

UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA

Facultad de Ciencias Sociales



**ESTABLECIMIENTO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN LA
AMAZONÍA PERUANA: UN ENFOQUE TEMPORAL SOBRE SUS
EFECTOS EN EL BIENESTAR Y LA DEFORESTACIÓN**

Tesis para optar al Título Profesional de Licenciada en Economía y Gestión Ambiental

Presenta la Bachiller:

TERESA LILIANA PAREDES QUIROZ

Presidente: Miguel Angel Bernuy Allpocc

Asesora: Karen Ilse Eckhardt Rovalino

Lector: Juan Daniel Morocho Ruiz

Lima – Perú

Mayo de 2025



UARM

Universidad
Antonio Ruiz
de Montoya

Anexo N.º 3 - Reglamento General de Grados y Títulos de Pregrado y Posgrado
Aprobado por Resolución Rectoral N° 150-2023-UARM-R

INFORME DE ORIGINALIDAD

Sres.
CONSEJEROS
Pte.

De nuestra consideración:

Por la presente nos dirigimos a Ustedes para saludarlos e informar al Consejo Universitario sobre el producto académico elaborado por PAREDES QUIROZ, Teresa Liliana, quien solicita la obtención de su título profesional a través de la sustentación del producto académico que tiene como título “Establecimiento de áreas naturales protegidas en la Amazonia peruana: un enfoque temporal sobre sus efectos en el bienestar y la deforestación”.

En nuestra calidad de Asesor del producto académico y de integrante de la Comisión de Grados y Títulos, respectivamente, declaramos que el producto académico presentado por PAREDES QUIROZ, Teresa Liliana, ha sido debidamente examinado mediante el programa antiplagio Turnitin para verificar el nivel de coincidencias. El resultado que arroja el programa es de 5% de similitud, el cual proviene de fuentes de información que han sido debidamente citadas o reconocidas utilizando las normas del sistema APA.

Sin otro particular, quedo de ustedes.

Firmado en Lima, el 28 del mes de abril de 2025

Atentamente,

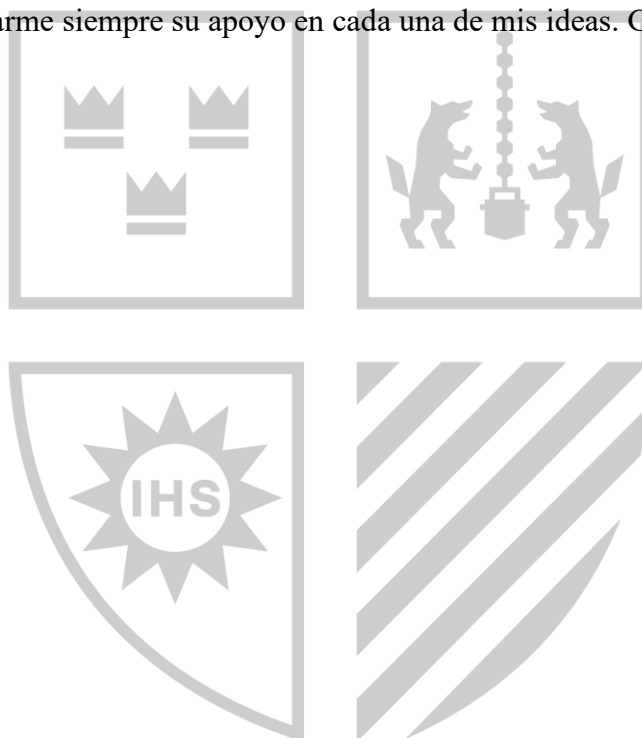
Karen Ilse Eckhardt Rovalino
Asesor

Eduardo Ernesto Vega Luna
Presidente/ Secretario de la Comisión

* Conforme a lo establecido en el documento de identidad

AGRADECIMIENTOS

Al programa Beca 18 del PRONABEC, por financiar mis estudios universitarios y abrirme las puertas a nuevas oportunidades. A Jostin Kitmang, fundador de Econthaki, por motivarme a ser una mejor investigadora. A la Dra. Karen Eckhardt, mi asesora, por inspirarme a seguir adelante y por brindarme siempre su apoyo en cada una de mis ideas. Gracias por creer en mí.



RESUMEN

La Amazonía peruana, una de las zonas más biodiversas del planeta, enfrenta una creciente presión por la expansión de la deforestación, lo que amenaza su riqueza ecológica y a las comunidades cercanas. En respuesta, el establecimiento de áreas protegidas surge como una de las principales estrategias de conservación. No obstante, persisten vacíos en la literatura sobre su efectividad para reducir la deforestación y su impacto socioeconómico.

Esta investigación analiza los efectos de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y sus Zonas de Amortiguamiento (ZA) sobre la deforestación y el bienestar en la Amazonía peruana. Para ello, se utiliza el método de Regresión Discontinua geográfica y Diferencias en Diferencias escalonadas y se emplean datos espaciales sobre deforestación y hogares georreferenciados para el periodo 2001-2023.

Los resultados indican que las ANP reducen significativamente la deforestación a largo plazo entre 1.3 y 2.8 ha/km², mientras que las ZA mitigan la pérdida de cobertura forestal entre 1.2 y 1.3 ha/hm². No obstante, a corto plazo no se observan efectos significativos. En cuanto al bienestar, los hogares en ZA presentan menores ingresos y gastos. Estos hallazgos sugieren que la efectividad de las ANP se consolida con el tiempo, requiriendo un periodo de estabilización e implementación de mecanismos de gobernanza y control frente a actividades extractivas.

Palabras clave: Áreas Naturales Protegidas, deforestación, bienestar, evaluación de impacto, Diseño de Regresión Discontinua, Diferencias en Diferencias

ABSTRACT

The Peruvian Amazon, one of the most biodiverse regions on the planet, faces increasing pressure from expanding deforestation, threatening its ecological wealth and nearby communities. In response, the establishment of protected areas has emerged as one of the main conservation strategies. However, gaps remain in the literature regarding their effectiveness in reducing deforestation and their socioeconomic impact.

This research analyzes the effects of Protected Areas (PAs) and their Buffer Zones (BZ) on deforestation and well-being in the Peruvian Amazon. To this end, the Regression Discontinuity Design and Difference-in-Differences are applied, using spatial data on deforestation and georeferenced households for the period 2001–2023.

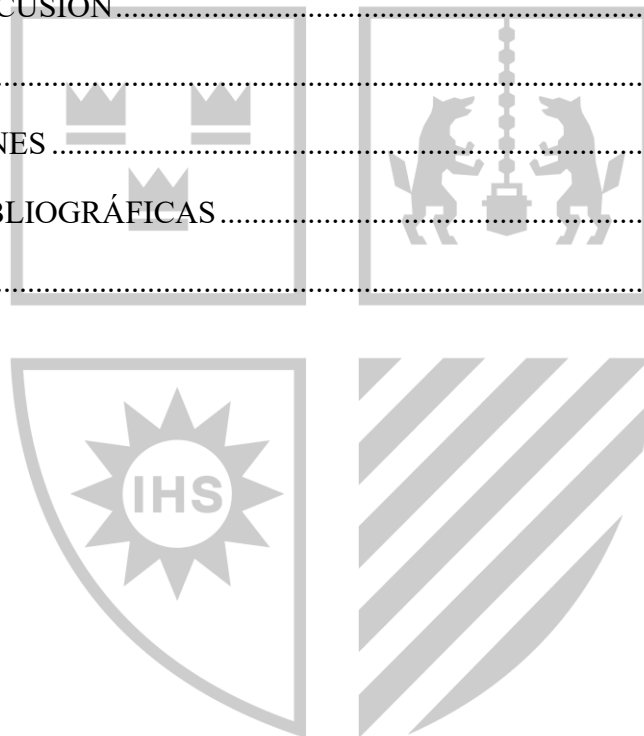
The results indicate that PAs significantly reduce long-term deforestation by 1.3 to 2.8 ha/km², while ZAs mitigate forest cover loss by 1.2 to 1.3 ha/km². However, no significant effects are observed in the short term. Regarding well-being, households within BZs exhibit lower income and expenditures. These findings suggest that the effectiveness of PAs strengthens over time, requiring a stabilization period and the implementation of governance and control mechanisms to counteract pressures from extractive activities.

Keywords: Protected Areas, deforestation, well-being, impact evaluation, Regression Discontinuity Design, Difference-in-Differences

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	10
Descripción del problema	10
Formulación del problema de investigación	11
Aportes de la investigación, objetivos e hipótesis	12
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	15
I.1. Áreas Protegidas, deforestación y bienestar en contextos internacionales.....	15
I.2. Áreas Protegidas, deforestación y bienestar: el caso peruano	17
I.3. Conceptos importantes: Áreas Naturales Protegidas y Zonas de Amortiguamiento .	19
I.4. Fundamentos teóricos	20
I.4.1. ¿Por qué diferenciar entre el corto plazo y largo plazo?.....	20
I.4.2. Regresión Discontinua.....	21
I.4.3. Diferencias en Diferencias.....	23
CAPITULO II: METODOLOGÍA.....	28
II.1. Estrategia empírica	28
II.1.1. Definición del tratamiento	29
II.2. Tratamiento de los datos.....	30
II.2.1. Una mirada sobre la deforestación	30
II.3. Análisis de largo plazo: Diseño de Regresión Discontinua.....	34
II.4. Análisis de corto plazo: Diferencias en diferencias.....	36
II.5. Fuentes de información	37
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	39

III.1. Largo plazo: Regresión discontinua	39
III.1.1. Efectos sobre la deforestación.....	40
III.1.2. Efectos sobre el bienestar.....	48
III.1.3. Pruebas de robustez.....	51
III.2. Corto plazo: Diferencias en Diferencias Escalonadas	57
III.2.1. Impacto sobre la deforestación de las ANP y ZA	58
III.2.2. Impacto sobre la deforestación de las ACR	61
III.2.3. Pruebas de robustez.....	61
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN.....	63
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
ANEXOS.....	83

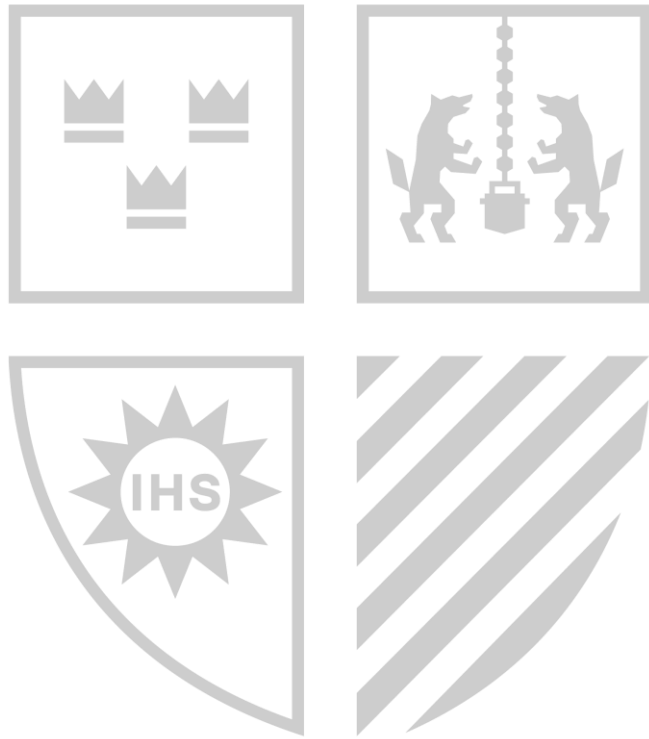


ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Deforestación acumulada por Área Natural Protegida, Áreas de Conservación Regional, Zona Reservada y Zonas de Amortiguamiento dentro del área de estudio.....	32
Tabla 2 Impacto de largo plazo de las ANP sobre la deforestación.....	42
Tabla 3 Impacto de largo plazo de las ZA sobre la deforestación.....	43
Tabla 4 Impacto sobre la deforestación según categoría de las Áreas Naturales Protegidas ..	44
Tabla 5 Impacto sobre la deforestación según categoría del ANP a la que pertenece la ZA...	45
Tabla 6 Impacto sobre la deforestación según ANP	47
Tabla 7 Impacto sobre la deforestación según la ANP a la que pertenece la ZA	47
Tabla 8 Impacto sobre la deforestación según tipo uso del ANP	48
Tabla 9 Impacto de las ZA sobre los ingresos y gastos	50
Tabla 10 Impacto de las Zonas de amortiguamiento sobre los ingresos y gastos por tipo de uso del ANP a la que rodean	51
Tabla 11 Análisis de continuidad en la deforestación mediante una aproximación donut	53
Tabla 12 Análisis de continuidad en los ingresos y gastos mediante una aproximación donut	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Evolución de la deforestación 2001- 2023 (miles de ha)	31
Figura 2 Efecto de la Proximidad al ANP y ZA en la Deforestación.....	40
Figura 3 Efecto de la proximidad a una ZA en los ingresos y gastos	49
Figura 4 Coeficientes calculados con variaciones en los anchos de banda para la deforestación en las fronteras de las ANP y ZA	55
Figura 5 Coeficientes calculados con variaciones en los anchos de banda para los ingresos y gastos.....	55
Figura 6 Coeficientes calculados para la deforestación con falsificación en la frontera de las ANP y ZA.....	56
Figura 7 Coeficientes calculados para los ingresos y gastos con falsificación en la frontera de las ZA	56
Figura 8 Efecto de corto plazo del establecimiento de ANP y ZA sobre la deforestación para tres agregaciones temporales.....	60
Figura 9 Efecto de corto plazo del establecimiento de las ACR sobre la deforestación para tres agregaciones temporales	62
Figura 10 Deforestación en el área de análisis del Parque Nacional de Tingo María (2001-2023).....	64
Figura 11 Deforestación en el área de análisis de la Reserva Nacional Pacaya Samiria (2001-2023).....	65
Figura 12 Deforestación en el área de análisis de la Reserva Nacional Tambopata y el Parque Nacional Bahuaja- Sonene (2001- 2023)	66
Figura 13 Deforestación en el área de análisis del Santuario Histórico de Machu Picchu. (2001-2023).....	67
Figura 14 Deforestación en las ANP establecidas en 2009 (2001- 2023).....	70



INTRODUCCIÓN

Descripción del problema

La superficie terrestre del planeta cuenta con más de 4 mil millones de hectáreas de bosques que desempeñan un importante rol tanto económico como ecológico (FAO, 2021). En ese contexto, el Perú se ubica como el noveno país en el mundo con mayor superficie boscosa, con más de 72 millones de hectáreas que representan el 57.3% del territorio nacional (SERFOR & INEI, 2021). Estos bosques contribuyen con aproximadamente el 1.04% del Producto Bruto Interno (PBI), equivalentes a 2,368 millones de USD, y contienen un potencial de 875 millones de m³ de recursos maderables para su aprovechamiento (SERFOR & INEI, 2021).

Más allá de su contribución económica en términos de generación de empleo, relevancia para el comercio internacional y sustento para comunidades locales, los bosques ofrecen servicios ecosistémicos de alto valor intrínseco que suelen quedar fuera de las valoraciones de mercado. Por ello, es importante implementar medidas para proteger espacios representativos de la biodiversidad, siendo el establecimiento de áreas protegidas uno de los principales mecanismos para lograrlo. A nivel mundial, más de 700 millones de hectáreas de bosques han sido designadas como áreas protegidas, de las cuales el 31% se encuentra en América del Sur (FAO, 2021).

El Perú cuenta actualmente con 77 Áreas Naturales Protegidas (ANP) de administración nacional, 32 Áreas de Conservación Regional (ACR) y 173 Áreas de Conservación Privada (ACP), que en conjunto protegen el 17.88% de la superficie terrestre y el 7.89% del territorio marino del país (SERNANP, 2024). La Ley de Áreas Naturales Protegidas (Ley N° 26834) establece como objetivo principal de las ANP la conservación de la diversidad biológica y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos que estas proveen. Adicionalmente, una figura complementaria en la gestión de las ANP de administración nacional es la demarcación de Zonas de Amortiguamiento (ZA), espacios establecidos en sus

alrededores para reforzar los objetivos de conservación al mitigar los impactos de las actividades humanas en los ecosistemas protegidos.

En este marco, el Perú ha avanzado significativamente en sus compromisos de conservación. En 2020, alcanzó la meta de proteger el 17% de su superficie en línea con los objetivos de Aichi del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), al designar más de 22 millones de hectáreas como Áreas Naturales Protegidas (SERNANP & WCS, 2021). Además, el país se ha comprometido con el Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal adoptado en la COP 15, con la iniciativa 30x30, que busca proteger el 30% de la superficie terrestre y marina para el año 2030.

No obstante, el establecimiento de las ANP ha generado críticas con relación a su ubicación, ya que se argumenta que muchas de estas áreas están situadas en zonas menos productivas y con menor susceptibilidad al cambio de uso de sus suelos. Investigaciones como las de Joppa y Pfaff (2009), Jusys (2018), Yang et al. (2019) y Hernández et al. (2021) indican que las ANP tienden a ubicarse en terrenos elevados y de difícil acceso. Estas características geográficas podrían desempeñar un papel más determinante en la mitigación de las presiones sobre el uso de la tierra que su clasificación como área protegida, cuestionando así la eficacia atribuida exclusivamente a esta política de conservación.

Por otro lado, el enfoque de gestión de las ANP también es objeto de debate, especialmente en lo que respecta a la participación de las comunidades locales. Aunque las ANP ofrecen oportunidades para la cooperación entre los actores de conservación y las comunidades, la prohibición de actividades extractivas puede resultar contraproducente si no se alinean con los intereses de los grupos que aprovechan estos recursos, lo que también debe ir en concordancia con una buena gestión sobre estos espacios (Fischborn y Sandwith, 2021; Blankespoor et al., 2017; Rasmussen, 2022). Esto resalta la necesidad de equilibrar la conservación y el uso sostenible de los recursos, incluyendo también a las Zonas de Amortiguamiento (ZA), donde la deforestación es considerablemente mayor que en las ANP (9.28% frente a 0.74%, respectivamente) (Dourojeanni, 2015). Así también, aunque el control de la deforestación no es el objetivo principal de estos espacios, sí es un indicador relevante del estado de conservación de los ecosistemas y la biodiversidad que albergan (Dourojeanni, 2015).

Formulación del problema de investigación

El establecimiento de áreas protegidas y zonas de amortiguamiento genera una discontinuidad en sus bordes, lo que puede sesgar las estimaciones de sus efectos al comparar

territorios dentro y fuera de estas zonas. Además, resulta relevante analizar si el impacto en el control de la deforestación varía según el tiempo transcurrido desde su establecimiento. Con base en ello, esta investigación plantea la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los efectos a corto y largo plazo del establecimiento de las Áreas Naturales Protegidas y sus Zonas de Amortiguamiento en la Amazonía peruana sobre la deforestación y el bienestar?

Para abordar este problema, se toman como referencia metodológica los estudios de Orihuela y Pérez (2019) y Grupp et al. (2023), y se plantea el uso de dos métodos de inferencia causal: el Diseño de Regresión Discontinua geográfico y el método de Diferencias en Diferencias Escalonadas. Esta elección responde a la disponibilidad de información oficial sobre deforestación, lo que lleva a segmentar el análisis entre áreas protegidas *nuevas* y *antiguas*.

En esta investigación no se asume que los métodos aplicados sean exclusivos de un horizonte temporal específico, sino que su aplicación depende de la información disponible. Por un lado, aunque el método de Diferencias en Diferencias permite evaluar el conjunto completo de áreas protegidas, su implementación requiere contar con datos previos y posteriores a su establecimiento. Esto presenta limitaciones en el caso de las áreas protegidas más antiguas, donde la información anterior a su establecimiento no está disponible. Por otro lado, el Diseño de Regresión Discontinua se basa en la discontinuidad generada por las fronteras de las áreas protegidas, lo que permite captar el efecto acumulado de su establecimiento. Sin embargo, este método requiere que las áreas analizadas ya cuenten con la categoría de protección durante el periodo del cual se dispone de información, lo que excluye a las áreas más recientes.

En consecuencia, se opta por un análisis diferenciado para estimar los efectos asociados a áreas protegidas nuevas y antiguas, considerados como de largo y corto plazo. Este análisis utiliza dos unidades de observación: grillas de 1 km² para medir la deforestación, a partir de información espacial del Ministerio del Ambiente (MINAM), y la información sobre los hogares que se encuentra georreferenciada en la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) del INEI para evaluar el bienestar en términos de ingresos y gastos.

Aportes de la investigación, objetivos e hipótesis

Esta investigación aporta a la literatura sobre la evaluación de impacto de las áreas protegidas en el Perú al incluir en el análisis aquellas establecidas después de 2001 y sus respectivas zonas de amortiguamiento, utilizando el método de Diferencias en Diferencias

Escalonadas para un análisis de corto plazo. Hasta donde se tiene conocimiento, esta metodología no ha sido aplicada en estudios realizados en el país. Asimismo, se amplía la literatura existente al incorporar un análisis preliminar del impacto de las Áreas de Conservación Regional (ACR) en la reducción de la deforestación. Estos aportes ofrecen una visión, más integral, orientada a enriquecer el diseño de políticas públicas para la conservación.

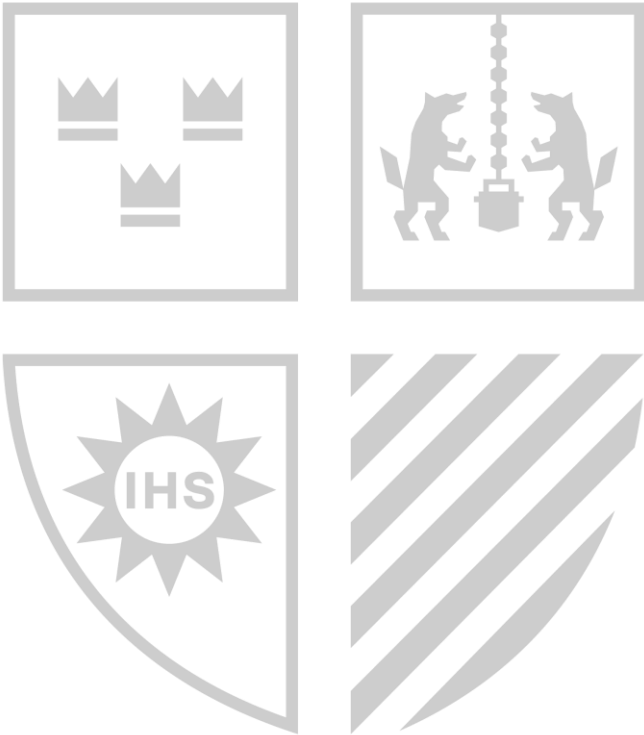
El objetivo principal de este estudio es evaluar el impacto del establecimiento de las Áreas Naturales Protegidas (ANP), sus Zonas de Amortiguamiento (ZA) y las Áreas de Conservación Regional (ACR) sobre la deforestación y el bienestar en la Amazonía peruana, distinguiendo entre efectos de corto y largo plazo. Mediante el uso de métodos de inferencia causal, se busca generar evidencia empírica robusta sobre la efectividad de estas áreas protegidas en la protección de cobertura boscosa y su incidencia en el bienestar de los hogares que habitan en zonas aledañas, medido a través de ingresos y gastos.

Se parte de la hipótesis de que, en el largo plazo, las ANP logran reducir de manera significativa la deforestación en su interior, mientras que las ZA, si bien no tienen un régimen de protección tan estricto, pueden contribuir a amortiguar la presión externa sobre el bosque. En contraste, se espera que en el corto plazo estos efectos no sean inmediatamente visibles tanto para las ANP, ZA como las ACR, debido al tiempo necesario para que estos mecanismos de conservación se consoliden. En relación con el bienestar, se plantea la hipótesis de que la presencia de una ZA podría tener efectos negativos sobre los ingresos y gastos de los hogares.

El resultado principal muestra que, en el largo plazo, las ANP efectivamente reducen la deforestación en su territorio, mientras que las ZA cumplen su función de atenuar la pérdida de cobertura forestal en el área protegida circundante. Por otro lado, en las estimaciones de corto plazo se incluyeron tanto a las áreas protegidas de administración nacional como regional y se encontró, de manera exploratoria, que ni las ANP de administración nacional o regional ni las ZA muestran en promedio resultados significativos en el control de la deforestación. Así también, se encontró que los hogares dentro de una ZA tienen en promedio menores ingresos y gastos.

El desarrollo de esta investigación inicia con el marco teórico que incluye la revisión de estudios nacionales e internacionales relevantes. A continuación, se exponen los conceptos de Áreas Naturales Protegidas (ANP) y Zonas de Amortiguamiento (ZA), y se presenta el porqué de la diferenciación entre los efectos de corto y largo plazo. Posteriormente, se desarrollan los fundamentos teóricos de los métodos de Regresión Discontinua y Diferencias

en Diferencias. Luego, en la sección de metodología, se describe la estrategia empírica y las fuentes de información. La investigación finaliza con la presentación de los resultados, una discusión de los hallazgos y las conclusiones.



CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

I.1. Áreas Protegidas, deforestación y bienestar en contextos internacionales

La evidencia internacional sugiere que las áreas protegidas cumplen un rol importante en la contención de la deforestación que amenaza estos territorios de alta importancia ecológica, aunque sus efectos sobre el bienestar son más diversos. Bajo ciertas condiciones, las áreas protegidas pueden generar beneficios económicos para las poblaciones locales, principalmente cuando estas realizan actividades comerciales compatibles con los objetivos de conservación de estas áreas. Sin embargo, en otros contextos, los impactos pueden ser nulos o incluso negativos, especialmente en zonas donde las restricciones de uso limitan la generación de ingresos en los hogares. Esta heterogeneidad también ha sido abordada por Wuepper et al. (2024), quienes encuentran que la efectividad de las políticas de conservación varía considerablemente entre países, dependiendo más de la calidad de la gobernanza que de las características físicas del entorno.

En cuanto al control de la deforestación, investigaciones en áreas tropicales encuentran que la tasa de deforestación es menor en áreas protegidas en comparación con zonas no protegidas en América Latina y África, mientras que estudios en Asia muestran lo contrario (Fritz et al., 2022; Foo & Numata, 2019). Algunos estudios sugieren que la deforestación evitada es mayor en las áreas protegidas con usos más flexibles, mientras que otros encuentran resultados opuestos (Fritz et al., 2022; Yang et al., 2021; Wolf et al., 2021). Además, el tamaño del área protegida también influye en su eficacia, siendo las zonas más pequeñas las que aparentemente logran un mejor control de la deforestación (Wolf et al., 2021). Neal (2024) complementa esta idea al encontrar que, globalmente, la efectividad promedio de las áreas protegidas en la reducción de la deforestación es del 30%. Su estudio resalta que la propiedad estatal o comunitaria tiende a ser más efectiva que la privada, y que el tamaño también importa, siendo las áreas más pequeñas más eficaces.

Por otro lado, la literatura también discute la existencia de un posible efecto de desplazamiento de la deforestación desde las áreas protegidas hacia sus periferias. Si bien algunos estudios confirman este fenómeno, otros no encuentran evidencia concluyente al respecto (Neal, 2024; Lui & Coomes, 2015; Llopis et al., 2019; Ford et al., 2020; Fuller et al., 2020).

En Australia, las áreas con mayor nivel de protección previenen la deforestación de manera marginalmente más efectiva. Sin embargo, esto se atribuye en gran medida a su ubicación en zonas de baja productividad, con menor presión para actividades extractivas (Hernández et al., 2021).

En Brasil, un análisis de la zona de amortiguamiento del Parque Estatal Serra do Mar sugiere que éstas son efectivas para mantener la cobertura forestal y mejorar la conectividad del paisaje, logrando reducir la expansión urbana (de Souza et al., 2024). Por su parte, en Bolivia, las zonas de influencia de áreas protegidas muestran niveles de pobreza más bajos en comparación con los municipios fuera, y no se encuentra evidencia de que estos espacios exacerben la pobreza de las comunidades vecinas (Canavire-Bacarreza & Hanauer, 2013).

En cuanto al bienestar de las comunidades, el impacto de las áreas protegidas es diverso. Por un lado, los efectos positivos suelen depender de la proximidad de los hogares a las zonas donde se permite el aprovechamiento de recursos, siendo el incremento en los ingresos la principal fuente de beneficio. Por ejemplo, estudios en países en desarrollo muestran que las áreas protegidas pueden aumentar la capacidad de gasto de los hogares a través de ingresos derivados del ecoturismo, permitiéndoles cubrir necesidades básicas que de otro modo no podrían solventar únicamente con los recursos disponibles en su entorno (Oldekop et al., 2015; Naidoo et al., 2019; Fischborn & Sandwith, 2021).

Por otro lado, el posible impacto negativo se origina por restricciones al aprovechamiento de recursos dentro de las áreas protegidas, lo que limita la generación de ingresos (Rasolofoson, 2016). Adicionalmente, algunos estudios también han señalado efectos negativos en otros aspectos del bienestar. Por ejemplo, las comunidades que viven cerca de estas zonas pueden experimentar limitaciones en el acceso a servicios como la educación, afectando su desarrollo a largo plazo (Morgans et al., 2024).

Investigaciones en Kenia y China muestran que vivir cerca de espacios protegidos no garantiza mejoras en los ingresos de los hogares; por el contrario, en ciertos casos, la proximidad puede generar costos adicionales debido a daños causados por la fauna local o

aumentar la desigualdad al concentrar los beneficios de las actividades turísticas en pocos actores (Mojo et al., 2020; Duan et al., 2021). Por otro lado, un análisis de metadatos de Kandel et al. (2022) sugiere un impacto positivo, aunque moderado, en el bienestar, con variaciones según la región, siendo más significativo en Asia y América Latina.

Bonilla e Higuera (2016) y Bonilla e Higuera (2019) analizan la relación causal entre las áreas protegidas y la deforestación en Colombia, mediante un Diseño de Regresión Discontinua y Diferencias en Diferencias. Sus resultados indican que, en promedio, estas áreas reducen la deforestación, aunque los efectos dependen del tipo de administración y clasificación de uso. Las áreas gestionadas por comunidades indígenas muestran efectos sostenidos a largo plazo, mientras que las administradas por comunidades afrodescendientes muestran mayor efectividad en el corto plazo. De este modo, los autores argumentan que la acción colectiva y la propiedad comunal podrían ser determinantes para el éxito en la conservación en territorios con limitada capacidad estatal o donde imperan actividades ilícitas.

Mediante Diferencias en Diferencias, Feng et al. (2021) encuentran que las áreas protegidas tardan en consolidar sus efectos para mantener la productividad de sus espacios. Por otro lado, Grupp et al (2023) utilizan Diferencias en Diferencias Escalonadas, siguiendo la metodología de Callaway y Sant'Anna (2020), para estimar el efecto de las áreas protegidas en la biodiversidad y la actividad económica de la Unión Europea a lo largo de más de 30 años. Como variables proxy, utilizan la cobertura vegetal para medir la biodiversidad y la concentración de luces nocturnas para representar la actividad económica. Sus resultados muestran que estas áreas no tienen un impacto significativo sobre la cobertura vegetal, lo que podría explicarse por su ubicación en zonas con bajo dinamismo económico, donde la recuperación de la vegetación habría ocurrido incluso sin intervención.

Finalmente, aunque los efectos varían entre regiones y categorías de protección, en general, se reconoce el efecto positivo de las áreas protegidas en la preservación de ecosistemas y sus posibles contribuciones a la mitigación de la pobreza, aunque en magnitudes distintas debido a la diversidad de métodos utilizados para estimar estos beneficios (Mojo et al., 2020; Vilela et al., 2022).

I.2. Áreas Protegidas, deforestación y bienestar: el caso peruano

La literatura sobre áreas protegidas en el Perú muestra resultados variados respecto a su efectividad en la conservación y su impacto en el bienestar de las poblaciones locales. Durante el periodo 2000-2020, se estima que la deforestación en áreas protegidas ha sido menor

en comparación con las áreas no protegidas, con una pérdida de cobertura total aproximada de 2%- 5% (Móstiga et al., 2024). Además, el 72 % de la superficie amazónica cuenta con alguna asignación de uso, aunque en el 25% de esta área los usos se superponen. Si bien esto plantea retos para la gestión, también puede ofrecer oportunidades para una planificación espacial más eficiente que ayude a prevenir la pérdida de cobertura boscosa (Anderson et al., 2018).

En Madre de Dios, Vuohelainen et al. (2012) destacan que las concesiones para ecoturismo y conservación logran un mejor control de la deforestación, atribuido a la acción colectiva y a prácticas de monitoreo sostenibles. Por el contrario, las áreas gestionadas por comunidades nativas enfrentan mayores dificultades debido al crecimiento poblacional y consecuente presión sobre la extracción de recursos.

Díaz y Miranda (2012), aplicando Propensity Score Matching, estiman que, sin el establecimiento de áreas protegidas en la Amazonía peruana, la deforestación habría aumentado entre un 22% y un 35%. Adicionalmente, estos autores encuentran un impacto negativo, pero no significativo en los ingresos y gastos de los hogares ubicados dentro de estas zonas en comparación con aquellos fuera de ellas. Usando la misma técnica, Miranda et al. (2016), evalúan la efectividad de las ANP y ZA en el control de la deforestación y su influencia en el bienestar durante el periodo 2000-2005. Los resultados muestran que las ANP establecidas antes de 1990 y aquellas de uso mixto son las más efectivas en reducir la deforestación, aunque su impacto en el bienestar de las comunidades locales no es significativo.

