

Bosques de manglar: Fragmentación en áreas protegidas y no protegidas en el pacífico Colombiano

David Felipe Vasquez Salazar

Universidad del Valle, Apartado Aéreo 25360, Cali, Colombia.
david.vasquez@correounivalle.edu.co

Jaime Ricardo Cantera Kintz

Universidad del Valle, Apartado Aéreo 25360, Cali, Colombia.
jaime.cantera@correounivalle.edu.co

Juan Carlos Mejia Renteria

Universidad del Valle, Apartado Aéreo 25360, Cali, Colombia.
juancamejia84@gmail.com

RESUMEN

La pérdida de bosques de manglar y el aumento de la fragmentación pueden alterar la conectividad ecológica y afectar los servicios de los ecosistemas. Alrededor del 60% de los bosques de manglar de la región costera del Pacífico colombiano tienen estatus de protección: y estos se agrupan en diez (10) áreas protegidas con diferentes categorías de protección: (1) Parques Naturales Nacionales (PNN), (2) Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI), (3) Reserva Forestal Protectora Nacional (RFPN), (4) Distrito Nacional de Manejo Integrado (DNMI) Y (5) Parque Natural Regional (PNR). Mediante tres (3) bases de datos: (1) Global Database of Continuous Mangrove Forest Cover for the 21st Century (CGMFC-21) de Hamilton & Casey (2016), (2) Mangrove global watch (MGW) de Bunting et al. (2022), (3) Manglares de Colombia 2019-2020 de Valencia-Palacios & Blanco-Libreros (2021), estimamos la variación de la cobertura de manglares dentro y fuera de las áreas marinas protegidas de la costa pacífica colombiana para los años disponibles en estas bases de datos. Las pérdidas en porcentajes no superaron el 0,4% en CGMFC-21 y llegaron al 3,7% en MGW, la base de datos de Valencia-Palacios & Blanco-Libreros estima 872 Km² más en el pacífico que GMW. Los resultados muestran diferencias en cobertura y fragmentación entre bases de datos debido a los métodos utilizados, GMW identifica muchos más parches de manglar y es capaz de estimar ganancias, información que no está presente en CGMFC-21. La cobertura está disminuyendo y la fragmentación está aumentando, pero a un ritmo menor en comparación con el resto del mundo. Cada área protegida tiene el desafío de implementar una forma efectiva de preservar y monitorear sus bosques de manglar por extensión y categoría, y a su vez los investigadores locales tienen el desafío de brindar evidencia y usar estos datos para evaluar el ecosistema. Este estudio tiene como objetivo contribuir a mejorar el monitoreo dentro de las áreas protegidas proporcionando datos de cómo cambian de un año a otro.

ABSTRACT

The loss of mangrove forest and the increase of fragmentation can disrupt ecological connectivity and affects ecosystem services. About 60% of the mangrove forest of the Colombian Pacific coastal region has protection status, and these are grouped in ten (10) protected areas with different protection categories. By means of four (3) data bases: (1) Global Database of Continuous Mangrove Forest Cover for the 21st Century (CGMFC-21) of Hamilton & Casey (2016), (2) Mangrove global watch (MGW) of Bunting et al. (2022), (3) Manglares de Colombia 2019-2020 of Valencia-Palacios & Blanco-Libreros (2021), we estimated the variation of mangrove cover inside and outside the marine protected area of the Colombian Pacific coast for the years available in these databases. Percentage losses did not exceed 0.4% in CGMFC-21 and reached 3.7% in MGW, the Valencia-Palacios & Blanco-Libreros database estimates 872 km² more in the Pacific

than GMW. The results show differences in coverage and fragmentation between databases due to the methods used, GMW identifies many more mangrove patches and is able to estimate gains, information that is not present in CGMFC-21. Coverage is decreasing and fragmentation is increasing, but at a slower rate compared to the rest of the world. Each protected area has the challenge of implementing an effective way to preserve and monitor their mangrove forests by extent and category, and in turn local researchers have the challenge of providing evidence and using these data to assess the ecosystem. This study aims to contribute to improving monitoring within protected areas by providing data on how they change from year to year.

Key words: Habitat mapping, remote sensing, GIS, Ecosystem Services.

INTRODUCCIÓN

Los bosques de manglar son conocidos por su gran productividad de materia orgánica y por su biodiversidad, además por los servicios que provee a la sociedad, entre estos se encuentran la madera para construcción, pesquería, protección natural costera contra los fenómenos medioambientales y secuestro de carbono (Rönnbäck, 1999; Saenger, 2013; Levinton, 2014; Taillardat *et al.*, 2018; Sánchez-Núñez *et al.*, 2019; Alongi, 2020). El flujo energético en este ecosistema es el responsable de su productividad y biodiversidad. Se ha reportado que la distribución y el flujo energético afecta cada servicio ecosistémico proporcionado por los manglares, al igual que a las poblaciones de las especies que viven en él, y por ende el comportamiento de las cadenas tróficas (Kabir *et al.*, 2014; Medina-Conteras *et al.*, 2018; Medina-Conteras *et al.*, 2020). Son numerosos los países en los que se han tomado medidas sobre la protección, restauración y monitoreo de los bosques de manglar, cuya destrucción por sobreexplotación de los recursos vegetales y animales provoca pérdida de hábitats, generando un posible efecto negativo en los servicios ecosistémicos. (Alexandris *et al.*, 2013; Sahu *et al.*, 2015; Salmo, 2017).

La fragmentación de un bosque se refiere al cambio en su forma y tamaño, lo que puede afectar la conectividad de las especies dependientes de ese hábitat y los servicios que ofrece. En este punto

se debe tener en cuenta la relación que existe entre los conceptos de cobertura y fragmentación del bosque. La fragmentación puede aumentar sin mucha pérdida de cobertura, pero pérdida de cobertura siempre será fragmentación. (Fahrig, 2003, 2019; Bryan-Brown *et al.*, 2020) Existen evidencias de cómo la fragmentación en los bosques produce pérdida de hábitat y de biodiversidad, lo cual ocasiona efectos negativos en el ecosistema (Tran & Fisher, 2017). En Brasil, se ha demostrado que una pérdida relativamente pequeña de área de bosque en unas decenas de metros cuadrados puede producir una disminución considerable en el número de especies de invertebrados, aunque no en los valores de abundancia, debido a que las especies que no dependían del bosque pueden crecer en número de individuos (Corte *et al.*, 2020). Además, existen algunas especies que se encuentran restringidas a ciertos lugares dentro del bosque de manglar debido a su poca movilidad (vertical y horizontal), estas especies se ven afectadas si se remueve una pequeña parte del bosque, (Kabir *et al.*, 2014). La pérdida de hábitat disminuye inevitablemente la población de algunas especies dependientes de ese hábitat, las cuales pueden cambiar en rango de tamaños y abundancia, (Krosby *et al.*, 2010; Kabir *et al.*, 2014).

A nivel mundial se han empleado imágenes satelitales para monitorear la cobertura y fragmentación de este ecosistema, dando estimativos cada vez más precisos. Pero entre más reducida es el área de estudio, más necesario es complementar estos estudios con datos tomados *in situ* o con vehículos aéreos no tripulados que tomen datos con mayor resolución y a menor escala espacial y temporal (Castellanos-Galindo *et al.*, 2019; Tran & Fisher, 2017)

Los reportes de pérdida de bosque de manglar en Colombia presentan un aparente sesgo, debido principalmente a que se han enfocado más esfuerzos de investigación en la costa Caribe de Colombia, ignorando información de algunos datos sobre el Pacífico (Mejía-Rentería *et al.*, 2018). Debido a su importancia, en los últimos 20 años se ha visto un incremento en la investigación

científica utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG) para estudiar los cambios espaciotemporales en bosques de manglar (Giri *et al.*, 2011; Palacios *et al.*, 2017; Hamilton & Casey (2016). En Colombia se hizo un reporte reciente sobre los diferentes estimativos que se han usado a través del tiempo para calcular la cobertura de manglar en el pacífico Colombiano, utilizando SIG, el estudio ha mostrado la importancia de los nuevos métodos para tener datos cada vez más precisos (Mejía-Rentería *et al.*, 2018). Por otra parte, el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC) y el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR), han generado mapas y estimativos sobre cobertura de manglar en las costas de Colombia (Casas Monroy & Perdomo Trujillo, 2002; INVEMAR, 2022).

Debido a la presencia y distribución de sus recursos, y al aislamiento de las comunidades que habitan en estas zonas, el Pacífico Colombiano y sus bosques de manglar representan el único sustento de muchas familias que habitan esta región (Cantera, 1997; Palacios *et al.*, 2017). Ocampo-Aguirre (1997) documentó los cambios de perspectiva sobre los bosques de manglar en América Latina, cuando llegaron los españoles fueron considerados ecosistemas nocivos por su difícil acceso, y por las enfermedades tropicales encontradas en los manglares y pantanos adyacentes. Por otra parte, en los últimos años se han considerado ecosistemas importantes para el desarrollo socioeconómico de los habitantes costeros, y una fuente de recursos valiosos. Ambas perspectivas han causado destrucción y deforestación de los manglares.

El primer estatuto forestal fue concebido en 1969, y en 1974 tuvo lugar la primera regulación nacional denominada Código Nacional de Recursos Naturales Renovables, aplicado por el instituto que lleva el mismo nombre. Debido a la creación de áreas protegidas a nivel internacional, Colombia empieza a proteger los ecosistemas, y a decretar las primeras zonas protegidas del país, con regulaciones bien establecidas. Los Parques Nacionales Naturales de Colombia nacen de un

esfuerzo local generado por las iniciativas globales para la conservación y protección de ecosistemas. Al inicio de la década del 80 se logró un acuerdo: las comunidades pueden aprovechar los recursos de las áreas protegidas si no tienen actitudes hostiles frente a ellos (Lenis, 2014). Actualmente, el área protegida se define como un sistema, y la entidad de Parques Nacionales Naturales (PNN) debe velar por la buena conectividad de los ecosistemas protegidos (CONPES 3680, 2010). Las medidas de protección están categorizadas en el país respecto a las diferentes funciones y objetivos de las zonas, las cuales son creadas, reguladas, y administradas por diferentes organismos de control. Sin embargo, se han presentado incongruencias entre las medidas de protección y algunas políticas poco ambientales. Lenis (2014) lo documenta describiendo la gran deforestación, junto a la declaración de áreas protegidas.

Existen 5 diferentes categorías de áreas protegidas que albergan bosques de manglar dentro de su territorio en el Pacífico Colombiano (Figura 1): (1) Parques Nacionales Naturales (PNN), (2) Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI), (3) Reserva Forestal Protectora Nacional (RFPN), (4) Distrito Nacional de Manejo Integrado (DNMI), y (5) Parque Natural Regional (PNR) (Tabla 1). Este estudio provee datos sobre pérdida y ganancia de cobertura de bosques de manglar en cada localidad, y cuáles son las bases de datos que proveen información más precisa en cada uno de estos territorios y sus departamentos.

MÉTODOS

El área de estudio son los bosques de manglar ubicados en la costa Pacífica colombiana, desde la frontera con Panamá al norte, hasta la frontera con Ecuador al sur, las delimitaciones por departamento y áreas protegidas en esta zona se encuentran en la Figura 1. En total fueron 20 localidades estudiadas: (1) PNN Utría , (2) DRMI Golfo de Tribugá cabo corrientes, (3) DRMI Encanto de los Manglares del Bajo Baudó, (4) PNN Uramba Bahía Málaga, (5) DRMI En el

Territorio Colectivo del Consejo comunitario de la comunidad Negra de la Plata, (6) PNR La Sierpe, (7) RFPN Río Anchicayá, (8) PNR El Comedero, (9) PNN Sanquianga, (10) DNMI Cabo Manglares Bajo Mira y Frontera, (11) Departamento del Chocó, (12) Departamento del Valle del Cauca, (13) Departamento del Cauca, (14) Departamento de Nariño, (15) Departamento del Chocó, área no protegida (ANP), (16) Departamento del Valle del Cauca, área no protegida (ANP), (17) Departamento del Cauca, área no protegida (ANP), (18) Departamento de Nariño, área no protegida (ANP), (19) Pacífico colombiano (Pacífico), (20) Pacífico, área no protegida (ANP).

