

Caracterización física de los principales senderos de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes

Physical characterization of the main trails in the Alberto Manuel Brenes Biological Reserve

Michael Mauricio Moya Calderón¹ Brayan Heiner Morera Chacón²

Recibido: 6/12/2016 / Aprobado: 7/3/2017

Resumen

Por medio de la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se crearon los perfiles topográficos y los mapas de pendiente-accesibilidad de siete senderos de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes. El insumo base fueron los archivos de tipo línea de los senderos y las curvas de nivel de la Hoja San Lorenzo (10m), mediante las cuales se elaboró un Modelo de Elevación Digital (MED) para el posterior diseño de los perfiles y los mapas de pendientes. Los resultados, más allá de una descripción física de los senderos, conforman un insumo para la administración del área protegida en cuanto a la gestión de la información que proporcionan a investigadores y al mantenimiento de los tramos de senderos con mayores probabilidades de degradación.

Palabras clave: SIG, Perfiles topográficos, pendiente, accesibilidad, Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes.

Abstract

Through the application of the geographic information systems (GIS), the topographic profiles and slope-accessibility maps of seven paths at Alberto Manuel Brenes Biological Reserve were created. The base input were the line trails and the sheet level curves obtained by using San Lorenzo (10m), this data was used to elaborate a Digital elevation model (MED), used for the later design of the profiles and the slope maps. The obtained results are more than a mere physical description of the trails, they englobe a source of information for the management of protected areas, since they provide valuable information about sections with higher degradation probability for both researchers and those who are in charge of trail section maintenance.

Key Words: GIS, Topographical profiles, Slope, Alberto Manuel Brenes Biological Reserve.

I. Introducción

La Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes (ReBAMB) pertenece al Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). Dentro de los objetivos de esta área protegida se encuentran el estudio y conservación de la biodiversidad, estos a su vez poseen un componente espacial muy marcado. Para la conservación de especies, comunidades y ecosistemas es imprescindible el conocimiento de

su localización y distribución en el territorio, esto hace de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) una herramienta muy importante, ya que su principal característica es su capacidad de manejar información espacial, un instrumento cada vez más relevante para producir mapas detallados y utilizarlos para la toma de decisiones en esta materia (Moreira, 1996).

En 1996 Breckle y Breckle realizaron un primer esfuerzo por mapear la geomorfología y senderos de

¹ Docente e investigador de la carrera de Gestión de los Recursos Naturales. Maestría en Desarrollo Sostenible, Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica. Correo electrónico: michael.moya_c@ucr.ac.cr

² Gestor de los Recursos Naturales, Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica. Correo electrónico: morera.b91@gmail.com

la ReBAMB; sin embargo, la información disponible era inadecuada para realizarlo detalladamente y así poder utilizar estos como herramientas para actividades de investigación. Actualmente, la tecnología avanzada de los SIG permite elaborar material cartográfico muy detallado que podría ser utilizado en la toma de decisiones en los procesos de conservación e investigación de la ReBAMB.

Dentro de las herramientas SIG que se pueden utilizar para manejar la información espacial del área se encuentran los perfiles topográficos, estos son una representación del relieve del terreno que se obtiene al cortar transversalmente las líneas de un mapa de curvas de nivel o mapa topográfico. Al ser complementados los perfiles con mapas de pendientes se cumplen varios objetivos entre los cuales destacan: permitir al investigador planificar y conocer las elevaciones alcanzadas a lo largo de los recorridos al realizar monitoreo de flora y fauna silvestre tomando como variable la elevación, identificar los sitios de mayor y menor pendiente, crear categorías de accesibilidad para cada sendero y determinar sitios en donde se puedan presentar procesos de erosión.

El objetivo de este trabajo es elaborar un perfil topográfico y mapeo de la pendiente de los principales senderos de la ReBAMB. Para efectos de manejo de la ReBAMB, esta información puedan orientar de una mejor manera a investigadores, quienes planteen en sus metodologías el monitoreo de vida silvestre con el uso de los senderos o direccionar acciones de manejo como el mantenimiento de senderos al otorgar prioridad a aquellos en donde la pendiente es un factor que limita la accesibilidad y propicia el impacto por erosión.

II. Materiales y Métodos

2.1 Área de estudio

El presente estudio tiene lugar en la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes (ReBAMB), ubicada noroeste del territorio nacional, en la Cordillera de Tilarán, en el distrito de San Lorenzo,

cantón de San Ramón, provincia de Alajuela y una pequeña parte ubicada en el distrito de la Unión, cantón de Montes de Oro, provincia de Puntarenas (Sánchez, 2000). El relieve de la ReBAMB se caracteriza por ser un sistema montañoso altamente fracturado y accidentado con zonas de marcadas pendientes (Vargas, 1991, citado por Sánchez, 2000

Se consideraron un total de siete senderos (ver Figura 1), en los cuales actualmente se realizan los procesos de investigación, docencia y acción social.

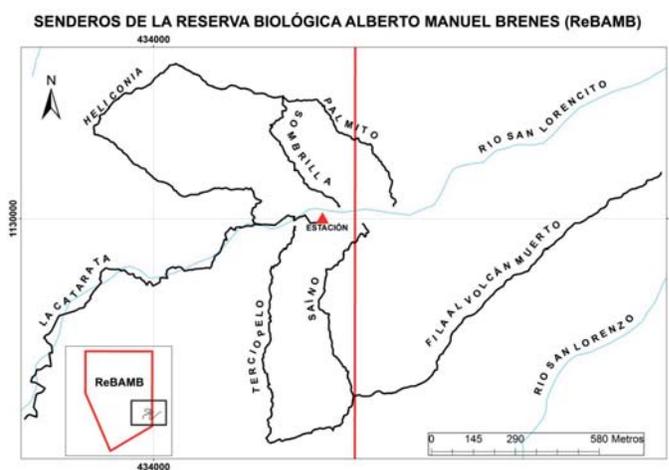


Figura 1. Senderos de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes. Fuente: Elaboración propia.

