Metodología para el cálculo de la captura de carbono en Áreas Naturales Protegidas

INECC
INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Informe 2022

Metodología para el cálculo de la captura de carbono en Áreas Naturales Protegidas

Elaboración: 2022

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)
Coordinación General de Mitigación del Cambio Climático

Diseño y Formación

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
Fotografía de portada tomada de: Los Tuxtlas, Reserva de la Biósfera
https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=138&reg=5

Directorio Institucional

Dr. Agustín Ávila Romero
Director General de Políticas para la Acción Climática, SEMARNAT y Encargado de Despacho de la Dirección General del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

Dra. Claudia Alejandra Octaviano Villasana
Coordinación General de Mitigación del Cambio Climático

Dra. Irma Fabiola Ramírez Hernández
Directora de Inventarios y Prospectivas de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero

M. en I. Tania Ramirez Muñoz
Subdirectora de Ciudades Sutentables y Movilidad

Preparado por la:
Coordinación General de Mitigación del Cambio Climático

Citar este documento como:

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). 2022. Metodología para el cálculo de la captura de carbono en Áreas Naturales Protegidas.

D. R. © Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Diciembre 2022.
Boulevard Adolfo Ruíz Cortines No. 4209 Col. Jardines en la Montaña, Alcaldía Tlalpan, Ciudad de México C.P. 14210. https://www.gob.mx/inecc

Contenido

I. Introducción 7

II. Justificación 8

III. Objetivo 10

IV. Metodología de cálculo 11

V. Conclusiones 21

Bibliografía 22

I. INTRODUCCIÓN

Las características geográficas, orografía y las condiciones socioambientales de nuestro país son elementos que inciden en su vulnerabilidad al cambio climático; la escala y la velocidad de las variaciones del clima nos invitan a tener un entendimiento de cómo estos cambios impactaran en las comunidades humanas, los ecosistemas y la biodiversidad.

En este sentido, las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son consideradas sumideros netos de carbono y por lo tanto pieza fundamental en la mitigación al cambio climático; se estima que, alrededor del 15% del carbono terrestre se encuentra almacenado en las ANP del mundo. Asimismo, de acuerdo con el Tercer Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático presentado por México en 2022, la permanencia de áreas naturales protegidas contribuyó a la absorción de 4.7 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente para el periodo 2018-2020 (Gobierno de México, SEMARNAT e INECC, 2022) mediante dos acciones prioritarias:

1) Gestión de áreas naturales protegidas, que tiene un efecto benéfico para el crecimiento de la biomasa que tiene la protección y prácticas de las ANP en áreas forestales.

2) Aumento de la superficie federal de conservación, que se basa en un incremento en la captura de carbono en el depósito de biomasa viva de áreas forestales en estas nuevas áreas protegidas.

El gobierno mexicano ha realizado diversos esfuerzos para la protección y preservación de las ANP, algunas de estas estrategias prioritarias se establecen en el Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024 que consisten en;

1) Instrumentar acciones en los sectores productivos, considerando todas las fases de la cadena productiva para reducir los riesgos asociados a la variabilidad y el cambio climático.
2) Generar e integrar conocimiento científico, así como diseñar metodologías y herramientas que apoyen a la toma de decisiones en materia de adaptación al cambio climático.

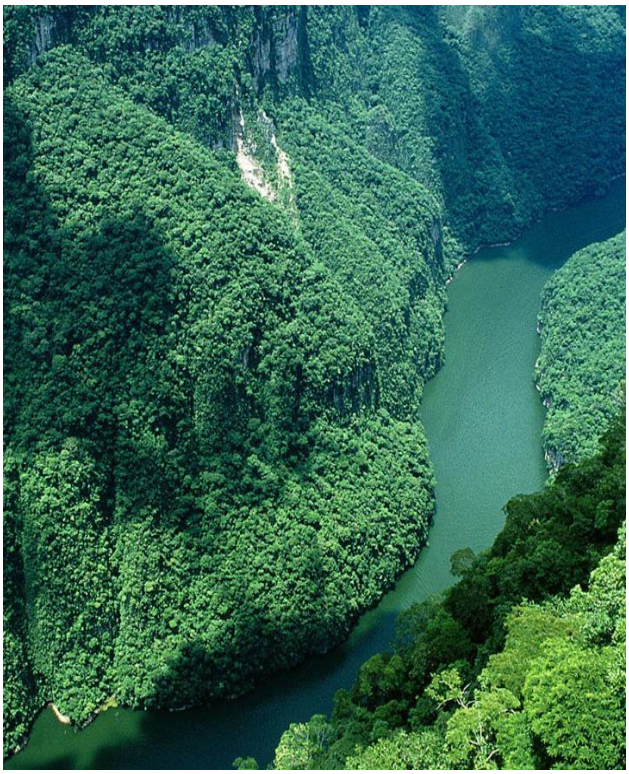
Asimismo, la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente considera a aquellos predios cuyos propietarios deseen conservar como Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación y por tanto adquieran la misma categorías que las ANP, convirtiéndose entonces en espacios esenciales para la mitigación al cambio climático, regulación del clima, mejora de la calidad del aire y del agua, protección de la dinámica de los ecosistemas y; la conservación de especies de flora y fauna en nuestro país.