Para la estimación del área por localidad se usaron 3 bases de datos (BD):(1) Global Database of Continuous Mangrove Forest Cover for the 21st Century (CGMFC-21) de Hamilton & Casey (2016), la cual contiene la cobertura de manglar a nivel global en un periodo de 12 años (2000 - 2012), (2) Mangrove global watch 1996 - 2020 de Bunting *et al.*, (2022), y (3) Manglares de Colombia 2019 - 2020 de Palacios & Blanco-Libreros (2021). Se ha usado el software Arcgis Pro para la medición y extracción de los datos, se calculó el porcentaje de pérdida anual, se estimó la pérdida por año, y al final se compararon los resultados de las bases de datos.

La primera BD (CGMFC-21) es un ráster con una unidad mínima de información por área o píxel, el cual tiene un tamaño aproximado de 30 x 30 metros, cada valor de píxel representa el área (en m²) con cobertura de manglar dentro del píxel. Para los cálculos de las coberturas de manglar dentro de las áreas protegidas se usaron los píxeles que estaban dentro los insumos proporcionados en el sitio oficial del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Colombia (SINAP). El mismo método se llevó a cabo para las estimaciones del área de cada departamento, cuyas delimitaciones oficiales fueron tomadas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Esta base de datos no permite estimar si hubo ganancia, el valor mínimo de m²/píxel es 0, el máximo es 955.

La segunda BD (MGW) está conformada por polígonos, que se han creado en formato shapefile, y representan los lugares con presencia de bosque de manglar. Estos polígonos fueron recortados para estimar la cobertura de manglar en la totalidad de la costa pacífica, por cada departamento costero, y finalmente por cada área protegida. Las delimitaciones de los recortes de los polígonos, al igual que para la BD (CGMFC-21), fueron tomadas a partir de los shapefiles oficiales del IGAC y el SINAP.

Con la BD de manglares de Colombia 2019-2020 se hicieron las mismas estimaciones con las mismas delimitaciones por zona, los polígonos ya venían con información del área en unidades de hectáreas (ha), la cual fue utilizada y corroborada. Se compararon estos resultados con las estimaciones de las otras BDs para hacer una comparación del área total por localidad en el año 2020, ya que esta BD solo tiene datos del año en mención.

Ya con los datos de cobertura por año en cada zona (Tabla 2), se estimaron los porcentajes de pérdida y ganancias por año (Tabla 3 y 4), y el total de pérdidas (Tabla 5 y 6).

RESULTADOS

Los resultados se presentan en tres secciones, una por cada BD. En cada sección se presentan los resultados de los análisis por cada departamento y por cada área protegida.

Global Database of Continuous Mangrove Forest Cover for the 21st Century (CGMFC-21)

Las pérdidas de cobertura en la totalidad del Pacífico colombiano, y por cada departamento, concuerdan con los valores publicados por Mejía-Rentería *et al.* (2018), aunque en esa publicación usaron datos no publicados de los años 2013 y 2014, se siguen las mismas tendencias.

Para las zonas protegidas por departamento, en el Chocó, se encontró que el PNN Utría no presentó pérdida en los doce años, y el golfo de Tribugá solo presentó pérdidas en los años 2010 y 2011. El DRMI de Bajo Baudó presentó pérdidas en todos los años excepto en el año 2003. En el departamento del Valle del Cauca, las áreas protegidas solo mostraron pérdidas en los años 2004 y 2010 al 2011. En todos los años, la pérdida fue mayor en el bosque no protegido. En el departamento del Cauca, la única área protegida, el PNR El comedero, no presentó pérdidas en ningún año, por lo tanto, la pérdida total de este departamento se presentó fuera del PNR. En el departamento de Nariño, solo en los años 2005 y 2007 se presentaron pérdidas mayores en las áreas protegidas, y en el año 2003 no se presentaron pérdidas en las dos áreas protegidas. El DNMI Cabo manglares Bajo Mira y Frontera presentó pérdidas de 0.44% en el año 2007, este es el porcentaje de pérdida más alto de las áreas protegidas, y la tercera en todas las localidades estimadas, superada solo por el Valle del Cauca, por ANP, y por todo el departamento del Cauca.

En esta BD, el PNN Utría, PNN Uramba Bahía Málaga y PNR El comedero no mostraron pérdidas en ningún año.

Mangrove global watch 1996-2020 (MGW)

En comparación con CGMFC-21, en la totalidad del Pacífico colombiano hay una diferencia promedio de hasta 644 Km² en los años en los que ha sido posible realizar una comparación, es decir entre los años 2007 al 2010 (Tabla 8 y 9). En porcentajes para la BD MGW, hay una diferencia de entre 0,3% y 0,04% de pérdidas de cobertura anual. MGW muestra una ganancia de 0.21% en el año 2009 con respecto al año 2008. (Fig. 2 y 3)

Para el departamento del Chocó, el PNN Utría es una de las áreas con más pérdida en porcentaje anual, DRMI Golfo de Tribugá Cabo Corrientes y DRMI Encanto de los Manglares del Bajo Baudó

presentaron pérdidas, pero no tan grandes. PNN Utría y DRMI Bajo Baudó presentaron pérdidas en 7 años, y ganancia en los demás años, y el DRMI 6 años de pérdida. Finalmente, en 2018 y 2019 cuando se reduce la pérdida en el PNN Utría, se estiman ganancias en los mismos años para todo el departamento del Chocó (Fig. 4).

El departamento del Valle del Cauca contiene la segunda área protegida con más porcentaje de pérdida de cobertura, llegando al 2%, éste es el caso del PNN Uramba Bahía Málaga. De una manera general, el Valle del Cauca muestra pérdidas de cobertura, excepto en 3 años con un pequeño porcentaje de ganancia. (Fig. 5)

En el departamento del Cauca, el PNR El comedero es pequeño comparado con la extensión de manglar en el territorio, por lo tanto, su pérdida de cobertura no afectaría tanto la estimación del departamento. Aun así, el PNR tuvo más años de pérdida que de ganancia, superando en el 2017 el 0,1% de pérdida. El departamento tiene 5 años con estimaciones de pérdida de cobertura, y 5 años con ganancia, perdió 148 ha entre 1996 y 2020. (Fig. 6)

El departamento de Nariño posee más del 50% de bosque en dos áreas protegidas, ambas zonas protegidas presentan pérdida, en el año 2015 tanto el PNN Sanquianga como el DNMI Bajo Mira y Frontera presentan pérdida, pero en el Departamento de Nariño ANP presenta ganancia. Los porcentajes más altos de pérdida se encuentran en el año 2020. (Fig. 7)

Valencia-Palacios & Blanco-Libreros (2021)

La BD de Valencia-Palacios & Blanco-Libreros (2021) estima 872 Km² más en todo el Pacífico colombiano respecto a la BD de MGW, para el año 2020.

Esta BD estimó un 32% más de bosque, pero estas diferencias no son proporcionales en cada localidad, mientras que en el Valle del Cauca se estimó sólo el 0,04% de más, en Sanquianga fue 54% de más. (Tabla 10)

DISCUSIÓN

Los resultados en las BDs muestran una gran variación en la pérdida anual de cada localidad. De acuerdo con lo descrito por Bunting *et al.*, (2022) los datos estimados por Hamilton & Casey (2016) han sido relevantes en todo el mundo, sin embargo, no permiten detectar pequeños parches de manglar (< 10 ha). Para el pacífico colombiano esto genera un gran problema, ya que posee una gran cantidad de parches de tamaños no detectables, pero que son de gran importancia por sus servicios ecosistémicos de esa región y las comunidades aledañas a ellos. Algunos parches en la BD de Valencia-Palacios & Blanco-Libreros (2021) los reportan, y la BD de SIGMA del INVEMAR también los reporta. Esta limitante puede mejorarse hoy en día con nuevas metodologías como las basadas en vehículos aéreos no tripulados, las cuales permiten detectar pequeños parches de manglar (Castellanos-Galindo *et al.*, 2019).

Respecto a los datos del MGW, los porcentajes de pérdida se encuentran en ciertos lugares como DRMI Bajo Baudó, PNN Uramba Bahía Málaga y en el PNN Sanquianga, las mayores pérdidas se presentan en PNN Utría. Aunque estas pérdidas son muy pocas, se deberían identificar los factores que las están produciendo, y si son reales. Llama la atención que al poder comparar los estimativos anuales se han encontrado ganancias, y en ocasiones esta ganancia por departamento se está dando más en los bosques no protegidos. Las zonas protegidas están llamadas a proteger esta conectividad, y para verificar los datos se deben realizar estudios para estimar si son pérdidas de origen natural o antrópico (Palacios & Cantera, 2017; Garcés-Ordóñez, 2019). En el caso del PNN

Utría, los parches de bosque que se han perdido parecen dar indicios de pérdida por erosión costera, pero esto debe ser verificado. (Sánchez-Núñez *et al.*, 2019; Restrepo & Cantera, 2013).

El uso de nuevas herramientas puede permitir la identificación de otros parches de bosque de manglar, y aumentar o afinar los resultados de cobertura, pero esto no significa que los parches ya identificados por otras bases de datos deban ser desechados, los cambios detectados al afinar estos resultados deben ser evaluados *in situ*.

Es interesante que en lugares donde MGW muestra porcentajes entre el 1% y 2% de pérdida, Hamilton & Casey (2016) muestre 0% o menos de 0,1%. En algunos casos inclusive se puede observar que el parche está ubicado en el mismo sector. Esto puede deberse a que son cambios muy pequeños o, a que estas pérdidas se están produciendo en parches no identificados. (Fig. 3)

Mejía-Rentería *et al.*, (2018) realizó un estudio para analizar de qué manera la aplicación de métodos llevados a cabo anteriormente, como el primer mapa del IGAC, sobreestimaron la cobertura de manglar, haciendo poco fiables los reportes de pérdida. En este sentido, las BDs como las de Hamilton & Casey (2016), y MGW cobran importancia. El porcentaje de pérdida en estas BDs concuerda con nuestros resultados.

Ya son numerosos los investigadores que están corroborando la información con reportes y estudios a escala local. MGW reporta parches que en Hamilton & Casey (2016) no se identifican, aun así, mapeos locales como los de Valencia-Palacios & Blanco-Libreros (2021) permiten identificar aún más parches de manglar dentro del territorio, y es algo que cada país debe intentar hacer para poder tener un conocimiento real de su territorio (Ruiz-Luna & Berlanga-Robles, 2008; Pelage *et al.*, 2019; Selvaraj & Pérez, 2023).

En la comprobación de campo se encontró un parche de manglar que ni MGW ni Hamilton & Casey (2016) reportan, el sitio es conocido como San Pedro, dentro del Distrito de Buenaventura (Fig 2). Igualmente, se encontró un parche dentro de un archipiélago de islas en medio de la bahía ubicada dentro de PNN Uramba Bahía Málaga. También sucede en el PNN Utría (Fig. 3) Esto demuestra que el conocimiento de los investigadores locales ayuda a identificar parches y sitios que enriquece el conocimiento del país. Estos datos se podrían complementar con el lanzamiento de la primera base de datos oficial del país (SIGMA), liderada por el INVEMAR, y los datos estimados por Selvaraj & Pérez (2023), los cuales muestran ganancia y pérdida, y sí identifican varios parches de manglar que ninguna de las bases de datos aquí comparadas identifica.

Al comparar las pérdidas de las áreas protegidas por departamento, en Hamilton & Casey (2016) las áreas protegidas tienen muy poca pérdida (33,9 ha), la mayor cantidad de pérdida total se encuentra en las zonas no protegidas (147,5 ha). Pero contradictoriamente como se ha mencionado, según los datos de MGW, en algunos casos de las ANP, los resultados mostraron menor porcentaje de pérdida. El PNN Utría es una de las áreas con los porcentajes más altos de pérdida, junto con PNN Uramba Bahía Málaga.

El Departamento del Valle del Cauca, el DRMI bajo Baudó y Golfo de Tribugá muestran ganancia comparando el primer año con el último.

En Valencia-Palacios & Blanco-Libreros (2021) también se identifica y se estima una gran cantidad de parches de manglar y sus datos llegan a reportar hasta 800 Km² más que el MGW, como se ha dicho, un esfuerzo entre investigadores locales, entidades nacionales y mediciones locales ayudarán a seguir teniendo un estimado cada vez más acertado.

La zona en la que se encuentra nuestra área de estudio se caracteriza por ser de difícil acceso y con comunidades que viven muy asociadas a los bosques de manglar. Durante décadas estas comunidades vivieron asociadas a estos bosques (Prah, H. V., Cantera, J. R., & Contreras R, 1990; Restrepo E, 2014), y se debe trabajar de la mano con estas poblaciones para seguir estimando de una manera cada vez más precisa estas coberturas. Hoy en día el carbono azul es un tema de interés comercial, del cual algunas de estas comunidades están buscando beneficiarse, y seguir generando datos es necesario para este fin (Howard *et al.*, 2017; Vierros, 2017). Las áreas protegidas requieren un monitoreo específico que permitan una estimación de cobertura más precisa para Colombia.

