

Calculo de la capacidad de carga turistica del lago Tarapoto – Puerto Nariño (Amazonas- Colombia)

Tourism carrying capacity of the lake Tarapoto - Puerto Nariño (Amazonas Colombia)

Fernando Gutiérrez-Fernández - Sergio Andres Sierra Escribas

Resumen



La presente investigación tuvo como objetivo calcular la capacidad de carga turística del Lago Tarapoto, ubicado en el municipio de Puerto Nariño en la amazonia colombiana; para realizar el cálculo, fue necesario adaptar la metodología propuesta por Cifuentes en 1992, ya esta fue propuesta para ecosistemas terrestres y el Lago es un ecosistema acuático de tipo lotico, que está conectado por el caño Tarapoto, el lago El Correo y parte del rio Loretoyacu que son el acceso al lago y que se consideraron como senderos naturales.

Con la metodología utilizada se calculó el número de visitas por día; sin embargo, debido al sistema existente de manejo turístico que se emplea en el Lago Tarapoto, que está dado por grupos guiados en una embarcación y no por individuos, el cálculo de capacidad de carga, en este caso, se realizó en número de embarcaciones por día.

Palabras clave: Capacidad de carga, Turismo sostenible, manejo de áreas naturales, Puerto Nariño

Abstract



The present study aimed to estimate the tourism carrying capacity of Lake Tarapoto, located in the municipality of Puerto Nariño in the Colombian Amazon; to perform the calculation, it was necessary to adapt the methodology proposed by Cifuentes in 1992, because it was given to terrestrial ecosystems and the Lake is an aquatic ecosystem.

With the methodology the number of visits per day was calculated; however, the calculation is performed in number of vessels, due to the type of tourism management system that has Puerto Nariño.

Keywords: carrying capacity, sustainable tourism, management of natural areas, Puerto Nariño.

Recibido / Received: Junio 16 de 2015 Aprobado / Approved: Junio 27 de 2015

Tipo de artículo / Type of paper: Investigación Científica y Tecnológica.

Afiliación Institucional de los autores / Institutional Affiliation of authors: Universidad El Bosque, Grupo de Investigación Agua, Salud y Ambiente.

Autor para comunicaciones / Author communications: Fernando Gutiérrez Fernández, gutierrezluisf@unbosque.edu.co

Los autores declaran que no tienen conflicto de interés.

Introduction

En el presente proyecto se calculó la capacidad de carga de uno de los principales atractivos turísticos que tiene la amazonia colombiana, ubicado en jurisdicción del municipio de Puerto Nariño, el cual es conocido como el “Pesebre Natural de Colombia”, y que basa su economía básicamente en la pesca, la agricultura, la venta de artesanías y principalmente en el turismo.

El concepto de capacidad de carga tiene sus orígenes en la ciencia de la ecología, en donde se define como el tamaño máximo de una población que el ambiente puede soportar indefinidamente en un periodo determinado, teniendo en cuenta el alimento, agua, hábitat, y otros elementos necesarios disponibles en ese ambiente [1].

Posteriormente la Organización Mundial del Turismo, incorpora en el concepto de capacidad de carga la disciplina del turismo, y la redefine como “(...) *el máximo número de visitantes que puede recibir un lugar geográfico o entidad física sin que provoque una alteración inaceptable de los entornos físico y social ni una reducción inaceptable de la calidad de la experiencia de los visitantes*”.

Para poder desarrollar el cálculo de capacidad de carga turística del principal atractivo que posee el municipio de Puerto Nariño que es “El Lago Tarapoto”, el cual es un cuerpo de agua lotico, donde los visitantes van para realizar avistamientos de delfines rosados (*Inia geoffrensis*), se decidió adaptar la metodología propuesta por Alvarado & Palma en el 2000, y que se encuentra en el estudio titulado “Cálculo de la Capacidad de Carga Turística del Río Chagres” [2], cabe anotar que el citado estudio adaptó la metodología propuesta por Miguel Cifuentes en 1992 en su libro “Determinación de capacidad de carga turística en áreas protegidas” [3].

La determinación de la capacidad de carga no debe ser tomada como una solución a un problema, ya que es una herramienta de planificación y requiere decisiones de manejo, además de ser relativa y dinámica en el tiempo, al depender de variables que según las circunstancias pueden cambiar, lo que obliga a realizar revisiones periódicas en coordinación con el monitoreo del lugar, como parte de un proceso secuencial y permanente de planificación, investigación y ajuste del manejo.

En ciertas ocasiones, la existencia de “limitantes críticas” será el determinante de la capacidad de carga de un sitio, por ejemplo, aunque el espacio disponible y otras variables permitan absorber una alta afluencia de turistas, ciertos eventos (limitantes) de tipo ecológico, como las épocas de reproducción de los delfines o épocas de desove de los peces, podrían reducir sustancialmente las visitas permitidas. Igualmente, una capacidad de carga de un lugar de acceso que aunque no es el atractivo, pero que es de necesario uso para llegar al atractivo, podría volverse “limitante crítica” para varios sitios de visita que estén asociados. Por ejemplo para El lago Tarapoto que posee una gran superficie y permitiría albergar una gran cantidad de botes y visitantes, se requiere atravesar un canal para acceder desde Puerto Nariño, lo que implica que existe un único acceso, y es probable que la capacidad de carga del lago sea determinada por la capacidad de carga del acceso.

Como parte de la determinación de la capacidad de carga, es imperativo elaborar e instaurar un programa de monitoreo de los sitios de uso público, para evaluar futuros impactos de la visitación y así ajustar las decisiones de manejo. Con este documento, se inicia el proceso a través de un listado de los indicadores críticos que deben ser considerados en la elaboración del programa de monitoreo para cada sitio, muchos de estos son factores limitantes para el cálculo de la capacidad de carga [4].

Metodología

Este trabajo de capacidad de carga se realizó para el principal atractivo turístico que tiene el municipio de Puerto Nariño, El Lago Tarapoto un cuerpo de agua ubicado aproximadamente a 7 Km por un canal navegable, su principal atractivo es el avistamiento de delfines rosados, además de un paisaje natural que se encuentra bien conservado.

La metodología usada fue basada en la publicación de “Cálculo de la Capacidad de Carga Turística del Río Chagres” (Alvarado & Palma, 2000), que adaptó la metodología de Cifuentes de 1992.

Por lo tanto la metodología de este estudio se basó en el trabajo de capacidad de carga del río Chagres, la capa-

ciudad de carga del Parque Nacional Galápagos (Amador, Cayot, Cifuentes, Cruz, & Cruz, 1996) y guiados ambos por la metodología capacidad de carga de Cifuentes (Cifuentes, 1992).

La metodología utilizada, calcula el número de visitas por día; sin embargo, debido al sistema existente de manejo turístico que se emplea en el Lago Tarapoto, que está dado por grupos guiados en una embarcación y no por individuos, el cálculo de capacidad de carga, en este caso, será el número de embarcaciones por día.

Las embarcaciones normalmente se dirigen al Lago Tarapoto con el objetivo de realizar avistamiento de delfines, estas zarpan de los muelles con dirección al lago, van aguas arriba por el río Loretoyacu y entran al Lago El correo; en este lago dependiendo la época del año también se logra el avistamiento de delfines, al atravesar el lago se entra en un canal angosto llamado Caño Tarapoto; el cual es un canal estrecho de menos de 3 km de largo y no es de una gran profundidad, es un lugar bastante vulnerable especialmente cuando entran embarcaciones grandes y viajan a alta velocidad, debido a que la fauna acuática está bastante cerca y son propensos a ser golpeados por las embarcaciones, también se ha percibido la erosión de las orillas producidas por las olas que producen las embarcaciones a su paso, dañando así el terreno y las zonas de alimentación de la fauna acuática, especialmente del manatí.

Al pasar El Caño Tarapoto se llega al Lago Tarapoto, un cuerpo de agua en forma de “U” donde se puede observar un gran paisaje además de poder observar la fauna, normalmente el turista no se realiza una visita total del lago debido a que esto llevaría mucho tiempo y un consumo considerable de combustible, por lo que se realiza una visita a la comunidad “Tarapoto” que queda a la orilla del lago, también se realiza la visita a una ceiba de 60 metros que queda cerca al lago y por último los turista tienen la opción de bañarse en el lago. El regreso a Puerto Nariño, se realiza por los mismos lugares que se atraviesan de ida.

Para el cálculo de la Capacidad de Carga Turística del Lago Tarapoto y el sendero natural que lleva a este, se partió de un principio básico en el que el Lago analizado es usado como un área abierta, además el caño Tarapoto, el lago El Correo y parte del río Loretoyacu que son el acceso al lago se consideraran como senderos naturales.

La capacidad de carga turística considera tres niveles: 1) Capacidad de carga física (CCF), 2) Capacidad de carga real (CCR) y 3) Capacidad de carga efectiva (CCE). La relación entre los niveles puede representarse como:

$$CCF > CCR > CCE$$

La CCF siempre será mayor que la CCR y esta podrá ser mayor o igual que la CCE.