II. JUSTIFICACIÓN

El ciclo de carbono incluye cambios en las existencias de carbono debidos a procesos continuos (por ejemplo, crecimiento, desgaste) y a eventos diferenciados (es decir, perturbaciones como cosechas, incendios, ataques de insectos, cambios en el uso de la tierra y otros). Los procesos continuos pueden afectar a las existencias de carbono de todas las áreas año tras año, mientras que los eventos diferenciados (es decir, las perturbaciones) producen emisiones y redistribuyen el carbono del ecosistema en áreas específica (es decir, donde se produce la perturbación) y en el año en el que se produce el evento. De acuerdo al Art. 44 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas, quedarán sujetas al régimen previsto en esta Ley y los demás ordenamientos aplicables, es decir, es posible considerarlas como “permanencias” con la capacidad de capturar carbono por largos periodos.

De acuerdo con el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, los métodos para estimar las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero en el sector de la agricultura, la silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU, del inglés Agriculture, Forestry and Other Land Use) se pueden dividir en dos categorías generales:

Figura 1. Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas.



1) Métodos que se pueden aplicar de manera similar para todos los tipos de uso de la tierra (es decir, métodos genéricos para tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales, humedales, asentamientos y otras tierras);

2) Métodos que sólo se aplican a un único uso de la tierra y que se aplican a los datos agregados a nivel nacional, sin especificarse el uso de la tierra.

Para la determinación de la captura de carbono en ANP se asume que los cambios en las tierras son mínimos debido al manejo que reciben estas áreas y se considera su capacidad de capturar el carbono en la biomasa aérea, biomasa subterránea y suelo.

De acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero las actividades de reforestación y la permanencia de tierras como tierras forestales, de cultivo o praderas absorben el carbono del CO_2 de la atmósfera para generar oxígeno y biomasa que almacena el carbono. En 2019 se observó una absorción de 201.94 millones de toneladas de CO_2 y las emisiones del sector AFOLU netas (emisiones menos absorciones) fueron de 534.69 $MtCO_2e$.

Es decir, la creación y conservación de nuevas áreas naturales y de áreas destinadas voluntariamente a la conservación son de vital importancia para la mitigación al cambio climático a nivel mundial. Por lo anterior es fundamental disponer de una metodología armonizada para la cuantificación de absorciones de dióxido de carbono en estas áreas.

III. OBJETIVO

El presente documento tiene como objetivo describir la metodología incipiente para el cálculo de la captura de carbono en áreas naturales protegidas terrestres, incluyendo el manejo de capas en sistemas de información geográfica y los factores de absorción con base por el Panel Intergubernamental sobre Expertos de Cambio Climático.

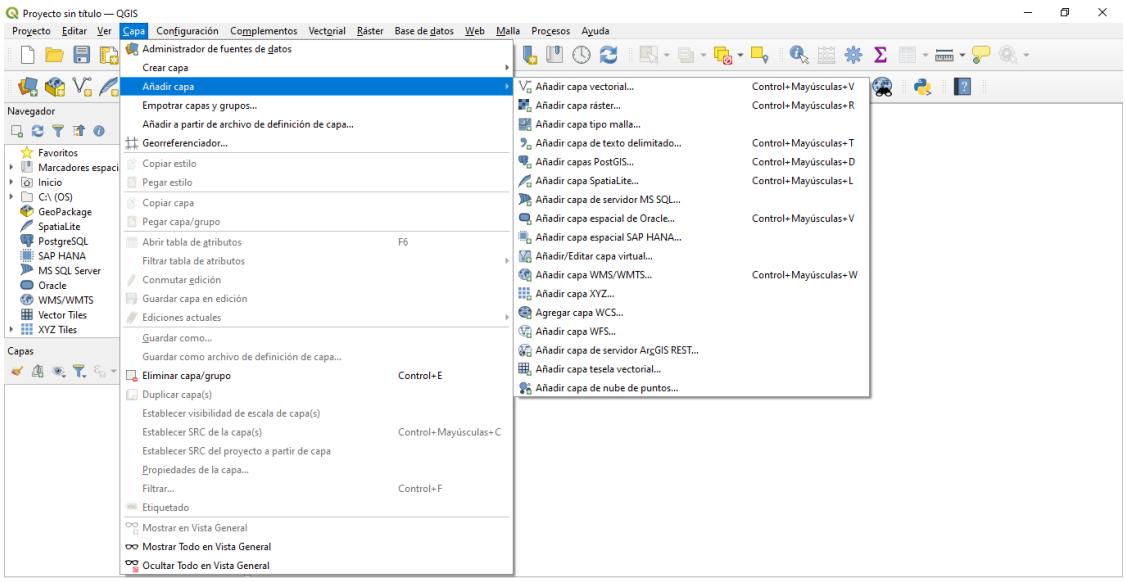
Figura 2. Los Tuxtlas, Reserva de la Biósfera
https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=138&reg=5

