



# El paisaje óptimo de conservación para el yaguareté en la Región Chaqueña Argentina: POCY Chaco

Informe técnico - POCY Chaco – Parte II

## DESCRIPCIÓN BREVE

Diseño y elaboración del paisaje óptimo de conservación del yaguareté para la región chaqueña argentina (POCY Chaco), en base al modelado del hábitat y su conectividad, y los conocimientos e investigaciones realizadas en los últimos 20 años en la región.

### Desarrollado por:

Carlos De Angelo  
Verónica Andrea Quiroga  
Carmen Marcela López  
Lucero Corrales  
Julia Martínez Pardo  
Agustín Paviolo



*Río Cuarto, diciembre de 2023*

# El paisaje óptimo de conservación para el yaguareté en la Región Chaqueña Argentina: POCY Chaco

Informe técnico POCY Chaco – Parte II

**Equipo de trabajo:** Carmen Marcela López, Verónica A. Quiroga, Lucero Corrales, Julia Martínez Pardo, Agustín Paviolo y Carlos De Angelo – Proyecto Yaguareté (CeIBA-CONICET). **Contacto:** [carlos.deangelo@conicet.gov.ar](mailto:carlos.deangelo@conicet.gov.ar) – Tel: 0358-4676236 Int 105.

*El presente informe surge en respuesta a los objetivos y acciones del Plan Nacional de Conservación del Monumento Natural Yaguareté (Panthera onca) (p.ej. Objetivo 1 en Ramadori et al., 2016)) y el Plan de Emergencia para la Conservación del Yaguareté en el Gran Chaco Argentino (p.ej. Acción C. 1.3. en Palacios, 2017), y se encuadra en los proyectos posdoctorales de CONICET de las Dras. Carmen López y Julia Martínez Pardo, y el plan de trabajo en la Carrera de Investigador Científico del CONICET de les Dres. Verónica Quiroga, Agustín Paviolo y Carlos De Angelo. La recopilación y procesamiento de información sobre la presencia y distribución del yaguareté utilizada para la realización de este informe fue posible gracias al apoyo y colaboración del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), la Universidad Nacional de Misiones (UNaM), la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), el “Grupo de Colaboradores para la Conservación del Yaguareté en la Región Chaqueña argentina” del Proyecto Yaguareté del Centro de Investigaciones del Bosque Atlántico (CeIBA) y el CONICET, la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación (PICT 2016-4087), la Administración de Parques Nacionales (APN), el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, los Gobiernos de las Provincias de Chaco, Formosa, Santiago del Estero y Salta, el Programa de Pequeñas Donaciones (PPD) del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD, y United Nations Office for Project Services, UNOPS), la Fundación Vida Silvestre Argentina, Greenpeace Argentina e innumerables instituciones y financiadores con los que nuestro equipo ha colaborado en estos años.*

## Resumen

La pérdida y fragmentación de los ambientes naturales producida por el avance de la frontera agropecuaria constituye una de las principales amenazas para la conservación de la biodiversidad de la Región Chaqueña. Esto, sumado a la amenaza de la cacería, afecta en mayor magnitud a especies con grandes requerimientos de hábitat como el yaguareté (*Panthera onca*), que se encuentra En Peligro Crítico de extinción en Argentina. Mediante este trabajo, desde el Proyecto Yaguareté en un informe anterior desarrollamos modelos de hábitat multitemporales integrando diferentes factores socioambientales que afectan a la retracción del yaguareté y su hábitat en la Región Chaqueña de Argentina, donde aún persiste la especie. Estos modelos fueron elaborados de manera bidimensional, combinando modelos de paisaje con modelos de amenazas directas, y sobre estos modelos en el presente informe identificamos las principales áreas de conservación y manejo para esta especie y su hábitat. Las áreas núcleo y áreas núcleo potenciales identificadas fueron incluidas en un análisis de conectividad a través de corredores de costo mínimo, incorporando estos posibles corredores entre las áreas de manejo. Los resultados de estos análisis se transformaron en un paisaje de conservación diseñado para la especie en la región, con el propósito de ser utilizado como herramienta de ordenamiento territorial, en respuesta a las demandas regionales, y al Plan de Emergencia para la Conservación del Yaguareté en el Gran Chaco Argentino.

**Cita sugerida para este informe:** De Angelo, C.; Quiroga, V.; López, C.M.; Corrales, L.; Martínez Pardo, J. y A. Paviolo. 2023. *El paisaje óptimo de conservación para el yaguareté en la Región Chaqueña Argentina: POCY Chaco – Parte II*. Proyecto Yaguareté (CeIBA-CONICET). Río Cuarto, Argentina. 24 p.

## Tabla de contenidos

Resumen .....	1
Tabla de contenidos .....	2
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos .....	3
Introducción.....	3
Desarrollo del paisaje de conservación .....	4
Área de estudio.....	4
Modelo combinado de dos dimensiones.....	5
Áreas de manejo para el yaguareté en el Chaco Argentino .....	6
Detalle metodológico de clasificación de áreas de manejo.....	6
Análisis de conectividad del hábitat y detección de potenciales corredores.....	10
El Paisaje Óptimo para la Conservación del Yaguareté en la Región Chaqueña Argentina.....	12
El POCY Chaco y el Ordenamiento Territorial de Bosques .....	16
Visor del POCY Chaco.....	17
POCY Chaco: Conclusiones generales .....	18
Referencias.....	21
Apéndices.....	23
Apéndice I .....	23
Centralidad de áreas núcleos y corredores .....	23
Detección de cuellos de botella .....	23

## Objetivo general

Desarrollar un paisaje de conservación para el yaguareté (*Panthera onca*), que sirva como herramienta para la planificación y el ordenamiento territorial de la Región Chaqueña. Este objetivo se abordó en dos partes, donde en el presente informe se desarrollan los dos últimos objetivos específicos.

## Objetivos específicos

Sobre la base de información recopilada previamente referente a la historia reciente (del 2000 al 2020) y a la condición actual de la población del yaguareté en la Región Chaqueña de Argentina, y el modelo bidimensional que desarrollamos de la distribución del hábitat del yaguareté en la Región Chaqueña Argentina (López *et al.*, 2023), en el presente informe desarrollamos los siguientes objetivos específicos:

1. Un análisis de conectividad entre las áreas núcleo de hábitat detectadas para la región y con las áreas vecinas donde aún persisten poblaciones de la especie (áreas núcleo o corredores ya definidos en países o ecorregiones cercanas), complementando los resultados del punto anterior.
2. Un paisaje de conservación para la especie en la Región Chaqueña, transformando las características de la calidad y conectividad del hábitat en propuestas de manejo y gestión espacialmente explícitas para la especie y su hábitat.

## Introducción

Actualmente, la situación del yaguareté en la Región Chaqueña Argentina es crítica (Quiroga *et al.*, 2014; Paviolo *et al.*, 2019), con altas tasas de desmonte (Piquer-Rodríguez *et al.*, 2015; Baumann *et al.*, 2017; Romero-Muñoz *et al.*, 2019) que hacen que la disponibilidad de grandes superficies continuas de hábitat apto para la especie sea muy baja. Para sostener poblaciones viables de yaguareté se necesitan no solo bosques en buen estado de conservación, sino con una alta disponibilidad de presas y niveles bajos de cacería (Romero-Muñoz *et al.*, 2019). En la actualidad, la mayor superficie del territorio chaqueño argentino donde aún se distribuye la especie, no reúne las condiciones suficientes para el mantenimiento de poblaciones saludables de la especie debido principalmente a los desmontes y la cacería (Quiroga *et al.*, 2014; Di Bitetti *et al.*, 2016; Romero-Muñoz *et al.*, 2019). Como resultado, el yaguareté en Argentina se encuentra en Peligro Crítico de Extinción, y en la Región Chaqueña en particular se sostiene una población que no superaría los 20 individuos (Di Bitetti *et al.*, 2016; Paviolo *et al.*, 2019).

Durante las últimas dos décadas y mediante diversos métodos de muestreo, desde el Proyecto Yaguareté (CONICET/CeIBA), y en un esfuerzo interinstitucional, estudiamos el estado poblacional de la especie y su problemática de conservación, recolectando datos confirmados de presencia de yaguareté en la Región Chaqueña Argentina, así como de la relación de la especie con el entorno y los pobladores rurales (Quiroga *et al.*, 2014; Cruz *et al.*, 2017; Quiroga *et al.*, 2018; Quiroga *et al.*, 2019). Durante estos años realizamos relevamientos con cámaras trampa, huelleros, entrevistas a pobladores rurales, recorridos de búsqueda de rastros (Quiroga, 2013; Quiroga *et al.*, 2014), y desde el año 2015 llevamos adelante un monitoreo participativo que se sostiene en colaboración permanente con numerosas instituciones y pobladores locales (Cirignoli, 2017; Cruz *et al.*, 2017; Quiroga *et al.*, 2018). Esto nos permitió brindar la base de la información para la elaboración del Plan de Emergencia para la Conservación del Yaguareté en Región Chaqueña (Palacios, 2017), y luego desarrollar acciones identificadas como prioritarias en este Plan y por la Subcomisión Chaqueña para la Conservación del Yaguareté. Una de las acciones importantes abordadas por nuestro equipo, es el

sostenimiento de un sistema de alerta y monitoreo de la presencia de la especie que a su vez genera un insumo muy valioso de información para desarrollar otra de las acciones previstas en el Plan: construir un modelo de aptitud de hábitat del yaguareté espacialmente explícito, aplicado al manejo y gestión de la especie para su conservación en la región (Acción C. 1.3.; Palacios, 2017).

El paisaje óptimo de la conservación del yaguareté (POCY) es una herramienta construida a partir de análisis en sistemas de información geográfica y orientada hacia el manejo y toma de decisiones, que ya hemos desarrollado para la población de yaguaretés del Corredor Verde de Misiones (De Angelo, 2009; Schiaffino *et al.*, 2011; De Angelo *et al.*, 2013). Dicha herramienta ha sido de gran importancia para focalizar esfuerzos de conservación y planificación territorial para esta población de yaguaretés y su hábitat (Martínez Pardo *et al.*, 2017), colaborando así en la recuperación de la población de la especie en esa provincia (Paviolo *et al.*, 2016; Paviolo *et al.*, 2019). La Ley Nacional de Presupuestos Mínimos de Bosques Nativos (Ley 26.331, 2007) prevé que para el Ordenamiento de los Bosques Nativos las provincias deben considerar el hábitat disponible para asegurar la supervivencia de las comunidades biológicas, en especial para las grandes especies de carnívoros y herbívoros (Criterio 1). De este modo, contar con la información sobre la distribución y áreas críticas para la conservación del yaguareté es un insumo clave para el ordenamiento de los bosques chaqueños del norte del país. Existen en este sentido demandas específicas desde, por ejemplo, el requerido proceso de actualización del OTBN de provincias como Chaco, Salta y Corrientes, o de acreditación e implementación como es el caso de Formosa y Santiago del Estero (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023). Por ello, generar esta herramienta para la Región Chaqueña es clave para gestionar el ordenamiento territorial de las provincias de la región utilizando como base criterios para la conservación del yaguareté y su hábitat.

Desde el Proyecto Yaguareté hemos estado trabajando en los últimos años para recopilar no solo información clave sobre la presencia de la especie sino también la información referente a las condiciones que determinan la disponibilidad y conectividad del hábitat de la especie en la región. A partir de ello, elaboramos modelos bidimensionales del hábitat para el yaguareté en la región chaqueña argentina que forman parte del primer informe que elaboramos sobre esta temática (López *et al.*, 2023). **En el presente informe damos continuidad a ese trabajo, y partimos desde esos modelos para determinar las principales áreas de manejo para la especie y transformarlos en un instrumento que será clave para guiar los esfuerzos para la conservación y recuperación de la especie en la Región Chaqueña Argentina.**

## Desarrollo del paisaje de conservación

### Área de estudio

Al igual que en la primera etapa de este trabajo (López *et al.*, 2023), el área de estudio está comprendida dentro las ecorregiones de Chaco Seco y Chaco Húmedo argentino (Morello *et al.*, 2012), abarcando el área actual de distribución del yaguareté en el Chaco argentino y las áreas de distribución potencial (Paviolo *et al.*, 2019). Está centrada en las provincias de Chaco y Formosa, incluyendo también el norte de Santiago del Estero y el este de la provincia de Salta. Tuvimos en cuenta además en el análisis la región colindante del sur de Paraguay y sudeste de Bolivia de manera de considerar sus posibles conexiones con otras poblaciones adyacentes (Figura 1), abarcando un total de 30.299.938 hectáreas.