2.2 Elaboración de perfiles topográficos

Por medio de los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) se logró crear un archivo en formato shape (.SHP), tipo línea, con proyección CRTM05 (Costa Rica Transversal de Mercator) de los siete senderos en estudio. Posteriormente, por medio del software ARC GIS 10.2.1® (ESRI, 2013) se aplicó un suavizado de seis metros por medio de la herramienta Softline para evitar la formación de ángulos rectos en las líneas que representan los senderos.

Con ayuda de las curvas de nivel (10 m) de la Hoja San Lorenzo, se elaboró un Modelo de Elevación Digital (MED), para finalmente por

medio de la herramienta Interpolate Shape asignarle valores de elevación (Z) a cada uno de los senderos y por medio de la herramienta Profile Graph crear el perfil topográfico el cual fue depurado en Microsoft Office Excel.

2.3 Análisis de los perfiles

Para cada sendero se obtuvo la siguiente información: distancia total (longitud en kilómetros desde el punto de inicio hasta el punto final del sendero), altitud máxima (punto más alto del sendero sobre el nivel del mar), cambio altitudinal total (cuántos metros ascendió con respecto al punto de partida).

2.4 Nivel de accesibilidad

Para determinar la accesibilidad en cada tramo de sendero fue necesario elaborar un mapa de pendientes con base en la curvas de nivel (10m). Para clasificar el nivel de accesibilidad se utilizaron las unidades de pendientes descritas en Cerda (2012) y adaptadas de Núñez (2008) (ver cuadro 1) donde cada intervalo de pendiente en grados adquiere una clasificación de la accesibilidad, valores menores de pendiente adquieren dificultades menores o mayormente adecuadas.

A continuación se presenta la clasificación de accesibilidad considerada en el estudio:

Cuadro 1. Clasificación del nivel de accesibilidad según la pendiente

| Clasificación | Pendiente |
|-----------------------|-----------------|
| Muy adecuada | 0 a 15 grados |
| Adecuada | 15 a 30 grados |
| Medianamente adecuada | 30 a 45 grados |
| Poco adecuada | 45 a 60 grados |
| No adecuada | 60 o más grados |

Fuente: elaboración propia, a partir de Núñez (2008).

III. Resultados

Se lograron describir las características físicas de los principales senderos de la ReBAMB: Palmito, Pájaro Sombrilla, Heliconia, Catarata, Terciopelo, Saíno y Fila al Volcán Muerto (ver cuadro 2).

La altitud máxima alcanzada en los senderos es de 1142,75 m s.n.m en el Sendero Heliconia. Los senderos con mayor y menor variación altitudinal son el Terciopelo con 266.63 m, y la Catarata respectivamente, en el caso de este último es debido a la ubicación del sendero, el cual se mantiene prácticamente sobre el río San Lorencito.

Todos los senderos presentan variaciones en los niveles de accesibilidad, esto debido a los cambios abruptos en la pendiente del terreno de la reserva. Por esta razón, no se determinó un nivel de accesibilidad generalizado para cada sendero, por el contrario la accesibilidad se estimó de manera específica por tramos, de manera tal que un mismo sendero puede presentar hasta tres niveles de accesibilidad distintos (ver cuadro 2).

De acuerdo con las categorías de accesibilidad ningún sendero presentó accesibilidad no adecuada, esto quiere decir que en ninguno las pendientes fueron mayores a 60 grados. Sin embargo en la categoría de: accesibilidad poco adecuada (de 45 a 60 grados) dos senderos presentaron distancias cortas en esta categoría: el sendero Catarata con 83,75 m (ubicados en sitios donde es necesario ascender o descender para cruzar el río) y un tramo en el sendero Fila al Volcán Muerto. Las categorías que predominan son “Accesibilidad medianamente adecuada” y “Accesibilidad adecuada en la mayoría de los senderos”.

La longitud entre los senderos varió bastante, el de mayor longitud es el sendero Fila al Volcán Muerto (1796.6 m) y el de menor es el Pájaro Sombrilla (574.01 m). Los siete senderos suman una longitud total de 8140.37 m.

Cuadro 2. Características físicas de los principales senderos de la ReBAMB

| | Palmito | Pájaro Sombrilla | Heliconia | Catarata | Terciopelo | Saíno | Fila al Volcán Muerto |
|--------------------------------------------|---------|---------------------|-----------|----------|------------|--------|-----------------------------|
| Altitud máxima (m.s.n.m) | 1036,1 | 1037,1 | 1141,75 | 1010 | 1150 | 1100 | 1150 |
| Cambio altitudinal total (m) | 167,76 | 165,25 | 145,74 | 124,16 | 266,63 | 210,85 | 217,23 |
| Accesibilidad No Adecuada (m) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Accesibilidad Poco Adecuada (m) | 0 | 0 | 0 | 83,75 | 0 | 0 | 55 |
| Accesibilidad medianamente Adecuada (m) | 308,02 | 415,74 | 374,14 | 114,53 | 557,49 | 584,18 | 297,95 |
| Accesibilidad adecuada (m) | 308,02 | 127,92 | 1170,48 | 823,64 | 292,69 | 161,47 | 930,32 |
| Accesibilidad muy adecuada | 0 | 30,35 | 97,14 | 774,51 | 26,87 | 36,43 | 513,33 |
| Longitud del sendero (m) | 672,44 | 574,01 | 1641,76 | 1796,43 | 877,05 | 782,08 | 1796,6 |

Fuente: elaboración propia

La elaboración de los perfiles topográficos permite visualizar de una manera gráfica las condiciones y características de un recorrido, es por esto que se elaboró un perfil detallado con las distancias y elevaciones para cada sendero, además de un mapa con las pendientes y niveles de accesibilidad (ver figuras de la 2 a la 15).

