



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

INFORME DE CONCLUSIÓN DE SERVICIO SOCIAL
POR ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA PROFESIÓN

“Análisis de cambio de uso de suelo y vegetación
para los periodos de 1980 al 2024 del
Parque Nacional Constitución de 1857”

QUE PRESENTA LA ALUMNA

Melissa Xochiquetzal Cervantes Hernández
Matrícula: 2192035511

ASESOR INTERNO

Dr. Juan José Von Thaden Ugalde
No. Económico: 45613

Ciudad de México a 15 de octubre del 2024

Resumen

El Parque Nacional Constitución de 1857, ubicado en el municipio de Ensenada, Baja California, es un área natural protegida de alto valor ecológico que alberga especies endémicas y amenazadas. Sin embargo, enfrenta desafíos como la deforestación, el cambio de uso de suelo y la degradación de su ecosistema. Este estudio analiza la dinámica del cambio en la cobertura vegetal entre 1980 y 2024, utilizando herramientas de teledetección y sistemas de información geográfica (SIG) para evaluar la evolución del paisaje y su impacto en la conservación del área. Se emplearon imágenes satelitales de los años 1979, 1993, 2010 y 2023, las cuales fueron procesadas mediante clasificación supervisada y no supervisada. La validación de los mapas se realizó a través de matrices de confusión y el índice de Kappa, asegurando un análisis preciso. Se distinguieron cuatro categorías principales de uso de suelo y vegetación: bosque de pino, bosque de pino-encino, pastizal/chaparral y suelo desnudo. Los resultados muestran una recuperación progresiva de la cobertura forestal, pasando de 1,671 ha en 1979 a 3,555 ha en 2023, lo que sugiere procesos de regeneración natural y posibles estrategias de conservación. En contraste, el área de suelo desnudo se redujo drásticamente, de 1,674 ha en 1979 a 389 ha en 2023, mientras que el pastizal/chaparral disminuyó en algunos períodos y expandiéndose en otros. Las matrices de transición entre décadas evidenciaron cambios significativos en la distribución de la vegetación, con la transformación de áreas de pastizal y suelo desnudo en bosques, lo que sugiere procesos de restauración ecológica. Esta dinámica puede atribuirse a la disminución de actividades extractivas, medidas de conservación y la capacidad natural de regeneración del ecosistema. Este estudio proporciona información clave de la efectividad del área natural protegida y da información clave para la gestión y conservación del PNC 1857, resaltando la importancia del monitoreo a largo plazo de los cambios en la cobertura vegetal.

Palabras clave: Uso de suelo y vegetación, ANP, Cobertura forestal, Sistemas de Información Geográfica, Baja California.

Índice

Resumen.....	1
Introducción.....	3
Lugar donde se realizó el servicio social.....	5
Marco Institucional.....	5
Objetivos.....	6
Descripción específica de las actividades realizadas.....	6
Identificar y describir los componentes físicos y bióticos que conforman el entorno natural del Parque Nacional.....	6
Análisis de la dinámica de cambio de la cobertura forestal en el periodo de 1980-2024.....	10
Material de difusión para comunicar las características y el estado de cubierta vegetal.....	17
Descripción del vínculo de las actividades desarrolladas con los objetivos de formación del plan de estudios.....	20
Referencias bibliográficas.....	21
Anexos.....	23

1. Introducción

Una Área Natural Protegida (ANP) es un espacio geográfico delimitado que tiene como objetivo principal la conservación de la biodiversidad, así como la protección y el manejo sostenible de los recursos naturales y los servicios ecosistémicos (CONANP, 2016). Las ANP han sido reconocidas como una herramienta esencial para preservar la biodiversidad y garantizar el equilibrio ambiental que sustenta nuestra vida diaria (CONANP, 2016). Sin embargo, estas áreas enfrentan diversos procesos de deterioro que afectan su biodiversidad y recursos naturales, desde la extracción de recursos hasta la transformación completa de los ecosistemas (Salazar & García, 2020). Por esta razón, es importante realizar el monitoreo de la capacidad de las ANP para cumplir sus objetivos de conservación (Dávalos et al., 2014).

Los monitoreos de las ANP se llevan a cabo principalmente desde tres enfoques complementarios que permiten evaluar su estado. Primero, se analiza la extensión y representatividad de la biodiversidad que albergan. Segundo, se realizan estudios a escalas espaciales y temporales amplias para entender el impacto de actividades humanas, como la deforestación, la urbanización y las prácticas agropecuarias. Finalmente, se evalúa su efectividad, entendida como la capacidad de alcanzar los objetivos de conservación establecidos (Leverington et al., 2010). Estos enfoques no solo permiten monitorear el estado actual de las ANP, sino que también proporcionan información clave para entender los procesos que afectan su sostenibilidad a largo plazo.

Si bien los distintos enfoques son importantes, los estudios sobre procesos dinámicos de cobertura del suelo y deforestación a escalas espaciales y temporales amplias resultan esenciales, ya que permiten identificar tendencias en la degradación, desertificación y pérdida

de biodiversidad en las ANP. Diversos trabajos señalan que el cambio de uso de suelo y la pérdida de cobertura vegetal son los principales desafíos que enfrentan las ANP en México (Villegas & Gómez, 2020). Este enfoque permite categorizar y resumir con mayor precisión la relación entre las actividades humanas y el medio ambiente (CONANP, 2016). Asimismo, este tipo de información se convierte en instrumentos valiosos para apoyar la toma de decisiones sobre el futuro de las ANP y sus regiones asociadas.

México cuenta con 176 Áreas Naturales Protegidas (ANP), de las cuales 68 se encuentran en ecosistemas marinos y litorales. Una de estas ANP es el “Parque Nacional Constitución de 1857” (PNC 1857) que se localiza en el municipio de Ensenada, Baja California (BC) y fue decretado como Parque Nacional el 27 de abril de 1962 (SEMARNAT, 2016). Consta de 5,000 hectáreas, y tiene un elevado valor ecológico y cultural en el lugar se conservan especies endémicas, únicas y relictas, tanto de árboles como de animales. Entre la primera tenemos a varios pinos en peligro de extinción, constituye el hábitat de especies de flora y fauna catalogadas como endémicas, amenazadas o en peligro de extinción como el *Pinus monophylla*, *P. ponderosa*, *P. jeffreyi*, y entre los segundos se tienen especies de gran relevancia nacional como el águila calva, el borrego cimarrón, el puma, el venado bura, gato montés, cacomixtle, zopilote, águila dorada, halcón de hombro rojo (CONANP, 2024).