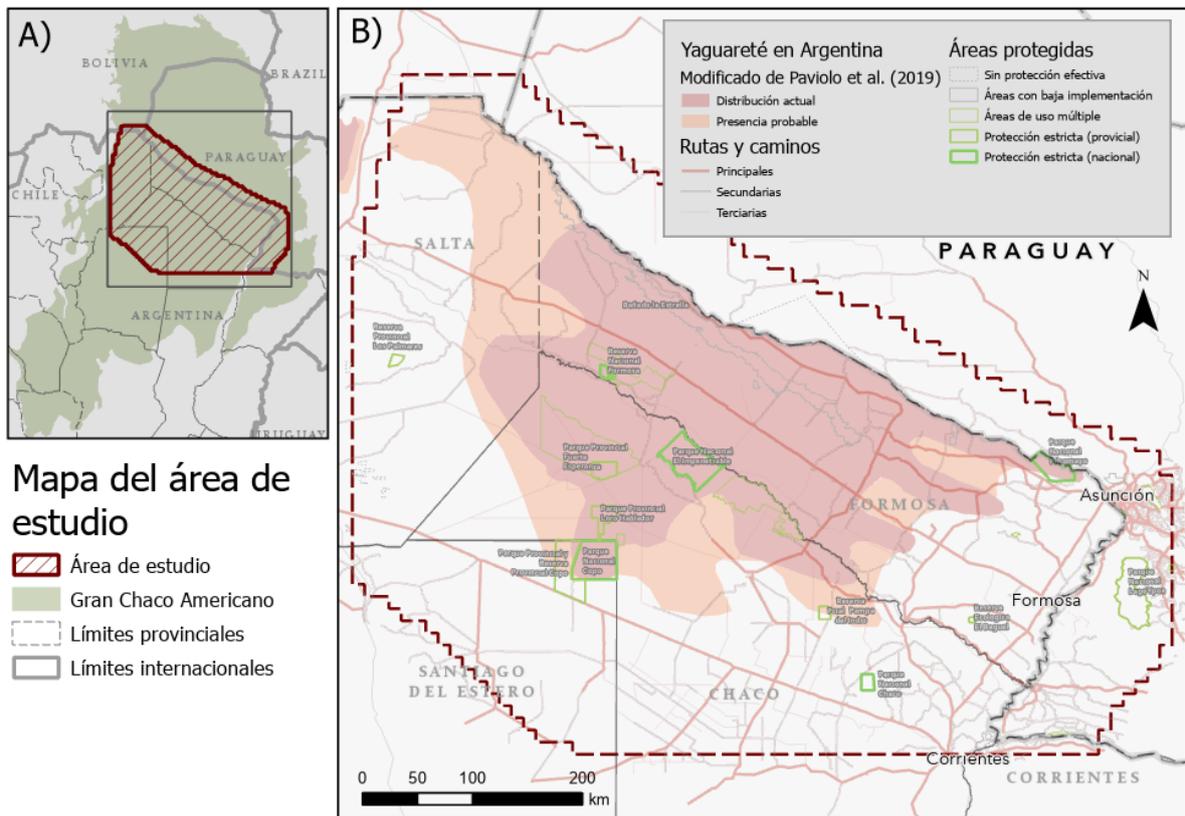


Figura 1. Delimitación del área de trabajo para desarrollar el paisaje de conservación del yaguareté en la Región Chaqueña Argentina que se corresponde con lo ya analizado en la primera etapa de este trabajo (López *et al.*, 2023). A) Ubicación del área de estudio dentro del Gran Chaco Americano (el recuadro indica el área ampliada). B) Delimitación del área de estudio en relación con la distribución actual estimada del yaguareté en la Región Chaqueña Argentina.

### Modelo combinado de dos dimensiones

En la primera etapa de este trabajo ya reportada en López *et al.* (2023), desarrollamos modelos de hábitat multitemporales integrando diferentes factores socioambientales que afectan a la retracción del yaguareté y su hábitat en la Región Chaqueña de Argentina. Estos modelos fueron elaborados de manera bidimensional, desarrollando modelos de paisaje y modelos de amenazas directas, identificando las principales áreas de conservación para esta especie y su hábitat. Los mejores modelos seleccionados en cada una de las dimensiones (disponibilidad de recursos y amenaza de caza) fueron combinados en un modelo bidimensional para definir las áreas núcleo (áreas con las mejores características en ambas dimensiones), diferenciadas de aquellas áreas que puedan estar funcionando como potenciales sumideros o sumideros atractivos, refugios y sumideros para la especie (Naves *et al.*, 2003; De Angelo, 2009; De Angelo *et al.*, 2013; Romero-Muñoz *et al.*, 2019). Este trabajo resultó en el modelo en dos dimensiones sobre la aptitud del hábitat del yaguareté para la Región Chaqueña Argentina (Figura 2)(López *et al.*, 2023).

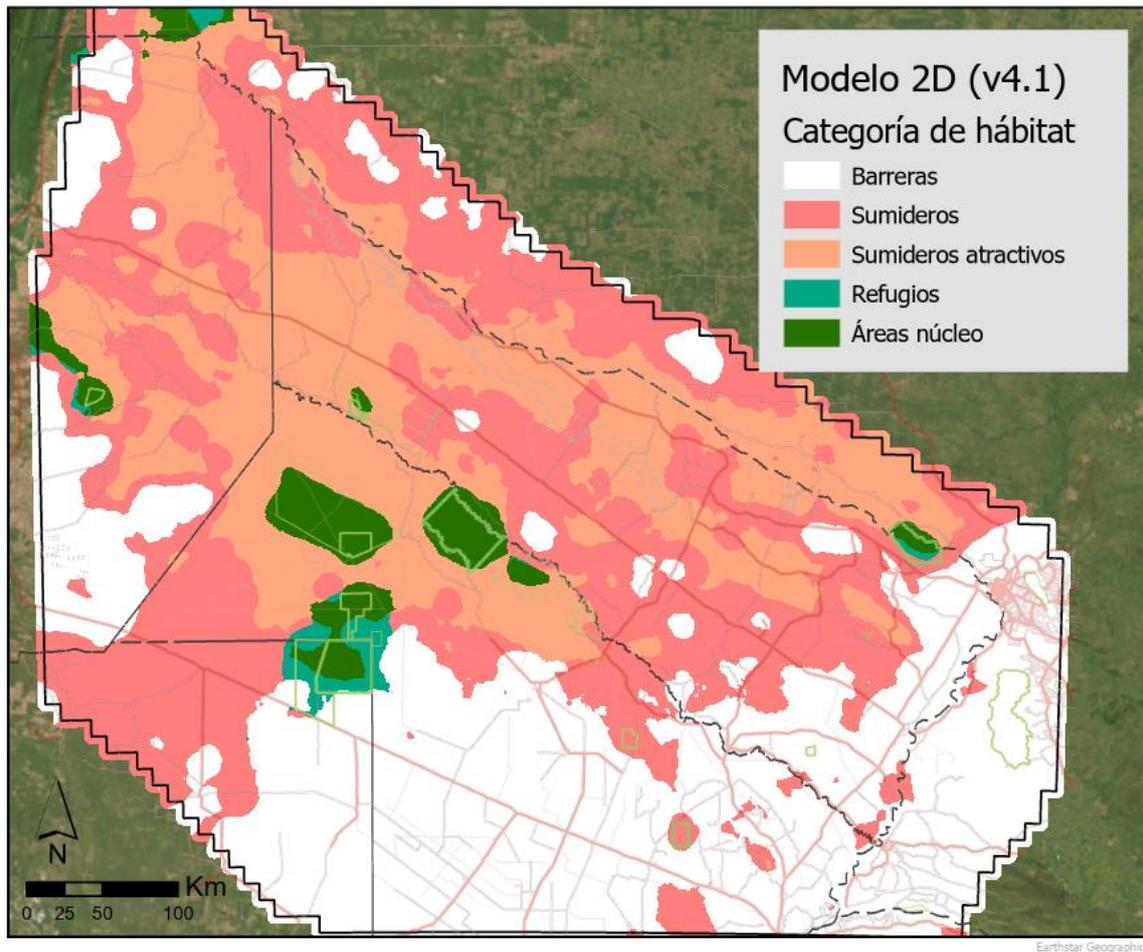


Figura 2. Representación del modelo de dos dimensiones sobre la aptitud del hábitat del yaguareté para la Región Chaqueña Argentina (López *et al.*, 2023).

### Áreas de manejo para el yaguareté en el Chaco Argentino

A partir de los modelos descritos en López *et al.* (2023) y resumidos en la Figura 2, se transformaron las características de la calidad del hábitat hacia propuestas de manejo espacialmente explícitas para la especie y su hábitat, apuntando a lo que llamamos un “paisaje de conservación” que permita delinear y orientar las acciones de manejo planteadas en el Plan de Emergencia para la Conservación del Yaguareté en Chaco (Palacios, 2017). Para ello, utilizamos como guía la experiencia del Plan de Conservación del Yaguareté en el Corredor Verde de Argentina y Brasil, y su paisaje de conservación 2010 y 2020 desarrollados por nuestro equipo de trabajo (Schiaffino *et al.*, 2011; De Angelo, 2020).

#### Detalle metodológico de clasificación de áreas de manejo

A partir de las diferentes subcategorías que es posible crear utilizando los cambios en la capacidad predictiva de los modelos de cada dimensión (ver López *et al.*, 2023), subdividimos el modelo bidimensional para contar con mayor detalle de dónde las acciones de manejo serán más efectivas (Figura 3). Las **áreas núcleo** fueron mantenidas solo para aquellas que representaran una superficie continua de más de 20 mil hectáreas, ya que por debajo de este valor se trataba solo de áreas de menos de 5 mil hectáreas que fueron recategorizadas como **núcleos potenciales que necesitan recuperación de hábitat** de su entorno.

Los sumideros atractivos que presentan las mejores condiciones del paisaje o de disponibilidad de recursos, son aquellos donde las acciones de protección del hábitat serán mucho más efectivas en convertirlas en áreas núcleo o posibles áreas de conexión como corredores o *stepping stones*. De este modo, los sumideros atractivos de mejores condiciones (categoría 35 de las Figura 3 y Figura 4) fueron propuestos como **núcleos potenciales donde es necesario focalizarse en reducir amenazas**. Los sumideros atractivos con paisajes algo más degradados (cat. 34) o mayor grado de amenaza (cat. 25), fueron categorizados como **áreas de conexión y expansión primarias**. Los sumideros atractivos con mayor degradación y amenaza relativa (cat. 24) fueron categorizados como **áreas de conexión y expansión secundarias**, y los sumideros con las mejores condiciones relativas (cat. 33) como **áreas de conexión y expansión terciarias** (Figura 3 y Figura 4).

Para los refugios (áreas con paisajes degradados, pero relativamente bajos niveles de amenaza), consideramos como **potenciales áreas núcleo que necesitan recuperación** aquellas con condiciones de paisaje algo mejores (cat. 43 y 53) (Figura 3 y Figura 4). Estas áreas se destacan como prioritarias para la implementación de acciones de recuperación y restauración del paisaje en su interior y en su entorno, con mayor efecto para transformarlas en áreas núcleo. Por este motivo, se realizó un buffer de 11 km (escala utilizada para las variables de entorno) alrededor de estas áreas para determinar zonas que deberían ser restauradas para favorecer positivamente en las condiciones de las áreas núcleo potenciales (Figura 3 y Figura 4) (Schiaffino *et al.*, 2011). Un procedimiento similar aplicamos a los refugios con condiciones más pobres (cat. 42 y 52) sobre los cuales se realizó un buffer de la mitad de distancia (5,5 km), y en conjunto, estos buffers y estos refugios de condiciones más pobres, se categorizaron como **áreas a recuperar** (Figura 3 y Figura 4). Finalmente, los sumideros con mayores niveles de amenaza o degradación de paisaje (cat. 22, 23 y 32; Figura 3 y Figura 4) fueron considerados como **áreas de amortiguamiento y expansión**, hacia donde se pueden delinear acciones de manejo que permitan la existencia de la especie y expansión o conexión con otras áreas.