Sendero Palmito

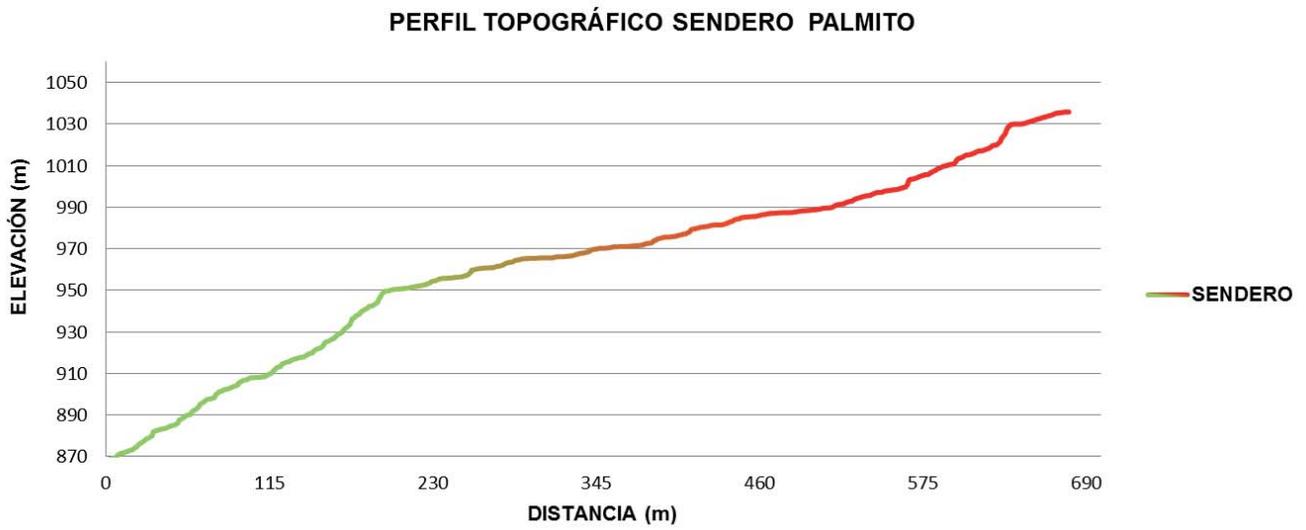


Figura 2. Perfil topográfico del sendero Palmito.

