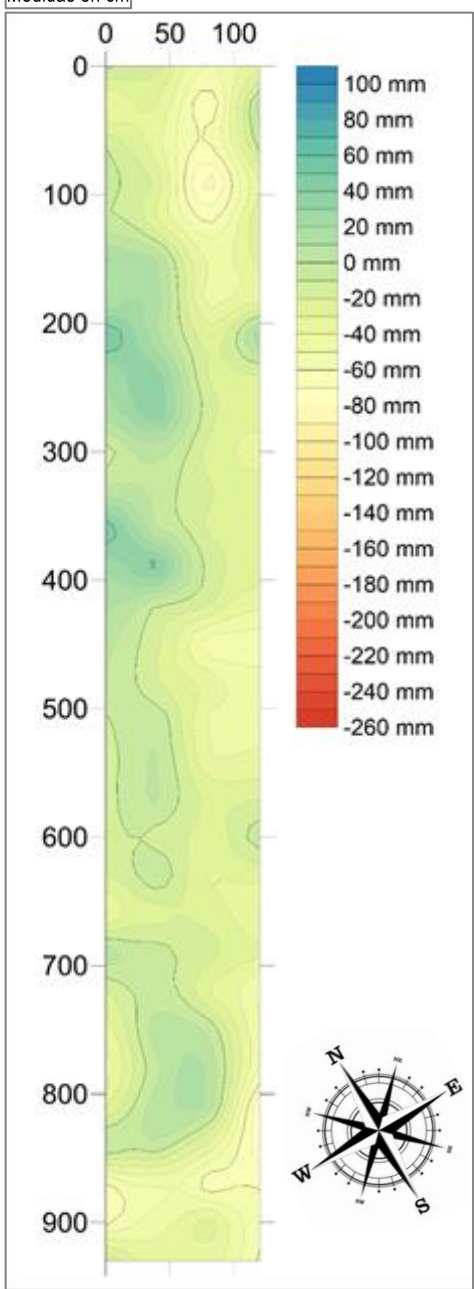

Mapas de erosión de las unidades (parcelas) de estudio.

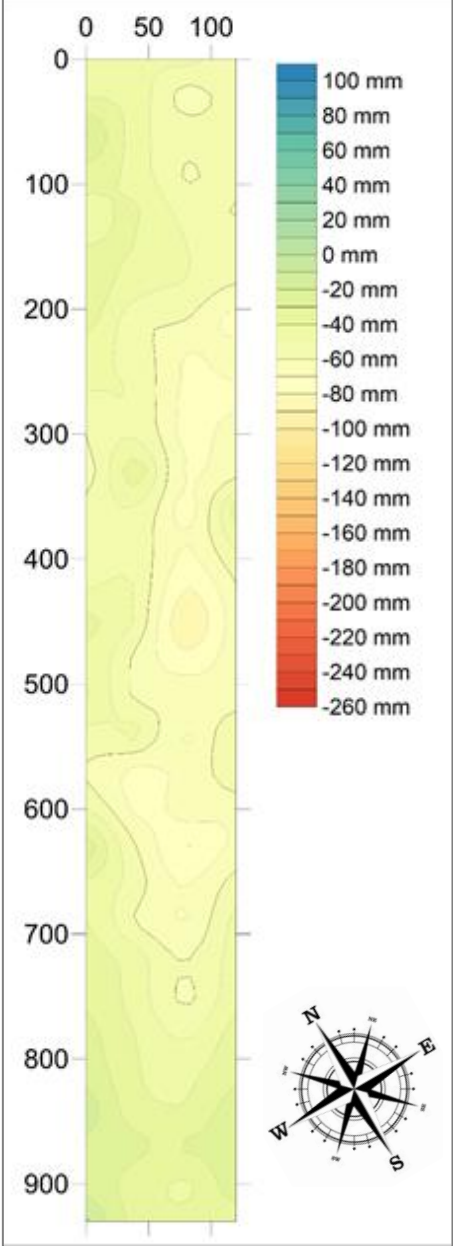

| Parcela PMS 1 2021-1 | Descripción |
|---|---|
| <p>Medidas en cm</p>  | <p>Parcela 1: Esta parcela presentó un incremento del 13% en la cobertura de nodos erodados y un aumento del 25.8% en el volumen de pérdida de suelo por erosión respecto al periodo anterior. Aunque presenta zonas con pequeños surcos, especialmente en la parte inferior y zonas laterales como lo muestra el mapa, se destaca que en general durante el presente periodo en la parcela sigue predominando la erosión laminar <i>moderada</i> con una pérdida de suelo promedio multianual de 3.8 mm/año. Ya que esta parcela no presenta una ampliación de cobertura de vegetación, se atribuyen los bajos efectos de la erosión a la resistencia que los materiales del suelo brindan ante los efectos erosivos de las lluvias que se presentaron durante el periodo.</p>  |

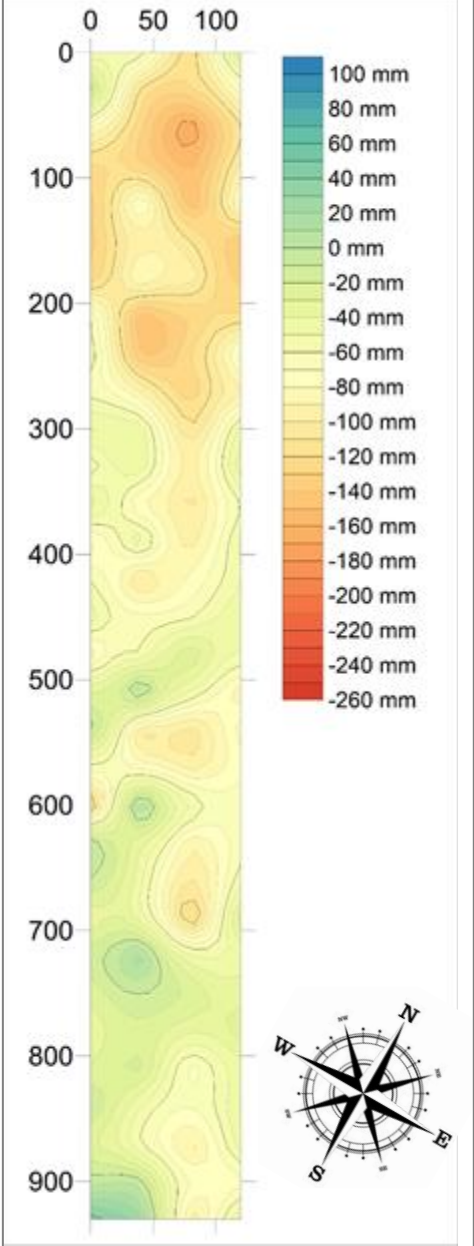

| Parcela PMS 2 2021-1 | Descripción |
|----------------------|--|
| <p>Medidas en cm</p> | <p>Parcela 2: en esta parcela el patrón de pérdida del suelo manifiesta un cambio de laminar a erosión por surcos que se han ido identificando en la parte inferior de la parcela.</p> <p>En general el grado de erosión en esta parcela se puede categorizar como <i>moderado</i> con tendencia a severo. La tasa promedio multianual de erosión de esta parcela es de 27.5 mm/año y la profundidad media de la erosión hasta el presente periodo es de 90 mm. Esta parcela está completamente desprovista de vegetación lo cual la hace más vulnerable a la erosión, no obstante, la fracción de limos en su textura le sigue proporcionando algo de resistencia para compensar su vulnerabilidad ante la erosión hídrica.</p> |

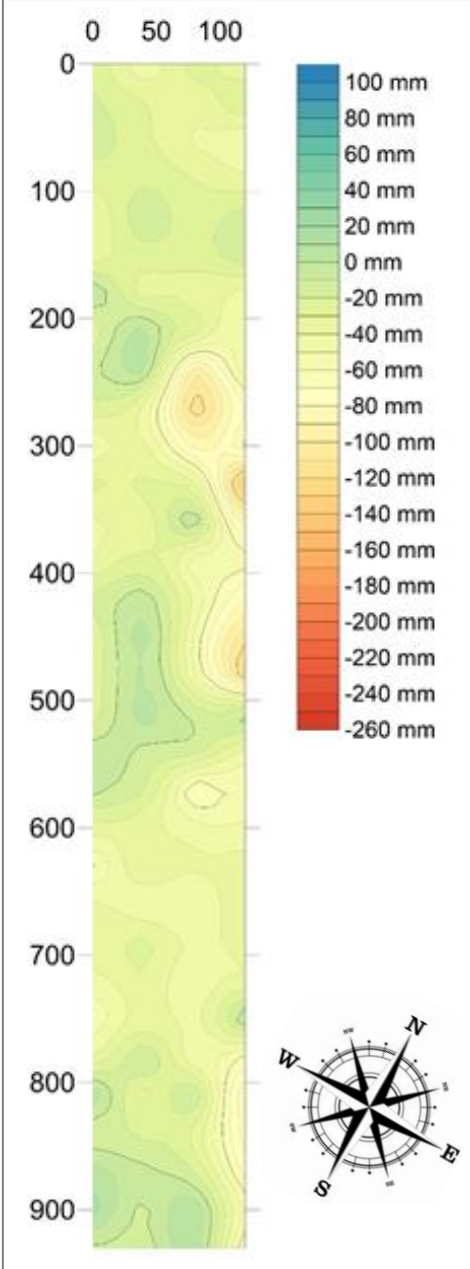

| Parcela PMS 3 2021-1 | Descripción |
|---|--|
| <p>Medidas en cm</p>  | <p>Parcela 3: esta parcela mantiene su tendencia a la sedimentación e incrementó la tasa promedio de erosión negativa al -6.7 mm/año. Se diferencia de las demás en que presenta un mejor desarrollo de vegetación constituida por pastos y arbustos que le provee protección y que puede estar favoreciendo la retención de sedimentos transportados por la escorrentía proveniente de la ladera aguas arriba de la parcela.</p> <p>Aunque persiste el surco ubicado en la parte alta derecha, en este periodo se mantuvo estable sin presentar avance.</p> <p>En general el patrón espacial de pérdida del suelo en el resto de la parcela es <i>leve</i> y de carácter laminar.</p>  |

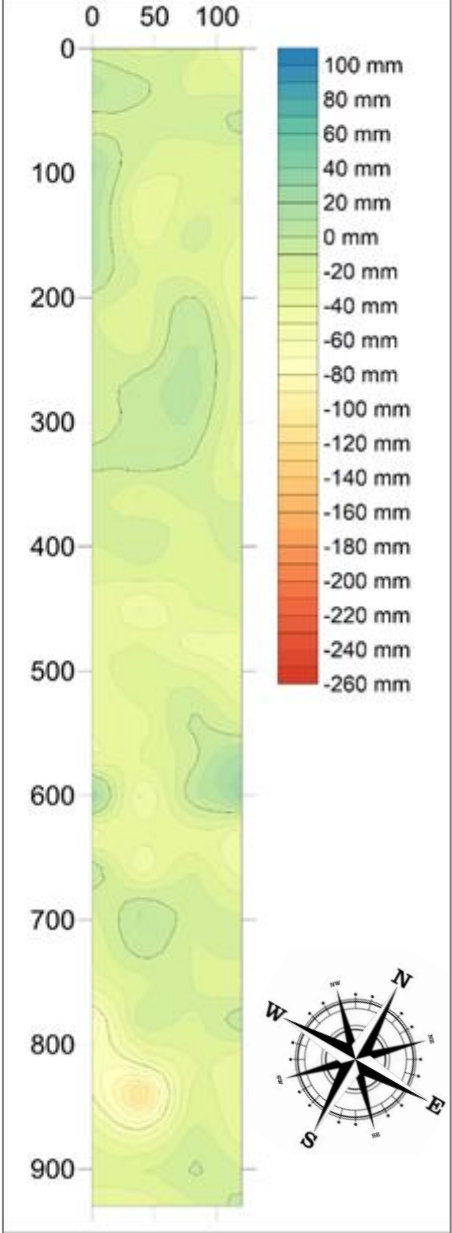

| Parcela PMS 4 2021-1 | Descripción |
|---|---|
| <p>Medidas en cm</p>  | <p>Parcela 4: en esta parcela se está presentando una transición de erosión laminar a erosión por surcos y es por ello que el cambio porcentual entre los registros del periodo anterior y el actual tienden a ser de gran magnitud (220.4%). Si bien los surcos aún no han ocasionado la pérdida significativa de los testigos de erosión, se evidencia el desarrollo por espacios intermedios como se muestra en la fotografía de este cuadro. En comparación con el periodo anterior, en este periodo predominó la erosión y se estima una tasa de erosión media multianual de 19.5 mm/año.</p> <p>En comparación con el momento de instalación, esta parcela muestra el predominio de la erosión tipo laminar con carácter <i>moderado</i> y con tendencia a erosión por surcos de carácter severo. Como lo registra la fotografía la parcela está desprovista de vegetación, y empieza a sufrir afectación por la acumulación de flujos en la parte central del área de monitoreo.</p>  |

| Parcela PMS 5 2021-1 | Descripción |
|---|---|
| <p>Medidas en cm</p>  | <p>Parcela 5: En esta parcela en esta oportunidad el balance presentó erosión moderada registrando una pérdida del 2% respecto al periodo anterior. Esta parcela presenta la menor alturapromedio de erosión calculada en 13.26mm desde su instalación hasta la fecha.</p> <p>Como se muestra en el mapa, aunque se presentaron algunas zonas con erosión, el patrón fue laminar, de carácter <i>leve</i>.</p> <p>Es importante desatacar, además, que la ubicación de la parcela bajo lacobertura de árboles y arbustos contribuye a su protección ante los efectos de la lluvia directa sobre la pérdida de suelo en la parcela.</p>  |