IV. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

1. **Para determinar el potencial de mitigación o la captura de carbono de un Área Natural Protegida (ANP) terrestre como reservas de la biosfera, áreas de protección de flora y fauna, parques nacionales, santuarios, áreas de protección de recursos naturales y áreas destinadas voluntariamente a la conservación, es importante en primer lugar, delimitar el área del proyecto mediante algún software de Sistemas de Información Geográfica, por ejemplo ArcGis y QGis, este último es de especial utilidad debido a que se trata de un software libre que permite la manipulación de imágenes sin la necesidad de realizar una inversión.**

   Ejemplo: El primer paso es insertar la capa con el polígono del área natural protegida.

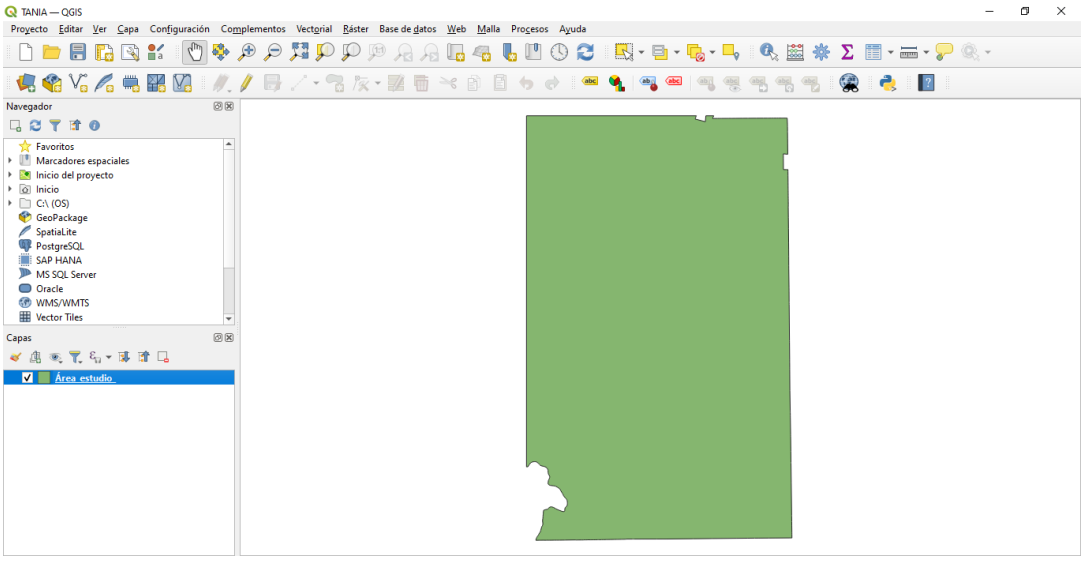
   Figura 3. Adición de capa de estudio



2. **Posteriormente, es necesario determinar el tipo de vegetación existente en la ANP terrestre, para ello se deberá realizar un "cruce" del polígono de estudio (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) con la vegetación reportada por el INEGI, mediante la sobreposición de la Serie VII de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI (2022) y generar los archivos "shapefiles".**

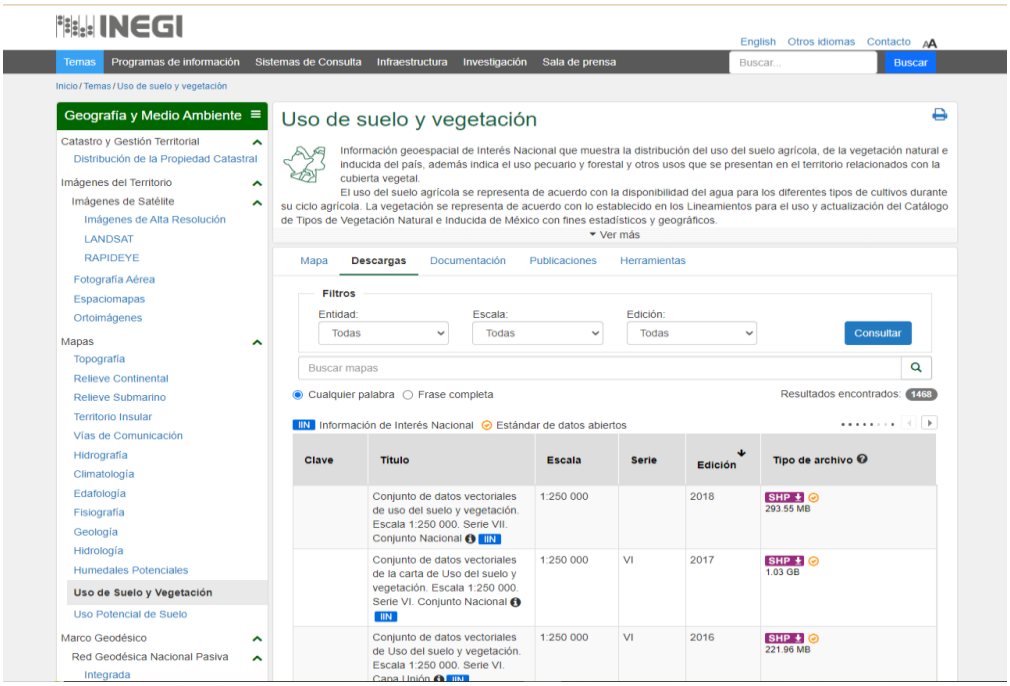
Ejemplo: Descarga del "shapefile" de la Serie VII de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI (2018), disponible en: https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/#Descargas

Figura 4. Identificación del polígono de estudio.



Ejemplo: Capa de la Serie VII de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI (2018)

Figura 5. Descarga de la Serie VII de la carta de uso de suelo y vegetación de INEGI.



Ejemplo: Sobreposición de la capa de de la Serie VII de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI (2018), mediante la herramienta "cortar" en el software libre QGis.

Figura 6. Serie VII de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI 2018

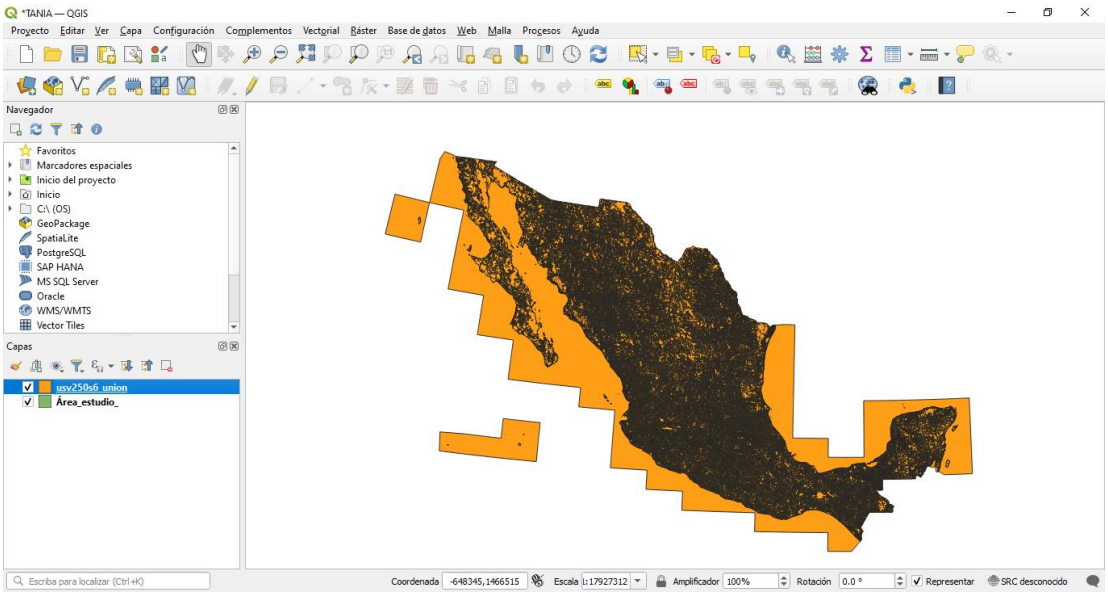
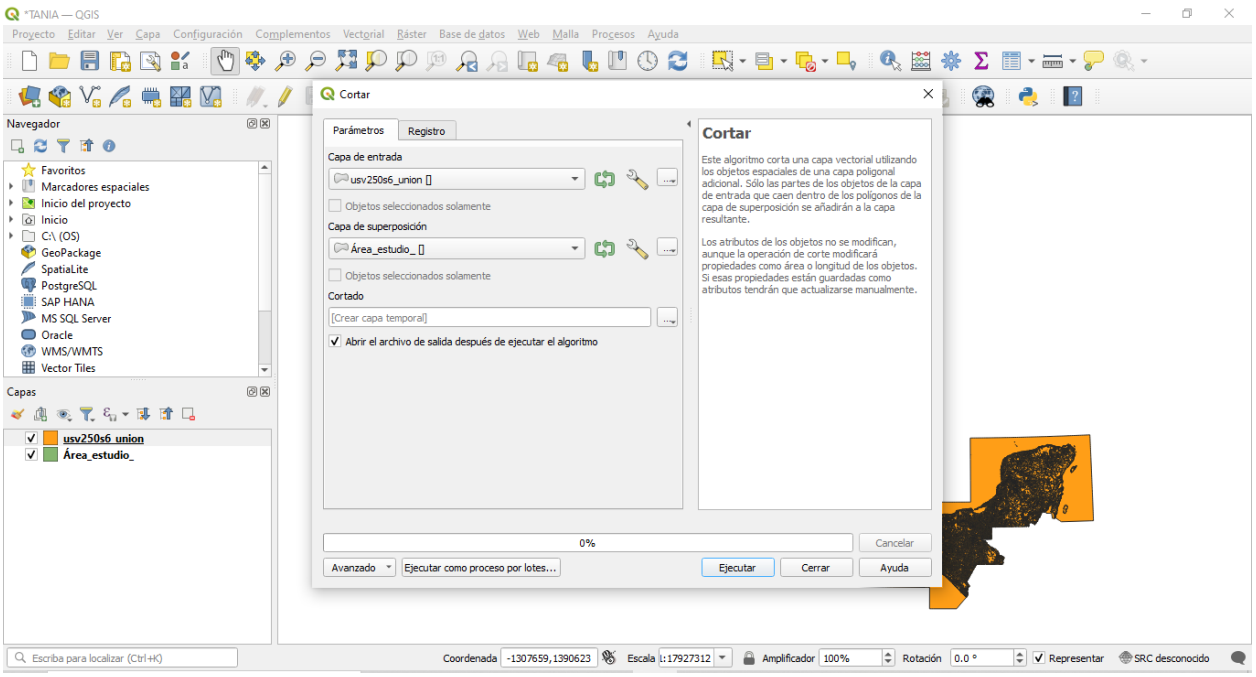
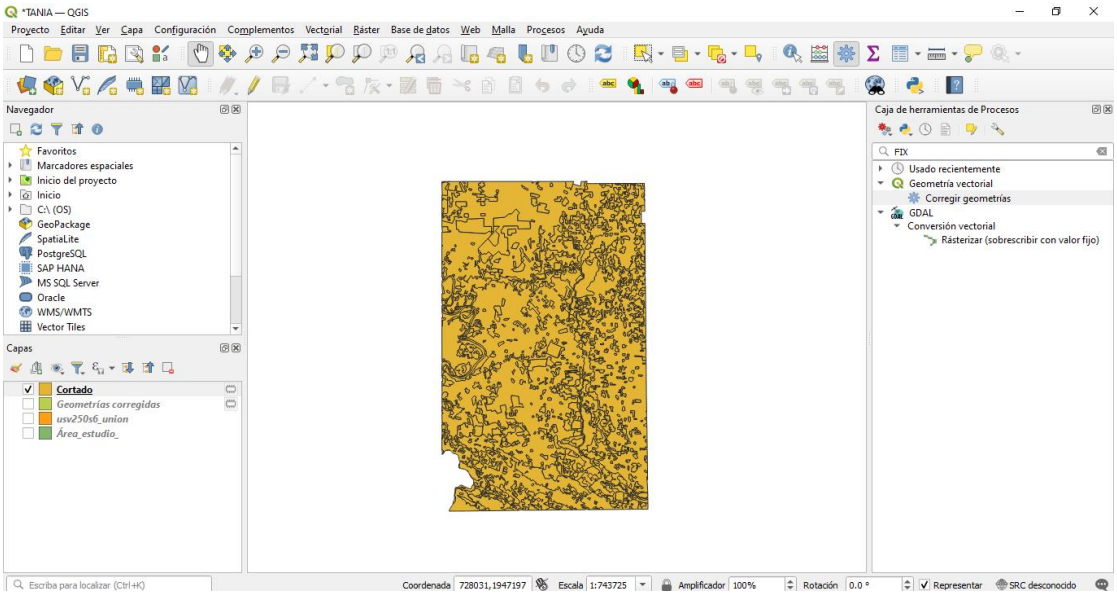


Figura 7. Cruce del polígono de estudio y la serie VII de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación



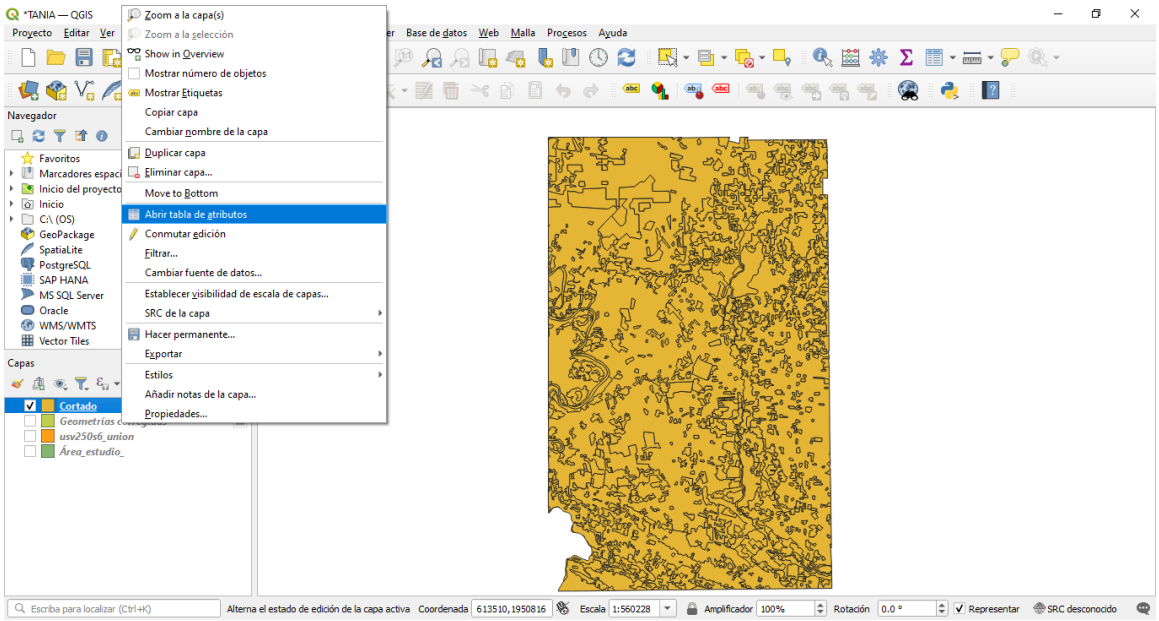
3. Delimitación de la capa de estudio (nueva ANP o ADVC) y la capa de la Serie VII de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI (2018)

Ejemplo: Polígono de ANP sobrepuesto con capa de vegetación de INEGI.