La CCF está dada por la relación simple entre el espacio disponible y la necesidad de espacio por grupo de visitantes. La CCR se determina sometiéndola a una serie de factores de corrección que son particulares a cada sitio y pueden por sus características efectuar una reducción en la capacidad de carga. La identificación y medición de las características físicas, ambientales, biológicas y de manejo es de suma importancia ya que de ellos dependerá la CCR de un sitio. La CCE toma en cuenta la capacidad de manejo de la administración del área natural, y para su cálculo se incluyen variables como personal, infraestructura y equipos, entre otros.

Capacidad de Carga Física (CCF)

La CCF es el límite máximo de grupos que pueden visitar un sitio durante un día. Para este cálculo, se usan los factores de visita (horario y tiempo de visita), la superficie disponible y los factores sociales. Cabe anotar que como se mencionó en la introducción, para la presente investigación se calculan no los turistas, sino los botes que transportan los visitantes.

En base de esta información se calcula la CCF de acuerdo a la siguiente fórmula:

Ecuación 1. Ecuación de capacidad de carga Física

$$CCF = \frac{S}{AG} * NV / día$$

Dónde:

S = superficie disponible

AG = Espacio ocupado por una embarcación

NV/día = número de veces que el sitio puede ser visitado por el mismo grupo en un día

S: la superficie disponible es la longitud del sendero en metros (m) o, en áreas abiertas, el área disponible en metros cuadrados (m²).

AG: Para senderos el AG se define como la distancia ocupada por una embarcación más el factor de seguridad que sería la distancia mínima entre embarcaciones; para áreas abiertas se define el espacio mínimo donde las embarcaciones pueden maniobrar libremente sin riesgo de accidentarse.

NV/día: Es el número de visitas que podría hacer una misma persona en un día; Para calcular el número de visitas por día se divide el horario de visita del lugar por el tiempo necesario para visitar el sitio.

Capacidad de Carga Real (CCR)

La CCR es el límite máximo de grupos, determinado a partir de la CCF de un sitio, luego de someterlo a los factores de corrección definidos en función de las características particulares del sitio. Los factores de corrección se obtienen considerando variables físicas, ambientales, biológicas y de manejo.

Los factores de corrección están estrechamente asociados a las condiciones y características específicas de cada sitio. Esto hace que la capacidad de carga de un área natural tenga que calcularse sitio por sitio, aplicando estos factores de corrección al cálculo de la CCF, se obtiene la CCR por sitio por día.

Los factores de corrección se expresan en términos de porcentaje y para calcularlos se usa la fórmula general:

Ecuación 2. Factor de corrección

$$FC = \frac{Ml}{Mt} * 100$$

Dónde:

FC = factor de corrección

Ml = magnitud limitante de la variable

Mt = magnitud total de la variable

Una vez calculados todos los factores de corrección, la CCR puede expresarse con la fórmula general siguiente:

Ecuación 3. CCR Formula General

$$CCR = (CCF - FC1) - ...FCn$$

Dónde:

FC es un factor de corrección expresado en porcentaje. Por tanto, la fórmula de cálculo sería la siguiente:

Ecuación 4. Fórmula para calcular la capacidad de carga Real

$$CCR = CCF * \frac{(100 - FC1)}{100} * \frac{(100 - FC2)}{100} * \frac{(100 - FCn)}{100}$$

Factores de Corrección

Factores de Visita:

Horario de visita: El horario de visita es una de las consideraciones básicas para la determinación de la capacidad de carga física; el número de grupos que pueden visitar un sitio depende primeramente del número de horas que el sitio está abierto al público.

Aunque el horario de visita al Lago Tarapoto es de 24 horas porque no hay un impedimento de acceso, por lo general se considera solamente 11 horas disponibles debido a que por regulaciones portuarias a las embarcaciones no les está permitido navegar en horas de la noche, por lo tanto, el horario sería únicamente de (6:00am a 5:00pm).

Tiempo de visita: El tiempo de visita es otra consideración básica para la determinación de la capacidad de carga física; se considera que el promedio de tiempo que un grupo necesita para lograr una visita completa y satisfactoria, incorpora el tiempo utilizado en la embarcación (transporte de ida y regreso), tiempo en sitios especiales para la interpretación por el guía, la fotografía, avistamiento de la fauna y descanso si es necesario.

Factores Físicos:

Superficie disponible - La superficie disponible es fundamental para el cálculo de la capacidad de carga, así como el horario. En el caso de sitios con sendero es el largo del sendero (no importa si es un circuito o un sendero de ida y vuelta); en sitios abiertos es todo el área, excluyendo las secciones que sean inaccesibles por rasgos o factores físicos (rocas, grietas, barrancos, etc.)

y por limitantes impuestas por razones de seguridad o fragilidad.

- Medidas: largo del sendero (m) o área abierta (m²)

Erosión - La susceptibilidad del sitio a la erosión, puede limitar la visita debido a la destrucción potencial del mismo, por la visitación. El Lago Tarapoto, al ser un cuerpo de agua, sufrirá la erosión en las orillas del canal o el lago. Por lo cual se diseño este factor, teniendo en cuenta lo propuesto en el trabajo de la capacidad de carga del río Chagras, en el cual los autores toman en cuenta el tamaño del motor y el tamaño de la ola que produce. Proponiendo en su trabajo y realizando la medición de las olas producidas por motores de 25 y 40hp, los cuales producen una altura de 6 y 15cm respectivamente.

Para el presente trabajo se realizó una regresión polinómica usando la ecuación de la línea de tendencia, en donde se puede predecir la altura hipotética de las olas dependiendo de la potencia del motor.

Factores Sociales:

Distancia mínima entre embarcaciones (aplicable al sendero) – En este factor se tiene en cuenta la distancia entre embarcaciones que afecta a la seguridad de la embarcación y los ocupantes; mediante información del puesto de control de la Armada Nacional, quienes son los encargados de vigilar la seguridad de las embarcaciones, se estableció que la distancia mínima entre grupos debe ser 100 m.

Espacio mínimo entre embarcaciones (aplicable en áreas abiertas) – Es el espacio que requiere cada embarcación que puede afectar la seguridad y satisfacción del visitante. En el caso de áreas abiertas se estableció que se debe mantener por lo menos 400 m entre grupos, (considerando que esta área es un lago para observar el paisaje, fauna y la flora); esto significa que cada grupo requiere aproximadamente 20.000m², para no alterar la fauna que se encuentra cerca y puedan disfrutar los paisajes, además para que cada embarcación pueda maniobrar libremente sin riesgo de colisión y también por seguridad de los visitantes que por lo general les gusta bañarse en el lago, por lo que necesitan distancias bastante considerables para que no se afecte la seguridad del turista.

Factores Ambientales:

Precipitación - La precipitación puede ser un factor que afecte la visita fuertemente hasta el punto de cancelarla. Es un factor limitante; debido a que la precipitación combinada con fuertes vientos pueden ser un factor de inseguridad para las embarcaciones, además que la visión se limita y por lo tanto el disfrute del visitante.

Medida: estimación del número de horas por día y el número de meses cuando la precipitación puede ser un limitante.

- $Ml = \text{horas de precipitación limitante/año}$
- $Mt = \text{horas disponibles/año (horario de visita x 365)}$

Brillo solar - El brillo solar del medio día afecta fuertemente al visitante, haciendo la visita complicada, aunque algunas embarcaciones están dispuestas con toldos. Se considera que existe un promedio de alrededor 5 horas diarias de brillo solar directo, por lo cual se tuvo en cuenta este factor.

Medida: estimación del número de horas por día que el brillo solar puede ser un limitante.

- $Ml = \text{horas de sol limitante/año}$
- $Mt = \text{horas disponibles/año (horario de visita x 365)}$

Factores Biológicos:

Perturbación de fauna - La visitación de ciertos sitios puede tener un impacto negativo sobre ciertas especies, especialmente durante períodos de apareamiento o anidación. Se consideran para esto las especies representativas o indicadoras, susceptibles de ser impactadas. En ciertos sitios, se indicó meses de susceptibilidad alta (apareamiento, anidación, eclosión, etc.).

Medida: la especie afectada y el número de meses del impacto.

- $Ml = \text{días limitantes/año}$
- $Mt = \text{días/año}$

Perturbación de flora - La visitación de ciertos sitios puede tener un impacto negativo sobre ciertas especies de plantas que son fuente de alimentación de la fauna cuando el sendero cruza áreas vulnerables. Se considera para esto las secciones del sendero donde la navegación puede afectar a la vegetación y la fauna.

Medida: distancia del sendero (m) o área abierta (m²) donde existe posibilidad de impacto sobre la vegetación.

- Ml = superficie del sendero o área con impacto sobre la flora
- Mt = superficie total del sendero o área

Factores de Manejo:

Actividad de manejo de recursos – Es un factor muy difícil de determinar para el Lago Tarapoto, debido a que por lo general la actividad de transporte, es realizada de una forma casi informal, hay unos pocas personas que prestan el servicio que están organizados, ya que en general el que posea un bote puede llevar turistas al lago, además en Puerto Nariño y en Leticia hay una cantidad indefinida de embarcaciones que podrían prestar el servicio de transporte al lago; sin embargo al conversar con los transportadores se definió que solo hay 7 embarcaciones con proporciones y condiciones adecuadas, es decir que posean: motor, toldos, salvavidas suficientes, remo y combustible, por lo cual este factor se limitaría a solo 7 embarcaciones disponibles para el turismo.

Resultados

Capacidad de Carga Física (CCF)

$$CCR = \frac{S}{AG} * \frac{NV}{día}$$

Dónde:

S = superficie disponible o distancia disponible

AG = Espacio ocupado por una embarcación más el espacio entre embarcaciones

NV/día = número de veces que el sitio puede ser visitado por el mismo grupo en un día

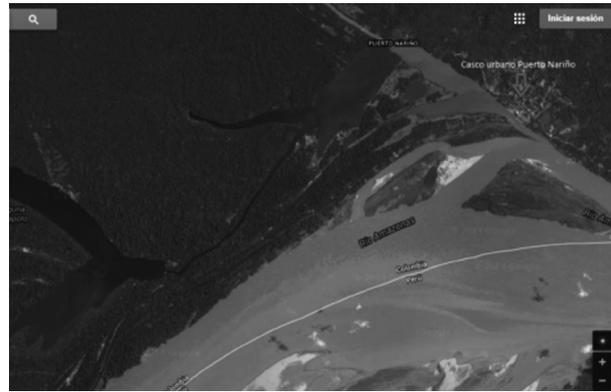
Factores de Visita:

- El horario de visita del Lago Tarapoto es de 6am a 5pm, dando así once (11) horas de posibilidad de visitarlo.
- Para recorrer el lago se determinó un tiempo de dos (2) horas debido a que por lo menos 1 hora demora el traslado en bote, y una (1) hora para realizar avistamiento y otras actividades.

Factores Físicos:

Los factores físicos como el área y distancia que ocupa cada uno, se determinaron mediante el uso de Google Maps debido a la inexistencia de estos datos en el municipio (Ilustración 1 mapa general de Puerto Nariño y el Lago Tarapoto)

Ilustración 1. Mapa General de Puerto Nariño y El Lago Tarapoto



Fuente: Google Maps, 2014.

- Lago Tarapoto 3'150.000m². Aunque mediante diálogos con guías y transportadores locales, se logró establecer que normalmente por cuestiones de tiempo y combustible no se realiza un recorrido por todo el Lago Tarapoto, utilizando el lago solo hasta la comunidad Tarapoto, por lo que el área turística se definió solo hasta dicha comunidad dando así 1'240.000m² de zona turística en el lago Tarapoto.
- Caño Tarapoto 3.040m.
- Lago El Correo 1.640m.
- Rio Loretoyacu 2.210m.

Factores Sociales:

Los factores sociales se incluyeron en la capacidad física debido a que son medidas de seguridad que deben tener las embarcaciones en el momento de navegar.

- 100m como distancia mínima que debería estar las embarcaciones en los senderos.
- 20.000m² como espacio mínimo que debería estar las embarcaciones en áreas abiertas.

Capacidad de Carga Física (CCF)

Tabla 1. Cálculo de la capacidad de carga física del lago Tarapoto

	(Area abierta)	(Sendero)	(Sendero)	(Sendero)	
	Lago tarapoto	Caño tarapoto	Lago el correo	Rio loretoyacu	
S	1240000M ²	3040M	1640M	2210M	
Ag	20000M ²	120M	120M	120M	
Nv/día	5,5	5,5	5,5	5,5	Total
Ccf	341 Botes/día	139 Botes/día	75 Botes/día	101 Botes/día	657 Botes/día

Fuente: Autores – ecuación de CCF y variables ya determinadas

Al determinar la capacidad de carga física (CCF) del Lago Tarapoto y su sendero natural, se determinó que tiene la posibilidad de albergar 657 Botes por día.

Capacidad de carga real (ccr)

La capacidad de carga turística se realizó calculando tres tipos de motores que entran al lago: 15, 25 y 40 hp, aunque lo permitido son motores denominados “pequeques” los cuales su potencia es de 15Hp o menor, sin embargo la falta de control efectivo, ocasiona que motores más grandes como el “rápido” (≥250hp) entren al lago, produciendo un gran impacto ambiental y social, por el ruido, la destrucción de flora y fauna que ocasionan.