Un referente importante para esta investigación es el estudio de Orihuela y Pérez (2019) quienes emplean un Diseño de Regresión Discontinua para analizar el impacto de las ANP y sus ZA en la deforestación y en variables socioeconómicas entre 2001 y 2016. Sus resultados indican que en las ANP disminuye de manera significativa la probabilidad de deforestación, mientras que, en las ZA, aunque en menor medida, se logra atenuar la pérdida de cobertura vegetal. Este estudio también revela efectos adversos en el bienestar, con una reducción de ingresos y un aumento del 30% en la probabilidad de ser pobre a los hogares dentro de una ZA, sin diferencias significativas en términos de ingreso entre hogares liderados por hombres y aquellos liderados por mujeres.

Las Zonas de Amortiguamiento juegan un rol importante al mitigar la presión de la deforestación que de otro modo afectaría a las áreas protegidas. Sin embargo, su efectividad varía dependiendo de las características del ANP circundante. Por ejemplo, las ZA de áreas de uso indirecto tienden a presentar mayores niveles de deforestación. No obstante, dentro de las

áreas protegidas, la deforestación suele ser mayor en las zonas de uso directo (CDC/UNALM, 2011 en Dourojeanni, 2015). En esa misma línea, en la Reserva Nacional Tambopata, para un periodo de 5 años se estimó que solo el 3% (605 ha) de la deforestación ocurre dentro de la reserva, mientras que actividades como la minería de oro, la agricultura y el pastoreo ejercen presión en las áreas circundantes (Nicolau et al., 2019). De forma similar, Weisse y Naughton-Treves (2016) estiman que entre 2007 y 2012 las ZA de 13 ANP lograron evitar 320 km² de deforestación y la concesión de 1,739 km² a actividades mineras.

Por lo general, las investigaciones sobre los efectos de las áreas protegidas peruanas en la deforestación y el bienestar se han centrado en periodos cortos de análisis y, en su mayoría, han empleado técnicas de emparejamiento para estudiar las áreas protegidas establecidas antes de 2001, usualmente sin considerar las zonas de amortiguamiento y áreas bajo regímenes de administración regional. Esta investigación no solo busca dar continuidad a los trabajos de Orihuela y Pérez (2019), Díaz y Miranda (2012), y Miranda et al. (2016) ampliando el horizonte temporal de análisis con información hasta 2023, sino también complementar estas estimaciones a través del uso de otras metodologías. Adicionalmente, se introduce el método de Diferencias en Diferencias Escalonadas, similar al utilizado por Grupp et al. (2023) en la Unión Europea, para optimizar la estimación de los efectos de las áreas protegidas creadas después de 2001 incluyendo resultados exploratorios para las Áreas de Conservación Regional.

I.3. Conceptos importantes: Áreas Naturales Protegidas y Zonas de Amortiguamiento

En este contexto, las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y sus Zonas de Amortiguamiento (ZA) desempeñan un rol estratégico en la conservación de ecosistemas frágiles y en la mitigación de los impactos negativos de la actividad humana. La Ley N° 26834 presenta el marco legal principal para la gestión de las ANP. Ésta establece que las ANP se crean para mantener, en la medida de lo posible, el carácter prístino de estas zonas para preservar la diversidad biológica, proteger hábitats naturales, y mantener servicios ecosistémicos básicos para el desarrollo de la vida en el planeta.

La norma distingue entre las ANP que forman parte del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINANPE) y sus áreas complementarias: Áreas de Conservación Regional (ACR) y Áreas de Conservación Privada (ACP). La principal diferencia entre estas zonas es el tipo de administración (nacional, regional o privada) y el grado de intervención humana permitido, según los objetivos de manejo de cada una.

El artículo 21 del reglamento diferencia las ANP en áreas de uso directo y áreas de uso indirecto¹, dependiendo del tipo de actividades permitidas.

Por otro lado, el artículo 25 de la referida norma define las Zonas de Amortiguamiento como áreas de transición que rodean a las ANP. Éstas buscan atenuar los efectos adversos de las actividades humanas en los ecosistemas protegidos. Las actividades permitidas dentro de las ZA se especifican en el Plan Maestro del ANP y no deben comprometer el cumplimiento de sus objetivos de conservación.

Dado que tanto las ANP de administración nacional y regional como ZA cuentan con una disposición legal que reglamenta las actividades que se pueden realizar en su interior, su frontera genera una discontinuidad respecto a la periferia.

I.4. Fundamentos teóricos

I.4.1. ¿Por qué diferenciar entre el corto plazo y largo plazo?

La literatura señala que los efectos del establecimiento de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y Zonas de Amortiguamiento (ZA) tienden a evolucionar de forma heterogénea a lo largo del tiempo (Li et al., 2024; Feng et al., 2021; Takashina, 2021). Esta investigación utiliza dos métodos de inferencia causal para abordar el carácter temporal de dichos efectos por lo que es importante aclarar que categorizar el Diseño de Regresión Discontinua (RDD) como una herramienta de análisis de largo plazo y el método de Diferencias en Diferencias (DD) como uno de corto plazo no se encuentra establecido la literatura, dado que estos métodos no están intrínsecamente vinculados a un periodo temporal específico. Por lo tanto, la elección del RDD y DD se fundamenta en los datos disponibles y la naturaleza de la intervención, más que en el horizonte temporal de análisis. En particular, la distinción entre el análisis de corto y largo plazo de esta investigación responde a la disponibilidad de información desagregada sobre deforestación, accesible con el nivel de detalle requerido desde 2001. Por ello, se segmentan las ANP y ZA en dos grupos: las establecidas antes de 2001 y las establecidas posteriormente.

¹ De acuerdo con el artículo 21 de la Ley 26834, las áreas de uso indirecto son aquellas donde no se permiten actividades que modifiquen o transformen el ambiente natural. Por otro lado, las áreas de uso directo permiten el aprovechamiento de recursos naturales por las poblaciones locales siempre que las actividades sean compatibles con los objetivos del área

Para capturar los efectos de *largo plazo*, se emplea el método de Regresión Discontinua (RDD) en las ANP y ZA establecidas antes de 2001. La premisa subyacente es que estas áreas ya se encuentran bajo protección, lo que permite observar una variación acumulada en el tiempo. El RDD aprovecha la discontinuidad geográfica que genera la frontera de las ANP y ZA preexistentes, lo que permite identificar los impactos acumulados de la protección en la deforestación y el bienestar.

Por otro lado, el análisis de corto plazo se aborda mediante un modelo de Diferencias en Diferencias (DD), específicamente un modelo de Diferencias en Diferencias Escalonadas, aplicado a las áreas protegidas establecidas después de 2001. Este modelo explota la estructura temporal del panel de datos para evaluar los cambios en la deforestación mediante comparaciones entre periodos antes y después de la creación de las áreas protegidas más recientes.

Como ya se mencionó, la asignación metodológica planteada no implica que el RDD sea un método exclusivamente de largo plazo ni que DD se limite al corto plazo o que un enfoque sea superior al otro. Ambos métodos se adaptan aquí para maximizar la validez y el aprovechamiento de la información para estimar los efectos del establecimiento de las ANP y ZA.

I.4.2. Regresión Discontinua

El Diseño de Regresión Discontinua (RDD) es un método cuasi-experimental útil para identificar efectos causales cuando la asignación al tratamiento se determina por un umbral en una variable continua. Este método explora la discontinuidad en el tratamiento inducida por el umbral para comparar observaciones vecinas por encima y por debajo de este. Se asume que estas unidades son tan similares que las diferencias observadas en los resultados son atribuibles a la ocurrencia del evento o tratamiento (Cattaneo et al., 2020).

En esta investigación se utiliza el enfoque de RDD para evaluar los efectos del establecimiento de las ANP y ZA, aprovechando que las fronteras legales de estas áreas generan una discontinuidad respecto a las zonas fuera de ellas. Esto permite identificar variaciones en la deforestación y el bienestar de los hogares ubicados justo en los límites de estas zonas.

Se utiliza un Diseño de Regresión Discontinua geográfico de tipo nítido (o Sharp), ya que las fronteras de las ANP y ZA suponen un salto en la probabilidad de tratamiento de las observaciones igual a 1. De este modo, solo existen tratados y no tratados *separados* por el establecimiento de las fronteras.

En el RDD la asignación del tratamiento es una función determinística de la variable observada X , llamada también variable móvil, que genera la discontinuidad en la probabilidad de ser parte del tratamiento.

$$D_i = 1\{X_i \geq x_0\}$$

$$D_i = 0\{X_i < x_0\}$$

De este modo, para cada i cuyo valor en X sea mayor al punto de corte x_0 es asignado al grupo de tratamiento; caso contrario, será parte del grupo de control.

Se debe considerar que al ser unidades geográficas las que generan la discontinuidad en esta investigación, la variable móvil puede ser bivariada representada por las coordenadas (latitud y longitud) de las observaciones cercanas a la frontera de las áreas protegidas, así como también puede ser en una dimensión expresada como la distancia a la frontera. Para este fin, se comprueban los resultados obtenidos mediante una regresión discontinua geográfica siguiendo los trabajos de Keele y Titiunik (2015) y Dell (2010). Sin embargo, para propósitos de esta explicación metodológica, se opta por ilustrar el tratamiento de esta discontinuidad en una dimensión.

Siguiendo a Orihuela y Pérez (2019), la distancia a la frontera del ANP o ZA se asume como la variable móvil, de modo que para ambos casos el punto de discontinuidad se establece a una distancia de 0 km y si la observación se encuentra dentro de alguno de esos espacios tiene una distancia negativa a la frontera y forma parte del grupo de tratamiento; si está fuera, la distancia es positiva y es parte del grupo de control. Formalmente:

$$\lim_{x \rightarrow x_0^+} E(D|X = x) - \lim_{x \rightarrow x_0^-} E(D|X = x) = 1$$

Como se explica en Angrist y Pischke (2009), si se supone que la media condicional de los resultados potenciales en ausencia de tratamiento $E(Y_{0i}|X_i)$ es lineal en X_i , y que el efecto del tratamiento es un salto ρ homogéneo entre individuos:

$$E(Y_{0i}|X_i) = \beta_0 + \beta_1 x$$

$$E(Y_{1i}|X_i) = E(Y_{0i}|X_i) + \rho D_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \rho D_i$$

Entonces, con una regresión discontinua de tipo nítida y con un efecto causal lineal y homogéneo, el efecto medio del tratamiento estimado por MCO viene mostrado por ρ en la regresión lineal:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \rho D_i + \mu_i$$

Bajo el supuesto de que cruzar el punto de corte afecta a Y_i solo a través de D_i , ρ es un estimador consistente del efecto causal si la relación entre X_i e Y_i es lineal

Empíricamente el modelo se puede generalizar a una relación no lineal entre X_i e Y_i mediante una aproximación polinómica:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \beta_2 X_i^2 + \dots + \beta_p X_i^p + \rho D_i + \mu_i$$

Pese a las ventajas que puede presentar un diseño de regresión discontinua, también se deben considerar algunos problemas potenciales de este método. Estos problemas se relacionan con la cantidad de observaciones necesarias alrededor del punto de corte para realizar las estimaciones. Además, la extrapolación de los resultados a la población completa requiere de supuestos más fuertes. Finalmente, es importante mencionar que el efecto causal resultante solo es válido para las observaciones vecinas al punto de discontinuidad (Cattaneo et al., 2020).

I.4.3. Diferencias en Diferencias

Con el planteamiento del análisis de largo plazo para estimar los efectos de las áreas protegidas establecidas antes de 2001 sobre la deforestación y el bienestar, resulta interesante conocer también los efectos de las áreas protegidas con fecha de establecimiento posterior. Aprovechando que para estas áreas se dispone de un panel de datos sobre deforestación antes y después de su establecimiento, se puede explotar esta discontinuidad respecto al momento de la intervención (establecimiento del área protegida) mediante un modelo de Diferencias en Diferencias (DD).

Diferencias en Diferencias (DD) es una técnica cuasi- experimental que permite comparar los cambios en los resultados de un grupo de tratamiento y un grupo de control antes y después de una intervención. El supuesto básico de este modelo es que, existen tendencias paralelas. Es decir, en ausencia de la intervención, las diferencias entre los grupos de tratamiento y control son constantes a lo largo del tiempo y la estimación del efecto promedio del tratamiento (ATT) es la diferencia entre el cambio a lo largo del tiempo dentro de la misma unidad (antes y después del tratamiento) y la diferencia entre unidades tratadas y no tratadas en un mismo momento del tiempo de manera que se obtiene la doble diferencia (Cameron & Trivedi, 2015). Así, cualquier desviación observada tras la intervención puede ser atribuida al efecto causal del tratamiento.

En un modelo de DD tradicional

$$Y_{i,t} = \alpha_t + \alpha_g + \beta D_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$$

α_t es un efecto fijo de tiempo, α_g es un efecto fijo por grupo; $\varepsilon_{i,t}$ es un término de error. $D_{i,t}^e = 1\{t - G_i = e\}$ indica que la observación i se encuentra a e periodos del inicio del tratamiento en el tiempo t . β es el parámetro de interés que indica el efecto promedio del tratamiento para todos los grupos y periodos de tiempo.

El ATT para las observaciones tratadas en el periodo inicial g en un tiempo específico t en su forma más básica está representado por:

$$ATT(g, t) = \mathbb{E}[Y_t(g) - Y_t(0) | G_g = 1]$$

Ahora bien, cuando un evento ocurre de manera escalonada o en diferentes tiempos, las estimaciones mediante un modelo de DD tradicional pueden estar sesgadas², porque se comparan tres tipos de observaciones: a) Unidades tratadas con unidades nunca tratadas, b) Unidades tratadas con unidades aún no tratadas, y c) Unidades tratadas en distintos momentos. Es en el uso de este tercer grupo donde surge el problema, porque el planteamiento clásico considera unidades tratadas anteriormente como controles de las observaciones que reciben el tratamiento después (Callaway y Sant'Anna, 2020). De este modo, si una unidad recibe el tratamiento antes que otra y el efecto del tratamiento cambia con el tiempo, la trayectoria de resultados de esa unidad ya no es comparable con la de una unidad que recibe el tratamiento después y por tanto no se cumpliría el supuesto de tendencias paralelas, la base para la validez de los resultados de DD. Adicionalmente, un problema asociado al uso de DD tradicional para tratamientos en múltiples periodos es la asignación de pesos negativos en algunas unidades tratadas en el cálculo del efecto promedio debido al uso de unidades tratadas en distintos momentos como controles unas para otras (Callaway y Sant'Anna, 2020).

Una forma de abordar este problema en Diferencias en Diferencias con múltiples periodos o Staggered DD, es la que plantean Callaway y Sant'Anna (2020)³. Esta metodología por defecto utiliza como controles a las unidades que nunca reciben el tratamiento y permite incorporar a este grupo las unidades tratadas en periodos posteriores. Así también, en este planteamiento se permite el uso de variables de control para el cumplimiento del supuesto de tendencias paralelas.

² de Chaisemartin y D'Haultfoeuille (2020) y Goodman-Bacon (2021) demuestra el porqué de esta inferencia

³ Planteamientos similares incluyen a los de Goodman-Bacon (2021) y Sun y Abraham (2020)

El planteamiento de Callaway y Sant'Anna (2020) se desarrolla considerando los siguientes supuestos principales:

- Las unidades tratadas permanecen tratadas en los periodos subsecuentes.
- En ausencia del tratamiento, se asume que el efecto promedio para el grupo que recibe tratamiento en el periodo g y para el grupo que nunca recibe el tratamiento habrían seguido tendencias paralelas en los periodos posteriores al inicio del tratamiento.
- En línea con lo anterior, el grupo de control debe contar con un panel de datos lo suficientemente grande. También, el grupo de tratamiento y control deben ser similares para que las comparaciones sean válidas.
- En caso de que las observaciones del supuesto b no satisfagan los supuestos del ítem c, se puede utilizar como grupo de control a las unidades que aún no reciben el tratamiento.

Callaway y Sant'Anna (2020) señalan que su propuesta de estimador de DD se puede calcular mediante tres métodos: Outcome Regression, Inverse Probability Weighting y Doubly Robust, donde la elección del método depende de las preferencias⁴ del investigador.

En ese sentido, considerando que para esta investigación se utiliza como grupo de control las observaciones nunca tratadas (píxeles fuera de la frontera de un ANP y ZA), se incorporan variables de control en las estimaciones y el método doblemente robusto se usa como estimador de DD, el ATT de la forma:

$$ATT_{dr}^{nun}(g, t; \delta) = \mathbb{E} \left[\left(\frac{G_g}{\mathbb{E}[G_g]} - \frac{\frac{p_g(X)C}{1-p_g(X)}}{\mathbb{E} \left[\frac{p_g(X)C}{1-p_g(X)} \right]} \right) (Y_t - Y_{g-\delta-1} - m_{g,t,\delta}^{nuev}(X)) \right]$$

Que se puede expresar como:

$$ATT_{dr}^{nun}(g, t; \delta) = \mathbb{E} \left[(w_g^{tratado} - w_g^{control}) (Y_t - Y_{g-\delta-1} - m_{g,t,\delta}^{nuev}(X; \beta^{g,t})) \right]$$

$$Y_t = Y_t(0) + \sum_{g=2}^T (Y_t(g) - Y_t(0)) * G_g$$

⁴ En esta investigación se opta por una aproximación Doubly Robust ya que ofrece estimadores más robustos que los otros dos métodos derivados de errores en la especificación de la forma funcional del modelo (Callaway & Sant'Anna, 2020).

donde $Y_t(g)$ es el resultado observado para el grupo g en el periodo t bajo el tratamiento y $Y_t(0)$ es el resultado potencial en ausencia del tratamiento para la observación que permanece no tratada en el tiempo t y permanece no tratada en el periodo T

Así, el modelo teórico a estimar siguiendo las especificaciones consideradas es:

$$Y = \alpha_1^{g,t} + \alpha_2^{g,t} * G_g + \alpha_3^{g,t} * 1\{T = t\} + \beta^{g,t} * (G_g * 1\{T = t\}) + \gamma X + \varepsilon^{g,t}$$

Y es el resultado de interés de la observación i en el tiempo $t \in \{1, \dots, T\}$. $\beta^{g,t}$ es el parámetro de interés. G es el periodo de tiempo en el que la observación i empieza a ser parte del tratamiento. Del mismo modo, G representa a qué grupo o cohorte pertenece la observación de acuerdo al tiempo en el que inicia su tratamiento. $G_g=1$ si la observación inicia como parte del grupo de tratamiento en el periodo g . Asimismo, $G_g = \infty$ si la observación no es tratada en ningún periodo. $\varepsilon^{g,t}$ es el término de error y X es un vector de variables de control

Adicionalmente, considerando la heterogeneidad en los efectos del tratamiento, Callaway y Sant'Anna (2020) proponen tres agregaciones considerando la discontinuidad que generan múltiples periodos de tiempo para esta estimación:

- a) Efecto promedio según el tiempo de exposición al tratamiento: Muestra cómo varía el efecto del tratamiento en función del tiempo de exposición de cada unidad al tratamiento.

$$\theta_{es}(e) = \sum_{g \in G} 1\{g + e \leq T\} P(G = g | G + e \leq T) ATT(g, g + e)$$

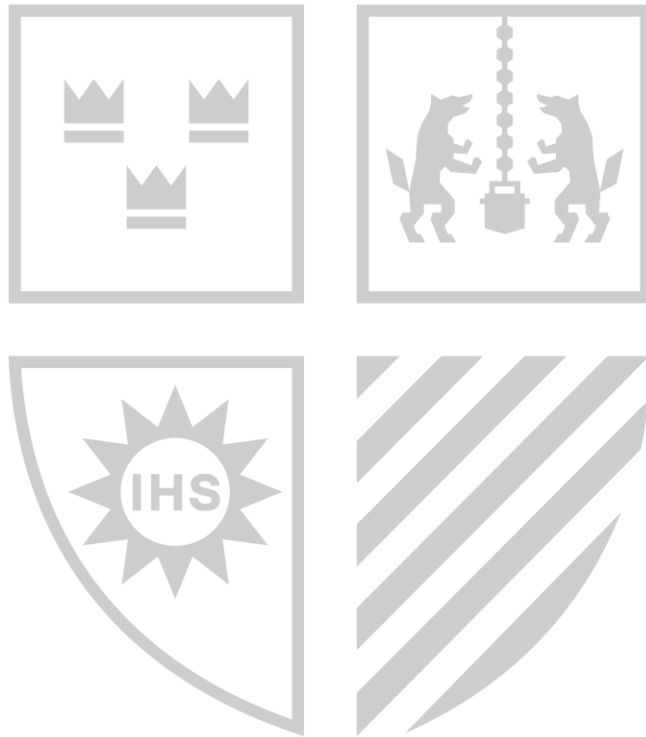
e representa el periodo de exposición al tratamiento de las observaciones y T es el periodo de tiempo de análisis

- b) Efecto promedio según el tiempo específico de adopción del tratamiento: Permite analizar si los grupos que fueron tratados en periodos más tempranos tienen, en promedio, efectos diferentes a los grupos que fueron tratados más tarde. Así, el efecto promedio del tratamiento sobre las unidades del grupo \tilde{g} está dado por:

$$\theta_{set}(\tilde{g}) = \frac{1}{T - \tilde{g} + 1} \sum_{t=\tilde{g}}^T ATT(\tilde{g}, t)$$

- c) Efecto promedio acumulado hasta periodo de tiempo en específico: Muestra cómo los efectos del tratamiento varían según la duración de la exposición. Aquí, el efecto promedio de participar en el tratamiento en el período de tiempo t (entre los grupos que han adoptado el tratamiento para el período t) es dado por:

$$\theta_c(t) = \sum_{g \in \mathcal{G}} 1\{t \geq g\} P(G = g | G \leq t) ATT(g, t)$$



CAPITULO II: METODOLOGÍA

II.1. Estrategia empírica

El análisis de los efectos de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y sus Zonas de Amortiguamiento (ZA) en la deforestación y el bienestar enfrenta desafíos metodológicos dado que su establecimiento no sigue un proceso aleatorio. La comparación simple entre puntos ubicados dentro y fuera de estas zonas puede contener problemas de endogeneidad por variables omitidas.

Siguiendo la metodología de estudios previos en Colombia (Bonilla & Higuera, 2016; Bonilla & Higuera, 2019), Perú (Orihuela & Pérez, 2019), y la Unión Europea (Grupp et al., 2023), esta investigación adopta dos estrategias empíricas para evaluar los efectos de las ANP establecidas antes y después de 2001. En las primeras, se emplea un Diseño de Regresión Discontinua geográfica (RDD), mientras que en las segundas se utiliza el método de Diferencias en Diferencias escalonadas (DD). Esto permite aprovechar la discontinuidad generada por el borde de las fronteras de estas áreas en función de la disponibilidad de información para estimar los efectos sobre en la deforestación y el bienestar.

Para probar la robustez de los resultados del método de Regresión Discontinua, se sigue a Cattaneo et al. (2020) iniciando con un análisis de continuidad mediante la estimación de diferentes especificaciones en el RDD con una aproximación tipo donut. También se aplican pruebas placebo incrementando el tamaño de las bandas de análisis principales. Finalmente se aplican pruebas de falsificación de la discontinuidad que genera la frontera de estas áreas para examinar la consistencia de los estimadores ante fronteras *falsas*. En las estimaciones de Diferencias en Diferencias se inicia probando el supuesto de tendencias paralelas. De manera complementaria, para los hogares se prueba el supuesto de densidad de las observaciones alrededor del punto de discontinuidad para verificar que estos no cambian del grupo de tratamiento al control y viceversa de acuerdo a qué posición les resulte más conveniente.

II.1.1. Definición del tratamiento

La asignación de las unidades de tratamiento y control se realiza considerando tres zonas: dentro del ANP, dentro de la ZA, y fuera de ambas áreas (Orihuela & Pérez, 2019). De esta manera se busca abordar las potenciales diferencias derivadas de los usos permitidos en cada una de ellas. Así, el efecto de las ANP se estima al comparar la primera zona con la segunda, mientras que el efecto de las ZA resulta de comparar la segunda zona con la tercera.

Para evaluar los efectos sobre la deforestación, la unidad de análisis son grillas (celdas) de 1 km², mientras que para el bienestar se emplean los hogares georreferenciados por el INEI a nivel de centros poblados, obtenidos de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH). Una variable de interés es la ubicación de estas dos unidades de observación respecto al área protegida, determinada a partir de las coordenadas geográficas correspondientes al centroide de las grillas y a los centros poblados donde se encuentran los hogares.

Dada la densidad de información que se compila al obtener las grillas como unidad de observación, se considera un primer *pool* de datos ubicados a menos de 50 km de la frontera (Dell, 2010). Así también, con el fin de probar la robustez de los resultados, se utilizan bandas de análisis de 3, 5 y 10 km en torno a las fronteras de las ANP y ZA, que son comunes en la literatura.

En el Anexo 1 se observa la asignación de las grillas al tratamiento y control para evaluar los efectos de las ANP establecidas antes de 2001. Las celdas dentro del ANP (zona roja) son parte del grupo de tratamiento, mientras que las celdas dentro de la ZA de ese ANP (zona verde) constituyen el grupo de control. En el ejemplo del Anexo 1 se excluyen las observaciones ubicadas en Áreas de Conservación Regional (ACR), ANP creadas después de 2001 y sus respectivas ZA, para evitar posibles sesgos. La misma lógica se aplica al análisis de las áreas establecidas después de 2001.

Para evaluar los efectos de las ZA, se sigue el mismo procedimiento. En el Anexo 2 se muestra la asignación al tratamiento y control para la evaluación de impacto al comparar las observaciones dentro de la ZA (área en rojo) con aquellas fuera de la ZA y ANP (área en verde). Nuevamente, se excluyen las observaciones que se solapan con otras áreas protegidas.

En el caso de las ACR, como no tienen ZA, la comparación es directa entre grillas dentro y fuera de estas áreas. Por otro lado, una celda se considera dentro de un ANP o ZA si la frontera de estas intercepta o corta a la grilla (Anexo 1 y Anexo 2). Complementariamente, el análisis de bienestar sigue el mismo sentido en la asignación del tratamiento y control, pero en

este caso las observaciones corresponden a puntos georreferenciados que representan la ubicación de los hogares.

Si las ANP o ZA comparten fronteras, se realiza un procedimiento adicional. Se *disuelve* la frontera compartida y la grilla se asigna como tratamiento del área donde se encuentre más cercana. Cabe recalcar que el análisis incluye las Zonas Reservadas para efectos de comparación en los resultados generales, aunque no se consideran en las estimaciones de efectos específicos por tipo de uso porque aún están en una fase de transición y no cuentan con una categoría definitiva.

II.2. Tratamiento de los datos

El análisis econométrico precisó del uso de diversas fuentes de información. Para construir esta base de datos, se parte del tratamiento de información geográfica, mapas en formato ráster o shape file, con las características y delimitaciones geográficas de interés. De este procesamiento se obtuvieron variables finales como: el área deforestada, variables de control sobre características geográficas (altitud, pendiente, temperatura y precipitación) y otras variables de control sobre la proximidad a la unidad de observación (carreteras, ríos, concesiones mineras, concesiones forestales, lotes petroleros y comunidades nativas).

En el caso de los hogares, la información geográfica se integró con los datos de la ENAHO, específicamente los módulos 1, 3 y 34, que contienen variables como ingresos y gastos además de características del jefe de hogar, relevantes para el análisis de bienestar.

II.2.1. Una mirada sobre la deforestación

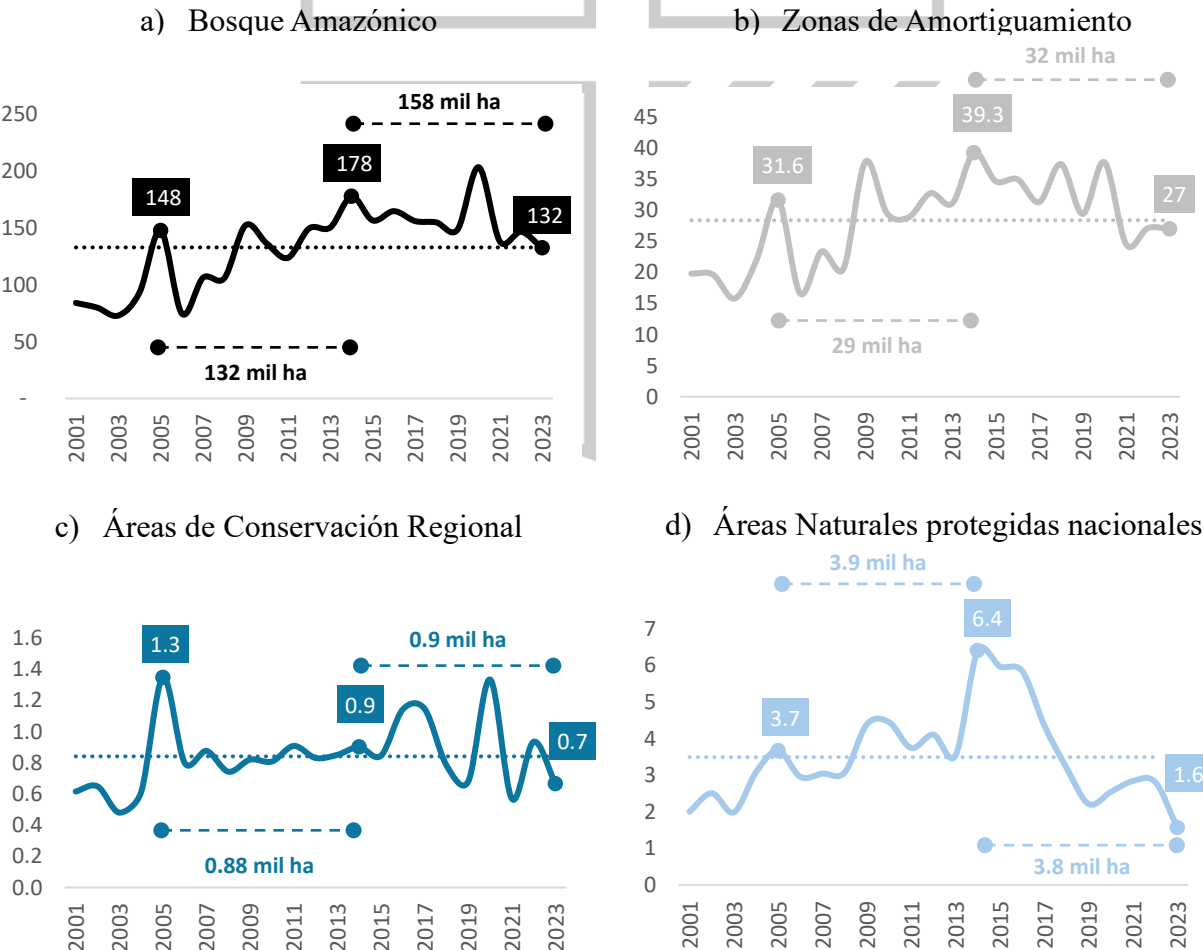
El análisis preliminar de la información sobre deforestación del MINAM muestra que la deforestación en el Bosque Amazónico peruano presenta una evolución dinámica en los últimos 24 años (Anexo 3 y Figura 1 panel a).

Como se observa en la Figura 1, en la última década, existe una tendencia decreciente en la deforestación dentro de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) (panel d), Zonas de Amortiguamiento (ZA) (panel b) y Áreas de Conservación Regional (ACR) (panel c). Sin embargo, en la primera década del siglo XXI, la tendencia fue opuesta: la deforestación aumentó en las ANP de administración nacional y ZA, mientras que en las ACR se observó una disminución. A pesar de esta tendencia decreciente reciente, los promedios de deforestación anual en la última década son superiores a los de la década anterior para el bosque amazónico en general (158 mil ha frente a 132 mil ha), las ZA (32 mil ha frente a 29 mil ha) y las ACR

(0.9 mil ha frente a 0.88 mil ha). No obstante, en las ANP de administración nacional, el promedio anual de deforestación disminuyó ligeramente en comparación con el inicio del siglo (3.8 mil ha frente a 3.9 mil ha) (Figura 1).

Es importante tomar estos datos con cautela, ya que, si bien las tendencias muestran un descenso reciente en la deforestación, los promedios de la última década han aumentado en comparación con la década pasada. De forma particular, en las ANP de administración nacional, la deforestación anual se ha mantenido por debajo de su promedio histórico en los últimos cinco años, con más de 3 mil hectáreas en el periodo 2001-2023. En las ZA, la deforestación anual también se ha mantenido por debajo de su promedio histórico desde 2021, con un promedio de más de 28 mil hectáreas en el periodo 2001-2023. En contraste, la deforestación anual en el bosque amazónico y en las ACR se mantiene por debajo de su promedio histórico recién desde 2023, con más de 132 mil hectáreas y 800 hectáreas, respectivamente, en el periodo de análisis.