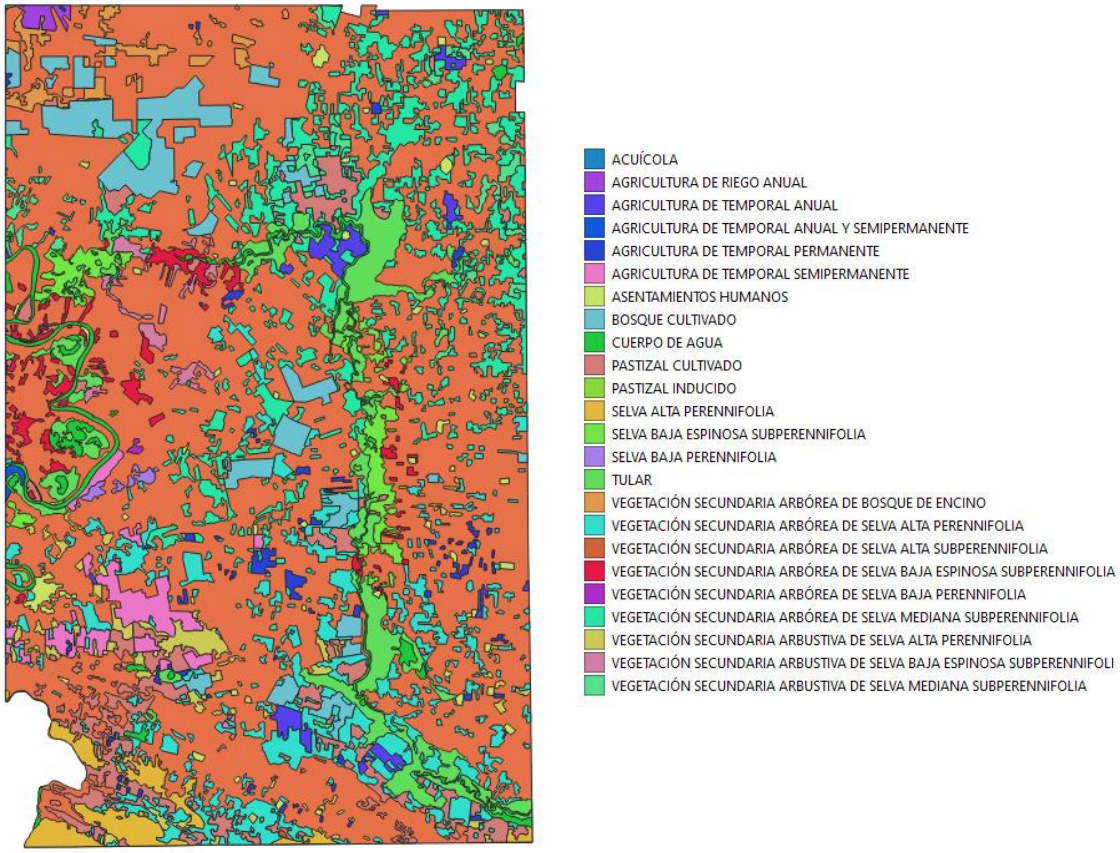
4. Delimitación de superficies por tipo de vegetación en el polígono de estudio.

Ejemplo: Mediante la herramienta "tabla de atributos" del software QGis es posible cuantificar las hectáreas existentes por tipo de vegetación.



5. **Identificación por tipo de vegetación en el polígono de estudio.**

Ejemplo: Se podrá identificar a primera vista la vegetación existente en el polígono de estudio y cuantificar la superificie total por tipo de vegetación en una tabla de atributos.



6. **Determinación de superficies por tipo de vegetación.**

Ejemplo: Derivado del trabajo con sistemas de información geográfica se obtendrá una relación de la vegetación existente en el ANP y la superficie de cada una de ellas.

Ejemplo:

Tabla 1. Superficies por tipo de vegetación

Superficie total (Ha)	Vegetación dominante	Superficie (Ha)
384,801.32	Bosque cultivado	17,148.64
	Pastizal cultivado e inducido	217,229.79
	Selva alta perennifolia	13,873.81
	Selva baja espinosa subperennifolia	5,670.11
	Selva baja perennifolia	593.67
	Tular	18,868.61
	Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	3,738.40
	Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia y subperennifolia	32,146.45
	Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia y perennifolia	5,346.60
	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	33,770.60
	Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia	5,339.71
	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa subperennifolia	2,343.59
	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	4,287.03
	Agricultura y asentamientos humanos	16,730.30
	Cuerpo de agua	7,714.02
	Acuícola	11.40

7. Determinación de biomasa área y biomasa subterránea por tipo de vegetación

Una vez que se delimitaron las superficies por tipo de vegetación se calcula la biomasa aérea y subterránea a partir de factores de absorción (Tabla 2)

Ejemplo: Es posible determinar la biomasa área y subterránea por tipo de vegetación empleando los factores de absorción asociados a las "permanencias" disponibles en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737226/156_2022_INEGYCEI_1990-2019_NIR.pdf

Tabla 2. Factores de emisión por tipo de vegetación de permanencias.

Tipo de vegetación nacional	FE biomasa aérea (ton C/ha/año)	Incertidumbre (%)	FE de raíces (ton C/ha/año)	Incertidumbre (%)
Bosque cultivado	1.639	169.454	0.405	148.015
Bosque mesófilo primario de montaña	1.227	67.507	0.289	59.777
Bosque mesófilo secundario de montaña	0.519	145.126	0.115	146.667
Bosque primario de coníferas	0.408	22.811	0.093	21.738
Bosque secundario de coníferas	0.301	45.823	0.074	41.624
Bosque primario de encino	0.243	35.044	0.062	31.401
Bosque secundario de encino	0.292	32.911	0.072	31.043
Especial otros tipos leñoso primario	-0.351	-340.078	-0.077	-353.770
Especial otros tipos leñosos secundario	0.079	397.570	0.023	367.920
Matorral xerófilo leñoso primario	0.041	90.127	0.012	78.368