| Parcela PMS 6 2021-1 | Descripción |
|---|--|
| <p>Medidas en cm</p>  | <p>Parcela 6: en este periodo esta parcelase mantuvo relativamente estable en comparación con el periodo anterior, predominando la erosión tipo laminar de carácter <i>moderado</i>. La variación respecto al periodo anterior fue de apenas 7.8%, y presentó una profundidad media de erosión de 50 mmdesde la instalación hasta la fecha del presente periodo de monitoreo. La tasa promedio multianual de erosión en esta parcela es de 13.8 mm/año.</p> <p>Como se registra en la imagen, estaparcela también se encuentra desprovista de vegetación lo cual incrementa su vulnerabilidad ante losefectos de los agentes erosivos, en especial de la lluvia y la escorrentía.</p> <p>Es de destacar que en este periodo estásigue siendo la única parcela quepresentó erosión en el 100% de su superficie, no obstante no presenta surcos, debido probablemente a la baja pendiente del terreno.</p>  |

| Parcela PMS 7 2021-1 | Descripción |
|---|--|
| <p>Medidas en cm</p>  | <p>Parcela 7: esta parcela al igual que la anterior presenta erosión tipo laminar, de grado <i>moderado</i>, con una altura promedio de pérdida de suelo por erosión de 68 mm desde su instalación hasta la fecha. Respecto al periodo anterior, esta parcela presenta un incremento en la erosión del 28.2%.</p> <p>Esta parcela presenta una pérdida promedio multianual de suelo por erosión estimada en 17.1 mm/año. En este periodo, se identificó menor cobertura vegetal en esta parcela que en periodos anteriores.</p>  |

| Parcela PMS 8 2021-1 | Descripción |
|---|--|
| <p>Medidas en cm</p>  | <p>Parcela 8: esta parcela al igual que en los periodos anteriores mantiene su patrón de erosión laminar de carácter <i>leve</i>, con baja intensidad, con una pérdida promedio de suelo por erosión de 36 mm desde el momento de su instalación hasta la fecha y una tasa de erosión multianual de 9 mm/año. Respecto al periodo anterior, presentó incremento en el volumen de erosión del 10.4% y una erosión distribuida en el 89% de su superficie. Esta parcela no presenta surcos ni rasgos de procesos de erosión profunda.</p>  |

| Parcela PMS 9 2021-1 | Descripción |
|---|---|
| <p>Medidas en cm</p>  | <p>Parcela 9: en esta parcela al igual que la anterior se presentó cambio de tendencia a la erosión con un volumen de suelo erodado del 17.7% respecto al periodo anterior, y una altura promedio de erosión hasta la fecha es de 2,5 cm y una tasa promedio multianual de erosión de 6.5 mm/año.</p> <p>El tipo de erosión predominante en esta parcela es laminar, de carácter <i>leve</i>. Al igual que en la parcela PMS 5 se destaca que la ubicación de esta parcela bajo la cobertura de árboles y arbustos contribuye a su protección ante los efectos de la lluvia directa sobre la pérdida de suelo en la parcela.</p>  |

Nota: Elaborado por la Autora, 2022.

9. ASUNTOS DE PROTECCIÓN LEGAL



Valledupar Cesar, 23 de febrero de 2022.

DE: **ILIANA MARIA SAENZ LOPEZ**
Gerente CONSULTORIAS Y PROYECTOS DEL CESAR S.A.S

PARA: **ANDREA YULIETH RINCON PEREZ**
Pasante de Ingeniería Ambiental y Sanitaria
Universidad Popular del Cesar

ASUNTO: **AUTORIZACION DE ASUNTOS DE PROTECCIÓN LEGAL**

Por medio de la presente hago constar que autorizo a la estudiante Pasante del programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, ANDREA YULIETH RINCON PEREZ identificada con cédula de ciudadanía 1.065.843.052 para utilizar información de la empresa exclusivamente en la elaboración y presentación del informe de pasantía titulado "ELABORACION DE INFORME DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LOS PROCESOS EROSIVOS EN LA MINA LA FRANCIA 2021-1", correspondiente al requisito parcial de la estudiante para optar al título de Ingeniera Ambiental y Sanitaria de la Universidad Popular del Cesar, año 2022. Dada la confidencialidad de la información técnica del informe, en la cual está involucrada una tercera empresa que no forma parte del presente convenio con la Universidad, no se autoriza el uso de la información para divulgación científica, técnica o académica sin previa revisión y aprobación por parte de la empresa CONSULTORIAS Y PROYECTOS DEL CESAR S.A.S. y el cliente involucrado.

Por lo anterior, se expide el presente documento para fines académicos.

Atentamente.



ILIANA MARIA SAENZ LOPEZ
Gerente



CONCLUSIONES

A partir de los resultados del monitoreo del avance de la erosión realizado en el mes de mayo de 2021, a las parcelas instaladas en el botadero de la mina La Francia se establecen las siguientes conclusiones:

En términos de distribución espacial del proceso de erosión, en este periodo se presentó un incremento del 6% de la cobertura espacial global registrada en las 9 parcelas de monitoreo respecto al periodo anterior, mientras que la intensidad vertical o variación másica de la pérdida global de suelo registró un incremento del 45.7% respecto al periodo anterior.

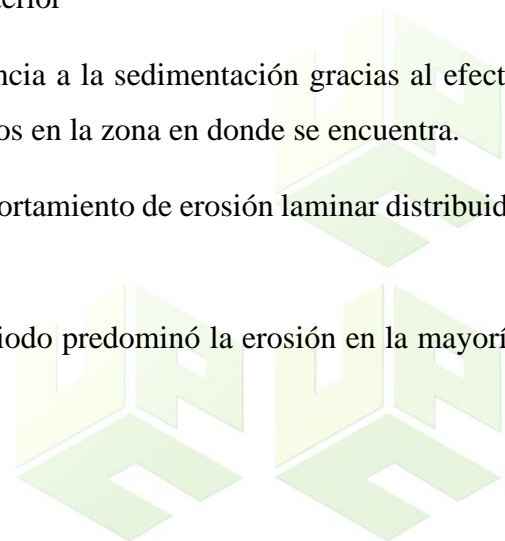
Las parcelas PMS 4, PMS 5 y PMS 1 presentaron los mayores cambios en la redistribución espacial de la erosión con incremento del 24%, 23 y 13% respectivamente en comparación con el periodo anterior. Las parcelas PMS 6, PMS 8, PMS 2 y PMS 7 se mantuvieron constantes o con incrementos inferiores al 8% en comparación con el periodo anterior. Por su parte, las parcelas PMS 3 y PMS 9 presentaron variaciones del -11% y -2% lo cual representa que en este periodo se presentó un retroceso en el avance espacial de la erosión.

Las parcelas PMS 4, PMS 2 y PMS 5 presentaron los mayores cambios en la intensidad física de la erosión con un incremento en la pérdida de suelo del 220.4%, 107.9% y 81.4% respectivamente en comparación con el periodo anterior

Por su parte, la parcela PMS 3 mantiene su tendencia a la sedimentación gracias al efecto protector que ejerce la cobertura de pastos y arbustos en la zona en donde se encuentra.