A)

Disponibilidad de recursos	Más recursos	15	25	35	45	55
		14	24	34	44	54
		13	23	33	43	53
		12	22	32	42	52
	Menos recursos	11	21	31	41	51
		Más amenazas				Menos amenazas
		<b>Amenaza</b>				

B)

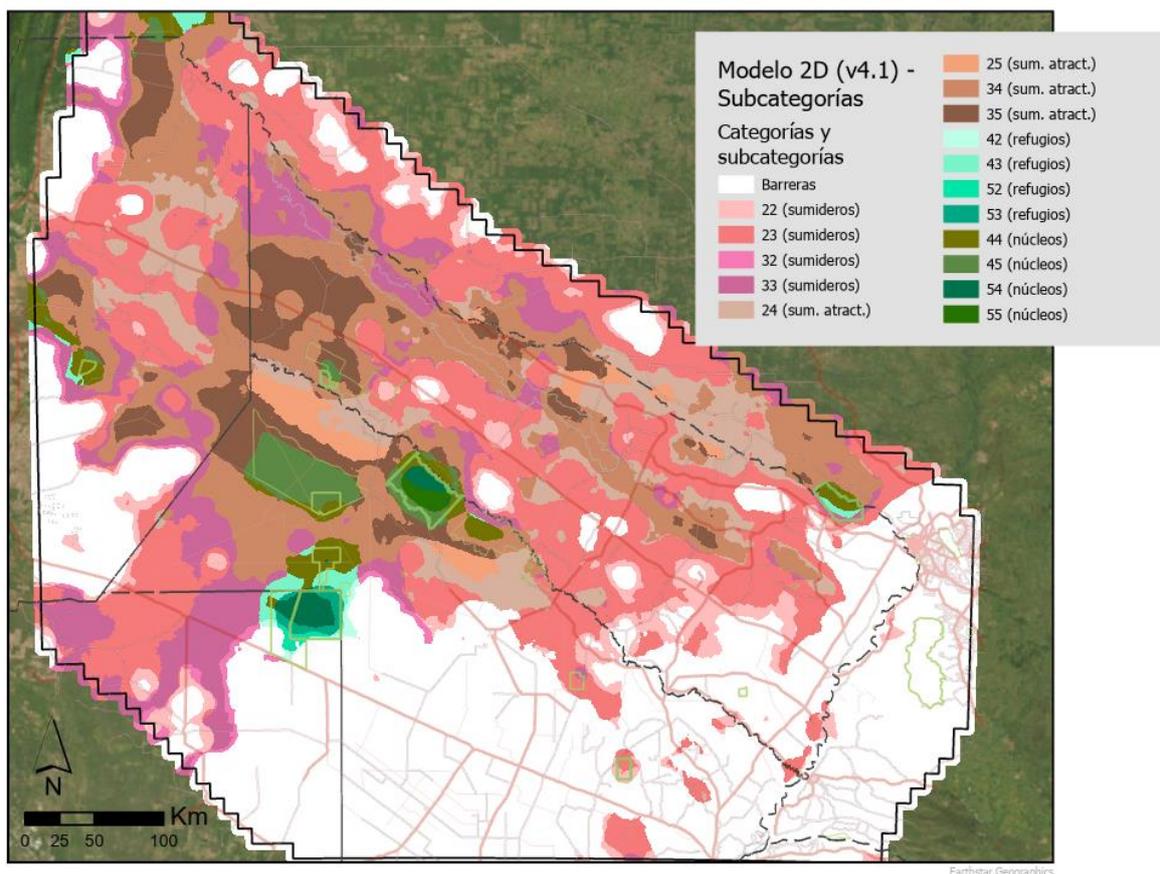


Figura 3. Subdivisión de las categorías del modelo bidimensional del hábitat para el yaguareté en la Región Chaqueña Argentina. A) Esquema gráfico de la subdivisión, mostrando con números las diferentes subcategorías dentro de las cinco grandes categorías del modelo: áreas núcleo, sumideros atractivos, refugios, sumideros y barreras. B) Representación en el mapa de las subcategorías para toda el área de estudio (las barreras se muestran en blanco como una sola subcategoría para simplificar).

Disponibilidad de recursos	Más recursos	15	Áreas de conexión y expansión primarias	Núcleos potenciales (necesitan protección)	45	55
		14	Áreas de conexión y expansión secundarias	Áreas de conexión y expansión primarias	Áreas núcleo	
	Barreras	13	Áreas de amortiguamiento y expansión	Áreas de conexión y expansión terciarias	Núcleos potenciales (necesitan recuperación de entorno)	
		12	Áreas de amortiguamiento y expansión	Áreas de amortiguamiento y expansión	Áreas a recuperar (necesitan restauración)	
	Menos recursos	11		31 Barreras	41	51
		Más amenazas				Menos amenazas
<b>Amenaza</b>						

Figura 4. Reagrupamiento de las subcategorías del modelo bidimensional en categorías de manejo para el Paisaje Óptimo de Conservación del Yaguareté para la Región Chaqueña Argentina. Los números que se observan de fondo corresponden a las subcategorías de la Figura 3 y el mapa resultante de este reagrupamiento en la Figura 5.

Mediante estas agrupaciones de las subcategorías en áreas de manejo obtuvimos la base del paisaje de conservación (Schiaffino *et al.*, 2011; De Angelo *et al.*, 2013; De Angelo, 2020). En este paisaje preliminar se observan las principales categorías de hábitat para el yaguareté en la Región Chaqueña Argentina en su situación actual, categorizadas según las acciones de manejo necesarias para conservar a la especie y recuperar sus poblaciones (Figura 5).

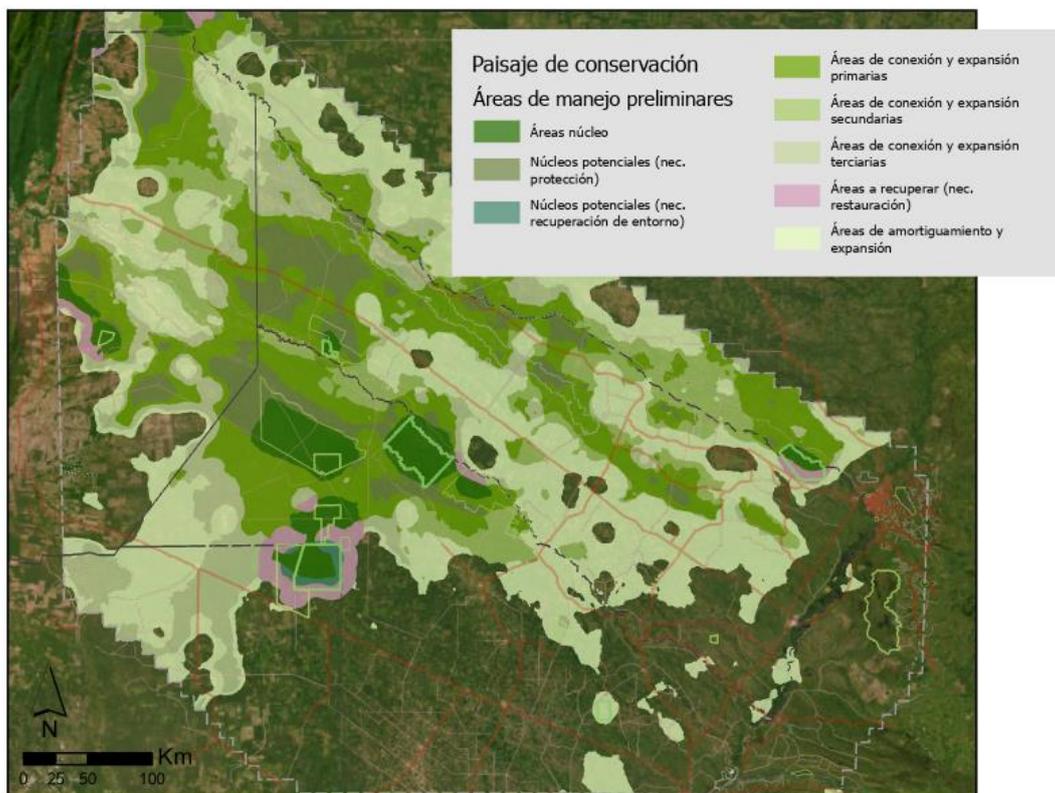


Figura 5. Categorías de manejo preliminares del paisaje de conservación para el yaguareté en la Región Chaqueña Argentina. Sobre estas categorías se realizó el análisis de conectividad para completar la definición de áreas de manejo (ver más abajo).

### Análisis de conectividad del hábitat y detección de potenciales corredores

Los modelos de hábitat se centran en poder predecir y describir las condiciones relativas de las diferentes áreas del Chaco Argentino para la persistencia del yaguareté. Sin embargo, otro aspecto central para el sostenimiento y recuperación de una población de yaguareté en la región es la conectividad del hábitat entre las áreas de mayor importancia. Sin esta condición, las áreas remanentes difícilmente podrían mantener o, mejor aún, recuperar una población de la especie. Por lo tanto, estas áreas definidas como potenciales corredores deben ser incorporadas al paisaje de conservación. A partir de los modelos de hábitat generados y la categorización de las áreas de manejo, realizamos un análisis de conectividad y definición de posibles corredores en el área de estudio. Para este análisis, primero fue necesario definir los nodos a conectar, construir una superficie de fricción (o superficie de “costo” que define cuán difícil es para la especie moverse en el paisaje), y finalmente determinar las áreas de menor costo de movimiento que pueden constituir corredores de conservación (Rabinowitz y Zeller, 2010; De Angelo *et al.*, 2013; Ceballos *et al.*, 2021).

Los nodos fueron definidos principalmente sumando las áreas núcleo y las áreas núcleo potenciales, y sumadas a ellas, posibles puntos de conexión con poblaciones de yaguareté vecinas como pueden ser las Yungas al oeste u otras regiones del Chaco en Paraguay hacia el norte (que en ese caso ya estaban representados por áreas núcleo detectadas en el análisis). Por otro lado, incorporamos una zona de conservación privada sobre el río Bermejo en la provincia de Chaco, que no había quedado representada por las áreas de manejo, pero que, debido a la recurrencia de yaguareté en ese sitio y áreas aledañas, consideramos de alta importancia (Figura 6). Fusionamos las áreas contiguas para simplificar el procesamiento, y separamos aquellos que fueran cortados por las rutas principales de la región. Seleccionamos luego solo los nodos de más de 5 mil hectáreas ubicados en territorio argentino y realizamos el análisis con los 24 nodos resultantes (Figura 6).

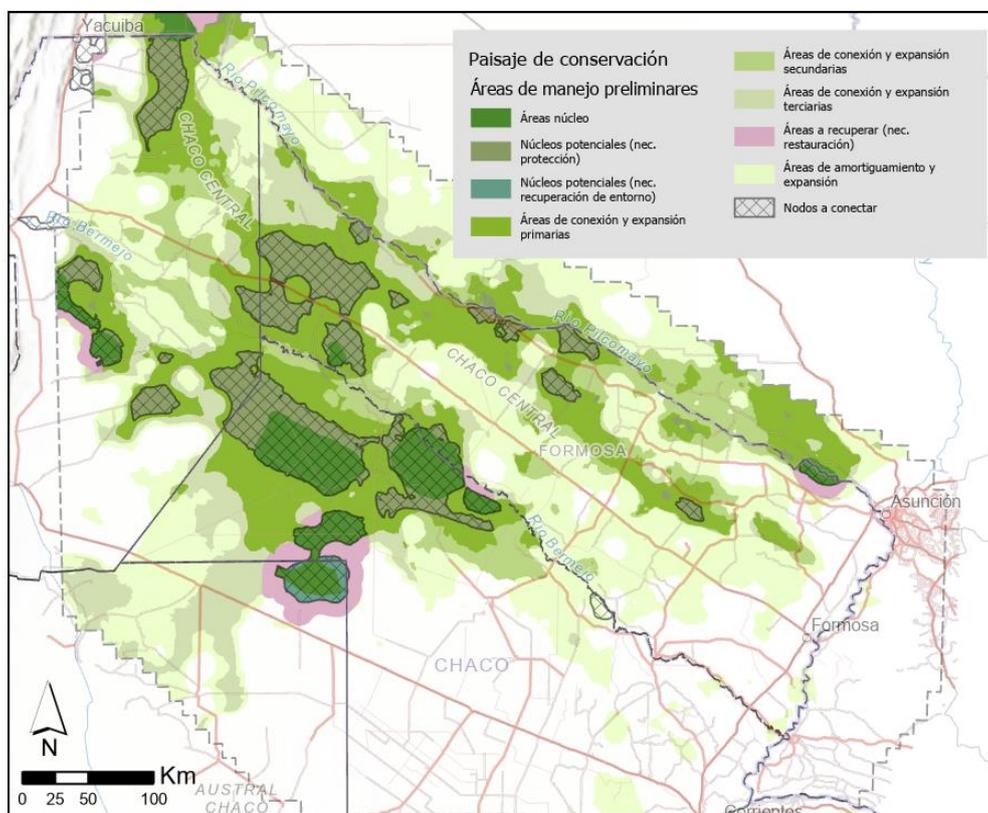


Figura 6. Distribución de los 24 nodos seleccionados para el análisis de conectividad que incluyen a las áreas núcleo y áreas núcleo potenciales, y a ciertos puntos de potencial conexión con las Yungas Argentinas y zonas de conservación privadas donde se ha registrado al yaguareté recientemente con mucha frecuencia.