En estas áreas protegidas la pérdida de cobertura es muy pequeña y en muchos casos muestra ganancia, los bosques de manglar en el pacífico también sufren por la erosión costera y cambios en las desembocaduras de los ríos, esto hace que una parte del bosque desaparezca en las regiones costeras (Sánchez-Núñez *et al.*, 2019). Otro factor a tener en cuenta es la intervención antrópica, pero en general tanto dentro como fuera de las áreas protegidas, el pacífico es un lugar de poca pérdida de manglar y por tanto un buen lugar de estudio para los servicios que ofrecen. Evaluar esta pérdida a nivel local es importante, ya que estos pequeños cambios pueden alterar los servicios ecosistémicos que ofrece el manglar, entre estos están: Cambios negativos en la red trófica, afectar las pesquerías, el secuestro de carbono, la protección natural costera y la biodiversidad, entre otros. Aunque es cierto que el pacífico no tiene cifras alarmantes de pérdida, esta región se caracteriza porque si existiera una pérdida pequeña de bosque, o al verse afectado por una fuerte intervención antrópica, afecta directamente a una comunidad que dependa de ese bosque, aumentando la presión sobre especies biológicas de importancia comercial, entre otros, la conservación del bosque debe seguir siendo una prioridad y para ello deben trabajar estas áreas protegidas. Por último, estos

cambios a menor escala tienen mayor precisión en MGW y por lo tanto se recomienda esta base de datos para evaluar estos cambios por encima de Hamilton & Casey (2016).

AGRADECIMIENTOS

A Dios, mi esposa Alejandra Reinoso, mis padres, mi hermano Juan Carlos, cuñada y sobrino por apoyarme en todo, a mi director Jaime R Cantera por ser un mentor y confiar en mi conocimiento, a Juan Carlos Mejía por su apoyo y compartir su conocimiento y experiencia conmigo, a mis compañeros de ECOMANGLARES por enseñarme tantas cosas, a mis 4 amigos de toda la carrera que me animaron siempre a seguir adelante. A mis profesores del departamento con un especial cariño a la profesora Andrea Niño por creer en mis capacidades. proyecto "Aporte de la diversidad funcional de los ecosistemas de manglar al bienestar humano en las costas Caribe y Pacífico de Colombia: Una mirada desde el enfoque de los servicios ecosistémicos" enmarcado en el programa EVALUACIÓN COMPARATIVA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PROPORCIONADOS POR DIFERENTES TIPOS DE MANGLAR EN COLOMBIA de Minciencias.

LITERATURA CITADA

Alexandris, N., Chatenoux, B., Harriman, L., Lopez Torres, L., & Peduzzi, P. (2013). Monitoring mangroves restoration from space.

Alongi, D. M. (2020). Global significance of mangrove blue carbon in climate change mitigation. *Sci*, 2(3), 67.

Betts, M. G., Wolf, C., Pfeifer, M., Banks-Leite, C., Arroyo-Rodríguez, V., Ribeiro, D. B., ... & Ewers, R. M. (2019). Extinction filters mediate the global effects of habitat fragmentation on animals. *Science*, 366(6470), 1236-1239.

Botto Barrios, D. P. (2020) Estado de los recursos pesqueros en la zona norte del Pacífico colombiano ante la implementación de la Zona Exclusiva de Pesca Artesanal–ZEPA, en un contexto socioecosistémico.

Bryan-Brown, D. N., Connolly, R. M., Richards, D. R., Adame, F., Friess, D. A., & Brown, C. J. (2020). Global trends in mangrove forest fragmentation. *Scientific reports*, 10(1), 1-8.

Bunting, P., Rosenqvist, A., Hilarides, L., Lucas, R. M., Thomas, N., Tadono, T., ... & Rebelo, L. M. (2022). Global mangrove extent change 1996–2020: Global Mangrove Watch version 3.0. *Remote Sensing*, 14(15), 3657.

Cantera, K. J. (1997). Los manglares del Pacífico Colombiano. *Ciencia y Tecnología*, 15(1), 20-26

Casas Monroy, O., & Perdomo Trujillo, L. (2002). Mangrove state. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 27(102), 53-70.

Castellanos-Galindo, G. A., Casella, E., Mejía-Rentería, J. C., & Rovere, A. (2019). Habitat mapping of remote coasts: Evaluating the usefulness of lightweight unmanned aerial vehicles for conservation and monitoring. *Biological Conservation*, 239, 108282.

Codechocó y IIAP. (2009). Diagnóstico y zonificación del ecosistema de Manglar del Pacifico Chocoano

Fahrig, L. (2019). Habitat fragmentation: A long and tangled tale. *Global Ecology and Biogeography*, 28(1), 33-41.

Fletcher Jr, R. J., Didham, R. K., Banks-Leite, C., Barlow, J., Ewers, R. M., Rosindell, J., ... & Haddad, N. M. (2018). Is habitat fragmentation good for biodiversity?. *Biological conservation*, 226, 9-15.

Garcés-Ordóñez, O., Castillo-Olaya, V. A., Granados-Briceño, A. F., García, L. M. B., & Díaz, L. F. E. (2019). Marine litter and microplastic pollution on mangrove soils of the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombian Caribbean. *Marine Pollution Bulletin*, 145, 455-462.

Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L. L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., ... & Duke, N. (2011). Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*, 20(1), 154-159.

Hamilton, S. E., & Casey, D. (2016). Creation of a high spatio-temporal resolution global database of continuous mangrove forest cover for the 21st century (CGMFC-21). *Global Ecology and Biogeography*, 25(6), 729-738.

Howard, J., McLeod, E., Thomas, S., Eastwood, E., Fox, M., Wenzel, L., & Pidgeon, E. (2017). The potential to integrate blue carbon into MPA design and management. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 27, 100-115.

Kabir, M., Abolfathi, M., Hajimoradloo, A., Zahedi, S., Kathiresan, K., & Goli, S. (2014). Effect of mangroves on distribution, diversity and abundance of molluscs in mangrove ecosystem: a review. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 7(4), 286-300.

Komiyama, A., Ong, J. E., & Pongparn, S. (2008). Allometry, biomass, and productivity of mangrove forests: A review. *Aquatic botany*, 89(2), 128-137.

Krosby, M., Tewksbury, J., Haddad, N. M., & Hoekstra, J. (2010). Ecological connectivity for a changing climate. *Conservation Biology*, 24(6), 1686-1689.

Lenis, Y. R. (2014). La historia de las áreas protegidas en Colombia, sus firmas de gobierno y las alternativas para la gobernanza. *sociedad y economía*, (27), 155-175.

Levinton, J. S. (2014). *Marine biology: function, biodiversity, ecology* 4 Ed . New York: Oxford University Press.

Medina-Contreras, D., Arenas-González, F., Cantera-Kintz, J., Sánchez-González, A., & Giraldo, A. (2020). Food web structure and isotopic niche in a fringe macro-tidal mangrove system, Tropical Eastern Pacific. *Hydrobiologia*, 847, 3185-3199.

Mejía-Rentería, J. C., Castellanos-Galindo, G. A., Cantera-Kintz, J. R., & Hamilton, S. E. (2018). A comparison of Colombian Pacific mangrove extent estimations: Implications for the conservation of a unique Neotropical tidal forest. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 212, 233-240.

Ocampo-Aguirre, P. 1997. Evaluation of the mangrove resources in Colombia - their status, management and future. Thesis Master of Science, Center for Tropical Coastal Management. University of Newcastle upon Tyne.

Palacios, M. L., & Cantera, J. R. (2017). Mangrove timber use as an ecosystem service in the Colombian Pacific. *Hydrobiologia*, 803, 345-358.

Palacios, M. L., & Cantera, J. R. (2017). Mangrove timber use as an ecosystem service in the Colombian Pacific. *Hydrobiologia*, 803(1), 345-358.

Pelage, L., Domalain, G., Lira, A. S., Travassos, P., & Frédou, T. (2019). Coastal land use in Northeast Brazil: mangrove coverage evolution over three decades. *Tropical Conservation Science*, 12, 1940082918822411.

Prahl, H. V., Cantera, J. R., & Contreras R, R. (1990). Manglares y hombres del Pacífico colombiano. *Colciencias*.

Restrepo, E. (2014). Comunidades negras del pacífico colombiano. En Museo de la Universidad de Antioquia, Colección de antropología: herencia, patrimonio y memoria. Medellín (Colombia): Museo de la Universidad de Antioquia.

Restrepo, J. D., & Cantera, J. R. (2013). Discharge diversion in the Patía River delta, the Colombian Pacific: Geomorphic and ecological consequences for mangrove ecosystems. *Journal of South American Earth Sciences*, 46, 183-198.

Rönnbäck, P. (1999). The ecological basis for economic value of seafood production supported by mangrove ecosystems. *Ecological economics*, 29(2), 235-252.

Ruiz-Luna, A., Acosta-Velázquez, J., & Berlanga-Robles, C. A. (2008). On the reliability of the data of the extent of mangroves: A case study in Mexico. *Ocean & Coastal Management*, 51(4), 342-351.

Saenger, P. (2013). Mangrove ecology, silviculture and conservation. Springer Science & Business Media.

Sahu, S. C., Suresh, H. S., Murthy, I. K., & Ravindranath, N. H. (2015). Mangrove area assessment in India: Implications of loss of mangroves. *J. Earth Sci. Clim. Change*, 6(5), 280.

Salmo, S. G., Tibbetts, I., & Duke, N. C. (2017). Colonization and shift of mollusc assemblages as a restoration indicator in planted mangroves in the Philippines. *Biodiversity and Conservation*, 26(4), 865-881.

Sánchez-Núñez, D. A., Bernal, G., & Mancera Pineda, J. E. (2019). The relative role of mangroves on wave erosion mitigation and sediment properties. *Estuaries and Coasts*, 42, 2124-2138.

Selvaraj, J. J., & Pérez, B. E. G. (2023). An enhanced approach to mangrove forest analysis in the Colombian Pacific coast using optical and SAR data in Google Earth Engine. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 30, 100938.

Sierra-Correa, P. C., & Kintz, J. R. C. (2015). Ecosystem-based adaptation for improving coastal planning for sea-level rise: A systematic review for mangrove coasts. *Marine Policy*, 51, 385-393.

Taillardat, P., Friess, D. A., & Lupascu, M. (2018). Mangrove blue carbon strategies for climate change mitigation are most effective at the national scale. *Biology letters*, 14(10), 20180251.

Takahashia, Y., Kienb, D., Camachoc, L., Nishid, M., Dunbard, W., Matsuo, A., ... & Takeuchi, K. (2020). Role of socio-ecological production landscapes and seascapes in the face of COVID-19 and towards transformative change.

Tran, L. X., & Fischer, A. (2017). Spatiotemporal changes and fragmentation of mangroves and its effects on fish diversity in Ca Mau Province (Vietnam). *Journal of Coastal Conservation*, 21, 355-368.

Twilley, R. R., & Day, J. W. (1999). The productivity and nutrient cycling of mangrove ecosystem. *Ecosistemas de manglar en América Tropical*. Instituto de Ecología, AC México, UICN/ORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS, Silver Spring MD, EUA. p, 127-151.

Valencia-Palacios & Blanco-Librero, 2021. "Manglares de Colombia 2019-2020". Harvard Dataverse,

Vierros, M. (2017). Communities and blue carbon: the role of traditional management systems in providing benefits for carbon storage, biodiversity conservation and livelihoods. *Climatic Change*, 140(1), 89-100.