Factores de Corrección

Factores Físicos

El factor de restricción de riesgo de erosión se toma de la relación que hay entre el tamaño del motor y el tamaño de la ola que generan. Para su cómputo se empleó el trabajo que se realizó en la capacidad de carga del rio Chagres, el cual calculo factores de corrección para motores de 25 y 40 Hp, los cuales son de 24% y 60% respectivamente. Para el caso del Lago Tarapoto en donde los botes que

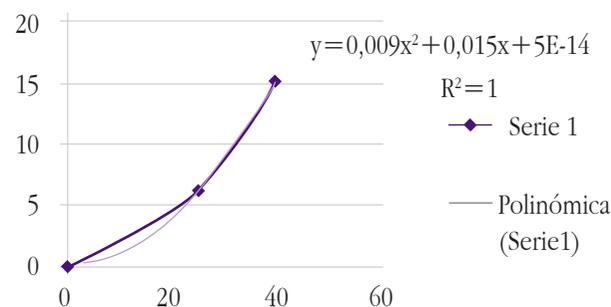
normalmente van para allá son de menos de 15 Hp, se usó la altura de las olas que se producían con 25 y 40 Hp y se realizó una regresión polinómica.

Tabla 2. Relación del tamaño de la ola con el tamaño del motor

Hp	Ola (cm)
0	0
25	6
40	15

Fuente: (Alvarado & Palma, 2000)

Ilustración 2. Gráfica de la relación del tamaño de la ola con el tamaño del motor y ecuación polinómica



Fuente: Regresión polinómica a partir de Alvarado & Palma, 2000.

Con base en la gráfica y la ecuación polinómica obtenida se pudo calcular el tamaño de las olas que causan los motores menores de 15 Hp.

Tabla 3. Tamaño Hipotético de las ola producidos por Motores menores de 15Hp

Hp	Ola (cm)
0	0
1	0,024
2	0,066
3	0,126
4	0,204

Hp	Ola (cm)
5	0,3
6	0,414
7	0,546
8	0,696
9	0,864
10	1,05
11	1,254
12	1,476
13	1,716
14	1,974
15	2,25

Fuente: Ecuación polinómica ilustración 2.

Basado en lo anterior, se calculó el factor de corrección de erosión utilizando la altura producida por el motor de 15Hp y la altura permitida que propone Alvarado y Palma, que es de 25cm, para así poder calcular el factor de corrección, como se muestra a continuación:

Ecuación 5. Factor de corrección de erosión motor 15 Hp

$$FC(Ero\ 15) = \frac{1,25\ cm}{25\ cm} * 100 = 9\%$$

Tabla 4. Factores de corrección para motores de 15, 25 y 40Hp

Hp	FC (Ero)
Motor de 15	9%
Motor de 25	24%
Motor de 40	60%

Fuente: Resultados del factor de corrección de erosión - (Alvarado & Palma, 2000)

Factores Ambientales:

Los factores ambientales se toman igual para todos los sitios (Lago Tarapoto, Caño Tarapoto, Lago, El Correo y

Rio Loretoyacu) debido a que se ubican en el mismo ecosistema y los cuerpos de agua están conectados entre sí.

“Por su posición geográfica el municipio de Puerto Nariño pertenece a la región de selva de bosque húmedo tropical de tipo amazónico. En la clasificación de Holdridge también se cataloga dentro de las zonas de vida como un bosque húmedo tropical” (Matiz, López, & Girón, 2011).

“La temperatura atmosférica media mensual varía entre 23 y 28°C, con máximas de 37°C y mínimas de 16°C, la humedad relativa es muy alta con un promedio anual del 86%. La precipitación promedio anual es de 3.325,2 mm” [5].

Precipitación y nivel del agua

“Presenta una precipitación promedio anual multianual de 2.646,53 mm y un promedio mensual de 277,4 mm; siendo los meses de diciembre (291.02 mm) y enero (270.65 mm) los meses de mayor precipitación, y los meses más secos son los de Julio (185.33 mm) y Agosto (150.33 mm)” (Matiz, López, & Girón, 2011).

De acuerdo a la información proporcionada por el programa de zonificación y uso turístico y la Fundación Natütama que realiza investigación en el municipio (Fundación Natütama, 2013), se determinó usar para el factor de corrección de precipitación los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, dando así cuatro meses.

Ecuación 6. Factor de corrección de precipitación

$$Fc(pre) = \frac{4\ meses}{12\ meses} * 100 = 33,3\%$$

Para el factor de corrección por el nivel del agua e igualmente gracias a la información proporcionada por la Fundación Natütama la cual suministró los datos del nivel del rio de los años 2012, 2013 y 2014, se estableció que los meses en los cuales el rio se encuentra más bajo de 8 metros (nivel que se considera comienza a ser inseguro para las embarcaciones), son los meses de julio, agosto, septiembre y parte de octubre, determinando 3,5 meses como variable limitante.

