ESTUDIO DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL PARA MODELOS DE COMBUSTIBLES EN DOS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE CHIAPAS

Consultoría realizada por:

Juan Alberto Hernández Hernández

Para la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas,
Región Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur.

INFORME PARCIAL

CITA: Hernández-Hernández, J.A. Estudio de distribución espacial para modelos de combustibles en dos áreas naturales protegidas de Chiapas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Región Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur. Primer informe parcial, noviembre 2009.

ESTUDIO DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL PARA MODELOS DE COMBUSTIBLES EN DOS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE CHIAPAS

Primer informe parcial

1. INTRODUCCION

La reducción de los severos impactos ambientales causados por los incendios forestales requiere de medios efectivos para estimar las condiciones de peligro de incendio. La mayor parte de las investigaciones que utilizan las técnicas de teledetección en las aplicaciones sobre incendios forestales se han centrado en detectar fuegos activos, usando principalmente imágenes del infrarrojo y aunque en los últimos años se han realizado numerosos estudios sobre cartografía de áreas quemadas a escalas locales y globales, no son tan abundantes los trabajos encaminados al estudio de la fase anterior al momento en el que se produce un incendio, período que es crítico para poder utilizar correctamente los recursos dedicados a la supresión del fuego, para reducir las posibles igniciones y para mitigar la propagación de los incendios. Dentro de este ámbito, las herramientas que nos proporciona la teledetección pueden ser de gran ayuda para realizar una caracterización de los combustibles forestales, en lo que se refiere a las cargas de biomasa y a sus propiedades estructurales, por un lado, y a su estado hídrico, por el otro.

2. JUSTIFICACION

Los incendios forestales constituyen una amenaza que afecta a la superficie forestal de las áras naturales protegidas (ANP). La predicción eventual del riesgo de incendio y su representación cartográfica permite una distribución precisa de los recursos destinados al control y extinción del fuego, contribuyendo eficazmente a la disminución del grado de vulnerabilidad de los espacios perturbados. En este sentido, la determinación del peligro de incendio forestal debe considerar la diversidad de factores que intervienen en el inicio y propagación del fuego. Ello requiere la utilización de una serie de métodos capaces de estimar las condiciones previas al desarrollo del fenómeno.

Aunado a las fuentes de información tradicionales en estudios de este tipo (estadísticas, datos meteorológicos, etc.) la utilización de tecnologías como la Teledetección y los sistemas de Información Geográfica (SIG), dos de las más poderosas y modernas herramientas para la obtención e integración de información espacial, ofrecen resultados muy ventajosos en el contexto de las labores de prevención-extinción.

En este contexto la finalidad del presente proyecto es reforzar los estudios orientados a obtener conocimiento del riesgo de incendios, experimentando nuevos métodos y aplicando técnicas que proporcionen la información necesaria para incrementar la eficacia de los servicios, medios y recursos de extinción de incendios. Incluye la caracterización actualizada de variables físicas y ambientales que afectan a la ocurrencia, dirigida a estimar la probabilidad de iniciación de incendios forestales, expansión y conflictividad de potenciales focos, daños que pueden generarse y definición de dispositivos de alerta.

3. OBJETIVO GENERAL

Elaboración de modelos de combustibles mediante el análisis de imágenes de satélite de alta resolución (NDVI).

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Realizar un análisis espacial de los modelos de combustibles hechos en las áreas naturales protegidas mediante imágenes de satélite Spot, el Índice diferencial de vegetación normalizado (NDVI) y texturas hechas con las bandas espectrales de las imágenes SPOT 5.
b) Analizar la distribución de los modelos de combustibles, carga de combustibles, así como identificar las zonas de alto riesgo por incendios forestales.

5. ALCANCE

Este estudio se vincula con las metas del Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2007-20012 en la línea estratégica 5.1 Protección, tema 5.1.3 Protección contra Incendios Forestales, cuyo objetivo es que para el 2009 se contará con 10 ANP que apliquen un manejo controlado del fuego.

