RESUMEN TRABAJO DE GRADO

Evaluación de lineamientos técnicos para la inclusión de la bioingeniería de suelos en retiros de quebrada

Autor:

Diana María Acevedo Miranda

CC: 43.255.191

Asesor

Sergio Humberto Valencia Hurtado

Co – Asesor

Yudy Andrea Londoño Cañas

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICO DE ANTIOQUIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA AMBIENTAL

MEDELLÍN, COLOMBIA

2021

Contenido

CAPITULO I. Enfoques y perspectivas de la aplicación de obras de bioingeniería a retiros de quebradas ..... ¡Error! Marcador no definido.
Problema de Investigación ..... ¡Error! Marcador no definido.
Justificación ..... ¡Error! Marcador no definido.
Hipótesis de Investigación ..... ¡Error! Marcador no definido.
Objetivos ¡Error! Marcador no definido.
Objetivo General ..... ¡Error! Marcador no definido.
Objetivos Específicos ..... ¡Error! Marcador no definido.
Marco teórico ..... ¡Error! Marcador no definido.
Suelo ¡Error! Marcador no definido.
Erosión ¡Error! Marcador no definido.
Sistema Hídrico de Medellín ..... ¡Error! Marcador no definido.
Bioingeniería ..... ¡Error! Marcador no definido.
Marco Normativo ..... ¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO II. Técnicas de bioingeniería, aplicabilidad en Colombia y Medellín ¡Error! Marcador no definido.
Bioingeniería de suelos en Colombia y Medellín ..... ¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO III. Implementación de las técnicas de bioingeniería sobre retiros de quebradas en la ciudad de Medellín ... ¡Error! Marcador no definido.
Contextualización del territorio. ..... ¡Error! Marcador no definido.
Red hidrográfica del municipio de Medellín. ..... ¡Error! Marcador no definido.
Proceso atención Petición, Queja, Reclamo, Sugerencia o Denuncia –PQRSD- asociados a quebradas en la Subsecretaría de Recursos Naturales ¡Error! Marcador no definido.
Datos de intervenciones realizados en quebradas ..... ¡Error! Marcador no definido.
Propuesta criterios a evaluar para determinar si la bioingeniería que se pueden aplicar en la solución a problemáticas en retiros de quebrada. ..... ¡Error! Marcador no definido.
Capítulo IV. Validación de la propuesta ..... ¡Error! Marcador no definido.
Conclusiones ..... ¡Error! Marcador no definido.
Referencias Bibliográficas ..... ¡Error! Marcador no definido.
Anexos ¡Error! Marcador no definido.

Lista de tablas

Tabla 1. Aspectos y características de los suelos .... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 2 Capas del suelo..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 3. Propiedades físicas del suelo..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 4. Propiedades químicas del suelo..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 5. Clasificación de la erosión según tipo, grado y clase . **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 6. Instrumentos de planeación relacionados con el recurso hídrico ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 7. Particularidades de la bioingeniería de suelos y agua **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 8. Técnicas definidas para el manejo de taludes..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 9. Pendiente y tipo de intervención ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 10. Legislación aplicable a manejo e intervención de cuencas hidrográficas..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 11. Ventajas y desventajas de los diferentes tipos de plantas ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Lista de figuras

Figura 1 Proceso natural de degradación del suelo . **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 2. Degradación acelerada del suelo por actividades humanas. ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 3. Estructura Ecológica principal de Medellín **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 4. . Amenaza por movimiento en Masa en Medellín ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 5. Información General. FO-GEMA ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 6. Descripción de las problemáticas encontradas y soluciones propuestas..... **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 7. Calificación en matriz de priorización para mantenimiento de quebradas ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 8. Descripción de las problemáticas encontradas ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 9. Calificación en matriz de priorización para obra hidráulica o recuperación de retiro de quebrada. ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 10. Calificación pertinencia bioingeniería de suelos..... **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 11. Información general ficha 3205 ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 12. Descripción de la solicitud y descripción del evento ficha 3205. ... **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 13. Registro fotográfico ficha 3205 Ficha técnica 3205. **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 14. Solución sugerida y valoración en matriz ficha 3205.... **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 15. Calificación pertinencia bioingeniería de suelos..... **¡Error! Marcador no definido.**

Anexos

Anexo 1 - Estructura Ecológica Principal

Anexo 2 - Amenaza por Movimientos en Masa

Anexo 3 - Consulta Contratos SMA 2015-2019

Anexo 4 – FOGEAM Ficha técnica de valoración para intervención en quebradas

Anexo 5 – PROPUESTA Ficha técnica de valoración para intervención en quebradas

Resumen de la investigación

La ciudad de Medellín, gracias a su localización geográfica, las bondades de su ecosistema, así como los procesos de desarrollo comercial y social que se gestaron desde principios del siglo XX, la convirtieron en un polo de atracción poblacional. Esto significó que se fuera transformando el espacio urbano en virtud del aprovechamiento de los recursos naturales, especialmente, el río Medellín y sus quebradas como fuente de agua, tanto para el consumo humano, como para su aprovechamiento industrial. Las fuentes hídricas se convirtieron en el centro de poblamiento, lo cual se traduce en un uso de las mismas y por ende en un deterioro de los espacios naturales por prácticas de ocupación del espacio y el uso del agua.