Ecuación 7. Factores de corrección de nivel del agua

$$Fc(Nivel) = \frac{3,5 \text{ meses}}{12 \text{ meses}} * 100 = 29\%$$

Brillo Solar

Para el cálculo del brillo solar se tomaron los datos de Borja 1997, García 2005 citado en Duque *et al*, 2007 y tomados de Matiz, López, & Girón, 2011, en donde se establece que existen solo 1700 horas de luz directa al año (5h diarias aproximadamente), (Matiz, López, & Girón, 2011).

Ecuación 8. Factores de corrección del Brillo Solar

$$Fc(bri) = \frac{1700 \text{ horas}}{3650 \text{ horas}} * 100 = 46\%$$

Factores Biológicos:

Para los factores de corrección biológicos se escogieron 4 especies, que son las que se encuentran mayormente afectadas por la perturbación del turismo, que son; el delfín rosado (*Inia geoffrensis*), el delfín gris (*Sotalia fluviatilis*), el pirarucú (*Arapaima gigas*) y el manatí (*Trichechus inunguis*), y se escogieron las épocas más críticas para éstas especies.

Para las épocas se tuvo en cuenta el ciclo hidrológico del río Amazonas y sus vertientes:

- **Aguas subiendo:** diciembre a febrero
- **Aguas altas:** marzo a mayo
- **Aguas bajando:** junio a agosto
- **Aguas bajas:** septiembre a noviembre

Las épocas críticas para estas especies se determinaron según el trabajo de “*Caminos para la conservación: monitoreo y manejo de la fauna acuática con la comunidad*” realizado por la Fundación Natútama de Puerto Nariño Amazonas.

Teniendo en cuenta lo anterior se establecieron las épocas críticas para las especies seleccionadas.

- Delfín rosado y delfín gris: la época más crítica es aguas bajas

- El pirarucú: la época más crítica es para aguas subiendo
- El manatí: las épocas más críticas son: aguas subiendo, aguas bajando y aguas bajas

Dado lo anterior, se puede determinar que estas tres épocas Aguas Subiendo, Aguas Bajando y Aguas Bajas son las épocas más críticas para estas 4 especies e incluso para otras especies como son las tortugas, dando así 9 meses como factor limitante.

Ecuación 9. Factores de corrección de la perturbación de la fauna

$$Fc(bio) = \frac{9 \text{ meses}}{12 \text{ meses}} * 100 = 75\%$$

Para el impacto en la flora se determinó que es en el área perimetral del lago donde normalmente se ubican las principales zonas de alimentación de estas especies, ya que es donde crecen las especies de flora de las cuales se alimentan, y que la navegación de embarcaciones ocasiona que las especies abandonen estos sitios y que las orillas se vean erosionadas. Para este factor es imposible determinar la cantidad exacta de estas zonas de alimentación, sin embargo se determinó que la zona del área perimetral del lago (donde se acaba el espejo de agua y comienza el ecosistema terrestre), es donde los botes no deberían pasar mientras sus motores estén funcionando, ésta área se calculó en 100 metros de la orilla.

Además cabe aclarar que este factor es relativo debido a que la orilla del lago es muy dinámica debido a los niveles del agua, sin embargo se realizó una aproximación utilizando la herramienta google maps.

- El perímetro de la parte del lago con mayor afluencia de embarcaciones es de aproximadamente 600.000m².

Ecuación 10. Factores de corrección para la flora

$$Fc(flora) = \frac{600000m^2}{1240000m^2} * 100 = 48\%$$

Por último se aplica la cuarta ecuación planteada, la cual se realiza para cada tamaño de motor (ver tabla 4), debido a que cada uno tiene un factor de corrección diferente.

Ecuación 11. Capacidad de Carga Real Para Motores de 15Hp

$$CCR = 657 \frac{\text{Botes}}{\text{día}} * \frac{(100-9)}{100} * \frac{(100-25)}{100} * \frac{(100-47)}{100} * \frac{(100-29)}{100} * \frac{(100-75)}{100} * \frac{(100-48)}{100} = 22 \frac{\text{Botes}}{\text{Día}}$$

Ecuación 12. Capacidad de Carga Real Para Motores de 25Hp

$$CCR = 657 \frac{\text{Botes}}{\text{día}} * \frac{(100-24)}{100} * \frac{(100-25)}{100} * \frac{(100-47)}{100} * \frac{(100-29)}{100} * \frac{(100-75)}{100} * \frac{(100-48)}{100} = 18 \frac{\text{Botes}}{\text{Día}}$$

Ecuación 13. Capacidad de Carga Real Para Motores de 40Hp

$$CCR = 657 \frac{\text{Botes}}{\text{día}} * \frac{(100-60)}{100} * \frac{(100-25)}{100} * \frac{(100-47)}{100} * \frac{(100-29)}{100} * \frac{(100-75)}{100} * \frac{(100-48)}{100} = 10 \frac{\text{Botes}}{\text{Día}}$$

Como resultado del uso de los factores de corrección, se obtuvo que la capacidad de carga real es de 22 Botes por día para botes con motores menores de 15 Hp, 18 Botes por día para botes con motores hasta 25 Hp y de 10 botes por día para aquellos con motores hasta 40 Hp.