Otro punto fundamental del análisis de conectividad es la definición del costo relativo de movimiento para el yaguareté en el área de estudio (Zeller *et al.*, 2012). Para este punto, utilizamos como superficie de fricción (o “costo”) a la inversa de los modelos de hábitat desarrollados, combinando los mejores modelos en cada dimensión (Zeller *et al.*, 2012; De Angelo *et al.*, 2013), sumando el efecto barrera de las rutas principales en el área de estudio (Paviolo *et al.*, 2016; Martínez Pardo *et al.*, 2017). En particular, transformamos el modelo de cada dimensión a su inversa siguiendo a Martínez Pardo *et al.* (2023), y reescalamos a valores de fricción de 1 (fricción mínima) a 100 (fricción máxima) utilizando la herramienta Rescale by Function y la función Large de ArcGIS Pro 3.2 de manera de incrementar el costo relativo de transitar por las áreas de menor calidad de hábitat. Luego, sumamos ambos modelos de manera que la superficie de fricción fuera consistente con el modelo bidimensional utilizado para la definición de categorías (i.e. áreas de máximo costo de movimiento se corresponden con áreas de menor disponibilidad de recursos y mayores amenazas). A fines de optimizar las acciones de manejo sobre los corredores, superpusimos a esta capa con el mapa de deforestación de la región para 2020 extraído de MapBiomass Chaco colección 2, de manera de que las áreas sin cobertura boscosa duplicaran su valor de fricción. A su vez, superpusimos las rutas asphaltadas y los ejidos urbanos con un valor de fricción máxima de 1500 unidades de costo ya que en general representan importantes barreras en la conectividad para especies como el yaguareté, principalmente por el grado de amenaza asociado a estas áreas (Martínez Pardo *et al.*, 2023). Esto resultó en un mapa de fricción que representó la inversa de ambos modelos pero que incorporó también ciertas condiciones actuales del paisaje que se conoce que interfieren en el movimiento de los jaguares como las rutas principales y las áreas sin coberturas (Colchero *et al.*, 2011; Thompson *et al.*, 2021).

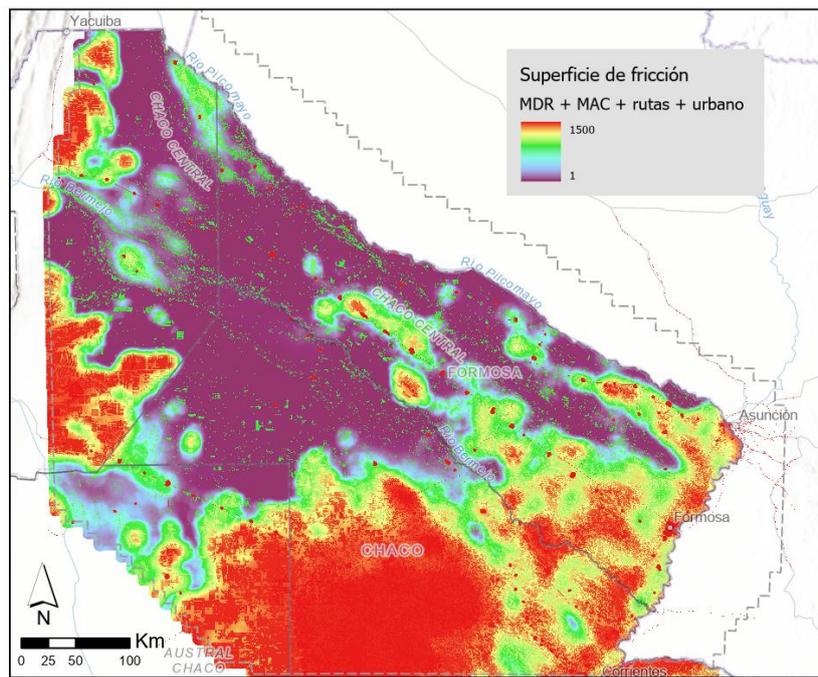


Figura 7. Superficie de fricción construida a partir de la suma reescalada de la inversa de los modelos de hábitat (MDR y MAC), e incorporando el efecto de las áreas sin cobertura boscosa y la presencia de áreas urbanas y las rutas asphaltadas.

Se realizó el análisis de corredores de menor costo entre las áreas núcleo identificadas, mediante el programa Linkage Mapper v3.1.0 (McRae y Kavanagh, 2011), donde se utilizó la herramienta *Build Network and Map Linkages* para detectar los caminos de menor costo y áreas de potenciales corredores entre todas las áreas núcleo adyacentes entre sí. Las áreas potenciales de corredores resultantes fueron reclasificadas usando como referencia el camino de menor costo “más costoso” en cuanto a su costo-distancia acumulado, y sumando porcentajes de 0,25% adicional de costo

acumulado sobre esa base y así definir las áreas que se recategorizaron como corredores de las áreas de manejo del paisaje de conservación (Figura 8). Un trabajo más detallado sobre la centralidad de corredores y nodos, y la detección de cuellos de botella en los corredores se detalla en el Apéndice .

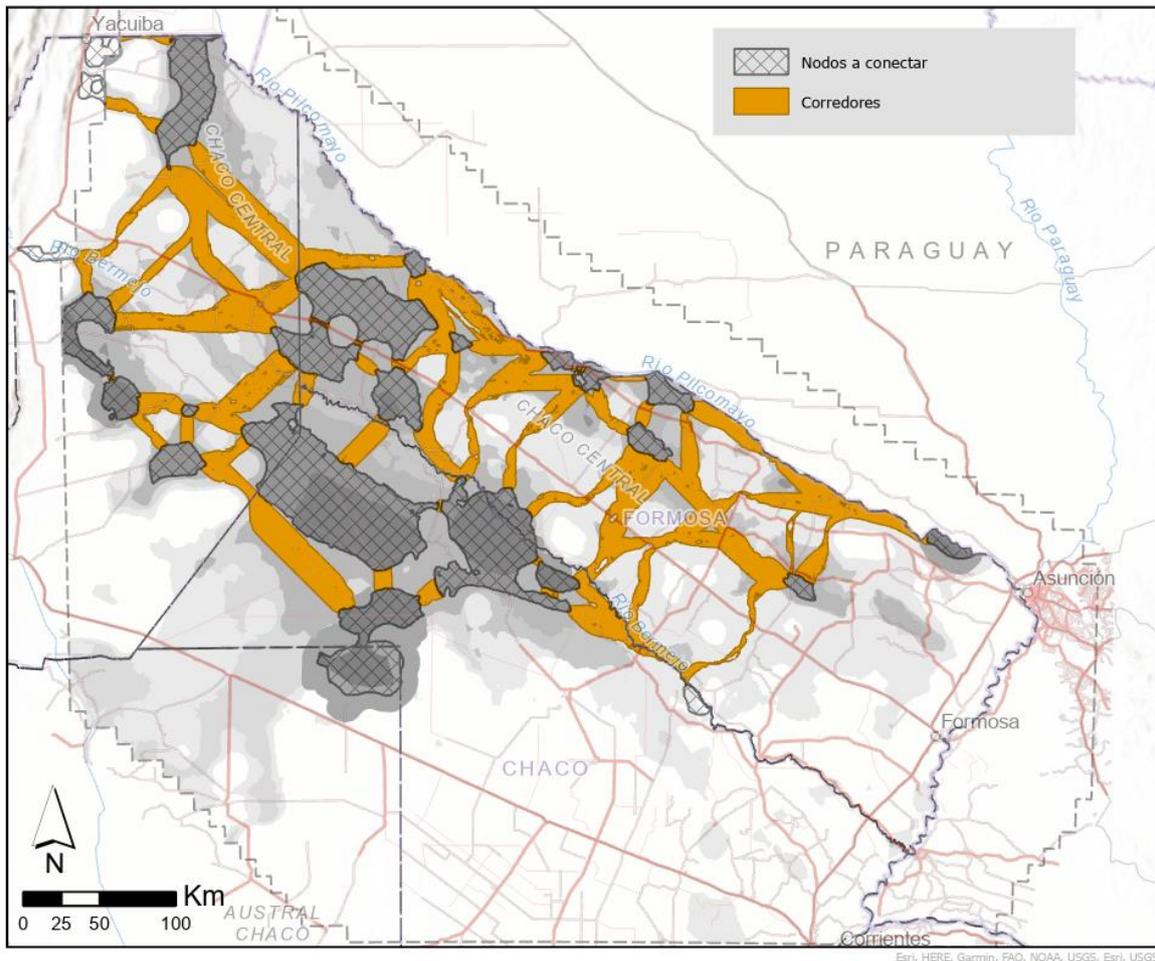


Figura 8. Áreas seleccionadas como corredores a incorporarse al paisaje de conservación para el yaguareté en la Región Chaqueña Argentina.

### El Paisaje Óptimo para la Conservación del Yaguareté en la Región Chaqueña Argentina

Fusionando las categorías definidas como áreas de conservación con la definición de las áreas de corredores primarios y secundarios, constituimos el Paisaje Óptimo para la Conservación del Yaguareté en la Región Chaqueña Argentina: **POCY Chaco** (Figura 9 y Figura 10).

Este paisaje pretende ser una herramienta de manejo y toma de decisiones a escala regional que sirva de soporte de las acciones de conservación para el yaguareté y otras especies de la región (Ramadori *et al.*, 2016; Palacios, 2017). Al tratarse de un modelo que incorpora las variaciones temporales del paisaje, este mapa representa las condiciones para el año 2020 pero permite ser un modelo dinámico que se pueda actualizar periódicamente tal y como lo prevé el Plan de Emergencia para la especie (Palacios, 2017).

Dentro de las categorías definidas en este paisaje de conservación se destacan las siguientes acciones prioritarias para cada una de ellas:

**ÁREAS NÚCLEO:** Constituidas por aquellas áreas que aún mantienen condiciones del hábitat relativamente buenas para el yaguareté y donde las presiones humanas son menores, lo que

determina las regiones con mayor probabilidad de encontrar y conservar a la especie, y donde puedan constituirse fuentes poblacionales. Las principales áreas núcleo se encuentran representadas por las zonas del Parque Nacional El Impenetrable, la Reserva Grande Aborígen-Parque Provincial Fuerte Esperanza, Parque Nacional y Provincial Copo-Parque Provincial Loro Hablador, Reserva Nacional Formosa, y la Reserva Meguexogochi en la región central, sumado al núcleo del Parque Nacional Río Pilcomayo hacia el este y el núcleo de la Reserva Provincial Los Palmares hacia el oeste (Figura 9). A ellos se suman otras dos áreas núcleo en la Provincia de Salta, una cercana a la RP Los Palmares y otra hacia el norte en límite con Bolivia. La prioridad en las áreas núcleo es que sean áreas de crecimiento poblacional positivo (fuentes), para lo cual se deben continuar y reforzar las acciones de reducción de la mortalidad de yaguaretés (disminución de la caza), la reducción de la cacería de sus presas y la conservación de los bosques en buen estado, mediante la prohibición total de cualquier uso forestal en esas zonas, así como de desmontes totales o parciales. De la misma manera, en algunos casos puntuales podría ser necesaria la suplementación de individuos de la especie para ayudar a fortalecer estos núcleos poblacionales. Para esto es necesario fortalecer las áreas protegidas ya existentes dentro de las áreas núcleo, mediante la implementación efectiva de las mismas, así como crear áreas protegidas nuevas en los casos en que sea posible. La actividad ganadera dentro de las áreas núcleo debe evitarse o debe realizarse bajo un manejo diferencial, con prácticas de manejo que sean compatibles con la presencia de grandes felinos y que permitan la convivencia armónica entre estos y los pobladores locales (ya sean comunidades aborígenes o pobladores de origen criollo). Todas las áreas núcleo deberían ser consideradas como bosques de alto valor de conservación (Zona I – Categoría Roja) en el Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos (OTBN) de las provincias chaqueñas, dentro del marco de la Ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos (Ley Nacional Nº 26.331) y promover el desarrollo de planes locales de ordenamiento para la conservación de estos bosques.

**ÁREAS NÚCLEOS POTENCIALES:** Conformadas principalmente por áreas con buenas condiciones de paisaje y disponibilidad de recursos pero que necesitan protección, o en menor medida por áreas que tienen bajo grado de amenazas pero que necesitan recuperar las condiciones de paisaje en su entorno para convertirse en áreas núcleo (Figura 9). Sobre estas áreas es donde deben priorizarse las acciones de conservación para fortalecer a las áreas núcleo existentes mediante, por ejemplo, ampliación de las áreas protegidas ya existentes y la creación de nuevas, el fortalecimiento e implementación efectiva y sostenida de las existentes, la reducción de la cacería directa sobre el yaguareté y sobre sus presas y mediante acciones de manejo que permitan la restauración y recuperación de los bosques del entorno. Muchas de estas áreas constituyen o tienen el mayor potencial de constituir áreas prioritarias de conectividad entre áreas núcleo o áreas intermedias que funcionen como *stepping stones* para conectarlas. En algunas de ellas son necesarias acciones puntuales, como medidas de mitigación del efecto de las rutas que las cruzan, relacionadas principalmente a disminuir la cacería asociada a esa mayor accesibilidad al territorio. En otras, son necesarias acciones de base, sumamente importante, como la elaboración de planes de manejo y gestión de éstas, que incluyan la designación de guardaparques, vehículos y un presupuesto anual acorde para su correcto y real funcionamiento. Por otro lado, la actividad ganadera dentro de las áreas núcleo potenciales debe evitarse o debe realizarse bajo un manejo diferencial, que permita la convivencia entre pobladores locales y grandes depredadores. Finalmente, de la misma manera que para las áreas núcleo, todas las áreas núcleo potenciales deberían ser consideradas como bosques de alto valor de conservación (Zona I – Categoría Roja) en el Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos (OTBN), de las provincias chaqueñas, dentro del marco de la Ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos (Ley Nacional Nº 26.331) y promover el desarrollo de planes locales de ordenamiento para la conservación de estos bosques.