Figura 1
Evolución de la deforestación 2001- 2023 (miles de ha)



Fuente: SERNANP, MINAM. Cálculos propios

Durante el periodo 2001-2023, la deforestación se concentró en mayor proporción en las ANP de uso directo (0.78% de su territorio, equivalente a más de 47 mil hectáreas) en comparación con las de uso indirecto (0.33% de su territorio, equivalente a más de 32 mil hectáreas) (Tabla 1). A nivel individual, las ANP con mayor superficie deforestada en términos absolutos son la Reserva Comunal El Sira, la Reserva Nacional Pacaya-Samiria y el Bosque de Protección Alto Mayo, con más de 11 mil, 10 mil y 8 mil hectáreas respectivamente. En términos relativos, destacan el Bosque de Protección Alto Mayo (4.6%), el Bosque de Protección San Matías-San Carlos (4.4%) y la Reserva Comunal Yanesha (3.9%) como las áreas con mayor proporción de superficie deforestada. En el periodo de análisis, aproximadamente el 0.5% de la superficie de las ANP en el bosque amazónico ha sido deforestada. En tanto, la deforestación en las ACR y Zonas Reservadas se ha mantenido en una proporción similar, con 0.62% (más de 19 mil hectáreas) y 0.47% (más de 2 mil hectáreas) respectivamente.

Las Zonas de Amortiguamiento presentan una situación particular, ya que no cuentan con una categoría de protección como las ANP o las ACR; sin embargo, las actividades que se desarrollan en estas áreas deben respetar la conservación de las ANP adyacentes. En estos espacios, la deforestación acumulada alcanza el 5.25% de su superficie, equivalente a más de 652 mil hectáreas.

Considerando que el bosque amazónico peruano tiene una extensión aproximada de 72 millones de hectáreas, y descontando la deforestación registrada dentro de las ANP de administración nacional y regional, se estima que la deforestación ocurrida fuera de estas áreas asciende a cerca de 3 millones de hectáreas, lo que equivale al 4% de la superficie total del bosque amazónico.

Tabla 1

Deforestación acumulada por Área Natural Protegida, Áreas de Conservación Regional, Zona Reservada y Zonas de Amortiguamiento dentro del área de estudio

Categoría	Área Protegida	Año de creación	Área (ha)	Deforestación (ha)	Deforestación %
Bosque de Protección	Alto Mayo	1987	182,000	8,294	4.56%
	de Pui Pui	1985	20,286	150	0.74%
	San Matías-San Carlos	1987	148,063	6,485	4.38%
Reserva Comunal	Airo Pai	2012	247,870	113	0.05%
	Amarakaeri	2002	403,814	1,051	0.26%
	Ashaninka	2003	184,468	1,875	1.02%
	Chayu Naín	2009	23,619	48	0.20%
	El Sira	2001	616,413	11,975	1.94%
	Huimeki	2012	141,234	221	0.16%
	Machiguenga	2003	218,906	1,495	0.68%

Categoría	Área Protegida	Año de creación	Área (ha)	Deforestación (ha)	Deforestación %
Reserva Nacional	Purús	2004	202,593	99	0.05%
	Tuntanain	2007	94,987	118	0.12%
	Yanesha	1988	33,903	1,337	3.94%
	Allpahuayo Mishana	2004	58,070	569	0.98%
	Matsés	2009	420,635	299	0.07%
	Pacaya-Samiria	1972	2,170,248	10,478	0.48%
	Pucacuro	2010	637,832	415	0.06%
	Tambopata	2000	280,235	2,362	0.84%
Total: uso directo ANP adm. nacional			6,085,176	47,386	0.78%
Parque Nacional	Alto Purús	2004	2,514,693	1,399	0.06%
	Bahuaja-Sonene	1996	1,101,656	5,433	0.49%
	Cordillera Azul	2001	1,353,191	7,769	0.57%
	de Tingo María	1965	4,777	45	0.94%
	del Manu	1973	1,687,490	7,019	0.42%
	del Río Abiseo	1983	196,006	2,525	1.29%
	Güepipi-Sekime	2012	203,621	35	0.02%
	Ichigkat Muja	2007	88,243	133	0.15%
	Otishi	2003	305,973	1,340	0.44%
	Sierra del Divisor	2015	1,354,149	3,446	0.25%
Santuario Histórico	Yaguas	2018	871,390	286	0.03%
	Yanachaga-Chemillén	1986	113,732	1,232	1.08%
	Machupicchu	1981	15,778	166	1.05%
Santuario Nacional	Cordillera de Colán	2009	39,238	434	1.10%
	Megantoni	2004	215,869	1,189	0.55%
	Pampa Hermosa	2009	10,551	82	0.77%
	Tabaconas-Namballe	1988	32,274	353	1.09%
Total: uso indirecto			10,108,630	32,884	0.33%
Total: ANP adm. nacional			16,193,806	80,269	0.50%
Áreas de conservación regional			3,111,608	19,343	0.62%
Total: uso directo			9,196,784	66,728	0.73%
Total: ANP			19,305,414	99,612	0.52%
Zonas Reservadas	Río Nieva	2010	36,348	581	1.60%
Zonas Reservadas	Santiago Comaina	1999	398,449	1,656	0.42%
Zonas Reservadas	Sierra del Divisor	2006	62,235	80	0.13%
Total: Zonas Reservadas			497,032	2,317	0.47%
Zonas de amortiguamiento			12,441,392	652,994	5.25%

Fuente: SERNANP, MINAM. Cálculos propios con base en el mapa de Pérdida de cobertura vegetal 2001- 2023 del MINAM

Estos resultados muestran la importancia de aplicar un enfoque metodológico adecuado que considere la heterogeneidad temporal y espacial en la deforestación. Hasta 2001, año a partir del cual se dispone de información detallada sobre la deforestación en el área de estudio, solo se contaba con un total de 13 ANP en la Amazonía peruana. Por lo tanto, una simple comparación de la superficie deforestada dentro y fuera de estas áreas puede resultar

insuficiente, ya que la superficie donde se ubican las ANP más recientes no contaba con protección legal antes de su establecimiento, lo cual permitía actividades que podían afectar su cobertura boscosa. Para estimar con precisión cuánto de la deforestación evitada se debe efectivamente al establecimiento de las áreas protegidas, resulta importante aplicar métodos de evaluación causal que permitan identificar los efectos atribuibles a la intervención de estas estrategias de conservación en el bosque amazónico peruano.

II.3. Análisis de largo plazo: Diseño de Regresión Discontinua

La discontinuidad generada por el establecimiento de un área protegida y su zona de amortiguamiento delimita fronteras dentro de las cuales está regulado el desarrollo de las actividades humanas. Como las ANP protegen los ambientes dentro de su territorio y las ZA retienen o amortiguan los efectos de las actividades desarrolladas en la periferia para que no afecten el balance las áreas protegidas, a cada una se le da un tratamiento diferenciado.

En el Perú, estudios anteriores han empleado métodos cuasi experimentales como el matching (Díaz & Miranda, 2012; Miranda et al., 2016). No obstante, una limitación de este enfoque es que su validez depende del supuesto de independencia condicional en variables observables, lo cual deja margen para sesgos por variables no observadas. Además, estos enfoques suelen enfrentar una disyuntiva entre sesgo y varianza asociada al ancho de banda del análisis (Cunningham, 2021).

El Diseño de Regresión Discontinua (RDD) parte del supuesto de que las diferencias en los resultados o *outcomes* evaluados para las observaciones alrededor del umbral solo se deben al estatus en el tratamiento porque estas son similares en características observables. Por esta razón, estudios como los de Orihuela y Pérez (2019) y Bonilla e Higuera (2016) aplican RDD para evaluar los efectos de áreas protegidas, argumentando que permite una identificación más creíble del efecto causal al comparar unidades muy próximas a la frontera de tratamiento, lo cual a su vez minimiza la posibilidad de sesgo en el efecto estimado.

En esta sección del análisis, la discontinuidad se puede entender en una o dos dimensiones. En una dimensión, la variable que genera la discontinuidad (*running variable*) es la distancia a la frontera del área protegida: las observaciones fuera del ANP o ZA tienen una distancia positiva, mientras que las observaciones dentro tienen una distancia negativa. Para dos dimensiones, la discontinuidad se evalúa utilizando las coordenadas geográficas (latitud y longitud) de las observaciones.

Ya que esta parte del análisis corresponde a los efectos de largo plazo, se evalúan ambos tipos de áreas protegidas cuya fecha de creación sea anterior a 2001.

Efectos en la deforestación

$$H_{ia} = \beta_0 + \beta_1 T_{ANPi} + g(D_{iANP}) + \beta_2 X_i + \varphi_i + \mu_i \dots (1)$$

$$H_{ia} = \beta_0 + \beta_1 T_{ZAi} + g(D_{iZA}) + \beta_2 X_i + \varphi_i + \mu_i \dots (2)$$

La forma de las estimaciones tanto para ANP y ZA se resumen en las ecuaciones (1) y (2), donde H_i es el *outcome* de interés medido en hectáreas deforestadas por km² en la grilla i , cercana al ANP/ZA a . T_{ANPi} y T_{ZAi} son las variables de tratamiento igual a uno si la grilla i se encuentra dentro de un ANP o ZA, cero en otro caso. El estimador β_1 es el impacto causal de la delimitación de un ANP/ ZA sobre la deforestación.

$g(D_{iANP})$ y $g(D_{iZA})$ son polinomios evaluados en una dimensión como la distancia al ANP/ ZA más cercana o en dos dimensiones definidas por la latitud y longitud de la observación i . X_i es un vector de variables de control⁵ para la grilla i . φ_i es un efecto fijo por frontera de ANP/ ZA para controlar por características no observadas específicas a cada ANP/ ZA. μ_i es el error, el cual se clusteriza por grillas de 10 km² (Orihuela & Pérez, 2019; Dell, 2010)

Efectos en el bienestar

$$Y_{iat} = \delta_0 + \delta_1 T_{ZAi} + g(D_{iZA}) + \delta_2 X_i + \varphi_i + \mu_i \dots (4)$$

Debido a que se dispone de pocas observaciones dentro de las ANP para realizar estimaciones robustas, el análisis de bienestar solo se realiza para las ZA en el largo plazo. Así, la variable dependiente (Y_{iat}) se evalúa para para dos *outcomes* por cada hogar i , cercano a la ZA a , para el año t . Estos son:

- *ingreso real*: ingreso del hogar dividido por la línea de pobreza
- *gasto real*: gasto del hogar dividido por la línea de pobreza

La variable de tratamiento T_{ZAi} indica si el hogar i se encuentra dentro o fuera de una ZA. El estimador δ_0 es el efecto local de la delimitación de una ZA. $g(D_{iANP})$ y $g(D_{iZA})$ son

⁵ Se incluyen controles por cercanía a carreteras, ríos, concesiones mineras, centros poblados, comunidades nativas, concesiones forestales; así como también: altitud, pendiente, temperatura, precipitaciones.

polinomios evaluados en una dimensión como distancia a la ZA más cercana o en dos dimensiones definidas por la latitud y longitud del hogar i .

X_i es un vector de variables de control⁶ para el hogar i ; φ_i es un efecto fijo por frontera de ZA. μ_i es el error, clusterizado por grillas de 10 km² (Orihuela & Pérez, 2019; Dell, 2010)

II.4. Análisis de corto plazo: Diferencias en diferencias

El análisis de corto plazo se realiza mediante una estimación de Diferencias en Diferencias Escalonadas (también Staggered Difference-in-Difference o Diferencias en Diferencias con múltiples periodos) dado que el establecimiento de las ANP y ZA es una medida de conservación que se adopta en diferentes tiempos. Así también, con esta técnica se busca explotar la información sobre deforestación disponible anualmente desde 2001 para las áreas protegidas con una fecha de establecimiento posterior, ya que este método compara el grupo de tratamiento y control a través de los cambios antes y después de la intervención.

A diferencia del modelo convencional de Diferencias en Diferencias, el enfoque propuesto por Callaway y Sant'Anna (2020) estima los efectos promedio del tratamiento para cada cohorte de adopción, lo cual evita sesgos derivados del uso incorrecto de unidades ya tratadas como controles. De este modo, diversos estudios destacan que esta metodología mejora la estimación del impacto al adaptarse mejor a diseños con adopción escalonada del tratamiento y efectos heterogéneos (Grupp et al., 2023; Baragwanath et al., 2023; Lohmann & Kontoleon, 2023).

En ese sentido, y ya explicadas las diferencias entre el planteamiento clásico de Diferencias en Diferencias (DD) y Diferencias en Diferencias escalonadas, los efectos sobre la deforestación vienen dados por:

$$Y = \alpha_1^{g,t} + \alpha_2^{g,t} * G_g + \alpha_3^{g,t} * 1\{T = t\} + \beta^{g,t} * (G_g * 1\{T = t\}) + \gamma X + \varepsilon^{g,t}$$

Donde:

Y es el *outcome* de interés medido en hectáreas deforestadas por km² en la grilla i en el tiempo t

tiempo $t \in T$ para $T = [2001 - 2023]$

⁶ Se controla por características socioeconómicas del jefe de hogar como: sexo, edad, nivel educativo, cantidad de miembros en el hogar.

$\beta^{g,t}$ es el parámetro de interés que muestra el impacto causal de la delimitación de un ANP/ ZA creada después de 2001 sobre la deforestación

G es el año en el que la grilla i empieza a ser parte de un ANP/ZA debido a su establecimiento. También representa a qué grupo o cohorte pertenece la grilla i de acuerdo al año en que se establece el ANP/ZA.

$G_g=1$ para las grillas que inician como parte de un ANP/ ZA en el periodo g . Del mismo modo, $G_g = 0$ si la grilla no es parte de un ANP/ZA establecida después de 2001

$\varepsilon^{g,t}$ es el término de error, que se opta por clusterizar por grillas de 10 km² siguiendo el planteamiento de largo plazo.

X es un vector de variables de control

Del mismo modo, el Anexo 4 presenta la matriz de operacionalización de las variables utilizadas en esta investigación. Esta matriz detalla las principales variables de ambos análisis, sus definiciones, unidades de medida y fuentes de información.

II.5. Fuentes de información

Base de datos: Encuesta Nacional de Hogares (ENAH)

Dado que para esta investigación una de las unidades de observación son los hogares, la fuente de información principal es la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH). En ese sentido, se emplean los siguientes módulos:

- Módulo 1: características de la vivienda y el hogar, ya que contiene las coordenadas de los centros poblados como aproximación a la ubicación de cada hogar.
- Módulo 3: educación, para sistematizar las características del jefe de hogar.
- Módulo 34: sumarias, para el cálculo de variables agregadas como ingresos y gastos a nivel de la unidad de observación.

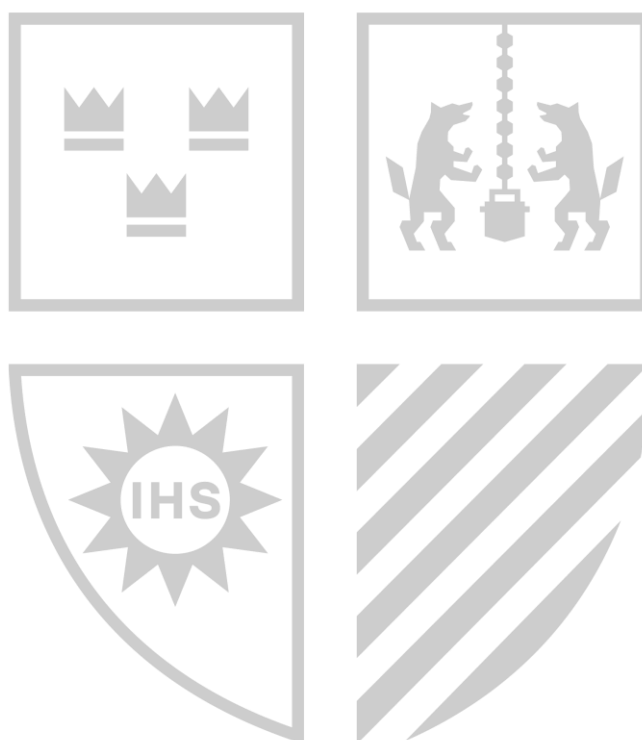
Otras fuentes de información

La información de la superficie deforestada se obtuvo del mapa de pérdida de bosques elaborado por el Ministerio del Ambiente (MINAM) en el marco del Programa Nacional de Conservación de Bosques (Programa Bosques). Estos datos están disponibles para el periodo 2001- 2023 con una resolución de píxeles de 30 m².

Los mapas sobre la extensión de las Áreas Naturales Protegidas, Zonas de Amortiguamiento, carreteras, ríos, concesiones mineras, concesiones forestales, lotes petroleros y comunidades nativas se obtuvieron de diversas instituciones del Estado (Ministerio

de Transportes y Comunicaciones (MTC); Instituto Geográfico Nacional; Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET); Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR); Perupetro; Instituto del Bien Común; Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP)).

Adicionalmente, se utilizaron como controles las características del área de estudio referidas a temperatura y precipitación (WorldClim), altitud (USGS earth explorer) y pendiente (USGS Topographic Slope).



CAPÍTULO III: RESULTADOS

III.1. Largo plazo: Regresión discontinua

En esta sección de la investigación se utiliza un análisis de Regresión Discontinua Geográfica. Se entiende a la discontinuidad que genera el borde de la frontera del área protegida como: dos dimensiones en latitud y longitud, y una dimensión en la distancia a la frontera. En ese sentido, las especificaciones optan por un polinomio lineal en la distancia y un polinomio de tercer grado en latitud y longitud, que la literatura respalda como la variable más precisa en este tipo de análisis al ser una regresión discontinua geográfica (Dell, 2010; Keele y Titiunik, 2015). No obstante, cuando la *running variable* es en una dimensión como la distancia euclidiana a la frontera del área protegida, considerar las bandas de análisis respecto a la frontera resulta relativamente sencillo, no así es cuando la discontinuidad se genera en dos dimensiones como la latitud y longitud (Orihuela & Pérez, 2019). Por ello, los estudios de este tipo que optan por una discontinuidad bidimensional⁷, por lo general presentan sus resultados considerando como especificación principal a la distancia euclidiana. También, se debe considerar que en la especificación de la distancia se recomienda expresar la variable como un polinomio de bajo orden (Gelman e Imbens, 2018). Así, tanto para el análisis sobre la deforestación como para el bienestar, se opta por polinomios de segundo y primer grado en la distancia, con énfasis en la interpretación de estos últimos. Los resultados se presentan para bandas de 1, 5 y 10 km de distancia al límite del área protegida.

⁷ En un diseño de regresión discontinua que utiliza la distancia euclidiana entre las observaciones y la frontera de discontinuidad, se corre el riesgo de tratar a las observaciones en la zona de control como equidistantes de la zona de tratamiento, cuando en realidad no lo son. Por este motivo, es preferible aprovechar la discontinuidad geográfica completa, incorporando la bidimensionalidad de las coordenadas de latitud y longitud para obtener estimaciones más precisas (Keele y Titiunik, 2015; Salazar et al., 2016).

Para probar la validez de la aplicación del método de Regresión Discontinua (RDD), es importante que no existan saltos o discontinuidades bruscas en variables que no deberían ser afectadas por las ANP. De esta manera, las observaciones cercanas y fuera de los límites de estas áreas pueden considerarse como buenos grupos de control (Lee y Lemieux, 2010). Para verificar esta condición, se realizó una prueba de diferencia de medias en las variables de control y en la variable de interés.

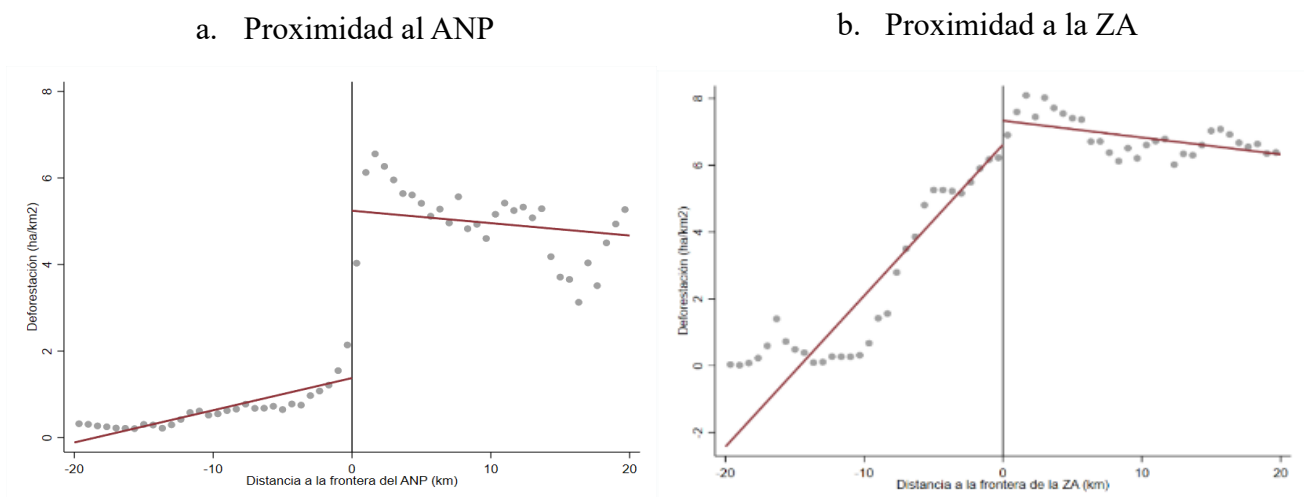
El Anexo 5 muestra la significancia de las diferencias en las medias de las variables de interés según la cercanía a un ANP. Con un ancho de banda de 1 km, no se observan diferencias significativas en la mayoría de los controles. Sin embargo, estas diferencias se vuelven significativas al ampliar el ancho de banda a 5 km. Por otro lado, la deforestación presenta diferencias significativas entre los grupos de tratamiento y control en todas las categorías de ANP, lo cual respalda la pertinencia de continuar con la aplicación de este método.

III.1.1. Efectos sobre la deforestación

En relación con lo anterior, además de probar que las observaciones próximas a la frontera dentro y fuera de las áreas protegidas no tienen diferencias significativas, se debe mostrar que existe un *salto* en la continuidad de la variable de análisis. Una cualidad del Diseño de Regresión Discontinua es que por lo general esta discontinuidad se puede observar de manera gráfica. En esta parte del análisis se observa que la deforestación disminuye drásticamente al cruzar el límite de la zona de amortiguamiento hacia el ANP (Figura 2, panel a). Por otro lado, esa discontinuidad es menos clara para las ZA pese a que la deforestación incrementa drásticamente al pasar de esta área a la periferia sin ningún tipo de protección (Figura 2, panel b).

Figura 2

Efecto de la Proximidad al ANP y ZA en la Deforestación



Impacto de largo plazo de las ANP y ZA sobre la deforestación

La Tabla 2 presenta los resultados para los efectos de largo plazo de las ANP. Tanto el polinomio de tercer grado en latitud y longitud como el polinomio lineal y de segundo grado en la distancia, presentan resultados significativos de reducción de la deforestación dentro de la superficie de las áreas protegidas con una significancia del 1%. Si la discontinuidad se plantea como la distancia a la frontera, dentro de las ANP se presenta una disminución de la deforestación que va de 1.3 a 2.8 ha/km² (panel 3). Por otro lado, al considerar la discontinuidad en dos dimensiones (latitud y longitud), se observa que dentro de las ANP la deforestación se reduce entre 2.1 y 3.3 ha/km² (panel 1). Estos resultados se mantienen robustos incluso cuando no se incluyen controles en las estimaciones.

En cuanto al impacto de las ZA, este se evaluó comparando grillas dentro y fuera de esta superficie que no estén dentro de otra área protegida. En la Tabla 3 se presentan los resultados de estas estimaciones. La discontinuidad en una dimensión como distancia a la frontera muestra que dentro de una ZA la deforestación se reduce entre 1.3 y 1.1 ha/km² (panel 3), mientras que la discontinuidad en latitud – longitud muestra que la deforestación se reduce entre 1.2 y 0.9 ha/km² (panel 1). Análogamente a las ANP, los resultados se mantienen robustos bajo las diferentes especificaciones con y sin controles.

Tabla 2*Impacto de largo plazo de las ANP sobre la deforestación*

Deforestación acumulada en ha/km ² entre 2001- 2023						
	Distancia menor a 1 km a la frontera	Distancia menor a 5 km a la frontera	Distancia menor a 10 km a la frontera	Distancia menor a 1 km a la frontera	Distancia menor a 5 km a la frontera	Distancia menor a 10 km a la frontera
1. Polinomio de tercer grado en latitud y longitud						
ANP	-2.164*** (0.330)	-3.223*** (0.416)	-3.326*** (0.417)	-2.811*** (0.353)	-4.112*** (0.455)	-4.212*** (0.437)
R ²	0.129	0.159	0.156	0.076	0.110	0.112
2. Discontinuidad al cuadrado en la distancia a la frontera						
ANP	-1.622*** (0.401)	-2.619*** (0.432)	-3.116*** (0.495)	-1.935*** (0.410)	-3.274*** (0.469)	-3.865*** (0.537)
R ²	0.100	0.136	0.133	0.045	0.081	0.084
3. Discontinuidad lineal en la distancia a la frontera						
ANP	-1.348*** (0.322)	-2.242*** (0.386)	-2.840*** (0.417)	-1.738*** (0.325)	-2.935*** (0.424)	-3.513*** (0.459)
R ²	0.099	0.134	0.131	0.045	0.080	0.081
Controles	Sí	Sí	Sí	No	No	No
Efectos fijos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Clúster	514	732	892	514	732	892
Observaciones	13,159	36,689	55,643	13,159	36,689	55,643

Nota. La variable dependiente se expresa como la deforestación acumulada por ha/km² en el periodo 2001- 2023. El tratamiento es una variable dummy igual a uno si la grilla se encuentra dentro de un área protegida creada antes de 2001 e igual a cero si se encuentra dentro de su Zona de Amortiguamiento. El primer panel incluye un polinomio de tercer grado en latitud y longitud para el centroide de la grilla dentro de la banda de distancia analizada. El segundo panel incluye un polinomio de segundo grado en la distancia euclidiana desde las grillas hasta el borde del área protegida más cercana. El tercer panel incluye un polinomio lineal en la distancia euclidiana desde las grillas hasta el borde del área protegida más cercana. Se incluyen controles de dos tipos: geográficos (pendiente, temperatura, suelo, lluvia y altura) y de acceso (distancias a: red vial, lote petrolero, concesión forestal, concesión minera, comunidad nativa, río); se incluyen efectos fijos por frontera y los errores son ajustados para el agrupamiento por grillas de 10 km².

Errores estándar robustos entre paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla 3*Impacto de largo plazo de las ZA sobre la deforestación*

Deforestación en ha/km2 acumulada entre 2001- 2023						
	Distancia menor a 1 km a la frontera	Distancia menor a 5 km a la frontera	Distancia menor a 10 km a la frontera	Distancia menor a 1 km a la frontera	Distancia menor a 5 km a la frontera	Distancia menor a 10 km a la frontera
	1. Polinomio de tercer grado en latitud y longitud					
ZA	-1.299*** (0.347)	-1.200*** (0.426)	-0.984** (0.416)	-1.281*** (0.380)	-1.414*** (0.489)	-1.479*** (0.479)
R ²	0.238	0.246	0.245	0.141	0.163	0.152
	2. Discontinuidad al cuadrado en la distancia a la frontera					
ZA	-1.025*** (0.377)	-1.297*** (0.428)	-1.175** (0.522)	-0.842** (0.403)	-1.237*** (0.468)	-1.065* (0.582)
R ²	0.162	0.180	0.191	0.054	0.074	0.082
	3. Discontinuidad lineal en la distancia a la frontera					
ZA	-1.333*** (0.330)	-1.151*** (0.434)	-1.152** (0.524)	-1.114*** (0.347)	-1.030** (0.473)	-0.998* (0.581)
R ²	0.162	0.180	0.188	0.054	0.073	0.078
Controles	Sí	Sí	Sí	No	No	No
Efectos fijos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Clúster	702	885	1064	702	885	1064
Observaciones	14,228	41,444	62,249	14,228	41,444	62,249

Nota. Se incluyen controles de dos tipos: geográficos (pendiente, temperatura, suelo, lluvia y altura) y de acceso (distancias a: red vial, lote petrolero, concesión forestal, concesión minera, comunidad nativa, río); se incluyen efectos fijos por frontera y los errores son ajustados para el agrupamiento por grillas de 10 km².

Errores estándar robustos entre paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Efectos heterogéneos

Impacto sobre la deforestación según categoría de ANP y según categoría de ANP a la que pertenece la ZA

El efecto de la reducción de la superficie deforestada por categoría de ANP no muestra resultados significativos en los Santuarios Nacionales y las Zonas Reservadas (Tabla 4). Sin embargo, en las Reservas Comunales se observa una mayor reducción de la superficie deforestada, con valores que oscilan entre 3.8 y 7.4 ha/km², y en los Bosques de Protección, entre 1.9 y 4.2 ha/km². Por otro lado, los Parques Nacionales presentan una reducción más limitada, de entre 1.3 y 2.5 ha/km², aunque estos resultados son significativos al 1 % en todas las bandas de análisis, al igual que en las Reservas Comunales.

Resulta interesante que el Santuario Histórico presente reducciones significativas en la deforestación para todas las distancias a la frontera analizadas con valores de 1.7 a 2 ha/km². Este resultado es relevante porque la única ANP de este tipo en el bosque amazónico es Machupicchu, la cual además posee una de las superficies más pequeñas en comparación con otras ANP en el análisis. No obstante, es importante señalar que no toda la superficie de este santuario está incluida en el área de análisis, por lo que los resultados están limitados a la porción dentro del área de estudio.

Tabla 4
Impacto sobre la deforestación según categoría de las Áreas Naturales Protegidas

	Santuario Histórico	Bosque de Protección	Parque Nacional	Reserva Comunal	Reserva Nacional	Santuario Nacional	Zona Reservada
1km							
ANP	-1.717** (0.378)	-1.892* (0.998)	-1.275*** (0.472)	-3.835*** (1.202)	-0.836* (0.431)	-0.335 (0.878)	-0.0761 (0.326)
R ²	0.371	0.219	0.187	0.309	0.169	0.295	0.081
Observaciones	117	2,597	4,380	318	3,919	216	1,612
5km							
ANP	-1.579*** (0.434)	-3.098*** (1.114)	-2.118*** (0.635)	-5.681*** (1.124)	-1.527** (0.593)	-0.853 (0.649)	-0.304 (0.323)
R ²	0.281	0.256	0.186	0.411	0.203	0.328	0.121
Observaciones	284	6,320	12,405	812	12,016	490	4,362
10 km							
ANP	-2.028*** (0.611)	-4.211*** (1.145)	-2.496*** (0.710)	-7.450*** (0.833)	-2.216*** (0.655)	-0.772 (0.655)	-0.401 (0.309)
R ²	0.135	0.255	0.182	0.464	0.222	0.395	0.162
Observaciones	489	7,320	19,981	1,067	20,475	499	5,812

Nota. Se incluyen controles de dos tipos: geográficos (pendiente, temperatura, suelo, lluvia y altura) y de acceso (distancias a: red vial, lote petrolero, concesión forestal, concesión minera, comunidad nativa, río); se incluyen efectos fijos por frontera y los errores son ajustados para el agrupamiento por grillas de 10 km².

Errores estándar robustos entre paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

En cuanto a las Zonas de Amortiguamiento solo las Reservas Comunales muestran resultados significativos para todas las bandas de distancia al borde, con una reducción de la deforestación de 8.1 a 6.7 ha/km² (Tabla 5). Así también, los Parques Nacionales presentan reducciones en la deforestación de 2.4 a 1.5 ha/km² en los primeros 5 km de distancia a sus fronteras. En cuanto al resto de categorías, los estimadores no son concluyentes y presentan valores marginalmente bajos.

Tabla 5

Impacto sobre la deforestación según categoría del ANP a la que pertenece la ZA

	Santuario Histórico	Bosque de Protección	Parque Nacional	Reserva Comunal	Reserva Nacional	Santuario Nacional	Zona Reservada
1km							
ZA	-0.00400 (1.352)	-1.444 (0.923)	-2.430*** (0.589)	-8.054*** (2.381)	-0.960** (0.488)	2.280** (0.924)	0.485 (0.558)
R ²	0.183	0.287	0.275	0.191	0.399	0.477	0.195
Observaciones	127	2,734	4,213	338	4,994	179	1,597
5km							
ZA	-1.248* (0.703)	-2.588** (1.104)	-1.535* (0.802)	-9.728*** (3.004)	-0.157 (0.553)	1.536 (1.206)	0.224 (0.429)
R ²	0.183	0.305	0.224	0.175	0.388	0.377	0.153
Observaciones	722	6,406	12,776	650	16,504	457	3,929
10 km							
ZA	-1.340* (0.732)	-3.625** (1.454)	-1.283 (0.824)	-6.663* (3.194)	-0.0331 (0.698)	0.774 (1.096)	0.772* (0.391)
R ²	0.138	0.296	0.200	0.166	0.372	0.213	0.128
Observaciones	1,169	9,551	19,800	747	24,497	816	5,669

Nota. Se incluyen controles de dos tipos: geográficos (pendiente, temperatura, suelo, lluvia y altura) y de acceso (distancias a: red vial, lote petrolero, concesión forestal, concesión minera, comunidad nativa, río); se incluyen efectos fijos por frontera y los errores son ajustados para el agrupamiento por grillas de 10 km².