6. ANTECEDENTES

Los programas de manejo integral del fuego de las ANP, contienen listas de modelos de combustibles ajustados a cada ecosistema que se encuentran en las mismas, estos modelos se han determinado en base a trabajo de campo y a coberturas cartográficas de los tipos de vegetación. No obstante, a la fecha no se cuenta con un análisis espacial utilizando la percepción remota, que permita establecer las variables tomadas en campo en un sistema de información geográfica para reproducir estos modelos y plasmarlo a un mapa al resto de la poligonal del ANP en estudio.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Corrección de imagen de satélite.

Se procesaron cuatro imagenes de satélite Spot 5 Multiespectral 4 bandas (1 green, 2 red, 3 InfraRed, 4IRSW), una para el Parque Nacional Cañon del Sumidero y tres para la Reserva de la Biosfera La Sepultura, con una resolución espacial de 10m, y un procesamiento del sensor 1a.

La corrección geométrica se realizó en Erdas Imagine, se empleó el modelo geométrico Spot, el cual utiliza un modelo digital de elevación para tomar en cuenta las variaciones topográficas, así como la curvatura de la tierra, mediante este método se obtiene un error medio cuadrático de menos 1 pixel, lo cual significa un alto grado de precisión en la corrección.

Se emplearon 100 puntos de control tomados de una imagen Landsat TM 2003, híbrida referenciada por la NASA, para las coordenadas X y Y, para los datos de altitud se utiliza un modelo digital de elevación de la base de datos INEGI, estos modelos están hechos a cada 30m y a una escala de 1:50 000.

Se trabajó además una ortorrectificacion con el modulo leica photogrammetry de Erdas Imagine. Obteniendo los niveles de radianza del sensor spot para su posterior análisis espectral de cada una de las bandas.

Los parámetros de proyección usados fueron: Proyección UTM, Zona UTM 15 Norte, Datum horizontal WGS84, esferoide WGS84.

7.2. Separación de bandas espectrales.

Bandas espectrales del los sensor Spot

Sensor	Espectro electromagnético	Tamaño de los píxeles	Longitud de onda
Spot 5	B1: verde	10 m	0.50 - 0.59 µm
	B2: rojo	10 m	0.61 - 0.68 µm
	B3: infrarrojo cercano	10 m	0.78 - 0.89 µm
	B4: infrarrojo medio (MIR)	20 m	1.58 - 1.75 µm

7.3 Índice de Vegetación en Diferencias Normalizadas (NDVI)

El Índice diferencial de vegetación normalizado, es usado para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación en base a la medición, intensidad de la radiación en ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja.

La absorción de la radiación solar por la vegetación es usada como fuente de energía en el proceso de fotosíntesis. Las células vegetales han evolucionado para dispersar la radiación solar en la región espectral del infrarrojo cercano, la cual lleva aproximadamente la mitad del total de la energía solar, debido a que el nivel de energía por fotón en ese dominio (de longitud de onda mayor a los 700 nm). Por lo tanto, la vegetación aparece relativamente oscura en la región de radiación fotosintética activa y relativamente brillante en el infrarrojo cercano y ayuda a interpretar valor de cómo el contenido de agua en las hojas, productividad neta de la vegetación, contenido de clorofila en la hoja, dinámica fenológica, evapotranspiración potencial, etc.