Tabla 1. Clasificación de las áreas protegidas en el pacifico colombiano, Hectáreas reportadas (HR) Hectáreas de manglar reportadas (HMR) y Numero de resolución del ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (Min ambiente) o Corporaciones autónomas regionales (CAR)*

Nombre del área protegida	Departamento	Clasificación nacional de protección	HR	HMR	Resolución
Cabo manglares bajo Mira y Frontera	Nariño	DNMI	190,2	NR	2299 Minambiente 2017
Golfo de Tribuga Cabo Corrientes	Choco	DRMI	60,1	NR	011 2014 CAR Codechoco
Encanto de los manglares del bajo Baudó	Choco	DRMI	314,6	46,4	008 2017 CAR Codechoco
En el Territorio Colectivo del Consejo Comunitario de la Comunidad Negra de la Plata	Valle del Cauca	DRMI	6791	NR	56 2008 CAR CVC**
Utría	Choco	PNN	54300	33	145 Minambiente 1987
Uramba Bahía Málaga	Valle del Cauca	PNN	47094	NR	150 Minambiente 2010
Sanquianga	Nariño	PNN	80000	NR	161 Ministerio de agricultura 1997
La Sierpe	Valle del Cauca	PNR	25178	NR	55 2008 CAR CVC**
El Comedero	Cauca	PNR	1100	NR	014 2016 CAR CRC***
Rio Anchicayá	Valle del Cauca	RFPN	75255	771	30 de 1946 Ministerio de la economía nacional

Información del Sistema Nacional de Áreas protegidas de Colombia SINAP

** Corporación autónoma regional del Valle del Cauca *** Corporación autónoma regional del Cauca

Tabla 2. Estimado por localidad en kilómetros cuadrados por cada BD

Localidad	Base de datos	1996	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PNN Utria	JFB	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1,1281
PNN Utria	MGW	0,833098498	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,820402349	0,808915158	0,785940699	0,772035598	NA	NA	0,761758151	0,747248321	0,747248513	0,744225084	0,756921426	0,764176743
PNN Utria	Hamilton	NA	0,965961	0,965961	0,965961	0,965961	0,965961	0,965961	0,965961	0,965961	0,965961	0,965961	0,965961	0,965961	0,965961	0,965961	0,965961	NA	NA	NA	NA
DRMI Golfo de Tribuga Cabo Corrientes	JFB	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	22,447
DRMI Golfo de Tribuga Cabo Corrientes	MGW	21,03342339	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	21,08736691	21,02264445	20,96396844	20,90287752	NA	NA	20,83088	20,73480944	20,73367001	20,86765551	20,99677871	21,04164436
DRMI Golfo de Tribuga Cabo Corrientes	Hamilton	NA	18,548336	18,548336	18,548336	18,548336	18,548336	18,548336	18,548336	18,548336	18,548336	18,548336	18,546436	18,545486	18,545486	NA	NA	NA	NA	NA	NA
DRMI Encanto de los manglares del bajo Baudó	JFB	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	252,017
DRMI Encanto de los manglares del bajo Baudó	MGW	211,809766	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	211,83924	211,0242393	210,5642859	210,4644526	NA	NA	211,0203815	210,9423725	210,7792327	211,8981175	212,843364	212,1051604
DRMI Encanto de los manglares del bajo Baudó	Hamilton	NA	111,592663	111,589855	111,582239	111,582239	111,581288	111,571418	111,567165	111,56529	111,527706	111,510772	111,48941	111,464576	111,435252	NA	NA	NA	NA	NA	NA
PNN Uramba Bahía Málaga	JFB	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	11,0823
PNN Uramba Bahía Málaga	MGW	4,404999048	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	4,30134056	4,223061399	4,119150258	3,967111381	NA	NA	3,934140688	3,960353726	3,90086367	3,813690924	3,888712816	3,995666016
PNN Uramba Bahía Málaga	Hamilton	NA	0,393723	0,393723	0,393723	0,393723	0,393723	0,393723	0,393723	0,393723	0,393723	0,393723	0,393723	0,393723	0,393723	0,393723	0,393723	NA	NA	NA	NA
DRMI En el Territorio Colectivo del Consejo Comunitario de la Comunidad Negra de la Plata	JFB	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	7,6769
DRMI En el Territorio Colectivo del Consejo Comunitario de la Comunidad Negra de la Plata	MGW	6,687519072	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	6,67704884	6,642125015	6,640417295	6,629879709	NA	NA	6,631979003	6,607012162	6,583580533	6,619343365	6,634254497	6,626459339
DRMI En el Territorio Colectivo del Consejo Comunitario de la Comunidad Negra de la Plata	Hamilton	NA	7,295934	7,295934	7,295934	7,295934	7,295934	7,295934	7,295934	7,295934	7,295934	7,295934	7,295934	7,295934	7,293075	7,293075	NA	NA	NA	NA	NA
PNR La Sierpe	JFB	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	9,2092
PNR La Sierpe	MGW	5,502597922	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	5,465604886	5,404179914	5,433057704	5,407464786	NA	NA	5,394660263	5,374258877	5,357806002	5,43083647	5,44414019	5,44159127
PNR La Sierpe	Hamilton	NA	1,177785	1,177785	1,177785	1,177785	1,177785	1,177785	1,177785	1,177785	1,177785	1,177785	1,177785	1,177785	1,177785	1,177785	NA	NA	NA	NA	NA
RFPN Río Anchicaya	JFB	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	68,1715
RFPN Río Anchicaya	MGW	56,95239939	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	56,80855377	56,86192911	56,95050828	56,76748161	NA	NA	56,56591258	56,36212159	56,37636608	56,76515916	56,75986915	56,61387679
RFPN Río Anchicaya	Hamilton	NA	39,947635	39,947635	39,947635	39,947635	39,946711	39,946711	39,946711	39,946711	39,946711	39,946711	39,946711	39,940326	39,939373	39,927937	NA	NA	NA	NA	NA
PNR El Comedero	JFB	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	7,702
PNR El Comedero	MGW	6,349742603	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	6,320547098	6,329189909	6,316368859	6,286398677	NA	NA	6,280277128	6,270606054	6,363964017	6,388512407	6,381591007	6,274771488
PNR El Comedero	Hamilton	NA	6,109335	6,109335	6,109335	6,109335	6,109335	6,109335	6,109335	6,109335	6,109335	6,109335	6,109335	6,109335	6,109335	6,109335	NA	NA	NA	NA	NA
PNN Sanguanga	JFB	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	880,8975
PNN Sanguanga	MGW	413,3545693	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	409,7530397	407,4148215	410,5836298	410,7983684	NA	NA	409,9376235	408,4531822	410,2768463	411,8356167	410,3744637	404,2140104
PNN Sanguanga	Hamilton	NA	281,209456	281,206594	281,206594	281,206594	281,206594	281,206594	281,205669	281,204763	281,202932	281,200127	281,196417	281,178925	281,167754	NA	NA	NA	NA	NA	NA
DNMI Cabo manglares bajo Mira y Frontera	MGW	67,72614746	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	66,89776965	66,79051537	66,70642904	66,5245163	NA	NA	66,41670178	66,12574537	66,17248576	66,41013466	66,76061784	66,6078511
DNMI Cabo manglares bajo Mira y Frontera	Hamilton	NA	57,445778	57,437378	57,428908	57,428908	57,405307	57,397755	57,381733	57,356288	57,350712	57,344317	57,339612	57,336825	57,331154	NA	NA	NA	NA	NA	NA
DNMI Cabo manglares bajo Mira y Frontera	JFB	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	102,9054
Choco	MGW	340,6678402	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	340,0365484	338,8191381	338,023338	337,5837742	NA	NA	338,5532249	338,5042381	338,3819973	340,3274677	341,4722607	339,6611476
Choco	Hamilton	NA	178,775268	178,77246	178,763892	178,763892	178,7622438	178,7514258	178,7471728	178,745244	178,687254	178,6588615	178,6166415	178,5710233	178,5323143	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Choco	JFB	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	381,9562
Valle	MGW	316,6851697	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	316,6258612	315,9598138	316,0519777	315,2671822	NA	NA	315,1338663	314,3336904	314,1483343	315,5477931	316,2725235	315,9723592
Valle	Hamilton	NA	213,140865	213,132324	213,120704	213,11649	213,1075018	213,0971908	213,0933788	213,061326	213,038872	212,9762045	212,9042285	212,8581363	212,7985323	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Valle	JFB	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	330,4901
Cauca	MGW	154,738593	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	155,1590795	155,1526557	155,2565306	154,5751057	NA	NA	153,6789479	152,4158362	153,137204	153,8700072	154,4580078	153,2547927
Cauca	Hamilton	NA	150,214894	150,21394	150,211155	150,205527	150,1831768	150,1822228	150,1411388	150,108964	150,097632	150,0803525	150,0100325	149,9820353	149,9414563	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Cauca	JFB	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	262,1406
Nariño	MGW	1165,922143	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1156,903826	1153,435345	1158,246122	1158,855551	NA	NA	1158,058765	1155,046187	1157,28778	1160,247184	1159,248731	1147,770695
Nariño	Hamilton	NA	781,422983	781,346658	781,303132	781,291863	781,1660608	781,1537448	781,0011148	780,948801	780,846891	780,7592715	780,6994255	780,6263153	780,4680043	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Nariño	JFB	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1856,3894
Choco ANP	MGW	106,9915524	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	106,2895392	105,9633392	105,709143	105,4444085	NA	NA	105,9402052	106,0798078	106,1218461	106,8174697	106,8751965	105,7501661
Choco ANP	Hamilton	NA	47,668308	47,668308	47,667356	47,667356	47,66665875	47,66571075	47,66571075	47,665657	47,645251	47,6337925	47,6148345	47,59500025	47,58561525	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Choco ANP	JFB	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	106,3634
Valle ANP	MGW	243,1376543	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	243,3733132	242,8285184	242,9042941	242,4952447	NA	NA	242,6071738	242,029944	241,929718	242,9187631	243,5455468	243,2947658
Valle ANP	Hamilton	NA	164,325788	164,317247	164,305627	164,301413	164,2933488	164,2830378	164,2792258	164,247173	164,224719	164,1620515	164,0964605	164,0541803	164,0060123	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Valle ANP	JFB	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	234,3502
Cauca ANP	MGW	148,3888504	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	148,8385324	148,8234658	148,9428617	148,3064658	NA	NA	147,3986708	146,1452301	146,77324	147,4814948	148,0764168	146,9800212
Cauca ANP	Hamilton	NA	144,105559	144,104605	144,10182	144,096192	144,0738418	144,0728878	144,0318038	143,999629	143,988297	143,9710175	143,9006975	143,8727003	143,8321213	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Cauca ANP	JFB	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	254,4386
Nariño ANP	MGW	684,841426	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	680,253017	679,2300082	680,956063	681,5325311	NA	NA	681,7044401	680,4672597	680,8384479	682,0014327	682,1136495	676,9488365
Nariño ANP	Hamilton	NA	442,767749	442,702686	442,66763	442,656361	442,5541598	442,5493958	442,4137128	442,38775	442,293247	442,2148275	442,1633965	442,1105653	441,9690963	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Nariño ANP	JFB	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	872,5865
Pacifico	MGW	1978,013746	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1968,725316	1963,366953	1967,577968	1966,281613	NA	NA	1965,424805	1960,299952	1962,955315	1969,992452	1971,451523	1956,658995
Pacifico	Hamilton	NA	1323,55401	1323,465382	1323,398883	1323,377772	1323,218983	1323,184584	132												

Tabla 3. Pérdidas y ganancia anuales en porcentaje (%) para cada localidad MGW

Localidad	2007	2008	2009	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	1,52	1,40	2,84	1,77	1,33	1,90	0,00	0,40	+1,71	+0,96
2	+0,26	0,31	0,28	0,29	0,34	0,46	0,01	+0,65	+0,62	+0,21
3	+0,01	0,38	0,22	0,05	+0,26	0,04	0,08	+0,53	+0,45	0,35
4	2,35	1,82	2,46	3,69	0,83	+0,67	1,50	2,23	-1,97	-2,75
5										
6	0,16	0,52	0,03	0,16	+0,03	0,38	0,35	+0,54	+0,23	0,12
7	0,67	1,12	+0,53	0,47	0,24	0,38	0,31	+1,36	+0,24	0,05
8	0,25	+0,09	+0,16	0,33	0,36	0,36	+0,03	+0,69	0,01	0,26
9	0,46	+0,14	0,25	0,71	+0,19	0,15	+1,49	+0,39	0,11	1,67
10	0,87	0,57	+0,78	+0,05	0,21	0,36	+0,45	+0,38	0,35	1,50
11	1,22	0,16	0,13	0,27	0,16	0,44	+0,07	+0,36	+0,53	0,23
12	0,19	0,36	0,23	0,13	+0,29	0,01	0,04	+0,57	+0,34	0,53
13	0,02	0,21	+0,03	0,25	0,04	0,25	0,06	+0,45	+0,23	0,09
14	+0,27	0,00	+0,07	0,44	0,58	0,82	+0,47	+0,48	+0,38	0,78
15	0,77	0,30	+0,42	+0,05	0,07	0,26	+0,19	+0,26	0,09	0,99
16	0,66	0,31	0,24	0,25	+0,47	+0,13	+0,04	+0,66	+0,05	1,05
17	+0,10	0,22	+0,03	0,17	+0,05	0,24	0,04	+0,41	+0,26	0,10
18	+0,30	0,01	+0,08	0,43	0,61	0,85	+0,43	+0,48	+0,40	0,74
19	0,67	0,15	+0,25	+0,08	+0,03	0,18	+0,05	+0,17	+0,02	0,76
20	0,47	0,27	+0,21	0,07	0,04	0,26	+0,14	+0,36	+0,07	0,75
21	0,39	0,16	+0,14	0,06	0,01	0,25	+0,08	+0,30	+0,12	0,65

Rojo: Pérdida Rosado: Pérdida <1% Verde: Ganancia

(1) PNN Utría , (2) DRMI Golfo de Tribugáa cabo corrientes, (3) DRMI Encanto de los Mangles del Bajo Baudó, (4) PNN Uramba Bahía Málaga, (5) DRMI En el Territorio Colectivo del Consejo comunitario de la comunidad Negra de la Plata, (6) PNR La Sierpe, (7) RFPN Río Anchicayá, (8) PNR El Comedero, (9) PNN Sanquianga, (10) DNMI Cabo Mangles Bbajo Mira y Frontera, (11) Chocó, (12) Valle del Cauca, (13) Cauca, (14) Nariño, (15) Chocó área no protegida (ANP), (16) Valle área no protegida (ANP), (17) Cauca área no protegida (ANP), (18) Nariño área no protegida (ANP), (19) Pacífico colombiano (Pacífico), (20) Pacífico área no protegida (ANP).