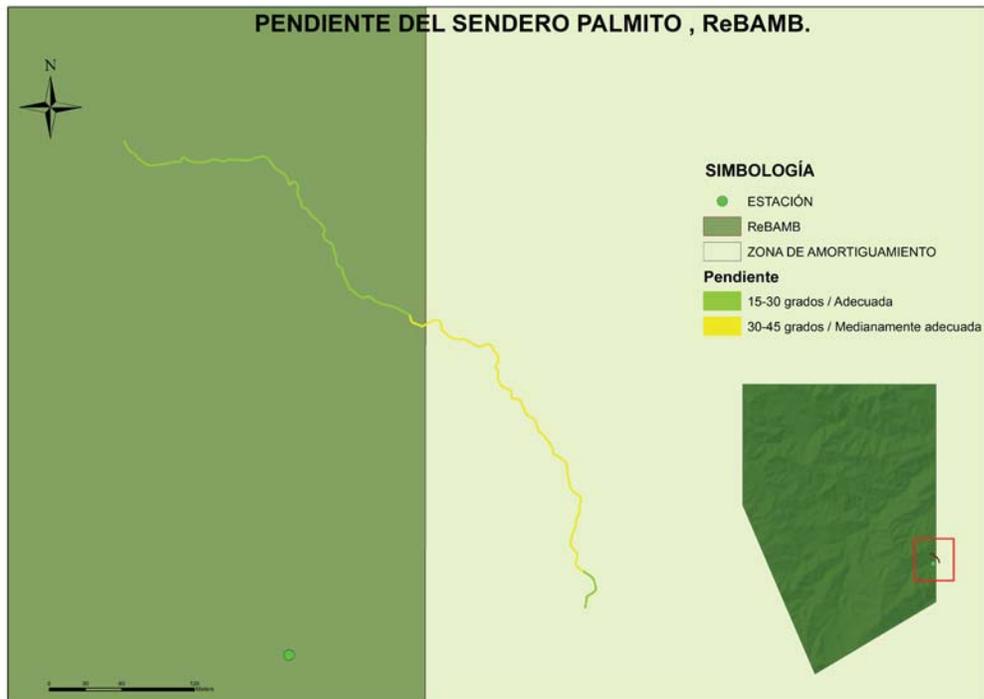


Figura 3. Mapa de pendientes del sendero Palmito

Sendero Pájaro Sombrilla

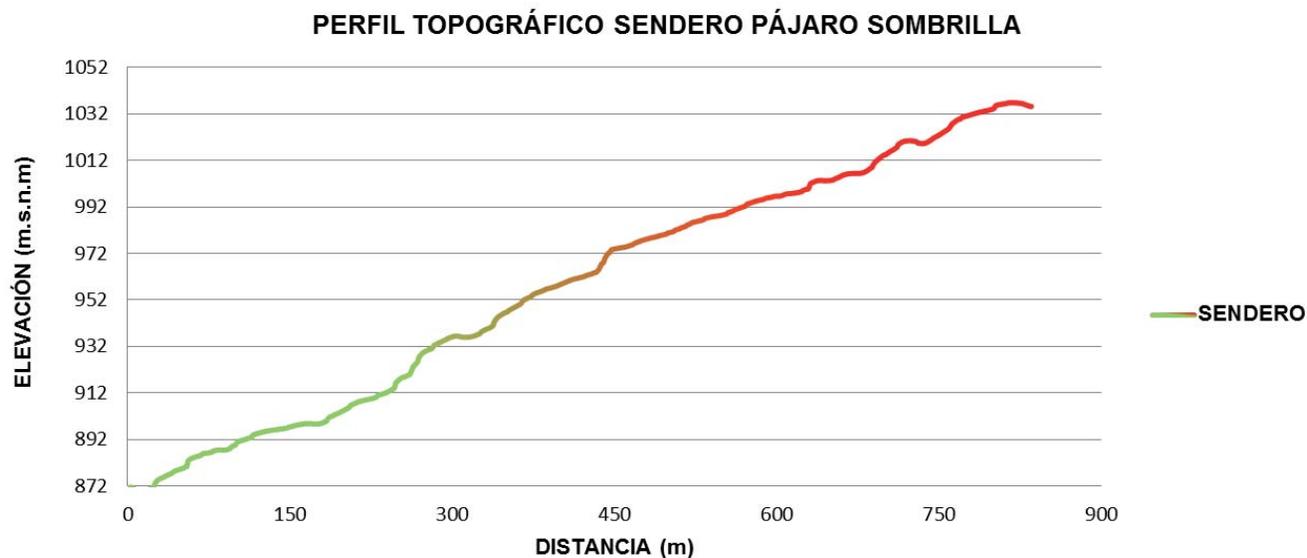


Figura 4. Perfil topográfico Sendero Pájaro Sombrilla.



Figura 5. Mapa de pendientes del sendero Pájaro Sombrilla.

Sendero Heliconia

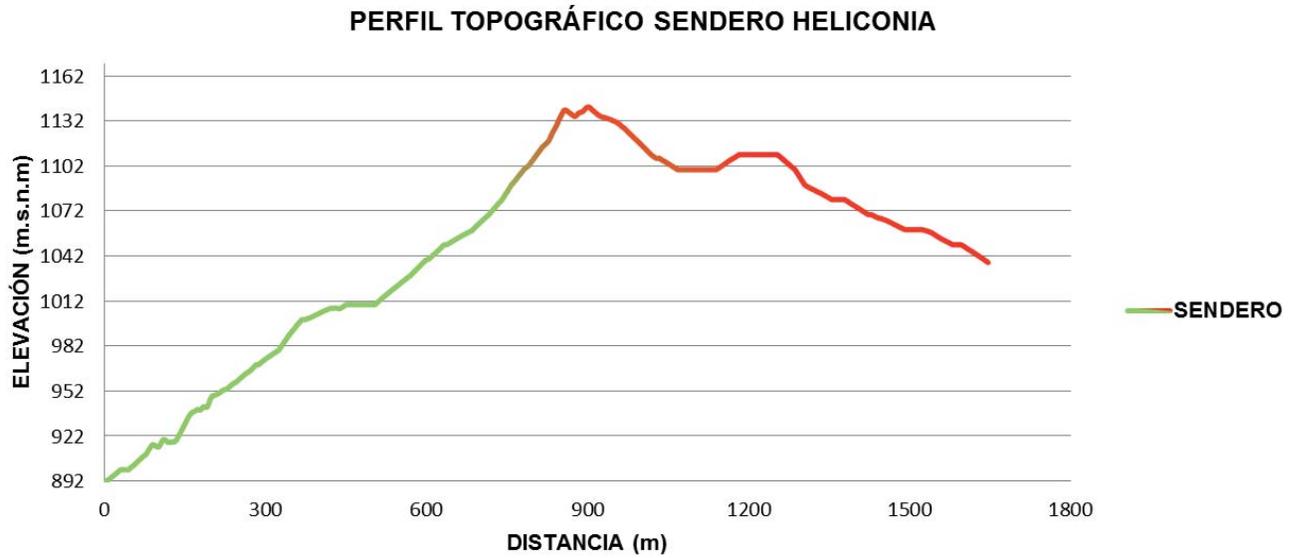


Figura 6. Perfil topográfico Sendero Pájaro Heliconia.



Figura 7. Mapa de pendientes del sendero Heliconia.

Sendero Catarata

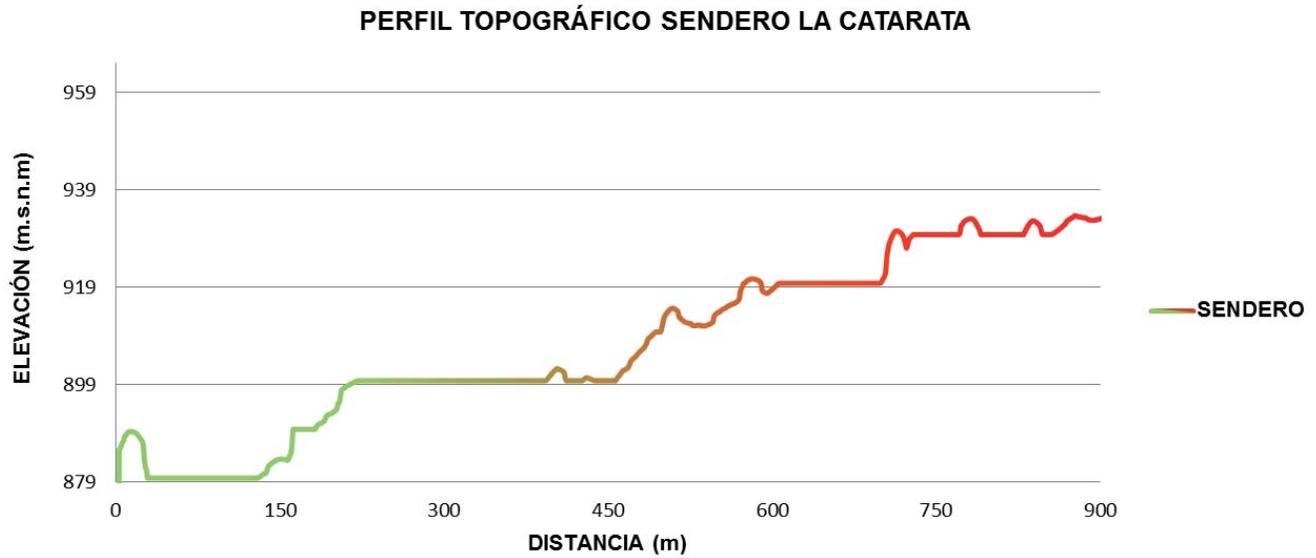


Figura 8. Perfil topográfico Sendero La Catarata.