En las quebradas se producen fenómenos que son derivados por la ocupación de los cauces, alteraciones de su trayecto original, como la erosión y procesos de socavación. La erosión ocurre cuando las partículas de suelo son separadas por las acciones del agua y del viento. El material erosionado queda suspendido en el agua y sedimentará cuando encuentre las condiciones adecuadas. Muchas toneladas de suelo pueden ser lavadas y llevadas corriente abajo. Los árboles y las plantas, que mantienen el suelo en el lugar, pueden ser desgarrados por el viento y las aguas de inundaciones.

La anterior situación se está presentando sobre los retiros de las quebradas en la jurisdicción del municipio de Medellín y es por ello que la Secretaría de Medio Ambiente realiza intervenciones en estas, mediante mantenimiento y obra nueva en los cauces, con la finalidad de prevenir situaciones de riesgo y buscar proteger los canales hidráulicos. Dichas intervenciones están clasificadas con problemáticas asociadas a coberturas o canales deteriorados, desbordamientos o inundaciones, desvíos de fuentes hídricas, residuos sólidos, estructuras colapsadas, hundimientos de vías, andenes o pisos, insuficiencia de capacidad hidráulica, invasiones de retiro, obstrucciones, movimientos en masa (socavación/erosión), entre otros.

Las intervenciones, por lo general, detallan aspectos como localización, objetivos, descripción del sitio de estudio, estudio hidráulico, evaluación de condiciones existentes, evaluación de alternativas, descripción de obras, cálculos, cantidades de obra, presupuesto y evaluaciones a futuro. Dichas intervenciones son realizadas mediante actividades con personal propio o por contratación pública, de acuerdo a los requerimientos y especificaciones planteadas por los profesionales (ingenieros civiles, ambientales, sanitarios, hidráulicos y geólogos), que son consignadas en primer lugar en una ficha técnica y desarrollados posteriormente en estudios previos y en los pliegos de condiciones (cuando es contratación) para

ejecución de obras civiles convencionales, posterior a la evaluación y priorización de las situaciones a intervenir, que en la actualidad incluye soluciones netamente civiles, dejando de lado las posibilidades de desarrollo de otras alternativas.

La bioingeniería presenta un conjunto de técnicas que ofrecen soluciones a problemas de inestabilidad en masas de suelo, donde los ingenieros pueden encontrar un complemento adecuado a las técnicas tradicionales de estabilización, normalmente utilizadas en la ingeniería civil, llevando a la implementación de materiales naturales que cumplen con normativas técnicas específicas, de acuerdo con su funcionalidad, resistencia, contención, rehabilitación, bajos costos, entre otros.

En la Secretaría de Medio Ambiente de Medellín, hace falta incluir y fortalecer esta u otras técnicas para que sea contemplada en los procesos de intervención y priorización alternativas diferentes.

Con el presente trabajo, se buscó proponer los lineamientos técnicos, que permitan a los profesionales de la Secretaría de Medio Ambiente, evaluar la factibilidad para desarrollar proyectos de bioingeniería que permitan intervenir las problemáticas identificadas en las quebradas, principalmente las relativas a invasiones de retiro y movimientos en masa, por estar asociadas a procesos de socavación o erosión, contribuyendo con la implementación de alternativas amigables con el ambiente, mediante la propuesta de criterios a evaluar que permitan identificar si es posible o no que una de las soluciones pueda ser desarrollada aplicando bioingeniería.

Con base en una exploración analítica de la producción teórica, así como de estudios aplicados se obtuvieron los elementos claves para reconocer las técnicas de ingeniería no convencional que pudieran ser aplicables sobre los retiros de fuentes hídricas. Igualmente se examinaron los criterios que actualmente se utilizan para realizar la priorización de intervenciones en quebradas y, con base en ellos, se construyó una propuesta con los criterios a evaluar para determinar en la priorización si la intervención a realizar puede ser de bioingeniería. Por último, se procede replicar los criterios sobre un caso de priorización anterior con el fin de validar su aplicabilidad.

Palabras clave

Medellín, Movimientos en masa, Rio Medellín, Retiros de quebradas, obras civiles de intervención, Bioingeniería de suelos.

Referencias bibliográficas

Acuerdo 48 de 2014 [Concejo de Medellín]. Por medio del cual se adopta la revisión y ajuste de largo plazo del Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Medellín y se dictan otras disposiciones complementarias. 17 de octubre de 2014

Alcaldía de Medellín (9 de junio de 2020). Plan de Desarrollo de Medellín 2020-2023.

[Acuerdo 002 de 2020]. GO: 4722

Alcaldía de Medellín (7 de junio de 2016). Plan de Desarrollo de Medellín 2016-2019. [Acuerdo 003 de 2016]´. GO: 4383.

Alcaldía de Medellín (2006). Medellín y su población. Documento Técnico de Soporte POT Acuerdo 46/2006.

Alcaldía de Medellín (03 de junio de 2015) Estructura de la Administración Municipal. [Decreto 0883 de 2015].

Alcaldía de Medellín (2018) Manual de servicio a la ciudadanía. Alcaldía de Medellín

Alcaldía de Medellín (2020). Perfil Demográfico 2016-2020. Alcaldía de Medellín.

Alcaldía de Medellín (2020). Procedimiento PR-GEAM Identificación y priorización de intervenciones en quebradas.

Alcaldía de Medellín (2020). Instructivo IN-GEAM Atención PQRSD – Visitas técnicas Identificación y priorización de intervenciones en quebradas.

Alcaldía Mayor de Bogotá (s.f) Lineamientos Para el desarrollo de estructuras con técnicas de bioingeniería como alternativa para la mitigación de riesgos. Subdirección de Análisis de Riesgos y Efectos del Cambio Climático.

Angarita Socadagui, M. T., Reyes Calderón, M. A. (2018). Diseño e implementación de obras de bioingeniería en la vereda Las Lajas del municipio Supatá - Cundinamarca como una alternativa para el manejo de aguas de escorrentía y recuperación de suelos degradados (Tesis de pregrado Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia).

Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2010). Atlas Metropolitano. Área Metropolitana

el Valle de Aburrá.

Betancur, J. (2012). Intervención del río Medellín: la Sociedad de Mejoras Públicas y la administración municipal de Medellín, 1940-1956. Historielo 4 (8), 239-274.

Cenicafé (2011). Construyendo un modelo para la gestión integrada del recurso hídrico en la caficultura colombiana. Cenicafé-Federación Nacional de Cafeteros.

Centeno, F. (2002). Ingeniería biotécnica y bioingeniería. Nuevas tendencias de la

geotecnia para las obras de tierra, la estabilización de taludes y el control de la erosión. XVII Seminario Venezolano de Geotecnia. Del estado del arte a la práctica, Caracas-Venezuela.

Cesare Crocetti; Roberto Ferrari; Alessandro Petrone - DEISTAF - AIPIN. (2012). Estimación de Vulnerabilidades y Reducción del Riesgo de Desastres a Nivel Municipal en el Ecuador.

Constitución Política de Colombia [Const]. 20 de julio de 1991. G.C. No.116.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (2016). Las obras de bioingeniería

como alternativa para el manejo de aguas y la recuperación de suelos degradados en el territorio CAR, veredas San José y El Líbano en el municipio de La Calera. En Documentación de Iniciativas Socioambientales

de la Jurisdicción CAR (Tomo III, pp 15-66). Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia

Díaz, C (2011). Alternativas para el control de la erosión mediante el uso de coberturas

convencionales, no convencionales y revegetalización. Revista Ingeniería e Investigación 31(3), 80-90

Flórez, G. (2014). Efectividad de la bioingeniería en el tratamiento de la erosión y los movimientos en masa en laderas. (Tesis de Maestría, Universidad de Manizales, Manizales).

FAO & Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (2018). Guía de buenas prácticas para la gestión y uso de los suelos en áreas rurales. FAO & MADS.

Gallardo Amaya, R., Guerrero Barbosa, T., & Macgregor Torrado, A. (2013). Investigación

geotécnica para la estabilización de las laderas del barrio San Fermín, municipio de Ocaña, departamento de Norte de Santander (Colombia). INGE CUC, 9(2), 66-74.

Gallego, A. & Villa, M.L (2012). Evaluación de las especies vegetales utilizadas en la

implementación de cinco obras piloto para la reducción del riesgo por deslizamiento en la cuenca del río Cauca. (Tesis de Pregrado, Universidad del Cauca, Popayán)

Gámez, D., Pertuz, B., Daza, J.F., Tapia, L.C., Roas, E. (2017). Caracterización

geotécnica y vulnerabilidad por movimientos en masas entre la vereda de Puente

Quemao y el corregimiento de San Francisco de Asís, en El Copey, Cesar. Ingeniare, 13 (22), 37-57

González, L., Ortiz, L. (junio de 2008). Directrices de intervención sobre el espacio público: quebrada La Mansión, Comuna 8 de Medellín. Revista Soluciones de Postgrado EIA (2), 105-118

Gutiérrez, L. & Hincapié, E (2010). Manejo de suelos y aguas para la prevención y mitigación de deslizamientos en fincas cafeteras. Avances Técnicos Cenicafé (101), 1-8.

IDEAM; MADS; y U.D.C.A (2015). Estudio nacional de la degradación de suelos por erosión en Colombia - 2015. IDEAM. Bogotá D.C., Colombia.

Ley 1454 de 2011. Por la cual se dictan normas orgánicas sobre ordenamiento territorial y se modifican otras disposiciones. 28 de junio de 2011. D.O. No. 48.115.

López, A. (2020). Estado del conocimiento sobre el uso de la bioingeniería en procesos erosivos en Colombia (tesis de pregrado, Universidad Militar Nueva Granada, Manizales, Colombia).

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (s.f) Estabilización de taludes. En Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. En: Manual de Aspectos constructivos (pp. 94-118).

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2011). Política Nacional para la gestión integral ambiental del suelo (GIAS). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2013). Política para la gestión sostenible del suelo. Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2016). Política para la gestión sostenible del suelo. Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2020). Normativa Recurso Hídrico.

Miranda, R. (2016). Revisión panorámica del uso del pasto vetiver en restauración de taludes como técnica de bioingeniería del suelo [Tesis de Maestría, Universidad Jorge Tadeo Lozano]

Navarro, S. (8 de junio de 2010). Manual de Bioingeniería. Dr. Sergio J. Navarro

Pardo, L. (2019). Diseño de alternativa para la estabilización de talud, empleando bioingeniería para la vía que conduce a la escuela rural de la vereda Pérdida Alta del municipio de Cimitarra Santander. (Tesis de pregrado. Universidad de Cundinamarca, Facatativá, Colombia).

Polanía, O., Cerón, B., Murcia, V. (2018). Manual para la elaboración de obras biomecánicas para la recuperación del suelo. Campoalegre, Huila: SENA

Quezada, L. E. (2015). Estabilización de taludes con métodos de bioingeniería. Cuarto Coloquio de jóvenes neologistas. Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica

Ríos, Y., Trujillo, C. (2018). Diseño de bioingeniería para la mitigación de riesgo de remoción en masa en la microcuenca de la quebrada Ambala. (Tesis de pregrado Universidad de Ibagué, Ibagué, Colombia).

Rivera, J.H (2008). Curso de bioingeniería para la prevención y control de erosión y deslizamientos en zonas de ladera andina colombiana. Universidad de Caldas

Secretaría de Medio Ambiente de Medellín (2020), Ficha Técnica de Valoración para Intervención en Quebradas.

Secretaría de Medio Ambiente de Medellín (2020), Procedimiento PR-GEAM Identificación y priorización de intervenciones en quebradas

Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (2012). Manual de ingeniería naturalística. PNUD-CEIC Plan Internacional Ecuador.

Sisaro, D. & Hagiwara, J.C (2016). Propagación vegetativa por medio de estacas de tallo. IICA-CIRN

Suárez, J. (2001). Control de erosión en zonas tropicales. Instituto de Investigaciones

sobre erosión y deslizamientos. Universidad Industrial de Santander.

Tardio, G., Sangalli, P., Gimenez, M., Garcia-Rodriguez, J.L. y Escribano-Bombin, R. (2017). Specialisation process for the bioengineering sector in the Mediterranean Ecoregion: strategy followed in the ecomed european project. Procedia Environmental Science, Engineering and Management, 2017 (4), 309-316.

Universidad Católica de Colombia (2016). Manual de obras de bioingeniería en zonas de laderas con procesos de remoción de masa para latitudes superiores a 3.000 msnm. Universidad Católica de Colombia

Vásquez, Y., Herrera, O., Espitia, A., Escobar, C., y Hurtado, M. (2017). Evolución de la bioingeniería y la nanotecnología: desde la biofísica hasta la convergencia científico-tecnológica. Ingeciencia 2 (1), 77-87.

Viceministerio de Ambiente (2010). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso hídrico. Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial.

Vélez, J.I (29, 30 y 31 de octubre de 2004). Definición de retiros de cuencas urbanas. XVI Seminario Nacional de Hidráulica e Hidrología. Universidad del Quindío, Armenia, Colombia.