Matorral xerófilo leñosos secundario	0.027	223.784	0.008	210.641
Selva primaria caducifolia	0.264	38.213	0.069	35.381
Selva secundaria caducifolia	0.330	40.517	0.087	37.001
Selva primaria perennifolia	0.563	27.857	0.135	26.987
Selva secundaria perennifolia	0.316	98.594	0.081	91.811
Selva primaria subcaducifolia	0.872	20.750	0.216	19.485
Selva secundaria subcaducifolia	0.573	41.346	0.150	37.584
Vegetación hidrófila leñosa primaria	0.820	62.476	0.199	61.007
Vegetación hidrófila leñosa secundaria	1.146	118.618	0.285	113.715

Tabla 3. Factores de absorción por tipo de vegetación

Superficie total (Ha)	Vegetación dominante	Superficie (Ha)	FE biomasa aérea (ton C/ha/año)	FE biomasa subterránea (ton C/ha/año)	Absorción de carbono ($MtCO_2$)
384,801.32	Bosque cultivado	17,148.64	1.639	0.405	0.13
	Pastizal cultivado e inducido	217,229.79	0.041	0.012	0.04
	Selva alta perennifolia	13,873.81	0.563	0.135	0.04

	Selva baja espinosa subperennifolia	5,670.11	0.316	0.081	0.01
	Selva baja perennifolia	593.67	0.316	0.081	0.001
	Tular	18,868.61	0.820	0.199	0.0705
	Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	3,738.40	0.292	0.072	0.0050
	Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia y subperennifolia	32,146.45	0.316	0.081	0.0468
	Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia y perennifolia	5,346.60	0.316	0.081	0.0078
	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	33,770.60	0.316	0.081	0.0492
	Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia	5,339.71	0.316	0.081	0.0078
	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa subperennifolia	2,343.59	0.316	0.081	0.0034

	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	4,287.03	0.316	0.081	0.0062
	Agricultura y asentamientos humanos	16,730.30	-	-	-
	Cuerpo de agua	7,714.02	-	-	-
	Acuícola	11.40	-	-	-
	Total	**384,801.32**			**0.41**

8. Cálculo de la captura de carbono asociada al polígono.

$$\Delta C = \sum(BA + BS) * (\frac{44}{12})$$

Donde:

$\Delta C = Captura\ de\ carbono\ (tCO2e)$

$BA = Biomasa\ aérea\ (\frac{t}{ha})$

$BS = Biomasa\ subterranea\ (\frac{t}{ha})$

Ejemplo: La captura total del carbono es la suma de la biomasa aérea y biomasa subterránea, en este caso igual a 0.41 $MtCO_2$.

V. CONCLUSIONES

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son una parte esencial en la captura de carbono debido a un mayor énfasis en su protección, conservación y adaptación al cambio climático contribuyendo a mitigación del cambio climático. Sin embargo, garantizar su permanencia en buen estado en el tiempo supone un monitoreo y evaluación constante de las ANP lo que conlleva un análisis de las partes involucradas y el diseño de metodologías y herramientas para la adaptación al cambio climático.

Además de la conservación de las ANPs existentes se debe propiciar la incorporación de nuevas ANP, con los criterios específicos para su conservación, y también considerar en la metodología la generación de medidas que mejoren e incrementen la captura de carbono actual.

Con la finalidad de mejorar la metodología aquí presentada, se recomienda considerar el método de diferencias de existencias de carbono, mediante las ecuaciones propuestas en las Directrices del IPCC 2006 y su refinamiento 2019, así como el análisis de imágenes satelitales generadas por el Sistema Satelital de Monitoreo Forestal y el Inventario Nacional Forestal y de Suelos, en armonía con la estimación realizada en el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero.

BIBLIOGRAFÍA

- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2020). Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2020-2024. Disponible en: https://www.conanp.gob.mx/datos_abiertos/DES/PNANP2020-2024.pdf
- Diario Oficial de la Federación (2021). Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024. Fecha de publicación: 8 de noviembre de 2021. Disponible: https://www.gob.mx/semarnat/documentos/programa-especial-de-cambio-climatico-2021-2024
- Gobierno de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. e Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2022). México: Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, 1990-2019. [En línea] Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737226/156_2022_INEGYCEI_1990-2019_NIR.pdf
- Gobierno de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2022). México: Tercer Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (2022). [En línea] Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/747507/158_2022_Mexico_3er_BUR.pdf
- IPCC (2006). Metodologías genéricas aplicables a múltiples categorías de usos de la tierra. Capitulo 4. Volumen 4. Directrices 2006. Disponibles en: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_02_Ch2_Generic.pdf

MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

INECC

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO