

**LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PRESAS DE GAVIÓN.**

*Al margen Escudo del Estado de México y un logotipo que dice: Estado de México ¡El poder de servir! y una leyenda que dice: CAMPO, Secretaría del Campo, Protectora de Bosques del Estado de México, Dirección de Restauración y Fomento Forestal, Departamento de Restauración Forestal.*

**PROYECTO: LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PRESAS DE GAVIÓN.****Introducción**

El suelo juega un papel fundamental en todos los procesos eco sistémicos, debido a las funciones que realiza y servicios que proporciona y aunque constantemente está en formación, su proceso es sumamente lento, por lo cual se considera un recurso natural no renovable en la escala de tiempo humana aunado lo difícil y costoso que resulta recuperarlo o mejorar sus propiedades después de haber sido afectado física o químicamente.

La pérdida de suelo superficial es el tipo de degradación dominante, la cual tiene serias consecuencias en las funciones del mismo: remueve los nutrimentos y la materia orgánica, reduce la profundidad de enraizamiento de las plantas y reduce la tasa de infiltración y la capacidad de retención de agua. Su efecto más evidente es la formación de cárcavas (SEMARNAT, 2008).

**Antecedentes**

La erosión de suelos está presente en todos los terrenos forestales del Estado de México, sin embargo, el Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca, específicamente en su cara norte, tiene mayor erosión que el resto, debido a diversos factores físicos y antrópicos pero principalmente al tipo de suelo por el que está conformado, por lo que es prioridad su atención. Lo anterior a consecuencia de malas prácticas agropecuarias, falta de planificación y manejo integral de los recursos, tala ilegal y los incendios forestales, que son cada vez más frecuentes por las condiciones climáticas presentes, hacen que en conjunto ha dañado y continúa alterando la sustentabilidad de los ecosistemas forestales, provocando consecuentemente afectaciones en las comunidades aguas abajo por la erosión hídrica, la sedimentación en cuerpos de agua como lagos, ríos y lagunas, la disminución en la infiltración de agua en los mantos freáticos, las grandes escorrentías de agua que saturan los drenajes de las comunidades, ocasionando inundaciones y daños.

**Situación Actual**

Una de las actividades que PROBOSQUE implementa para la restauración de los terrenos forestales y con esto disminuir la erosión que se ve reflejada en la formación de cárcavas y crecimiento de tamaño de las existentes es la construcción de presas de gavión, estructura formada por la unión de cajas de forma rectangular de malla de alambre galvanizado, rellenas de piedra acomodada, llamadas gaviones.

Su función es básicamente ser un obstáculo para la corriente hidráulica que llega al vaso de captación de la presa donde se retiene temporalmente, infiltrando un porcentaje del agua al subsuelo y el resto lo filtra por la estructura de la misma, disminuyendo la fuerza con la que ataca al suelo desnudo y en consecuencia el proceso erosivo se ve reducido, además que los sólidos que son arrastrados se van reteniendo y estableciendo en este lugar.

Lo anterior es fundamental para evitar que los cuerpos de agua excedan su nivel máximo y se desborden provocando inundaciones. De acuerdo a estimaciones que se han realizado desde hace varios años en la Protectora de Bosques del Estado de México, nos muestran que hay una retención de azolve en promedio de **24 m<sup>3</sup>** por cada metro cúbico construido de presa de gavión.

Otros beneficios que se tienen con las presas de gavión es la disminución de la velocidad del escurrimiento, estabilizar el fondo y las paredes de la cárcava evitando su crecimiento. Además de crear oportunidades laborales temporales a los habitantes de comunidades aledañas donde se construyen las mismas.

Se ha visualizado que de no realizar la construcción de presas de gavión, se provocaría la pérdida de suelo a más del doble de lo que se retiene con estas, porque al no existir un elemento de retención y/o obstáculo, la fuerza de la escorrentía incrementa conforme la pendiente que va recorriendo el cauce aguas abajo, lo que aumenta exponencialmente el impacto en el suelo desnudo y como consecuencia el crecimiento de las cárcavas existentes en anchura y profundidad.

El objetivo de la construcción de las presas de gavión es estabilizar y evitar el crecimiento de las cárcavas, contando con las siguientes ventajas:

- Disminuyen la velocidad del escurrimiento.
- Disminuyen de la erosión hídrica.
- Retienen azolves favoreciendo la conservación de suelos.
- Estabilizan el fondo y las paredes de las cárcavas evitando su crecimiento.
- Evitan el azolvamiento de los cuerpos de agua y drenajes aguas abajo.
- Favorecen la infiltración de agua y la recarga de acuíferos.

Todo lo anterior se debe a su diseño el cual les permite sufrir deformaciones sin perder eficiencia ya que los cajones de gaviones forman una sola estructura ofreciendo una mayor resistencia a la presión hidráulica evitando así el volteo y deslizamiento de la misma. Por lo anterior se recomienda la construcción de presas de gavión para cárcavas con un mínimo de 2.5 m de ancho por 1.5 m profundidad (Manual de conservación de suelos CONAFOR 2006) y un máximo de 12 m de ancho y 15 m de profundidad.

## Objetivos

### General

Conocer los lineamientos técnicos para la construcción presas de gavión en predios con vocación forestal que presenten problemas de erosión.

### Específicos

- Restaurar áreas degradadas y/o perturbadas para incorporarlas al uso forestal o agroforestal.
- Recuperar suelos con vocación forestal, a través de la construcción de presas de gavión y la aplicación de prácticas de conservación del suelo.

## 1. Marco normativo

- 3.17 del Código para la Biodiversidad del Estado de México.
- Numeral 225C0201020001S UNIDAD DE CONSERVACIÓN DE SUELOS FORESTALES del Manual General de Organización de la Protectora de Bosques del Estado de México.
- Manual de conservación de suelos CONAFOR 2006.

## 2. Universo y población de atención

### 2.1 Población Universo

Terrenos forestales y preferentemente forestales del Estado de México que se ubiquen dentro de la Cuenca Alta del Río Lerma.

### 2.2 Población Objetivo

Los Núcleos Agrarios, terrenos forestales y preferentemente forestales del Estado de México de los municipios prioritarios de Calimaya, Tenango del Valle, Toluca y Zinacantepec.

## 3. Requisitos

- Ubicación: Identificar el municipio, núcleo agrario, paraje, altura, cuenca y microcuenca hidrológica.
- Características físicas del lugar: Uso de suelo de los terrenos circundantes a la cárcava, tipo de suelo, arbolado existente en la zona, pendiente, grado de erosión y tipo de corriente.
- Problemática: Identificar las causas que la originan y consecuencias existentes.

## 4. Proceso de Construcción.

- **Excavación.** Regularmente en todos los casos de **construcción** de presas de gaviones, se consideran empotramientos de 50 cm. En ambos lados de la cárcava y/o en la medida de que la estabilidad de los taludes lo permita. La excavación mínima en el desplante de la platea será de 1 m abajo del nivel del piso del cauce,

sin contar con material suelto de depósito. Esto con el propósito de evitar posibles filtraciones que debiliten la seguridad de las presas.

De la misma manera se considera la excavación para establecer el colchón amortiguador que tiene como finalidad, evitar el golpe de la caída del agua sobre el piso de cauce desnudo, aguas abajo de la presa, evitando de esta manera la socavación del lecho y el deterioro de las paredes laterales.

Los encauces de la presa se desplantarán desde el nivel de la platea hasta el nivel del vertedor, con la finalidad de proteger el cuerpo de la presa de socavaciones laterales.

- **Armado y cosido de los gaviones.** Despliegue y enderezado de los gaviones levantado de las caras frontales y coserlas con alambre galvanizado de calibre 13 y/o 13.5, con las caras laterales para formar una caja prismática rectangular.
- **Colocación y unión.** Colocar el gavión en el sitio donde se va a levantar la presa. Para unir un gavión con otro se hace el hilvanado de ambos con el alambre galvanizado.
- **Llenado y colocación de tirantes (Llenado y atirantado).** El llenado de los gaviones se hace buscando el ángulo de reposo de la piedra, careando cada que sea necesario. Cada tercera parte de altura en el llenado, es conveniente atirantarlo mediante alambres horizontales en ambos sentidos.
- **Tapado y cosido.** Implica cerrar el gavión una vez que ha sido llenado convenientemente haciendo el cosido de la tapa, con lo que se logra un bloque rectangular de mampostería gavionada.
- La altura efectiva de las presas no será mayor a 4 metros.
- El largo de la platea se obtiene de la siguiente relación:

$$L_p = L_t + \text{Lengüeta} + \text{Espolon}$$

Donde:

$L_p$  = Longitud de la platea

$L_t$  = Longitud tendido (niveles) =  $h$

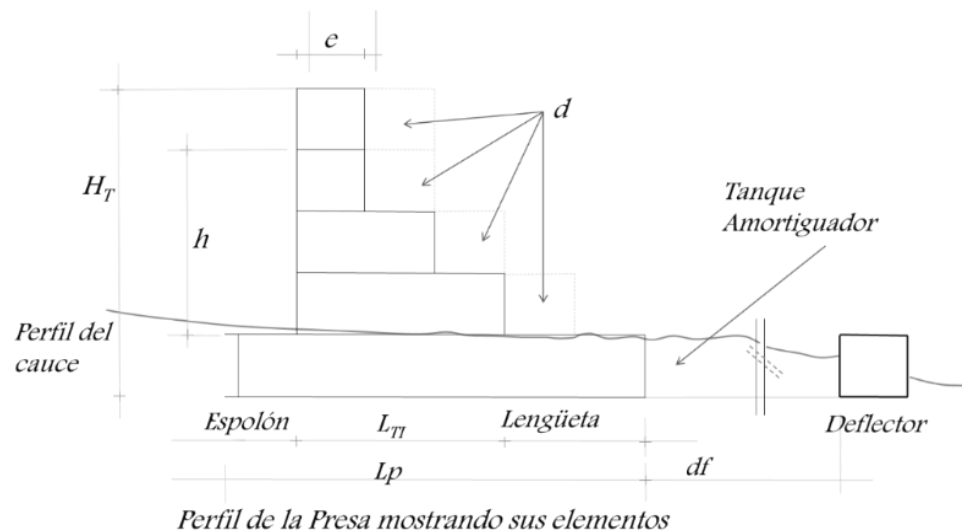
$h$  = Altura efectiva de la presa

\*+

Espolón= conserva en todos los casos las dimensiones de 1 m<sup>3</sup>

Lengüeta= Si  $h \leq 2$  m será igual a 1 m.

Si  $h > 2$  m será igual a 2 m.



**Reparación de Presas de Gavión:**

Es el conjunto de actividades que permite corregir los daños que han sufrido las obras con el paso del tiempo. Dentro de las que se encuentran modificación de las secciones, cambio de materiales debido al desgaste que presentan, socavamientos en la estructura, etc.

Las actividades que se desarrollan son:

- Desarmado parte de la estructura existente.
- Excavación, de cimentación y empotramientos según sea el caso, para la colocación de la reparación.
- Cambio de material de la presa existente, en caso de ser necesario.
- Colocación de la nueva obra y unión de ambas para que formen un solo cuerpo.

**Reestructuración de Presas de Gavión:**

Es el conjunto de actividades que contribuyen a que las obras construidas en años anteriores conserven su funcionalidad, realizando reparaciones menores, así como elevación de las cortinas.

Las actividades que se desarrollan son:

- Reforzar la estructura de la presa existente en caso de que se requiera.
- Aumentar los niveles de la estructura de la presa desde la platea hasta el vertedor, considerando también los encauces, para darle mayor altura, sin debilitar el cuerpo existente, ya que incrementara el empuje hidráulico y el del suelo.