Tabla 4. Pérdidas anuales en porcentaje (%) para cada localidad MGW

Localidad	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,005	0,000
3	0,003	0,007	0,000	0,001	0,009	0,004	0,002	0,034	0,015	0,019	0,022	0,026
4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,039	0,000
6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016	0,002	0,029
8	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
9	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0003	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,006	0,004
10	0,015	0,015	0,000	0,041	0,013	0,028	0,044	0,010	0,011	0,008	0,005	0,010
11	0,002	0,005	0,000	0,001	0,006	0,002	0,001	0,032	0,016	0,024	0,026	0,022
12	0,004	0,005	0,002	0,004	0,005	0,002	0,015	0,011	0,029	0,034	0,022	0,028
13	0,001	0,002	0,004	0,015	0,001	0,027	0,021	0,008	0,012	0,047	0,019	0,027
14	0,010	0,006	0,001	0,016	0,002	0,020	0,007	0,013	0,011	0,008	0,009	0,020
15	0,000	0,002	0,000	0,001	0,002	0,000	0,000	0,043	0,024	0,040	0,042	0,020
16	0,005	0,007	0,003	0,005	0,006	0,002	0,020	0,014	0,038	0,040	0,026	0,029
17	0,001	0,002	0,004	0,016	0,001	0,029	0,022	0,008	0,012	0,049	0,019	0,028
18	0,015	0,008	0,003	0,023	0,001	0,031	0,006	0,021	0,018	0,012	0,012	0,032
19	0,007	0,005	0,002	0,012	0,003	0,015	0,009	0,015	0,015	0,018	0,015	0,022
20	0,009	0,006	0,003	0,017	0,002	0,023	0,011	0,019	0,021	0,026	0,018	0,030

(1) PNN Utría , (2) DRMI Golfo de Tribugáa cabo corrientes, (3) DRMI Encanto de los Manglares del Bbajo Baudó, (4) PNN Uramba Bahía Málaga, (5) DRMI En el Territorio Colectivo del Consejo comunitario de la comunidad Negra de la Plata, (6) PNR La Sierpe, (7) RFPN Río Anchicayá, (8) PNR El Comedero, (9) PNN Sanquianga, (10) DNMI Cabo Manglares Bbajo Mira y Frontera, (11) Chocó, (12) Valle del Cauca, (13) Cauca, (14) Nariño, (15) Chocó área no protegida (ANP), (16) Valle área no protegida (ANP), (17) Cauca área no protegida (ANP), (18) Nariño área no protegida (ANP), (19) Pacífico colombiano (Pacífico), (20) Pacífico área no protegida (ANP).

Tabla 5. Pérdida total en Hamilton & Casey (2016)

Localidad	2000	2012	Pérdida Total (Km²)	Pérdida total (ha)
PNN Utría	0,966	0,966	0,000	0,000
DRMI Golfo de Tribuga Cabo Corrientes	18,548	18,545	0,003	0,285
DRMI Encanto de los manglares del bajo Baudó	111,593	111,435	0,157	15,741
PNN Uramba Bahía Málaga	0,394	0,394	0,000	0,000
DRMI En el Territorio Colectivo del Consejo Comunitario de la Comunidad Negra de la Plata	7,296	7,293	0,003	0,286
PNR La Sierpe	1,178	1,178	0,000	0,000
RFPN Rio Anchicayá	39,948	39,928	0,020	1,970
PNR El Comedero	6,109	6,109	0,000	0,000
PNN Sanquianga	281,209	281,168	0,042	4,170
DNMI Cabo manglares bajo Mira y Frontera	57,446	57,331	0,115	11,462
Choco	178,775	178,532	0,243	24,295
Valle	213,141	212,799	0,342	34,233
Cauca	150,215	149,941	0,273	27,344
Nariño	781,423	780,468	0,955	95,498
Choco ANP	47,668	47,586	0,083	8,269
Valle ANP	164,326	164,006	0,320	31,978
Cauca ANP	144,106	143,832	0,273	27,344
Nariño ANP	442,768	441,969	0,799	79,865
Pacifico	1323,554	1321,740	1,814	181,370
Pacifico ANP	798,867	797,393	1,475	147,456

Tabla 6. Perdida y ganancias total MGW

Localidad	1996 Km²	2020 Km²	Pérdida Total (Km²)	Pérdida total (ha)
PNN Utría	0,833	0,764	0,069	6,89
DRMI Golfo de Tribuga Cabo Corrientes	21,033	21,042	+0,008	+0,82
DRMI Encanto de los manglares del bajo Baudó	211,810	212,105	+0,295	+29,54
PNN Uramba Bahía Málaga	4,405	3,996	0,409	40,93
DRMI En el Territorio Colectivo del Consejo Comunitario de la Comunidad Negra de la Plata	6,688	6,626	0,061	6,11
PNR La Sierpe	5,503	5,442	0,061	6,10
RFPN Rio Anchicayá	56,952	56,614	0,339	33,85
PNR El Comedero	6,350	6,275	0,075	7,50
PNN Sanquianga	413,355	404,214	9,141	914,06
DNMI Cabo manglares bajo Mira y Frontera	67,726	66,608	1,118	111,83
Choco	340,668	339,661	1,007	100,67
Valle	316,685	315,972	0,713	71,28
Cauca	154,739	153,255	1,484	148,38
Nariño	1165,922	1147,771	18,151	1815,14
Choco ANP	106,992	105,750	1,241	124,14
Valle ANP	243,138	243,295	+0,157	+15,71
Cauca ANP	148,389	146,980	1,409	140,88
Nariño ANP	684,841	676,949	7,893	789,26
Pacifico	1978,014	1956,659	21,355	2135,48
Pacifico ANP	1183,359	1172,974	10,386	1038,57

Tabla 7. Cobertura de Valencia & Libreros-Blanco

Localidad	2020 Km²	2020 ha
PNN Utría	1,128	112,81
DRMI Golfo de Tribuga Cabo Corrientes	22,448	2244,77
DRMI Encanto de los manglares del bajo Baudó	252,017	25201,7
PNN Uramba Bahía Málaga	11,082	1108,23
DRMI En el Territorio Colectivo del Consejo Comunitario de la Comunidad Negra de la Plata	7,677	767,69
PNR La Sierpe	9,209	920,92
RFPN Rio Anchicayá	68,172	6817,15
PNR El Comedero	7,702	770,2
PNN Sanquianga	880,898	88089,75
DNMI Cabo manglares bajo Mira y Frontera	102,905	10290,54
Choco	381,956	38195,62
Valle	330,490	33049,01
Cauca	262,141	26214,06
Nariño	1856,389	185638,94
Choco ANP	106,363	10636,34
Valle ANP	234,350	23435,02
Cauca ANP	254,439	25443,86
Nariño ANP	872,587	87258,65
Pacífico	2828,915	282891,53
Pacífico ANP	1467,739	146773,87

Tabla 8. Diferencias en Km² entre los años comparables entre Hamilton & Casey y MGW

LOCALIDAD	BASE DE DATOS	2007	2008	2009	2010
1	MGW	0,82	0,81	0,79	0,77
	Hamilton	0,97	0,97	0,97	0,97
	Diferencia	-0,15	-0,16	-0,18	-0,19
2	MGW	21,09	21,02	20,96	20,90
	Hamilton	18,55	18,55	18,55	18,55
	Diferencia	2,54	2,47	2,42	2,36
3	MGW	211,84	211,02	210,56	210,46
	Hamilton	111,57	111,53	111,51	111,49
	Diferencia	100,27	99,50	99,05	98,98
4	MGW	4,30	4,22	4,12	3,97
	Hamilton	0,39	0,39	0,39	0,39
	Diferencia	3,91	3,83	3,73	3,57
5	MGW	6,68	6,64	6,64	6,63
	Hamilton	7,30	7,30	7,30	7,30
	Diferencia	-0,62	-0,65	-0,66	-0,67
6	MGW	5,47	5,40	5,43	5,41
	Hamilton	1,18	1,18	1,18	1,18
	Diferencia	4,29	4,23	4,26	4,23
7	MGW	56,81	56,86	56,96	56,77
	Hamilton	39,95	39,95	39,95	39,94
	Diferencia	16,86	16,92	17,01	16,83
8	MGW	6,32	6,33	6,31	6,27
	Hamilton	6,11	6,11	6,11	6,11
	Diferencia	0,21	0,22	0,20	0,16
9	MGW	409,75	407,41	410,58	410,80
	Hamilton	281,20	281,20	281,20	281,20
	Diferencia	128,55	126,21	129,38	129,60
10	MGW	66,90	66,79	66,71	66,52
	Hamilton	57,36	57,35	57,34	57,34
	Diferencia	9,54	9,44	9,36	9,19

(1) PNN Utría , (2) DRMI Golfo de Tribugáa cabo corrientes, (3) DRMI Encanto de los Manglares del Bbajo Baudó, (4) PNN Uramba Bahía Málaga, (5) DRMI En el Territorio Colectivo del Consejo comunitario de la comunidad Negra de la Plata, (6) PNR La Sierpe, (7) RFPN Río Anchicayá, (8) PNR El Comedero, (9) PNN Sanquianga, (10) DNMI Cabo Manglares Bbajo Mira y Frontera, (11) Chocó, (12) Valle del Cauca, (13) Cauca, (14) Nariño, (15) Chocó área no protegida (ANP), (16) Valle área no protegida (ANP), (17) Cauca área no protegida (ANP), (18) Nariño área no protegida (ANP), (19) Pacífico colombiano (Pacífico), (20) Pacífico área no protegida (ANP).

Tabla 9. Diferencias en Km² entre los años comparables entre Hamilton & Casey y MGW

LOCALIDAD	BASE DE DATOS	2007	2008	2009	2010
11	MGW	340,04	338,82	338,02	337,58
	Hamilton	178,75	178,69	178,66	178,62
	Diferencia	161,29	160,13	159,36	158,97
12	MGW	316,63	315,96	316,05	315,27
	Hamilton	213,06	213,04	212,98	212,90
	Diferencia	103,56	102,92	103,08	102,36
13	MGW	155,16	155,15	155,26	154,58
	Hamilton	150,11	150,10	150,08	150,01
	Diferencia	5,05	5,06	5,18	4,57
14	MGW	1156,90	1153,44	1158,25	1158,86
	Hamilton	780,95	780,85	780,76	780,70
	Diferencia	375,96	372,59	377,49	378,16
15	MGW	106,29	105,96	105,71	105,44
	Hamilton	47,67	47,65	47,63	47,61
	Diferencia	58,62	58,32	58,08	57,83
16	MGW	243,37	242,83	242,90	242,50
	Hamilton	164,25	164,22	164,16	164,10
	Diferencia	79,13	78,60	78,74	78,40
17	MGW	148,84	148,82	148,94	148,31
	Hamilton	144,00	143,99	143,97	143,90
	Diferencia	4,84	4,84	4,97	4,41
18	MGW	680,25	679,23	680,96	681,53
	Hamilton	442,39	442,29	442,21	442,16
	Diferencia	237,87	236,94	238,74	239,37
19	MGW	1968,73	1963,37	1967,58	1966,28
	Hamilton	1322,86	1322,67	1322,47	1322,23
	Diferencia	645,86	640,70	645,10	644,05
20	MGW	1178,75	1176,85	1178,51	1177,78
	Hamilton	798,30	798,15	797,98	797,78
	Diferencia	380,45	378,69	380,53	380,00

(1) PNN Utría , (2) DRMI Golfo de Tribugáa cabo corrientes, (3) DRMI Encanto de los Mangles del Bajo Baudó, (4) PNN Uramba Bahía Málaga, (5) DRMI En el Territorio Colectivo del Consejo comunitario de la comunidad Negra de la Plata, (6) PNR La Sierpe, (7) RFPN Río Anchicayá, (8) PNR El Comedero, (9) PNN Sanquianga, (10) DNMI Cabo Mangles Bbajo Mira y Frontera, (11) Chocó, (12) Valle del Cauca, (13) Cauca, (14) Nariño, (15) Chocó área no protegida (ANP), (16) Valle área no protegida (ANP), (17) Cauca área no protegida (ANP), (18) Nariño área no protegida (ANP), (19) Pacífico colombiano (Pacífico), (20) Pacífico área no protegida (ANP).