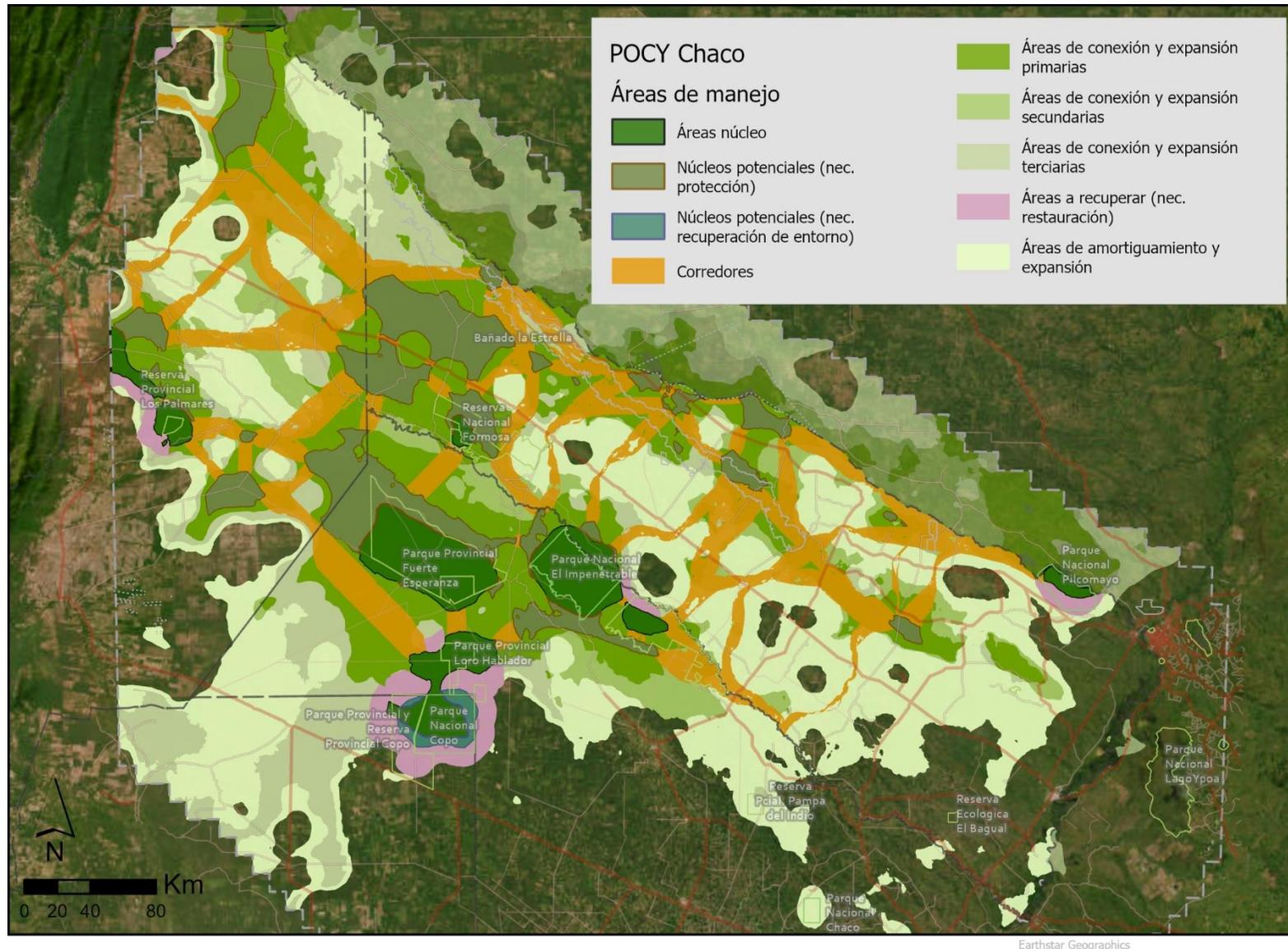


Figura 9. Paisaje Óptimo de Conservación para el Yaguareté en la Región Chaqueña Argentina para el año 2020 (las áreas de manejo correspondientes a países limítrofes se observan con transparencia a modo de contexto regional).

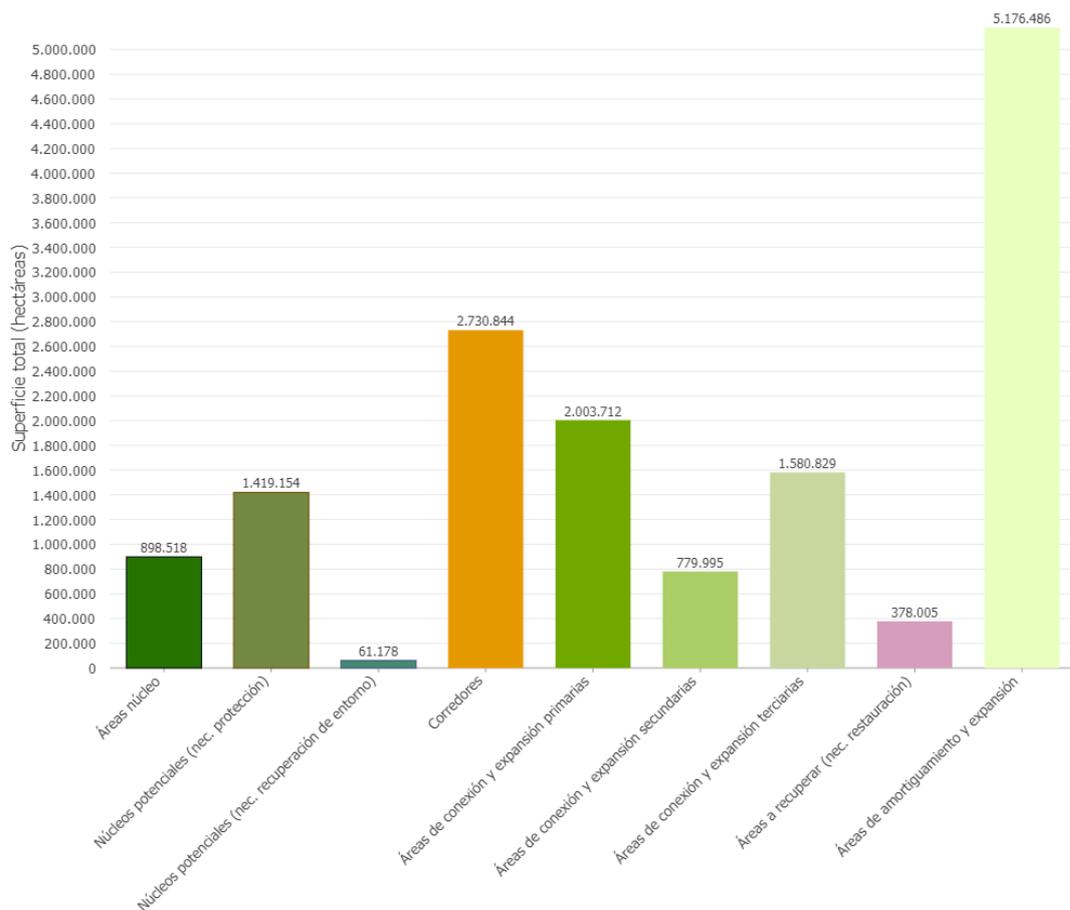


Figura 10. Distribución de las superficies de las diferentes categorías de manejo del Paisaje Óptimo de Conservación para el yaguareté en la Región Chaqueña.

**CORREDORES:** Son áreas que por su ubicación y condiciones del hábitat constituyen las posibles conexiones entre las áreas núcleo y áreas núcleo potenciales, y de ellas con poblaciones de yaguareté de regiones cercanas como las Yungas y el Chaco Paraguayo (Figura 9). Por ello, son áreas prioritarias y claves a conservar, para la recuperación y el sostenimiento de una población de yaguareté para la Región Chaqueña Argentina. Los bosques de estas áreas deberían ser consideradas como bosques de alto valor de conservación (Zona I – Categoría Roja) en el Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos (OTBN) de las provincias chaqueñas dentro del marco de la Ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos (Ley Nacional Nº 26.331). En ellas debe promoverse el desarrollo de planes locales de ordenamiento territorial para la conservación y el manejo sostenible de sus bosques y para la recuperación de las áreas sin cobertura boscosa. Además, deberían prohibirse los desmontes totales o parciales asociados a grandes emprendimientos productivos ganaderos, mejorando las prácticas ganaderas de pequeña y mediana escala, mediante la implementación de prácticas sostenibles de producción, con bajo impacto, así como con la aplicación de medidas de convivencia ganadero-felinos. Acciones de reducción de las amenazas hacia la especie y sus presas son fundamentales para que estos corredores puedan cobrar funcionalidad, entre éstas son necesarias, además, medidas de mitigación del efecto de las rutas y grandes picadas que cruzan estas áreas, como un mayor número de controles y el aumento de la fiscalización sobre la cacería, asociada a estas vías de acceso. Especial atención debe dedicarse a las áreas determinadas como “cuellos de botella” donde posiblemente sean los puntos limitantes de la funcionalidad de estas áreas como corredores (Apéndice).

**ÁREAS DE CONEXIÓN Y EXPANSIÓN PRIMARIAS, SECUNDARIAS y Terciarias:** Caracterizan las regiones con hábitat empobrecido o mayores presiones antrópicas que en las áreas núcleo o áreas núcleo potenciales pero que aún tienen buenas condiciones para el tránsito y la dispersión del yaguareté (Figura 9). Deben ser tenidas en cuenta a la hora de llevar a cabo acciones de conservación y de delimitar el ordenamiento territorial. Considerando sus actuales condiciones de paisaje y disponibilidad de recursos, y su importancia para sostener y recuperar una población de yaguareté en la región, las áreas de conexión y expansión primarias y secundarias también deberían categorizarse dentro de la Zona I- Categoría Roja de los Ordenamientos Territoriales de Bosques Nativos Provinciales, mientras que las áreas terciarias podrían considerarse como amarillas, de manera de garantizar el mantenimiento de la cobertura y condiciones de estos bosques. Todas estas áreas deben ser tenidas en cuenta como áreas de potencial conflicto con el ganado, por lo que acciones preventivas e informativas hacia los productores ganaderos también deben extenderse hacia estas regiones. A la hora de planificar el paisaje de conservación de una especie con grandes requerimientos territoriales como el yaguareté, más aún en una zona de distribución con muy bajas densidades como el Chaco argentino, es fundamental considerar que los territorios a conservar deben ser de grandes superficies. Si solo se conservan las áreas núcleos y sus corredores, y no se consideran las zonas aledañas de posible expansión, las posibilidades de supervivencia de la especie se reducen notablemente. La población chaqueña argentina de yaguaretés está en una situación crítica de conservación, con menos de 20 individuos estimados y necesita de una elevación sustancial de este número para que las chances de supervivencia a largo plazo existan, para lo cual la superficie a ser conservada debe ser acorde a este necesario aumento poblacional.

**ÁREAS A RECUPERAR:** Son regiones clave que sufrieron una alta degradación del hábitat y donde esta degradación afecta a la calidad del hábitat de las áreas núcleo lindantes. Sobre estas regiones se deben priorizar acciones de recuperación y restauración del bosque nativo, promoción de prácticas de uso sustentable y disminución de la cacería de yaguaretés y sus presas (Figura 9). La actividad ganadera dentro de estas áreas debería realizarse bajo un manejo diferencial ya que son áreas de potencial conflicto. En general se corresponden con regiones que deberían entrar dentro del régimen de áreas de amortiguamiento de áreas protegidas o áreas prioritarias, donde es necesario el establecimiento de medidas no solo de restauración sino también de mitigación de potenciales amenazas. Todas estas áreas deberían ser consideradas como bosques de alto valor de conservación (Zona I – Categoría Roja) en el Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos (OTBN) de las provincias chaqueñas dentro del marco de la Ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos (Ley Nacional Nº 26.331) y promover el desarrollo de planes locales de ordenamiento para la conservación de estos bosques.

**ÁREAS DE AMORTIGUAMIENTO Y EXPANSIÓN:** Corresponden a regiones con hábitat empobrecido y altas presiones antrópicas, pero que aún mantienen condiciones que pueden permitir la presencia y subsistencia del yaguareté (Figura 9). Deben ser tenidas en cuenta a la hora de seleccionar áreas para implementación de manejo diferencial de ganado, campañas de educación, etc. Muchas de estas regiones tendrían potencial como áreas para la recuperación de la especie, pero sólo en caso de que las amenazas (p. ej. presión de cacería) sobre el yaguareté y sus presas fueran controladas, y se pudiera sostener una conexión con las áreas núcleo.