Errores estándar robustos entre paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Impacto sobre la deforestación según ANP y según ANP a la que pertenece la ZA

Los resultados se presentan en cuatro casos: (1) ANP con reducciones significativas de superficie deforestada junto con su Zona de Amortiguamiento (ZA); (2) ANP con reducciones significativas solo en su ZA y no en la propia ANP; (3) ANP sin reducciones significativas en su ZA ni en el ANP; y (4) ANP con resultados variados en la transición de la ZA a la ANP (Tablas 6 y 7).

El Bosque de Protección Alto Mayo y el Parque Nacional del Manu no presentan reducciones significativas de deforestación en las propias ANP, pero sí dentro de sus ZA donde la reducción de la deforestación oscila entre 3 y 6.3 ha/km² en el primero y entre 1.3 y 1.5 ha/km² en el segundo.

La Reserva Comunal Yanesha es la única ANP con resultados significativos tanto en su interior como en su ZA. A nivel de ANP, registra la segunda mayor reducción de

deforestación (3.8 a 7.5 ha/km²). En su ZA, la reducción es la más alta registrada, entre 8.1 y 6.7 ha/km².

Por otro lado, la Zona Reservada Santiago Comaina, el Santuario Nacional Tabaconas-Namballe y el Parque Nacional Yanachaga-Chemillén casi no presentan efectos significativos dentro de las ANP ni sus zonas de amortiguamiento. Se debe considerar que muchas de estas áreas protegidas se encuentran alejadas de factores que puedan perturbar su cobertura boscosa, por lo que aprovechar alguno de sus recursos resulta en un alto costo de oportunidad y por lo tanto no se tienen incentivos lo suficientemente grandes como para transgredir sus territorios. Ahora bien, esto puede ser resultado de la categoría de protección del área, ya que las de uso indirecto cuentan con una protección legal más estricta. Este aspecto será analizado en mayor detalle en las secciones posteriores y se retoma en el capítulo de discusión.

El Parque Nacional Bahuaja-Sonene, el Bosque de protección San Matías-San Carlos y la Reserva Nacional Tambopata tienen resultados robustos para el control de la deforestación dentro las ANP para todas las bandas de análisis, con una reducción de la deforestación de 2.3 a 6.5 ha/km², 4.5 a 5 ha/km² y 4.2 a 9.2 respectivamente, siendo este último el segundo con mayor reducción de deforestación entre todas las ANP.

En adición, es importante resaltar los resultados del Parque Nacional Tingo María, que logra una reducción máxima en la deforestación de 9.9 ha/km², cercana a la registrada por la Reserva Nacional Tambopata, a pesar de que Tingo María cuenta con la extensión más pequeña (más de 4 mil ha) entre todas las áreas protegidas analizadas en esta sección.

Tabla 6
Impacto sobre la deforestación según ANP

	Alto Mayo	Bahuaja-Sonene	de Pui Pui	de Tingo María	del Manu	del Río Abiseo	Machupicchu	Pacaya-Samiria	San Matías-San Carlos	Santiago Comaina	Tabaconas-Namballe	Tambopata	Yanachaga-Chemillén	Yanesha
1km														
ANP	0.988	-2.291**	0.361	-5.702	-0.212	-0.820**	-1.717**	-0.0734	-4.372**	-0.0761	-0.335	-4.167**	0.415	-3.835***
<i>R</i> ²	(0.755)	(0.984)	(0.264)	(2.547)	(0.278)	(0.391)	(0.378)	(0.287)	(1.944)	(0.326)	(0.878)	(1.549)	(0.867)	(1.202)
Observaciones	1,120	1,093	255	84	1,972	802	117	3,156	1,222	1,612	216	763	429	318
5km														
ANP	-1.001	-4.527***	0.753*	-9.955**	-0.282	-0.854*	-1.579***	-0.0215	-4.647**	-0.304	-0.853	-7.016***	-1.269	-5.681***
<i>R</i> ²	(1.190)	(1.604)	(0.352)	(3.011)	(0.282)	(0.487)	(0.434)	(0.328)	(2.144)	(0.323)	(0.649)	(2.417)	(0.899)	(1.124)
Observaciones	3,144	3,494	494	113	5,638	1,935	284	9,840	2,682	4,362	490	2,176	1,225	812
10km														
ANP	-2.594**	-6.494***	2.123**	-9.933**	-0.479*	1.722	-2.028***	-0.406	-4.958**	-0.401	-0.772	-9.204***	-1.776**	-7.450***
<i>R</i> ²	(1.210)	(1.673)	(0.969)	(2.985)	(0.280)	(1.336)	(0.611)	(0.289)	(2.180)	(0.309)	(0.655)	(2.740)	(0.772)	(0.833)
Observaciones	3,897	5,826	508	114	9,505	3,047	489	16,877	2,915	5,812	499	3,598	1,489	1,067

Nota. Se incluyen controles de dos tipos: geográficos (pendiente, temperatura, suelo, lluvia y altura) y de acceso (distancias a: red vial, lote petrolero, concesión forestal, concesión minera, comunidad nativa, río); se incluyen efectos fijos por frontera y los errores son ajustados para el agrupamiento por grillas de 10 km². Errores estándar robustos entre paréntesis
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla 7
Impacto sobre la deforestación según la ANP a la que pertenece la ZA

	Alto Mayo	Bahuaja-Sonene	de Pui Pui	de Tingo María	del Manu	del Río Abiseo	Machupicchu	Pacaya-Samiria	San Matías-San Carlos	Santiago Comaina	Tabaconas-Namballe	Tambopata	Yanachaga-Chemillén	Yanesha
1km														
ZA	-2.956**	-4.956***	0.243	2.489	-1.336**	-4.521***	-0.00400	-0.252	-0.911	0.485	2.280**	-3.237	-0.0278	-8.054***
<i>R</i> ²	(1.259)	(1.260)	(0.673)	(4.572)	(0.549)	(1.550)	(1.352)	(0.317)	(1.650)	(0.558)	(0.924)	(2.100)	(0.694)	(2.381)
Observaciones	1,394	1,245	355	92	1,597	703	173	4,055	985	1,597	179	939	576	338
5km														
ZA	-4.311**	-0.539	-0.862	1.420	-1.564**	-3.375*	-1.248*	0.750**	-2.577	0.224	1.536	-2.140	0.0824	-9.728***
<i>R</i> ²	(1.652)	(1.620)	(1.095)	(3.169)	(0.740)	(2.020)	(0.703)	(0.363)	(1.553)	(0.429)	(1.206)	(2.043)	(0.736)	(3.004)
Observaciones	3,532	3,637	784	310	4,972	2,571	722	13,721	2,090	3,929	457	2,783	1,286	650
10km														
ZA	-6.301***	-0.449	0.00694	3.648	-1.355**	-0.416	-1.340*	0.671	-5.185***	0.772*	0.774	-0.818	-1.568*	-6.663*
<i>R</i> ²	(2.190)	(1.610)	(1.205)	(4.455)	(0.609)	(1.956)	(0.732)	(0.420)	(1.853)	(0.391)	(1.096)	(2.751)	(0.886)	(3.194)
Observaciones	5,209	5,364	1,359	632	7,318	4,568	1,169	20,396	2,983	5,669	8,16	4,101	1,918	747

Nota. Se incluyen controles de dos tipos: geográficos (pendiente, temperatura, suelo, lluvia y altura) y de acceso (distancias a: red vial, lote petrolero, concesión forestal, concesión minera, comunidad nativa, río); se incluyen efectos fijos por frontera y los errores son ajustados para el agrupamiento por grillas de 10 km². Errores estándar robustos entre paréntesis
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Impacto sobre la deforestación según tipo de uso del ANP y según tipo de uso del ANP a la que pertenece la ZA

En este análisis, es importante distinguir los efectos de las áreas protegidas según su tipo de uso. De acuerdo con la Ley 26834, en las áreas de uso indirecto se prohíbe realizar actividades que modifiquen el ambiente natural, mientras que, en las áreas de uso directo, estas actividades son permitidas de manera controlada, siempre que no comprometan la conservación de estas.

Así, las ANP de uso directo generan una mayor reducción de la deforestación (de 1.4 a 3.6 ha/km²) en comparación con las de uso indirecto (de 1.3 a 2.5 ha/km²) (Tabla 8). Sin embargo, los resultados se invierten a nivel de ZA. Las ZA asociadas a ANP de uso indirecto logran una mayor reducción en la deforestación, con valores entre 2.1 y 1.4 ha/km², mientras que las ZA de ANP de uso directo presentan reducciones de entre 1.6 y 1.5 ha/km².

Tabla 8
Impacto sobre la deforestación según tipo uso del ANP

	ANP		ZA	
	Uso indirecto	Uso directo	Uso indirecto	Uso directo
1km				
Tratamiento	-1.300*** (0.456)	-1.429*** (0.483)	-2.163*** (0.550)	-1.673*** (0.464)
R ²	0.166	0.097	0.269	0.225
Observaciones	4,713	6,834	4,565	8,066
5km				
Tratamiento	-2.175*** (0.604)	-2.771*** (0.589)	-1.455* (0.745)	-1.522** (0.621)
R ²	0.175	0.162	0.214	0.275
Observaciones	13,179	19,148	13,955	23,560
10km				
Tratamiento	-2.508*** (0.673)	-3.683*** (0.628)	-1.241 (0.767)	-1.523** (0.758)
R ²	0.173	0.169	0.191	0.279
Observaciones	20,969	28,862	21,785	34,795

Nota. Se incluyen controles de dos tipos: geográficos (pendiente, temperatura, suelo, lluvia y altura) y de acceso (distancias a: red vial, lote petrolero, concesión forestal, concesión minera, comunidad nativa, río); se incluyen efectos fijos por frontera y los errores son ajustados para el agrupamiento por grillas de 10 km².

Errores estándar robustos entre paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

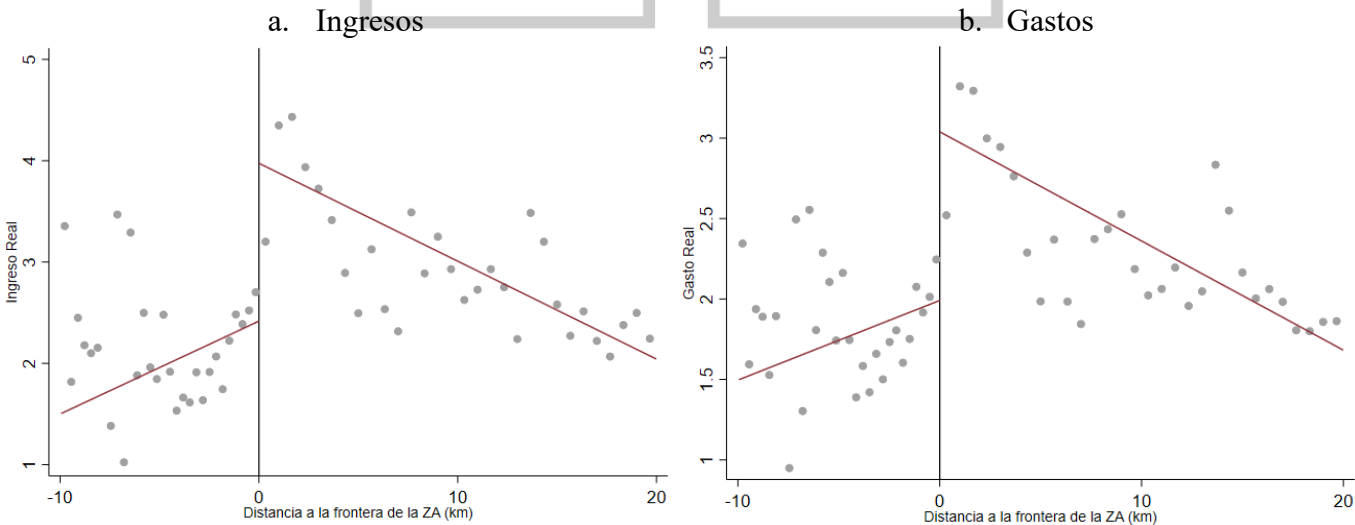
III.1.2. Efectos sobre el bienestar

El análisis de bienestar, al igual que en el estudio de Orihuela y Pérez (2019), se realizó únicamente para las Zonas de Amortiguamiento (ZA), debido a que la información de la ENAHO, al ser muestral, no cuenta con una densidad suficiente de observaciones dentro de las ANP y por tanto los resultados carecerían de representatividad. Antes de continuar, es

importante mencionar que se realizó una prueba de manipulación de la frontera para probar que las observaciones no pueden desplazarse de un lado a otro de esta según su conveniencia. Esta prueba asegura que la distribución de las observaciones en ambos lados, cerca de la frontera, esté equilibrada. Siguiendo a Cattaneo et al. (2019), los resultados no muestran evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula, lo que indica que no existen diferencias significativas en la densidad de las observaciones de control y tratamiento cerca de la frontera de las ZA.

El establecimiento de la frontera de una ZA genera una discontinuidad respecto a su periferia, la cual afecta los ingresos y gastos de los hogares de manera más evidente que la observada en la Figura 2 sobre la deforestación. En promedio, los hogares ubicados dentro de una ZA presentan menores niveles de ingreso (Figura 3, panel a) y gasto (Figura 3, panel b) en comparación con los hogares fuera de la ZA de un área protegida.

Figura 3
Efecto de la proximidad a una ZA en los ingresos y gastos



La Tabla 9 muestra los resultados generales de las estimaciones para las variables de interés, organizadas en tres paneles de análisis. Se consideran como variables de asignación un polinomio de tercer grado en latitud y longitud, y un polinomio de segundo y primer grado en la distancia a la frontera.

Los efectos sobre el ingreso y el gasto, aunque significativos, son marginales en magnitud. Los hogares dentro de una ZA muestran una disminución en los ingresos de entre 0.3 y 0.7 soles mensuales per cápita. En cuanto al gasto, estos hogares también presentan

reducciones de entre 0.1 y 0.4 soles mensuales per cápita en comparación con los hogares ubicados fuera de la ZA.

Tabla 9
Impacto de las ZA sobre los ingresos y gastos

	Ingreso			Gasto		
	Distancia menor a 1 km a la frontera	Distancia menor a 5 km a la frontera	Distancia menor a 10 km a la frontera	Distancia menor a 1 km a la frontera	Distancia menor a 5 km a la frontera	Distancia menor a 10 km a la frontera
1. Polinomio de tercer grado en latitud y longitud						
ZA	-0.086 (0.173)	-0.330** (0.147)	-0.334*** (0.120)	-0.058 (0.097)	-0.157* (0.083)	-0.147** (0.071)
R ²	0.204	0.169	0.156	0.327	0.348	0.345
2. Discontinuidad al cuadrado en la distancia a la frontera						
ZA	0.032 (0.515)	-0.592* (0.331)	-0.580** (0.262)	0.168 (0.222)	-0.388 (0.242)	-0.393** (0.194)
R ²	0.176	0.157	0.143	0.280	0.316	0.312
3. Discontinuidad lineal en la distancia a la frontera						
ZA	0.058 (0.537)	-0.670* (0.363)	-0.638** (0.283)	0.185 (0.232)	-0.432 (0.270)	-0.433** (0.209)
R ²	0.175	0.157	0.143	0.279	0.316	0.312
Efectos fijos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Clúster	100	184	240	100	184	240
Observaciones	4,860	16,881	21,416	4,860	16,881	21,416

Nota. La variable dependiente se expresa como el ingreso/gasto real mensual per cápita. Los valores han sido deflactados a diciembre de 2021. El tratamiento es una variable dummy igual a uno si el hogar se encuentra dentro de una Zona de Amortiguamiento (de un ANP creada antes de 2001) e igual a cero si se encuentra fuera de cualquier otra ANP o ACR. El primer panel incluye un polinomio de tercer grado en latitud y longitud del hogar georreferenciado dentro de la banda de distancia analizada. El segundo panel incluye un polinomio de segundo grado en la distancia euclidiana desde el hogar hasta el borde del área protegida más cercana. El tercer panel incluye un polinomio lineal en la distancia euclidiana desde el hogar hasta el borde del área protegida más cercana. Se incluyen controles de por características del jefe de hogar (sexo, edad, educación y número de miembros en el hogar); se incluyen efectos fijos por frontera y los errores son ajustados para el agrupamiento por grillas de 10 km².

Errores estándar robustos entre paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Por otro lado, al analizar por efectos heterogéneos según el tipo de uso del ANP que rodea la ZA, se observa que, en las zonas adyacentes a áreas de uso indirecto, los hogares presentan menores ingresos y gastos, con reducciones de hasta 1.2 y 0.6 soles mensuales per cápita, respectivamente, en comparación con los hogares fuera de la frontera (Tabla 10). Por otro lado, en las ZA que rodean áreas de uso directo, aunque también se registran reducciones en ingresos y gastos, estas son de menor magnitud, alcanzando 0.7 y 0.5 soles mensuales per cápita, respectivamente.

Tabla 10

Impacto de las Zonas de amortiguamiento sobre los ingresos y gastos por tipo de uso del ANP a la que rodean

	Ingreso		Gasto	
	Uso Indirecto	Uso Directo	Uso Indirecto	Uso Directo
	1. Distancia menor a 1 km a la frontera			
ZA	-1.244*	0.466	-0.609**	0.275
	(0.653)	(0.494)	(0.259)	(0.253)
R ²	0.129	0.241	0.236	0.353
Observaciones	1,901	2,959	1,901	2,959
	2. Distancia menor a 5 km a la frontera			
ZA	-0.633	-0.662**	-0.188	-0.533***
	(0.394)	(0.266)	(0.187)	(0.185)
R ²	0.103	0.186	0.251	0.356
Observaciones	4,563	12,318	4,563	12,318
	3. Distancia menor a 10 km a la frontera			
ZA	-0.441	-0.562***	-0.080	-0.468***
	(0.287)	(0.208)	(0.144)	(0.136)
R ²	0.091	0.178	0.256	0.352
Observaciones	6,209	15,207	6,209	15,207

Nota. La variable dependiente se expresa como el ingreso/gasto real mensual per cápita. Los valores han sido deflactados a diciembre de 2021. El tratamiento es una variable dummy igual a uno si el hogar se encuentra dentro de una Zona de Amortiguamiento (de un ANP creada antes de 2001) e igual a cero si se encuentra fuera de cualquier otra ANP o ACR. El primer panel incluye un polinomio de tercer grado en latitud y longitud del hogar georreferenciado dentro de la banda de distancia analizada. El segundo panel incluye un polinomio de segundo grado en la distancia euclidiana desde el hogar hasta el borde del área protegida más cercana. El tercer panel incluye un polinomio lineal en la distancia euclidiana desde el hogar hasta el borde del área protegida más cercana. Se incluyen controles de por características del jefe de hogar (sexo, edad, educación y número de miembros en el hogar); se incluyen efectos fijos por frontera y los errores son ajustados para el agrupamiento por grillas de 10 km².

Errores estándar robustos entre paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

III.1.3. Pruebas de robustez

Siguiendo a Cattaneo et al (2020) se aplican tres pruebas de robustez tanto para los efectos sobre la deforestación como sobre el bienestar.

Primero se realiza un análisis de continuidad mediante una aproximación tipo donut. Para estas estimaciones se excluyen las observaciones ubicadas a menos de 2.5 km de la frontera de manera incremental cada 0.5 km, en las tres especificaciones evaluadas, y se consideran una banda de análisis de 5 km dentro y fuera del ANP y ZA. Esto permite evaluar la sensibilidad de los estimadores a las observaciones más próximas a la frontera para conocer si estas unidades pueden manipular su posición para entrar en el grupo de tratamiento (Cattaneo et al., 2020). Además, esta aproximación permite evaluar si las estimaciones presentadas se ven afectadas por la selección del grupo de tratamiento y de control ya que se considera como parte del grupo del tratamiento a una grilla si la frontera del ANP o ZA corta a esta.

Los resultados muestran que los efectos sobre la deforestación se mantienen consistentes con las especificaciones principales, tanto en los modelos con polinomio de tercer grado en latitud y longitud, como en aquellos con polinomios lineales y de segundo grado en la

distancia a la frontera (Tabla 11). La reducción en la deforestación se mantiene robusta para todas las observaciones dentro de un ANP en todas las bandas de análisis. En el caso de las ZA, los resultados también son consistentes sobre la reducción de la deforestación en estas áreas, aunque no significativos y de menor magnitud.

Como se mostró anteriormente, las observaciones cerca de las fronteras de las ZA muestran coeficientes pequeños pero significativos en los efectos sobre el ingreso y gasto respecto a su ubicación. Sin embargo, al realizar esta prueba de falsificación y no considerar las observaciones más próximas a la frontera, los resultados se mantienen con el signo esperado y se vuelven significativos (Tabla 12). Esto puede ocurrir por diversas causas, por ejemplo, por la heterogeneidad en el tratamiento, considerando que el estimador es el efecto del tratamiento sobre los tratados, las observaciones dentro de las ZA más alejadas de su frontera se encuentran también más cerca de un ANP por lo que el efecto en la disminución de los ingresos y gastos pueden verse influidos por ese factor y mostrar un efecto más consistente y significativo conforme se analiza una banda de mayor distancia a la frontera.

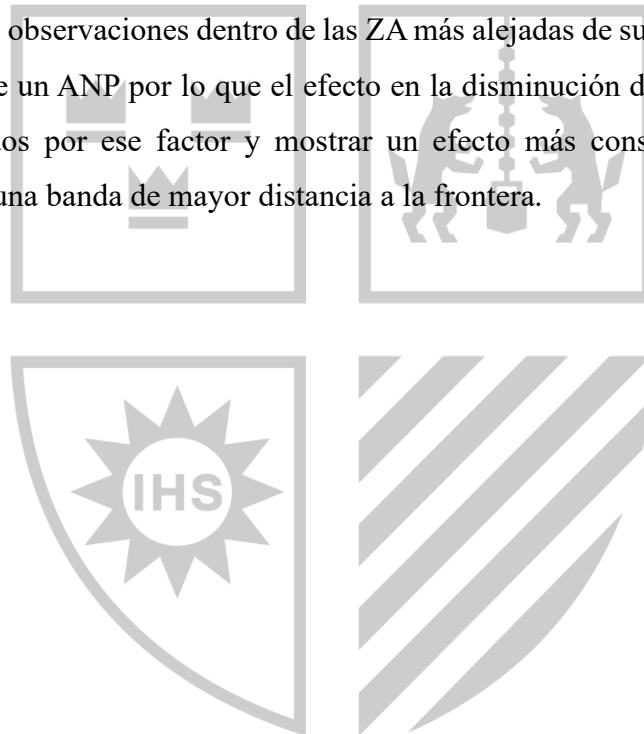


Tabla 11*Análisis de continuidad en la deforestación mediante una aproximación donut*

Donut- hole radio km	Distancia a la frontera	ANP			ZA			
		Tratamiento	R2	Observaciones	Tratamiento	R2	Observaciones	
Polinomio de tercer grado en latitud y longitud								
0.5	5 km	-3.850*** -0.468	0.181	27,272	-0.935* -0.498	0.258	31,924	
1		-3.995*** -0.496	0.19	23,530	-0.925* -0.532	0.264	27,216	
1.5		-4.080*** -0.523	0.193	20,013	-0.846 -0.569	0.268	22,883	
2		-4.038*** -0.537	0.197	16,712	-0.77 -0.596	0.271	18,869	
2.5		-3.979*** -0.52	0.202	13,589	-0.637 -0.631	0.275	15,155	
Discontinuidad al cuadrado en la distancia a la frontera								
0.5		5 km	-4.006*** -0.64	0.155	27,272	-1.009 -0.646	0.192	31,924
1			-4.525*** -0.77	0.162	23,530	-1.243 -0.784	0.199	27,216
1.5			-5.053*** -0.926	0.165	20,013	-1.514 -0.944	0.203	22,883
2			-4.708*** -1.102	0.168	16,712	-1.677 -1.163	0.205	18,869
2.5	-4.754*** -1.201		0.17	13,589	-2.123 -1.37	0.207	15,155	
Discontinuidad lineal en la distancia a la frontera								
0.5	5 km		-3.869*** -0.609	0.154	27,272	-0.9 -0.645	0.192	31,924
1			-4.400*** -0.732	0.161	23,530	-1.16 -0.783	0.199	27,216
1.5			-4.889*** -0.871	0.164	20,013	-1.434 -0.946	0.203	22,883
2			-4.591*** -1.039	0.168	16,712	-1.65 -1.167	0.205	18,869
2.5		-4.629*** -1.119	0.17	13,589	-2.122 -1.37	0.207	15,155	

Nota. Se incluyen controles de dos tipos: geográficos (pendiente, temperatura, suelo, lluvia y altura) y de acceso (distancias a: red vial, lote petrolero, concesión forestal, concesión minera, comunidad nativa, río); se incluyen efectos fijos por frontera y los errores son ajustados para el agrupamiento por grillas de 10 km². Errores estándar robustos entre paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla 12

Análisis de continuidad en los ingresos y gastos mediante una aproximación donut

Donut- hole radio km	Distancia a la frontera	Ingresos			Gastos		
		Tratamiento	R2	Observaciones	Tratamiento	R2	Observaciones
Polinomio de tercer grado en latitud y longitud							
0.5	5 km	-0.327**	0.164	14,688	-0.152*	0.352	14,688
		-0.154			-0.085		
1		-0.470***	0.161	12,107	-0.224**	0.36	12,107
		-0.151			-0.086		
1.5		-0.521***	0.148	9,455	-0.311***	0.351	9,455
		-0.147			-0.09		
2		-0.693***	0.174	7,690	-0.394***	0.332	7,690
		-0.14			-0.097		
2.5		-0.590***	0.181	5,685	-0.372***	0.333	5,685
		-0.154			-0.122		
Discontinuidad al cuadrado en la distancia a la frontera							
0.5	5 km	-0.934**	0.155	14,688	-0.690**	0.324	14,688
		-0.417			-0.29		
1		-1.522***	0.155	12,107	-1.030***	0.338	12,107
		-0.486			-0.36		
1.5		-1.421***	0.144	9,455	-0.935***	0.332	9,455
		-0.444			-0.292		
2		-1.443***	0.168	7,690	-0.975***	0.312	7,690
		-0.414			-0.321		
2.5		-0.997	0.173	5,685	-0.646	0.31	5,685
		-0.69			-0.552		
Discontinuidad lineal en la distancia a la frontera							
0.5	5 km	-1.098**	0.155	14,688	-0.769**	0.324	14,688
		-0.467			-0.333		
1		-1.782***	0.155	12,107	-1.178***	0.337	12,107
		-0.575			-0.426		
1.5		-1.741***	0.143	9,455	-1.104***	0.331	9,455
		-0.539			-0.349		
2		-1.780***	0.167	7,690	-1.214***	0.31	7,690
		-0.486			-0.366		
2.5		-1.661*	0.172	5,685	-1.125*	0.307	5,685
		-0.937			-0.611		

Nota. Se incluyen controles de por características del jefe de hogar (sexo, edad, educación y número de miembros en el hogar); se incluyen efectos fijos por frontera y los errores son ajustados para el agrupamiento por grillas de 10 km².

Errores estándar robustos entre paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Adicionalmente, se aplicaron pruebas placebo para bandas de análisis de 1 a 20 km alrededor de la frontera. En concordancia con lo anterior, la deforestación dentro de un ANP (panel a, Figura 4) se reduce de manera incremental, lo mismo que en las ZA (panel b, Figura 4) donde la deforestación reducida se mantiene constante, ambas muestran efectos significativos. Así también se encontraron los mismos resultados en el análisis de bienestar para los ingresos (panel a, Figura 5) y gastos (panel b, Figura 5).

Figura 4

Coefficientes calculados con variaciones en los anchos de banda para la deforestación en las fronteras de las ANP y ZA

a. ANP

b. ZA

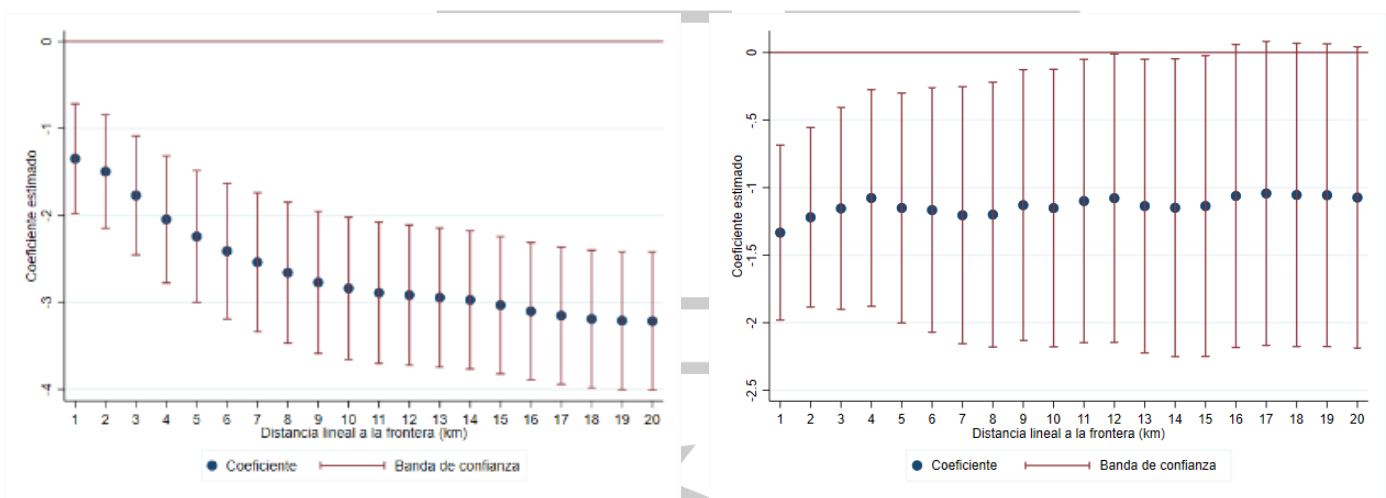
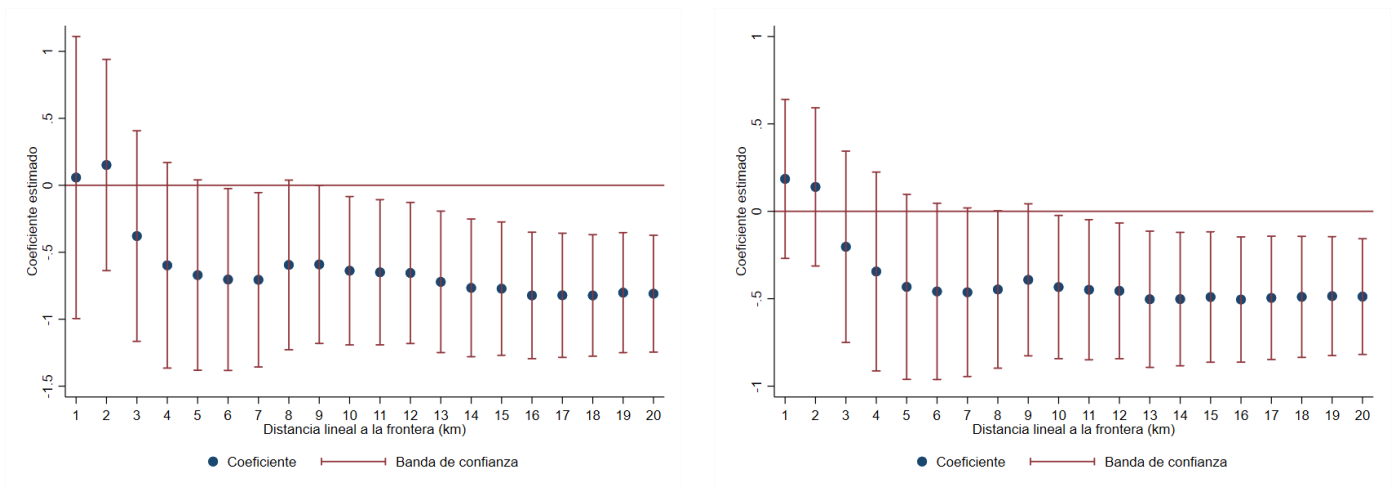


Figura 5

Coefficientes calculados con variaciones en los anchos de banda para los ingresos y gastos

a. Ingresos

b. Gastos



También se realizó una prueba de falsificación para evaluar la discontinuidad generada por las fronteras de las áreas analizadas. Para ello, se examinó la consistencia de los estimadores estableciendo fronteras *falsas* por encima y por debajo de la discontinuidad real en la distancia 0 respecto a la frontera del área protegida.

Los resultados muestran que estas fronteras ficticias no generan efectos significativos en el control de la deforestación para las ANP (panel a, Figura 6) y presentan efectos difusos en el caso de las ZA (panel b, Figura 6). Asimismo, estas fronteras imaginarias no afectan significativamente los efectos sobre los ingresos (panel a, Figura 7) ni sobre los gastos (panel b, Figura 7) de los hogares en una ZA.