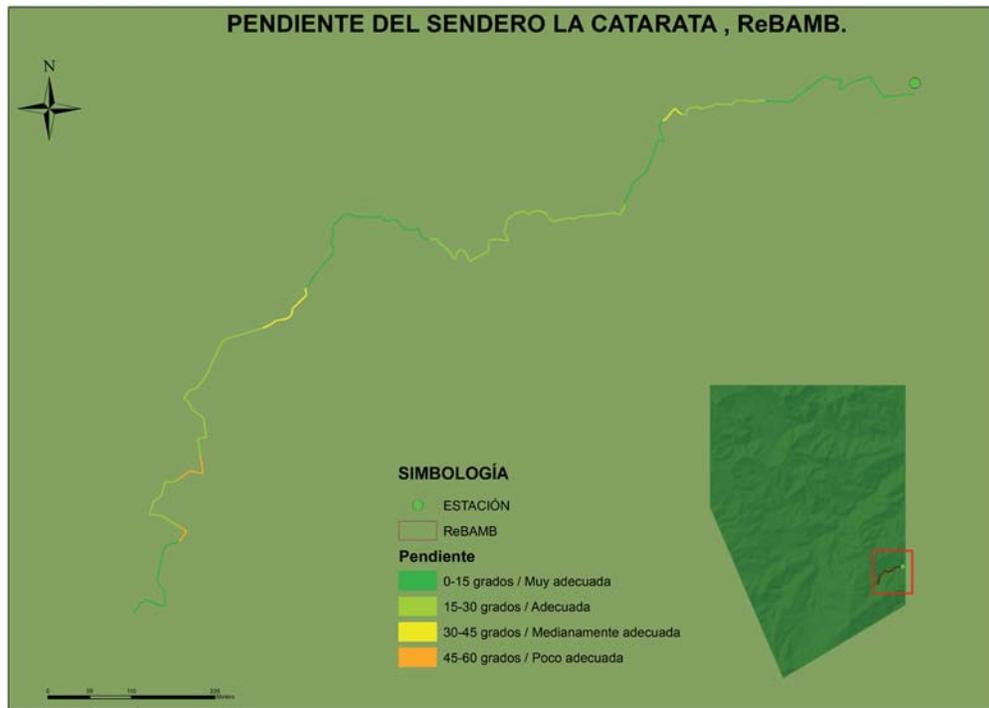


Figura 9. Mapa de pendientes del sendero La Catarata.

Sendero Terciopelo

PERFIL TOPOGRÁFICO SENDERO TERCIOPELO

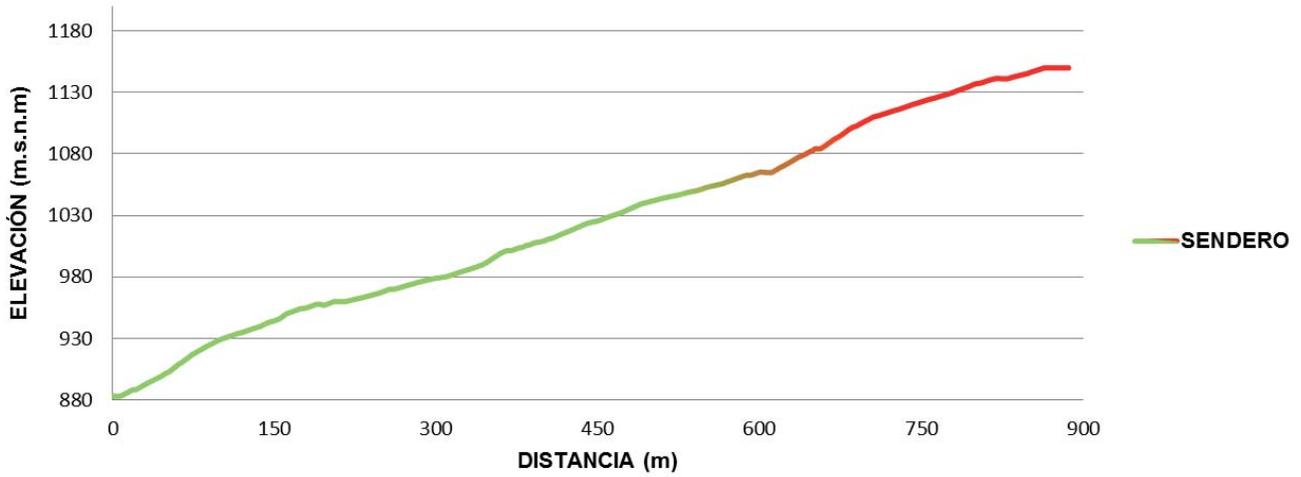


Figura 10. Perfil topográfico Sendero Terciopelo.