Tabla 10. Diferencias en Km² entre Valencia & Blanco-Libreros (2021) y MGW 2020

Localidad	Valencia & Blanco-Libreros	MGW	Diferencia	Proporcion
BAHÍA MALAGA	11,0823	3,99566602	7,087	0,64
SANQUIANGA	880,8975	404,21401	476,683	0,54
CAUCA ANP	254,4386	146,980021	107,459	0,42
CAUCA	262,1406	153,254793	108,886	0,42
LA SIERPE	9,2092	5,44159127	3,768	0,41
NARIÑO	1856,3894	1147,7707	708,619	0,38
BAJO MIRA Y FORNTERA	102,9054	66,6078511	36,298	0,35
UTRIA	1,1281	0,76417674	0,364	0,32
PACIFICO	2829	1956,65899	872,256	0,31
NARIÑO ANP	872,5865	676,948834	195,638	0,22
PACIFICO ANP	1468	1172,97379	294,765	0,20
EL COMEDERO	7,702	6,27477149	1,427	0,19
ANCHICAYA	68,1715	56,6138768	11,558	0,17
BAJO BAUDO	252,017	212,10516	39,912	0,16
DRMI LA PLATA	7,6769	6,62645934	1,050	0,14
CHOCO	381,9562	339,661148	42,295	0,11
GOLFO DE TRIBUGA	22,4477	21,0416444	1,406	0,06
VALLE	330,4901	315,972359	14,518	0,04
CHOCO ANP	106,3634	105,750166	0,613	0,01
VALLE ANP	234,3502	243,294766	-8,945	-0,04

(1) PNN Utría , (2) DRMI Golfo de Ttribugáa cabo corrientes, (3) DRMI Encanto de los Mmanglares del Bbajo Baudó, (4) PNN Uramba Bahía Málaga, (5) DRMI En el Territorio Colectivo del Consejo comunitario de la comunidad Negra de la Plata, (6) PNR La Sierpe, (7) RFPN Río Anchicayá, (8) PNR El Comedero, (9) PNN Sanquianga, (10) DNMI Cabo Mmanglares Bbajo Mira y Frontera, (11) Chocoó, (12) Valle del Cauca, (13) Cauca, (14) Nariño, (15) Chocoó área no protegida (ANP), (16) Valle área no protegida (ANP), (17) Cauca área no protegida (ANP), (18) Nariño área no protegida (ANP), (19) Pacífico colombiano (Pacífico), (20) Pacífico área no protegida (ANP).

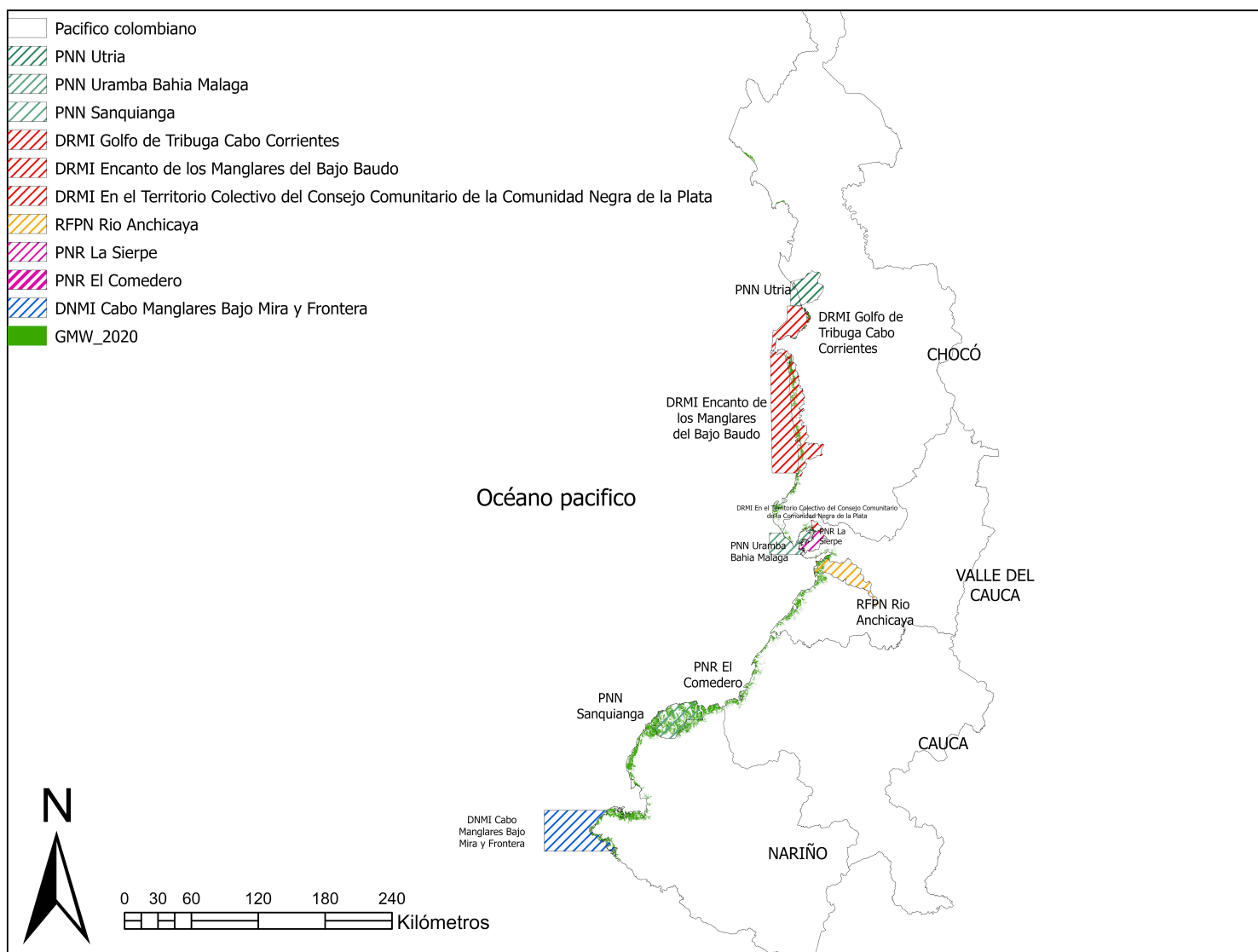


Figura 1. Área de estudio con sus áreas protegidas: (1) Parques Naturales Nacionales (PNN), (2) Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI), (3) Reserva Forestal Protectora Nacional (RFPN), (4) Distrito Nacional de Manejo Integrado (DNMI) Y (5) Parque Natural Regional (PNR)

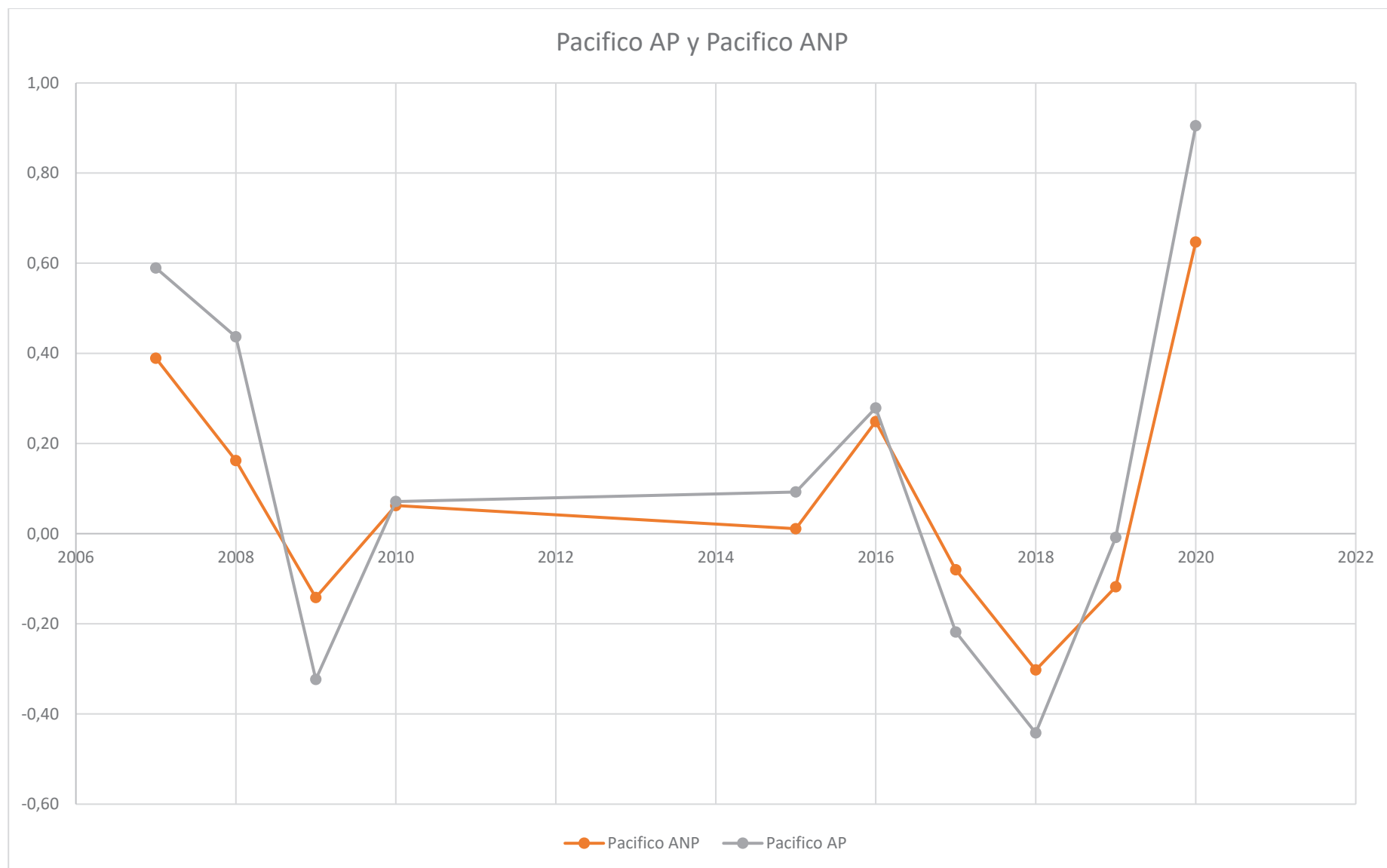


Figura 2. Comparación de pérdida y ganancias entre el Pacifico ANP y Pacifico AP (Areas protegias del pacifico) en GMW. Los valores negativos implican ganancia, los valores positivos son perdida.