La parcela PMS 6 se mantiene estable con un comportamiento de erosión laminar distribuida en el 100% de la superficie.

En términos generales se concluye que en este periodo predominó la erosión en la mayoría de las parcelas.





RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar el programa o actividades de revegetalización y uno de los factores para garantizar el éxito de dicho programa es primero que haya disponibilidad de suelo para que crezcan las plantas y segundo que las plantas sean las indicadas, es decir fomentar una vegetación arbustiva y gramíneas utilizando especies nativas, con el fin de mantener una erosión de tipo laminar con pequeñas intensidades para evitar que emigre a erosión por surcos o cárcavas; ya que se pueden desestabilizar las estructuras del botadero generando remisión en masa y se presenten desprendimientos.

Asimismo, continuar con el monitoreo y seguimiento y ampliarlo de manera que de forma cualitativa se realice un análisis multitemporal, no solamente de la profundidad de erosión en la parcela, sino que además como evoluciona la cobertura vegetal, creando imágenes aéreas con el fin de tomar medidas oportunas.

Por otra parte, se debe verificar el estado de las cunetas o canales las cuales es importante que cuenten con disipadores de energía en los botaderos o zonas de restauración de modo que se prevengan fenómenos avanzados de erosión.





REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FAO. (2018). GUIA DE BUENAS PRACTICAS PARA LA GESTION Y USO SOSTENIBLE DEL SUELO.

FAO. (10 de Mayo de 2019). Detengamos la erosión del suelo para garantizar la seguridad alimentaria en el futuro. Cinco razones por las que necesitamos proteger nuestros suelos. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura: <https://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1193735/>

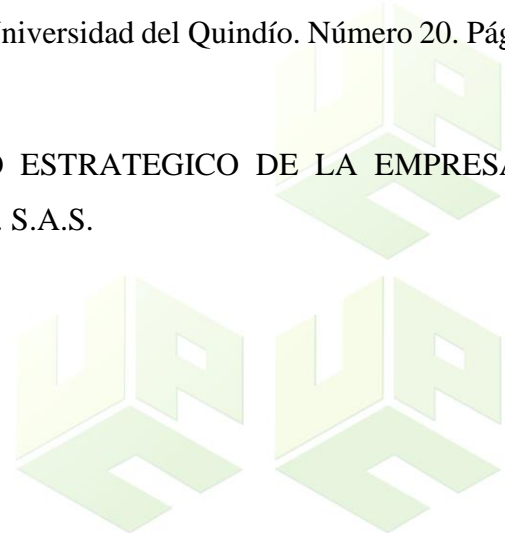
FAO. (11 de Marzo de 2019). Simposio Mundial sobre la Erosión del Suelo. ¿Qué es la erosión del suelo? Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura: <https://www.fao.org/about/meetings/soil-erosion-symposium/key-messages/es/#:~:text=La%20erosi%C3%B3n%20del%20suelo%20disminuye,graves%2C%20conduce%20al%20desplazamiento%20de>

IDEAM. (2015). ESTUDIO NACIONAL DE LA DEGRADACION DE SUELOS POR EROSION EN COLOMBIA.

MADS. (2015). POLITICA PARA LA GESTION SOSTENIBLE DEL SUELO.

Muñoz, Figueroa, Pérez & Cañizalez. (2010). Susceptibilidad de la Erosión en dos Agroecosistemas Altoandinos del Cauca. Revista Universidad del Quindío. Número 20. Pág. 9 – 17. Armenia, Colombia.

S.A.S., C. (2008). DIRECCIONAMIENTO ESTRATEGICO DE LA EMPRESA CONSULTORIAS Y PROYECTOS DEL CESAR. S.A.S.





ANEXOS

HOJA DE VIDA
Adrian Augusto Perpiñan Guerra

ADRIAN AUGUSTO PERPIÑAN GUERRA
Ingeniero Ambiental y Sanitario, M.Sc.
Candidato a Doctor en Ingeniería - Recursos Hidráulicos

Cédula de ciudadanía N°: 7'571.661 Expedida en Valledupar
Lugar y fecha de nacimiento: La Jagua del Pilar (Guajira) 20 de noviembre de 1982
Dirección: Calle 85 N° 66 – 72, Apto. 310 Unidad residencial Bravancia - Medellín (Antioquia)
Teléfonos: 5043227 y 314-5929826
E-mail: aaperpinang@unal.edu.co - aaperpinang@gmail.com,
Estado civil: Casado



PERFIL PROFESIONAL Y OCUPACIONAL

Soy Ingeniero Ambiental y Sanitario con estudios de Maestría en Ingeniería y actualmente cursando el Doctorado en Ingeniería - Recursos Hidráulicos, con formación y experiencia en el diseño, implementación y evaluación de proyectos en Gestión Ambiental. Me he desempeñado como consultor, asesor y ejecutor de proyectos de ingeniería en empresas del sector público y privado, ejerciendo funciones de planeación, organización, dirección, ejecución y supervisión. Tengo conocimientos y he participado en el desarrollo de estudios fluviales e hidrológicos, evaluación y gestión del riesgo de grandes proyectos de infraestructura, en el diseño e implementación de programas de Ahorro y Uso eficiente del Agua, en proyectos de acueductos y alcantarillado, en estudios de Planificación Urbano-regional orientada a la conservación de los recursos hídricos, y en la implementación de Sistemas de Gestión Ambiental, orientados bajo las normas NTC-ISO 14001.

Mis competencias laborales están fundamentadas en la ética y los principios de respeto, responsabilidad, efectividad, integridad, honestidad y solidaridad, aspectos que me permiten desarrollar y aplicar los conocimientos adquiridos, rodeado de un ambiente de constante reto, mejoramiento continuo, sana competitividad, trabajo en equipo y gestión de resultados, para desempeñarme en:

- Diseño, evaluación e inventoría de sistemas de acueducto y alcantarillado y sistemas de potabilización y tratamiento de aguas residuales.
- Dirección, evaluación y ejecución de estudios de impacto ambiental y planes de manejo y gestión ambiental.
- Evaluación, formulación y ajuste de planes gestión del riesgo en proyectos de infraestructura.
- Ejecución y evaluación de estudios hidrológicos, hidráulicos e hidrogeológicos.
- Investigación y evaluación de la problemática ambiental, sanitaria y de recursos hidráulicos en diferentes escalas espacio temporales.
- Diseño, construcción, interventoría y evaluación de planes, programas, proyectos y obras de saneamiento básico, agua potable, control de aguas residuales y manejo de residuos sólidos y peligrosos.
- Formulación, evaluación, ejecución e inventoría de proyectos de planificación ambiental regional, planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas, programas de ahorro y uso eficiente del agua.
- Planificación, desarrollo y evaluación de estudios de evaluación y manejo de la sedimentación de embalses.
- Realización de auditorías internas de Sistemas de Gestión Ambiental basados en la norma NTC ISO 14001:2004.
- Diseño, coordinación y ejecución de programas de educación y sensibilización ambiental, a nivel académico, empresarial y comunitario.