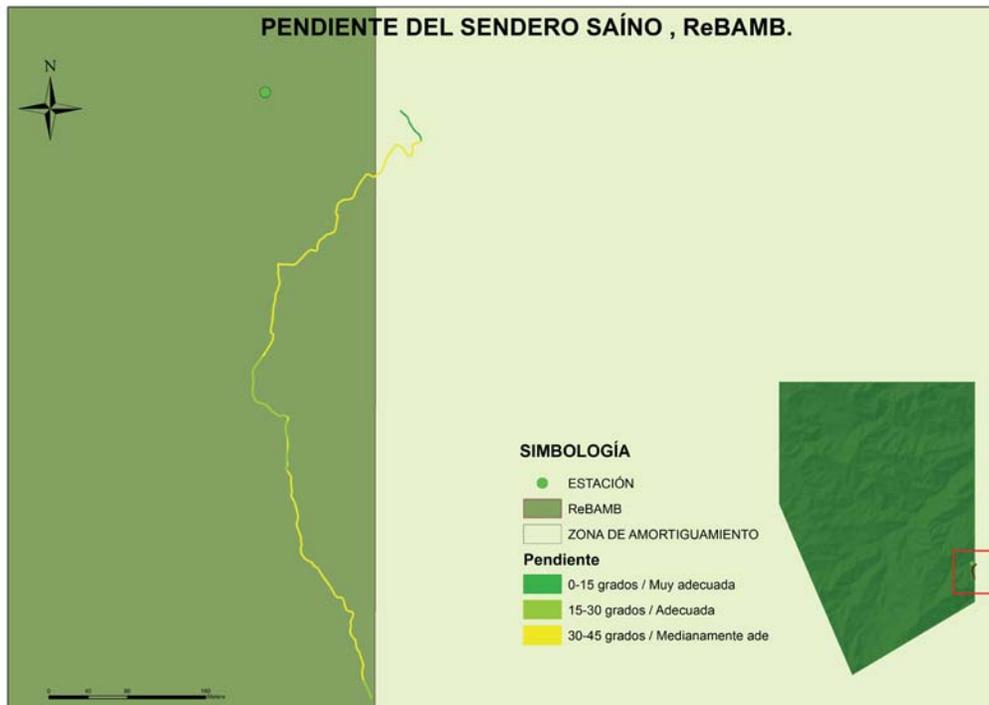


Figura 11. Mapa de pendientes del sendero Terciopelo.