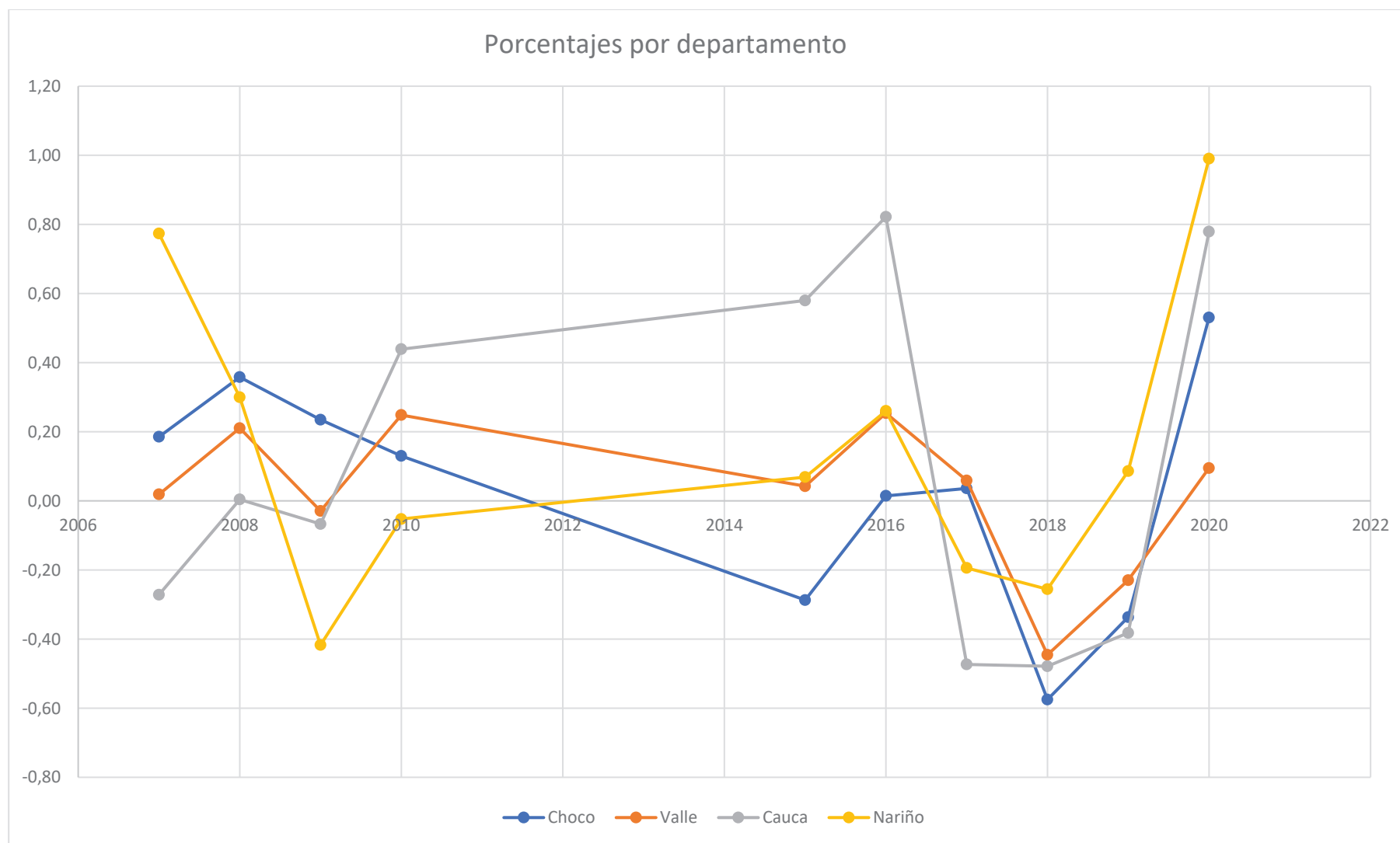


Figura 3. Comparación de pérdida y ganancias entre los departamentos en GMW. Los valores negativos implican ganancia, los valores positivos son pérdida

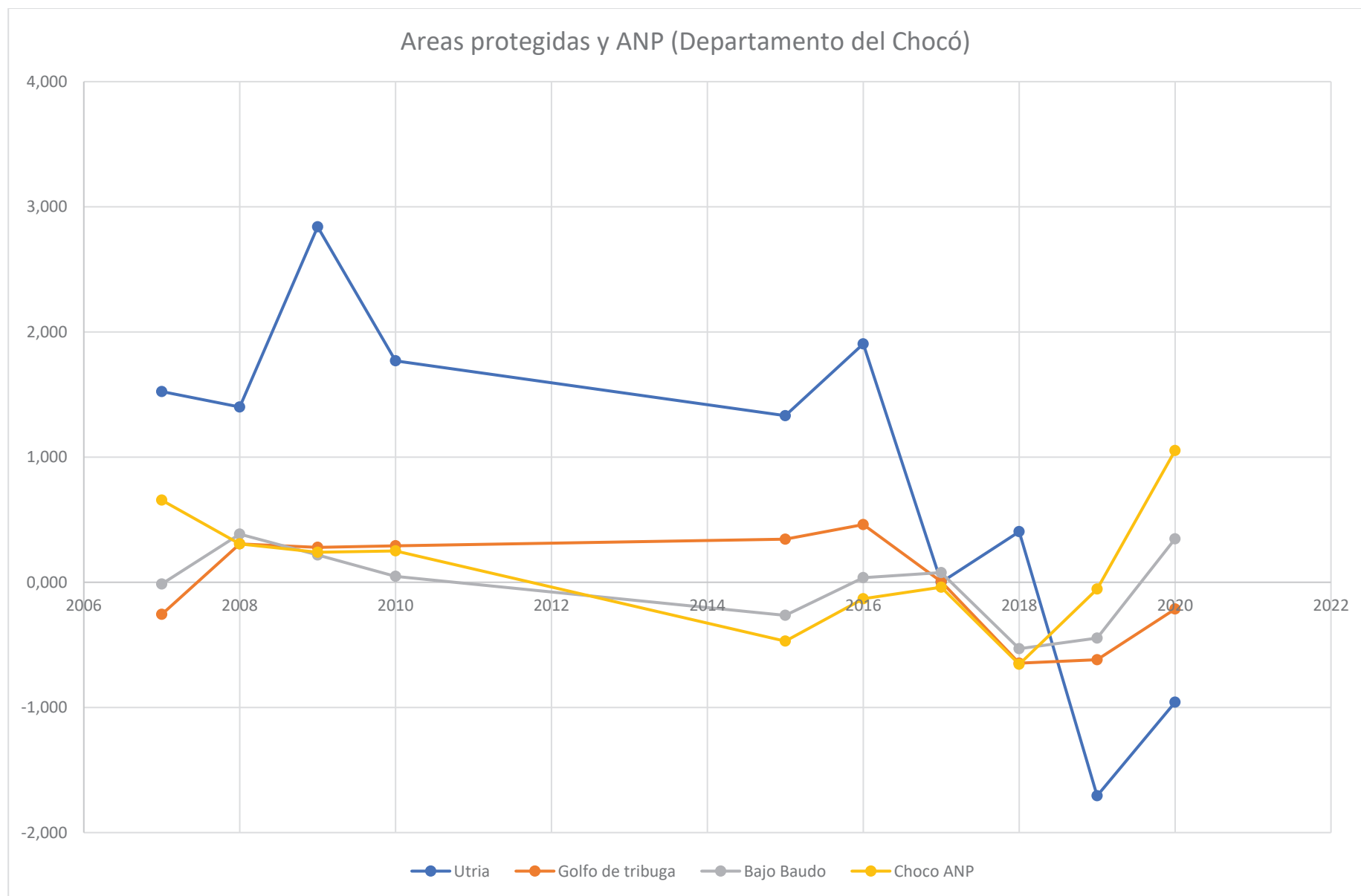


Figura 4. Comparación de pérdida y ganancias las áreas protegidas y ANP del departamento del Chocó en GMW. Los valores negativos implican ganancia, los valores positivos son pérdida.

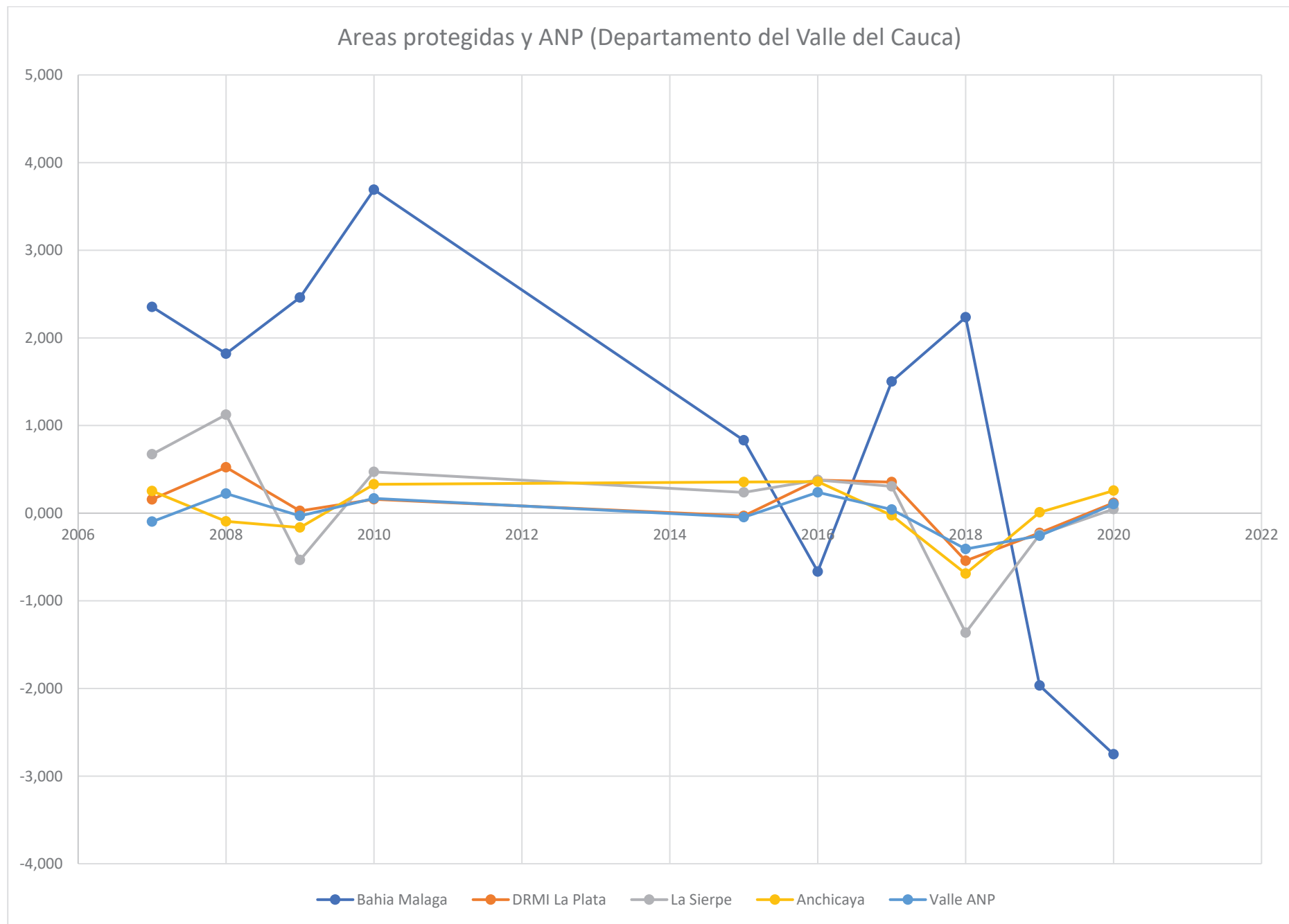


Figura 5. Comparación de pérdida y ganancias las áreas protegidas y ANP del departamento del Valle del Cauca en GMW. Los valores negativos implican ganancia, los valores positivos son pérdida.

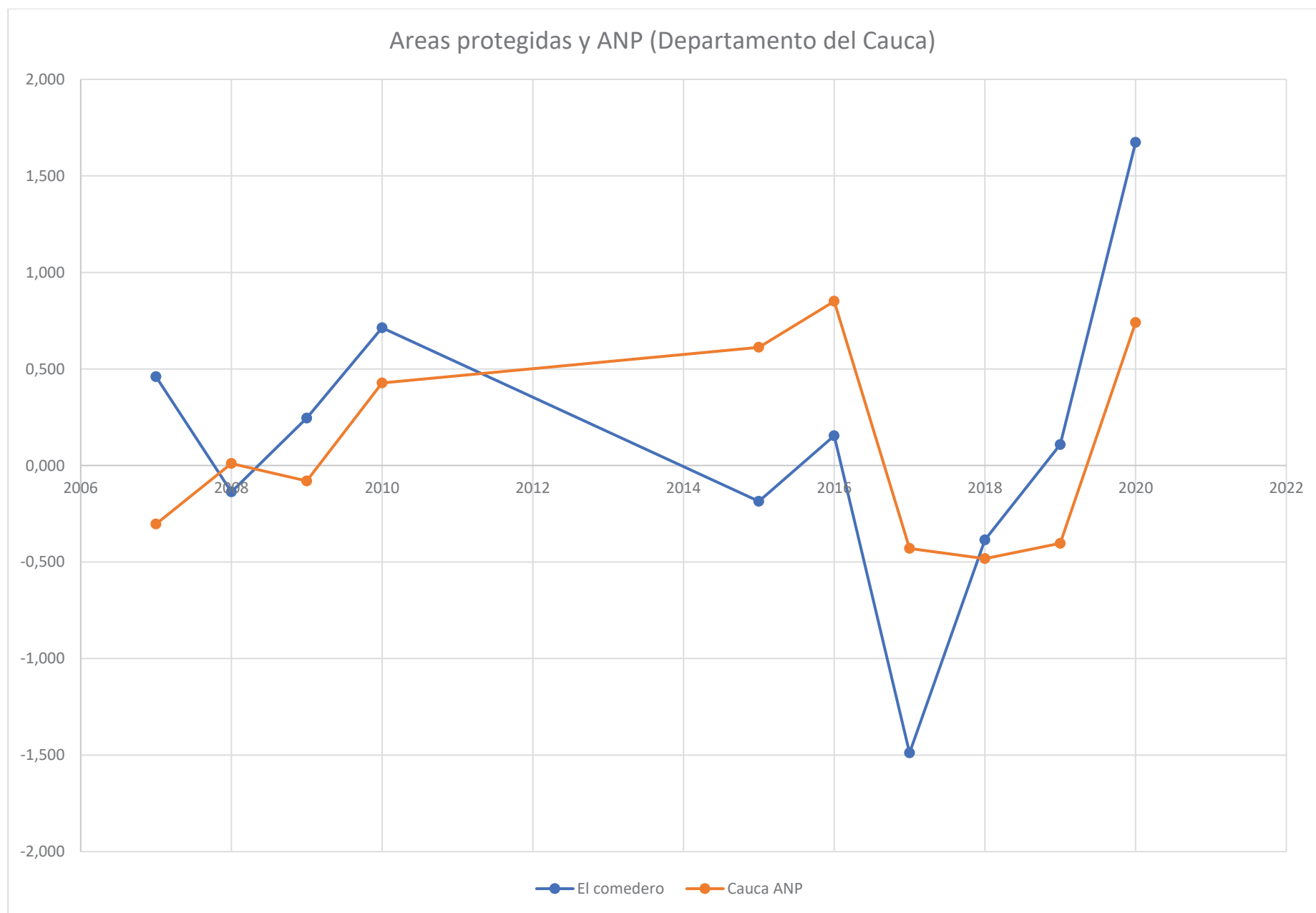


Figura 6. Comparación de pérdida y ganancias las áreas protegidas y ANP del departamento del Cauca en GMW. Los valores negativos implican ganancia, los valores positivos son pérdida.

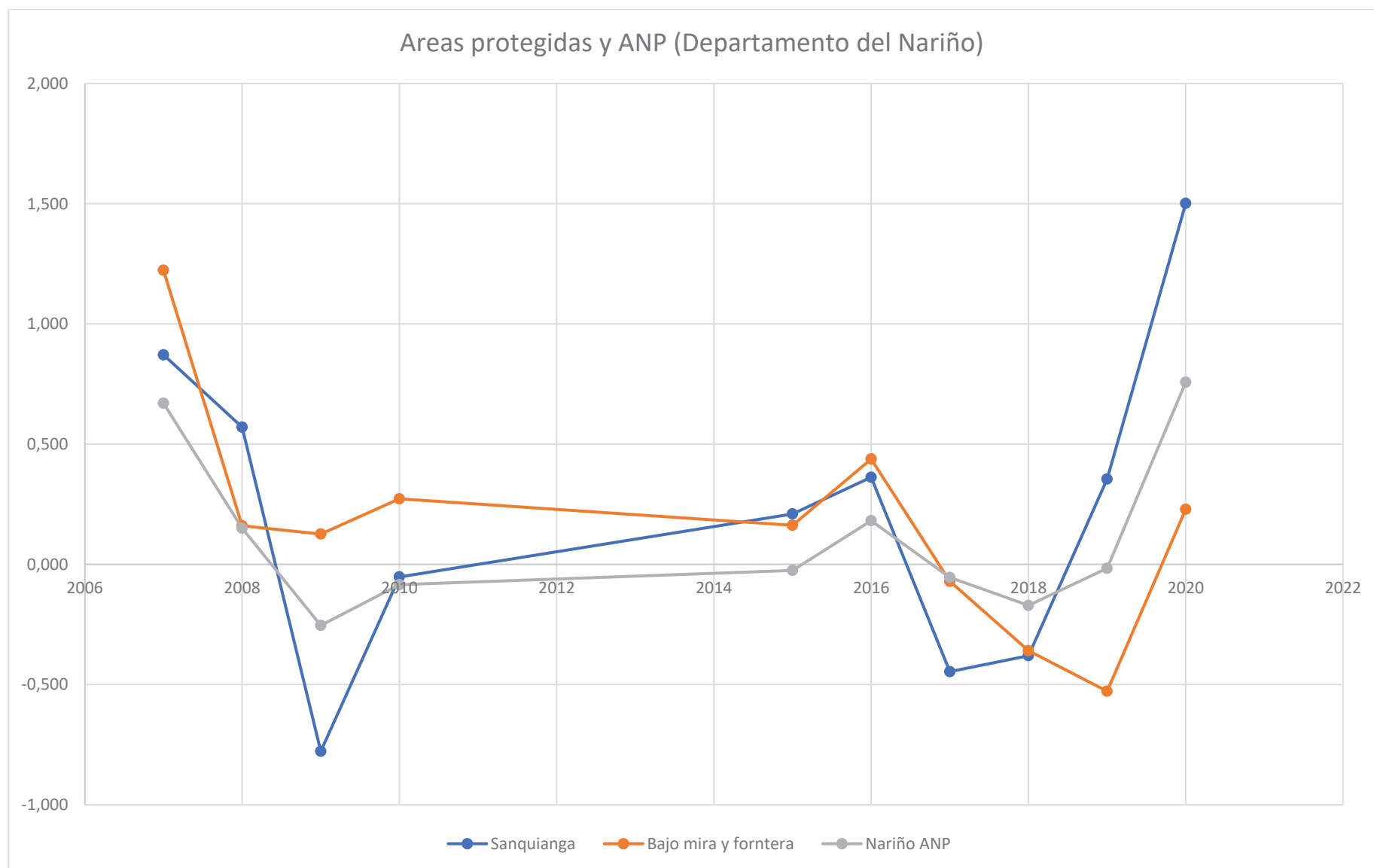


Figura 7. Comparación de pérdida y ganancias las áreas protegidas y ANP del departamento de Nariño en GMW. Los valores negativos implican ganancia, los valores positivos son pérdida.

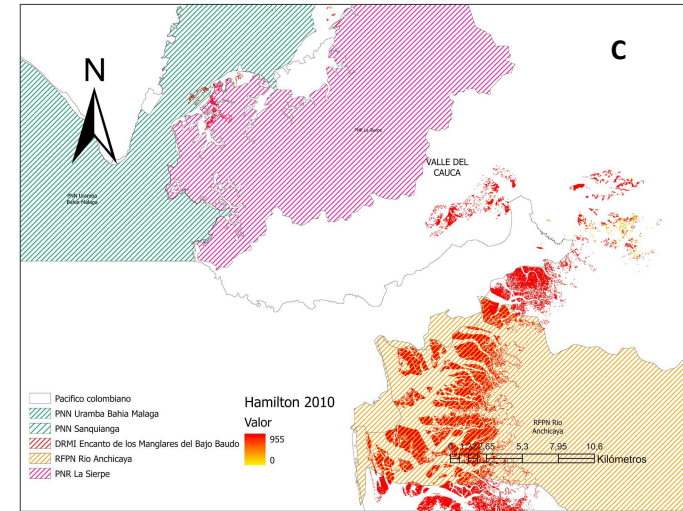
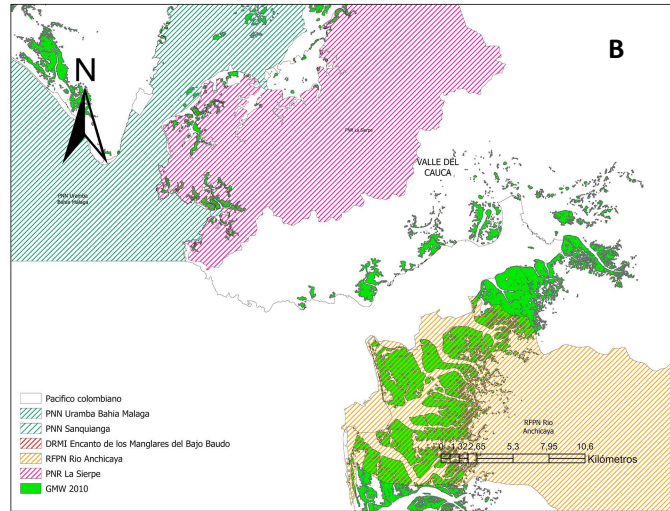
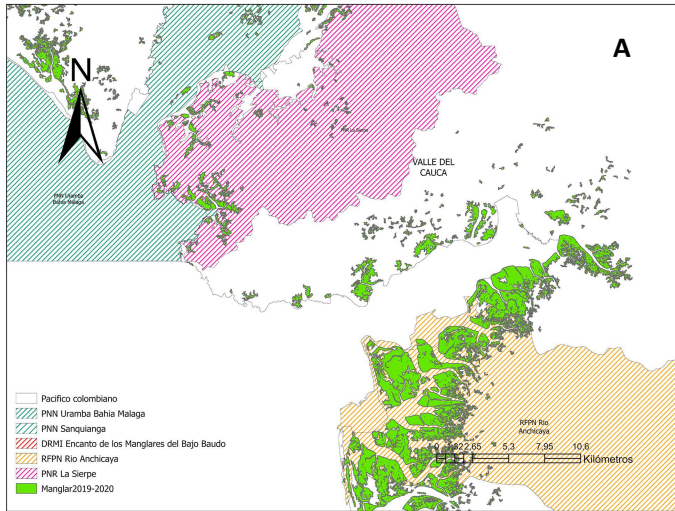


Figura 8. Comparación de los parches identificados por las bases de datos en el Valle del Cauca. A. Valencia & Blanco-Libreros (2021) B. GMW_2020 C. Hamilton & Casey (2016)

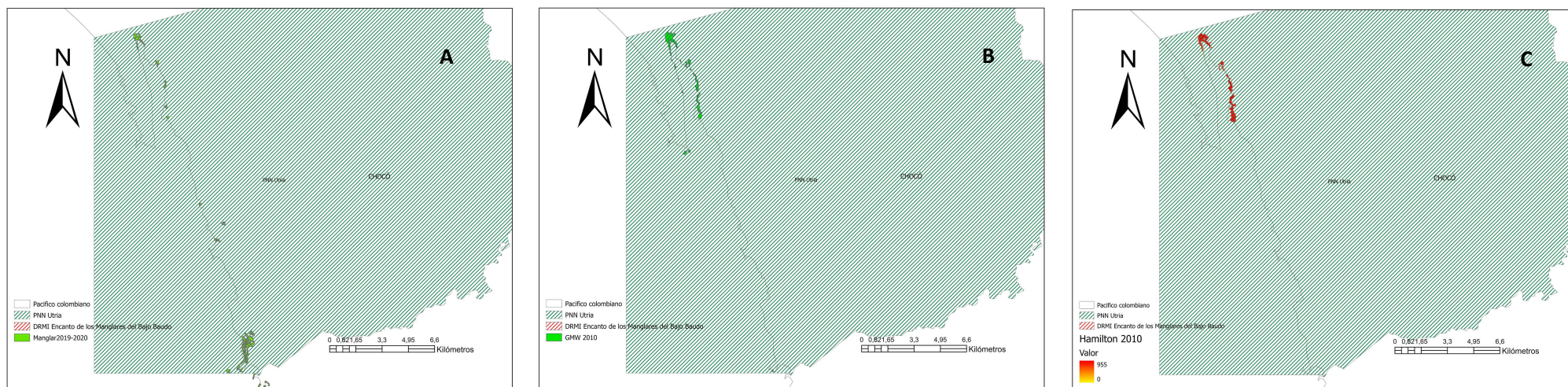


Figura 9. Comparación de los parches identificados por las bases de datos en el PNN Utría. A. Valencia & Blanco-Libreros (2021) B. GMW_2020 C. Hamilton & Casey (2016)