Capacidad de carga efectiva (CCE)

Para realizar el cálculo de esta capacidad de carga, se emplea el número de embarcaciones adecuadas existentes, siendo estas solo 7 embarcaciones tipo "Peque-Peque" motores menores de 15 Hp, que serían las embarcaciones adecuadas para el turismo, por lo que se limitaría la CCE únicamente a 7 Botes/día.

De lo anterior, se desprende una estrategia de manejo que el municipio podría implementar, y es que podría promover el uso de este tipo de embarcación (peque-peques) en otros prestadores de servicios turísticos, hasta alcanzar el número máximo de botes calculados en la capacidad de carga real (22 Botes por día para botes con motores menores de 15 Hp), lo que permitiría mejorar en un 68% la cantidad en embarcaciones adecuadas para la visita al lago.

Conclusiones

La determinación de la capacidad de carga para el Lago Tarapoto, provee al municipio de Puerto Nariño una herramienta de manejo y a la Gobernación del departamento del Amazonas, una base con la cual tomar decisiones concernientes al buen uso del recurso turístico.

El buen manejo de la visita del lago es de alta importancia, para asegurar la protección de los recursos de este cuerpo de agua, que se ve impactado negativamente por la erosión de las orillas, la perturbación de la fauna y la alteración de la vegetación con la que se alimentan algunas especies de fauna que son de alto valor turístico y de conservación, lo cual puede ocasionar efectos drásticos a largo plazo y el deterioro del lugar como atractivo turístico.

Debido a que el municipio no lleva un control de visitas al Lago Tarapoto, es muy difícil determinar si el manejo que se le ha dado durante los últimos años ha llevado a sobrecargar las visitas del Lago ocasionando una sobreutilización. Además como no se lleva un control desde el municipio, tampoco se realiza el de las embarcaciones que llegan desde Leticia, que son uno de los mayores problemas que tiene la visita al Lago, debido a que al venir de Leticia llegan en embarcaciones con motores de mayor potencia que oscilan entre los 45 Hp hasta las 400 Hp. dependiendo del tamaño del grupo; y éstas navegan a velocidades altas y pueden producir olas muy altas que perturban la fauna, la flora, la orilla e incluso a las población aledaña a la riveras del cuerpo de agua, debido a que estas navegan en canoas o botes pequeños tipo "Peque-peques" que podrían ser volteadas fácilmente. Todas las embarcaciones deberían ser monitoreadas y reguladas para que no superen la velocidad recomendada y restringir el acceso en embarcaciones con motores de gran potencia.

Referencias

- [1] Hui, C. (2006) Carrying capacity, population equilibrium, and environment's maximal load. *Ecological Modelling*, 192, 317-320.
- [2] Alvarado, R., & Palma, J. A. (2000). Cálculo de la Capacidad de Carga Turística del Río Chagres.

- Panamá: Plan de Manejo APSL – Capacidad de Carga CEPSA.
- [3] Cifuentes, M. (1992). Determinación de capacidad de carga turística en áreas protegidas (No. 194). Bib. Orton IICA/CATIE.
- [4] Amador, E., Cayot, L., Cifuentes, M., Cruz, E., & Cruz, F. (1996). Determinación de la capacidad de carga turística en los sitios de visita del parque nacional Galápagos. Puerto Ayora: Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre.
- [5] Matiz, D. M., López, R. C., & Girón, Y. P. (2011). Programa de Zonificación de uso turístico del municipio de Puerto Nariño (Amazonia Colombiana). Leticia: Universidad Nacional de Colombia Sede Amazonia.

El Autor



Fernando Gutiérrez Fernández

Ecológo de la Pontificia Universidad Javeriana, Especialista en Gestión Urbana y Desarrollo Urbano y Desarrollo Territorial, Especialista en Gestión Ambiental, Especialista en Desarrollo, Sostenible y Ecodiseño, Doctor en Desarrollo, Sostenible y Ecodiseño de la Universidad Politecnica de Valencia, España. Director del Grupo de Investigación Agua, Salud y Ambiente y miembro del grupo de investigación en producción limpia Choc Izone de la Facultad de Ingeniería de la Universidad El Bosque.