Dirección: Carrera 85 N° 66 – 72, Apto 310, Medellín
E-mail: aaperpinang@unal.edu.co; Cel.314-5929826; Teléfono: 5043227 Medellín.



ESTUDIOS REALIZADOS

- POSGRADO:** ESTUDIANTE DE DOCTORADO EN INGENIERÍA - RECURSOS HIDRÁULICOS
Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Minas.
Medellín, Inicio: agosto de 2014.
Proyecto de tesis de Doctorado: Simulación del manejo de corrientes de turbiedad en un embalse tropical.
- MAGÍSTER EN INGENIERÍA - RECURSOS HIDRÁULICOS.
Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Minas.
Medellín, 11 de abril de 2014.
Tesis de Maestría: Metodología para la evaluación y selección de alternativas de aprovechamiento, ahorro y uso eficiente del agua en el sector institucional.
- PREGRADO:** INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO.
Universidad Popular del Cesar.
Valledupar, 2005.
Tesis de pregrado: Diseño de un Sistema de Lodos Activados por Aireación Extendida para el tratamiento aguas residuales Institucionales.
- DIPLOMADOS:** DIPLOMATURA EN ÁREAS PROTEGIDAS URBANAS
Universidad Santo Tomás, Sede Medellín y Área Metropolitana del Valle de Aburrá
Medellín, 2013
- DIPLOMADO EN SALUD OCUPACIONAL Y RIESGOS PROFESIONALES.
Fundación Universitaria del Área Andina.
Valledupar, 2008.

PRODUCCIÓN ACADÉMICA E INVESTIGATIVA

- Perpiñan, A. (2016). Liberación de corrientes de turbiedad como alternativa para el manejo de la sedimentación de embalses tropicales. XXVII Congreso Latino Americano de Hidráulica, Lima, Perú. 26 al 30 de septiembre de 2016.
- Perpiñan, A., & Marbello, R. (2014). Metodología de apoyo a la decisión para la gestión integrada del agua en el sector institucional. *Revista Gestión y Ambiente*, 17(2), 31-43.
- Perpiñan, A. (2014). *Metodología para la evaluación y selección de alternativas de aprovechamiento, ahorro y uso eficiente del agua en el sector institucional*. (Tesis de Maestría), Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Perpiñan, A., Guzmán, A., & Uran, K. (2013). Modelo de gestión del parque Natural Regional Metropolitano Cerro El Volador. Área Protegida Urbana del municipio de Medellín. *Ponencia en el Seminario Planificación del territorio para la sostenibilidad ambiental. Universidad Santo Tomás – Área Metropolitana del Valle de Aburrá*.
- Villegas, C., Perpiñan, A., Betancur, J., & Suarez, M. (2013). Avances de la gestión ambiental en la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. *Foro Colombiano "Universidades y Sostenibilidad" Red Colombiana de formación ambiental-nodo Antioquia Chocó*.
- Perpiñan, A. (2005). *Diseño de un Sistema de Lodos Activados por Aireación Extendida para el tratamiento aguas residuales Institucionales*. (Tesis de pregrado), Universidad Popular del Cesar, Valledupar.



**HOJA DE VIDA
Adrian Augusto Perpiñan Guerra**

ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS

PASANTÍA DOCTORAL: MODELACIÓN HIDRODINÁMICA DE FLUJOS DE SEDIMENTOS EN EMBALSES. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España. Enero a julio de 2019.

SEMINARIO: PLANIFICACIÓN DEL TERRITORIO PARA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL. Universidad Santo Tomás – AMVA, agosto de 2013.

FORMACIÓN: AUDITOR INTERNO EN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL BASADOS EN LA NORMA NTC ISO 14001 04. Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira, noviembre de 2012.

SEMINARIO-TALLER: FORMULACIÓN, EVALUACIÓN Y SOSTENIBILIDAD DE PROYECTOS DE DESARROLLO MARCO LÓGICO APLICADO MGA. Universidad de Antioquia, junio – octubre de 2012.

CURSO: SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL NORMA NTC ISO 14001 04. Servicio Educativo Nacional de Aprendizaje – SENA, abril – mayo de 2012.

CURSO: SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD EN EL SECTOR PÚBLICO: CONOCIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA NTCGP 1000. Servicio Educativo Nacional de Aprendizaje – SENA, abril – mayo de 2012.

CURSO: ISO 9001:2008 FUNDAMENTOS DE UN STEMAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD. Servicio Educativo Nacional de Aprendizaje – SENA, abril – mayo de 2012.

SEMINARIO: SEMINARIO INTERNACIONAL DE PALEOECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN AMERICA TROPICAL. Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín, 2012.

CURSO: ArcGIS. Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín, 2010.

CURSO: FORMULACIÓN DE PROYECTOS. Servicio Educativo Nacional de Aprendizaje – SENA, 2009.

CURSO: ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS. CARACTERÍSTICAS, FACTORES DE ÉXITO, TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS ADMINISTRATIVAS. Servicio Educativo Nacional de Aprendizaje – SENA, 2009

TALLER: GESTION AMBIENTAL. Ministerio del Medio Ambiente y Universidad Popular del Cesar, 2004.

CURSO: FORMACION SOBRE DIDACTICA. UPARSISTEM. 2004.

TALLER DE FORMACIÓN PROFESIONAL: PROGRAMA AGUA Y EDUCACIÓN PARA LAS AMERICAS Y EL CARIBE. UNESCO-PHI y Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible, 2011.

CURSO: INTERVENTORÍA DE OBRAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO. ACODAL, 2005.

CURSO: METODOS PARA MANEJO Y PROCESAMIENTO DE INFORMACION ESPACIAL. ACODAL, 2005.

CURSO: CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA. ACODAL, 2006.

CURSO: HIDRÁULICA APLICADA A PLANTAS DE POTABILIZACIÓN DE AGUAS Y MANEJO DE LODOS. ACODAL, 2005.

Dirección: Carrera 85 N° 66 – 72, Apto 310, Medellín
E-mail: aaperpinang@unal.edu.co; Cel.314-5929826; Teléfono: 5043227 Medellín.