Sendero La Fila al Volcán Muerto

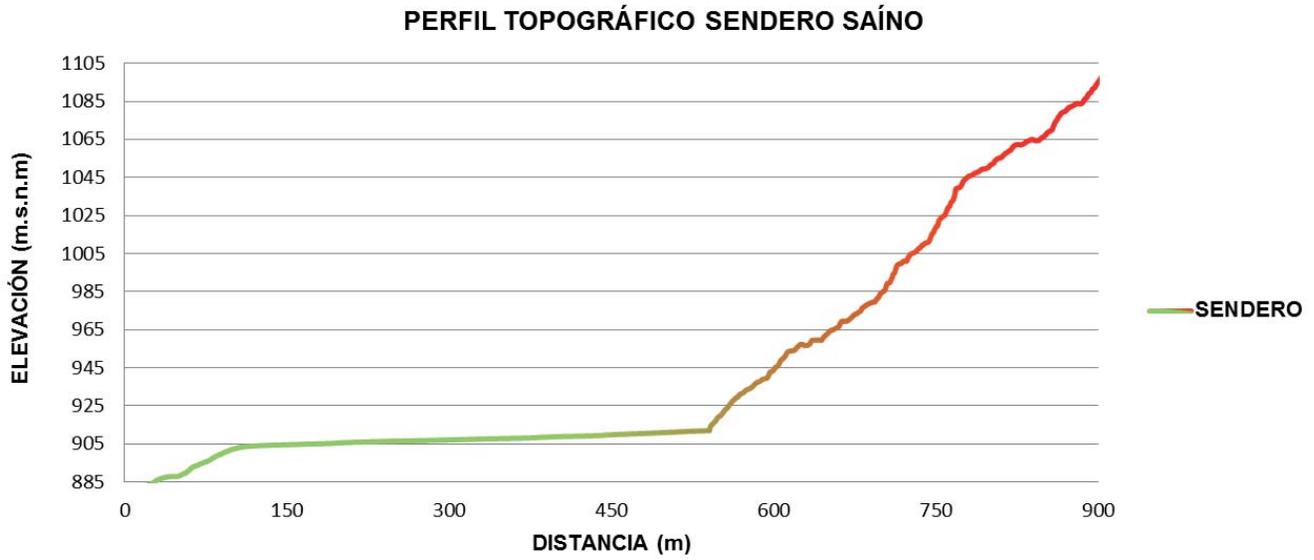


Figura 12: Perfil topográfico Sendero Saíno

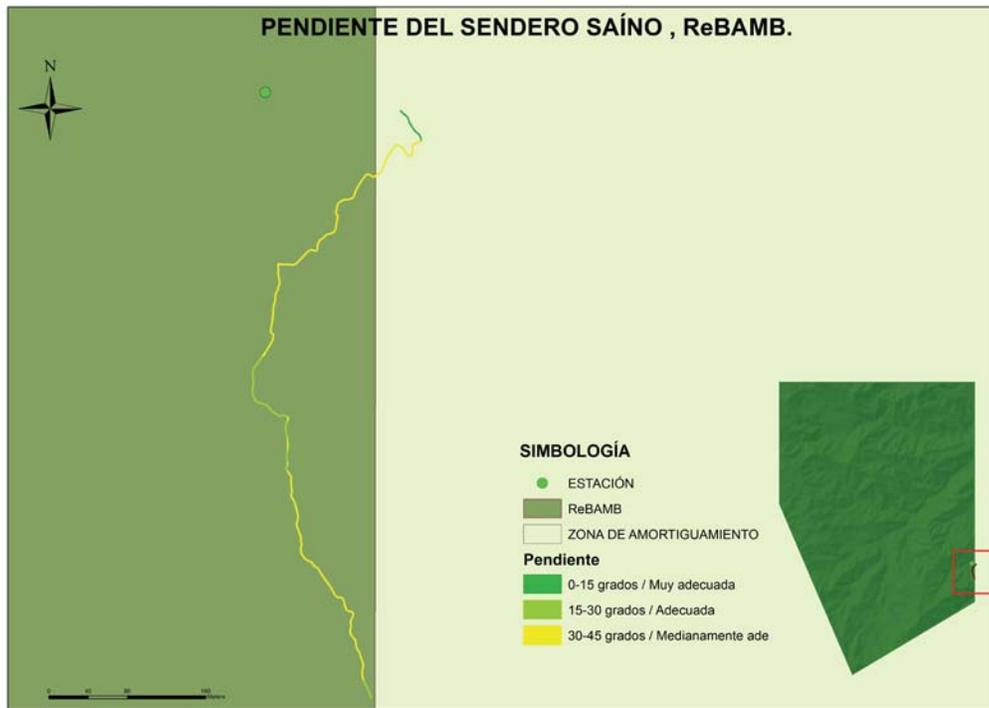


Figura 13: Perfil topográfico Sendero Saíno

Sendero La Fila al Volcán Muerto

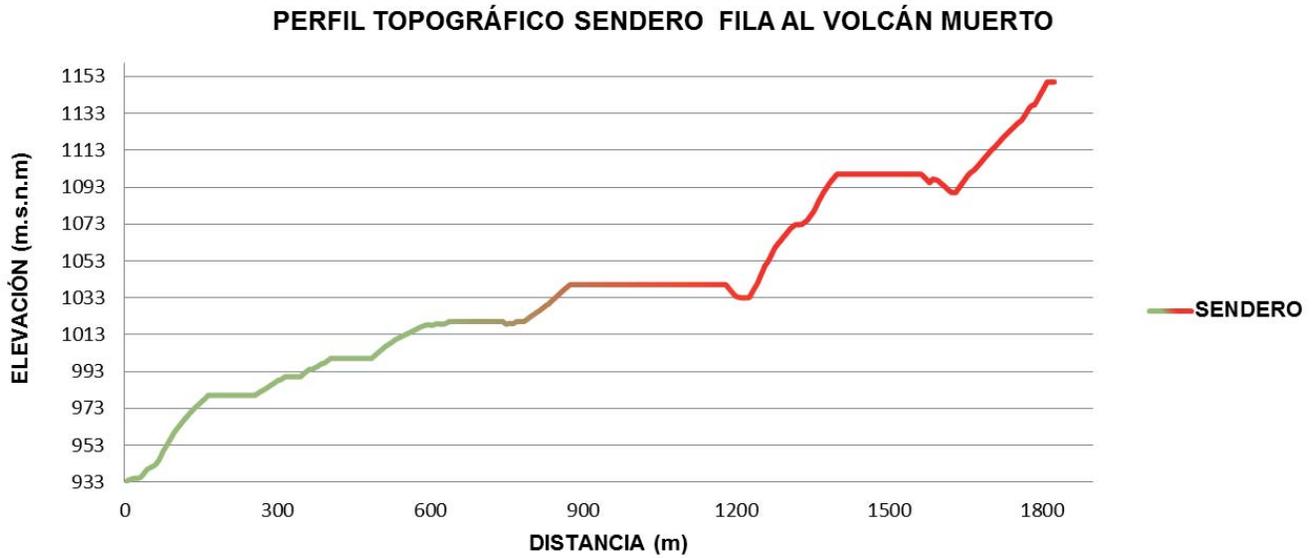


Figura 14: Perfil topográfico Sendero La Fila al Volcán Muerto.

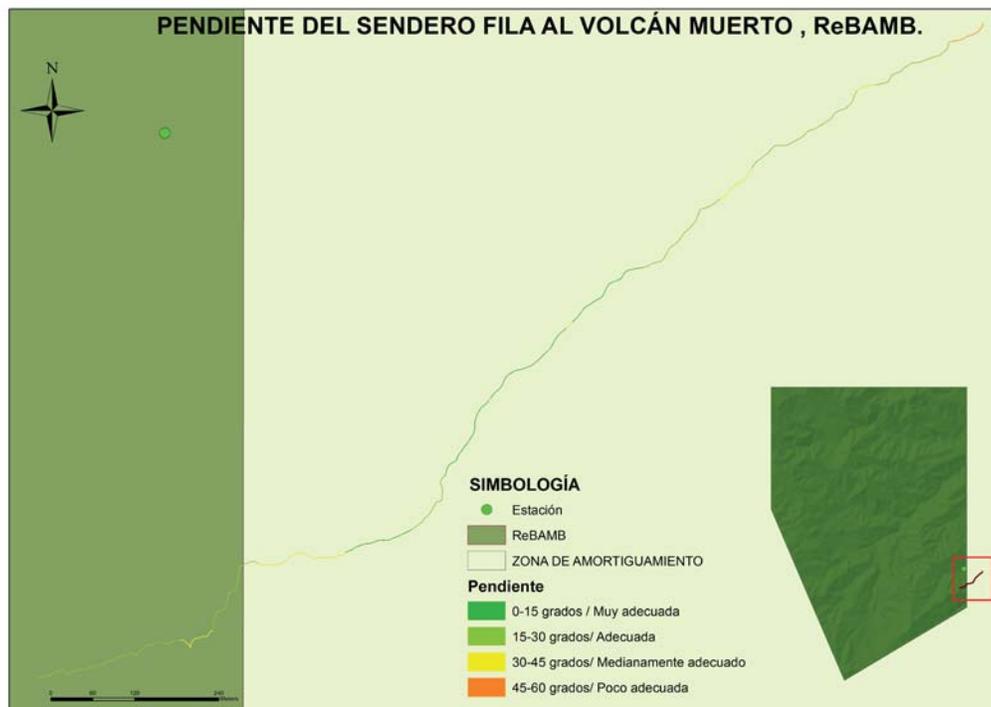


Figura 15: Mapa de pendientes del sendero La Fila al Volcán Muerto.

IV. Discusión

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) suelen ser simplemente definidos como un sistema asistido por *software* que permite la captura, almacenamiento, recuperación, análisis y despliegue de información espacial; ante definiciones tan genéricas Moreira (1996) propone que un SIG consiste en un proceso de obtención, almacenamiento y análisis de datos que permite generar información útil para la toma de decisiones. Es precisamente la toma de decisiones una de las principales acciones que caracteriza el manejo de áreas protegidas y es una labor propia de la investigación hacer que estas decisiones sean lo más acertadas posibles. Ante tal panorama, en el presente trabajo se consideró la creación de perfiles topográficos de los senderos de la ReBAMB como un aporte para la gestión de la investigación y el manejo del área protegida.