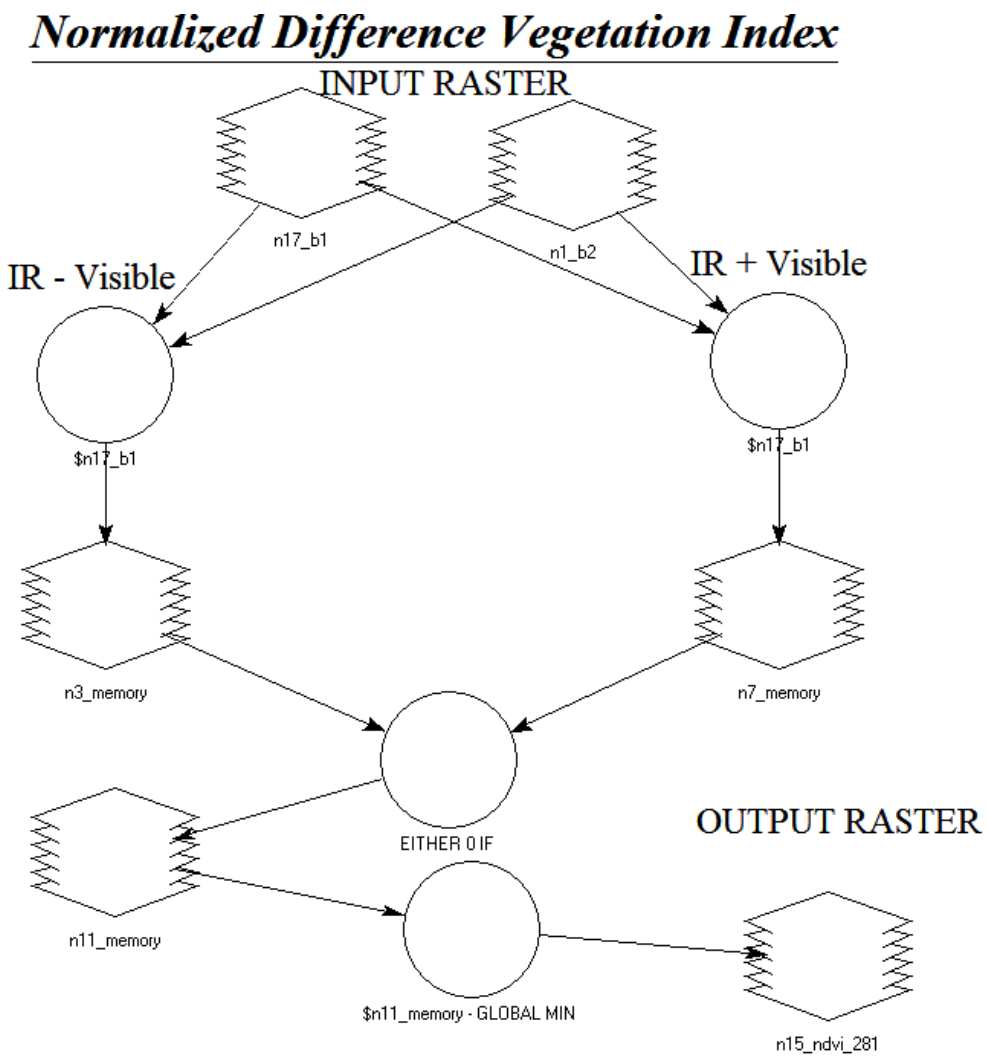
Para el caso especifico de los modelos de combustible, con los datos obtenidos en campo y que han sido ubicados con equipos GPS (Sistema de Posicionamiento Global) por personal de las ANP, como son muestreos de humedad en los combustibles sean vivos o muertos, estos niveles del DNVI ayudaran a replicar estos modelos en el resto del ANP que compartan las mismas características.

El índice diferencial de vegetación normalizado, NDVI, se calcula a partir de estas medidas individuales de la siguiente manera:

$$NDVI = \frac{(IRCercano - ROJO)}{(IRCercano + ROJO)}$$

En donde las variables ROJO y IRCercano están definidas por las medidas de reflexión espectral adquiridas en las regiones del rojo e infrarrojo cercano, respectivamente. Estas reflexiones espectrales son en sí cocientes de la radiación reflejada sobre la radiación entrante en cada banda espectral individual; por tanto, éstos toman valores entre un rango de 0,0 a 1,0. El índice diferencial de vegetación normalizado, NDVI, varía como consecuencia entre -1,0 y +1,0.

El proceso de DNVI fue realizado en Erdas Imagine 9.3 con el siguiente diagrama:



7.4. Uso del suelo y vegetación.

7.4.1. Clasificación

La clasificación digital corresponde a la etapa más importante del trabajo, y consiste, básicamente, en dividir el conjunto de píxeles que componen la imagen, en clases temáticas previamente definidas o por definir, según sea el método clasificatorio que se decida utilizar, dicho de otra forma, llevar valores digitales (0-255..n) de una imagen a categorías temáticas nominales (bosque, pastizales, urbano, etc.) u ordinales (bosque cobertura >60%, 60-40%, < 40%). Es importante para la clasificación correcta de las coberturas vegetales, en la medida de lo posible, utilizar imágenes tomadas en época de secas.

Durante la clasificación digital se requiere la adopción de unos métodos que incorporen reglas de decisión, los cuales se pueden agrupar en dos grandes categorías; los supervisados y los no supervisados (Chuvieco, 2002).

La diferencia fundamental entre ambos métodos es que, en el caso de los primeros, se requiere necesariamente un conocimiento previo y muy preciso de las clases de información a clasificar, mientras que en los no supervisados la segmentación de las clases espectrales se obtiene en base a un procedimiento estadístico, lo cual genera clases estadísticas, las que posteriormente, deberán ser asignadas a clases o categorías de información de acuerdo con antecedentes de terreno.

7.4.2. Clasificación Supervisada

La clasificación supervisada, el usuario define los campos de entrenamiento para las diferentes categorías que quedarán agrupadas de acuerdo a sus respuestas espectrales para que posteriormente le sea asignada una etiqueta a cada grupo (Rogan y Chen, 2004). En este caso se dispone de un conjunto de observaciones multivariadas, para las cuales se conocen a priori las clases a las que pertenecen, es decir la variable respuesta está definida.

Fase de Entrenamiento

Consiste en la caracterización de las clases de información de acuerdo con patrones de reconocimiento del terreno. Se trata de delimitar parcelas de muestreo (polígonos), en donde los píxeles que las componen se suponen representativos de cada una de las categorías de información que se desea identificar. Es un ejemplo de problema inverso: en base a las características espectrales que tiene un píxel desconocido se le asignar una categoría temática.

Fase de Asignación

Definidas las clases y sus respectivas parcelas de muestreo, es necesario encontrar una función matemática dentro de los métodos supervisados, para proceder a la asignación de los píxeles de la imagen a cada una de las categorías.

8. Resultados.

8.1. Modelos de combustibles.

Los modelos de combustibles para La Sepultura desarrollados en conjunto con el personal del ANP, se agrupan de la siguiente manera:

a) Grupo de pastos

Modelo 1 (Pastizales naturales e inducidos).

Modelo 2 (Pastos en áreas de bosques de pino).

Modelo 3 (Pastizales naturales o inducidos, vegetación tipo sabana).

b) Grupo de selvas bajas y matorrales

Modelo 4 (acahuales).

Modelo 5. Matorrales y arbustos densos con alturas hasta de 6 m.

Modelo 6. Matorrales con altura de 0.6 y 1.20 m.

Modelo 7. Matorrales con altura de 0.6 a 2 m.

c) Grupo de bosques y selvas medianas

Modelo 8 (bosques de pino y pocos encinos).

Modelo 9 (selvas medianas).

Modelo 10. Este modelo se caracteriza por la acumulación de combustibles leñosos, además de árboles derribados por causas naturales.

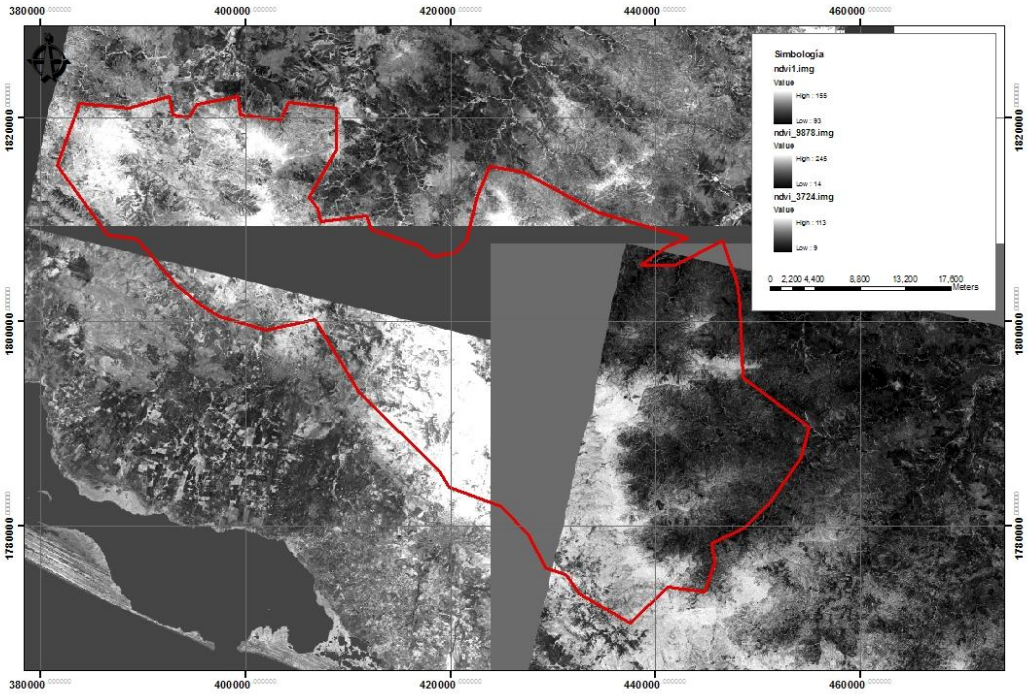
Modelo 11. Restos de combustibles ligeros con diámetros mayores a 7.5cm resultado de cortas clandestinas, cambios de uso del suelo (desmontes), "limpias de acahual" y material muerto por incendios severos anteriores.

Para el caso del parque nacional cañón del sumidero aun se está ejecutando muestras de campo para adecuar de manera correcta los modelos de combustible que apliquen a esta ANP.

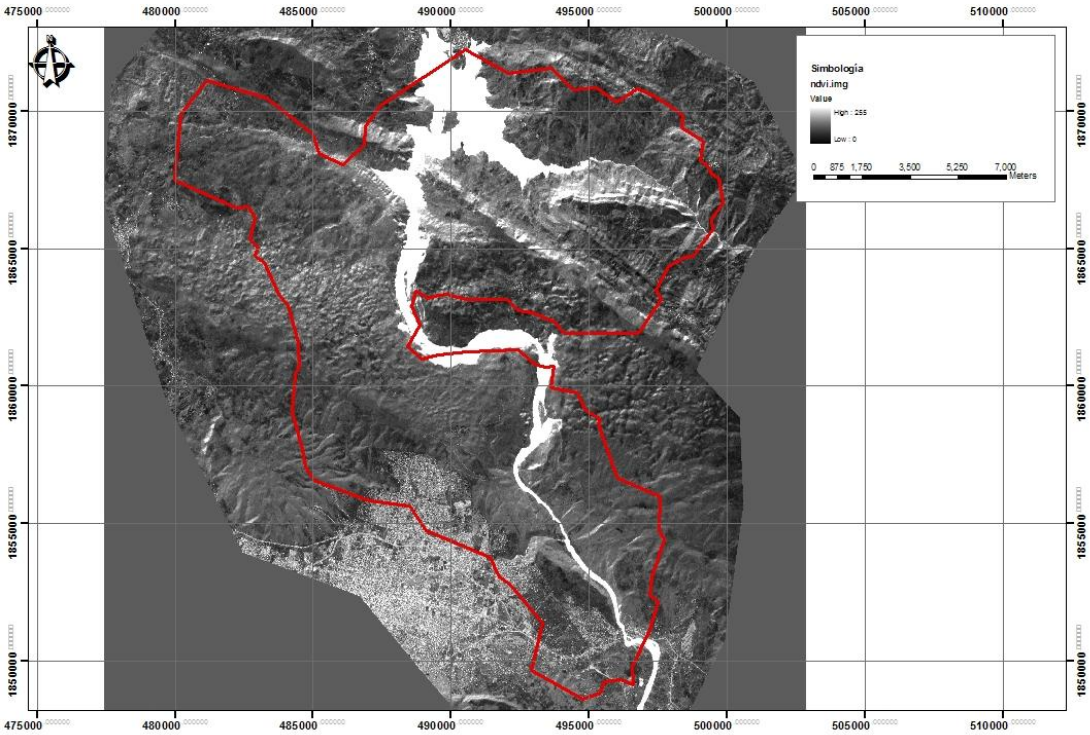
8.2. Índice de Vegetación en Diferencias Normalizadas (NDVI)