EXPERIENCIA LABORAL

- **ENTIDAD:** FACULTAD DE MINAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MEDELLÍN
Cargo: Prestación de servicios profesionales de Ingeniero Ambiental y Sanitario especialista en hidrología e hidráulica para realizar el análisis del componente hidráulico de la zona de estudio del convenio: "Aunar esfuerzos técnicos, financieros y administrativos para monitorear y evaluar, aguas abajo del sitio de presa, el efecto del Proyecto Hidroeléctrico Ituango, sobre el medio físico y actividades económicas asociadas al bajo cauca y la mojana (minería, agricultura, ganadería y transporte fluvial)" tomadas en campañas de campo (25 de mayo de 2020 hasta 31 de mayo de 2021).
Actividades contractuales:
Apoyar en la construcción del modelo topo-batimétrico del río cauca y brazo de loba en la zona de estudio.
Calibrar y simular las condiciones hidráulicas y de transporte de sedimentos del río cauca y brazo de loba en la zona de estudio.
Realizar campañas de campo para recolectar información, y validar el modelo hidráulico y de sedimentos en la zona del proyecto.
Realizar los informes correspondientes a cada uno de los productos del componente hidráulico.
Supervisora del contrato: LILIAN POSADA GARCÍA (Profesora titular, Directora del proyecto).
Dirección: Carrera 80 No 65-223 Núcleo Robledo, Medellín. **Teléfonos:** 4 255115
- **ENTIDAD:** CONSULTORÍAS Y PROYECTOS DEL CESAR – CPC. S.A.S.
Cargo: Prestación de servicios profesionales de Ingeniero Ambiental y Sanitario especialista para realizar la actualización del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV de la cabecera municipal de La Jagua de Ibirico y los corregimientos La Victoria de San Isidro, La Palmita y Boquerón (09 de mayo de 2020 hasta 16 de diciembre de 2020).
Actividades contractuales:
Asesoría técnica del proyecto.
Supervisor del contrato: RAFAEL GUERRA GARCÍA (Director técnico y operativo de CPC. S.A.S.).
Dirección: Carrera 33 No 6B-26 Altagracia, Valledupar. **Teléfonos:** +57 5 5623253
- **ENTIDAD:** UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
Cargo: Docente (30 de agosto de 2020 hasta 24 de diciembre de 2020)
Actividades contractuales:
Docente de las asignaturas Diseño de Acueducto y Diseño de Alcantarillado.
Evaluación de anteproyectos y proyecto de grado de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.
Supervisor del contrato: Luis Alberto Romero (Director de Departamento de Ingeniería Ambiental y Sanitaria).
Dirección: Diagonal 21 No 29-56 Sabanas del Valle – Valledupar. **Teléfonos:** +57 5 5848217 y 3103659585
- **ENTIDAD:** FACULTAD DE MINAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MEDELLÍN
Cargo: Prestación de servicios profesionales de Ingeniero Ambiental y Sanitario para realizar la evaluación de los instrumentos de gestión ambiental y de gestión del riesgo disponibles en el proceso de recuperación del proyecto Hidroeléctrico Ituango (25 de septiembre de 2019 hasta 30 de noviembre de 2019)



Actividades contractuales:

Realizar la evaluación y análisis de los cambios y perfeccionamientos realizados a la licencia ambiental y al nuevo plan de contingencia elaborado de acuerdo con las condiciones de riesgo presentes y futuras.
Realizar la evaluación y análisis del riesgo ambiental, social y socioeconómico producido por el cierre de las compuertas de la casa de máquinas y análisis del diagnóstico ambiental de alternativas - DAA.
Realizar un análisis del nuevo plan de contingencia desarrollado desde el comienzo de la contingencia.

Supervisora del contrato: LILIAN POSADA GARCÍA (Profesora titular, Directora del proyecto).
Dirección: Carrera 80 No 65-223 Núcleo Robledo, Medellín. **Teléfonos:** 4 255115

- **ENTIDAD:** FACULTAD DE MINAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MEDELLÍN

Cargo: Prestación de servicios profesionales de Ingeniero Ambiental y Sanitario (01 de mayo de 2018 hasta 15 de octubre de 2018)

Actividades contractuales:

Analizar los impactos ambientales generados a partir de la contingencia del proyecto hidroeléctrico Ituango en abril mayo de 2019.
Colaborar con la evaluación de los planes de Contingencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango
Colaborar con la evaluación de los riesgos derivados de la contingencia del proyecto hidroeléctrico Ituango.
Colaborar con la formulación del plan de contingencias para las nuevas condiciones de riesgo del proyecto Hidroeléctrico Ituango.

Supervisora del contrato: LILIAN POSADA GARCÍA (Profesora titular, Directora del proyecto).
Dirección: Carrera 80 No 65-223 Núcleo Robledo, Medellín. **Teléfonos:** 4 255115

- **ENTIDAD:** FACULTAD DE MINAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MEDELLÍN

Cargo: Prestación de servicios profesionales de Ingeniero Ambiental y Sanitario (06 de julio de 2018 hasta 31 de diciembre de 2018)

Actividades contractuales:

Apoyar como investigador auxiliar en el estudio de los efectos del embalse Hidroituango sobre la dinámica de transporte de sedimentos en el tramo aguas abajo del río Cauca.

Supervisora del contrato: LILIAN POSADA GARCÍA (Profesora titular, Directora del proyecto).
Dirección: Carrera 80 No 65-223 Núcleo Robledo, Medellín. **Teléfonos:** 4 255115

- **ENTIDAD:** CONTRATO DE CONSULTORÍA DEL INGENIERO ALDO JAVIER ROMERO FRAGOZO PARA SECRETARÍA DE PLANEACIÓN E INFRAESTRUCTURA MUNICIPIO DE SAN MARTÍN, CESAR

Cargo: Ingeniero Hidráulico (01 de agosto de 2017 a 29 de octubre de 2017).

Objeto del Contrato:

Elaboración del estudios y diseños de las redes alcantarillado sanitario para el área de expansión del sector oriental del municipio de San Martín, Departamento del Cesar. (Plazo: 3 meses).

Dirección: Carrera 85 N° 66 – 72, Apto 310, Medellín
E-mail: aaperpinang@unal.edu.co; Cel.314-5929826; Teléfono: 5043227 Medellín.



**HOJA DE VIDA
Adrian Augusto Perpiñan Guerra**

Supervisora del contrato: Liliana Ivonne Viloría Pabón, Secretaria de Planeación e Infraestructura del municipio de San Martín.

Dirección: Carrera 7 No. 13 – 56 Barrio el Socorro San Martín -Cesar. **Teléfonos:** Teléfono: 095 5548168
Planeacion@sanmartin-cesar.gov.co

- **ENTIDAD:** FACULTAD DE MINAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MEDELLÍN (Análisis de los efectos de la operación de la central hidroeléctrica Sogamoso sobre la dinámica fluvial del río Sogamoso aguas abajo de la presa y hasta su desembocadura en el río Magdalena)

Cargo: Prestación de servicios profesionales de Ingeniero Ambiental y Sanitario (1 de noviembre de 2016 hasta 01 de octubre de 2017)

Actividades contractuales:

Análisis de los efectos de la operación de la Central sobre la zona ribereña del río Sogamoso aguas abajo de la presa hasta la desembocadura en el río Magdalena.

Supervisora del contrato: LILIAN POSADA GARCÍA (Profesora titular, Directora del proyecto).

Dirección: Carrera 80 No 65-223 Núcleo Robledo, Medellín. **Teléfonos:** 4 255115

- **ENTIDAD:** FACULTAD DE MINAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MEDELLÍN (Elaboración de términos de referencia para Estudios de Impacto Ambiental de Proyectos de Exploración y Producción de Hidrocarburos Costa Afuera).

Cargo: Prestación de servicios profesionales de Ingeniero Ambiental y Sanitario (19 de febrero de 2014 hasta 01 de octubre de 2014)

Actividades contractuales:

- Revisión y análisis de los Términos de Referencia existentes y demás referencias bibliográficas de interés para el desarrollo del proyecto. Proponer criterios para la definición del área de influencia de los proyectos, así como para la caracterización ambiental y para la elaboración de los planes de manejo ambiental en proyectos de Exploración y Producción de Hidrocarburos costa afuera.

Supervisor del contrato: ANDRES OSORIO ARIAS (Director del proyecto - Grupo de Investigación Oceánicos).

Dirección: Calle 59A No 63-20 Núcleo El Volador, Medellín. **Teléfonos:** 4 309570

- **ENTIDAD:** INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MEDELLÍN (Implementación del Plan Integral de Gestión Ambiental de la Sede Medellín – PIGA FASE II).

Cargo: Coordinador Técnico PIGA FASE II (11 de junio de 2013 hasta 28 de septiembre de 2014)

Logros y funciones específicas:

- Coordiné la ejecución de las actividades del Plan Integral de Gestión Ambiental de la Sede, que en la fase II están orientadas a la educación ambiental y gestión ambiental en la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.

Supervisora del contrato: CLARA INÉS VILLEGAS PALACIO (Directora Instituto de Estudios Ambientales – IDEA UN).

Dirección: Calle 59A No 63-20 Núcleo El Volador, Medellín. **Teléfonos:** 4 309580 - 4309570

Dirección: Carrera 85 N° 66 – 72, Apto 310, Medellín
E-mail: aaperpinang@unal.edu.co; Cel.314-5929826; Teléfono: 5043227 Medellín.



- **ENTIDAD:** INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MEDELLÍN (Implementación del Plan Integral de Gestión Ambiental de la Sede Medellín – PIGA FASE II).

Cargo: Coordinador componente ambiental Proyecto de Planificación del Corredor Estratégico de La Iguañá, Municipio de Medellín (15 de octubre a 31 de diciembre de 2013)

Logros y funciones específicas:

- Elaboré la síntesis diagnóstica biofísica del área de estudio, identifiqué los impactos ambientales actuales y futuros asociados a las dinámicas de desarrollo local, regional y nacional que inciden sobre el territorio, aporté a la elaboración del modelo de planificación territorial del área de estudio, formulé las estrategias, programas y perfiles de proyectos para el manejo de los impactos ambientales identificados en el área de interés.

Jefe inmediato: LUIS CARLOS AGUDELO PATIÑO (Director Proyecto de consultoría).

Dirección: Calle 59A No 63-20 Núcleo El Volador, Medellín. **Teléfonos:** 4 309570 - 4309579

- **ENTIDAD:** INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MEDELLÍN (Formulación del Cinturón Verde Metropolitano del Valle de Aburrá - CVMVA).

Cargo: Ingeniero Ambiental - (27 de noviembre de 2012 hasta el 30 de abril de 2013).

Logros y funciones específicas:

Realicé la delimitación y priorización de la Estructura de Conexión Ecológica (ECE) entre el Cinturón Externo (CE) y el Sistema de Transición Urbano Rural (STUR). Así mismo realicé la síntesis diagnóstica de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo en el sistema de transición urbano-rural y la ECE, y, participé en la elaboración de los instrumentos de gestión para la conservación de áreas prestadoras de servicios ambientales en los tres ámbitos de planificación, en los municipios que integran el Cinturón Verde Metropolitano del Valle de Aburrá.

Jefe inmediato: LUIS CARLOS AGUDELO (Director del proyecto de consultoría)

Dirección: Calle 59ª No 63-20 Núcleo El Volador, Medellín. **Teléfonos:** 4 309570 - 4309579

- **ENTIDAD:** INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MEDELLÍN (Formulación e implementación del Plan Integral de Gestión Ambiental de la Sede Medellín - PIGA).

Cargo: Coordinador Técnico PIGA (1 de febrero de 2011 hasta el 31 de diciembre de 2012)

Logros y funciones específicas:

- Coordiné el Equipo de Gestión Ambiental de la Sede, en el marco del Sistema de Mejor Gestión – UN SIMEGE, la implementación de las Políticas Operativas y los planes de tratamiento para los riesgos del Sistema de Gestión Ambiental en la Sede durante la vigencia 2012.
- Participé y realicé aportes para la formulación de la Política Ambiental de la Universidad Nacional de Colombia, en el marco de UN SIMEGE.
- Asesoré y apoyé la Implementación en la Sede de la Campaña las 3R's, dirigida por la Vicerrectoría de Sede en el marco del premio UN SIMEGE año 2011.
- Coordiné la elaboración del Diagnóstico y la Evaluación ambiental de la Sede.
- Coordiné los trabajos de detección y localización de fugas de agua en la red de acueducto del Campus.
- Diseñé las estrategias y programas de Gestión Ambiental propuestos para la Sede.

Dirección: Carrera 85 N° 66 – 72, Apto 310, Medellín
E-mail: aaperpinang@unal.edu.co; Cel.314-5929826; Teléfono: 5043227 Medellín.



**HOJA DE VIDA
Adrian Augusto Perpiñan Guerra**

- Formulé los proyectos para la gestión de los Residuos Sólidos y Peligrosos, Educación Ambiental, Gestión Ambiental Institucional, Usos racional y eficiente de la Energía y Gestión del Recurso Hídrico.
- Brindé asesoría técnica a distintas dependencias de la Sede para la gestión de los residuos sólidos y peligrosos.
- Diseñé y ejecuté talleres y jornadas de educación y sensibilización ambiental.
- Asesoré y acompañé a la Institución en la atención de los requerimientos legales presentados por las Autoridades Ambientales Competentes.
- Preparé los informes de gestión ambiental que la Sede presentó ante la Contraloría General de la República en para las vigencias 2010 y 2011.
- He participado en la evaluación, técnica, tecnológica, legal y económica, para la selección de proveedores de servicios para la Gestión externa de Residuos Peligrosos, la implementación de sistemas ahorradores de agua y energía.

Jefe inmediato: AMANDA LUCIA MORA MARTINEZ (Directora Instituto de Estudios Ambientales – IDEA UN).
Dirección: Calle 59A No 63-20 Núcleo El Volador, Medellín. **Teléfonos:** 4 309570 - 4309581

- **ENTIDAD:** INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MEDELLÍN (Actualización del Plan Ambiental del Municipio de Medellín - PAM).

Cargo: Ingeniero Ambiental - componentes Aire, Agua y Residuos sólidos. (07 de noviembre de 2010 a 07 de abril de 2011).

Logros y funciones específicas: Participé en la actualización del diagnóstico ambiental del municipio de Medellín y en la formulación de los indicadores ambientales de los componentes aire, agua y residuos sólidos.

Jefe inmediato: LUIS CARLOS AGUDELO (Director del Proyecto consultoría)
Dirección: Calle 59ª No 63-20 Núcleo El Volador, Medellín. **Teléfonos:** 4 309570 - 4309579

- **ENTIDAD:** INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MEDELLÍN (Subproyecto Responsabilidad Ambiental UN SIMEGE).

Cargo: Ingeniero Ambiental (9 de diciembre de 2010 a 8 de marzo de 2011).

Logros y funciones específicas: Participé en conjunto con los miembros del Comité Técnico Nacional de Gestión Ambiental, en la Caracterización del Sistema de Gestión Ambiental de la Institución tomando como referencia la Norma NTC ISO 14001 04, así mismo participé en la elaboración de los procedimientos obligatorios y operativos, los Formatos y Protocolos y la Matriz de Riesgos del Sistema de Gestión Ambiental de la Universidad Nacional de Colombia.

Jefe inmediato: AMANDA LUCIA MORA MARTINEZ (Directora Instituto de Estudios Ambientales – IDEA UN).
Dirección: Calle 59ª No 63-20 Núcleo El Volador, Medellín. **Teléfonos:** 4 309570 – 4309505

- **ENTIDAD:** UNIVERSIDAD DE LA GUAJIRA seccional Fonseca

Cargo: DOCENTE CATEDRATICO ASIGNATURA SANEAMIENTO AMBIENTAL, PROGRAMA INGENIERÍA DEL MEDIO AMBIENTE, Segundo semestre año 2009.

Dirección: Carrera 85 N° 66 – 72, Apto 310, Medellín
E-mail: aaperpinang@unal.edu.co; Cel.314-5929826; Teléfono: 5043227 Medellín.



**HOJA DE VIDA
Adrian Augusto Perpiñan Guerra**

Jefe inmediato: Ing CARLA PATRICIA ARIZA (Directora del Programa)

Dirección oficina: Campus universitario - Km 2 vía Fonseca a Barrancas **Celular:** 317 – 3080988

- **ENTIDAD:** AMBIENTAL CONSULTORES & CIA LTDA - NIT 800.247.308-6, actualmente INERCO CONSULTORÍA COLOMBIANA LTDA -NIT 800.247.308-6. (Contrato: Implementación de Plan de Manejo Ambiental y Gerencia ambiental para la construcción de la Presa el Cercado y las Líneas de Conducción Principal a los Distritos de Riego del Proyecto Río Ranchería - Guajira).
Cargo: Inspector Ambiental (24 de octubre de 2006 hasta 30 de enero de 2010)

Logros y funciones específicas:

- Evalué, ajusté de los diseños y supervisé la construcción y operación de los sistemas de acueducto y alcantarillado, las plantas de potabilización y tratamiento de aguas residuales del proyecto.
- Diseñé, elaboré los presupuestos y supervisé la construcción del centro de acopio de residuos sólidos, el centro de recepción de fauna silvestre, las baterías sanitarias, las piscinas de sedimentación, trampas de grasas y desarenadores para el manejo de las aguas residuales industriales y escorrentía superficial generadas en la obra.
- Diseñé e implementé medidas de mitigación de la contaminación del aire en las vías y plantas de concretos y de trituración del proyecto, brindé apoyo técnico en el proceso de modificación de la licencia ambiental del proyecto, acompañé el desarrollo de los programas de monitoreo fisicoquímicos del río y monitoreo de ruido y calidad del aire.
- Brindé apoyo técnico para la renovación de las Certificaciones de Conalvias S.A Seccional Guajira Proyecto río Ranchería, en la norma NTC ISO 9001:2000, durante los años 2007, 2008 y 2009. Así mismo desde mi dependencia brindé apoyo para la Certificación de Conalvias S.A. en la norma NTC ISO 9001:2008. Participé en la implementación de las normas NTC ISO 14001:2004 y NTC OHSAS 18001:2007, en Ambiental Consultores y Conalvias Proyecto Río Ranchería.
- Desarrollé de actividades de formación y educación ambiental dirigidas a los trabajadores del proyecto y a las comunidades del área de influencia.
- Realicé permanente inspección, supervisión ambiental y en seguridad industrial a la construcción de las distintas obras del proyecto.

Jefe inmediato: ROBERTO CARDENAS G. (Jefe ambiental)

Dirección de trabajo: "El Cercado" San Juan del Cesar – Campamentos del Proyecto Río Ranchería.

Dirección actual de la INERCO (Anteriormente Ambiental Consultores): Calle 116 Nro. 19-41 piso 3 Bogotá D.C.

Teléfonos: 310 – 8524744 - 571 236 26 00

infocolombia@inercocom

- **ENTIDAD:** Empresa de Servicios Públicos de La Jagua del Pilar EMPILAR S.A. – E.S.P.

Cargo: INGENIERO CONSULTOR DISEÑO, PLANEACIÓN E IMPLEMENTACION CATASTRO DE USUARIOS DE LOS SERVICIOS DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO EN LA LOCALIDAD DE LA JAGUA DEL PILAR. Noviembre 10 a Diciembre 26 de 2005.

Contratante: RAFAEL RAMON SOTO FUENTES (Gerente)

Dirección: Cra 2 #6-06 La Jagua del Pilar - **Celular:** 311 - 2753522

- **ENTIDAD:** UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL VALLEDUPAR.

Cargo: DOCENTE PROGRAMA ADMINISTRACION AMBIENTAL Y DE LOS RECURSOS NATURALES. Segundo semestre de 2005 – primer semestre 2006.

Dirección: Carrera 85 N° 66 – 72, Apto 310, Medellín
E-mail: aaperpinang@unal.edu.co; Cel.314-5929826; Teléfono: 5043227 Medellín.



HOJA DE VIDA
Adrian Augusto Perpiñan Guerra

Jefe inmediato: EMMA RAMIREZ (Directora seccional Valledupar)
Dirección: Cra 9 #9-70 Valledupar **Teléfono:** 5 - 734158

- **ENTIDAD:** Instituto Técnico UPARSISTEM.

Cargo: JEFE DEL PROGRAMA TECNICO EN MINERIA, DOCENTE TOPOGRAFÍA GENERAL, TOPOGRAFÍA DE MINAS Y MANEJO AMBIENTAL EN LA MINERÍA

PROGRAMA TECNICO EN MINERÍA. Agosto de 2004 a octubre de 2006.

Jefe inmediato: DORIANA BUELVAS (Directora General Uparsistem)

Dirección: Calle 16A # 12 - 36 (Valledupar) **Teléfono:** 5 - 606314

REFERENCIAS PERSONALES

RAMIRO VICENTE MARBELLO PEREZ

Profesor Asociado Escuela de Geociencias y Medio Ambiente

Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

Celular: 3004817734 - 3155348820

AMANDA LUCÍA MORA MARTINEZ

Directora Nacional de Investigaciones

Universidad Nacional de Colombia

Celular: 318 7838942

ADRIAN AUGUSTO PERPIÑAN GUERRA

CC. 7'571.661 Expedida en Valledupar

Medellín, 30 de abril de 2021

Dirección: Carrera 85 N° 66 - 72, Apto 310, Medellín
E-mail: aaperpinang@unal.edu.co; Cel.314-5929826; Teléfono: 5043227 Medellín.