Caballero (sf) establece que los perfiles topográficos no solo sirven para entender los mapas topográficos, las personas que estudian los recursos naturales como los geólogos, geomorfólogos, edafólogos, estudiosos de la vegetación, entre otros, construyen perfiles para observar la relación de los recursos naturales con los cambios de topografía y analizar numerosos problemas. Para un investigador puede ser importante el conocer previamente los gradientes altitudinales de un sendero en donde realizarán muestreos como parte de su metodología, o bien que la administración del área protegida pueda identificar los sitios en donde se pueden generar procesos más fuertes de erosión, o recomendarle a sus visitantes el sendero más idóneo por recorrer de acuerdo con las categoría de dificultad (Caballero, sf). Algunas de estas decisiones pueden ser tomadas con base en el nivel de dificultad o pendiente del sendero, para lo cual resulta muy útil contar con los perfiles topográficos y valores de características físicas, tal y como se mostró en el cuadro 2.

Según Serrano y Alarte (2008) el senderismo es una actividad que contribuye al conocimiento del territorio a través de los elementos naturales,

culturales, patrimoniales o etnográficos que lo caracterizan. Sin embargo, por la categoría de manejo de la ReBAMB, no se permite el turismo dentro de esta área silvestre protegida, las actividades de docencia e investigación son constantes en los senderos y el conocimiento de las características físicas de estos han sido un insumo importante para distintos trabajos (Castro et al., 2008; Flores, 2008; Suárez y Ramírez, 2004) por lo que se considera relevante crear este tipo de información para la ReBAMB. Sin duda alguna, gran parte de los descubrimientos científicos más significativos se han llevado a cabo en los senderos y conocer las características físicas de cada uno permitirá a nuevos investigadores considerarlas en sus diseños experimentales. La creación de estos perfiles y mapas de pendientes conforman uno de los primeros esfuerzos por describir los senderos de la ReBAMB, donde la educación y la investigación se desarrollan en el día con día y conforman una de las aristas que motivan su razón de ser.

V. Conclusiones

La variante topográfica de los senderos de la ReBAMB permite contar con una diversidad de sitios diferentes para futuros proyectos de investigación en los que se pueden encontrar amplios gradientes altitudinales, zonas planas y zonas riparias. Las características físicas de los senderos de la ReBAMB presentan condiciones diversas en cada uno, las longitudes diferentes y cambios en la pendiente en distancias cortas los hacen atractivos para las actividades de investigación y docencia.

La creación de los perfiles topográficos y mapas de pendientes en senderos son una herramienta importante para quienes desean formular nuevos proyectos de investigación en la ReBAMB y que no tienen oportunidad de conocer previamente la zona.

La elaboración de los mapas de pendientes y la descripción de las características físicas en los senderos permite tomar decisiones anticipadas a los profesores y estudiantes visitantes sobre la utilización de los senderos y de esta manera optimizar el tiempo de trabajo durante su permanencia en la ReBAMB.

Referencias

- Environmental Systems Research Institute. (2016). ¿Qué es una superficie TIN?. Disponible en: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/tin/fundamentals-of-tin-surfaces.htm>
- ESRI.(2013). *ArcGIS Desktop: Release 10.2*. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- Felicísimo, A. (1996). *Modelos Digitales del Terreno: Introducción y aplicaciones en las ciencias ambientales*. Disponible en: <http://www6.uniovi.es/~feli/pdf/libromdt.pdf>
- Breckle, S. W., & Breckle, R. (1996) . “Mapping geomorphology and trails around the biological station at the Reserva Biológica Alberto Brenes (sierra de Tilaran), Costa Rica”. *Pensamiento Actual*, 2 (2).
- Caballero, C. (sf). Creando perfiles topográficos. Disponible en: <http://usuarios.geofisica.unam.mx/cecilia/cursos/PerfilesTopograficos.html>
- Castro, S., Vergara, C., y Arellano, C. (2008). “Distribución de la riqueza, composición taxonómica y grupos funcionales de hormigas del suelo a lo largo de un gradiente altitudinal en el Refugio de Vida Silvestre Laquipampa, Lambayeque-Perú”. *Ecología Aplicada*, 7(1-2), 89-103.
- Flores-Saldaña, M. G. (2008). “Estructura de las comunidades de murciélagos en un gradiente ambiental en la reserva de la biosfera y tierra comunitaria de origen Pilon Lajas, Bolivia”. *Mastozoología neotropical*, 15(2), 309-322.
- Moreira, A. (1996). “Los sistemas de información geográfica y sus aplicaciones en la conservación de la diversidad biológica”. *Revista Ambiente y Desarrollo*, 12(2), 80-86.
- Peucker, T.K.; Fowler, R.J.; Little, J.J. y Mark, D.M. (1978). *The triangulated irregular network”. Proceedings of the ASP Digital Terrain Models (DTM) Symposium: 516-540*. American Society of Photogrammetry. Falls Church, Virginia.
- Sánchez, R. (2000). *Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes*. San José, Costa Rica. Ministerio de Ambiente y Energía, 60 p.
- Serrano, M. L. T. y Alarte, A. I. G. (2008). “Determinación de la capacidad de carga turística en tres senderos de pequeño recorrido en el municipio de Cehégín (Murcia)”. *Cuadernos de turismo*, (22), 211-229.
- Suárez, H. A. y Ramírez, M. P. (2004). “Anuros del gradiente altitudinal de la Estación experimental y demostrativa El Rasgón (Santander, Colombia)”. *Caldasia*, 26(2), 395.
- Vargas, G. (1991). *Algunas consideraciones geográficas, geológicas y ecológicas de la cuenca del río San Lorenzo, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. Memoria de Investigación Reserva Forestal de San Ramón. San Ramón, Alajuela*. R Ortiz (editor) Serie Cátedra Universitaria. 1: 17-22.