### El POCY Chaco y el Ordenamiento Territorial de Bosques

La Ley Nacional de Presupuestos Mínimos de Bosques Nativos (Ley 26.331, 2007) prevé que para el Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos (OTBN), las provincias deben considerar el hábitat disponible para asegurar la supervivencia de las comunidades biológicas, en especial para las grandes especies de carnívoros y herbívoros. En particular, en los seis primeros criterios de sustentabilidad que

expresa la Ley en el Anexo I, se apunta hacia la preservación de los bosques teniendo en cuenta la conectividad del hábitat entre comunidades naturales, áreas protegidas y ecorregiones, y se destaca la importancia de los valores biológicos sobresalientes. Por lo tanto, el paisaje de conservación del yaguareté puede ser una pieza fundamental para apoyar el Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos de acuerdo con los criterios de la Ley. A partir de lo discutido más arriba sobre las diferentes categorías de hábitat y dado el estado de En Peligro Crítico de Extinción del yaguareté en la Región Chaqueña Argentina, las principales categorías del hábitat para el yaguareté deberán ser consideradas como bosques de muy alto valor de conservación e incluso implementar acciones de restauración y recuperación de aquellas áreas donde ya no exista cobertura boscosa (Figura 11). Por otro lado, dado el alto grado de amenaza y la necesidad de la especie de contar con grandes áreas para su supervivencia, las áreas boscosas de las áreas de conexión y expansión terciarias, y áreas de amortiguamiento y expansión también deberán considerarse como áreas boscosas valiosas y formar parte de las áreas de categoría II de los ordenamientos territoriales provinciales (Figura 11).

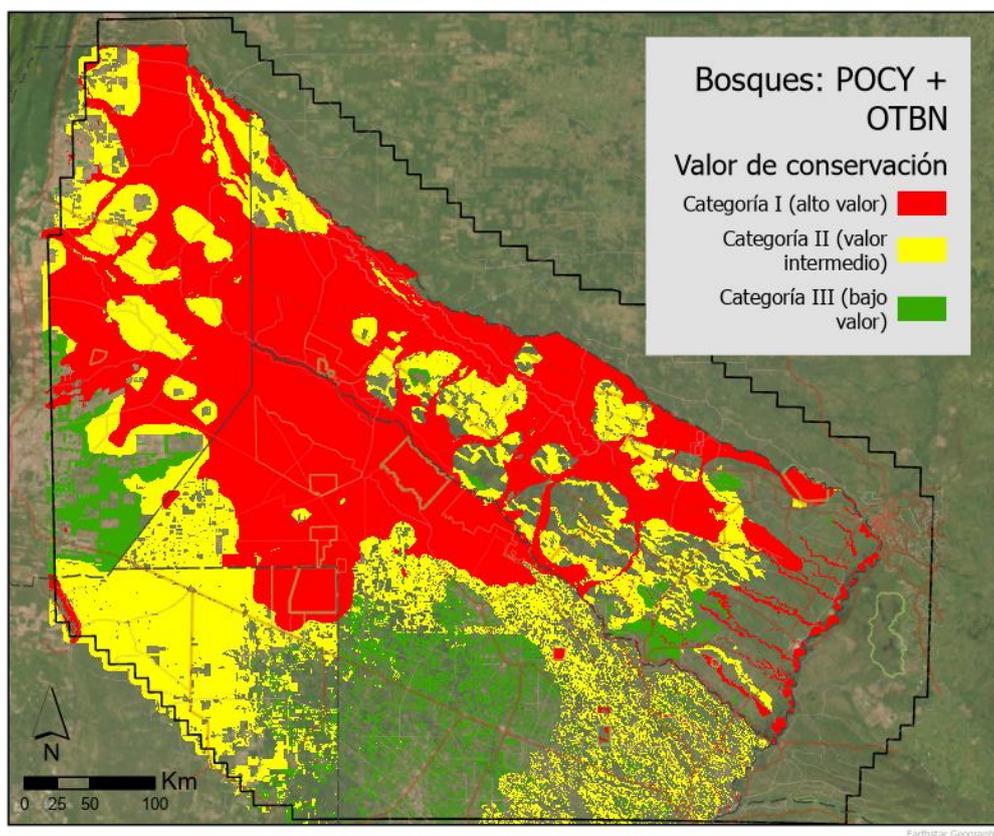


Figura 11. Categorización del valor de conservación de las áreas de bosque dentro del área de estudio, combinando las categorías de hábitat del POCY Chaco con los Ordenamientos Territoriales de Bosques Nativos de las provincias dentro del área de estudio.

## Visor del POCY Chaco

Como forma de comunicar y hacer de este paisaje de conservación una herramienta práctica y dinámica, construimos un visor del POCY Chaco que se podrá hacer de acceso público y donde se podrá complementar con nuevas capas de información y actualizaciones (Figura 12). Por el momento, el mismo puede accederse desde el siguiente enlace, pero será actualizado una vez concluida la revisión de las capas que conforman este producto: <https://proyaguarete.maps.arcgis.com/apps/instant/interactivelegend/index.html?appid=80767890b33948cd89ca2826638fed99>

Paisaje de conservación para el yaguareté en la Región Chaqueña Argentina: POCY Chacontino

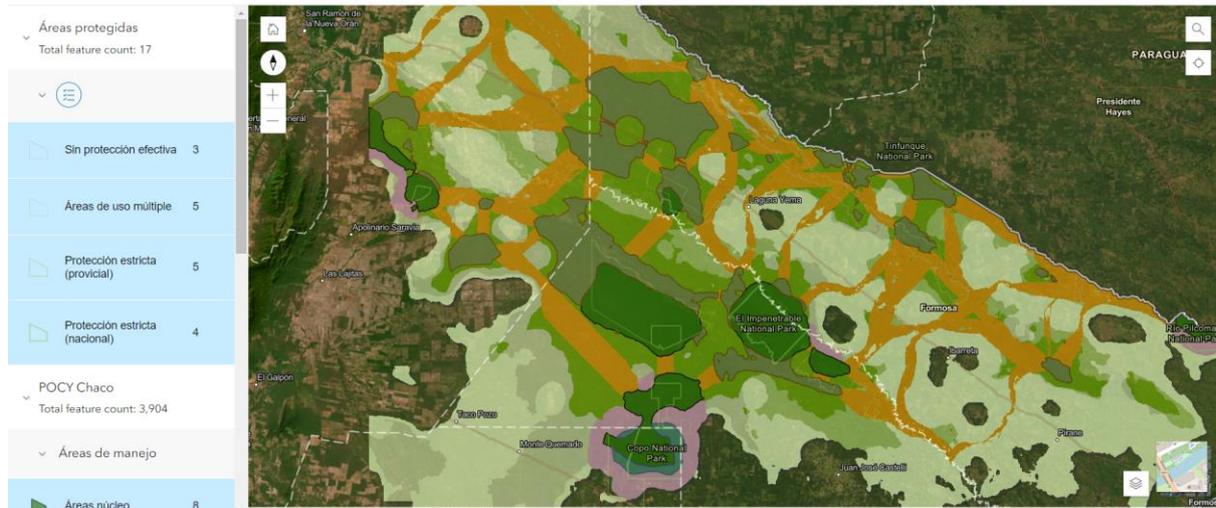


Figura 12. Captura de pantalla del visor online del POCY Chaco que constituye un mapa interactivo para explorar el paisaje de conservación y sus áreas de manejo.

## POCY Chaco: Conclusiones generales

Como ya observamos en el informe anterior (López *et al.*, 2023), la situación del hábitat del yaguareté para la Región Chaqueña Argentina es crítica, donde solo un 3% del área analizada tiene actualmente condiciones de buena disponibilidad de recursos y bajos niveles de amenazas. Estas áreas, que hoy podemos considerar áreas núcleo, constituyen una superficie pequeña y fragmentada, por lo que es fundamental la implementación de, por un lado, acciones a escala de paisaje que permitan transformar a las áreas núcleo potenciales en áreas núcleo reales, y, por otro lado, de medidas de manejo que aseguren el mantenimiento de la conectividad entre estas áreas a través de las áreas de conexión y de los corredores. El POCY Chaco brinda las bases para la toma de decisiones que permitan priorizar estas acciones de conservación en el territorio, y fortalecer y direccionar las acciones del Plan de Emergencia Regional y el Plan de Acción Nacional para la conservación del yaguareté. Dentro de las cuatro líneas de acción propuestas en el Plan de Emergencia para la Conservación del Yaguareté en Chaco (Palacios, 2017), una de ellas refiere explícitamente a implementar un correcto ordenamiento territorial de los bosques nativos, considerando las áreas prioritarias para la supervivencia del yaguareté y sus corredores de conservación, como áreas claves para conservar y para ser tenidas en cuenta por las cuatro provincias chaqueñas que aún albergan la especie, al momento de actualizar y definir sus OTBN provinciales. Otra de las líneas refiere exclusivamente a la necesidad de implementar acciones que disminuyan o eliminan la cacería de yaguaretés y fauna silvestre en toda el área de distribución de la especie. Una tercera línea refiere a la necesidad de continuar con investigaciones y análisis de datos poblacionales y ecológicos de la especie que permitan proponer medidas de manejo y conservación a ser tenidas en cuenta por todas las jurisdicciones chaqueñas que albergan yaguaretés. El presente trabajo, con la elaboración de este Paisaje de Conservación del Yaguareté en Chaco (POCY) basado en los datos de presencia de la especie de los últimos 20 años en región chaqueña, brinda estas herramientas tan necesarias para trabajar en territorio y ayudar a implementar medidas efectivas y concretas para la supervivencia y conservación de la especie.

Los bosques nativos demostraron ser un recurso crítico para el yaguareté en la región, constituyendo la principal variable que predice las condiciones del hábitat y la disponibilidad de recursos para la especie. De ahí la vital importancia de considerar este paisaje de conservación en los ordenamientos territoriales provinciales, y la suspensión de toda actividad que involucre desmontes, totales o

parciales, en zonas que hayan sido categorizadas como de alto valor en las OTBN y en este paisaje de conservación para el yaguareté. Del mismo modo, el desarrollo de grandes áreas de cultivos (en general asociadas a cultivos intensivos de pasturas exóticas para ganadería a gran escala) que implican desmontes totales o parciales del bosque, mostró una clara relación negativa con la presencia de la especie y sus recursos, lo cual demuestra la gran importancia de la planificación en el desarrollo de estas actividades, orientándolas hacia las regiones de menor importancia relativa para la conservación actual de esta especie. Claramente, el avance de la frontera agrícola ganadera desde el sur, tanto para uso ganadero, como agrícola e incluso forestal, sin ningún tipo de control y ordenamiento, está siendo un factor clave en la degradación y fragmentación de las últimas superficies de bosques chaqueños y por ende del hábitat del yaguareté (Piquer-Rodríguez *et al.*, 2015; Romero-Muñoz *et al.*, 2019). En este contexto, es clave destacar que los bosques de la región chaqueña en su conjunto constituyen la segunda superficie boscosa en tamaño luego de la selva amazónica, y el bosque seco subtropical más grande y biodiverso del mundo. Estos bosques brindan no solo hábitat para esta alta biodiversidad, sino una gran cantidad de servicios ecosistémicos fundamentales para la salud de las poblaciones humanas que los habitan, así como para las ciudades que de estas áreas rurales dependen directamente (Barral *et al.*, 2020). El yaguareté, como especie paraguas e indicadora de estos tipos de disturbio, está ayudando a dar la alarma de un proceso de degradación sumamente grave y acelerado que afectará a toda la comunidad en general y no solo a las zonas rurales.

Nuestros análisis refuerzan también que los ríos principales de la región juegan un rol primordial en el mantenimiento de recursos para el yaguareté, por lo que el mantenimiento de áreas naturales alrededor de los mismos y su promoción como corredores de biodiversidad son herramientas fundamentales para la preservación y recuperación de la especie. Estas zonas de la región chaqueña, sobre todo en las porciones más secas de la región, son claves para el asentamiento de numerosas poblaciones humanas, generando una zona caliente de conflictos potenciales con la especie, tanto por el uso desmedido de recursos, asociado a las altas densidades de población humana, como por el alto grado de cacería, producto de esta misma situación. Por lo tanto, es fundamental trabajar con programas del gobierno que ayuden a ordenar y mejorarlas condiciones de vida de las poblaciones rurales ribereñas de la región, generando alternativas sustentables de aprovechamiento de los recursos, que sean armoniosos con la conservación de los bosques y del yaguareté.

Por otra parte, nuestros resultados realzan el inmenso valor que tienen las áreas protegidas de la Región Chaqueña como núcleos de conservación del yaguareté, y la fuerte necesidad de fortalecer y crear nuevas áreas protegidas en la región que promueva la existencia de nuevas áreas núcleo o la ampliación de las detectadas en el POCY Chaco. Es necesario también que todas aquellas áreas protegidas públicas o privadas que aún no tienen la reglamentación como tal, regularicen la situación lo antes posible y contar con una buena base de datos de estas áreas para incorporarlas al POCY Chaco en actualizaciones futuras. Cuando no sea posible la creación o expansión de las áreas protegidas, se deberá trabajar fuertemente para que los paisajes de uso humano tengan algunas de las condiciones que permiten la supervivencia de la especie. En este sentido la disminución de la persecución y cacería sobre la especie y sobre sus principales presas debe ser un objetivo prioritario (Altrichter *et al.*, 2006; Quiroga *et al.*, 2014; Romero-Muñoz *et al.*, 2019; Romero-Muñoz *et al.*, 2020). Para ello, es necesario que se implementen efectivamente las áreas protegidas ya existentes, mediante la elaboración de los planes de manejo y gestión de las áreas, la asignación de recursos y presupuestos anuales para su funcionamiento, la designación de personal que trabaje en ellas (como guardaparques, técnicos, etc.), y la provisión de herramientas claves y fundamentales como vehículos y combustible para tareas de control y vigilancia. En los corredores de conservación y en aquellas áreas que no están bajo ninguna categoría de protección, es necesario implementar los protocolos de monitoreo de la especie, ayudando a fortalecer el Grupo de Colaboradores para la Conservación del Yaguareté en Chaco, así

como mantener activa y funcional la Red de Alerta Temprana ante casos de conflicto con la especie, coordinando y articulando acciones entre todas las jurisdicciones y dependencias que tengan alguna influencia en el manejo y conservación de la especie en la región chaqueña (provincias, patrullas ambientales, ONGs que trabajen en territorio, científicos, guardaparques, etc.). La prevención de la cacería dentro y fuera de las áreas protegidas, tanto en zonas núcleo, como núcleos potenciales, áreas de conexión y en corredores, es fundamental para garantizar las posibilidades de recuperación de la especie en región chaqueña. Las áreas protegidas chaqueñas, tal como están en la actualidad se están convirtiendo en islas de conservación, que por sí solas no pueden sostener una población viable de la especie a largo plazo, por lo que trabajar fuera de ellas y en los corredores de conservación es clave y prioritario para recuperar al yaguareté en región chaqueña.

La existencia de áreas ganaderas, con sus desmontes asociados, implican una potencial fuente de amenaza para el yaguareté en la región. Por ello, la regulación del desarrollo ganadero en las zonas de alto valor para el yaguareté y el trabajo preventivo de conflictos y políticas de buen manejo ganadero en las diferentes áreas delimitadas en el POCY Chaco serán herramientas cruciales para la supervivencia de la especie. Estas acciones serán aún de mayor importancia si las acciones de conservación en marcha permiten que la especie comience a recuperarse en la región.

De manera similar, la presencia de rutas constituye otro indicador importante de amenazas para la especie, por lo que en áreas donde regiones de alto valor de conservación del POCY coincidan con la presencia de rutas principales o alta densidad de picadas principales, se deberá concentrar el trabajo para mitigar las amenazas para la especie. La presencia de rutas asfaltadas o grandes picadas de tierra mantenidas en buen estado por consorcio camineros locales, son una amenaza desde el punto de vista de que implican nuevas vías de acceso para cazadores, ya no solo locales sino de pueblos y ciudades cercanas, por lo que fortalecer las tareas de control y vigilancia en estas zonas es fundamental para disminuir este efecto negativo sobre la fauna local. La mitigación del efecto de las rutas cobra especial relevancia en las áreas donde las rutas determinen posibles cuellos de botellas en los corredores demarcados en el POCY Chaco. La suspensión de toda actividad de desmonte, agricultura o ganadería en zona de corredores biológicos de conservación será otra acción esencial para poder garantizar la funcionalidad de los corredores para el yaguareté en la Región Chaqueña.

El POCY Chaco busca ayudar a complementar varias de las acciones de conservación propuestas en el Plan de Emergencia para la Conservación del Yaguareté en el Gran Chaco Argentino (Palacios, 2017), pero a su vez también pretende ser una herramienta dinámica que permita direccionar en el territorio las acciones de las diferentes líneas diseñadas en este plan (control, ordenamiento territorial, investigación y manejo, y educación y comunicación). La forma en que el POCY Chaco fue construida a partir de variables de paisaje con variación temporal, permitirá su actualización de acuerdo con las necesidades que vaya estableciendo la Subcomisión Chaqueña, y a su vez que pueda ser compartido y comunicado en diferentes formatos para las acciones de planificación territorial en marcha.

La concreción de esta importante herramienta de conservación y manejo a nivel regional y específica para el bosque chaqueño argentino es un paso fundamental y necesario para ayudar a recuperar y sostener los últimos individuos de yaguaretés chaqueños de Argentina. Para que la especie sobreviva necesitamos que no solo sobrevivan estos pocos individuos, sino que tengan la chance de convertirse en poblaciones, aumentando su número poblacional de manera sustancial en el corto a mediano plazo. Poder tener identificadas las áreas núcleos actuales y potenciales, las áreas de expansión potenciales y los corredores de conservación entre ellas, basadas en datos confiables, sistemáticos y de larga data, es una herramienta clave para que los tomadores de decisiones puedan cuanto antes poner manos a la obra en la conservación del tigre criollo y los últimos bosques chaqueños que lo protegen.

## Referencias

- Altrichter, M., G. Boaglio y P. Perovic. 2006. The decline of jaguars *Panthera onca* in the Argentine Chaco. *Oryx* 40:302-309.
- Barral, M. P., S. Villarino, C. Levers, M. Baumann, T. Kuemmerle y M. Mastrangelo. 2020. Widespread and major losses in multiple ecosystem services as a result of agricultural expansion in the Argentine Chaco. *Journal of Applied Ecology* 57 (12):2485-2498.
- Baumann, M., I. Gasparri, M. Piquer-Rodríguez, G. Gavier Pizarro, P. Griffiths, P. Hostert y T. Kuemmerle. 2017. Carbon emissions from agricultural expansion and intensification in the Chaco. *Global Change Biology* 23 (5):1902-1916.
- Ceballos, G., J. A. de la Torre, H. Zarza, M. Huerta, M. A. Lazcano-Barrero, H. Barcenás, I. Cassaigne, C. Chávez, G. Carreón, A. Caso, S. Carvajal, A. García, J. J. Morales, O. Moctezuma, O. Monroy-Vilchis, F. Ruiz y E. J. Torres-Romero. 2021. Jaguar distribution, biological corridors and protected areas in Mexico: from science to public policies. *Landscape Ecology* 36 (11):3287-3309.
- Cirignoli, S. 2017. *Grupo de Colaboradores para la Conservación del Yaguareté en la Región Chaqueña. Creación y primer año de implementación*. Centro de Investigaciones del Bosque Atlántico (CelBA). Puerto Iguazú, Argentina. pp 44.
- Colchero, F., D. A. Conde, C. Manterola, C. Chávez, A. Rivera y G. Ceballos. 2011. Jaguars on the move: modeling movement to mitigate fragmentation from road expansion in the Mayan Forest. *Animal Conservation* 14 (2):158-166.
- Cruz, M. P., V. Quiroga, A. Paviolo, C. De Angelo, S. Cirignoli y S. Benito Santamaría. 2017. *Monitoreo participativo y conservación del Monumento Natural Yaguareté en el Chaco Argentino y la Selva Paranaense*. Centro de Investigaciones del Bosque Atlántico (CelBA) en el marco del Programa Extinción Cero del Ministerio de Ambiente de la Nación. Puerto Iguazú, Argentina. pp 67.
- De Angelo, C. 2009. El paisaje del Bosque Atlántico del Alto Paraná y sus efectos sobre la distribución y estructura poblacional del jaguar (*Panthera onca*) y el puma (*Puma concolor*). PhD Thesis, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. pp 252.
- De Angelo, C. 2020. *Actualización del Paisaje Óptimo para la Conservación del Yaguareté en Corredor Verde de Misiones - Parte 1 - Desarrollo del POCY 2020*. Proyecto Yaguareté - Instituto de Ciencias de la Tierra, Biodiversidad y Ambiente (ICBIA, UNRC-CONICET) - Asoc. Civil Centro de Investigaciones del Bosque Atlántico (CelBA). Río Cuarto, Argentina.
- De Angelo, C., A. Paviolo, T. Wiegand, R. Kanagaraj y M. S. Di Bitetti. 2013. Understanding species persistence for defining conservation actions: A management landscape for jaguars in the Atlantic Forest. *Biological Conservation* 159:422-433.
- Di Bitetti, M. S., C. De Angelo, V. Quiroga, M. Altrichter, A. Paviolo, E. Cuyckens y P. Perovic. 2016. Estado de conservación del jaguar en la Argentina. En: *El jaguar en el siglo XXI: La perspectiva Continental*, editado por R. A. Medellín, A. de la Torre, H. Zarza, C. Chávez y G. Ceballos. Ediciones Científicas Universitarias, Universidad Nacional Autónoma de México. DF, México. pp 447-478.
- Ley 26.331. 2007. *Presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos*. Senado y Cámara de Diputados de la Nación Argentina. Buenos Aires, Argentina.
- López, C. M., V. Quiroga, L. Corrales, J. Martínez Pardo, A. Paviolo y C. De Angelo. 2023. *Hacia el paisaje de conservación para el yaguareté en la Región Chaqueña Argentina - Desarrollo*. Instituto de Ciencias de la Tierra, Biodiversidad y Ambiente (ICBIA - UNRC-CONICET) - Asoc. Civil Centro de Investigaciones del Bosque Atlántico (CelBA). Río Cuarto, Argentina. pp 26.
- Martínez Pardo, J., A. Paviolo, S. Saura Martínez de Toda y C. De Angelo. 2017. Halting the isolation of jaguars: where to act locally to sustain connectivity in their southernmost population. *Animal Conservation* 20 (6):543-554.
- Martínez Pardo, J., S. Saura, A. Insaurrealde, M. S. Di Bitetti, A. Paviolo y C. De Angelo. 2023. Much more than forest loss: four decades of habitat connectivity decline for Atlantic Forest jaguars. *Landscape Ecology* 38 (1):41-57.
- McRae, B. H. y D. M. Kavanagh. 2011. *Linkage Mapper Connectivity Analysis Software*. The Nature Conservancy, Seattle, USA. Disponible en <http://www.circuitscape.org/linkagemapper> (Fecha de acceso 30 Jul 2013).
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2023. *Reporte 2. Estado del Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Presidencia de la Nación Argentina. Buenos Aires, Argentina. pp 11.
- Morello, J., S. D. Matteucci y A. F. S. Rodríguez. 2012. *Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos*. Ediciones FADU. Buenos Aires, Argentina. pp 719.
- Naves, J., E. Revilla, M. Delibes y T. Wiegand. 2003. Endangered species constrained by natural and human factors: the case of brown bears in Northern Spain. *Conservation Biology* 17:1276-1289.
- Palacios, R., ed. 2017. *Plan de Emergencia para la Conservación del Yaguareté en el Gran Chaco Argentino*. Administración de Parques Nacionales, Delegación Regional NEA. Puerto Iguazú, Argentina. pp 70.
- Paviolo, A., C. De Angelo, S. de Bustos, P. G. Perovic, V. A. Quiroga, N. Lodeiro Ocampo, L. Lizárraga, D. Varela y J. I. Reppucci. 2019. *Panthera onca. Versión digital: <http://doi.org/10.31687/SaremLR.19.151>*. En *Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina.*, edited by SAYDS-SAREM. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación - Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos. Buenos Aires, Argentina.
- Paviolo, A., C. De Angelo, K. M. P. M. B. Ferraz, R. G. Morato, J. Martínez Pardo, A. C. Srbeć-Araujo, B. Beisegel, F. Lima, D. Sana, M. Xavier da Silva, M. Velázquez, L. Cullen Jr, P. G. Crawshaw Jr., M. L. S. P. Jorge, P. M. Galetti Jr, M. S. Di Bitetti, R. Cunha de Paula, E. Eizirik, T. M. Aide, M. P. Cruz, et al. 2016. A biodiversity hotspot losing its top predator: The challenge of jaguar conservation in the Atlantic Forest of South America. *Scientific Reports* 6:37147.
- Piquer-Rodríguez, M., S. Torella, G. Gavier-Pizarro, J. Volante, D. Somma, R. Ginzburg y T. Kuemmerle. 2015. Effects of past and future land conversions on forest connectivity in the Argentine Chaco. *Landscape Ecology* 30 (5):817-833.
- Quiroga, V., S. Benito Santamaría, C. De Angelo, M. P. Cruz, A. Paviolo, F. Robino, E. Vanderhoeven y E. Pizzio. 2018. *Alerta temprana y asistencia para la reducción de conflictos y eventos de caza del monumento natural yaguareté en el chaco argentino y el bosque atlántico de misiones*. Asoc. Civil Centro de Investigaciones del Bosque Atlántico. Puerto Iguazú, Argentina. pp 40.
- Quiroga, V. A. 2013. *Ecología y conservación del yaguareté (Panthera onca) y el puma (Puma concolor) en el Chaco Semiárido Argentino: su relación con la disponibilidad de presas y la presencia humana en la región*. PhD Thesis, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. pp 197.
- Quiroga, V. A., G. I. Boaglio, A. J. Noss y M. S. Di Bitetti. 2014. Critical population status of the jaguar *Panthera onca* in the Argentine Chaco: camera-trap surveys suggest recent collapse and imminent regional extinction. *Oryx* 48 (1):141-148.
- Quiroga, V. A., G. I. Boaglio, A. Paviolo, S. Cirignoli, F. Robino, S. Benito, C. De Angelo, L. Juber, E. Crosta, C. G. Aguer, Y. E. Di Blanco, M. E. Periago, F. Miñarro, P. Perovic, M. S. Di Bitetti, M. Tardón, C. Spagarino, S. De Bustos, S. Zalazar, J. Reppucci, et al. 2019. El predador tope del Chaco en peligro crítico de extinción: la detección y monitoreo de especies amenazadas mediante monitoreos participativos. Trabajo presentado en XXXII Jornadas Argentinas de Mastozoología, Puerto Madryn, Argentina.

- Rabinowitz, A. y K. A. Zeller. 2010. A range-wide model of landscape connectivity and conservation for the jaguar, *Panthera onca*. *Biological Conservation* 143 (4):939-945.
- Ramadori, D., R. D'Angelo, B. Aued y M. Giaccardi, eds. 2016. *Plan Nacional de Conservación del Monumento Natural Yaguareté (Panthera onca)*. Administración de Parques Nacionales - Secretaría de Política Ambiental Cambio Climático y Desarrollo Sustentable. Buenos Aires, Argentina. pp 108.
- Romero-Muñoz, A., A. Benítez-López, D. Zurell, M. Baumann, M. Camino, J. Decarre, H. Castillo del, A. J. Giordano, B. Gómez-Valencia, C. Levers, A. J. Noss, V. Quiroga, J. J. Thompson, R. Torres, M. Velilla, A. Weiler y T. Kuemmerle. 2020. Increasing synergistic effects of habitat destruction and hunting on mammals over three decades in the Gran Chaco. *Ecography* 43:1-13.
- Romero-Muñoz, A., R. Torres, A. J. Noss, A. J. Giordano, V. Quiroga, J. J. Thompson, M. Baumann, M. Altrichter, R. McBride, M. Velilla, R. Arispe y T. Kuemmerle. 2019. Habitat loss and overhunting synergistically drive the extirpation of jaguars from the Gran Chaco. *Diversity and Distributions* 25:176-190.
- Schiaffino, K., C. De Angelo, M. Di Bitetti, A. Paviolo, M. Jaramillo, M. Rinas, A.-S. Bertrand, G. Gil y Carbó y P. Cichero, eds. 2011. *Plan de Acción para la Conservación de la Población de Yaguareté (Panthera onca) del Corredor Verde de Misiones. Subcomisión Selva Paranaense*. Ministerio de Ecología y Recursos Renovables de Misiones- Administración de Parques Nacionales- Instituto de Biología Subtropical- Fundación Vida Silvestre Argentina. Puerto Iguazú, Argentina. pp 86.
- Thompson, J. J., R. G. Morato, B. B. Niebuhr, V. B. Alegre, J. E. F. Oshima, A. E. de Barros, A. Paviolo, J. A. de la Torre, F. Lima, R. T. McBride, R. Cunha de Paula, L. Cullen, L. Silveira, D. L. Z. Kantek, E. E. Ramalho, L. Maranhão, M. Haberkfeld, D. A. Sana, R. A. Medellín, E. Carrillo, *et al.* 2021. Environmental and anthropogenic factors synergistically affect space use of jaguars. *Current Biology* 31 (15):3457-3466.e3454.
- Zeller, K. A., K. McGarigal y A. R. Whiteley. 2012. Estimating landscape resistance to movement: a review. *Landscape Ecology* 27 (6):777-797.

## Apéndices

### Apéndice I

#### Centralidad de áreas núcleos y corredores

A partir de la conformación de la red de corredores potenciales detectados, es posible simular el funcionamiento de esta red de nodos y conexiones para determinar cuáles de estos nodos y corredores tienen una mayor centralidad e importancia relativa en esta red. Para ello, utilizamos la herramienta “*centrality mapper*” de Linkage Mapper v3.1.0 (McRae y Kavanagh, 2011) que utiliza el programa Circuitscape y la teoría de circuitos para simular un flujo de corriente eléctrica en la red de corredores y nodos. De este modo, se puede estimar cuáles de estos nodos y corredores concentran la mayor cantidad de flujo de corriente y determinar su mayor o menor centralidad relativa (Figura 14) (McRae y Kavanagh, 2011). Es importante tener en cuenta que el mapeo de centralidad se realiza solo considerando los nodos incorporados en la red, sin valorar en este caso su posible importancia en cuanto a sus condiciones de hábitat ni su rol como conectores con otras poblaciones no incluidas en la red.

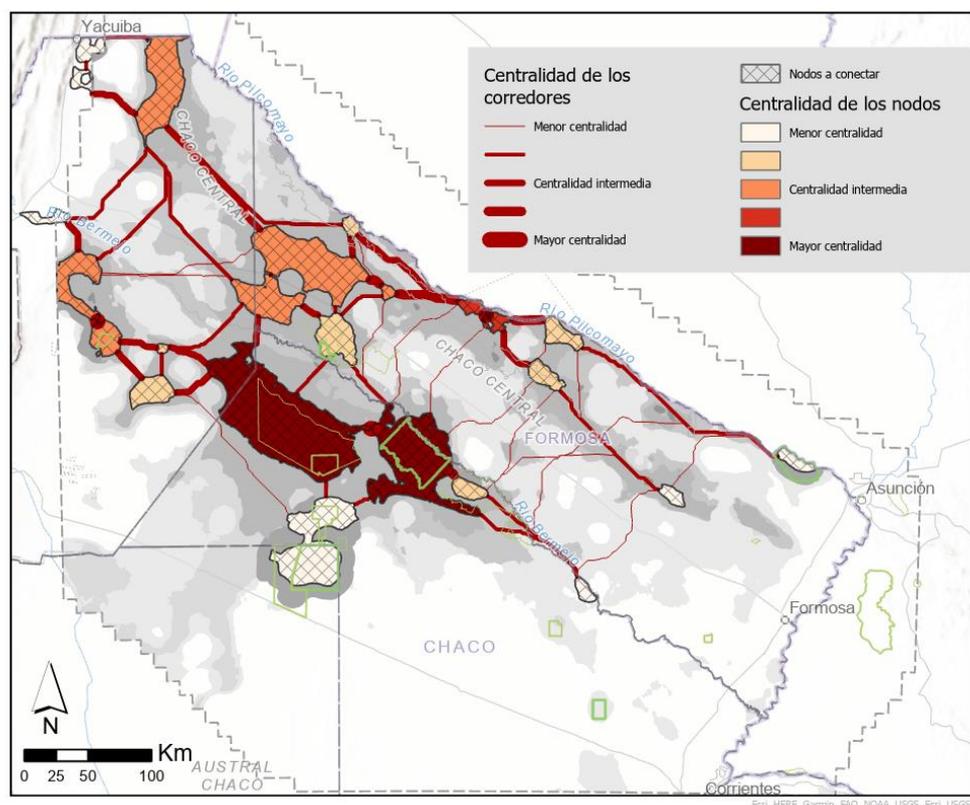
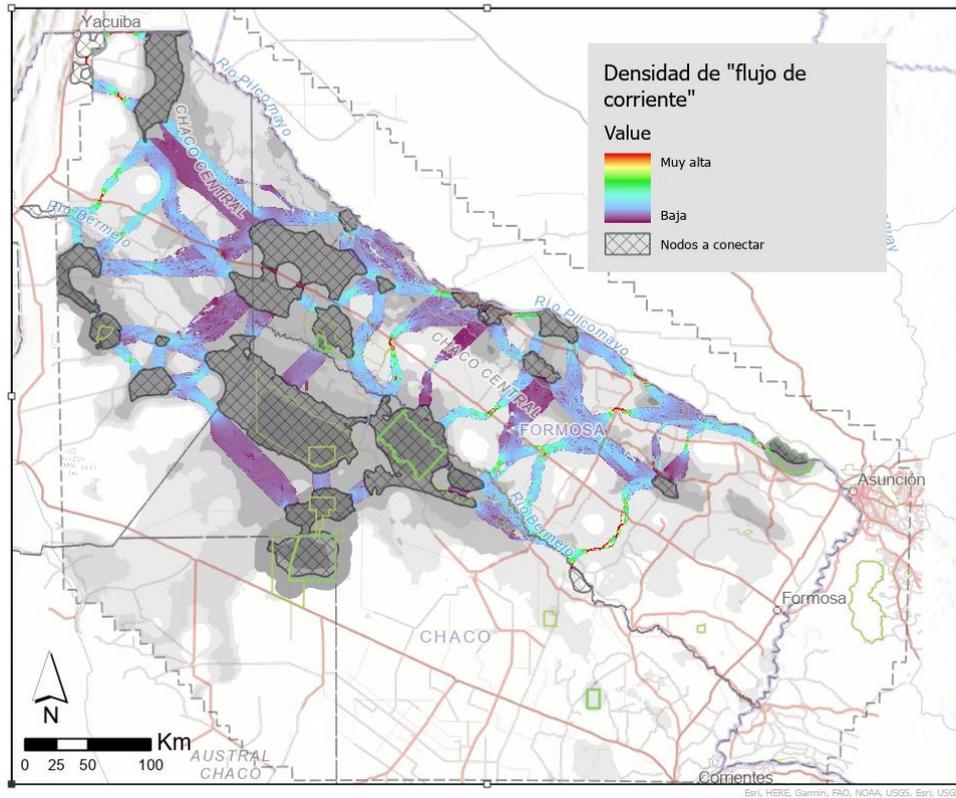


Figura 13. Mapa de centralidad relativa de corredores y nodos teniendo en cuenta su posible rol en la red de corredores para el yaguareté en la región chaqueña argentina.

#### Detección de cuellos de botella

Trabajamos en la detección de las áreas más sensibles de los corredores, llamados “cuellos de botella”, donde la conectividad se ve comprometida por las condiciones del área o por la presencia de barreras. Esto se realizó con la herramienta “*pinchpoint mapper*” de Linkage Mapper v3.1.0 (McRae y Kavanagh, 2011), en base a los corredores seleccionados. Esta herramienta utiliza el programa Circuitscape y la teoría de circuitos para simular un flujo de corriente eléctrica en la red de corredores y nodos, y así detectar las áreas donde la densidad de flujo es mayor, es decir donde se encuentran los cuellos de botella en la red de corredores (Figura 14) (McRae y Kavanagh, 2011).

A)



B)

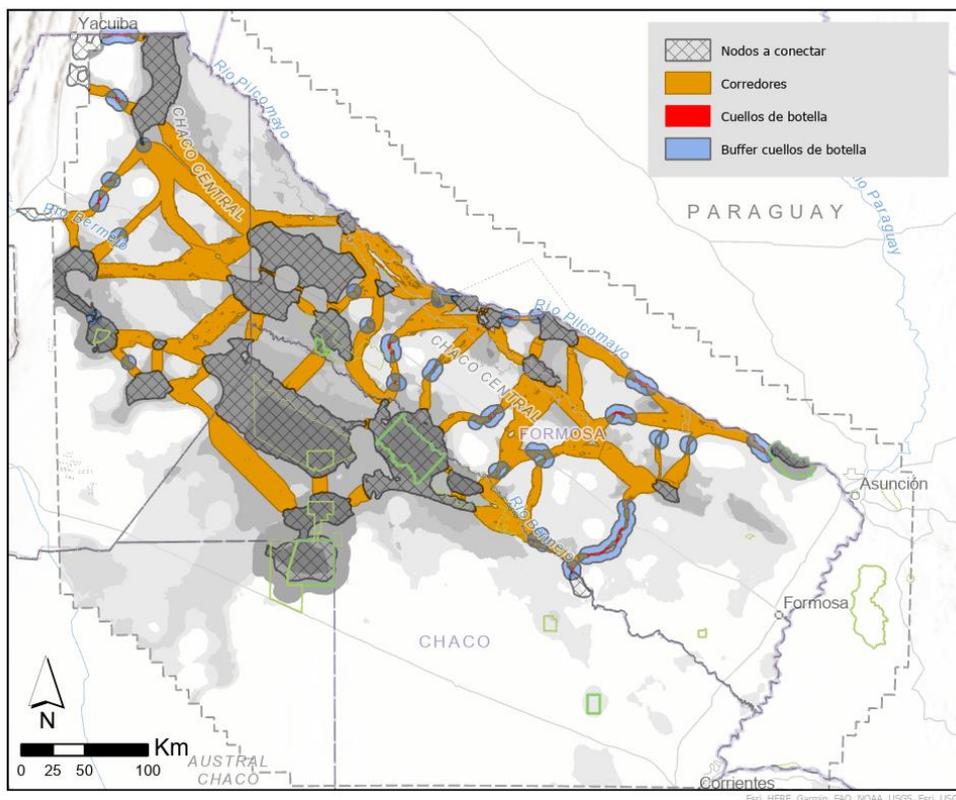


Figura 14. A) Mapa de densidad de “flujo de corriente” que representa en las áreas de alta densidad los puntos donde la conectividad estaría más comprometida (“cuellos de botella”), y donde serían necesarias medidas de restauración y recuperación del hábitat y medidas de mitigación en rutas u otras barreras. B) Selección de los principales cuellos de botella detectados (los buffers de 5,5 km que rodean los cuellos de botella permiten visualizar aquellos puntos de menor superficie).