Figura 6

Coefficientes calculados para la deforestación con falsificación en la frontera de las ANP y ZA

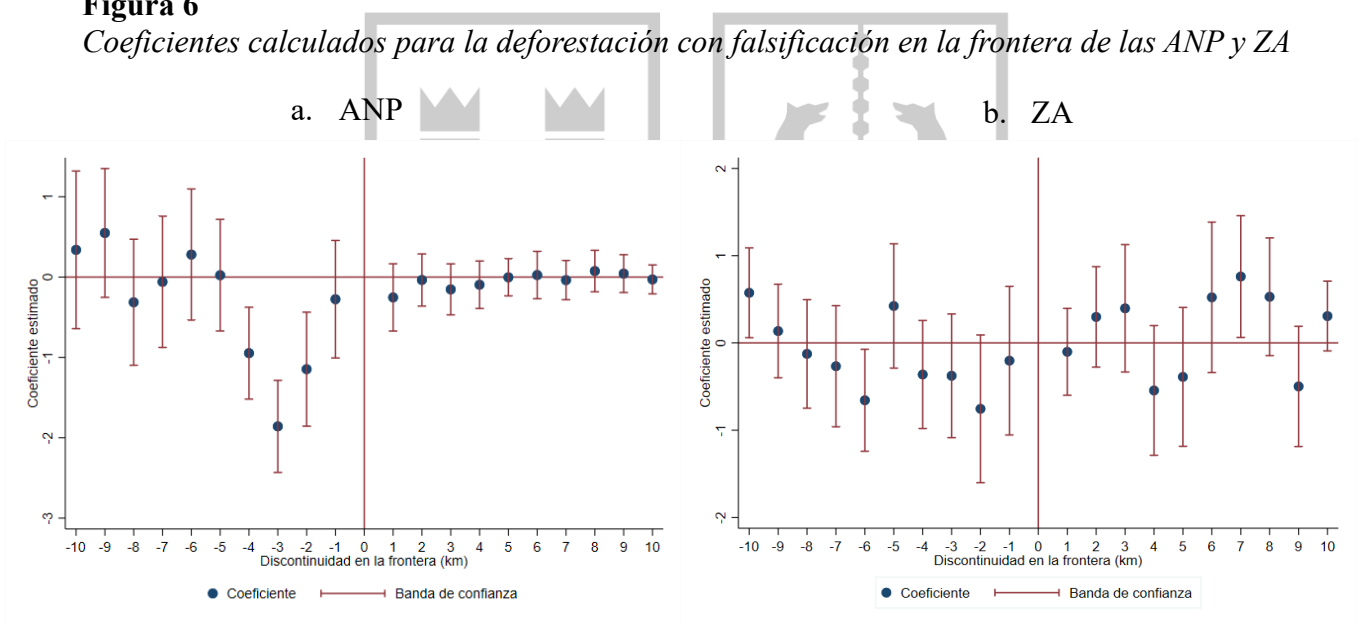
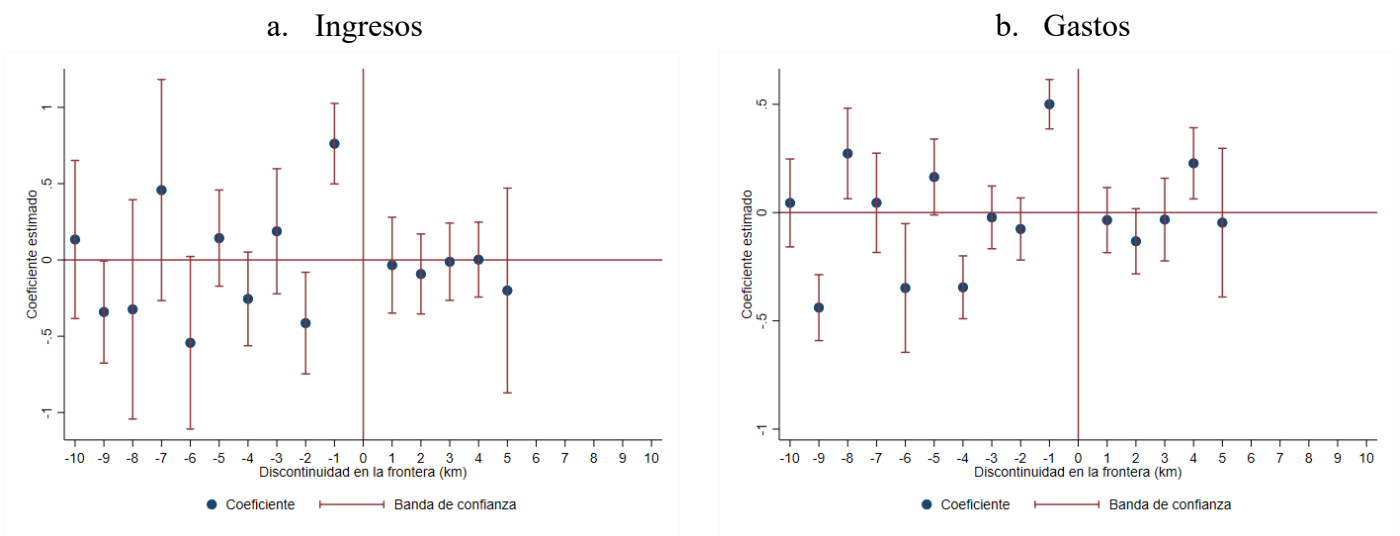


Figura 7

Coefficientes calculados para los ingresos y gastos con falsificación en la frontera de las ZA



III.2. Corto plazo: Diferencias en Diferencias Escalonadas

Para el análisis de corto plazo, se seleccionaron únicamente aquellas ANP y ZA que contaban con suficiente información en el panel de datos, tanto en los años previos como posteriores a su estimación. Para garantizar la robustez de las estimaciones, se priorizó el análisis de ANP, ZA y ACR con al menos cinco años de observaciones antes y después de su establecimiento, por lo que el análisis contempla solo aquellas establecidas entre 2006 y 2018⁸.

Por otro lado, a diferencia del análisis de largo plazo, en el cual se incluyó la Zona Reservada Santiago Comaina, para el análisis de corto plazo se excluyeron las Zonas Reservadas Sierra del Divisor y Río Nieva, ya que estas no cuentan con una Zona de Amortiguamiento que permita una comparación adecuada entre los grupos de tratamiento y control, tal como se especificó previamente. El mismo criterio se aplicó al Parque Nacional Güeppí-Sekime.

La metodología propuesta por Callaway y Sant'Anna (2020) sobre diferencias en diferencias escalonadas, se adecúa a los requerimientos de esta sección de la investigación por las razones mencionadas previamente en relación a la disponibilidad de información y a que el establecimiento de las ANP y ZA se produce en múltiples periodos de tiempo. A continuación, se presentan tres tipos de resultados agregados que permiten interpretar el efecto promedio de corto plazo que el establecimiento de ANP, ZA y ACR tiene sobre la deforestación. Los estimadores se calcularon con un estimador de diferencias en diferencias doblemente robusto⁹, el error estándar se calcula mediante el procedimiento de bootstrap con multiplicadores (genera múltiples réplicas de la muestra original aplicando pesos aleatorios a las observaciones). La asignación de tratamiento y control sigue la misma lógica que en el análisis de largo plazo: los píxeles dentro de un ANP o ZA conforman el grupo de tratamiento, mientras que los píxeles fuera de estas zonas (nunca tratados) forman el grupo de control. Para evitar sesgos, se

⁸ Este umbral busca asegurar una ventana temporal suficiente para observar la evolución de las tendencias previas al tratamiento, condición básica para validar el supuesto de tendencias paralelas en modelos de diferencias en diferencias. No obstante, este criterio implica un trade-off entre la solidez del contraste empírico y la reducción en el número de unidades tratadas disponibles, a medida que se acorta el periodo de observación.

⁹ Se controla por cercanía a carreteras, ríos, concesiones mineras, centros poblados, comunidades nativas y concesiones forestales, además de variables con características del terreno (altitud, pendiente, temperatura y precipitaciones).

excluyeron los píxeles ubicados dentro de un área protegida establecida antes de 2001. De este modo, el análisis se realizó para un total de 11 ANP y 9 ACR.

III.2.1. Impacto sobre la deforestación de las ANP y ZA

La Figura 8 muestra el efecto promedio del tratamiento sobre la deforestación para tres agregaciones temporales. A la izquierda se presentan los resultados para las ANP y a la derecha para las ZA, organizados en tres paneles:

- El panel *a* muestra el efecto promedio del tratamiento según el tiempo que la observación es parte de un ANP o ZA. En el eje *X* se representa el número de años de exposición desde el establecimiento del ANP. Tomando como referencia que dentro del análisis el ANP más antigua se estableció en 2007 (son 15 años hacia *adelante*) y el área más nueva se estableció en 2018 (son 17 años hacia *atrás*).
- El panel *b* presenta el efecto promedio acumulado del establecimiento de estas áreas sobre la deforestación hasta un año específico dentro del periodo de análisis (2001-2023). Se mide el impacto total en un momento determinado, incorporando todas las unidades que han sido tratadas hasta ese punto en el tiempo
- El panel *c* distingue el efecto promedio del establecimiento de ANP y ZA por grupo o cohorte en función del año de su creación. Esto permite analizar si el impacto del establecimiento de estas áreas varía dependiendo del contexto en el que fueron implementadas

Los coeficientes correspondientes a cada una de estas estimaciones pueden consultarse en los Anexos 6 y 7.

En el panel *a* se observa que la deforestación dentro de un ANP no varía de manera significativa después de su establecimiento, con efectos acumulativos que se intensifican con el tiempo. Las ZA muestran un comportamiento más estable con reducciones sostenidas en la deforestación que alcanza su máximo en los años 8 y 9, con un incremento no significativo a partir del año 14.

El panel *b* muestra que las ANP creadas entre 2007- 2018 no logran reducir significativamente la deforestación a lo largo del periodo de análisis. Por el contrario, en las ZA, los estimadores son significativos en determinados años y se tiene una reducción acumulada máxima de 0.119 ha/km² para 2016 y una reducción promedio de 0.033 ha/km².

Por otro lado, el panel *c* muestra tampoco muestra efectos significativos en el control de la deforestación por el establecimiento de un ANP. En las ZA, el efecto es variado ya que, si bien los coeficientes son del signo esperado, no todos son significativos. Sin embargo, el efecto más robusto es para las ZA de las ANP establecidas en 2012 con una reducción acumulada de la deforestación en 0.111 ha/km².

La estimación de estos resultados cumple con el supuesto principal de tendencias paralelas. Esto permite inferir que, en el corto plazo, ni las ANP ni las ZA presentan reducciones significativas en la deforestación dentro de sus territorios.

Adicionalmente, se realizaron estimaciones diferenciadas según el tipo de uso del ANP. En ambos casos, los efectos estimados sobre la deforestación, aunque marginalmente negativos, no son significativos en ninguna de las tres agregaciones temporales analizadas (Anexo 9). No obstante, el supuesto de tendencias paralelas solo se cumple en las áreas de uso directo, lo que permite interpretar sus estimaciones con mayor confiabilidad.

También se evaluaron las ZA en función del tipo de uso del ANP que rodean (Anexo 10). Aunque los efectos fueron negativos, con el signo esperado, estos no fueron significativos en ninguna de las agregaciones temporales. En este caso, el supuesto de tendencias paralelas se cumple tanto en las ZA asociadas a ANP de uso directo como en aquellas vinculadas a ANP de uso indirecto.

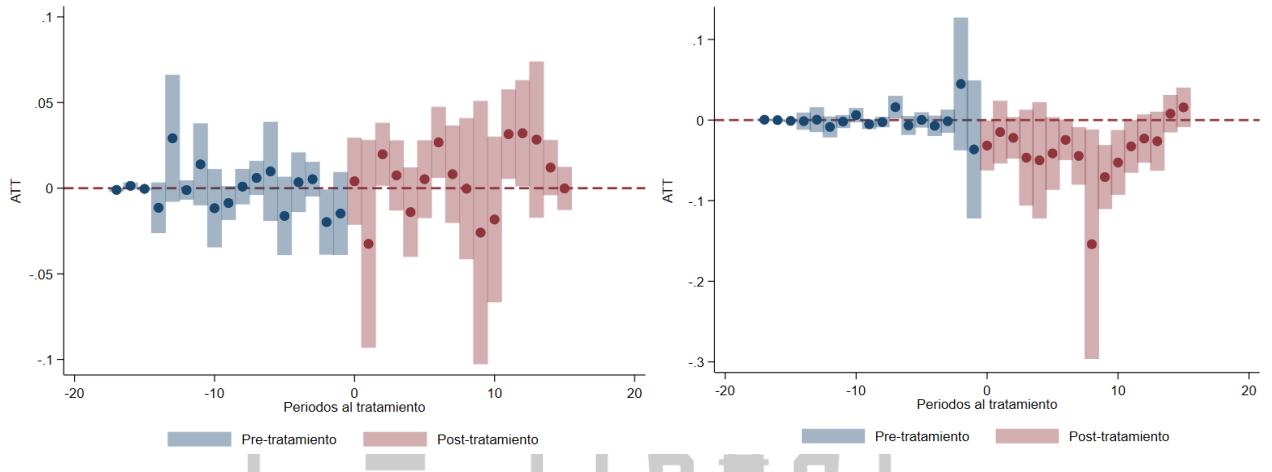
Figura 8

Efecto de corto plazo del establecimiento de ANP y ZA sobre la deforestación para tres agregaciones temporales

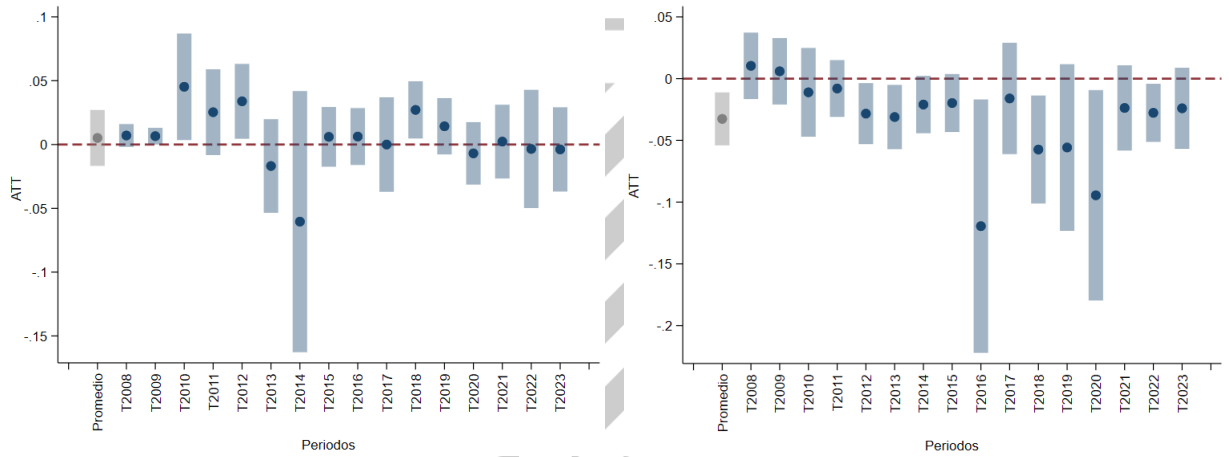
Áreas Naturales Protegidas

Zonas de Amortiguamiento

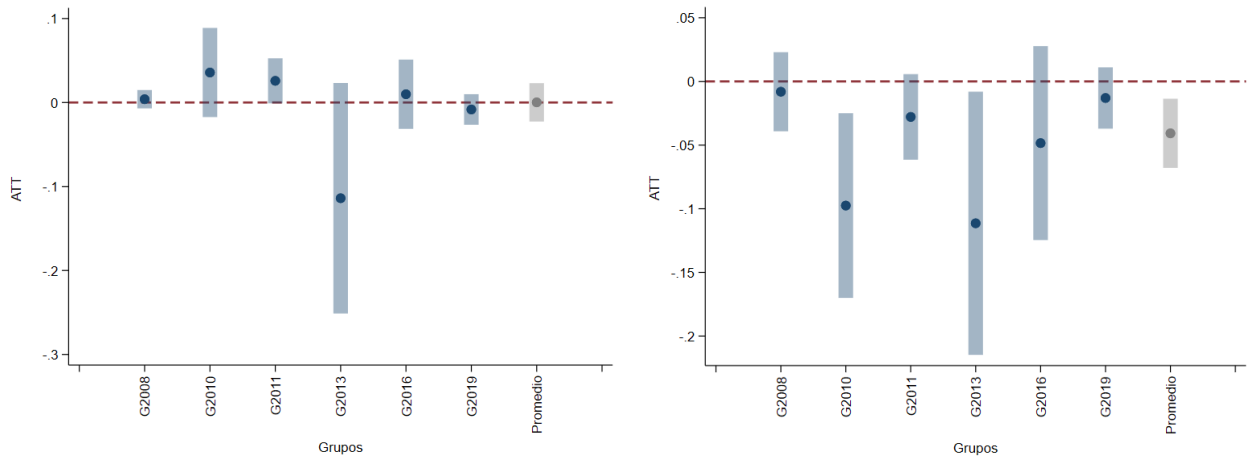
a. Efecto promedio del tratamiento según el tiempo de exposición al tratamiento



b. Efecto promedio acumulado de la política hasta un momento específico



c. Efecto promedio del tratamiento entre grupos tratados en diferentes momentos



III.2.2. Impacto sobre la deforestación de las ACR

Por otro lado, también se calculó de manera exploratoria los efectos de corto plazo de las Áreas de Conservación Regional (ACR). La asignación de observaciones al tratamiento y control siguió el mismo criterio aplicado en el análisis de las ANP y ZA: los píxeles dentro de un ACR conforman el grupo de tratamiento, mientras que los ubicados fuera constituyen el grupo de control. Además, se excluyeron los píxeles dentro de otras categorías de áreas protegidas para evitar sesgos en las estimaciones.

Los resultados se presentan con el mismo formato utilizado para las ANP y ZA. Estos coeficientes se pueden consultar en el Anexo 8.

En este caso, los efectos sobre la deforestación, aunque negativos y estables, no son estadísticamente significativos y son considerablemente menores en comparación con los estimados para las ANP y ZA (Figura 9). Así también, el análisis confirma el cumplimiento del supuesto de tendencias paralelas, lo que permite concluir que las ACR no muestran una reducción significativa de la deforestación en el corto plazo.

III.2.3. Pruebas de robustez

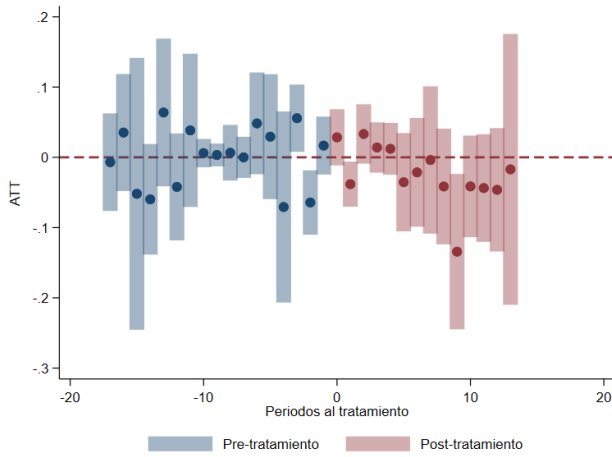
La validez de los resultados de corto plazo se evalúa inicialmente mediante una prueba de falsificación en las bandas de análisis. Siguiendo el mismo criterio utilizado en el análisis de largo plazo, los estimadores no deberían mostrar diferencias significativas al ampliar la banda de análisis. Como se observa en el Anexo 11, al incrementar la banda de 5 a 10 km, los estimadores en las tres agregaciones temporales para las ANP, ZA y ACR permanecen estables, sin cambios significativos, y el supuesto de tendencias paralelas continúa cumpliéndose.

Adicionalmente, se realiza un análisis de continuidad mediante una aproximación tipo donut. Para estas estimaciones, se excluyen las observaciones ubicadas en un rango de ± 0.5 y ± 1 km respecto a la frontera, considerando una banda de análisis de 5 km dentro y fuera de las ANP, ZA y ACR. Los resultados, presentados en el Anexo 12, confirman lo previamente establecido: ni las ANP, ZA ni ACR muestran efectos significativos en la reducción de la deforestación en el corto plazo. Asimismo, estas estimaciones cumplen con el supuesto de tendencias paralelas.

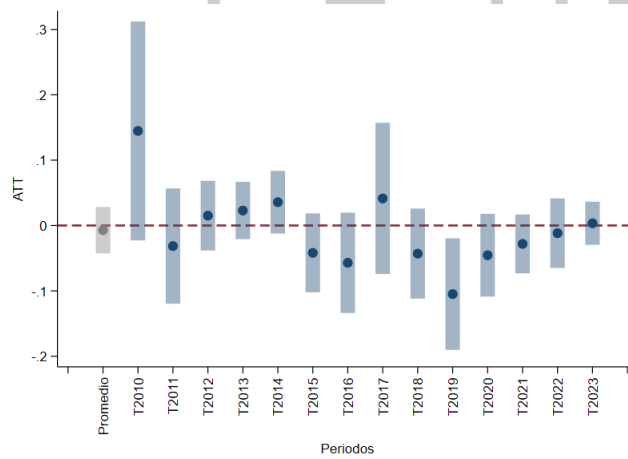
Figura 9

Efecto de corto plazo del establecimiento de las ACR sobre la deforestación para tres agregaciones temporales

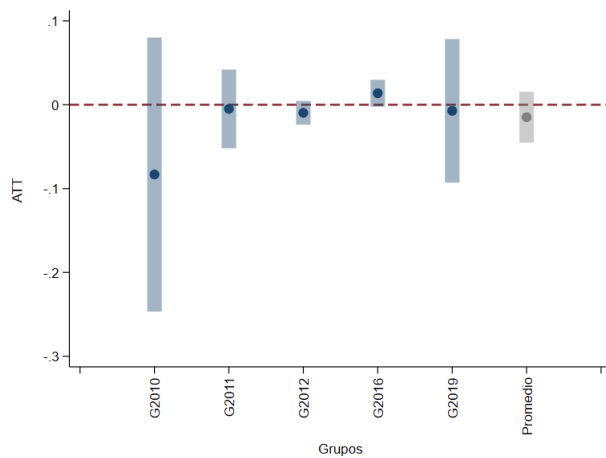
a. Efecto promedio del tratamiento según el tiempo de exposición al tratamiento



b. Efecto promedio acumulado de la política hasta un momento específico



c. Efecto promedio del tratamiento entre grupos tratados en diferentes momentos



CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN

Antes de discutir los resultados, conviene recordar que esta investigación partió de la hipótesis de que, en el largo plazo, las Áreas Naturales Protegidas (ANP) reducen significativamente la deforestación, mientras que las Zonas de Amortiguamiento (ZA) cumplen su rol de contener la presión externa. Asimismo, se anticipó que estos efectos no serían visibles en el corto plazo, tanto las ANP como las ZA y las Áreas de Conservación Regional (ACR), lo que permitiría confirmar que los impactos no son inmediatos y que este tipo de políticas de conservación requieren tiempo para consolidarse. Del mismo modo, se planteó que vivir dentro de una ZA podría estar asociado a menores ingresos y gastos en los hogares, debido a las restricciones en el uso de recursos.

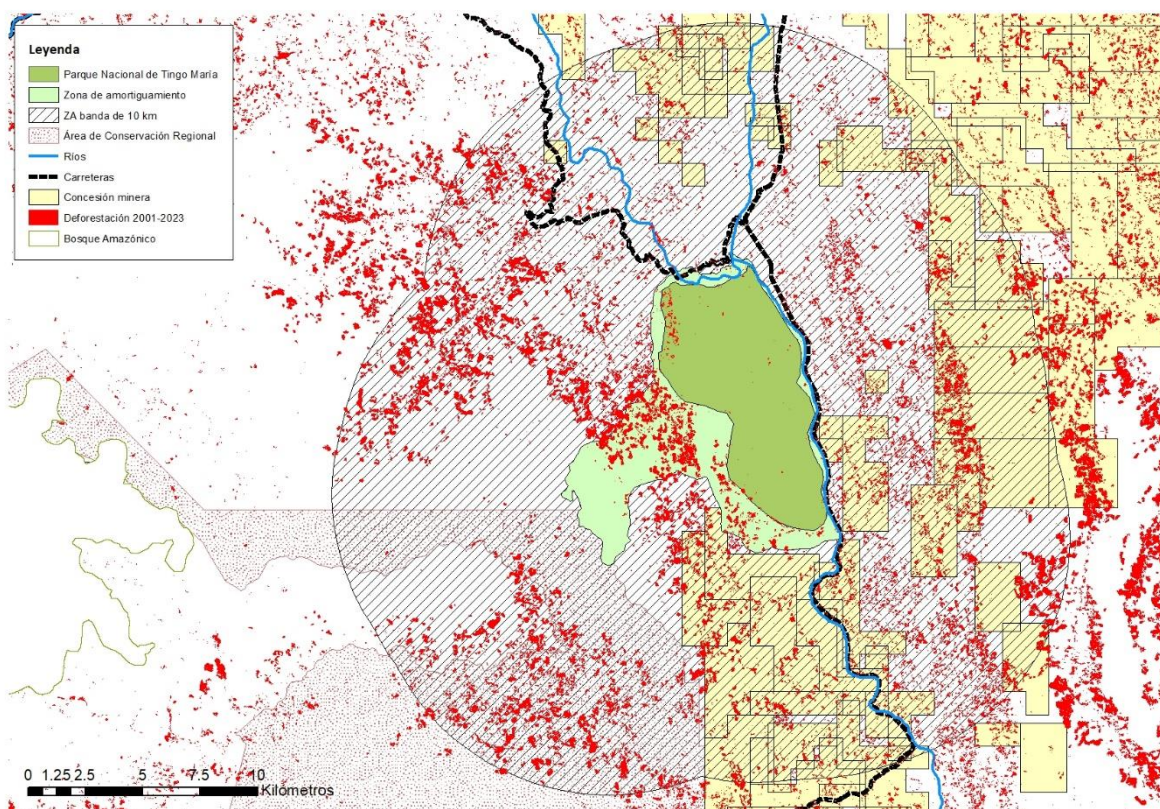
Los resultados sobre los efectos en la deforestación se alinean con lo señalado por Doujeanni (2015) al encontrar que en el periodo 2001- 2023 la deforestación en las ANP representa el 0.5% de su superficie mientras que en las zonas de amortiguamiento es 5.25% (Tabla 1). Esto sugiere que, en las áreas periféricas más próximas a las ANP, la deforestación es aproximadamente diez veces mayor que dentro de las áreas protegidas, lo podría indicar un posible efecto desplazamiento o fuga de actividades deforestadoras desde las ANP hacia las ZA (Lui & Coomes, 2015; Llopis et al., 2019; Ford et al., 2020).

Aunque las diferencias metodológicas y de tratamiento de datos limitan la posibilidad de realizar una comparación directa con otros estudios en Perú, los hallazgos en torno al efecto de las ANP y ZA en la deforestación coinciden, en términos generales, con lo reportado por Orihuela y Pérez (2019), Díaz y Miranda (2012) y Miranda et al. (2016). Las ANP muestran una reducción robusta de la deforestación dentro de sus territorios en las tres especificaciones evaluadas. No obstante, a diferencia de Orihuela y Pérez (2019), este estudio encuentra una disminución significativa de la deforestación en las ZA bajo todas las especificaciones,

posiblemente debido a que el horizonte de análisis se extiende hasta 2023, mientras que el estudio mencionado llega solo hasta 2016.

En el análisis de efectos heterogéneos, se observaron algunos casos destacados por sus impactos particulares en la reducción de la deforestación. Por ejemplo, el Parque Nacional de Tingo María, aunque es el ANP más pequeña en el análisis de largo plazo, logra una reducción de deforestación similar al de la Reserva Nacional Tambopata, con más de 9 ha/km². Esto se alinea con lo señalado por Wolf et al. (2021), quienes argumentan que las áreas más pequeñas pueden ser muy efectivas en la conservación. De este modo, como se observa en la Figura 10, pese a que el ANP es parte de la categoría de protección más estricta (uso indirecto), tiene dentro del área de análisis e incluso dentro de su ZA la presencia de concesiones mineras. Sin embargo, los puntos de deforestación quedan retenidos dentro de la ZA afectando mínimamente al ANP.

Figura 10
Deforestación en el área de análisis del Parque Nacional de Tingo María (2001- 2023)



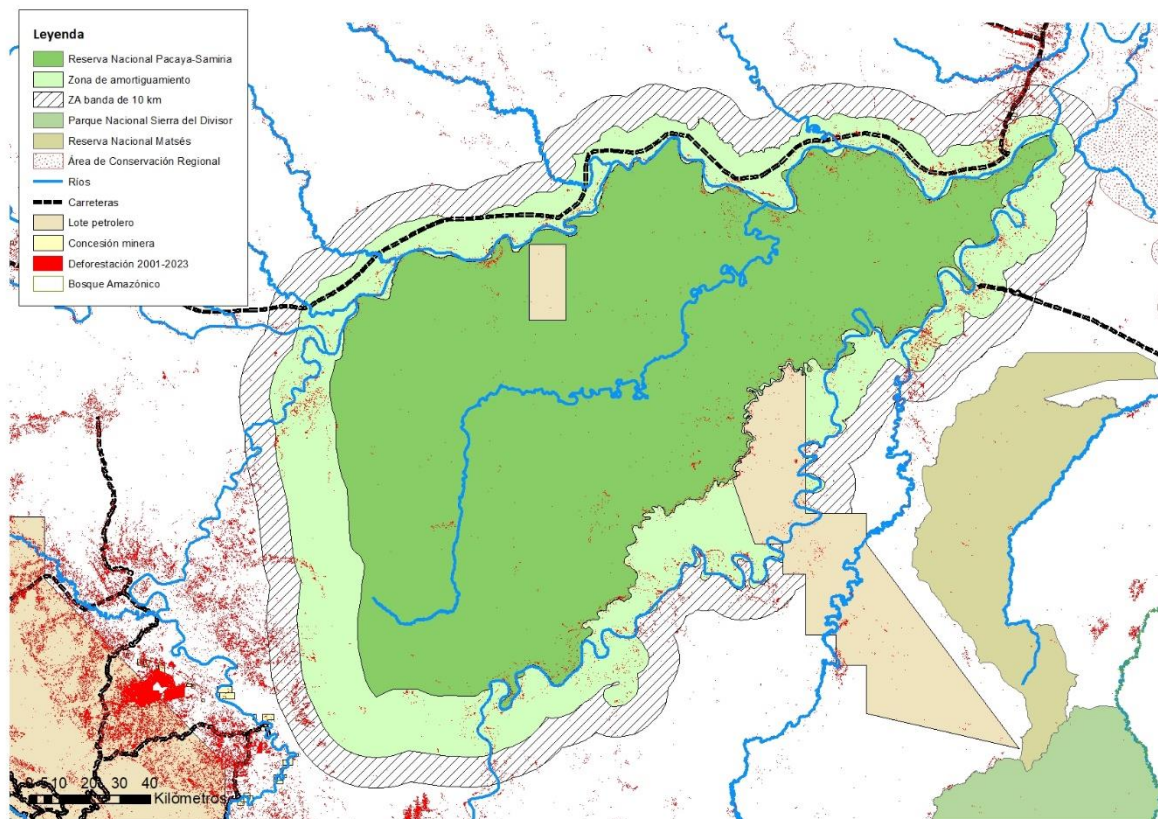
Fuente: INGEMMET, SERNANP, MINAM, Instituto Del Bien Común, MTC, Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

Otro resultado importante de destacar es el de la Reserva Nacional Pacaya Samiria, donde se encuentran efectos pequeños y no significativos en la reducción de la deforestación, con rangos de 0.07 a 0.4 ha/km², en contraste con los resultados de Orihuela y Pérez (2019),

que reportan reducciones cuantitativamente mayores. Pacaya Samiria enfrenta bajas presiones de deforestación en su zona de influencia (Figura 11), aunque alberga concesiones petroleras tanto dentro de su territorio como en su ZA, lo cual podría explicar algunos *hotspots* de deforestación al suroeste del ANP.

Figura 11

Deforestación en el área de análisis de la Reserva Nacional Pacaya Samiria (2001- 2023)



Fuente: INGEMMET, SERNANP, MINAM, Instituto Del Bien Común, MTC, Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

También resulta llamativo el estudio de caso de la Reserva Nacional Tambopata y el Parque Nacional Bahuaja- Sonene. En esta investigación se encuentra que ambas ANP reducen la deforestación dentro de sus territorios de manera consistente entre 4.1 y 9.2 ha/km² para la primera y entre 2.2 y 6.9 ha/km² para la segunda, similar a lo encontrado por Orihuela y Pérez (2019). Sin embargo, ninguna de estas presenta reducciones significativas en la deforestación dentro de sus ZA.