Esta área protegida enfrenta desafíos significativos derivados de actividades humanas, como la deforestación, la sobreexplotación de recursos y el cambio de uso de suelo. Estas amenazas no solo afectan la integridad ecológica del parque, sino que también comprometen su capacidad para proporcionar servicios ambientales esenciales, como la regulación del ciclo hidrológico, la protección del suelo y la captura de carbono (Medina-Castro, Roldan-Clará & Aguilera, 2019) Comprender los procesos de cambio en el uso de suelo y la cobertura vegetal en este parque es vital para identificar patrones de deterioro y establecer estrategias de manejo que permitan mitigar los impactos negativos, proteger sus valores naturales y garantizar su sostenibilidad frente a los crecientes retos ambientales (PNUD & CONANP, 2019).

Con el presente trabajo se pretende estimar las variaciones en la tasa de cambio de cobertura vegetal en el Parque Nacional Constitución de 1857 con una alta escala temporal (44 años) y una escala espacial alta (metros). Entender estas transformaciones es fundamental para preservar los servicios ecosistémicos que este parque provee, no solo a las comunidades locales, sino también a las regiones colindantes. Por tanto, este tipo de estudios son esenciales para asegurar que esta ANP continúe siendo un refugio de biodiversidad y un pilar en la mitigación de los impactos ambientales a nivel regional.

2. Lugar donde se realizó el Servicio Social

El servicio social se realizó en el Parque Nacional Constitución de 1857, perteneciente a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2007), el cual se encuentra ubicado en el municipio de Ensenada, Baja California, México.

3. Marco institucional

El 27 de abril de 1962 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el decreto que declara Parque Nacional con el nombre de “Constitución de 1857” a una superficie de 5,0009.4861 hectáreas propiedad de la Nación en el Municipio de Ensenada, Estado de Baja California. En dicho decreto se señala el interés en el Norte de Baja California, de establecer un centro de recreación, protección de los recursos forestales y fauna silvestre; considerando a su vez la belleza del lugar. El 25 de septiembre del 2006 se publica en el DOF, el aviso de que el Parque Nacional Constitución de 1857 se incorporaba al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; este sistema está integrado con el propósito de incluir en el mismo a las áreas que por su biodiversidad y características ecológicas sean consideradas de especial relevancia en el país (CONANP, 2007).

La Misión, visión y objetivo general del Parque Nacional Constitución de 1857 dicta lo siguiente; Proteger los recursos naturales del Parque, favoreciendo el desarrollo de la investigación, la recreación, el turismo y la educación ambiental, así mismo preservar los ecosistemas boscosos de la Sierra de Juárez mediante acciones que favorezcan la recuperación, la restauración o la rehabilitación de áreas degradadas por prácticas inadecuadas de uso de los recursos naturales y conservar el hábitat requerido para el aseguramiento de las especies de flora y fauna del Parque. Estos se basan en la conservación, protección y restauración de los recursos forestales y fauna silvestre que posee la Sierra de Juárez, a través de un adecuado manejo y administración, de manera que se garantice la continuidad de los procesos ecológicos, diversidad genética de las especies y el uso y aprovechamiento sustentable de los recursos (CONANP, 2007).

4. Objetivos de las actividades realizadas

Objetivo general

Analizar el cambio de uso del suelo y vegetación en el periodo de 1980-2024 en el Parque Nacional Constitución de 1857.

Objetivos particulares

- Identificar y describir los componentes físicos y bióticos que conforman el entorno natural del Parque Nacional.
- Realizar un análisis de la dinámica de cambio de la cobertura forestal en el periodo de 1980-2024
- Generar material de difusión para comunicar las características y el estado de cubierta vegetal

5. Descripción específica de las actividades realizadas

Las actividades realizadas durante el servicio social se presentarán organizadas de acuerdo cada objetivo particular.

- *Objetivo 1.-Identificar y describir los componentes físicos y bióticos que conforman el entorno natural del Parque Nacional.*

Ubicación

El ANP PNC 1857, se ubica al norte del municipio de Ensenada dentro de la Entidad Federativa de Baja California. Fue declarado Parque Nacional en el año de 1962 abarcando una extensión de 5,009.4861 ha con el objetivo principal preservar ecosistemas representativos de la biodiversidad del país, proteger sus recursos naturales y culturales, y garantizar su uso sostenible para beneficio de la sociedad. Los Parques Nacionales están regulados por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su administración corresponde a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

De acuerdo con el decreto, el ANP cuenta con siete vértices que ayudan a distinguir sus límites:

Vértice	Latitud	Longitud
C. Hansen	32°02'57.27"	115°56'04.303"
C. Bola	32°02'36.29"	115°57'11.82"
C. Piñón	32°01'52.86"	115°55'26.35"

C. Cascabel	32°01'20.156"	115°54'39.21"
C. Poltrona	32°03'41.65"	115°51'36.19"
C. Cedros	32°07'52.06"	115°51'19.53"
C. Allen	32°04'10.76"	115°55'44.69"

Edafología

De acuerdo con la Carta Estatal de Suelos, en el PNC 1857 predominan dos tipos principales de suelos, cuya distribución está estrechamente relacionada con las características geológicas, topográficas y climáticas de la región. En las zonas este y sur del Parque, se encuentran suelos de tipo Litosol, que son suelos poco desarrollados, someros y con una capa rocosa muy cercana a la superficie. Estos suelos suelen formarse en áreas con pendientes pronunciadas y presentan una limitada capacidad para retener agua y nutrientes, lo que los hace vulnerables a procesos de erosión. Sin embargo, a pesar de estas limitaciones, los Litosoles son fundamentales para la estabilidad de la vegetación que se adapta a estas condiciones edáficas, especialmente en ecosistemas montañosos.

Por otro lado, en las zonas norte y oeste, predominan los suelos de tipo Regosol, específicamente en sus variantes eútricas y calcáreas. Los Regosoles eútricos se caracterizan por ser suelos jóvenes, con un buen contenido de nutrientes y una textura generalmente ligera, lo que los hace aptos para sostener una vegetación diversa, aunque su capacidad de retención de agua puede variar dependiendo de su profundidad y estructura. Por su parte, los Regosoles calcáreos contienen altos niveles de carbonatos, lo que les confiere un pH alcalino y los hace propensos a la formación de costras calcáreas en ciertas condiciones. Este tipo de suelo es característico de regiones donde los procesos de meteorización son moderados, y su capacidad de sustentar vegetación depende en gran medida de la cantidad de materia orgánica presente.

Además, en la zona cercana a la Laguna Hanson, se identifican suelos de tipo aluvial, formados por el depósito de materiales finos y sedimentos transportados por corrientes de agua. Estos suelos suelen ser más profundos y ricos en materia orgánica, lo que les confiere una mayor fertilidad y capacidad de retención de humedad. Estas características los convierten en un recurso crucial para el mantenimiento de la vegetación ribereña y las dinámicas ecológicas que dependen de la laguna.

Clima

El clima predominante dentro del Parque Nacional corresponde al tipo Mediterráneo, clasificado según el sistema de Köppen como Cscb(c)1, lo que indica un clima templado húmedo con un régimen característico de lluvias invernales (CONANP, 2007). Este tipo de clima se caracteriza por temperaturas moderadas durante la mayor parte del año, inviernos fríos y lluviosos, y veranos cálidos y secos.

El régimen de lluvias invernales es una característica distintiva, ya que contrasta con otros tipos de clima en México, donde la temporada de lluvias suele concentrarse en los meses de verano. Las precipitaciones en el Parque Nacional están distribuidas principalmente entre los meses de noviembre y marzo, mientras que los veranos son generalmente secos, lo que influye significativamente en la vegetación y los ciclos de vida de las especies locales.

Este clima genera condiciones favorables para una gran diversidad de especies vegetales y animales adaptadas a estas particularidades, y a su vez, contribuye a la presencia de ecosistemas únicos que combinan elementos de bosques templados y ecosistemas mediterráneos. Además, el clima mediterráneo es importante desde el punto de vista de la conservación, ya que representa un tipo climático relativamente poco común a nivel mundial, lo que resalta el valor ecológico del área protegida.

Geología

La geología del Parque Nacional Constitución de 1857 es un reflejo de la rica historia geológica de la Sierra de Juárez. Según la información cartográfica de la región, las montañas están compuestas principalmente por rocas ígneas intrusivas, como granodioritas y tonalitas, que forman parte del batolito peninsular, una estructura masiva que data del periodo Cretácico. Estas formaciones rocosas, características por su dureza y resistencia, dominan el paisaje montañoso del parque.

Con el paso del tiempo, los procesos de fracturación y fallamiento han generado una porosidad secundaria significativa en estas rocas, facilitando la infiltración de agua en algunas áreas. La constante acción de agentes erosivos ha dejado al descubierto extensas áreas de estas rocas en las zonas altas y centrales de la Sierra de Juárez, moldeando el terreno y permitiendo la formación de importantes cuerpos de agua, como la emblemática Laguna Hanson.

Uno de los procesos de intemperismo más comunes en el parque es el esferoidal, que contribuye a la creación de suelos arenosos y poco desarrollados, característicos de las zonas montañosas del área. En las planicies, sin embargo, se encuentran depósitos de sedimentos aluviales del periodo Cuaternario, aunque estos son poco profundos. Estas áreas, especialmente

en las cercanías de la Laguna Hanson, presentan suelos con alta permeabilidad y una composición predominantemente arenosa y limosa, lo que las hace ideales para la retención temporal de agua durante las temporadas de lluvia.

Hidrología

El PNC 1857 alberga el único cuerpo de agua epicontinental dentro de Sierra Juárez, la Laguna Hansen, situada a 1600 msnm y alimentada por arroyos provenientes de las elevaciones cercanas a ella. Cubre una superficie aproximada de 510.986 ha, es decir, un 10% de la superficie del Parque. Sin embargo, ante la disminución de lluvias este cuerpo de agua puede llegar a dividirse en dos o incluso secarse por completo. La importancia de este cuerpo de agua radica en ser justamente el único cuerpo de agua semipermanente dentro de Sierra Juárez, su denominación de sitio RAMSAR al darle albergue a diversas especies de aves para que lleven a cabo sus procesos y funciones, y brindar servicios ambientales de abastecimiento, regulación, apoyo e incluso culturales. (León, 2011)

Mastofauna

La mastofauna presente en el Parque Nacional Constitución de 1857 refleja la riqueza y diversidad ecológica de la Sierra de Juárez. Este territorio alberga una variedad de especies ampliamente distribuidas en la región, adaptadas a los diferentes ecosistemas que lo conforman. Entre los mamíferos más representativos se encuentran la liebre de California (*Lepus californicus*) y el conejo cola blanca (*Sylvilagus audubonii*), especies características de áreas abiertas y arbustivas.

Predadores como el coyote (*Canis latrans*), el gato montés (*Lynx rufus*) y el puma o león de montaña (*Puma concolor*) también forman parte de esta comunidad faunística, desempeñando un papel clave en el equilibrio de las cadenas tróficas locales. En cuanto a los herbívoros, destaca el venado bura (*Odocoileus hemionus*), una especie emblemática que se distribuye en zonas boscosas y abiertas del parque.

Además, el Parque Nacional es hogar de pequeños mamíferos como la ardilla gris occidental (*Sciurus griseus*), que habita en los bosques de coníferas, y carnívoros medianos como la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), el mapache (*Procyon lotor*) y el tejón (*Taxidea taxus berlandieri*). Estas especies cumplen funciones importantes dentro del ecosistema, como la dispersión de semillas y el control de poblaciones de insectos y pequeños vertebrados.

El parque también podría ser un refugio para otras especies menos comunes o más discretas, como pequeños roedores y murciélagos, los cuales no siempre son fácilmente

observables, pero juegan un papel esencial en la polinización y el control de insectos. Sin embargo, su registro podría requerir métodos más específicos de monitoreo.

Uso de suelo y vegetación

Gran parte de la vegetación en Sierra Juárez está principalmente constituida por bosque de coníferas, chaparral y matorral. En el PNC de 1857, la especie dominante es el Pino amarillo (*Pinus Jeffreyi*), donde es común encontrarlo en suelos aluviales y sitios con que alcanzan los 1500 a 2200 metros de altitud (Rzendowsky, 2006). Al igual, Flores (1971) menciona que el bosque de Pino- Encino no es común y es poca la documentación que se tiene acerca de ello, sin embargo, dentro de Sierra Juárez es posible ubicarlo. En PNC 1857, se aprecia este tipo de vegetación con Pino piñonero (*P. quadrifolia* y *P. monophylla*) y diversas especies de encino (*Quercus*) como *Q. chrysolepis*, *Q. dumni*, *Q. peninsularis*, *Q. turbinella* y *Q. wislizenii*. (CONANP,2007).

Granillo et al. (2012) indica que en la periferia de la Laguna de Hansen y las zonas inundables se encuentra el pastizal siendo característicos principalmente por herbáceas de las familias Cyperaceae, Poaceae y Asteraceae. Se menciona también que existen pequeñas áreas de chaparral mixto y chaparral de manzanita peninsular (*Arctostaphylos peninsularis*). (Domínguez, 2009)

- *Objetivo 2.- Realizar un análisis de la dinámica de cambio de la cobertura forestal en el periodo de 1980-2024*

Para el análisis de la dinámica en la cobertura vegetal en diferentes décadas del PNC 1857, se obtuvieron imágenes de diferentes satélites para los siguientes años:

- 1979: se utilizaron imágenes del satélite Corona (<https://earthexplorer.usgs.gov/>)
- 1993: una ortofoto del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (<https://www.inegi.org.mx/temas/imagenes/orthoimagenes>)
- 2010: imagen satelital RapidEye (Planet Team, 2022)
- 2023: imagen satelital Planet (Planet Team, 2022)

En el caso de las imágenes correspondientes a los años 1979 y 1993 son imágenes pancromáticas, es decir, que cuentan con una sola bandapectral. Por otro lado, las imágenes

de 2010 y 2023 son multiespectrales y contienen cuatro bandas (rojo, verde, azul e infrarrojo cercano). Debido a estas diferencias, se realizaron dos análisis:

- El primer análisis se enfocó en analizar la dinámica de la cobertura forestal durante el periodo 1979-2023, ya que las características espectrales de las imágenes de 1979 y 1993 no permiten diferenciar entre los distintos tipos de cobertura forestales.
- En el segundo análisis, correspondiente al periodo 2010-2023, se identificaron los diferentes tipos de vegetación y usos del suelo, aprovechando las capacidades multiespectrales de las imágenes más recientes.

Estos análisis permitieron tener una vista integral sobre la dinámica de cambio de uso del suelo y vegetación y así obtener resultados acordes con las limitaciones y posibilidades técnicas de las imágenes disponibles para cada periodo.

- *Análisis de cambio de cobertura forestal en el periodo de 1979-2023*

La clasificación de las imágenes satelitales para los años de 1979 y 1993 se realizaron mediante una clasificación no supervisada con el algoritmo IsoCluster, mientras que para los años de 2010 y 2023 se realizó mediante el algoritmo de Máxima Verosimilitud en el software ArcMap 10.8.2, en los mapas elaborados se distinguieron las siguientes categorías: cobertura forestal, pastizal/chaparral y roca/suelo desnudo. Para cada categoría se tomaron puntos de control en campo, al menos 50 por categoría (ver formato de campo en Anexo 1), de los cuales una mitad se utilizó para clasificar y la otra para validar. La validación de mapas se realizó mediante matrices de confusión y se calculó el Índice de Kappa.

La matriz de confusión es una herramienta para calcular la precisión que se tuvo por cada clase identificada en la imagen y la precisión general del modelo. Funciona mediante muestras de la imagen clasificada e información obtenida mediante observación directa de la imagen original (fotointerpretación). Mientras que, el Índice de Kappa evalúa y determina la exactitud de la clasificación mediante valores de 0 a 1; teniendo como escala los siguientes <0= sin concordancia, 0 -0.2= concordancia insignificante, 0.21- 0.40= concordancia media, 0.41- 0.60 concordancia moderada, 0.61- 0.80 concordancia sustancial y 0.81 -1 casi perfecto. (López-Santos et al. 2017). Estos dos análisis se realizaron sólo para el año 2023 dado que fue el año que se pudo evaluar en campo.

Los resultados sugieren en el ANP ha existido una recuperación gradual de la vegetación pasando de 1,671 ha en 1979 a 3,555 ha para el 2023 (**Figura 1, Tabla 1**). Para el caso de los pastizales/chaparrales este tuvo un decrecimiento en su superficie pasando de 1,662 ha en 1979 a 1,063.3 ha en el 2023.

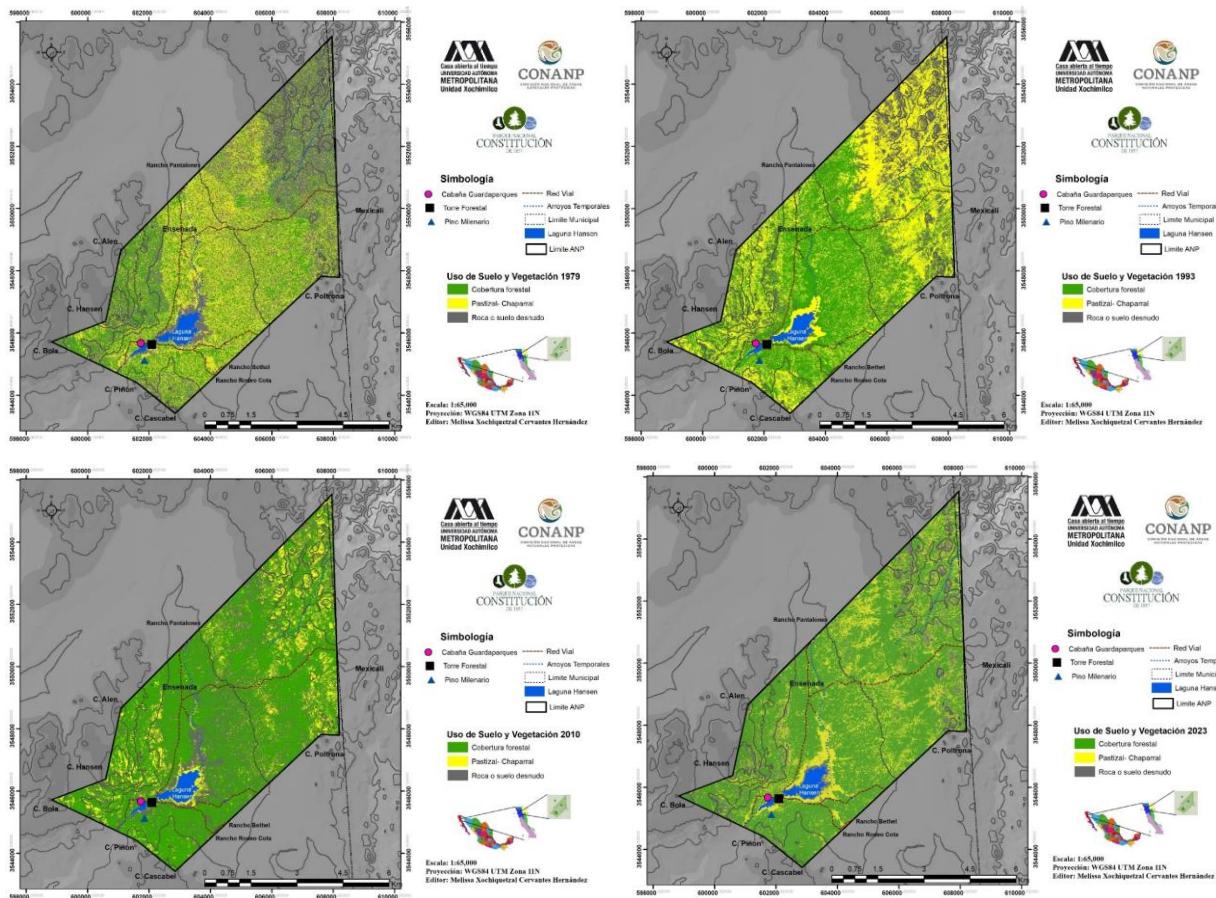


Figura 1. Mapas de cobertura forestal para los años de 1979, 1993, 2010 y 2023 del Parque Nacional Constitución de 1857, Ensenada, Baja California, México.

Los resultados de la recuperación de la cobertura forestal pueden deberse por esfuerzos de conservación, reducción de actividades extractivas o mejoramiento de las condiciones ambientales. Este incremento resalta un proceso de regeneración natural y estabilización de ecosistemas, lo cual es relevante para la gestión y conservación de la biodiversidad en el área protegida. En el caso de los pastizales/chaparrales su reducción de superficie podría estar relacionada con la transición hacia comunidades vegetales más densas y maduras o, en algunos casos, con la expansión de áreas boscosas.

Tabla 1.- Superficies del uso de suelo y vegetación (en Ha) en el Parque Nacional Constitución de 1857, Ensenada, Baja California, durante los años 1979, 1993, 2010 y 2023

	1979	1993	2010	2023
Cobertura forestal	1,671.19	2,168.20	3,204.41	3,555.75
Pastizal	1,662.29	2,060.97	702.59	1,063.30
Roca o suelo desnudo	1,674.23	778.79	1,100.71	389.22

Para determinar la dinámica de cambio de uso a lo largo del periodo en el que se enfoca este estudio, se realizaron matrices de cambio o permanencia donde se compara 1979- 1993, 1993-2010 y 2010- 2023. Estas se obtuvieron calculando el área de los polígonos de las distintas categorías generadas para los mapas de uso de suelo y vegetación. Conforme a la matriz de transición entre los años 1979 y 1993 (**Tabla 2**) la cobertura forestal permaneció en 747 Ha, se percibió un cambio de c. forestal a pastizal- chaparral de 743 Ha y de c. forestal a roca o suelo desnudo un cambio de 179 Ha.

En el caso del pastizal matorral, mantuvo una permanencia de 570 Ha y gran parte de este se transformó en c. forestal (907 Ha) mientras que de pastizal- chaparral a roca o suelo desnudo fue baja (184 Ha). La roca o suelo desnudo se mantuvo en 414 Ha, sin embargo, 513 Ha presentaron cambios de suelo desnudo a c. forestal y el cambio fue mayor de roca o suelo desnudo a pastizal- chaparral con 746.22 Ha.

Tabla 2. Matriz de transición de los cambios de uso de suelo (en Ha) durante el periodo 1979- 1993 en el Parque Nacional Constitución de 1857.

		1993		
		C. forestal	Pastizal - Chaparral	Roca o suelo desnudo
1979	C. forestal	747.19	743.94	179.81
	Pastizal - Chaparral	907.48	570.42	184.15
	Roca o suelo desnudo	513.23	746.22	414.68

En este caso la matriz de cambio de los años 1993 y 2010 (**Tabla 3**) indica que la C. forestal mostró una alta permanencia con 1,391.98 ha, se presentaron cambios de 183 Ha de C. forestal a pastizal- chaparral y de C. forestal a roca o suelo desnudo de 592.88 Ha. El pastizal permaneció en 250 Ha, pero experimentó cambios significativos de pastizal-chaparral a C. forestal con 1,485 Ha y de pastizal- chaparral a roca o suelo desnudo de 325 Ha. La roca o suelo desnudo permanecieron 182 Ha y experimentó una sustitución a C. forestal de 326 Ha, mientras que cambiaron 269 Ha a pastizal- chaparral.

Tabla 3. Matriz de transición de los cambios de uso de suelo (en Ha) en el periodo 1993-2010 en el Parque Nacional Constitución de 1857.