**Materiales requeridos:**

Los materiales requeridos para la construcción de presas de gaviones son los siguientes:

- Piedra bola de mina
- Gavión
- Alambre galvanizado
- Herramientas diversas
- Brigada, para la realización de las obras.
- Acarreos de piedra al sitio de obra.
- Habilitación de accesos a los puntos de trabajo.
- Todo lo necesario para su correcta ejecución.

**5. Control y seguimiento.**

- a) Se realizará una visita de campo para la proyección de las obras a realizar evaluando el ancho, longitud, profundidad, pendiente, tipo de corriente y carga hidráulica de la cárcava en compañía de las autoridades y/o interesados con el acompañamiento de personal técnico de PROBOSQUE en el sitio.
- b) Posterior a la visita, se realizará en gabinete el análisis de factibilidad técnica, financiera y administrativa.
- c) Durante todo el proceso construcción de las presas de gavión, se dará la supervisión correspondiente por parte del personal técnico de PROBOSQUE, revisando que la estructura de la presa cumpla con dicho proceso (descrito en el punto 4).
- d) Concluida la construcción de presas de gavión y a solicitud de los beneficiarios o interesados personal técnico realizará visitas anuales concluyendo el temporal de lluvia, para hacer una revisión del azolve retenido por la presa (de manera ocular), así como una medición de la cobertura vegetal (mediante el manual para muestrear la vegetación en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, BIOCOMUNI) establecida en los laterales de encause y con base a ella determinar si la cárcava ha quedado estabilizada, asentando los datos recabados

en un formato de verificación para la recomendación de su reparación, reposición o construcción de nuevas secciones en el tramo de la cárcava donde se requiera.

## 6. Instancias involucradas y ejecutoras del proceso.

Las Unidades Administrativas involucradas del proyecto construcción Presas de Gavión, son las siguientes:

- Dirección General,
- Unidad de Conservación de Suelos Forestales,
- Unidad de Información, Planeación, Programación y Evaluación (UIPPE),
- Unidad Jurídica y de Igualdad de Género,
- Delegación Regional Forestal (la que corresponde según sea el municipio),

Las Unidades Ejecutoras son:

- Dirección de Restauración y Fomento Forestal,
- Departamento de Restauración Forestal,

Las funciones normativas del este procedimiento, son realizadas por cada una de las Unidades Administrativas conforme a lo que se establece en el Manual General de Organización de PROBOSQUE.

## 7. Indicadores de cumplimiento.

El nombre del indicador es **Porcentaje de cumplimiento de actividades**, cuya fórmula es (metros cúbicos concluidos en el año / metros cúbicos programados en el año)\*100, su frecuencia de medición es anual. Con este indicador se espera que al menos el 90 % de obras programadas se cumplan.

## 8. Formatos Utilizados.

Para la ejecución y desarrollo de los trabajos de construcción de presas de gavión se generan los siguientes formatos.

- Registro de información de la persona solicitante y/o beneficiaria
- Ficha Técnica.
- Minuta de Visita.
- Reporte final de actividades

## 9. Glosario de términos

**Barranca:** Cauce natural de drenaje del área de una cuenca, sub cuenca o microcuenca.

**Biocomuni:** FMCN, CONAFOR, USAID y USFS (2018), "Manual para muestrear la vegetación en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas", BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios, Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México.

**Cárcava:** Son canales o incisiones producidos en rocas y suelos de lugares, que son blandos y deleznable o muy vulnerables a la erosión. En las zonas en las que hay una pendiente elevada a causa de las avenidas de agua de lluvia, ocasionadas a las actividades antropogénicas y factores físicos como son el uso inapropiado del suelo y de la vegetación, sobrepastoreo, construcción de caminos, senderos creados por animales o vehículos, intensidad y cantidad de lluvia, topografía, tamaño y forma de la cuenca. Lo que produce la llamada erosión remontante.

**Colchón amortiguador:** Piso de protección delante de la presa para evitar que la caída del agua socave y provoque erosión remontante.

**Coordenadas UTM:** Sistema de coordenadas (Universal Transversal de Mercator) expresado en metros; 11, 12, 13, 14, 15, 16 son las zonas correspondientes al territorio mexicano, de la cual la zona 14 es la utilizada para proyectar la superficie del Estado de México.

**Deflector:** Cordón formado por una o más líneas de gaviones al final del colchón amortiguador.

**Empotramiento:** Conexión entre dos miembros estructurales que impide la rotación y el desplazamiento en cualquier dirección de un miembro con respecto al otro.

**Encauces:** Muros de gaviones colocados aguas arriba inclinados para encauzar el agua hacia el centro del vertedor, evitando que el agua ataque a las laterales de la presa.

**Escalera hidráulica:** Estructura escalonada de gaviones pegada a la pared o la cabeza de una cárcava formando un lavadero cuando el escurrimiento lo amerite.

**Escalón:** Desnivel entre dos tendidos sucesivos de las plataformas que forman el cuerpo de la presa de gaviones.

**Espolón:** En el nivel de cimentación (platea) de la presa de gaviones, alargamiento hacia aguas arriba rebasando el parámetro vertical de la presa.

**Gavión:** caja rectangular de malla metálica de triple torsión de alambre de acero bajo carbón galvanizado clase III cal. 12 reforzado con cal. 10 escuadra A tipo 8x10, procedentes de fabricación de planta.

**Herramientas diversas:** marros de diversos tamaños, machete, pico, barretas, pala recta y curva, carretilla, cuchara de albañil, cinceles, estacas, guantes de cuero, cascos, niveles de manguera y mano, escuadras, plomadas, martillo, pinzas de corte, amarradores de albañil, cintas métricas, desarmadores y grifa o alicate, etc.

**Lavadero:** Protección de una o más paredes de la cárcava mediante un zampeado de gaviones o escalera hidráulica.

**Lengüeta:** Prolongación de la plataforma de desplante (platea) de la presa de gaviones, hacia aguas abajo, que inicia el colchón amortiguador.

**Microcuenca:** son las unidades básicas de planeación, ya que por su tamaño permiten medir los indicadores de sustentabilidad, una cuenca es un territorio drenado por un único sistema de drenaje natural y es delimitada por la línea de las cumbres divisorias de aguas.

**Parte baja de la microcuenca:** Es la parte de la micro-cuenca en la cual el material extraído de la parte alta se deposita en lo que se llama cono de deyección o en las llanuras aluviales del río.

**Piedra bola de mina:** Material pétreo (piedra de arena) con peso volumétrico de 1800kg/m<sup>3</sup>, tamaño mínimo de 30 cm y máximo de 60 cm. y/o 40 kg.

**Platea:** Primera plataforma en el desplante que conforma la cimentación de la presa de gaviones.

**Presa de Gavión:** es una estructura permanente, flexible y permeable, construida a base de prismas rectangulares fabricados con mallas de alambre de acero galvanizado de triple torsión, las cuales se rellenan de piedras acomodadas con el objeto de formar el cuerpo de la obra que constituye la presa de control.

**PROBOSQUE:** Protectora de Bosques del Estado de México.

**Sistema de Información Geográfica para Restauración y Reforestación (SIG):** Herramienta operada mediante software de código abierto (estandarizado por Open Geospatial Consortium OGC) para identificar áreas potenciales en reforestación, restauración y conservación en el Estado de México.

**Socavación:** Falla de la presa de gaviones a causa de la profundidad insuficiente del desplante de la platea, y en la que el agua circula por debajo, causando el colapso o el deslizamiento de la presa.

**Tanque amortiguador:** Área de embalse que se forma durante el escurrimiento en el espacio de aguas abajo delante de la presa, limitado entre la misma y el deflector.

**Tendido:** Cada una de las plataformas formadas con gaviones que constituyen el cuerpo de la presa.

**Vertedor:** El tendido superior de la presa, generalmente formado por un solo cordón de gaviones, con una abertura al centro que determina la longitud de la cresta vertedora.

**Nota:** Los presentes lineamientos pueden ser sujetos de mejora continua.

**ALEJANDRO SANTIAGO SÁNCHEZ VÉLEZ.- DIRECTOR GENERAL DE PROBOSQUE.- RÚBRICA.**