Se generaron las coberturas NDVI en formato raster para ambas ANP de acuerdo al esquema descrito anteriormente, los resultados fueron los siguientes:

Cobertura NDVI de la reserva de la biosfera la sepultura.



Cobertura NDVI del parque nacional cañón del sumidero.



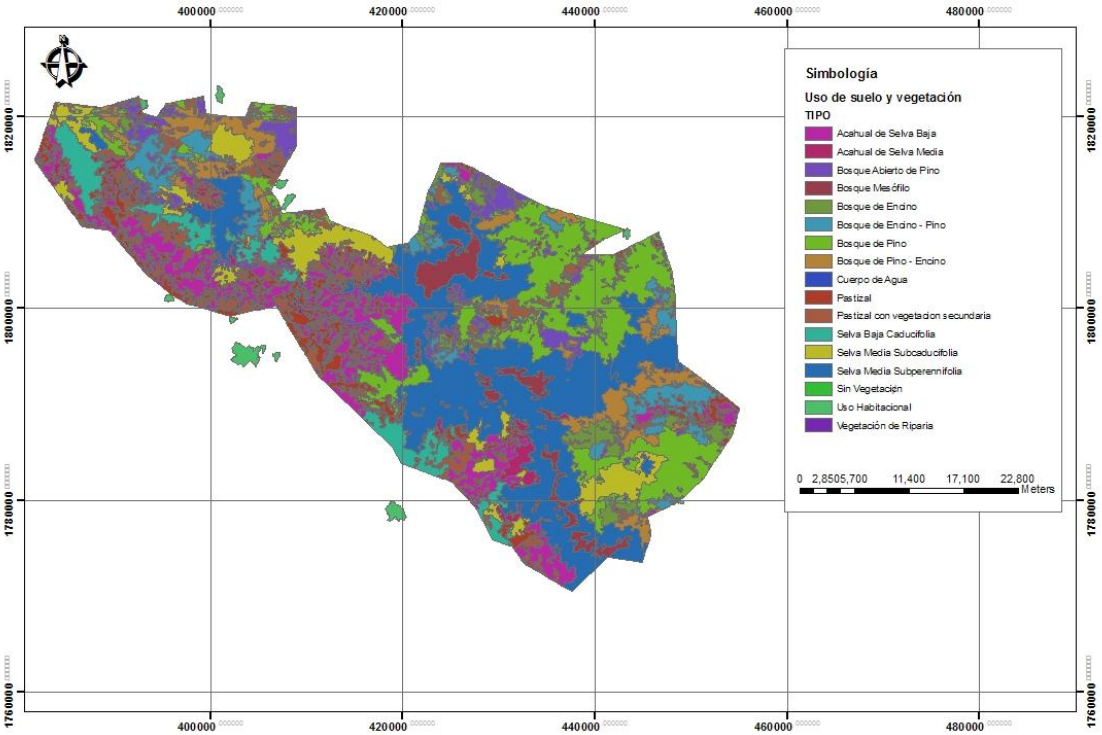
8.3. Uso de suelo y vegetación

Se generaron coberturas de uso del suelo y vegetación para ambas reservas, las categorías que se usaron en la clasificación servirán para determinar en conjuntos con el NDVI la distribución espacial que tienen los diferentes modelos antes descritos.