		2010		
		C. forestal	Pastizal - Chaparral	Roca o suelo desnudo
1993	C. forestal	1,391.98	183.03	592.88
	Pastizal - Chaparral	1,485.48	250.01	325.09
	Roca o suelo desnudo	326.58	269.51	182.55

La siguiente matriz de cambio correspondiente a los años 2010-2023 (**Tabla 4**) muestra una alta permanencia de la C. forestal con 2,586 Ha y cambio de c. forestal a pastizal- chaparral de 517 ha, y sólo 100 Ha de c. forestal a roca o suelo desnudo. El pastizal- Chaparral se mantuvo con 167 ha, sin embargo, presentó cambios, transitioningando 288 Ha a c. forestal y 246 Ha a roca o suelo desnudo. Finalmente, la roca o suelo desnudo sostuvo 41 Ha, experimentó un notable cambio a C. forestal con 680 Ha y 378 Ha a pastizal- chaparral.

Tabla 4. Matriz de transición de los cambios de uso de suelo (en Ha) en el periodo 1993-2010 en el Parque Nacional Constitución de 1857.

		2023		
		C. forestal	Pastizal - Chaparral	Roca o suelo desnudo
2010	C. forestal	2,586.30	517.04	100.89
	Pastizal - Chaparral	288.46	167.46	246.66
	Roca o suelo desnudo	680.44	378.55	41.64

- Análisis de cambio de cambio de uso del suelo y vegetación en el periodo 2010-2023

Para comprender mejor la dinámica del ANP en los últimos diez años, se generaron mapas para los años del 2010 y 2023 (figura 2) permitiendo identificar de manera más específica las transiciones entre los diferentes tipos de bosque y usos del suelo.

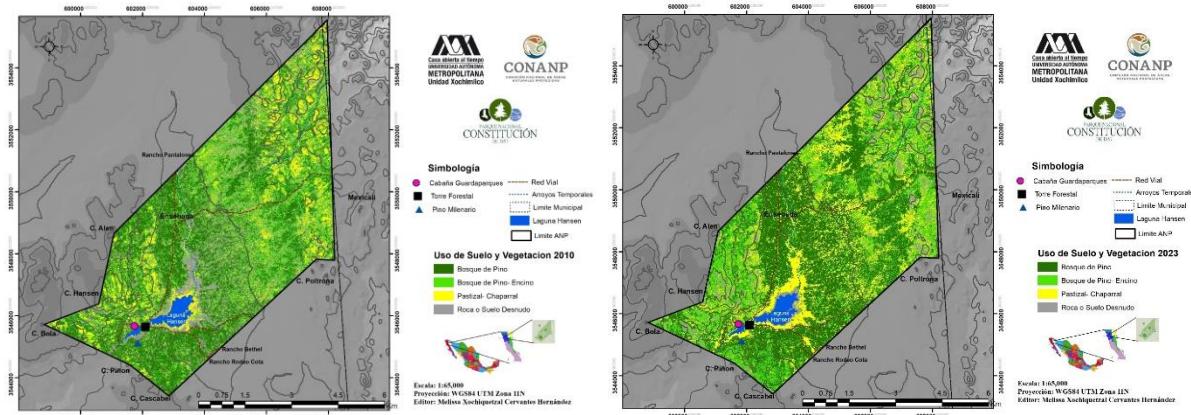


Figura 2. Mapa de Uso de Suelo y Vegetación del año 2010 y 2023 en el Parque Nacional Constitución de 1857, Ensenada, Baja California, México.

Entre 2010 y 2023, se observaron cambios significativos en la cobertura del suelo. El Bosque de Pino aumentó su extensión de 1,932.79 hectáreas en 2010 a 2,097.60 hectáreas en 2023, mientras que el Bosque de Pino-Encino también mostró una expansión, pasando de 1,271.62 a 1,458.15 hectáreas en el mismo período. Asimismo, el Pastizal-Chaparral experimentó un crecimiento notable, incrementando su superficie de 702.59 hectáreas a 1,063.30 hectáreas. En contraste, la categoría de Roca o Suelo Desnudo registró una disminución significativa, reduciéndose de 1,100.71 hectáreas en 2010 a solo 389.22 hectáreas en 2023. Estos cambios sugieren una tendencia hacia la recuperación de la vegetación, probablemente impulsada por procesos de regeneración natural, reforestación o cambios en el manejo del territorio, mientras que la reducción de las áreas sin vegetación podría estar relacionada con la recolonización del suelo por especies vegetales o modificaciones en las dinámicas de erosión y sedimentación.

Tabla 5. Superficies del uso de suelo y vegetación (en Ha) en el Parque Nacional Constitución de 1857, Ensenada, Baja California, durante los años 2010 y 2023

	2010	2023
Bosque de Pino	1,932.79	2,097.60
Bosque de Pino-Encino	1,271.62	1,458.15
Pastizal- Chaparral	702.59	1,063.30
Roca o suelo desnudo	1,100.71	389.22

La matriz de transición muestra los cambios en la cobertura del suelo entre 2010 y 2023, evidenciando la transformación de distintas categorías de vegetación y suelo desnudo a lo largo del tiempo. En el caso del Bosque de Pino-Encino, de las 1,271.62 hectáreas registradas en 2010, 428.87 hectáreas se mantuvieron en la misma categoría en 2023, mientras que 509.50 hectáreas se transformaron en Bosque de Pino, 274.59 hectáreas pasaron a Pastizal-Chaparral y 58.61 hectáreas a Roca o Suelo Desnudo, lo que sugiere una tendencia de conversión principalmente hacia el bosque de pino. Por su parte, el Bosque de Pino, que en 2010 ocupaba 1,932.79 hectáreas, conservó 1,124.47 hectáreas en la misma categoría, pero 523.46 hectáreas se transformaron en Bosque de Pino-Encino, 242.45 hectáreas pasaron a Pastizal-Chaparral y 42.29 hectáreas a Roca o Suelo Desnudo, reflejando una dinámica de transformación en la que una parte del bosque evolucionó hacia una composición mixta con encino.

El Pastizal-Chaparral, que en 2010 tenía una extensión de 702.59 hectáreas, mostró una alta tasa de cambio, ya que solo 167.46 hectáreas se mantuvieron como tal en 2023, mientras que 227.33 hectáreas fueron colonizadas por Bosque de Pino-Encino, 61.13 hectáreas se transformaron en Bosque de Pino y 246.66 hectáreas pasaron a ser Roca o Suelo Desnudo, indicando que una parte del pastizal fue reemplazada por bosque, pero otra sufrió procesos de degradación. Finalmente, el Roca o Suelo Desnudo, que en 2010 abarcaba 1,100.71 hectáreas, experimentó una drástica reducción, ya que solo 41.64 hectáreas permanecieron sin cambio, mientras que 278.27 hectáreas fueron colonizadas por Bosque de Pino-Encino, 402.17 hectáreas por Bosque de Pino y 378.55 hectáreas por Pastizal-Chaparral, evidenciando un proceso significativo de revegetación.

En general, los datos muestran una tendencia de recuperación de la vegetación, con un incremento de las coberturas boscosas y del pastizal a expensas del suelo desnudo. Este patrón sugiere procesos de regeneración natural, posiblemente impulsados por cambios en el manejo del territorio, estrategias de conservación o dinámicas ecológicas propias del área de estudio.

Tabla 6. Matriz de transición de los cambios de uso de suelo (en Ha) en el periodo 2010-2023 en el Parque Nacional Constitución de 1857 con cuatro categorías en la clasificación de uso de suelo y vegetación.

		2023			
		Bosque de pino-encino	Bosque de pino	Pastizal-Chaparral	Roca o suelo desnudo
2010	Bosque de pino-encino	428.87	509.50	274.59	58.61
	Bosque de pino	523.46	1,124.47	242.45	42.29
	Pastizal-Chaparral	227.33	61.13	167.46	246.66
	Roca o suelo desnudo	278.27	402.17	378.55	41.64

- *Objetivo 3.- Generar material de difusión para comunicar las características y el estado de cubierta vegetal*

Selección de contenidos: Se revisó qué contenidos sobre las características y el estado de cubierta vegetal resultan importante comunicar.

Verificación del diseño: Se llevaron a cabo revisiones con para proponer y aprobar el diseño del material de divulgación.

Selección del medio de difusión: Se hará llegar la infografía a los encargados de divulgación en el ANP para su difusión.



Parque Nacional Constitución de 1857

Parque Nacional Constitución de 1857
Foto: Melissa Cervantes



El Parque Nacional Constitución de 1857, está ubicado al norte del municipio de Ensenada, Baja California, es un Área Natural Protegida (ANP) que cuenta con una extensión de 5009.48 Ha, y es de gran importancia por su biodiversidad, servicios ambientales y valor cultural e histórico.



Decretado Parque Nacional el 27 de abril de 1962 en el Diario Oficial de la Federación (DOF).



Dentro del Parque se encuentran diversos ecosistemas:



Bosque de Pino y Pino- Encino: Estos están compuestos por especies como el Pino Jeffreyi, que es común encontrarlo a la orilla de la Laguna Hansen. También habitan especies de encinos como el encino mexicano azul y roble peninsular.

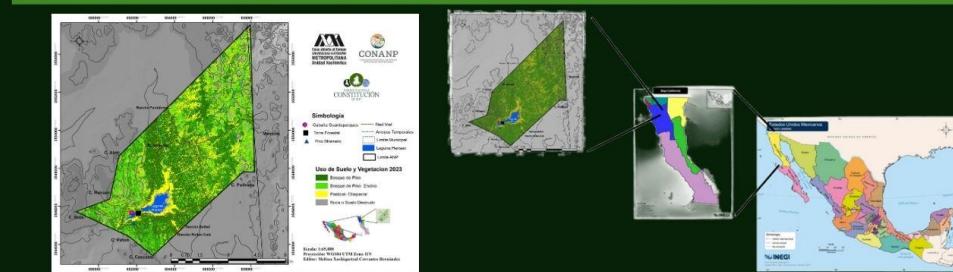


Chaparral: En el podemos encontrar especies como el chamizo y la manzanita californiana.



Pastizal: Esta representado por herbáceas de las familias Cyperaceae, que son plantas parecidas a los pastos, Poaceas, es decir, aquellas que presentan espigas y Asteraceas, las que presentan flores.

La extensión de estos tipos de vegetación ha variado con el tiempo, siguiendo una tendencia a la recuperación. En 2023, la cobertura forestal abarcaba el 71% del parque, el pastizal y chaparral cubrían el 21% y la roca, el 8%.



6. Descripción del vínculo de las actividades desarrolladas con los objetivos de formación del plan de estudios

La Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, tiene como objetivo formar biólogos con un enfoque crítico y creativo en el manejo de los recursos naturales bióticos. Para alcanzar esta meta, los estudiantes deben fortalecer sus conocimientos y desarrollar habilidades clave a lo largo de su formación modular, lo que les permite llevar a cabo diagnósticos ambientales, planificar estrategias de manejo y proponer acciones para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. Estas competencias son fundamentales para fomentar la conservación y restauración de ecosistemas en distintos contextos.

Dentro de este marco, la caracterización ecológica se presenta como una herramienta esencial para la recopilación de datos cualitativos y cuantitativos sobre los distintos subsistemas que conforman un ecosistema, incluyendo los aspectos físicos, bióticos, sociales y culturales. Este proceso proporciona una visión integral de los componentes, interacciones y dinámicas de un territorio en un tiempo determinado (Gosselink et al., 1979). La caracterización es un paso clave para la realización de diagnósticos ambientales, ya que permite identificar los factores que afectan positiva o negativamente a un ecosistema y evaluar su estado actual.

La información generada a partir de este análisis es de gran relevancia para las autoridades del Parque Nacional Constitución de 1857, ya que servirá como base para la toma de decisiones relacionadas con el manejo del ANP. Con este insumo, se podrán generar evidencias de la efectividad de las ANP y diseñar estrategias de conservación y gestión adaptadas a las necesidades del ecosistema, contribuyendo así al cumplimiento de los objetivos de sostenibilidad y preservación del área.

7. Referencias bibliográficas

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2007). *Programa de Manejo Parque Nacional Constitución de 1857.*

https://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/PM_constitucion.pdf

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2024, Octubre 9).

Sistema de Información Monitoreo y evolución para la conservación (SIMEC). Gob.mx.

<https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=115>

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2016). *Plan de Acción para el Financiamiento Estratégico 2016-2018* (1^a edición). Sakbe comunicación para el Cambio social.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2016, abril 27). *Parque Nacional Constitución de 1857* (2016, abril 27). Gob.mx.

<https://www.gob.mx/semarnat/articulos/parque-nacional-constitucion-de-1857>

Dávalos, L. I. I., Sierra, C. L. J., Ramírez, J. S., & Ortega-Rubio, A. (2014). Categorías de las áreas naturales protegidas en México y una propuesta para la evaluación de su efectividad. *Investigación y ciencia*, 22(60), 65-70.

Domínguez Fontana, C. (2011). *Estudio comparativo preliminar de los bosques de la Sierra de Juárez, Baja California (Méjico) y la Serranía de Cuenca (España)*. [Tesis doctoral, Universitat Politècnica de València]. Repositorio UPV.

<https://riunet.upv.es/handle/10251/9861>

León G, G. (2011). *Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar* (FIR). Convención sobre los humedales Ramsar.

Flores M., G., J. Jiménez L., X. Madrigal S., F. Moncayo R. y F. Takaki T. (1971). *Memoria del mapa de tipos de vegetación de la República Mexicana: Tipos de vegetacion.* Secretaría de Recursos Hídricos. <https://es.scribd.com/document/361025952/Memoria-Del-Mapa-de-Tipos-de-Vegetacion-de-La-Republica-Mexicana>

Gosselink, J.G; Cordes, L; Parsons, J.W. (1979). *An ecological characterization study of the Chaniar Plain coastal ecosystem of Luisiana and Texas: Chenier plain ecological characterization*. U.S Fish And Wildlife Service (FWS), Office of Biological Services (OBS). <https://es.scribd.com/document/101434894/Ecological-Characterization-Study-Chenier-Plain-Texas-Louisiana-vol-1>

Granillo, M.I., A. Lazo de la Vega, L.I. Martínez-Ríos, C. Peynador, D.E. Gómez-León. (2012). *Diagnóstico y restauración de los humedales Ramsar de Baja California: Resultados. Secretaría de Protección al Ambiente.*
[https://www.bajacalifornia.gob.mx/Documentos/sest/desarrollo_sustentable/Programas_Proyectos/Recursos_Naturales_y_Vida_Silvestre/DIAGNOSTICO_RESTAURACION_HUMEDALES_BC\(2012\).PDF](https://www.bajacalifornia.gob.mx/Documentos/sest/desarrollo_sustentable/Programas_Proyectos/Recursos_Naturales_y_Vida_Silvestre/DIAGNOSTICO_RESTAURACION_HUMEDALES_BC(2012).PDF)

Instituto Municipal de Investigación y Planeación de Ensenada, B.C. (IMIP). (2006) *Programa de Desarrollo Regional Región Ojos Negros -Valle de la Trinidad versión 2009-2012: Indicadores ambientales. IKEN*

Martínez, J. M. (2015). Las áreas naturales protegidas como herramienta para el cuidado y gestión de los recursos naturales: caso de la reserva de la biosfera de La Sepultura en el estado de Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(1), 261-271.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) & Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2019). *Proyecto Resiliencia. Áreas Naturales Protegidas. Soluciones naturales a retos globales.*

Leverington, F., Costa, K.L., Pavese, H. et al. (2010). *Environmental Management: A Global Analysis of Protected Area Effectiveness*. Springer. <https://doi.org/10.1007/s00267-010-9564-5>

López-Santos, A., Bueno-Hurtado, P., Arreola-Ávila, J. G., & Pérez-Salinas, J. E. (2017). Acciones para conservación de suelos identificadas mediante índices Kappa al noreste de Durango, México. *Agrociencia*, 51(6), 591-605.

Valenzuela, V. C. (1990). *Estudio florístico del Parque Nacional “Constitución de 1857”, de Sierra de Juárez, Baja California* [Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada]. Repositorio UABC.
<https://repositorioinstitucional.uabc.mx/handle/20.500.12930/10824>

Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Editorial Limusa

Salazar, J. I. C., & García, M. O. C. (2020). La protección de Áreas Naturales Protegidas federales en México: relación entre los “burócratas de a pie” y la superficie territorial de las ANP. *Sociedad y Ambiente*, (22), 22-47.

Villegas Martínez, D., & Gómez Demetrio, W. (2020). Procesos locales de transformación que detonan el cambio de uso de suelo y vegetación en un área natural protegida de la Región Centro de México. *Acta universitaria*, (30), 1-21.
<https://doi.org/10.15174/au.2020.2864>

8. Anexos

Anexo 1



Líneamientos para la Ejecución del Programa
para la Protección y Restauración de Ecosistemas
y Especies prioritarias, Ejercicio fiscal 2023

FORMATO DE DATOS DE CAMPO COMPONENTE DE ESTUDIOS TÉCNICOS

Informe número: 1,2,3,4 y 5

Fecha: [Fecha día, mes, año] 15 de Julio de 2024, 29 de Julio de 2024, 5 de agosto del 2024

Lugar: [Localidad, Municipio y estado] Ejido Sierra Juárez, Ensenada, Baja California

1.- Área Natural Protegida: [Nombre de la ANP] Parque Nacional Constitución de 1857

2.- Nombre del proyecto: [Nombre del programa o subprograma] Subprograma de restauración

3.- Periodo de muestreo: Del 15 de 2024 al 14 de Agosto 2024

4.- Avance físico:

SEMANA	Actividades programadas (conforme al cronograma del expediente técnico)	Actividades realizadas Descripción de las actividades realizadas o explicación de las causas por las que no se realizan	Porcentaje de avance físico
Semana 1	Recorridos en campo	Recorridos a pie con el técnico para reconocimiento del área	20
Semana 2	Georeferenciacin	Georeferenciacin de puntos de control cada 250m	40
Semana 3	Georeferenciacin	Georeferenciacin de puntos de control cada 250m	60
Semana 4	Georeferenciacin	Georeferenciacin de puntos de control cada 250m	80
Semana 5	Georeferenciacin	Georeferenciacin de puntos de control cada 250m en 100 reas mas remotas del PNC 1857	100

Comentarios y observaciones: (ajustes a realizar en las actividades, si aplica)

Firma de **Visto bueno** del Informe Final titulado: "ANÁLISIS DE CAMBIO DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN PARA LOS PERIODOS DE 1980 AL 2024 DEL PARQUE NACIONAL CONSTITUCIÓN DE 1857" por el asesor de Servicio Social.


Dr. Juan José Von Thaden Ugalde
No. Económico: 45613