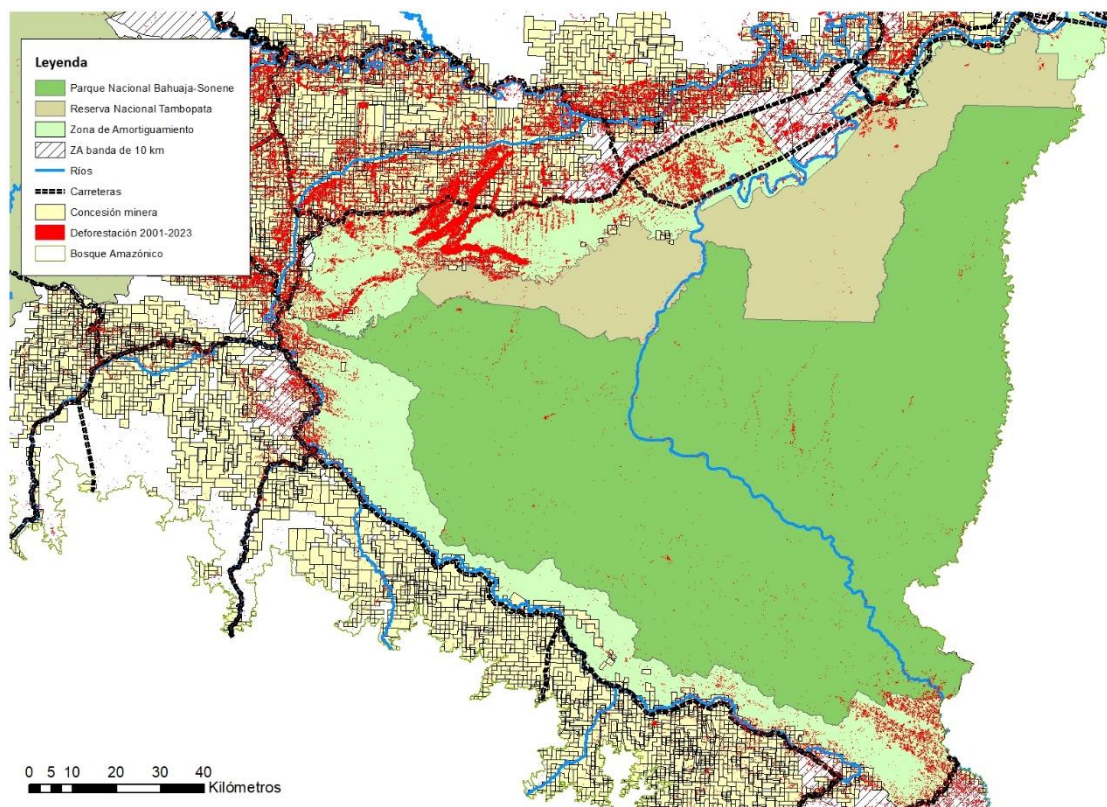
Ahora bien, en el borde de la ZA de Tambopata la deforestación es intensa tanto dentro como fuera de esta siguiendo la ruta de la carretera Interoceánica y en zonas con concesiones mineras. De este modo, los resultados de la contención de deforestación en ambos lados de la frontera de la ZA son no significativos porque esta no presenta cambios en ambos lados de la frontera. Sin embargo, esta deforestación se contiene en la ZA y por tanto logra evitar que la

mayor parte de la deforestación ingrese al ANP (Figura 12). Esto respalda lo encontrado por otros estudios acerca que las áreas protegidas pueden controlar de manera limitada las presiones sobre la pérdida de cobertura boscosa causada por obras de infraestructura (Andrade-Núñez & Aide, 2020; Sánchez-Cuervo et al., 2020; Aguirre et al., 2021). La Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (2016) reporta el ingreso de mineros ilegales a la Reserva Nacional Tambopata, cuyas operaciones dejan un rastro de deforestación asociado al uso de mercurio. En esa misma línea, USAID (2021) advierte que al tres de las ANP incluidas en el análisis de largo plazo (Parque Nacional Bahuaja Sonene, Parque Nacional Tingo María, Zona Reservada Santiago Comaina) presentan presencia de minería ilegal en sus zonas de amortiguamiento.

En contraposición, la ZA de Bahuaja- Sonene enfrenta menores amenazas de deforestación en gran parte de su frontera, por lo que la ausencia de significancia en el control de la deforestación podría deberse a la baja presión sobre la cobertura vegetal en esta área. Sin embargo, al igual que la ZA de Tambopata, esta cumple con su función de proteger el ANP de los daños por deforestación (Figura 12).

Figura 12

Deforestación en el área de análisis de la Reserva Nacional Tambopata y el Parque Nacional Bahuaja- Sonene (2001- 2023)

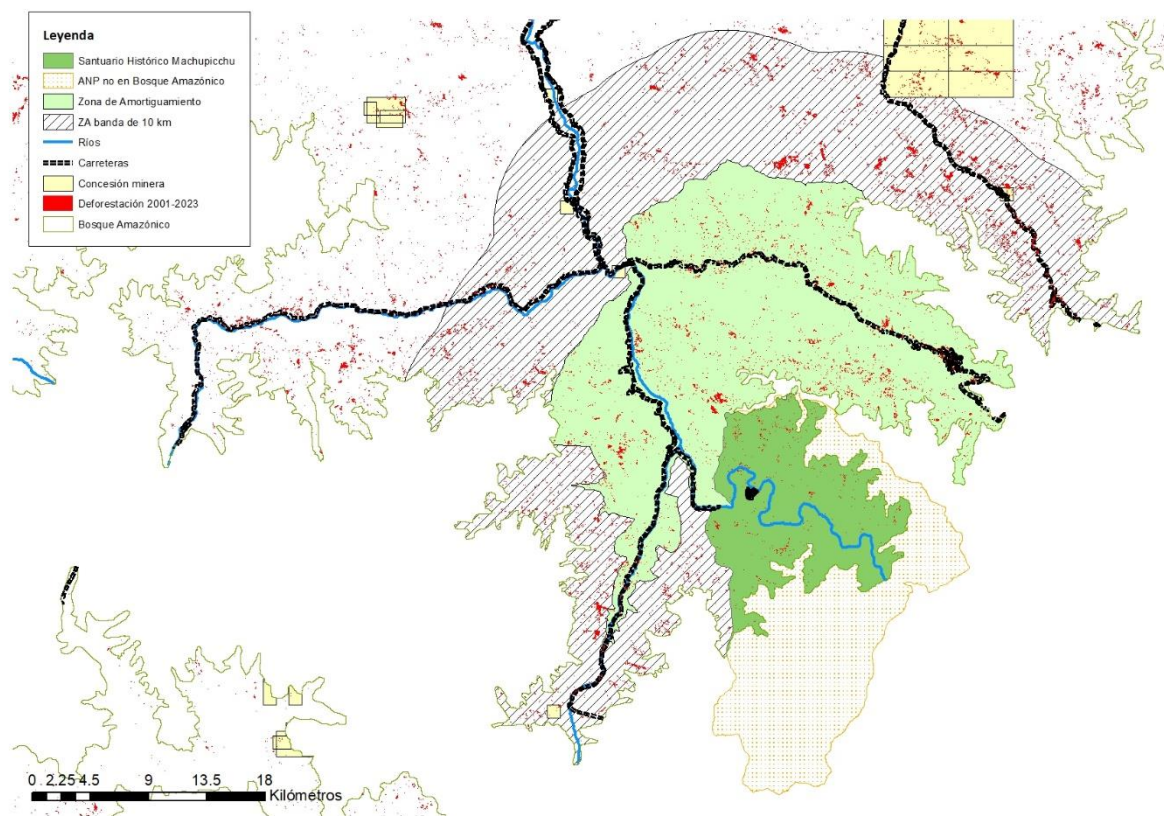


Fuente: INGEMMET, SERNANP, MINAM, Instituto Del Bien Común, MTC, Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

El Santuario Histórico de Machu Picchu, cuyo análisis se limita al territorio dentro del Bosque Amazónico, presenta un control de deforestación entre 1.7 y 2 ha/km². Por otro lado, la deforestación en su ZA es dispersa con un promedio de 1.2 ha/km². Aunque no enfrenta una presión significativa de deforestación, se identifican puntos de pérdida de cobertura vegetal dentro del ANP, lo que subraya la necesidad de reforzar el monitoreo para evitar la degradación del Santuario (Figura 13).

Figura 13

Deforestación en el área de análisis del Santuario Histórico de Machu Picchu. (2001- 2023)



Fuente: INGEMMET, SERNANP, MINAM, Instituto Del Bien Común, MTC, Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

Adicionalmente, Dourojeanni (2023) sugiere que las estimaciones sobre deforestación evitada deben diferenciar entre las categorías de uso de las ANP. En ese sentido, se encontró que las áreas de uso directo generan una mayor reducción de la deforestación que las de uso indirecto (Tabla 8). No obstante, las ZA que rodean ANP de uso indirecto muestran una mayor reducción en la deforestación que aquellas que rodean ANP de uso directo. En ese sentido, la experiencia internacional muestra resultados diversos y se destaca que factores como el entorno económico y el tipo de gobernanza de los territorios influyen en el desempeño de las áreas protegidas (Shah et al., 2021).

Un caso destacable es el de la Reserva Comunal Yanesha donde la reducción de la deforestación es significativa tanto dentro del ANP como de la ZA. Al respecto, la evidencia señala que los territorios gestionados por comunidades pueden lograr resultados positivos en conservación, destacando la importancia de integrar las necesidades comunitarias dentro de las estrategias de manejo de estas áreas a nivel institucional (Porter-Bolland et al., 2011; Schleicher et al., 2017; Amin et al., 2018).

Como señala Dourojeanni (2015), el control de la deforestación puede ser un buen indicador de la conservación de los ecosistemas, aunque un ANP sin efectos significativos en el control de la deforestación no necesariamente implica que no cumple su objetivo de conservación. A veces, la inaccesibilidad a algunas de estas áreas reduce la presión sobre la cobertura vegetal, resultando en una deforestación mínima (Jusys, 2018). Además, ciertas actividades extractivas dentro de las ANP pueden afectar el ecosistema sin dejar un rastro de deforestación, como la contaminación de cuerpos de agua, la caza excesiva de especies, etc. (Dourojeanni, 2018). Por ello, también resulta importante evaluar el caso particular de cada área protegida en términos de los servicios ecosistémicos que proveen, ya que la evaluación de su efectividad claro está, es multidimensional (Yang et al., 2019; Xiaoyao et al., 2023).

Los efectos sobre los ingresos y gastos de los hogares en las ZA, aunque significativos, son marginales en magnitud y aunque en esta investigación se presentan coeficientes menores, estos se mantienen en línea con los resultados obtenidos por Orihuela y Pérez (2019). Además, al diferenciar por el tipo de uso de las ANP que rodean las ZA, se observa que los hogares próximos a las áreas de uso indirecto muestran ingresos y gastos menores, un resultado que se esperaba debido a las restricciones en las actividades permitidas en estas áreas de protección estricta. Aun así, es necesario un análisis focalizado en estas poblaciones para corroborar que no se ven afectadas las condiciones que necesitan para garantizar su bienestar como el acceso a servicios básicos de agua, salud, educación, etc.

En este contexto, para mejorar la gobernanza de los territorios, resulta importante integrar a las comunidades locales en la gestión de las áreas protegidas, ya que sus derechos de uso sobre los recursos suelen verse afectados. Un caso ilustrativo es el de las comunidades vecinas a la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, porque las poblaciones ubicadas fuera del área protegida enfrentan restricciones para acceder a los recursos ubicados dentro de la reserva, mientras las autoridades no abordan adecuadamente esta externalidad (Cardozo, 2021).

Adicionalmente, se deben considerar las presiones derivadas de crisis políticas, que pueden intensificar la extracción de recursos y, en consecuencia, afectar los territorios de las comunidades (Neugarten et al., 2024). De ello se desprende que las propuestas de gestión para estos espacios deben evaluarse en el contexto particular de cada caso, ya que un manejo adecuado de los recursos bajo gestión comunitaria puede favorecer la conservación de los territorios (Bray et al., 2008; Ellis & Porter-Bolland, 2008; Nelson & Chomitz, 2009).

Por otro lado, el análisis de corto plazo no encontró efectos significativos de las ANP, ZA y ACR sobre la deforestación. Sin embargo, al desagregar por cohortes según el año de establecimiento, se identificó una reducción significativa de 0.098 ha/km² en la deforestación hasta 2023 en las ZA de las ANP creadas en 2009. Este grupo incluye el Santuario Nacional Pampa Hermosa, la Reserva Nacional Matsés, el Santuario Nacional Cordillera de Colán y la Reserva Comunal Chayu Naín.

La Figura 14 muestra que estas áreas se encuentran rodeadas por concesiones mineras y lotes petroleros, y que la deforestación reciente se concentra principalmente dentro de concesiones mineras, mientras que en las zonas de amortiguamiento predominan parches de deforestación antiguos, previos a la creación de las ANP. Aunque dentro de estas áreas protegidas se observan focos dispersos de deforestación, su baja intensidad sugiere un efecto positivo de la protección. No obstante, la alta concentración de deforestación reciente en comunidades nativas cercanas podría indicar un desplazamiento de la presión hacia estos territorios. Estos resultados refuerzan la idea de que las áreas protegidas requieren tiempo para consolidarse y generar una reducción sostenida de la deforestación en su entorno (Feng et al., 2021).

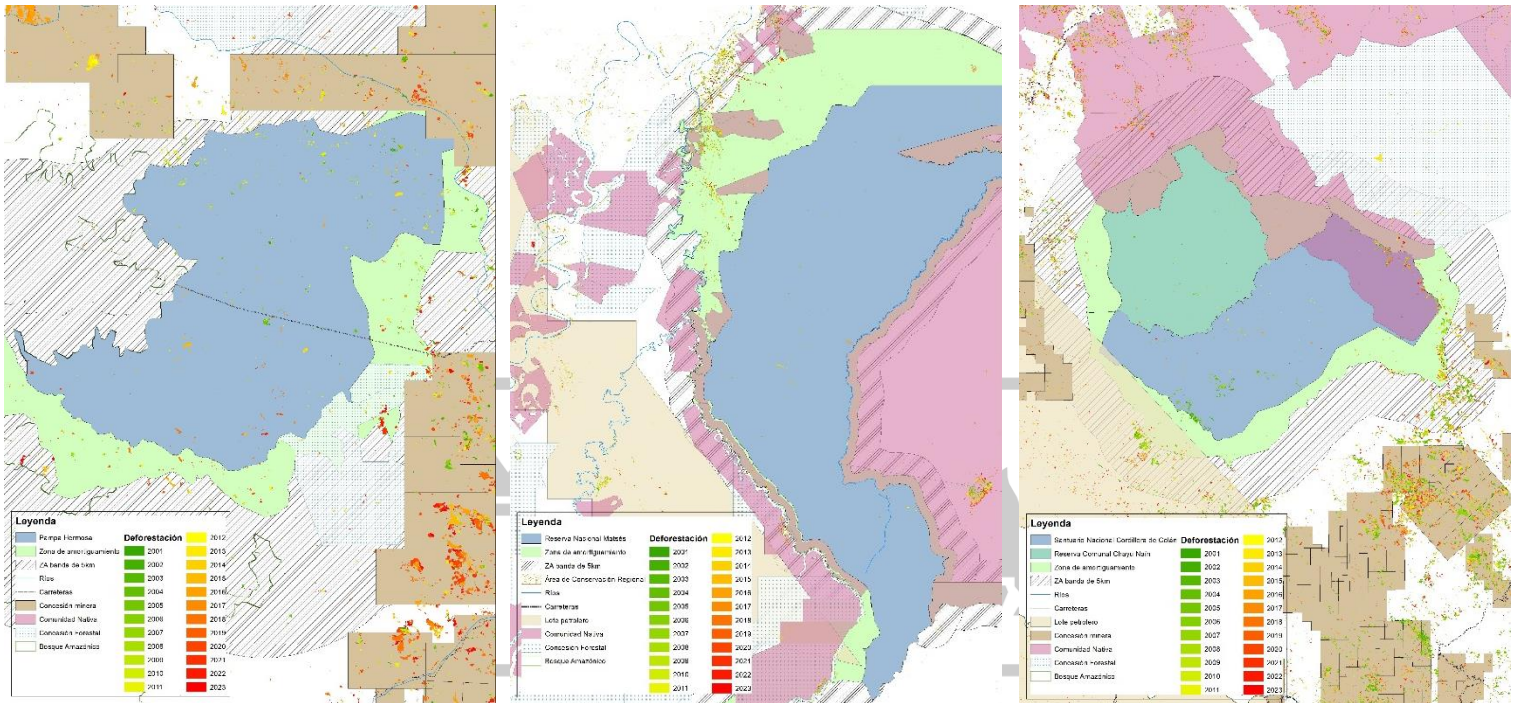
Figura 14

Deforestación en las ANP establecidas en 2009 (2001- 2023)

a. Santuario Nacional Pampa Hermosa

b. Reserva Nacional Matsés

c. Reserva Comunal Chayu Naín y Santuario Nacional Cordillera de Colán



Fuente: INGEMMET, SERNANP, MINAM, Instituto Del Bien Común, MTC, Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia.

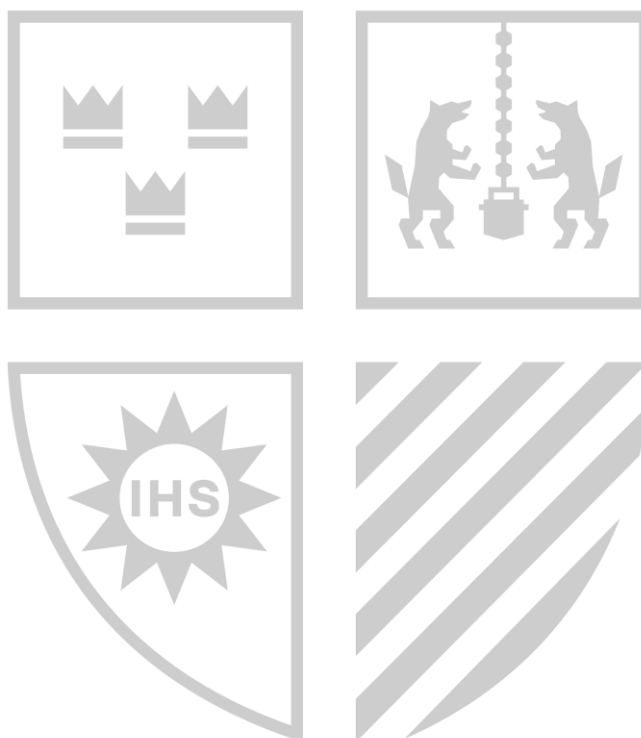
En este sentido, es importante considerar a las comunidades como aliados estratégicos en las políticas de conservación. La implementación de enfoques rígidos en el manejo de recursos podría generar efectos contraproducentes, mientras que el fortalecimiento de la participación comunitaria muestra ser más efectivo para garantizar la sostenibilidad de estos recursos (Ostrom, 2009).

Es importante destacar que el buen desempeño en términos de control de la deforestación dentro de las áreas protegidas requiere ser complementado con esfuerzos en el monitoreo de otros indicadores de la conservación de la biodiversidad (Boza et al., 2024). Así también, Dourojeanni (2023) destaca que, a pesar de las limitaciones financieras para la gestión de las áreas bajo el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE), las ANP muestran un desempeño positivo en el cumplimiento de sus objetivos de conservación.

De los resultados de este estudio se debe destacar el buen desempeño en el control de la deforestación dentro del espacio que delimita un ANP y su ZA. Sin embargo, es preocupante que muchas de estas áreas, incluidas las de uso indirecto, se vean amenazadas por la presencia de concesiones mineras y lotes petroleros en sus territorios. Si bien estas actividades son importantes para el desarrollo económico y la generación de empleo, no deben ignorarse los

impactos ambientales que pueden acarrear. Dourojeanni et al. (2009) presentan una revisión exhaustiva sobre la explotación de recursos naturales y obras de infraestructura en la Amazonía peruana, subrayando la necesidad de equilibrar el desarrollo económico con la conservación ambiental.

Concluido el análisis, los resultados respaldan la hipótesis de esta investigación: las ANP muestran un impacto claro en la reducción de la deforestación en el largo plazo, mientras que las ZA tienden a contener la presión externa. En el corto plazo, como se anticipó, los efectos no son significativos para ninguna de las categorías de áreas protegidas, una evidencia a favor de que el impacto de estas políticas se consolida con el tiempo. En cuanto al bienestar, se confirma lo esperado: los hogares dentro de una ZA presentan, en promedio, ingresos y gastos más bajos.



CONCLUSIONES

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el impacto del establecimiento de las Áreas Naturales Protegidas (ANP), sus Zonas de Amortiguamiento (ZA) y las Áreas de Conservación Regional (ACR) sobre la deforestación y el bienestar en la Amazonía peruana, diferenciando entre efectos de corto y largo plazo. Se postuló como hipótesis que, en el largo plazo, las ANP logran reducir significativamente la deforestación, mientras que las ZA cumplen su función de contener la presión externa. Se anticipó, además, que estos efectos no serían evidentes en el corto plazo, y que los hogares que habitan dentro de una ZA podrían presentar niveles más bajos de ingresos y gastos debido a las restricciones de uso de recursos. A partir del análisis realizado, se concluye lo siguiente:

1. A largo plazo, tanto las ANP como las ZA reducen de manera robusta la deforestación dentro de sus territorios, las primeras entre 1.3 y 2.8 ha/km² y las segundas entre 1.2 y 1.3 ha/hm². Así, ambas cumplen con sus objetivos de conservación: las ANP evitando directamente la pérdida de cobertura boscosa y las ZA capturando posibles puntos de deforestación que podrían impactar al área protegida.
2. Al analizar las siete categorías de protección consideradas en el estudio, se observa que solo los Santuarios Nacionales y las Zonas Reservadas no presentan una reducción significativa en la deforestación. En contraste, los Bosques de Protección y las Reservas Comunes destacan por reducir la deforestación en rangos de entre 1.8 a 4.2 ha/km² y 3.8 a 7.4 ha/km², respectivamente, curiosamente siendo ambas categorías de uso directo. Estos resultados se mantienen si se analizan las ZA.
3. Se encuentra que las ANP más extensas y con mayor deforestación en su superficie como Pacaya Samiria y del Manu no generan reducciones significativas de la deforestación dentro de su territorio, porque la presión sobre estas áreas es baja. Sin embargo, sí se identificaron puntos de deforestación dentro de estas. En cambio, el

Parque Nacional de Tingo María, a pesar de ser una de las ANP más pequeñas, presenta una disminución de la deforestación entre 5.7 y 9 ha/km². Por su parte, la Reserva Nacional Tambopata es la segunda ANP con mayores reducciones, con un rango de 4 a 9.2 ha/km². Por otro lado, la reducción de la deforestación solo es significativa en la ZA del Bosque de Protección Alto Mayo y la Reserva Comunal Yanasha.

4. Al diferenciar las ANP por tipo de uso, se observa que aquellas de uso directo muestran mayores reducciones de la deforestación (de 1.4 a 3.7 ha/km²) en comparación con las de uso indirecto (de 1.3 a 2.5 ha/km²). Sin embargo, el resultado se invierte a nivel de las ZA (mayor en las áreas de uso indirecto 1.2 a 2.2 ha/km² y menor en las de uso directo 1.5 a 1.7 ha/km²).
5. En el análisis del bienestar, se observa que residir dentro de una ZA reduce significativamente los ingresos (entre 0.33 y 0.67 soles por mes per cápita) y los gastos (entre 0.15 y 0.43 soles por mes per cápita) de los hogares en comparación con aquellos ubicados fuera de estas zonas. De manera similar, vivir en la ZA de un ANP de uso indirecto disminuye en mayor magnitud los ingresos y gastos (1.2 y 0.6 soles por mes per cápita, respectivamente) en comparación con los hogares ubicados en la periferia de un área de uso directo (0.7 y 0.5 soles por mes per cápita en el ingreso y gasto).
6. Uno de los aportes metodológicos relevantes de este estudio es la incorporación del análisis de corto plazo mediante el método de Diferencias en Diferencias Escalonadas para evaluar los efectos de ANP y ZA establecidas después del 2001. Hasta donde se tiene conocimiento, esta metodología no ha sido aplicada en investigaciones sobre áreas protegidas en el Perú, lo que representa un aporte significativo a la literatura sobre la conservación del bosque amazónico peruano.
7. También se aporta evidencia exploratoria sobre el efecto de las Áreas de Conservación Regional (ACR) en el control de la deforestación. No obstante, en el análisis de corto plazo no se encontraron efectos significativos para las ANP, ZA ni ACR recientes.
8. La investigación también enfrentó limitaciones al no poder incluir ciertas áreas protegidas situadas justo en el límite temporal entre el análisis de corto y largo plazo. Estas áreas, al no ser lo suficientemente antiguas para el análisis de largo plazo ni tener un periodo suficientemente extenso de datos antes de 2001, no calificaron para ser evaluadas bajo ninguno de los dos enfoques. Además, el uso de información georreferenciada presentó desafíos técnicos ya que, si bien la resolución de los datos de deforestación es de 30 m², se optó por el uso de grillas de 1 km² como unidad de

observación debido a la complejidad computacional de manejar una resolución tan desagregada.

9. Los resultados de esta investigación deben interpretarse con cautela, dado que los efectos de las ANP y ZA en variables como deforestación y bienestar pueden variar según el contexto específico de cada área. Se emplearon múltiples variables de control para mejorar la precisión de las estimaciones, aunque es importante considerar las particularidades de cada caso. Por ejemplo, en el largo plazo, el Parque Nacional Tingo María y la Reserva Nacional Tambopata destacan por reducir la deforestación dentro de sus territorios. Esto puede tener diversas causas, Miranda et al. (2014) argumentan que las áreas más antiguas muestran mejores resultados en el control de la deforestación. En esa línea, en este estudio también examinaron áreas como la Reserva Nacional Pacaya Samiria y el Parque Nacional del Manu, establecidas en 1972 y 1973 respectivamente, y se encontró que no muestran reducciones significativas en la deforestación, lo cual no resta relevancia a su existencia, ya que estas áreas fueron seleccionadas por su valor biológico, pero enfrentan menores presiones de actividades extractivas en comparación con otras.

Finalmente, los hallazgos de esta investigación sugieren que las Áreas Naturales Protegidas consolidan sus efectos en el control de la deforestación a lo largo del tiempo. Esto se refleja en el análisis de largo plazo, donde se observan reducciones significativas y de mayor magnitud en la deforestación en comparación con el corto plazo. Los resultados indican que los beneficios de conservación en las ANP requieren un periodo de consolidación, probablemente debido a la necesidad de implementar y estabilizar mecanismos de control y gobernanza efectivos frente a la presión de actividades deforestadoras

RECOMENDACIONES

La presente investigación evaluó el impacto del establecimiento de las Áreas Naturales Protegidas (ANP), sus Zonas de Amortiguamiento (ZA) y las Áreas de Conservación Regional (ACR) sobre la deforestación y el bienestar en la Amazonía peruana. Teniendo como base los resultados obtenidos y considerando las limitaciones metodológicas y de información, se formulan las siguientes recomendaciones para futuras investigaciones y para la gestión de estos territorios.

1. Recomendaciones metodológicas

Es necesario profundizar el estudio de las áreas que se encuentran en el límite temporal entre el análisis de corto y largo plazo. Estas zonas no pudieron ser incluidas por no contar con suficientes años de datos previos o posteriores a su establecimiento, lo cual impidió clasificarlas claramente en una u otra categoría. Esto sucedió porque se optó por utilizar una fuente de información uniforme para el análisis de la deforestación. En este caso, el mapa de deforestación de una autoridad nacional como el MINAM. Por ello, se recomienda disponer de fuentes oficiales complementarias o ampliar los registros existentes.

2. Recomendaciones académicas

Resulta necesario generar y sistematizar información más precisa sobre las poblaciones que habitan dentro de las ANP y sus ZA. Si bien la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) fue útil en esta investigación por su cobertura nacional y georreferenciación, no está diseñada para captar particularidades de estos territorios. Futuros estudios podrían trabajar con encuestas específicas adaptadas al contexto amazónico, que permitan conocer aspectos como los ingresos provenientes de actividades alternativas (ecoturismo, venta de bonos de carbono, mecanismos REDD+, MERESE, entre otros), y las percepciones locales sobre la conservación de sus ecosistemas.

También se recomienda evaluar los casos en los que la deforestación absoluta en la ZA es considerablemente mayor que en el interior del ANP, ya que estas áreas conforman un ecosistema continuo. Esta línea de investigación permitiría entender si las presiones externas están siendo contenidas por las ZA o si, por el contrario, están generando impactos negativos acumulativos en las periferias que eventualmente podrían afectar la integridad del ANP.

3. Recomendaciones prácticas

Desde una perspectiva de gestión, es importante evaluar de manera contextualizada el desempeño de cada área protegida, no solo en términos de reducción de deforestación, sino también considerando sus efectos sobre las poblaciones locales. En particular, se sugiere indagar con mayor profundidad si las restricciones de uso de recursos dentro de las ANP y ZA afectan el acceso a servicios básicos como salud, educación o saneamiento. Esta información permitirá diseñar políticas de conservación que adecuadas a la realidad de las poblaciones del país.

Además, se recomienda mejorar la claridad institucional respecto a la responsabilidad sobre el bienestar de las poblaciones que viven en o cerca de áreas protegidas. En el Perú, aún existen vacíos en torno a qué nivel de gobierno (nacional, regional o local) tiene competencia para garantizar estos derechos en territorios bajo regímenes de conservación. En ese sentido, se sugiere avanzar hacia un modelo de gobernanza multinivel que promueva una adecuada articulación entre los diferentes niveles de gobierno y las comunidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, J., Guerrero, E., & Campana, Y. (2021). How effective are protected natural areas when roads are present? An analysis of the Peruvian case. *Environmental Economics And Policy Studies*, 23(4), 831-859. <https://doi.org/10.1007/s10018-021-00304-y>
- Amin, A., Choumert-Nkolo, J., Combes, J., Motel, P., Kéré, E., Ongono-Olinga, J., & Schwartz, S. (2018). Neighborhood effects in the Brazilian Amazônia: Protected areas and deforestation. *Journal Of Environmental Economics And Management*, 93, 272-288. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2018.11.006>
- Anderson, C. M., Asner, G. P., Lactayo, W., & Lambin, E. F. (2018). Overlapping land allocations reduce deforestation in Peru. *Land Use Policy*, 79, 174-178. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.08.002>
- Andrade-Núñez, M., & Aide, T. (2020). Using nighttime lights to assess infrastructure expansion within and around protected areas in South America. *Environmental Research Communications*, 2(2), 021002. <https://doi.org/10.1088/2515-7620/ab716c>
- Angrist, J., & Pischke, J. (2009). *Mostly harmless econometrics: An Empiricist's Companion*. Princeton University Press.
- Baragwanath, K., Bayi, E., & Shinde, N. (2023). Collective property rights lead to secondary forest growth in the Brazilian Amazon. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences*, 120(22). <https://doi.org/10.1073/pnas.2221346120>
- Blankespoor, B., Dasgupta, S., & Wheeler, D. (2017). Protected areas and deforestation: new results from high-resolution panel data. *Natural Resources Forum*, 41(1), 55-68. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12118>
- Bonilla, L. & Higuera, I. (2016). ¿Parques de papel? Áreas protegidas y deforestación en Colombia. Banco de la República. <https://babel.banrepcultural.org/digital/collection/p17054coll18/id/207>
- Bonilla-Mejía, L., & Higuera-Mendieta, I. (2019). Protected Areas under Weak Institutions: Evidence from Colombia. *World Development*, 122, 585-596. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.06.019>
- Bray, D., Duran, E., Ramos, V., Mas, J., Velazquez, A., McNab, R., Barry, D., & Radachowsky, J. (2008). Tropical Deforestation, Community Forests, and Protected Areas in the Maya Forest. *Ecology And Society*, 13(2). <https://doi.org/10.5751/es-02593-130256>
- Callaway, B., & Sant'Anna, P. (2020). Difference-in-Differences with multiple time periods. *Journal Of Econometrics*, 225(2), 200-230. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2020.12.001>
- Cameron, C., & Trivedi, P. (2005). *Microeconometrics: Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Canavire-Bacarreza, G., & Hanauer, M. M. (2013). Estimating the Impacts of Bolivia's Protected Areas on Poverty. *World Development*, 41, 265–285. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2012.06.011>
- Cardozo, M. (2011). Economic displacement and local attitude towards protected area establishment in the Peruvian Amazon. *Geoforum*, 42(5), 603-614. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2011.04.008>
- Cattaneo, M., Idrobo, I., & Titiunik, R. (2020). *A Practical Introduction to Regression Discontinuity Designs: Foundations*. Cambridge Elements: Quantitative and Computational
- Congreso de la República. (1997). Ley N° 26834. Ley de Áreas Naturales Protegidas. Lima: 17 de junio de 1997. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-26834.pdf>
- Cunningham, S. (2021). *Causal inference*. Yale University Press.
- de Chaisemartin, C., & D'Haultfœuille, X. (2020). Two-Way Fixed Effects Estimators with Heterogeneous Treatment Effects. *American Economic Review*, 110(9), 2964-2996. <https://doi.org/10.1257/aer.20181169>
- de Souza, J., Mendes, T., Bignotto, R., de Alcântara, E., & Massi, K. (2024). Land use dynamics in a tropical protected area buffer zone: is the management plan helping? *Journal Of Environmental Studies and Sciences*. <https://doi.org/10.1007/s13412-024-00905-5>
- Dell, M. (2010). The Persistent Effects of Peru's Mining Mita. *Econometrica*, 78(6), 1863-1903. <https://doi.org/10.3982/ecta8121>
- Díaz, R., & Miranda, J. (2012). Áreas Naturales Protegidas en el Perú: Efectos sobre la Deforestación y su relación con el Bienestar de la Población Amazónica. *Instituto de Estudios Peruanos*. <https://cies.org.pe/investigacion/areas-naturales-protegidas-en-el-peru/>
- Dourojeanni, M. (2015). Human Impact on Protected Areas of the Peruvian Amazon. En *Island Press/Center for Resource Economics eBooks* (pp. 215-225). https://doi.org/10.5822/978-1-61091-551-9_23
- Dourojeanni, M. (2018). *Áreas naturales protegidas del Perú: el comienzo*. <https://pronaturaleza.org/publicaciones/areas-naturales-protegidas-del-peru-el-comienzo/>
- Dourojeanni, M. (2023). Interpretaciones sobre la deforestación en áreas naturales protegidas en la Amazonía del Perú. *Revista Kawsaypacha: Sociedad Y Medio Ambiente*, (11), B-002. <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202301.R002>
- Duan, W., Hogarth, N., & Shen, J. (2021). Impacts of Protected Areas on Income Inequality: Evidence from the Giant Panda Biosphere Reserves in Sichuan Province, China. *Journal of Forest Economics*, 36(1-2), 27-51. <http://dx.doi.org/10.1561/112.00000524>
- Ellis, E., & Porter-Bolland, L. (2008). Is community-based forest management more effective than protected areas? *Forest Ecology And Management*, 256(11), 1971-1983. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.07.036>
- Espinoza, T., Salinas, N., Cosio, E., Tito, R., Nina-Quispe, A., & Roman-C, R. (2024). Assessing Peru's Land Monitoring System Contributions towards Fulfilment of Its International Environmental Commitments. *Land*, 13(2), 205. <https://doi.org/10.3390/land13020205>
- FAO. 2021. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020 - Informe principal. Roma. <https://doi.org/10.4060/ca9825es>
- Feng, Y., Wang, Y., Su, H., Pan, J., Sun, Y., Zhu, J., Fang, J., & Tang, Z. (2021). Assessing the effectiveness of global protected areas based on the difference in differences model. *Ecological Indicators*, 130, 108078. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108078>

- Fischborn, M., & Sandwith, T. (eds.) (2021). Solutions for development challenges: Insights from protected and conserved areas. IUCN. <https://portals.iucn.org/library/node/49698>
- Foo, Y., & Numata, S. (2019). Deforestation and forest fragmentation in and around Endau-Rompin National Park, Peninsular Malaysia. *Tropics*, 28(2), 23-37. <https://doi.org/10.3759/tropics.ms18-16>
- Ford, S., Jepsen, M., Kingston, N., Lewis, E., Brooks, T., MacSharry, B., & Mertz, O. (2020). Deforestation leakage undermines conservation value of tropical and subtropical forest protected areas. *Global Ecology And Biogeography*, 29(11), 2014-2024. <https://doi.org/10.1111/geb.13172>
- Fritz, S., Laso Bayas, J.C., See, L., Schepaschenko, D., Hofhansl, F., Jung, M., Dürauer, M., Georgieva, I., Danylo, O., Lesiv, M. & McCallum, I. (2022) A Continental Assessment of the Drivers of Tropical Deforestation with a Focus on Protected Areas. *Frontiers in Conservation Science*, 3. <https://doi.org/10.3389/fcosc.2022.830248>
- Fuller, C., Ondeï, S., Brook, B., & Buettel, J. (2020). Protected-area planning in the Brazilian Amazon should prioritize additionality and permanence, not leakage mitigation. *Biological Conservation*, 248, 108673. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108673>
- Gelman, A., & Imbens, G. (2018). Why High-Order Polynomials Should Not Be Used in Regression Discontinuity Designs. *Journal of Business & Economic Statistics*, 37(3), 447–456. <https://doi.org/10.1080/07350015.2017.1366909>
- Goodman-Bacon, A. (2021). Difference-in-differences with variation in treatment timing. *Journal Of Econometrics*, 225(2), 254-277. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2021.03.014>
- Grupp, T., Mishra, P., Reynaert, M., & Van Benthem, A. A. (2023). An Evaluation of Protected Area Policies in the European Union. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4665580>
- Hernández, S., Barnes, M., Duce, S., & Adams, V. (2021). The impact of strictly protected areas in a deforestation hotspot. *Conservation Science And Practice*, 3(9). <https://doi.org/10.1111/csp2.479>
- Joppa, L., & Pfaff, A. (2009). High and Far: Biases in the Location of Protected Areas. *PLoS ONE*, 4(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0008273>
- Jusys, T. (2018). Changing patterns in deforestation avoidance by different protection types in the Brazilian Amazon. *PLoS ONE*, 13(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195900>
- Kandel, P., Pandit, R., White, B., & Palyakov, M. (2022). Do protected areas increase household income? Evidence from a Meta-Analysis. *World Development*, 159. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2022.106024>
- Keele, L., & Titiunik, R. (2015). Geographic Boundaries as Regression Discontinuities. *Political Analysis*, 23(1), 127–155. doi:10.1093/pan/mpu014
- Li, G., Fang, C., Watson, J. M., Sun, S., Qi, W., Wang, Z., & Liu, J. (2024). Mixed effectiveness of global protected areas in resisting habitat loss. *Nature Communications*, 15(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-024-52693-9>
- Llopis, J., Harimalala, P., Bär, R., Heinemann, A., Rabemananjara, Z., & Zaehring, J. (2019). Effects of protected area establishment and cash crop price dynamics on land use transitions 1990–2017 in north-eastern Madagascar. *Journal Of Land Use Science*, 14(1), 52-80. <https://doi.org/10.1080/1747423x.2019.1625979>
- Lohmann, P. M., & Kontoleon, A. (2023). Do Flood and Heatwave Experiences Shape Climate Opinion? Causal Evidence from Flooding and Heatwaves in England and Wales. *Environmental And Resource Economics*, 86(1-2), 263-304. <https://doi.org/10.1007/s10640-023-00796-0>

- Lui, G., & Coomes, D. (2015). Tropical nature reserves are losing their buffer zones, but leakage is not to blame. *Environmental Research*, 147, 580-589. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.11.008>
- Miranda, J., Corral, L., Blackman, A., Asner, G., & Lima, E. (2016). Effects of Protected Areas on Forest Cover Change and Local Communities: Evidence from the Peruvian Amazon. *World Development*, 78, 288–307. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.10.026>
- Mojo, D., Oduor, A., Fu, C., Bai, Y., Long, H., Wang, G., & Zhang, L. (2020). Effects of protected areas on welfare of local households: The case of Maasai Mara National Reserve in Kenya. *People and Nature*, 2(3), 856–867. <https://doi.org/10.1002/pan3.10123>
- Morgans, C., Jago, S., Andayani, N., Linkie, M., Lo, M., Mumbunan, S., St John, F., Supriatna, J., Voigt, M., Winarni, N., Santika, T., & Struebig, M. (2024). Improving well-being and reducing deforestation in Indonesia's protected areas. *Conservation Letters*, 17(3). <https://doi.org/10.1111/conl.13010>
- Móstiga, M., Armenteras, D., Vayreda, J., & Retana, J. (2024). Two decades of accelerated deforestation in Peruvian forests: a national and regional analysis (2000–2020). *Regional Environmental Change*, 24(2). <https://doi.org/10.1007/s10113-024-02189-5>
- Naidoo, R., Gerkey, D., Hole, D., Pfaff, A., Ellis, A., Golden, C., Herrera, D., Johnson, K., Mulligan, M., Ricketts, T., & Fisher, B. (2019). Evaluating the impacts of protected areas on human well-being across the developing world. *Science Advances*, 5(4). <https://doi.org/10.1126/sciadv.aav3006>
- Naciones Unidas, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2023). *Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal*. <https://www.unep.org/es/resources/marco-mundial-de-biodiversidad-de-kunming-montreal>
- Neal, T. (2024). Estimating the effectiveness of forest protection using regression discontinuity. *Journal Of Environmental Economics And Management*, 127, 103021. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2024.103021>
- Nelson, A., & Chomitz, K.M. (2009). Protected area effectiveness in reducing tropical deforestation : a global analysis of the impact of protection status. https://ieg.worldbankgroup.org/sites/default/files/Data/reports/protected_areas_eb.pdf
- Neugarten, R., Rasolofson, R., Barrett, C., Vieilledent, G., & Rodewald, A. (2024). The effect of a political crisis on performance of community forests and protected areas in Madagascar. *Nature Communications*, 15(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-024-47318-0>
- Nicolau, A., Herndon, K., Flores-Anderson, A., & Griffin, R. (2019). A spatial pattern analysis of forest loss in the Madre de Dios region, Peru. *Environmental Research Letters*, 14(12), 124045. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab57c3>
- Oldekop, J., Holmes, G., Harris, W. & Evans, K. (2015). A global assessment of the social and conservation outcomes of protected areas. *Conservation Biology*, 30(1). <https://doi.org/10.1111/cobi.12568>
- Orihuela, J- C, & Pérez, C. (2019). ¿Más verde dentro que fuera? Efectos de las áreas naturales protegidas sobre la deforestación y el bienestar en la Amazonía. Consorcio de Investigación Económica y Social. <https://cies.org.pe/investigacion/mas-verde-dentro-que-fuera-efecto-de-las-anp-sobre-la-deforestacion-un/>
- Ostrom, E. (2009). *El gobierno de los bienes comunes: la evolución de las instituciones de acción colectiva*. Fondo de Cultura Económica USA.
- Porter-Bolland, L., Ellis, E., Guariguata, M., Ruiz-Mallén, I., Negrete-Yankelevich, S., & Reyes-García, V. (2011). Community managed forests and forest protected areas: An assessment of their conservation effectiveness across the tropics. *Forest Ecology And Management*, 268, 6-17. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.05.034>

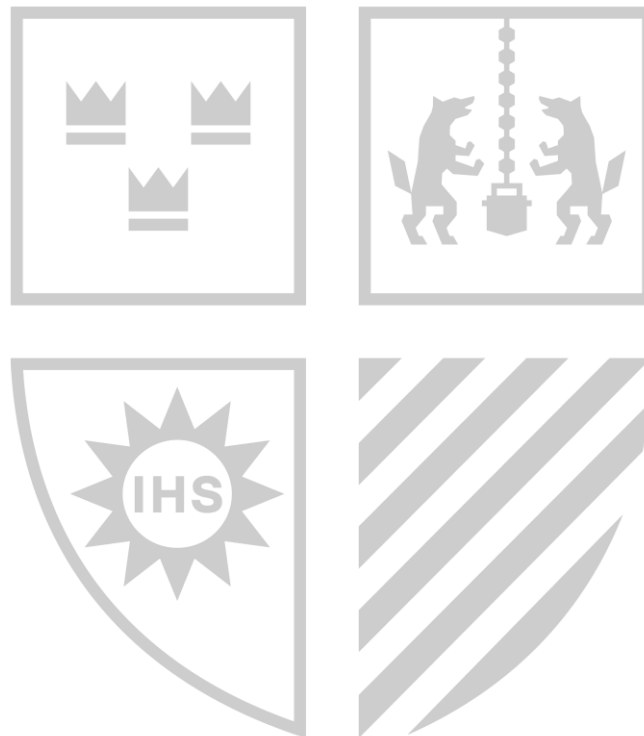
- Rasmussen, M. B. (2022). Convivencia negociada y gobernanza ambiental en áreas naturales protegidas del Perú. *Íconos - Revista de Ciencias Sociales*, 72, 161-183. <https://doi.org/10.17141/iconos.72.2022.4953>
- Rasolofoson, R. (2016). *Impacts of Community Forest Management and strictly protected areas on deforestation and human well-being in Madagascar* [Tesis de doctorado, Bangor University]. [https://research.bangor.ac.uk/portal/en/theses/impacts-of-community-forest-management-and-strictly-protected-areas-on-deforestation-and-human-wellbeing-in-madagascar\(04e9fe72-cd3d-4ad7-8682-9517c79f0f2a\).html](https://research.bangor.ac.uk/portal/en/theses/impacts-of-community-forest-management-and-strictly-protected-areas-on-deforestation-and-human-wellbeing-in-madagascar(04e9fe72-cd3d-4ad7-8682-9517c79f0f2a).html)
- Salazar, L., Maffioli, A., Aramburu, J., & Adrianzen, M. A. (2016). *Estimating the Impacts of a Fruit Fly Eradication Program in Peru: A Geographical Regression Discontinuity Approach*. <https://doi.org/10.18235/0012282>
- Sánchez-Cuervo, A., De Lima, L., Dallmeier, F., Garate, P., Bravo, A., & Vanthomme, H. (2020). Twenty years of land cover change in the southeastern Peruvian Amazon: implications for biodiversity conservation. *Regional Environmental Change*, 20(1). <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01603-y>
- Schleicher, J., Peres, C., Amano, T., Lactayo, W., & Leader-Williams, N. (2017). Conservation performance of different conservation governance regimes in the Peruvian Amazon. *Scientific Reports*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-10736-w>
- SERFOR & INEI. (2021). Cuenta de Bosques del Perú. <https://www.gob.pe/institucion/serfor/informes-publicaciones/2130021-cuenta-de-bosques-del-peru>
- SERNANP & WCS. (2021). Monitoreo del Componente Físico del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE). Documento de Trabajo 49. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/documento-trabajo-49-monitoreo-componente-fisico-sistema-nacional>
- SERNANP. (2024, 25 junio). *Listado oficial de las Áreas Naturales Protegidas*. <https://www.gob.pe/institucion/sernanp/informes-publicaciones/2560580-listado-oficial-de-las-areas-naturales-protegidas>
- Shah, P., Baylis, K., Busch, J., & Engelmann, J. (2021). What determines the effectiveness of national protected area networks? *Environmental Research Letters*, 16(7), 074017. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac05ed>
- Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. (2016). Minería ilegal: áreas naturales protegidas en peligro. <https://spda.org.pe/publicacion/mineria-ilegal-areas-naturales-protegidas-en-peligro/>
- Sun, L., & Abraham, S. (2020). Estimating dynamic treatment effects in event studies with heterogeneous treatment effects. *Journal Of Econometrics*, 225(2), 175-199. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2020.09.006>
- Takashina, N. (2021). Long-Term Conservation Effects of Protected Areas in Stochastic Population Dynamics. *Frontiers In Ecology And Evolution*, 9. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.672608>
- USAID. (2021). Minería Ilegal en Áreas Naturales Protegidas: Consideraciones para una estrategia de erradicación. <https://preveniramazonia.pe/wp-content/uploads/Documento-de-Poli%CC%81tica-Prevenir-Mineri%CC%81a-Ilegal-en-a%CC%81reas-naturales-protegidas-.pdf>
- Vilela, T., Harb, A., & Vergara, C. (2022). The impact of protected areas on poverty: evidence from Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 95(1). <https://doi.org/10.1186/s40693-022-00110-0>
- Vuohelainen, A., Coad, L., Marthews, T., Malhi, Y., & Killeen, T. (2012). The Effectiveness of Contrasting Protected Areas in Preventing Deforestation in Madre de Dios, Peru.

- Environmental Management*, 50(4), 645–663. <https://doi.org/10.1007/s00267-012-9901-y>
- Weisse, M., & Naughton-Treves, L. (2016). Conservation Beyond Park Boundaries: The Impact of Buffer Zones on Deforestation and Mining Concessions in the Peruvian Amazon. *Environmental Management*, 58(2), 297-311. <https://doi.org/10.1007/s00267-016-0709-z>
- Wolf, C., Levi, T., Ripple, W., Zárrate-Charry, D., & Betts, M. (2021). A forest loss report card for the world's protected areas. *Nature Ecology & Evolution*, 5(4), 520-529. <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01389-0>
- Wuepper, D., Crowther, T., Lauber, T., Routh, D., Clec'h, S. L., Garrett, R. D., & Börner, J. (2023). Public policies and global forest conservation: Empirical evidence from national borders. *Global Environmental Change*, 84, 102770. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2023.102770>
- Xiaoyao, Z., Linsheng, Z., & Haizhou, Z. (2023). Using propensity score matching models to assess the protection effectiveness in Pudacuo national Park, China. *Ecological Indicators*, 150, 110222. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110222>
- Yang, H., Viña, A., Winkler, J., Chung, M. G., Dou, Y., Wang, F., Zhang, J., Tang, Y., Connor, T., Zhao, Z., & Liu, J. (2019). Effectiveness of China's protected areas in reducing deforestation. *Environmental Science And Pollution Research*, 26(18), 18651-18661. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05232-9>
- Yang, H., Viña, A., Winkler, J., Chung, M., Huang, Q., Dou, Y., McShea, W., Songer, M., Zhang, J., & Liu, J. (2021). A global assessment of the impact of individual protected areas on preventing forest loss. *The Science Of The Total Environment*, 777, 145995. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145995>

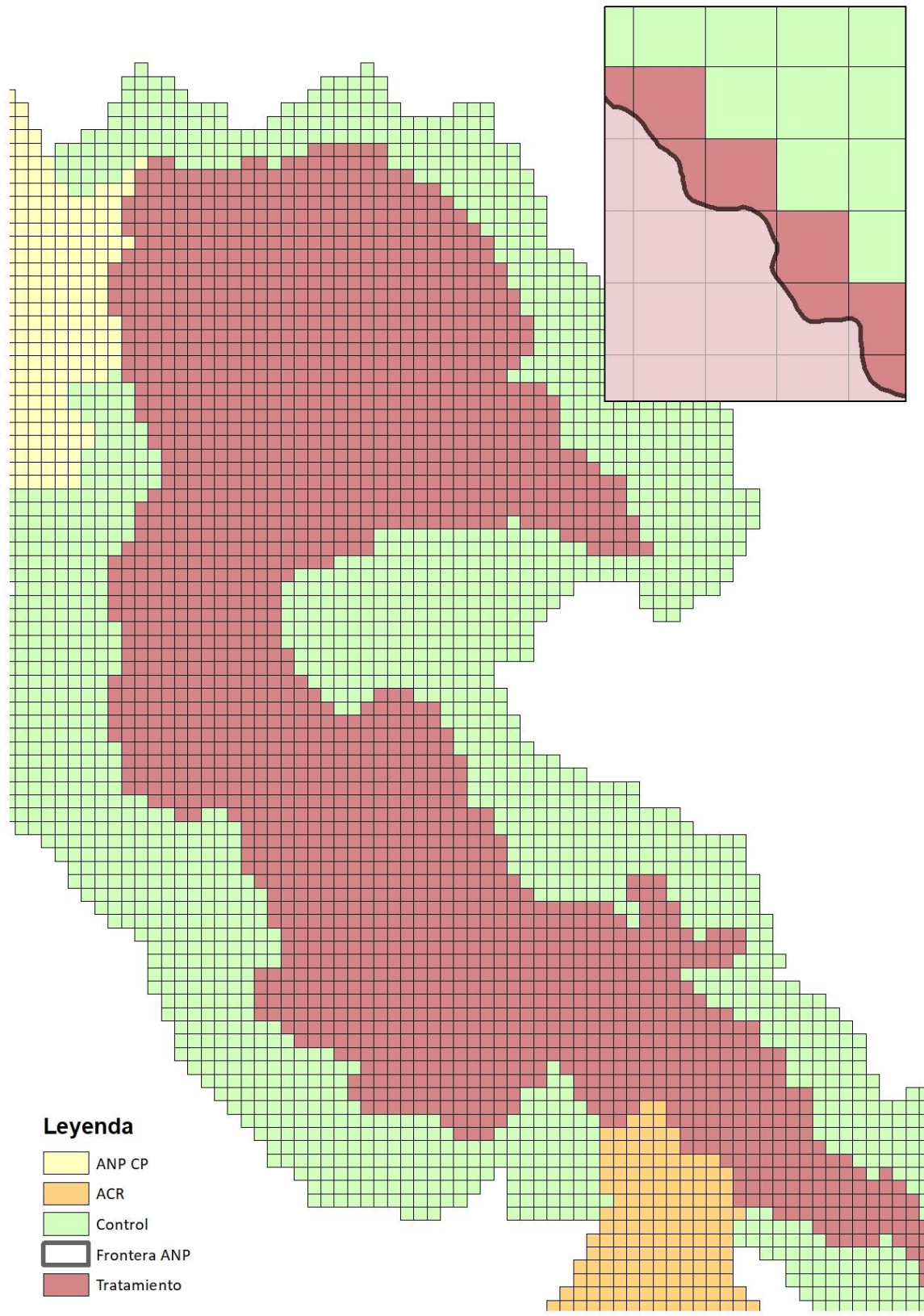
BASES DE DATOS

- Pérdida De Bosque- Ministerio del Ambiente (MINAM) (2001- 2023)
- Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO)- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)
- USGS EarthExplorer
- USGS Topographic Slope
- WorldClim
- SERNANP- GEOSERNANP
- Comunidades Nativas- Instituto Del Bien Común
- Concesiones mineras- INGEMMET- GEOCATMIN
- Lotes petroleros- Perupetro mapa de lotes de contrato
- Mapas viales- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)
- Concesiones forestales - Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR)
- Ríos y quebradas- Instituto Geográfico Nacional

ANEXOS

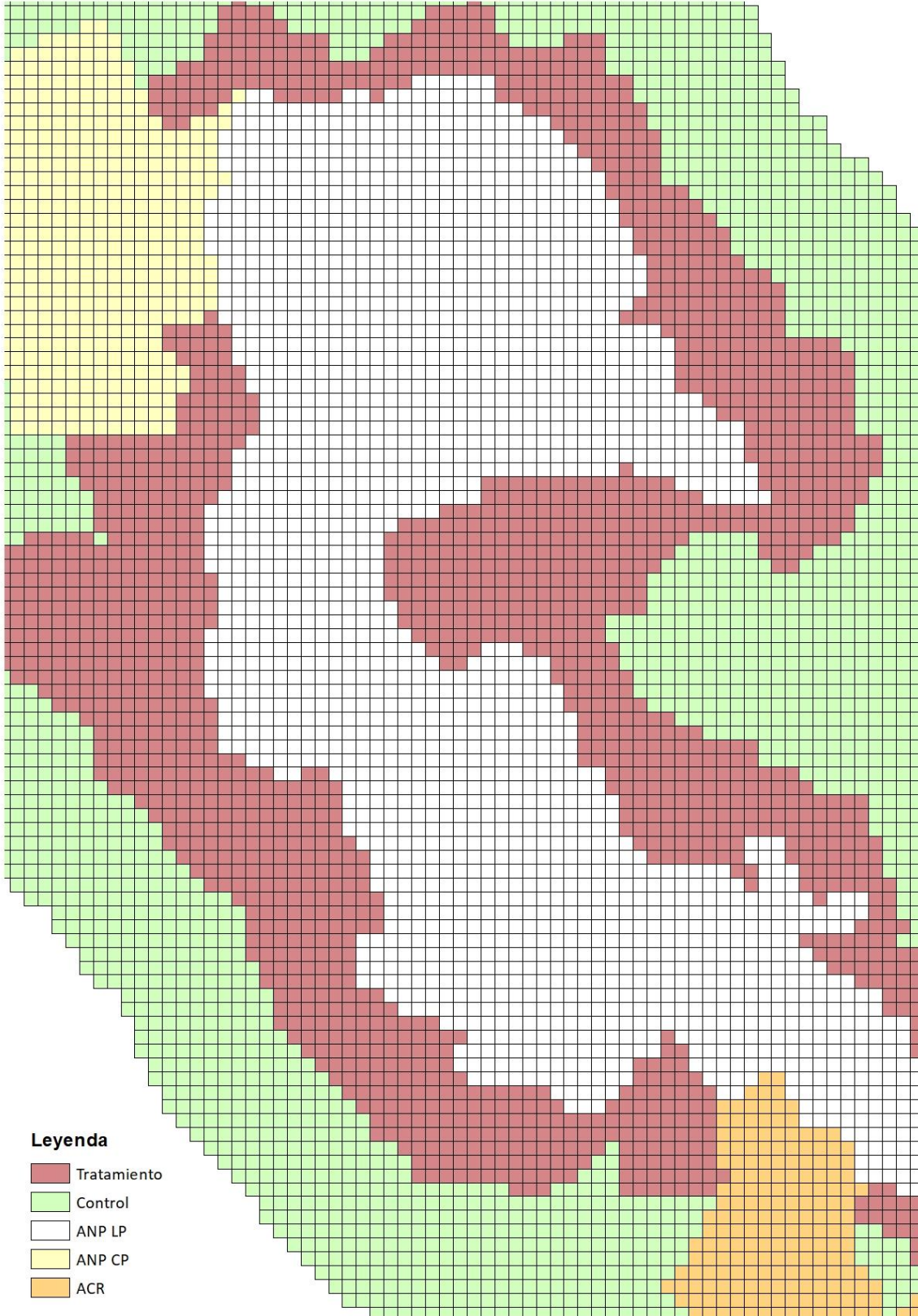


ANEXO N° 1: ASIGNACIÓN DEL TRATAMIENTO Y CONTROL PARA LAS ANP



Fuente: SERNANP. Elaboración propia

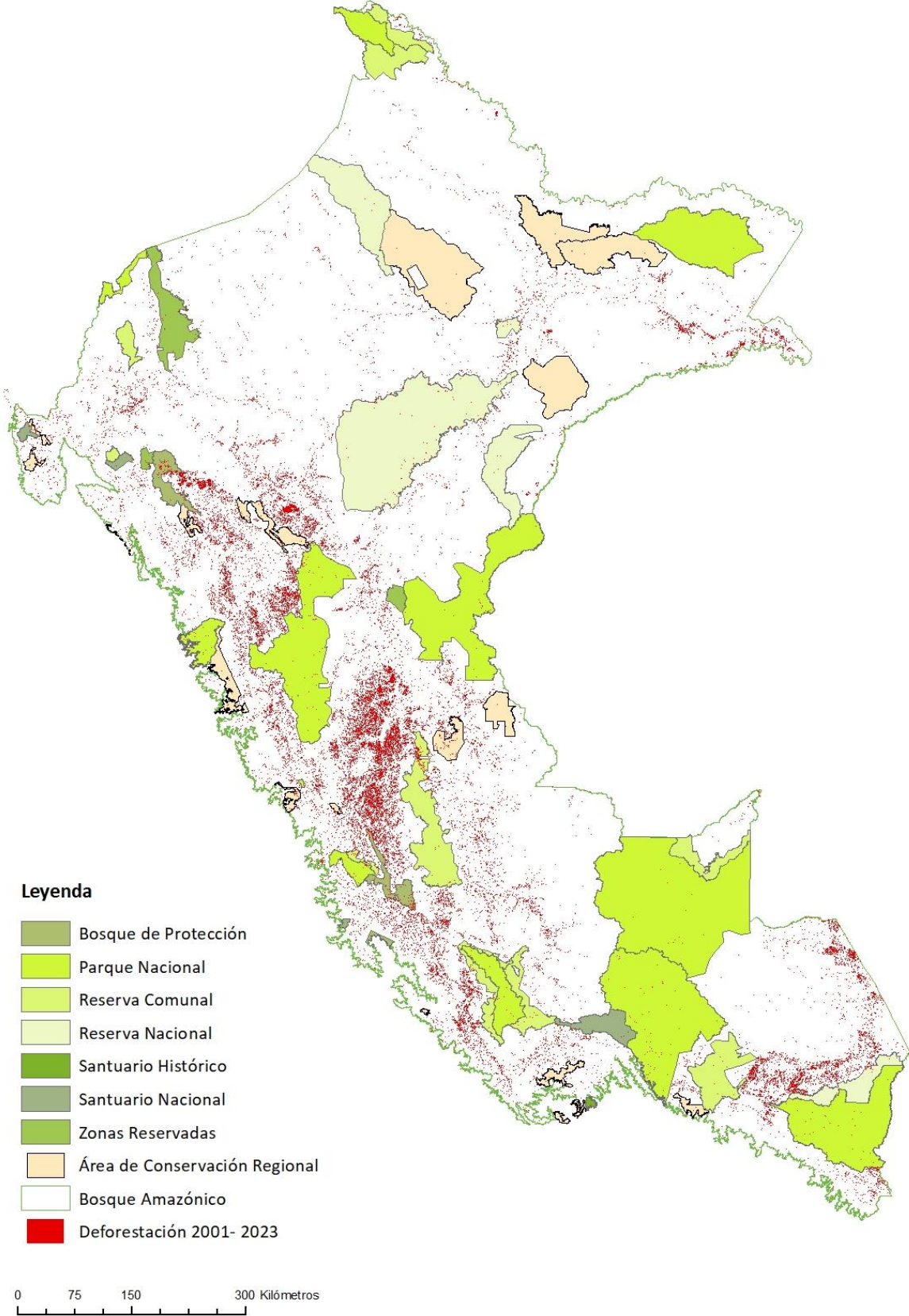
ANEXO N° 2: ASIGNACIÓN DEL TRATAMIENTO Y CONTROL PARA LAS ZA



- Leyenda**
- Tratamiento
 - Control
 - ANP LP
 - ANP CP
 - ACR

Fuente: SERNANP. Elaboración propia

ANEXO N° 3: DEFORESTACIÓN ALREDEDOR DE LAS ANP, ACR Y ZA



Fuente: MINAM, SERNANP. Elaboración propia

ANEXO N° 4: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tipo de variable	Variable	Definición operacional	Unidad de medida	Fuente
Dependientes (Outcomes)	Deforestación (Grillas)	Área deforestada por grilla	Hectáreas por km2	MINAM
	Bienestar (Hogares)	Ingreso/ Gasto del hogar	Ingreso/ gasto mensual real per cápita dividido por la línea de pobreza (Orihuela y Pérez, 2019)	ENAH0 Módulo 34 - INEI
Explicativa de interés (de tratamiento)	Condición de tratamiento	Clasificación de la observación (grilla u hogar) según su ubicación respecto a un ANP, ZA o ACR Para su construcción se utiliza la distancia euclidiana de la observación al límite del área protegida. Si la distancia es negativa se considera que la observación está dentro y si la distancia es positiva se considera que está fuera	Dummy: 1 = Dentro (Grupo de tratamiento), 0 = Fuera (Grupo de control)	Cálculos propios a partir del GEOSERNANP - SERNANP e INEI
Explicativas de control (Grillas)	Distancia a carreteras	Distancia desde la observación hasta la carretera más cercana	Kilómetros	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
	Distancia a ríos	Distancia desde la observación hasta el río más cercano	Kilómetros	Instituto Geográfico Nacional
	Distancia a concesiones mineras	Distancia desde la observación hasta la concesión minera más cercana	Kilómetros	GEOCATMIN - INGEMMET
	Distancia a concesiones forestales	Distancia desde la observación hasta la concesión forestal más cercana	Kilómetros	Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre
	Distancia a lotes petroleros	Distancia desde la observación hasta el lote petrolero más cercano	Kilómetros	Perupetro
	Distancia a comunidades nativas	Distancia desde la observación hasta la comunidad nativa más cercana	Kilómetros	Instituto Del Bien Común
	Altitud	Altitud promedio por grilla	Metros sobre el nivel del mar	USGS Earth Explorer
	Pendiente	Pendiente promedio por grilla	Grados	USGS Topographic Slope
	Temperatura	Temperatura promedio por grilla	°C	WorldClim
	Precipitación	Precipitación promedio por grilla	Milímetros	WorldClim
Explicativas de control (Hogares)	Sexo	Sexo del jefe de hogar	Dummy: 1 = Hombre, 0 = Mujer	ENAH0 Módulo 3 - INEI
	Edad	Edad del jefe de hogar	Número de años cumplidos	ENAH0 Módulo 3 - INEI
	Nivel educativo	Máximo grado de instrucción alcanzado por el jefe del hogar	Escala [0 - 12]	ENAH0 Módulo 3 - INEI
	Número de miembros en el hogar	Total de personas que conforman el hogar	Conteo [1 - 17]	ENAH0 Módulo 34 - INEI

Nota: Toda la información geoespacial fue procesada en el sistema UTM Zona 18S mediante ArcGIS. Los modelos econométricos fueron estimados en STATA

ANEXO N° 5: BALANCE DE COVARIABLES ALREDEDOR DE LA FRONTERA DE LAS ANP

	1 km			5 km		
	Media		Diferencia	Media		Diferencia
	Control	Tratamiento	p-valor	Control	Tratamiento	p-valor
Bosque de Protección						
Deforestación (ha/Km2)	9.88	5.23	0.0000	10.55	4.25	0.0000
Altitud (m)	1,448.34	1,569.62	0.0019	1,437.50	1,577.85	0.0000
Temperatura (°C)	21.12	20.93	0.2645	20.98	20.78	0.0368
Pendiente (grados)	11.10	13.27	0.0000	10.19	13.35	0.0000
Precipitación (mm)	81.74	80.52	0.1963	82.63	81.87	0.1418
Carretera	6.24	8.12	0.0000	6.14	9.06	0.0000
Lote petrolero	29.31	28.76	0.6513	32.43	31.65	0.2710
Concesión minera	11.69	13.27	0.0000	11.10	13.90	0.0000
Concesión forestal	18.05	18.64	0.2536	17.90	18.49	0.0409
Comunidad nativa	9.22	8.82	0.3793	10.02	8.61	0.0000
Río	11.90	12.29	0.3036	12.07	12.07	0.0008
N	722	1,875		2,838	3,482	
Parque Nacional						
Deforestación (ha/Km2)	4.10	1.14	0.0000	4.63	0.83	0.0000
Altitud (m)	1,360.54	1,503.64	0.0004	1,296.09	1,310.83	0.4137
Temperatura (°C)	22.01	21.49	0.0007	21.77	21.96	0.0098
Pendiente (grados)	10.98	11.87	0.0257	11.07	11.16	0.6428
Precipitación (mm)	98.15	78.16	0.0000	96.05	78.99	0.0000
Carretera	11.50	24.99	0.0000	10.67	27.37	0.0000
Lote petrolero	173.28	161.43	0.0173	172.99	170.95	0.4387
Concesión minera	23.97	41.11	0.0000	23.58	43.60	0.0000
Concesión forestal	32.21	33.76	0.1918	32.61	35.73	0.0000
Comunidad nativa	42.37	58.89	0.0000	43.75	57.44	0.0000
Río	10.25	16.72	0.0000	9.50	17.44	0.0000
N	798	3,582		3,662	8,743	
Reserva Comunal						
Deforestación (ha/Km2)	14.73	7.38	0.0000	18.01	5.00	0.0000
Altitud (m)	539.73	638.64	0.0003	468.28	735.16	0.0000
Temperatura (°C)	24.56	24.17	0.0013	24.73	23.81	0.0000
Pendiente (grados)	6.84	8.92	0.0000	4.70	9.76	0.0000
Precipitación (mm)	89.70	86.28	0.0064	92.15	83.53	0.0000
Carretera	4.00	5.71	0.0000	3.02	7.54	0.0000
Lote petrolero	1.66	2.46	0.0816	1.26	3.85	0.0000
Concesión minera	17.09	17.68	0.4616	16.55	17.73	0.0063
Concesión forestal	17.92	18.63	0.5422	16.54	19.11	0.0001
Comunidad nativa	0.54	1.04	0.0013	0.48	2.48	0.0000
Río	9.34	10.61	0.1037	8.90	11.41	0.0000
N	92	226		317	495	
Reserva Nacional						
Deforestación (ha/Km2)	5.29	3.50	0.0000	5.01	1.93	0.0000
Altitud (m)	138.40	140.77	0.1508	140.79	142.96	0.0129
Temperatura (°C)	26.89	26.86	0.1561	26.89	26.88	0.0275

Pendiente (grados)	0.04	0.03	0.0780	0.04	0.03	0.0008
Precipitación (mm)	147.71	146.71	0.4091	150.53	146.05	0.0000
Carretera	28.71	29.54	0.4923	27.96	29.88	0.0022
Lote petrolero	105.40	111.46	0.1641	100.19	110.62	0.0000
Concesión minera	60.43	60.19	0.8836	60.65	62.14	0.0749
Concesión forestal	20.62	20.29	0.7218	20.71	22.19	0.0028
Comunidad nativa	6.42	7.74	0.0000	5.68	9.07	0.0000
Río	5.90	6.74	0.0051	6.59	8.13	0.0000
N	1,193	2,726		5,356	6,660	

Santuario Histórico

Deforestación (ha/Km2)	4.77	1.15	0.0000	3.15	1.08	0.0000
Altitud (m)	2,852.24	3,010.08	0.2958	2,753.49	2,915.14	0.0077
Temperatura (°C)	16.70	13.65	0.0003	15.23	13.67	0.0000
Pendiente (grados)	32.74	27.18	0.0158	26.86	26.66	0.8312
Precipitación (mm)	19.67	14.51	0.0001	17.55	14.67	0.0000
Carretera	2.19	4.34	0.0023	2.28	3.91	0.0000
Lote petrolero	100.40	107.79	0.0000	99.03	99.03	0.0000
Concesión minera	3.93	9.35	0.0000	7.97	9.02	0.0434
Concesión forestal	109.19	105.54	0.0080	107.25	105.39	0.0026
Comunidad nativa	55.37	62.80	0.0000	54.21	62.51	0.0000
Río	2.69	1.99	0.2261	5.27	1.53	0.0000
N	12	105		133	151	

Santuario Nacional

Deforestación (ha/Km2)	2.31	1.67	0.2228	3.69	1.35	0.0000
Altitud (m)	2,531.14	2,667.08	0.1410	2,258.76	2,737.87	0.0000
Temperatura (°C)	15.32	15.26	0.6995	15.94	15.14	0.0000
Pendiente (grados)	23.22	19.29	0.0073	20.36	19.69	0.3729
Precipitación (mm)	73.95	72.12	0.1384	75.07	71.14	0.0000
Carretera	4.06	5.90	0.0001	2.81	7.12	0.0000
Lote petrolero	33.58	35.23	0.2342	31.01	37.22	0.0000
Concesión minera	2.66	6.89	0.0000	2.06	8.56	0.0000
Concesión forestal	95.82	101.02	0.0000	93.91	103.13	0.0000
Comunidad nativa	49.03	46.78	0.0918	46.97	47.93	0.1747
Río	25.82	21.01	0.0000	25.68	19.91	0.0000
N	37	179		137	353	

Zona Reservada

Deforestación (ha/Km2)	1.44	1.16	0.1835	1.89	0.63	0.0000
Altitud (m)	273.46	287.35	0.1626	252.15	298.56	0.0000
Temperatura (°C)	26.56	26.57	0.8377	26.56	26.55	0.4772
Pendiente (grados)	2.48	3.11	0.0323	2.09	3.14	0.0000
Precipitación (mm)	228.16	229.14	0.0533	226.59	229.67	0.0000
Carretera	32.75	31.04	0.0939	33.90	33.25	0.2645
Lote petrolero	9.44	9.39	0.9170	9.78	8.42	0.0000
Concesión minera	21.29	23.62	0.0043	18.11	23.12	0.0000
Concesión forestal	153.06	160.52	0.0024	152.31	161.58	0.0000
Comunidad nativa	0.42	0.82	0.0000	0.31	1.71	0.0000
Río	4.93	5.08	0.5902	4.58	7.21	0.0000
N	424	1,188		1,572	2,790	

Nota: La deforestación es la pérdida de bosque acumulada entre 2001 y 2023. Las variables: carretera, lote petrolero, concesión minera, concesión forestal, comunidad nativa y río representan la distancia en km respecto de su observación más cercana

ANEXO N° 6: EFECTOS DE CORTO PLAZO DE LAS ANP SOBRE LA DEFORESTACIÓN MEDIANTE DD ESCALONADAS

General	Grupos		Event study		Calendar	
0.003 (0.808)	g = 2008	0.004 (0.006)	e = 0	0.004 (0.013)	t = 2008	0.007 (0.005)
	g = 2010	0.036 (0.027)	e = 1	-0.033 (0.031)	t = 2009	0.007** (0.003)
	g = 2011	0.026* (0.014)	e = 2	0.020** (0.009)	t = 2010	0.045** (0.021)
	g = 2013	-0.114 (0.070)	e = 3	0.007 (0.010)	t = 2011	0.025 (0.017)
	g = 2016	0.010 (0.021)	e = 4	-0.014 (0.013)	t = 2012	0.034** (0.015)
	g = 2019	-0.008 (0.009)	e = 5	0.005 (0.012)	t = 2013	-0.017 (0.019)
			e = 6	0.027** (0.011)	t = 2014	-0.060 (0.052)
			e = 7	0.008 (0.015)	t = 2015	0.006 (0.012)
			e = 8	-0.000 (0.021)	t = 2016	0.006 (0.011)
			e = 9	-0.026 (0.039)	t = 2017	-0.000 (0.019)
			e = 10	-0.018 (0.025)	t = 2018	0.027** (0.011)
			e = 11	0.032** (0.013)	t = 2019	0.014 (0.011)
			e = 12	0.032** (0.016)	t = 2020	-0.007 (0.012)
			e = 13	0.028 (0.023)	t = 2021	0.002 (0.015)
			e = 14	0.012 (0.008)	t = 2022	-0.003 (0.024)
			e = 15	-0.000 (0.006)	t = 2023	-0.004 (0.017)
Promedio		0.000 (0.012)				0.005 (0.011)
Observaciones				654,994		

Nota. Resultados para una banda de 10 km de observaciones alrededor de las fronteras. Se incluyen controles de dos tipos: geográficos (pendiente, temperatura, suelo, lluvia y altura) y de acceso (distancias a: red vial, lote petrolero, concesión forestal, concesión minera, comunidad nativa, río). Los errores son ajustados para el agrupamiento por grillas de 10 km².

Errores estándar robustos entre paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

ANEXO N° 7: EFECTOS DE CORTO PLAZO DE LAS ZA SOBRE LA DEFORESTACIÓN MEDIANTE DD ESCALONADAS (BANDA DE 5KM)

Simple	Grupos	Event study	Calendar
-0.041*** (0.013)	g = 2008 -0.008 (0.016)	e = 0 -0.032** (0.016)	t = 2008 0.010 (0.014)
	g = 2010 -0.098*** (0.037)	e = 1 -0.015 (0.020)	t = 2009 0.006 (0.014)
	g = 2011 -0.028 (0.017)	e = 2 -0.022* (0.013)	t = 2010 -0.011 (0.018)
	g = 2013 -0.111** (0.053)	e = 3 -0.047 (0.030)	t = 2011 -0.008 (0.012)
	g = 2016 -0.048 (0.039)	e = 4 -0.050 (0.037)	t = 2012 -0.028** (0.013)
	g = 2019 -0.013 (0.012)	e = 5 -0.041* (0.023)	t = 2013 -0.031** (0.013)
		e = 6 -0.025* (0.013)	t = 2014 -0.021* (0.012)
		e = 7 -0.044** (0.018)	t = 2015 -0.020 (0.012)
		e = 8 -0.154** (0.073)	t = 2016 -0.119** (0.052)
		e = 9 -0.071*** (0.020)	t = 2017 -0.016 (0.023)
		e = 10 -0.053** (0.021)	t = 2018 -0.057** (0.022)
		e = 11 -0.033* (0.017)	t = 2019 -0.056 (0.034)
		e = 12 -0.023 (0.015)	t = 2020 -0.094** (0.043)
		e = 13 -0.026 (0.019)	t = 2021 -0.024 (0.018)
		e = 14 0.008 (0.012)	t = 2022 -0.028** (0.012)
		e = 15 0.016 (0.013)	t = 2023 -0.024 (0.017)
Promedio	-0.041*** (0.014)		-0.033*** (0.011)
Observaciones		678,661	

Nota. Resultados para una banda de 10 km de observaciones alrededor de las fronteras. Se incluyen controles de dos tipos: geográficos (pendiente, temperatura, suelo, lluvia y altura) y de acceso (distancias a: red vial, lote petrolero, concesión forestal, concesión minera, comunidad nativa, río). Los errores son ajustados para el agrupamiento por grillas de 10 km².

Errores estándar robustos entre paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

ANEXO N° 8: EFECTOS DE CORTO PLAZO DE LAS ACR SOBRE LA DEFORESTACIÓN MEDIANTE DD ESCALONADAS (BANDA DE 5km)

Simple	Grupos	Event study	Calendar
-0.019 (-0.019)	g = 2010	e = 0	t = 2010
		e = 1	t = 2011
	g = 2011	e = 2	t = 2012
		e = 3	t = 2013
	g = 2012	e = 4	t = 2014
		e = 5	t = 2015
	g = 2016	e = 6	t = 2016
		e = 7	t = 2017
	g = 2019	e = 8	t = 2018
		e = 9	t = 2019
		e = 10	t = 2020
		e = 11	t = 2021
		e = 12	t = 2022
		e = 13	t = 2023
Promedio	-0.015 (0.015)		-0.007 (0.018)
Observaciones		478,078	

Nota. Resultados para una banda de 10 km de observaciones alrededor de las fronteras. Se incluyen controles de dos tipos: geográficos (pendiente, temperatura, suelo, lluvia y altura) y de acceso (distancias a: red vial, lote petrolero, concesión forestal, concesión minera, comunidad nativa, río). Los errores son ajustados para el agrupamiento por grillas de 10 km².

Errores estándar robustos entre paréntesis

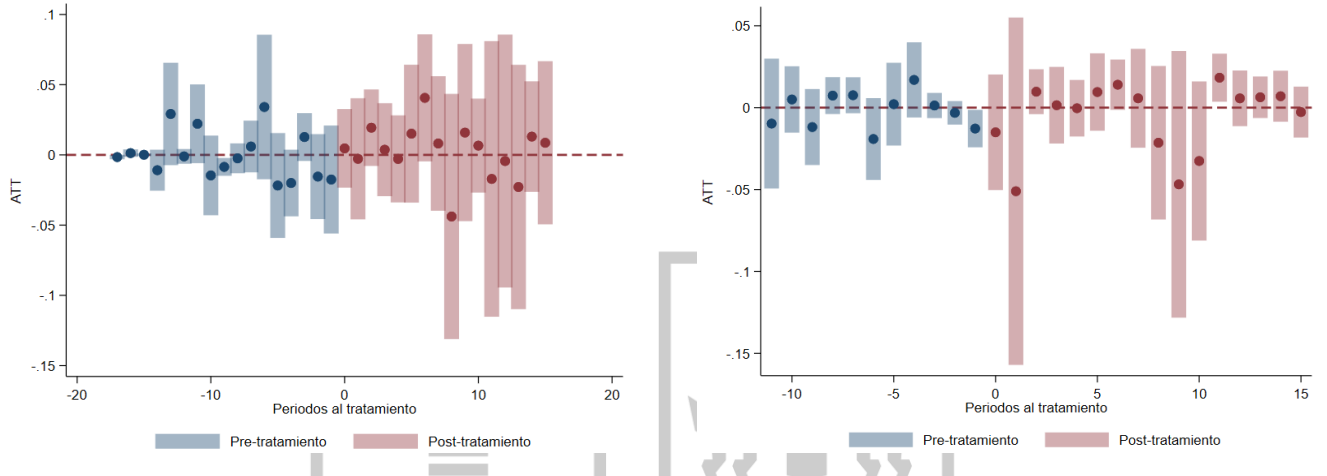
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

ANEXO N° 9: EFECTOS DE CORTO PLAZO DE LAS ANP SOBRE LA DEFORESTACIÓN MEDIANTE DD ESCALONADAS SEGÚN TIPO DE USO (BANDA DE 5km)

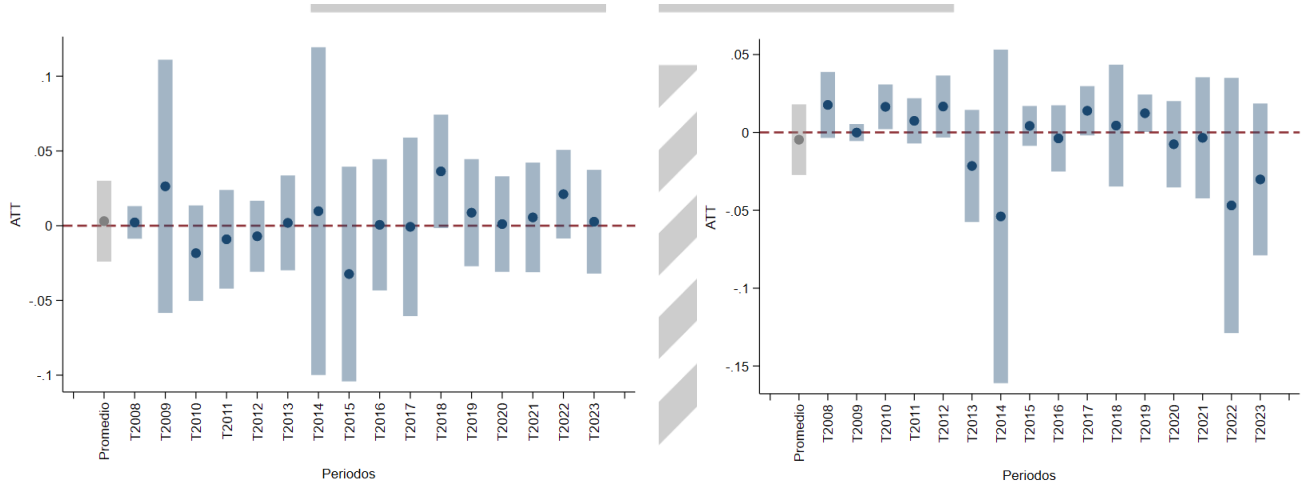
Uso indirecto

Uso directo

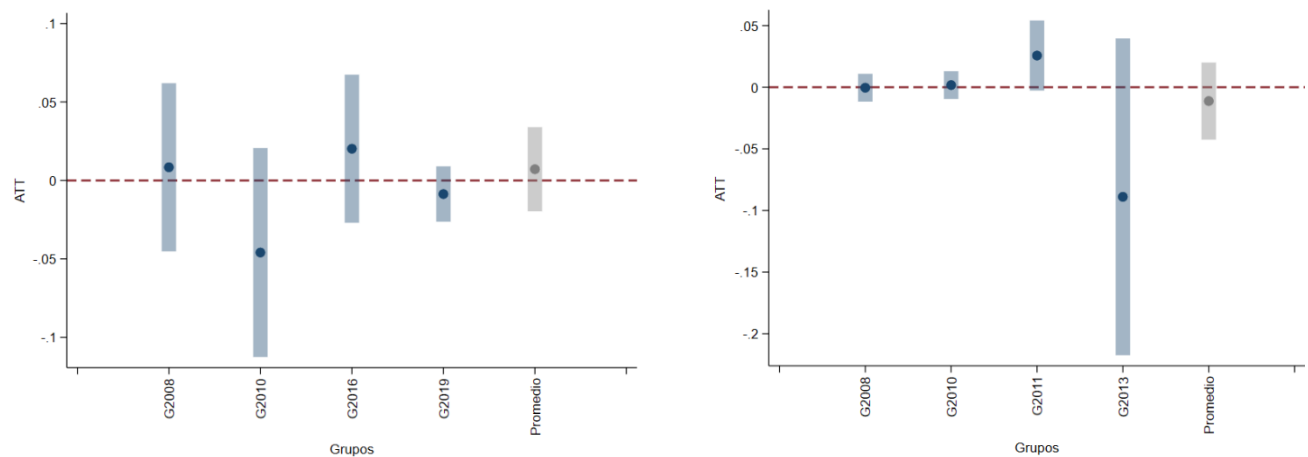
a. Efecto promedio del tratamiento según el tiempo de exposición al tratamiento



b. Efecto promedio acumulado de la política hasta un momento específico



c. Efecto promedio del tratamiento entre grupos tratados en diferentes momentos

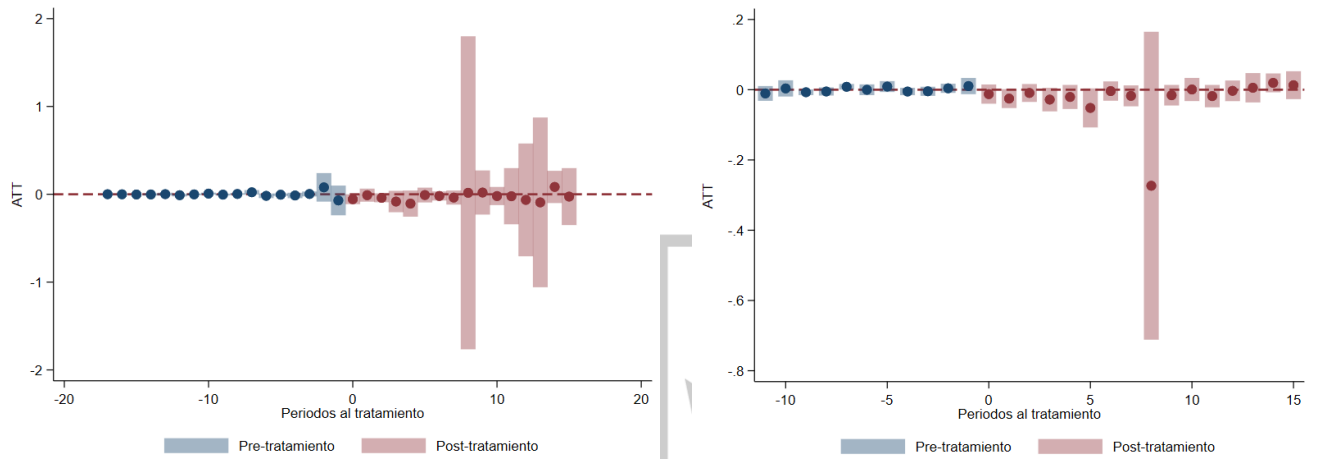


ANEXO N° 10: EFECTOS DE CORTO PLAZO DE LAS ZA SOBRE LA DEFORESTACIÓN MEDIANTE DD ESCALONADAS SEGÚN TIPO DE USO DEL ANP (BANDA DE 5km)

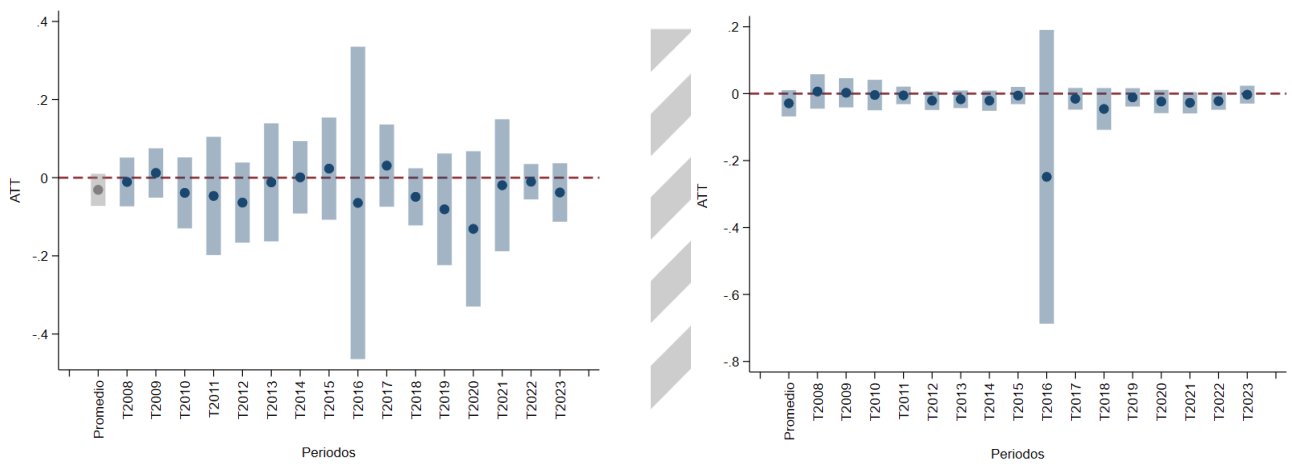
Uso indirecto

Uso directo

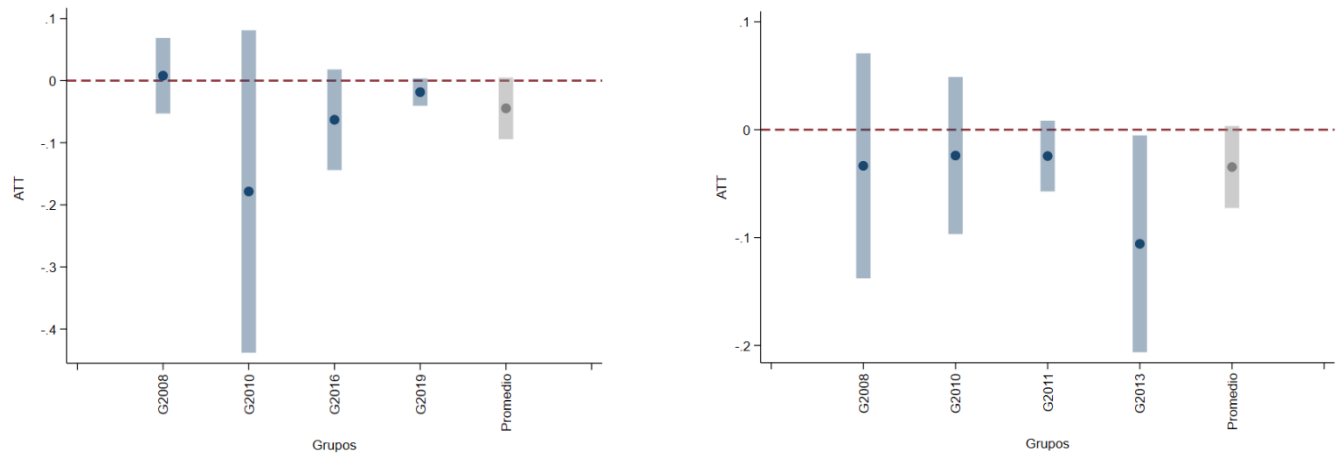
a. Efecto promedio del tratamiento según el tiempo de exposición al tratamiento



b. Efecto promedio acumulado de la política hasta un momento específico



c. Efecto promedio del tratamiento entre grupos tratados en diferentes momentos



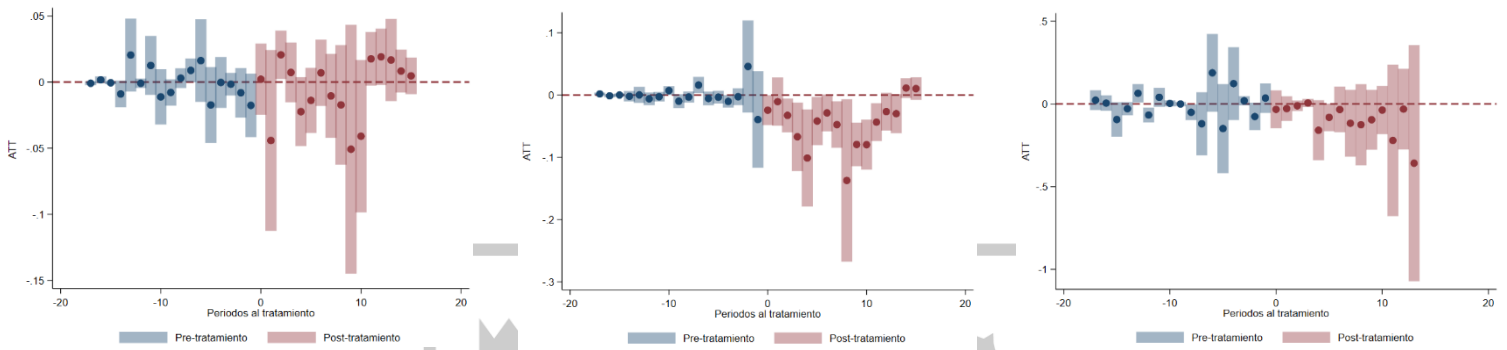
ANEXO N° 11: EFECTOS DE CORTO PLAZO DE LAS ANP, ZA Y ACR SOBRE LA DEFORESTACIÓN MEDIANTE DD ESCALONADAS (BANDA DE 10km)

Áreas Naturales Protegidas

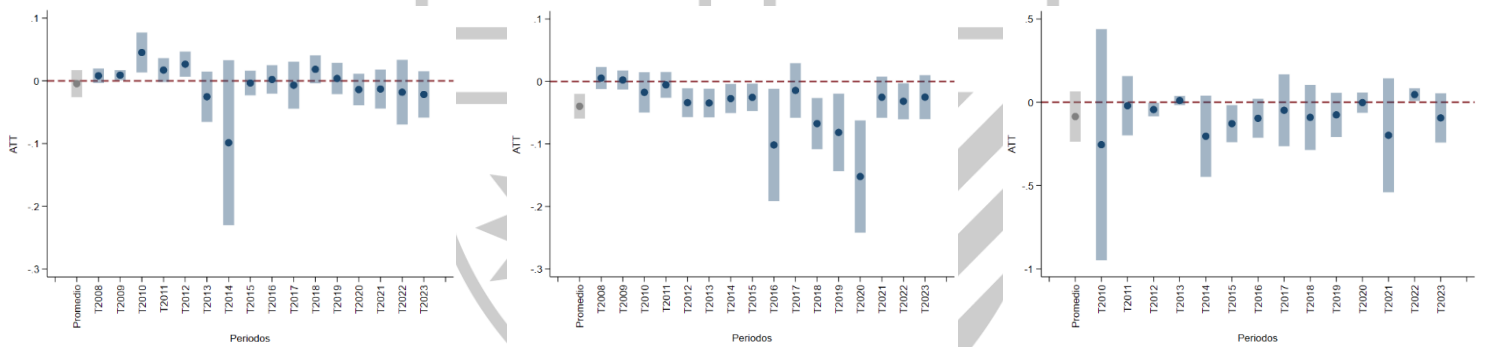
Zonas de Amortiguamiento

Áreas de Conservación Regional

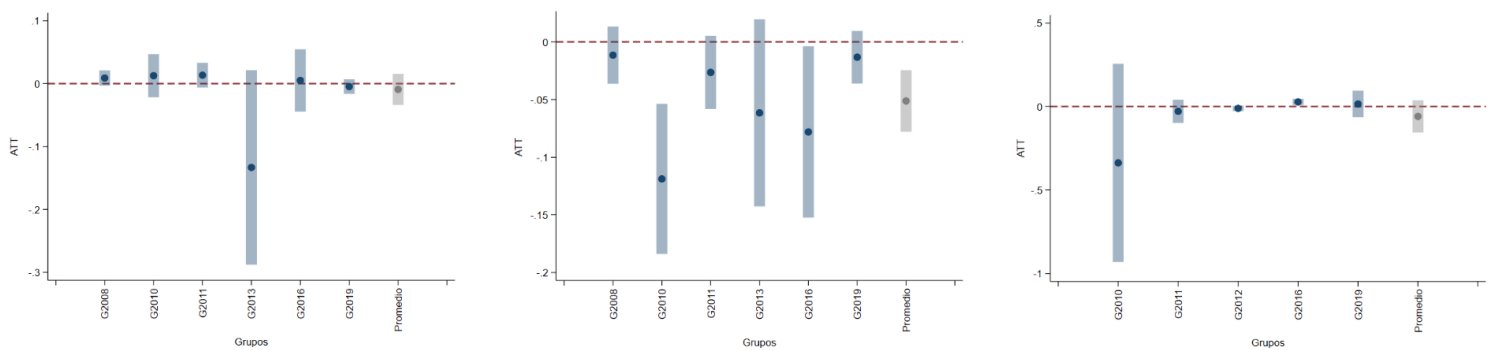
a. Efecto promedio del tratamiento según el tiempo de exposición al tratamiento



b. Efecto promedio acumulado de la política hasta un momento específico



c. Efecto promedio del tratamiento entre grupos tratados en diferentes momentos



ANEXO N° 12: ANÁLISIS DE CONTINUIDAD EN LA DEFORESTACIÓN MEDIANTE UNA APROXIMACIÓN DONUT EN LOS EFECTOS DE CORTO PLAZO DE LAS ANP, ZA y ACR MEDIANTE DD ESCALONADAS (BANDA DE 5km)

Áreas Naturales Protegidas

Zonas de Amortiguamiento

Áreas de conservación regional

0.5 km

1 km

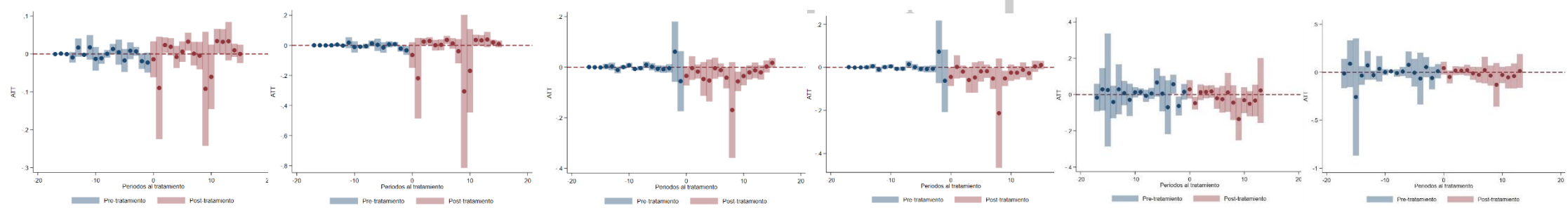
0.5 km

1 km

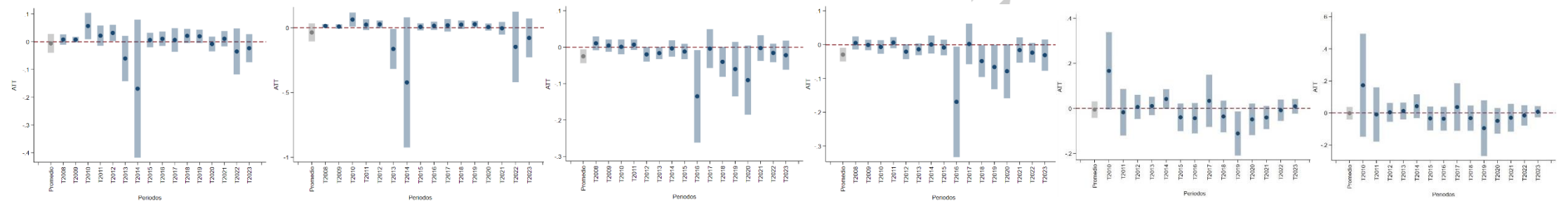
0.5 km

1 km

a. Efecto promedio del tratamiento según el tiempo de exposición al tratamiento



b. Efecto promedio acumulado de la política hasta un momento específico



c. Efecto promedio del tratamiento entre grupos tratados en diferentes momentos