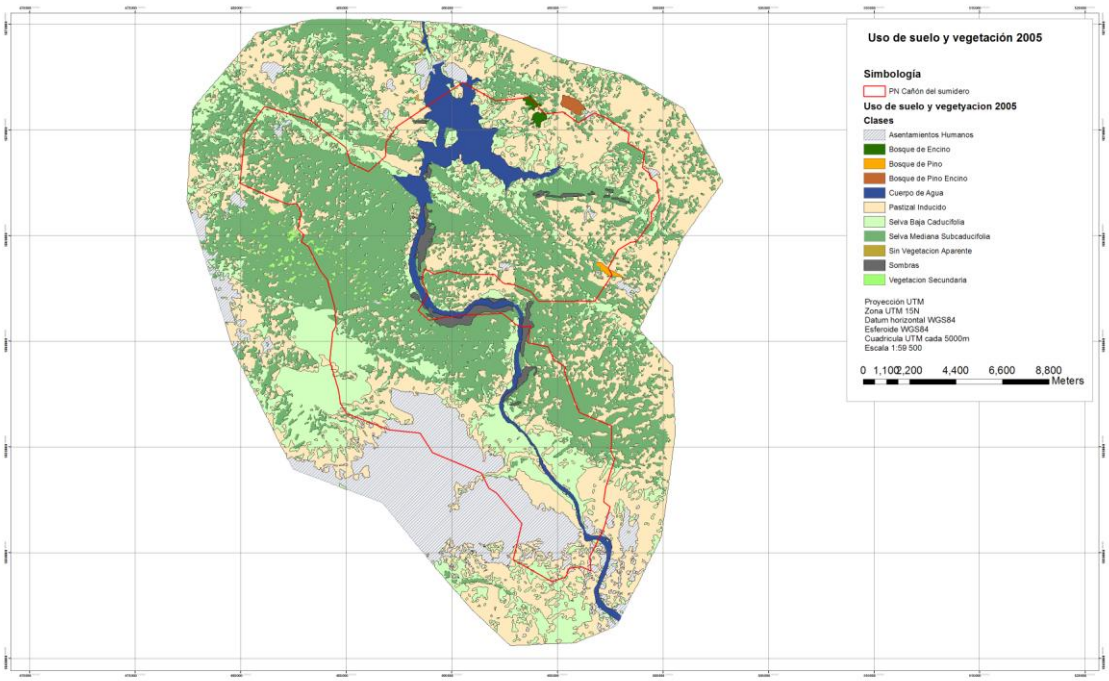
Para el caso de la reserva de la Biosfera la Sepultura se utilizaron imágenes spot 5 del año 2009 y las siguientes categorías del uso de suelo y vegetación:

Uso de suelo y vegetación
Acahual de Selva Baja
Acahual de Selva Media
Bosque Abierto de Pino
Bosque Mesófilo
Bosque de Encino
Bosque de Encino - Pino
Bosque de Pino
Bosque de Pino - Encino
Cuerpo de Agua
Pastizal
Pastizal con vegetación secundaria
Selva Baja Caducifolia
Selva Media Subcaducifolia
Selva Media Subperennifolia
Sin Vegetación
Uso Habitacional
Vegetación de Riparia

La distribución espacial de estas categorías de uso de suelo y vegetación con respecto al ANP La sepultura es la siguiente:



Para el parque nacional cañón del sumidero se utilizó una imágen spot 5 del año 2009, y las siguientes categorías del uso de suelo y vegetación:

Uso de suelo y vegetación
Bosque de Pino
Bosque de Encino
Selva Mediana Subcaducifolia
Selva Baja Caducifolia
Vegetación Secundaria
Pastizal Inducido
Sin Vegetación aparente
Asentamientos Humanos
Sombra
Cuerpo de Agua

La distribución espacial de estas categorías de uso de suelo y vegetación con respecto al ANP cañón del sumidero es la siguiente: