



## **DP1405.1**

*Evaluación financiera para incrementar la producción actual de una zona de riego mediante el aumento del aprovechamiento del agua sin construir nueva infraestructura de almacenamiento*

# Contenido

1 Identificación del problema.....	4
2 Antecedentes.....	5
2.1 Capacidad muerta o de azolves.....	7
2.2 Exigencias ambientales más estrictas.....	8
2.3 El Caudal Ecológico.....	8
2.4 Método actual de diseño de la capacidad de Almacenamiento de una presa.....	8
2.5 Problemas sociales.....	10
3 Presas en México.....	12
4 Disponibilidad y Usos del Agua.....	15
5 Propuesta.....	17
6 Metodología.....	18
6.1 Detección de disponibilidad de volumen adicional.....	19
6.2 Información.....	20
6.2.1 Características generales de la presa que se va a analizar.....	21
6.2.2 Estaciones climatológicas e hidrométricas en la cuenca.....	21
6.2.3 Información referente a la zona de riego por beneficiar:.....	22
6.2.4 Planos.....	22
6.3 Análisis de escurrimiento.....	22
6.4 Selección preliminar del volumen adicional.....	23
6.5 Situación actual de la superficie de riego existente.....	24
6.6 Propuesta de alternativas de usos del agua.....	24
6.7 Selección de la superficie alternativa por beneficiar.....	25
6.9 Obtención del costo de la sobreelevación.....	26
6.10 Obtención de los indicadores de evaluación.....	27
7. Ejemplo de aplicación.....	28
8 Conclusiones.....	40
9 Bibliografía.....	42
ANEXOS.....	44

1. Disponibilidad de Agua publicada en el DOF (731 cuencas) .....	45
2. Manual para la determinación del volumen adicional de aprovechamiento del agua de una corriente ya explotada a través de la sobreelevación de una presa existente .....	61
3. Cálculo de los beneficios obtenidos en la nueva superficie de riego.....	90
4. Flujos de efectivo para la Evaluación de la Sobreelevación (5 alternativas).....	104

## **Tablas**

Tabla 1. Usos del Agua.....	16
Tabla 2. Extracto del Balance Simplificado de las 731 cuencas analizadas por CONAGUA. ....	29
Tabla 3. Resumen de la situación actual .....	32
Tabla 4. Volumen/Sobreelevación .....	33
Tabla 5. Porcentaje de escurrimiento adicional disponible por año.....	34
Tabla 6. Calculo primera alternativa.....	35
Tabla 7. Resumen costos de construcción 5 alternativas.....	36
Tabla 8. Flujo de recursos (Sobreelevación de 1 m.).....	37
Tabla 9. Parámetros de evaluación 5 alternativas .....	37

## **Gráficos**

Grafico 1. Volúmenes anuales indicando el volumen útil de la presa: 2,900 Hm <sup>3</sup> .....	30
Grafico 2. Tasa Relación Beneficio Costo para Alternativas de Sobreelevación .....	38
Grafico 3. Tasa Interna de Retorno para Alternativas de Sobreelevación .....	39

## **Figuras**

Figura 1. Localización del Distrito de Riego 075-Río Fuerte.....	32
--	----

# **1 Identificación del problema**

Actualmente prácticamente todas las corrientes del país se encuentran aprovechadas, aunque en diferentes niveles. En muchos casos existen presas de almacenamientos que soportan una superficie de riego, bien sea ésta Distrito o Unidad de Riego (DR o UR).

Sin embargo, la creciente población demanda más productos del campo, por lo que se requiere ampliar la superficie de riego, manteniendo los niveles de productividad constantes y aumentar el aprovechamiento del agua para soportar ese aumento de superficie de riego, o se aumenta la productividad del agua manteniendo la superficie de riego constante con la misma cantidad de agua.

Dadas las condiciones actuales del campo, se deberá trabajar en una solución que incluya elementos de las dos alternativas.

La propuesta que se desarrollará a través de este trabajo consiste en analizar la factibilidad de aumentar ese aprovechamiento mediante la sobreelevación de una presa, evitando gastos e infraestructura innecesaria y aumentando sustancialmente el volumen almacenado en la presa correspondiente.

## 2 Antecedentes

A principios del siglo pasado, cuando la población del país se estimaba del orden de los 15 millones de habitantes, los asentamientos importantes se desarrollaron en la vecindad de los grandes ríos. En esas condiciones el riego de cultivos se llevaba a cabo mediante derivaciones rústicas que se construían cada año, pero que eran suficientes para soportar la demanda de productos agrícolas.

Conforme fue creciendo esa demanda por el aumento de la población, se hizo necesario pensar en el almacenamiento de agua para los meses en los que el río no proporcionaba el volumen suficiente y se inició la construcción de presas cada vez más grandes.

Al mismo tiempo se inició la construcción de los Distritos de riego (DR), grandes extensiones de tierras de riego que actualmente constituyen una superficie total de aproximadamente 3 millones de hectáreas agrupados en 85 Distritos, así como las llamadas Unidades de Riego (UR), extensiones que varían de varios miles de hectáreas a decenas de ellas y que en su conjunto suman aproximadamente otros tres millones de hectáreas. Actualmente se estima que la superficie de riego del país asciende a poco más de 6 millones de hectáreas entre los 85 DR y las casi 40,000 UR.

Como no se tenía suficiente información climatológica y mucho menos hidrométrica, existía una gran incertidumbre en el comportamiento de la precipitación y aún más en el escurrimiento, de manera que se comprometía la porción más o menos segura del escurrimiento de una corriente, dejando de aprovechar un importante volumen de escurrimiento en el año.

Actualmente la mayoría de los ríos cuenta con registro de sus escurrimientos a lo largo de muchos años, lo que ha reducido la incertidumbre provocada por registros de corta longitud. Si la incertidumbre disminuye, se puede aumentar el aprovechamiento con cierta seguridad.

En nuestro país, la construcción de presas como una práctica regular inició a finales del siglo XIX, en que se construyeron presas de varios tamaños, principalmente de mampostería, que era el material con la técnica más probada.

Pero pasado el movimiento más convulsivo de la revolución mexicana, el Gobierno Federal, por medio de la Comisión Nacional de Irrigación (CNI) (1926), inició un programa sistemático de diseño y creación de distritos de riego,

grandes proyectos sociales que tenían como fundamento el reparto agrario entre la masa campesina organizada en ejidos; la creación de instituciones financieras de apoyo al campo (Banco Ejidal, primero, y Banco Nacional de Crédito Ejidal, después) y la construcción de infraestructura hidráulica (presas, canales, bordos, pozos).

La primera obra proyectada con fines agrícolas por la CNI fue la presa Plutarco Elías Calles, que dio origen al Sistema de Riego Núm. 1 Presidente Calles, planeada para el beneficio de 22,600 hectáreas en el estado central de Aguascalientes (Comisión Nacional de Irrigación 1930).

Durante el periodo de 1926-1931 se iniciaron los trabajos para otros seis sistemas de riego (El Mante, Tamaulipas; Tula, Hidalgo; Don Martín, Coahuila y Nuevo León; Delicias, Chihuahua; San Carlos, Coahuila y Meztitlán, Hidalgo), todos a cargo de la constructora J. G. White Engineering Corp. (Comisión Nacional de Irrigación 1940:21). Al finalizar esta política, se constituyeron en México 112 distritos con una superficie de riego de 3,496,902 hectáreas y 39,492 unidades de riego con una superficie de 2,956,032 hectáreas. En otras palabras, en 1926, año en que comenzaron los trabajos de parte de la CNI, el país contaba con 750 mil hectáreas de riego; en la actualidad son 6.46 millones de hectáreas (Comisión Nacional del Agua 2008:66).

Después de esta etapa, siguió una de construcción masiva de pequeñas obras para beneficiar al mayor número de núcleos principalmente rurales, donde se construyó el mayor número de presas medianas y pequeñas, de menos de 15 metros de altura de acuerdo con la clasificación de “grandes presas”

Hoy en día, la nueva política hidráulica que redefinió el papel del Estado en materia de agua y que busca la concurrencia de la participación privada y social, no sólo económica sino también en la gestión, la construcción y el manejo del agua, ha impulsado diferentes programas de modernización del riego en México. La preocupación por el medio ambiente, por el ahorro y el uso más eficiente del recurso en el campo está involucrada en el cambio tecnológico del México del siglo XXI. Sin olvidar nuestro pasado, reconociendo la herencia milenaria en el manejo del agua, hoy podemos ver en México la convivencia de lo viejo y lo nuevo, lo tradicional con lo moderno, la vieja y la nueva tecnología produciendo para los mercados locales, nacionales y mundiales.

En años más recientes, se construyeron presas cada vez más grandes y que almacenaban mayor volumen, de manera que se construyeron las presas de Angostura, la de mayor almacenamiento en el país, Malpaso y Chicoasén, y posteriormente las presas de Huites y Aguamilpa, éstas dos últimas para propósitos de generación de energía hidroeléctrica. Actualmente la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), dependencia responsable de las políticas públicas de construcción, operación y mantenimiento de las obras hidráulicas del país, tiene registradas más de 4,600 presas y bordos de todos tamaños, sin embargo, el autor, basado en trabajos de escritorio desarrollados en años anteriores, estima que ese número puede fácilmente llegar a unas 8,000 presas y bordos en el país. De acuerdo con las cifras de la CONAGUA, la capacidad conjunta de las 4,600 presas y bordos registrados se estima en unos 150,000 millones de hectómetros cúbicos.

La construcción de grandes presas continúa en el México contemporáneo. Sin embargo, los sitios para construir presas de gran tamaño escasean ya o su dificultad geológica o topográfica es mayor, de manera que resulta cada vez más oneroso construir presas grandes. En el futuro se deberá replantear las técnicas de construcción y por lo tanto de estudio y diseño de presas en nuestro país y el mundo para salvar los obstáculos cada vez mayores para construir nuevos aprovechamientos.

Adicionalmente, con la práctica hemos aprendido algunas desventajas que representa la construcción de nuevas presas.

### **2.1 Capacidad muerta o de azolves.**

Es bien sabido que todos los ríos arrastran junto con el agua un gran volumen de tierra que se almacenará en la presa por el efecto de impedir el paso de la corriente. El volumen de azolves acumulado en la presa a lo largo de su vida útil, se ha estimado que en términos generales representa una cantidad cercana al 20 ó 25% de la capacidad total de almacenamiento de las presas, por lo que de acuerdo con el número de presas registrado, resulta que tenemos una capacidad ociosa en el país de unos 15 a 20,000 millones de hectómetros cúbicos destinados a la capacidad muerta sin posibilidad de aprovechamiento.

## **2.2 Exigencias ambientales más estrictas.**

Actualmente la regulación de protección al medio ambiente es cada vez más estricta. En un principio se daba por descontado que la construcción de una presa, proporcionaría de manera automática grandes beneficios a la zona aledaña al vaso de la presa, sin embargo, con el paso del tiempo se ha determinado que no en todos los casos es así, pues en algunos casos (raros), los perjuicios son mayores que los beneficios, por ejemplo en el caso de la existencia de manantiales, que llegan a desaparecer con la presencia de la presa, o degradan su calidad. En la actualidad hay que elaborar un estudio de impacto ambiental junto con los demás estudios necesarios para determinar la factibilidad de una presa, en el que se deben plantear los efectos tanto positivos como negativos de la obra.

## **2.3 El Caudal Ecológico.**

El conocido como “Caudal Ecológico”, de observancia regulada recientemente, es, de manera simplista, la cantidad de agua que requiere el ambiente para sustentar la existencia de la flora y fauna existente en la zona aledaña al cauce y los sistemas riparios. Aunque no está muy claro el procedimiento de cálculo del “caudal ecológico”, en los casos en los que se ha calculado representa entre un 20 y un 30% del escurrimiento medio anual, es decir, una cantidad nada despreciable, pues solamente el respetar ese volumen, puede fácilmente cancelar varios aprovechamientos, pues no es “rentable” en términos económico-financieros construir toda una presa para tener que aportar un 30% de su volumen en una actividad no remunerada, además, claro de la capacidad muerta de la presa.

## **2.4 Método actual de diseño de la capacidad de almacenamiento de una presa.**

El procedimiento de cálculo para determinar el volumen que habrá de tener una presa, se ha venido usando por lo menos desde hace 40 ó 50 años. Este procedimiento se basa en la certidumbre de aportar cierta cantidad de agua con un porcentaje controlado de déficits a lo largo de la vida útil de la presa.

Este procedimiento de cálculo conlleva varias consecuencias:

- Al exigir cierto cumplimiento en la aportación de volumen, de alguna manera se restringe la cantidad de agua aprovechada, pues el riesgo aceptado es mínimo. Por ejemplo en el riego, el método para determinar



la capacidad útil de una presa, implica que se proponga una cierta superficie de riego y se hace un funcionamiento de vaso para verificar si es posible proporcionar el riego a esa superficie cumpliendo una cierta política de déficit permitido, es decir; se minimiza el riesgo.

- Solo se permite el aprovechamiento en los valores medios del hidrograma anual de escurrimiento, para poder cumplir con el abastecimiento planteado el mayor número de años. Como se mencionó anteriormente, lo que se pretende al determinar el volumen de almacenamiento que tendrá la futura presa, es cumplir con el mayor número de años con el abastecimiento de agua para un cierto uso, cumpliendo a la vez con una cierta política de déficit permitido. Esta política obliga a que se trabaje en los valores medios de la precipitación ó escurrimiento, para estar dentro del rango permitido de no cumplimiento, por lo que se restringe el aprovechamiento de volúmenes mayores de agua.

- El volumen útil de la presa se calcula de manera independiente del volumen necesario para control de avenidas, resultando en ocasiones que el volumen para control es mayor que el volumen útil. Efectivamente, los dos procesos de cálculo son independientes.

Por un lado se calcula el volumen de aprovechamiento de la presa que servirá para abastecer los usos del agua planteados como agua potable, riego, generación de energía, esparcimiento, turístico, acuicultura, etc., algunos de los cuales tienen políticas contrarias, por ejemplo las presas de generación de energía se calculan para que tengan el mayor llenado posible ya que lo que se busca es tener cargas altas para generar la mayor cantidad de energía, mientras que en el caso de riego (por gravedad) lo que se busca es aprovechar el mayor volumen de agua para regar mayor superficie, sin importar la altura que esta tenga en la presa.

Una vez que se ha calculado el volumen útil, se dice normalmente: “...para la condición más crítica, se supone que la presa se encuentra totalmente llena a su capacidad útil y que en ese momento se presenta una avenida que tiene un período de retorno de 10,000 años” y se simula el paso de esa avenida por el vaso, de donde resulta la capacidad para regulación, no aprovechada regularmente. Este procedimiento se usa para presas

grandes y medianas, por lo que para una misma corriente, la avenida de diseño será prácticamente la misma.

- Independientemente del método de cálculo del volumen útil, el procedimiento para determinar el volumen que se aprovechará cada año agrícola, se basa en el porcentaje de llenado del vaso (que ya de por sí está limitado). Una vez construida la presa, la determinación del volumen por aprovechar en determinado ciclo agrícola, se realiza a través del establecimiento de la política de operación para ese ciclo, en función del volumen almacenado a cierta fecha del año y las expectativas de precipitación de la temporada, es decir;
- con esta determinación, se puede ampliar el margen de riesgo, sin embargo, para entonces el volumen de almacenamiento de la presa ya no se puede ampliar y se deja de aprovechar mayor cantidad de agua en aquellos años con abundancia de agua.

Como se ve, los cálculos se afinan a más no poder, sin embargo, se pasa por alto la incertidumbre de las mediciones por no hacerlas en las mejores condiciones y sobre todo, que se desconoce si el hidrograma que sirvió de cálculo para los volúmenes se repetirá nuevamente en el futuro.

Para hacer un mejor aprovechamiento del agua será necesario modificar radicalmente el método de cálculo, pues el hacer la suposición de que se presentarán las dos condiciones críticas al mismo tiempo, es decir el máximo llenado y la máxima avenida, tendrá menor probabilidad de ocurrencia y su efecto se verá reducido en la medida que se aumente el volumen de la presa y se aumente también el agua aprovechada, pero eso será motivo de un estudio específico, aunque la recomendación general debe ser el tratar de aprovechar el mayor volumen del agua disponible aumentando el volumen útil de la presa.

## **2.5 Problemas sociales.**

En estos últimos años ha quedado de manifiesto que la intervención de grupos de la sociedad organizada que se sientan afectados por la construcción de una presa o que queden fuera de los beneficios proporcionados por ésta, pueden entorpecer el avance en la construcción de la misma o, en el caso más crítico, cancelarla definitivamente.

Para evitar este tipo de situaciones, que son de las más difíciles de atender, se hace necesario a la par de los proyectos, la difusión de las razones técnicas que

avalan la decisión de construir una obra en determinado lugar, con ciertas características para que beneficien al mayor número de familias posibles.

Es importante la creación de programas de difusión y un grupo de profesionales que conozcan a fondo el proyecto y que puedan explicar a la población en general que se minimizaron los perjuicios y se optimizaron los beneficios y que puedan detectar a tiempo cualquier inconformidad que pudiera retrasar el desarrollo y construcción de un proyecto de esta naturaleza.

### **3 Presas en México**

En nuestro país, la construcción regular de presas inició a finales del siglo XIX, en que se construyeron presas principalmente de mampostería, que era el material más conocido. Después de la Revolución, el Gobierno Federal, por medio de la Comisión Nacional de Irrigación (CNI) (1926), inició un programa sistemático de diseño y creación de distritos de riego, grandes proyectos sociales que tenían como fundamento el reparto agrario entre la masa campesina organizada en ejidos; y la construcción de infraestructura hidráulica (presas, canales, bordos, pozos).

La primera obra proyectada con fines agrícolas por la CNI fue la presa Plutarco Elías Calles, que dio origen al Sistema de Riego Núm. 1 Presidente Calles, planeada para el beneficio de 22,600 hectáreas en el estado central de Aguascalientes (Comisión Nacional de Irrigación 1930).

Durante el periodo de 1926-1931 se iniciaron los trabajos para otros seis sistemas de riego (El Mante, Tamaulipas; Tula, Hidalgo; Don Martín, Coahuila y Nuevo León; Delicias, Chihuahua; San Carlos, Coahuila y Meztitlán, Hidalgo), todos a cargo de la constructora J. G. White Engineering Corp. (Comisión Nacional de Irrigación 1940:21). Al finalizar esta política, se constituyeron en México 112 distritos con una superficie de riego de 3,496,902 hectáreas y 39,492 unidades de riego con una superficie de 2,956,032 hectáreas. En otras palabras, en 1926, año en que comenzaron los trabajos de parte de la CNI, el país contaba con 750 mil hectáreas de riego; en la actualidad son 6.46 millones de hectáreas (Comisión Nacional del Agua 2008:66).

Después de esta etapa, siguió una de construcción masiva de pequeñas obras para beneficiar al mayor número de núcleos principalmente rurales, donde se construyó un sinnúmero de presas medianas y pequeñas, de menos de 15 metros de altura de acuerdo con la clasificación de “grandes presas”

Hoy en día, la nueva política hidráulica que redefinió el papel del Estado en materia de agua y que busca la concurrencia de la participación privada y social, no sólo económica sino también en la gestión, la construcción y el manejo del agua, ha impulsado diferentes programas de modernización del riego en México. La preocupación por el medio ambiente, por el ahorro y el uso más eficiente del recurso en el campo está involucrada en el cambio tecnológico del México del

siglo XXI. Sin olvidar nuestro pasado, reconociendo la herencia milenaria en el manejo del agua, hoy podemos ver en México la convivencia de lo viejo y lo nuevo, lo tradicional con lo moderno, la vieja y la nueva tecnología produciendo para los mercados locales, nacionales y mundiales.

En años más recientes, se construyeron presas cada vez más grandes y que almacenaban mayor volumen, de manera que se construyeron las presas de Angostura, la de mayor almacenamiento en el país, Malpaso y Chicoasén, y posteriormente las presas de Huites y Aguamilpa, éstas dos últimas para propósitos de generación de energía hidroeléctrica.

Es indudable que los beneficios que reportan en cuanto a seguridad y bienestar del hombre son enormes, especialmente cuando se conjugan varios usos; como regulación o control de avenidas, almacenamiento para abastecer de agua a la población, industrial o para riego, la acuacultura, el turismo, la navegación y la energía potencial del agua para generación de energía eléctrica. Pero este conocimiento y evaluación de los beneficios no implica detectar y evaluar con la misma precisión los costos y requerimientos sociales y ambientales que se obtienen con la construcción de una presa, o que se defina y se evalúe la factibilidad técnica, social, ambiental, cultural, económica y financiera del proyecto en cuestión.

Se estima que en México existen alrededor de ocho mil bordos y presas aunque la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), dependencia responsable de las políticas públicas de construcción, operación y mantenimiento de las obras hidráulicas del país, tiene registradas más de 4600 presas y bordos de todos tamaños de las que 863 pertenecen a particulares, 1225 a asociaciones de usuarios, 316 a gobiernos estatales, 56 a la Comisión federal de electricidad y 884 a la Comisión Nacional del Agua, es decir; solamente el 27% son propiedad de la federación aunque son las de mayor capacidad de almacenamiento.

Por otro lado, el uso, manejo y operación de la infraestructura no ha sido la más eficiente y como consecuencia los beneficios derivados de su aprovechamiento son menores a los que se obtienen en países desarrollados. En este sentido, se tiene gran retraso tecnológico en aspectos como control y medición de variables hídricas de las presas; son muy pocas las que cuentan con sistemas automáticos de medición, captura, transmisión, procesamiento de caudales, volúmenes que ingresan, se almacenan y se extraen de sus vasos, por lo que

para la Comisión Federal de Electricidad y la Comisión Nacional del Agua, es prioritario iniciar una nueva etapa de impulso para rehabilitación y actualización tecnológica de las presas ya existentes, es necesario que en los centros especializados tomen en cuenta los diversos usos del agua sin perder de vista las restricciones socio-ambientales, y analizar todas las posibilidades que se abren con la rehabilitación o modernización de la infraestructura de las presas ya existentes.

La construcción de grandes presas continúa en el México contemporáneo. Sin embargo, los sitios para construir nuevas presas son cada vez más difíciles de encontrar, ya sea por su dificultad geológica o topográfica, de manera que resulta cada vez más oneroso construir presas grandes. En el futuro se deberá replantear las técnicas de construcción y por lo tanto de estudio y diseño de presas en nuestro país y el mundo para salvar los obstáculos cada vez mayores para construir nuevos aprovechamientos.

## 4 Disponibilidad y Usos del Agua

El agua disponible en el planeta tiende a ser constante, de manera natural, aunque existen variaciones estacionales principalmente en la distribución entre agua líquida y el agua de los casquetes polares en forma sólida.

En nuestro país sucede algo similar, pues la cantidad de agua disponible de manera natural tiende a ser constante, en promedio, aunque su distribución espacial tenga variaciones importantes provocadas por la influencia regional de fenómenos hidrometeorológicos.

La percepción de la población respecto a la disponibilidad del agua es que ésta disminuye año con año. Aunque en la realidad esta percepción no es tan cierta, pues ya se comentó que en promedio la cantidad total se conserva, la cantidad de agua que le “corresponde” a cada persona del país, disminuye año con año, principalmente por el crecimiento de la población en su conjunto, pues se cumple un razonamiento muy sencillo, “si la cantidad total de agua permanece constante y el número de habitantes crece año con año, la cantidad de agua que le corresponde a cada persona deberá disminuir”

Actualmente la disponibilidad per cápita promedio en el país es de 4,090 m<sup>3</sup>/hab/año, siendo la mínima disponibilidad per cápita de 160 en el Valle de México y la más abundante es la región denominada Frontera Sur, con 22,393 m<sup>3</sup>/hab/día.

La comisión Nacional del agua publica año con año una infinidad de datos relacionados con este líquido, de manera que es relativamente fácil conocer los valores mencionados año con año.

Para los propósitos de este trabajo, más que el volumen per cápita interesa el volumen total por región que actualmente no se aprovecha. La misma CONAGUA publica por ley la disponibilidad en las cuencas, de manera que se tiene un listado como el que se presenta en el **ANEXO**.

Para cumplir con el objetivo de análisis del tipo del que se sugiere en este documento, es fundamental contar con información fidedigna acerca de la disponibilidad real de agua en una corriente, para tratar de determinar si es posible aumentar el aprovechamiento de esa corriente con base en los usos existentes en la actualidad.

Al momento de analizar los usos consuntivos del agua en la cuenca, se requiere contar con información acerca de las políticas de extracción y consumo de todos ellos, para analizar si existe alguna restricción que impida el mayor aprovechamiento del agua y si existe alguna manera de solucionar esta situación.

La situación más común en estas condiciones son las extracciones para generación de energía eléctrica, que “obligan” a que las extracciones de agua se permitan solamente en determinadas horas o días. Si se quiere proponer una nueva política de operación, es conveniente realizar algunos cálculos para que la propuesta tenga real sustento y no sea solamente una idea.

Es importante también conocer el uso al que se destina el agua extraída actualmente, para conocer a qué se destina, investigar si se usa adecuada y eficientemente, si existe manera de mejorar la eficiencia en su manejo como para no ejecutar obra nueva o definir cuál es el uso más adecuado para el agua adicional.

Solo como información, se presenta a continuación una tabla que resume los usos del agua tanto superficial como subterránea a nivel nacional y los volúmenes consumidos, así como sus correspondientes porcentajes de uso.

Tabla 1. **Usos del Agua**

Uso	Origen		Volumen Total	Porcentaje de extracción (%)
	Superficial	Subterráneo		
Agrícola	40.57	20.92	61.49	76.7
Abastecimiento público	4.33	7.11	11.44	14.3
Industria autoabastecida	1.47	1.73	3.20	4.0
Energía eléctrica excluyendo hidroelectricidad	3.63	0.44	4.08	5.1
<b>Total</b>	<b>50.01</b>	<b>30.20</b>	<b>80.21</b>	<b>100.0</b>

\*Estadísticas del Agua en México, CONAGUA 2012

Dada la tendencia de crecimiento de la población, cada vez se demanda más agua potable y alimentos, lo que define los dos grandes rubros de uso, como se puede ver en la tabla, así que dependerá básicamente de la calidad del agua adicional, que se pueda destinar a uno u otro uso.



## **5 Propuesta**

Después de muchos años de trabajar con presas, se ha llegado a la conclusión que es más conveniente cuando la situación así lo permite, que se sobreleve una presa que el construir una nueva por lo que la propuesta es la siguiente:

Hacer análisis de gran visión o prefactibilidad para determinar si es posible aumentar el aprovechamiento de una corriente, antes de ejecutar los estudios para construir un nuevo aprovechamiento.

## 6 Metodología

La metodología que se propone es resultado de la experiencia del autor, sin que eso quiera decir que no se pueda mejorar, por el contrario, se explica con el mayor detalle posible el procedimiento de cálculo para que cada quien adopte y proponga lo que mejor le parezca y le facilite el trabajo.

La Metodología planteada sigue el orden lógico de la secuencia de cálculo y explica la información necesaria así como las herramientas requeridas para su aplicación. Se presupone que el lector está familiarizado con la terminología técnica así como los conceptos hidráulicos y de ingeniería necesarios para su total comprensión.

El primer paso consiste en determinar si existe disponibilidad en una cuenca o zona. Esto se puede comprobar mediante algún balance que haya realizado alguna dependencia oficial o algún trabajo particular que haya realizado algún despacho de ingeniería de seriedad reconocida.

Una vez que se tenga conocimiento que existe o puede existir agua disponible en una cuenca, se deberá planear la información que se recopilará para el análisis. Esta información incluye todo tipo de datos, desde meramente hidráulicos hasta información de productos.

Enseguida se deberá realizar un análisis de los escurrimientos anuales, en principio, para determinar si existe disponibilidad de agua, si esa aparente disponibilidad se presenta durante todo el año o de manera estacional, etc. Adicionalmente se deberá plantear de manera preliminar la manera más adecuada de aprovecharla y tener una primera propuesta acerca del volumen posible de aprovechar. En caso de que ese volumen sea muy amplio, se podrá establecer un rango de volumen y hacer la evaluación para varias alternativas.

Con los resultados de la etapa anterior, se deberá proponer un volumen adicional por aprovechar, lo que significa en altura ese volumen para establecer un primer valor de sobreelevación de la presa.

Por supuesto que se deberá conocer a detalle la situación actual del agua de la presa en sus diferentes usos, para establecer la base de comparación entre lo que se obtendrá en el futuro con el mayor aprovechamiento y lo que se obtiene con las condiciones actuales.

Con el fin de contar con información para la evaluación posterior, se deberá establecer el fin al que se destinará el volumen adicional de agua que se aprovechará de la corriente con la sobreelevación propuesta. Si el volumen adicional propuesto es abundante, se podrá proponer diversos usos del agua, aunque lo más conveniente sería asignarlos a un uso en particular.

Se deberá proponer la superficie de riego que se aprovechará con el nuevo volumen. Esta superficie se deberá proponer en función de la experiencia del analista, de la zona del país, del tipo de cultivo, etc. También se deberá tomar en cuenta la superficie que esté cerca de la presa y que la capacidad de su infraestructura soporte un mayor volumen anual.

Para la superficie planteada y en función del patrón de cultivos existente, de las expectativas de los productores y de las características fisiográficas del sitio, se deberá plantear los cultivos que se cosecharán en la nueva superficie, para obtener el monto de los beneficios económicos esperados con el volumen adicional.

Una vez que ya se conoce el volumen de agua que se puede incrementar, es necesario diseñar la sobreelevación correspondiente, así como su costeo, para tener elementos para la evaluación correspondiente.

Una vez obtenida la información de los costos en que se incurre con la sobreelevación, así como los beneficios obtenidos con la misma, se deberán obtener los principales indicadores de la evaluación. En el **ANEXO** se presenta el manual con la metodología propuesta.

### **6.1 Detección de disponibilidad de volumen adicional**

El primer paso consiste en determinar si existe disponibilidad en una cuenca o zona. Esto se puede comprobar mediante algún balance realizado alguna dependencia oficial o algún trabajo particular que haya realizado algún despacho de ingeniería de seriedad reconocida.

La Comisión Nacional del Agua hace análisis periódicos para determinar en un nivel de gran visión, el grado de aprovechamiento de una cuenca o región hidrológica y de manera más integrada, de cada región Hidrológica-administrativa en las que se divide dicha organización.

Una vez que se ha identificado la cuenca o región en la que aparentemente existe disponibilidad, el siguiente paso es definir en qué corriente(s) se presenta

esa disponibilidad, pues dicha disponibilidad puede concentrarse en una cierta corriente o en una zona más amplia.

Con los datos de la corriente normalmente ya se conoce si existe algún aprovechamiento en ella o en alguna corriente paralela cercana, el tamaño de dicho aprovechamiento y se puede hacer una rápida proyección sobre la posibilidad de aprovechamiento adicional si fuera técnicamente factible.

Es conveniente hacer algunas reflexiones sobre una posible sobreelevación:

Antes de pensar en sobreelevar una presa, es conveniente analizar primero si es posible aumentar la extracción mediante una política de operación variable año con año, de manera similar como se define el volumen por utilizar en una presa para riego, analizar año con año. De esta manera, generalmente se puede aprovechar un volumen **ligeramente mayor** al actual.

Para poder hablar de una actividad sistemática, se debe plantear una sobreelevación “pequeña” del orden de los 5 o 6 metros, pues estas magnitudes se pueden llevar a cabo sin muchos problemas, pero si se plantean sobreelevaciones mayores, el costo de llevarlas a cabo puede resultar tan alto que compita con la construcción de una presa nueva.

Una sobreelevación requiere una modificación de las características de una presa en su conjunto. Aún en el caso de una sobreelevación mínima de unos 4 o 5 metros, es necesario revisar estructuralmente a la presa, ya que puede resultar que aún con ese pequeño aumento, se rebasen los parámetros de seguridad estructural.

Las sobreelevaciones pequeñas se pueden construir con métodos simplificados como las denominadas “agujas”, o las estructuras denominadas en inglés “rubber dam”, que son estructuras inflables y que permiten llevar el nivel del agua más allá de la cresta vertedora sin necesidad de compuertas.

## **6.2 Información**

Una vez que se tenga conocimiento que existe o puede existir agua disponible en una cuenca, se deberá planear la información que se recopilará para el análisis. Esta información incluye todo tipo de datos, desde meramente hidráulicos hasta información de productos.

Por supuesto que la información que se recopile deberá provenir en la medida de lo posible de fuentes oficiales especializadas. En casos extraordinarios se podrá echar mano de fuentes no oficiales, teniendo en cuenta el riesgo que se corre por ello.

### **6.2.1 Características generales de la presa que se va a analizar**

Nombre oficial y sobrenombre

Localización geográfica

Instrucciones para el acceso

Corriente

Área de la Cuenca de aportación

Información Geológica

Topografía de la boquilla

Topografía del vaso

Curvas de Elevaciones-áreas y Elevaciones-capacidades

Tipo de cortina

Materiales de construcción

Características de la obra de excedencias

Características de la obra de toma

### **6.2.2 Estaciones climatológicas e hidrométricas en la cuenca**

Para la estación climatológica seleccionada:

Coordenadas geográficas de localización

Información mensual de:

Precipitación

Temperatura

Evaporación

Radiación solar

Porcentaje de horas luz

Para la estación Hidrométrica seleccionada:

Coordenadas geográficas de localización

Volumen de Escurrimiento mensual

Volumen escurrido anual

Para la presa:

Entradas al vaso

Extracciones

Volúmenes excedentes

Niveles de almacenamiento

### **6.2.3 Información referente a la zona de riego por beneficiar:**

Características Generales del Distrito, Unidad o zona de riego existente  
Superficie dominada  
Infraestructura de captación, incluyendo la presa de almacenamiento  
Red de canales principales y secundarios con capacidad y longitud  
Estructuras limitadoras de gasto  
En caso de Distritos de riego, módulos de riego y localización  
Datos de producción  
Patrón de cultivos  
Superficies de riego  
Volúmenes de agua aplicada  
Superficie sembrada y cosechada por cultivo y módulo de riego  
Dobles cultivos  
Cultivos perennes  
Rendimientos  
Producción total  
Costo de producción  
Valor de la producción  
Precio medio rural de los productos  
Precio de mercado.

**6.2.4 Planos** de la cortina, vertedor y obra de toma, así como planos de la localización de los canales principales y secundarios, de la infraestructura de derivación, etc.

### **6.3 Análisis de escurrimiento**

Se realizará un análisis de los escurrimientos anuales, en principio, para determinar si existe disponibilidad de agua, si esa aparente disponibilidad se presenta durante todo el año o de manera estacional, etc. Adicionalmente se deberá plantear de manera preliminar la manera más adecuada de aprovecharla y tener una primera propuesta acerca del volumen posible de aprovechar. En caso de que ese volumen sea muy amplio, se podrá establecer un rango de volumen y hacer la evaluación para varias alternativas.

El análisis se puede realizar de diferentes maneras, sin embargo se propone lo siguiente.

Construir un hidrograma con los volúmenes de escurrimiento anuales en todos los años de registro.

En ese diagrama indicar el volumen útil de la presa o el volumen de agua utilizado, para obtener cuántos años con excedentes sobre ese volumen se tienen en el período de registro.

Si resulta que la variabilidad del escurrimiento es tal que los años en los que existe excedente respecto del volumen útil de la presa es mayor del 30% del período de registro, quiere decir que existe una gran probabilidad de que podamos proponer una sobreelevación con éxito.

Si los escurrimientos anuales que exceden el volumen útil son de una magnitud similar a éste, se puede trabajar con varias alternativas de volúmenes adicionales para seleccionar el que genere los mejores beneficios con el menor costo posible.

De este análisis se puede obtener como conclusión el orden de magnitud del volumen adicional que se puede aprovechar o el rango de volúmenes. El dato exacto se obtendrá más adelante.

#### **6.4 Selección preliminar del volumen adicional**

Con los resultados de la etapa anterior, se deberá proponer un volumen adicional por aprovechar, lo que significa en altura ese volumen para establecer un primer valor de sobreelevación de la presa.

La definición de ese volumen adicional dependerá de la conclusión del paso anterior. Si en esa conclusión, el volumen que se puede aprovechar representa un volumen muy pequeño, es conveniente seleccionar el máximo de ese valor.

Si por el contrario, el valor del volumen adicional oscila en un rango amplio de valores, se puede dividir ese rango entre un número mayor de valores de manera que se obtengan valores del orden del 5 al 10% de la magnitud del almacenamiento útil de la presa.

Se puede echar mano de información adicional para seleccionar el volumen adicional, como por ejemplo la variación de volumen de almacenamiento en la presa si se aumenta uno, dos, tres metros, hasta 5, según las recomendaciones.

Hay que tomar en cuenta que todos los cálculos que se realicen deberán comprobarse posteriormente con la ingeniería de detalle, de manera que la selección que se haga en este paso se puede modificar o ajustar en una etapa posterior.

## **6.5 Situación actual de la superficie de riego existente**

Por supuesto que se deberá conocer a detalle la situación actual del agua de la presa en sus diferentes usos, para establecer la base de comparación entre lo que se obtendrá en el futuro con el mayor aprovechamiento y lo que se obtiene con las condiciones actuales.

Se debe disponer de información referente a la zona de riego dominada por la presa. Si toda la superficie dominada por la infraestructura se riega cada año o existe superficie que aunque se domina con la infraestructura no se ha regado en ninguna ocasión y si esa tierra se cultiva de temporal. Este tipo de superficie puede ser susceptible de elección para beneficiarse con el volumen adicional. Se debe conocer además la calidad de la tierra y si existe la posibilidad de dobles cultivos en esas tierras.

Se debe conocer el tipo de cultivos existentes en la zona, cuáles son los rendimientos que se obtienen para cada cultivo, cuál es el volumen de agua que se aplica con riego a cada cultivo, Cuál es el costo de producción para cada cultivo, incluyendo las cuotas de riego, herbicidas, insecticidas, fertilizantes y cualquier otro insumo que se aplique a los cultivos y por último, cuál es el valor de la producción total a precios de mercado y Precios Medios Rurales y si existe alguna restricción para aumentar la siembra de determinados productos bien sea por evitar saturación de mercado, por plagas o solamente por consumo de agua.

## **6.6 Propuesta de alternativas de usos del agua**

Con el fin de contar con información para la evaluación posterior, se deberá establecer el fin al que se destinará el volumen adicional de agua que se aprovechará de la corriente con la sobreelevación propuesta. Si el volumen adicional propuesto es abundante, se podrá proponer diversos usos del agua, aunque lo más conveniente sería asignarlos a un uso en particular.

En este manual se plantea utilizar el aumento de aprovechamiento del agua en actividades agrícolas en general, sin embargo, aún dentro de esta categoría se puede plantear el aprovechamiento en época “normal” de escurrimientos como un volumen que se puede manejar como lo hacen actualmente los distritos de riego, de manera que se pueda programar el riego tomando en cuenta el incremento de agua disponible.



Sin embargo, en tiempos recientes donde se han presentado fenómenos de sequía con mayor frecuencia que en décadas pasadas, se puede plantear un uso diferente dependiendo de la variabilidad del clima: Como se menciona en el párrafo anterior, en clima “normal” se puede plantear un uso normal de riego y cuando se encuentre la zona inmersa en un fenómeno de sequía, que el volumen adicional encontrado sirva solo como refuerzo de los riegos, sin comprometerla en riegos normales.

Esta dualidad es posible que no sea bien aceptada por los productores, o más aún, por las autoridades encargadas de vigilar el aprovechamiento del agua, por lo que requerirá de campañas de concientización sobre las ventajas de este manejo.

### **6.7 Selección de la superficie alternativa por beneficiar**

Se deberá proponer la superficie de riego que se aprovechará con el nuevo volumen. Esta superficie se deberá proponer en función de la experiencia del analista, de la zona del país, del tipo de cultivo, etc. También se deberá tomar en cuenta la superficie que esté cerca de la presa y que la capacidad de su infraestructura soporte un mayor volumen anual.

Para esta selección, se debe tomar en cuenta principalmente que el agua que se le podrá asignar es un agua no disponible todos los años sino que está sujeta a la disponibilidad anual. Se debe analizar si se destinará a dobles cultivos o si se aplicará a tierras en los ciclos normales del Distrito de Riego o la Unidad correspondiente.

Por ningún motivo se deberá comprometer a cultivos perennes, debido a la característica aleatoria de su disponibilidad.

Lo más conveniente es que la selección de la tierra y el uso del agua se lleven a cabo en una asamblea de usuarios de la zona de riego, para que ellos colaboren en la decisión y no se puedan llamar después mal informados o engañados. Se deben además definir los mecanismos para seleccionar los cultivos que se establecerán en la zona seleccionada, que podrán ser los mismos que los productores utilicen para la selección de sus propios cultivos. En esta misma asamblea se deberá establecer el destino de los beneficios que se obtendrán del uso de esa agua adicional, así como los costos que su uso genere, por lo que el convenio negociado adquirirá el carácter de *mercantil*.

Adicionalmente y como medida de precaución, es recomendable la firma de una acta donde se indique cuáles son las tierras que harán uso del agua disponible y, de ser posible, de dónde se tomaría el agua y los canales por los que transitará.

#### 6.8 Cálculo de los beneficios obtenidos con la nueva superficie

Para la superficie planteada y en función del patrón de cultivos existente, de las expectativas de los productores y de las características fisiográficas del sitio, se deberá plantear los cultivos que se cosecharán en la nueva superficie, para obtener el monto de los beneficios económicos esperados con el volumen adicional.

Se deberá investigar dentro del mismo distrito de riego, información sobre los rendimientos obtenidos para los cultivos seleccionados para obtener una producción unitaria y una producción total, así como el valor de esa producción en la superficie regada con el agua adicional

De igual manera, se deberá investigar el costo de producción para cada uno de los cultivos seleccionados, exactamente en las mismas circunstancias que el resto de la superficie del distrito, ya que lo que se pretende es utilizar las mismas técnicas de cultivos ya establecidos, para obtener beneficios similares o si es posible, mayores que los actuales.

#### **6.9 Obtención del costo de la sobreelevación**

Una vez que ya se conoce el volumen de agua que se puede incrementar, es necesario diseñar la sobreelevación correspondiente, así como su costeo, para tener elementos para la evaluación correspondiente.

Para esta etapa es conveniente conseguir los servicios de un ingeniero especialista en presas para hacer un bosquejo de sobreelevación, los conceptos que implica, lo que hay que tomar en cuenta, analizar y calcular, para tener un anteproyecto estructural de la misma y los costos asociados.

Si la sobreelevación depende de que el proyecto apruebe una evaluación socioeconómica, se debe plantear la sobreelevación a un nivel preliminar pero lo más completa posible, ya que el diseño ejecutivo de una sobreelevación es un proceso largo, costoso y delicado, no se estima necesario realizarlo en esta etapa. Lo más conveniente es hacerlo posteriormente, ya que se tiene la seguridad de que el proyecto genera los beneficios suficientes para obtener la rentabilidad necesaria que justifique su construcción.

Del análisis del costo de la sobreelevación también se deberá obtener el costo del mantenimiento adicional que se requerirá en la presa y sus estructuras, pero solo aquellos que se puedan atribuir directamente a la sobreelevación.

#### **6.10 Obtención de los indicadores de evaluación.**

Una vez obtenida la información de los costos en que se incurre con la sobreelevación, así como los beneficios obtenidos con la misma, se deberán obtener los principales indicadores de la evaluación.

Es conveniente que la evaluación realizada cumpla con los lineamientos establecidos por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público para este tipo de procedimientos.

## 7. Ejemplo de aplicación

Con el objeto de clarificar el procedimiento propuesto, se presenta la aplicación de la metodología a una presa ya existente, aunque haciendo la aclaración de que este ejemplo a pesar de usar información real, solo tiene valor académico.

Se utilizará una hipotética sobreelevación de la presa de Huites, sobre el Río Fuerte en el estado de Sinaloa.

Esta presa es una de las grandes presas de México, el uso principal corresponde a Generación de energía hidroeléctrica, su operación es responsabilidad de la Comisión Federal de Electricidad.

Adicionalmente, el agua turbinada en esta presa es aprovechada por la presa Miguel Hidalgo que alimenta al Distrito 075 Río Fuerte y por la Presa Josefa Ortiz de Domínguez, para el mismo Distrito.

Por su parte el Distrito de Riego 075 es uno de los más importantes del país, pues cuenta con una gran organización de productores y en él se produce una buena parte de la producción de varios de los principales cultivos del país.

Para el desarrollo de este ejemplo, se seguirán los pasos recomendados en el manual que se presenta en el **ANEXO**, para propósitos didácticos. En la práctica, cada quien es libre de seguir los pasos que considere necesarios para enriquecer, acelerar y/o facilitar el procedimiento.

### **Detección de disponibilidad de volumen**

Para conocer las condiciones de una cuenca en cuanto a escurrimiento medio y extracción media anual, existen diversas fuentes, pero la información más confiable pertenece a la Comisión Nacional del Agua, organismo del Gobierno Federal que se encarga de medir tanto los escurrimientos como los usos dentro de la cuenca.

De esa información, se puede extraer un resumen como el que se muestra a continuación, donde se indica el Nombre de la Cuenca, a qué Región Hidrológica pertenece esa corriente, dentro de qué estados se encuentra, el escurrimiento medio anual, el volumen anual extraído y la resta de los dos valores, de manera que si este número es positivo significa que los usos medidos son menores que el escurrimiento medio, en otras palabras que existe aparente disponibilidad de agua.

Hay que hacer una observación de fondo en esta tabla. Como se indicó, la tabla toma para su “balance” el escurrimiento medio anual, pero lo que se propone con este método es aprovechar más del volumen medio escurrido anual, de manera que el aparente volumen disponible que proporciona esta tabla, seguramente se verá rebasado con el análisis propuesto por el autor.

Tabla 2. **Extracto del Balance Simplificado de las 731 cuencas analizadas por CONAGUA.**

No. Cuenca	Nombre de la cuenca	R H	Estado(s)	Cp	Uc	Cp - Uc
<b>121</b>	Río Fuerte 1	10	Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango	4,036.18	3,723.45	312.73

De cualquier manera, la tabla arroja una disponibilidad del orden de 312 hm<sup>3</sup> adicionales a los 3,723 que ya se están aprovechando.

### **Información**

Es del conocimiento público que sobre la corriente del río Fuerte existen 2 presas, La presa Miguel Hidalgo y aguas arriba la presa Huites y una tercera presa que es alimentada por la primera de nombre Josefa Ortiz de Domínguez, que se aloja en una corriente paralela al Río Fuerte.

El análisis se centrará en la Presa Huites, que es “administrada” (permítase el término) por la Comisión Federal de Electricidad.

Uno de las actividades más laboriosas fue la de conseguir la información necesaria de la presa Huites, pues la CFE no cuenta con una oficina a la que se puedan dirigir aquellas personas que requieran información de las presas administradas por ellos.

Sin embargo, con apoyo de personas de distintas dependencias se logró conseguir la información mínima para completar el presente análisis.

### **Análisis de escurrimiento**

Con este análisis, lo que se pretende es tratar de determinar *a priori* si se puede considerar factible el aumento de extracción de agua con base en la variabilidad del escurrimiento anual.

En el caso del Río Fuerte, se tiene un período de registro de 72 años, incluyendo los años en que ha operado la presa de almacenamiento Huites. Los volúmenes anuales de escurrimiento natural se presentan en el ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., donde se puede observar la gran variabilidad, oscilando

entre un valor mínimo de 1,147 hm<sup>3</sup> del año 2011 y un máximo de 8,822 hm<sup>3</sup> correspondiente al año 1949.

Como se recomienda en esta metodología, se graficará el volumen útil de la presa que es de 2,908 hm<sup>3</sup>. Por otro lado, el Volumen Medio Escurrido Anual es de 4,036 hm<sup>3</sup>, valor obtenido de la información proporcionada por la CONAGUA.

Como se observa en el ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., se excede el volumen útil 52 veces, es decir más del 70% de los años, lo cual indica que existen grandes probabilidades de obtener un volumen adicional, aunque aún se desconozca su magnitud.

Nuevamente en el caso del ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., se puede observar que de los 52 años que el escurrimiento anual rebasa el volumen útil, las dos terceras partes de ellos se encuentran entre los 2,900 y los 5,000 hm<sup>3</sup>.

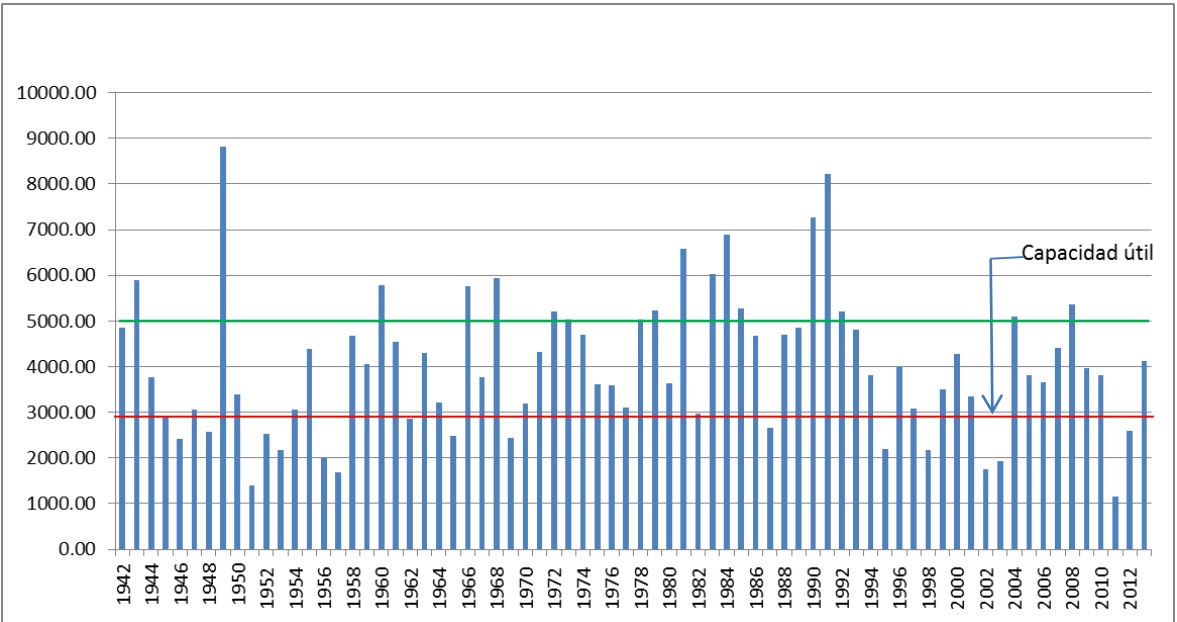


Gráfico 1. Volúmenes anuales indicando el volumen útil de la presa: 2,900 Hm<sup>3</sup>

**Propuesta de alternativas de usos del agua**

Para este caso en particular, el agua de la corriente se utiliza principalmente en actividades agrícolas, por lo que se estima conveniente darle ese mismo uso al volumen adicional propuesto.

Sin embargo, dado que la zona de esta presa ha estado sometida a una época de varios años de sequía tan severa que en alguna ocasión Huites quedó literalmente vacía, se propone un manejo dual que requerirá un manejo detallado de la política de operación, pero que en términos sencillos se resume en lo siguiente:

- a) El volumen adicional alcanzado mediante la sobreelevación se usará en actividades agrícolas “normales”, con la programación que usualmente utiliza el Distrito de Riego en ciclos de precipitaciones normales.
- b) En los años en los que ya se haya detectado que se está en situación de sequías críticas que pongan en peligro las cosechas ya establecidas, el agua no se programará para su distribución, sino que se usará como reserva para auxiliar en las situaciones críticas, como fue el caso del literal “vaciado” de Huites ya comentado.

En cualquier caso, es conveniente que todo este análisis quede bien documentado como respaldo de un reglamento de operación de la Infraestructura y Uso del Agua firmado entre los usuarios de la actual y futura zona de riego, aunque pudieran ser los mismos en ambos casos, solo que con diferentes superficies de riego en uno y en otro.

### **Situación actual de la superficie de riego existente**

Como primer paso para la evaluación socioeconómica, se deberá establecer la situación actual de la superficie de riego.

El Distrito de Riego 075 que comprende la superficie dominada por las dos presas, Miguel Hidalgo y Josefa Ortiz de Domínguez, consta de infraestructura para el riego de 228,441 ha, distribuidas en 13 módulos de diferentes tamaños. Cuenta con una concesión total de 2,623 hm<sup>3</sup> de aguas superficiales y 100 hm<sup>3</sup> de agua subterránea.



Figura 1. Localización del Distrito de Riego 075-Río Fuerte

La producción agrícola del año 2013 en los trece módulos del DR 075 Río Fuerte, se resume a continuación.

Tabla 3. Resumen de la situación actual

Módulo	Nombre	Sup. con derecho a riego (ha)	Superficie sembrada por ciclo (ha) 2013			
			O - I	Perennes	Segundos cultivos	Total
I-1	GUASAVE	19,624.00	18,290	270	996	19,556
I-2	RIO FUERTE	21,797.61	18,852	102	4,208	23,162
II-1	LEYVA SOLANO	14,261.98	11,451	122	3,915	15,488
II-2	RUIZ CORTINEZ	18,904.31	18,797	120	8,075	26,992
II-3	BATEQUIS	12,114.00	12,203	105	3,584	15,892
III-1	SANTA ROSA	34,315.71	28,919	2,562	9,122	40,603
III-2	TAXTES	22,636.08	21,180	2,950	6,774	30,904
IV-1	SEVELBAMPO	23,402.92	16,671	3,200	1,311	21,182
IV-2	PASCOLA	18,969.51	14,645	1,980	3,203	19,828
V-1	MAVARI	14,877.67	13,893	2,207	0	16,100
V-2	CAHUINAHUA	6,984.43	6,700	382	994	8,076
VII-1	JUNCOS	12,295.82	12,796	318	2,207	15,321
VII-2	NOHME	8,256.96	8,028	69	2,597	10,694
	<b>SUMA</b>	<b>228,441.00</b>	<b>202,425</b>	<b>14,387</b>	<b>46,986</b>	<b>263,798</b>



En la tabla anterior se puede observar que:

- a) El ciclo Otoño Invierno es el predominante con una superficie de 202,425 ha, es decir, aproximadamente el 88% de la superficie del distrito se riega en este ciclo.
- b) Los cultivos perennes abarcan una superficie de casi el 6% de la superficie total con 14,387 ha.
- c) Los segundos cultivos a pesar de contar con una superficie de 46,986 ha, solo representan el 15% de la superficie física del DR.

### **Selección de la superficie alternativa por beneficiar**

En este paso, se deberá especificar claramente la superficie física que se beneficiará con el agua adicional, para poder establecer los reales costos y beneficios correspondientes a esa tierra.

Con el fin de que el volumen de agua adicional beneficie de manera equitativa a todos los módulos, se propone que la nueva superficie de riego se distribuya en todos los módulos del distrito de manera proporcional a su tamaño dentro del Distrito.

El cálculo numérico de la superficie de dobles cultivos real propuesta se realizará junto con el cálculo de beneficios, en el siguiente punto, ya que esta superficie depende directamente de los cultivos y cantidad de los mismos planteados en cada módulo.

A continuación se muestra una tabla con el volumen adicional de agua ganado en cada alternativa de sobreelevación y la superficie propuesta y evaluada correspondiente.

Tabla 4. **Volumen/Sobreelevación**

Sobreelevación (metros)	Volumen Adicional (hm <sup>3</sup> )	Superficie Adicional (ha)
1	73.71	11,028.00
2	147.42	22,115.00
3	221.13	33,086.00
4	294.84	44,115.00
5	368.20	55,092.00

## Cálculo de los beneficios obtenidos con la nueva superficie

En virtud de que los productores de la zona conocen con suficiente precisión sus tierras y el clima, lo más conveniente será respetar el tipo de cultivos que se cosechan como dobles cultivos, modificando únicamente la superficie cultivada.

El punto de partida para el cálculo de los beneficios y costos de la nueva zona de riego son los siguientes supuestos:

- a) Al hablar de segundos cultivos, se supone que en dicha superficie no existe un beneficio anterior, sino que todo el beneficio es atribuible a la sobreelevación que proporciona el agua adicional para el riego.
- b) Se supone que el consumo de agua varía para cada cultivo debido a la variabilidad del tipo de suelo existente en cada módulo.
- c) Como no se cuenta con mayor detalle, se supone que el rendimiento de cada cultivo en todos los módulos es el mismo.
- d) Tanto los Precios Medios Rurales de los cultivos como los costos de producción corresponden a los que se presentaron a 2013 y se asumen similares en toda la nueva superficie.
- e) Las láminas de riego, variables para cada módulo fueron tomadas de las estadísticas del año 2013.
- f) La distribución de los años en que se puede obtener volumen adicional se determinó tomando como base el registro original.

El último punto es muy importante, pues el hecho de que se sobreleve la presa no garantiza que todos los años se pueda obtener el volumen adicional total, ya que eso depende del escurrimiento natural, de manera que hay que estimar dicho volumen de acuerdo con nuestro registro de escurrimientos y la superficie de riego estará supeditada a dicho escurrimiento.

En el caso del ejemplo ilustrativo, se tomó como distribución para el cálculo, el registro existente de los primeros 30 años de escurrimiento, de manera que se obtuvo la distribución que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5. **Porcentaje de escurrimiento adicional disponible por año**

Años	E <sub>a</sub>	Porcentaje Escurrimiento adicional disponible anualmente para cada alternativa				
		2908<E <sub>a</sub> <298	2987<E <sub>a</sub> <305	2908<E <sub>a</sub> <298	2908<E <sub>a</sub> <298	2908<E <sub>a</sub> <298
194	4.856.1	100	100	100	100	100
194	5.885.1	100	100	100	100	100
194	3.758.2	100	100	100	100	100
194	2.919.3	14	8	5	4	3
194	2.417.3	0	0	0	0	0
1947	3,069.50	100	100	73	55	44
1948	2,563.10	0	0	0	0	0

Años	E <sub>a</sub>	Porcentaje Escurrimiento adicional disponible anualmente para cada alternativa				
		2908<E <sub>a</sub> <298	2987<E <sub>a</sub> <305	2908<E <sub>a</sub> <298	2908<E <sub>a</sub> <298	2908<E <sub>a</sub> <298
1949	8,822.20	100	100	100	100	100
1950	3,391.60	100	100	100	100	100
1951	1,403.50	0	100	0	0	0
1952	2,516.70	0	0	0	0	0
1953	2,168.30	0	0	0	0	0
1954	3,063.60	100	100	70	53	42
1955	4,387.30	100	100	100	100	100
1956	1,987.60	0	0	0	0	0
1957	1,676.10	0	0	0	0	0
1958	4,671.70	100	100	100	100	100
1959	4,054.00	100	100	100	100	100
1960	5,792.60	100	100	100	100	100
1961	4,551.90	100	100	100	100	100
1962	2,869.00	0	0	0	0	0
1963	4,309.70	100	100	100	100	100
1964	3,222.70	100	100	100	100	86
1965	2,484.70	0	0	0	0	0
1966	5,766.90	100	100	100	100	100
1967	3,758.00	100	100	100	100	100
1968	5,947.20	100	100	100	100	100
1969	2,443.70	0	0	0	0	0
1970	3,181.10	100	100	100	93	74
1971	4,326.80	100	100	100	100	100

Adicionalmente, en el **ANEXO** se presenta el cálculo de los beneficios para las nuevas superficies con base en los datos de la infraestructura actual, para las 5 alternativas de sobreelevación correspondientes a 1, 2, 3, 4 y 5 metros.

### Obtención del costo de la sobreelevación

El costo de la sobreelevación se calculó tomando como base los principales conceptos de los trabajos necesarios para su construcción y que se trata de un trabajo especial por sus características y porque es un trabajo de una sola vez en el que no existe economía de escala por trabajos similares.

Se presenta el cálculo para la primera alternativa en la cual se sobreelevaría la presa un metro para aumentar el almacenamiento en 73.71 hm<sup>3</sup>.

Tabla 6. **Calculo primera alternativa**

N°	Concepto	Unidad	Cantidad	PU (\$/U)	Importe (\$)
1	Martillo neumático con compresor	hora	5,760.00	3,600.00	20,736,000.00
2	Retiro escombros	m <sup>3</sup>	8,064.00	1,500.00	12,096,000.00
3	Soldadura	hora	180.00	2,550.00	459,000.00
4	Habilitación acero de refuerzo base	kg	179,200.00	150.00	26,880,000.00
5	Habilitación acero de refuerzo sobreelevación	kg	358,400.00	150.00	53,760,000.00
6	Colado Base	m <sup>3</sup>	896.00	3,750.00	3,360,000.00
7	Colado Sobreelevación	m <sup>3</sup>	1,792.00	3,750.00	6,720,000.00
8	Movimiento de martillos	Lote	1.00	4,500,000.00	4,500,000.00
9	Acero Refuerzo	ton	537.60	75,000.00	40,320,000.00

N°	Concepto	Unidad	Cantidad	PU (\$/U)	Importe (\$)
10	Concreto	m <sup>3</sup>	2,688.00	25,800.00	69,350,400.00
					<b>238,181,400.00</b>

El resto de las alternativas se calculó de la misma manera, tomando en cuenta que el precio unitario aumenta conforme aumenta el tamaño de la obra.

Siguiendo este mismo procedimiento, se obtiene el costo total para cada una de las alternativas:

Tabla 7. **Resumen costos de construcción 5 alternativas**

Sobreelevación (metros)	Costo Construcción
1	\$238,181,400.00
2	\$335,476,020.00
3	\$452,790,750.00
4	\$622,073,700.00
5	\$878,612,820.00

### **Obtención de los indicadores de evaluación**

Para conocer si la sobreelevación propuesta es económicamente factible, es necesario desarrollar la evaluación de por lo menos una alternativa.

Por sencillez, se tomarán en cuenta solo dos parámetros:

- 1) Relación Beneficio – Costo, para conocer si los beneficios atribuibles al proyecto de sobreelevación son mayores que el costo de inversión y los costos anuales de producción para la superficie beneficiada
- 2) Tasa interna de retorno, para conocer en términos financieros el grado de rentabilidad del proyecto.

Aunque para el cálculo de los parámetros anteriormente descritos fue necesario desarrollar los flujos de capital para el período completo de la evaluación que se fijó en 31 años (incluyendo el año “0” de inversión y 30 de beneficios), a continuación se presenta un resumen de la información necesaria para cada alternativa.

A continuación se muestra el flujo de recursos planteado para realizar la evaluación de la sobreelevación correspondiente a 1 metro. En el **ANEXO** se presentan los flujos de efectivo para las cinco alternativas.

**Tabla 8. Flujo de recursos (Sobreelevación de 1 m.)**

Año	Factor de Ecurrimiento	Inversión	Costos Operación	Actualización	Beneficios	Actualización	Valor Absoluto
0		238,181,400		859,396,359		1,103,830,519	-238,181,400
1	100		145,963,342	132,693,947	187,479,025	170,435,477	41,515,683
2	100		145,963,342	120,630,861	187,479,025	154,941,343	41,515,683
3	100		145,963,342	109,664,419	187,479,025	140,855,766	41,515,683
4	14		20,434,868	13,957,290	26,247,064	17,927,098	5,812,196
5	0		0	0	0	0	0
6	100		145,963,342	82,392,501	187,479,025	105,827,022	41,515,683
7	0		0	0	0	0	0
8	100		145,963,342	68,092,976	187,479,025	87,460,349	41,515,683
9	100		145,963,342	61,902,706	187,479,025	79,509,408	41,515,683
10	0		0	0	0	0	0
11	0		0	0	0	0	0
12	0		0	0	0	0	0
13	100		145,963,342	42,280,381	187,479,025	54,305,995	41,515,683
14	100		145,963,342	38,436,710	187,479,025	49,369,087	41,515,683
15	0		0	0	0	0	0
16	0		0	0	0	0	0
17	100		145,963,342	28,878,069	187,479,025	37,091,726	41,515,683
18	100		145,963,342	26,252,790	187,479,025	33,719,751	41,515,683
19	100		145,963,342	23,866,173	187,479,025	30,654,319	41,515,683
20	100		145,963,342	21,696,521	187,479,025	27,867,562	41,515,683
21	0		0	0	0	0	0
22	100		145,963,342	17,931,009	187,479,025	23,031,043	41,515,683
23	100		145,963,342	16,300,917	187,479,025	20,937,312	41,515,683
24	0		0	0	0	0	0
25	100		145,963,342	13,471,832	187,479,025	17,303,564	41,515,683
26	100		145,963,342	12,247,120	187,479,025	15,730,512	41,515,683
27	100		145,963,342	11,133,746	187,479,025	14,300,466	41,515,683
28	0		0	0	0	0	0
29	100		145,963,342	9,201,443	187,479,025	11,818,567	41,515,683
30	100		145,963,342	8,364,948	187,479,025	10,744,152	41,515,683

Con esta información, se obtuvo el valor de los parámetros de la evaluación. Los valores más interesantes de dicha evaluación se presentan en el presente resumen.

**Tabla 9. Parámetros de evaluación 5 alternativas**

Sobreelevación (metros)	Volumen Adicional (hm³)	Superficie Adicional (ha)	Costo Construcción	Costo Operación	Beneficio	B/C	TIR
1	73.71	11,028.00	\$238,181,400.00	\$145,963,342.00	\$187,479,025.00	1.0057	0.1033
2	147.42	22,115.00	\$335,476,020.00	\$291,640,672.00	\$373,874,322.00	1.0724	0.1559
<b>3</b>	<b>221.13</b>	<b>33,086.00</b>	<b>\$452,790,750.00</b>	<b>\$437,916,497.00</b>	<b>\$562,471,077.00</b>	<b>1.0926</b>	<b>0.1790</b>
4	294.84	44,115.00	\$622,073,700.00	\$583,893,075.00	\$749,967,103.00	1.0876	0.1727
5	368.20	55,092.00	\$878,612,820.00	\$729,181,396.00	\$936,579,114.00	1.0662	0.1491

Como se puede ver en la tabla anterior, las cinco alternativas de sobreelevación son económicamente factibles. Los dos parámetros principales resultaron de esta manera:

**Relación B/C**

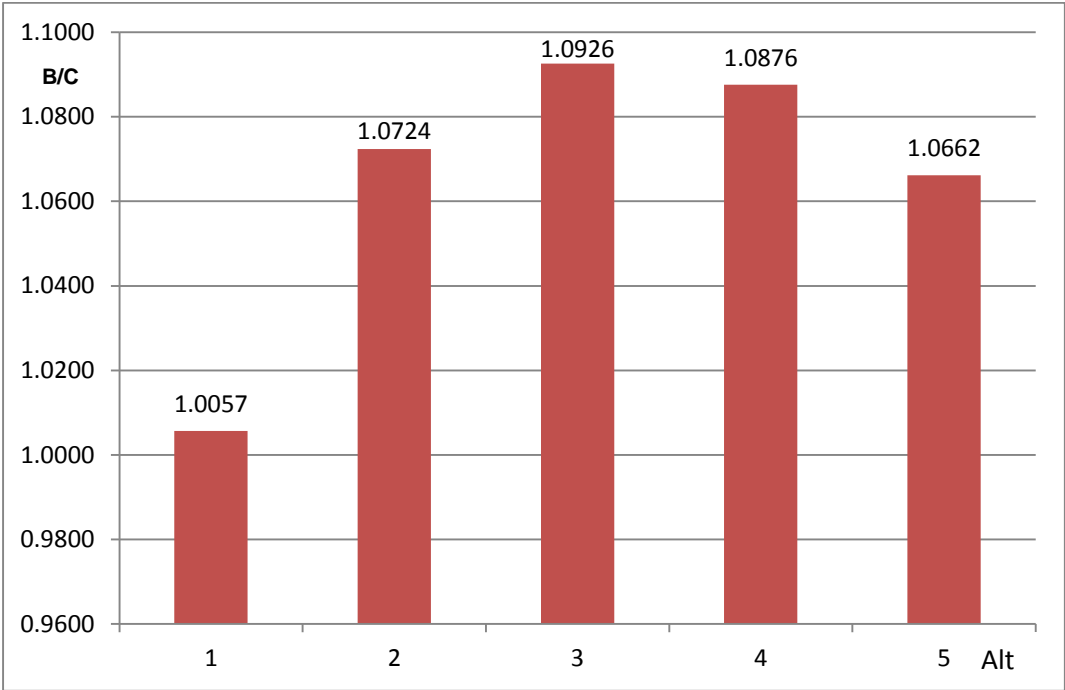


Grafico 2. **Tasa Relación Beneficio Costo para Alternativas de Sobreelevación**

Se observa que el mejor valor de la Relación Beneficio/Costo en este rango, resulta ser de 1.0926, correspondiente a la alternativa para una sobreelevación de 3 metros, con la que se obtiene un volumen de agua tal que con el mismo se puede beneficiar una superficie de 33,086 ha.

De manera similar, la Tasa interna de retorno para las cinco alternativas se presenta en la siguiente gráfica:

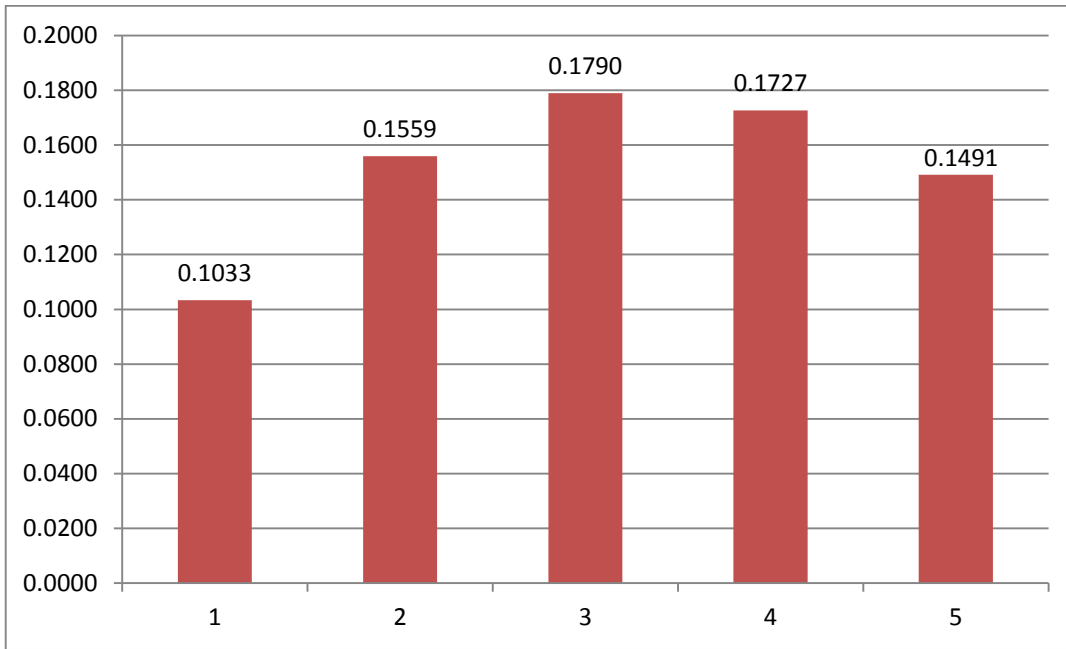


Grafico 3. **Tasa Interna de Retorno para Alternativas de Sobreelevación**

Nuevamente se puede observar que la TIR más alta se obtuvo para la alternativa **3**, con un 17.9%, siempre por encima del **10%** que es la tasa de descuento utilizada para proyectos de este tipo.

## 8 Conclusiones

Se han encontrado algunas referencias la sobreelevación de alguna presa en concreto, sin embargo, con este ejercicio lo que se pretende es pensar en la sobreelevación como una alternativa más de aumentar el aprovechamiento del agua en una corriente donde ya existe infraestructura de almacenamiento, antes de pensar en la construcción de un nuevo almacenamiento por los inconvenientes que ello representa y que aunque brevemente ya fueron comentados en su momento.

Se reitera la recomendación de que la sobreelevación propuesta sea de dimensiones pequeñas, para evitar mayores problemas principalmente relacionados con la estabilidad estructural de la presa y conservar los esfuerzos provocados en el cuerpo de la cortina y la cimentación dentro de los límites permisibles y seguros. Cuando se piense en sobreelevaciones mayores, se deberá pensar menos en una sobreelevación y más en un almacenamiento nuevo.

Por otro lado, no obstante que la sobreelevación propuesta corresponda a una en la que el aumento sea de unos pocos metros, es conveniente que al momento de analizarla, se solicite el apoyo de un especialista en estructuras hidráulicas para analizar todo lo referente a esfuerzos, resistencias de los materiales y sobre todo, la estructura analizada monolíticamente.

El tema del gasto ecológico, aunque tratado de una manera superficial al inicio de este análisis, reviste gran importancia por dos aspectos. Por un lado, el proveer a una corriente de la capacidad de conservar la vida a lo largo de su cauce, recuperará el ambiente que solo algunos pocos afortunados recordamos y que pueden ser el sustento de muchas personas en el futuro. Pero por otro lado, el caudal ecológico puede representar la diferencia entre poder llevar a cabo una sobreelevación o anularla de raíz y no solamente eso, sino puede representar la diferencia entre tener disponibilidad de agua para un almacenamiento nuevo y no tener agua disponible.

De cualquier manera, es importante establecer una política pública al respecto, pues por el volumen comprometido en el cálculo de dicho caudal, si se hace el cálculo del mismo en las corrientes actualmente aprovechadas, el resultado más seguro es que se debe poner a disposición de la ecología importantes volúmenes de las presas en operación, disminuyendo la disponibilidad para otros usos.



Como se analizó en el ejemplo, es importante que al momento de seleccionar los cultivos que se desarrollarán con el agua adicional, se seleccionen cultivos en los cuales haya experiencia de los productores, pues de esa manera se asegurará que los resultados serán satisfactorios y no se incurrirá en gastos adicionales que puedan hacer inviable el proyecto, como la capacitación y equipo de labranza que se requerirá si se establecen cultivos en los cuales no se tenga la experiencia reconocida.

Es necesario que al momento en que se elija la nueva superficie que se regará con el agua adicional, se seleccionen aquellas tierras que se rieguen con los canales que no tengan problemas de capacidad, para evitar tener que programar su sobreelevación, lo que definitivamente encarecería el costo de la sobreelevación en general y alargaría el tiempo necesario para su construcción.

Como consecuencia de este estudio, se desprenden dos temas adicionales para desarrollar en el futuro:

El primero de ellos es el que se refiere a aumentar el aprovechamiento del agua mediante un cambio en la política de operación de la presa de almacenamiento involucrada, lo que plantea el desarrollo de un algoritmo de optimización de dicha política, con la ventaja que no involucra infraestructura de por medio sino solo de capacidad de cómputo y la teoría de optimización.

El segundo tema es aquel de desarrollar un procedimiento de diseño que tome en cuenta el diseño del tamaño del volumen de almacenamiento de una presa de manera integral con el diseño del vertedor. Para explicarlo con pocas palabras y que sea más entendible, mientras más grande sea el aprovechamiento del agua en una misma corriente, el vertedor deberá ser de menor tamaño, con su correspondiente política de operación.

## 9 Bibliografía

### **Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS)**

<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/Portada%20BANDAS.htm>

### **Plan de riego, volumen por cultivo DR 075**

[http://www.cmdrs.gob.mx/prev/sesiones/2013/2a\\_sesion/5\\_conagua.pdf](http://www.cmdrs.gob.mx/prev/sesiones/2013/2a_sesion/5_conagua.pdf)

### **Año agrícola en los distritos de riego 2012-2013**

[http://www.cmdrs.gob.mx/prev/comisiones/copredes/reuniones/2012/8a\\_ordinaria/presas.pdf](http://www.cmdrs.gob.mx/prev/comisiones/copredes/reuniones/2012/8a_ordinaria/presas.pdf)

### **Portal de Geoinformación. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad**

[http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis\\_root/hidro/infgrh/esthidgw](http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/hidro/infgrh/esthidgw)

### **Datos de las presas y ríos más importantes en México**

<https://www.imta.gob.mx/conamexphi/images/stories/images-2014/pdf/atlas-de-agua-mexico.pdf>

### **Localización Geográfica de presas**

[http://www.conagua.gob.mx/atlas/mapa/33/index\\_svg.html](http://www.conagua.gob.mx/atlas/mapa/33/index_svg.html)

### **Estadística Agrícola**

<http://www.edistritos.com/DTT/estadisticaAgricola/organismo.php>

### **Mapa Google Earth Estaciones Climatológicas e Hidrométricas**

<http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0CDoQFjAE&url=http%3A%2F%2Fsmn.cna.gob.mx%2Fclimatologia%2Fnormales%2Festacion%2FestacionesClimatologicas.kmz&ei=bifqU5XcNeHJ8AGtuoHgDw&usg=AFQjCNHaqklqcljTFwqD0ezThdOi9q5xFw&sig2=QN2FHx2CbAuWeudPqrB5xg>

### **Costos de producción Valle del Fuerte**

[http://www.aarfs.com.mx/imagenes/informacion/costos\\_de\\_producci%C3%B3n\\_/temporada\\_2012-2013/oto%C3%B1o-invierno/aarfs/MAIZ\\_O-I\\_2012-13.pdf](http://www.aarfs.com.mx/imagenes/informacion/costos_de_producci%C3%B3n_/temporada_2012-2013/oto%C3%B1o-invierno/aarfs/MAIZ_O-I_2012-13.pdf)

### **INEGI**

<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=25#M>

### **Sistema Meteorológico Nacional**

[http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12:temperaturas-y-lluvia&catid=12:climatologia&Itemid=77mayo](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=12:temperaturas-y-lluvia&catid=12:climatologia&Itemid=77mayo)

### **Normales climatológicas de municipios de Sinaloa**

[http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=171&tmpl=component](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=171&tmpl=component)

### **Monitoreo de lluvia acumulada Nacional**

<http://galileo.imta.mx/lluviaSMN.php>

### **Disponibilidad en las cuencas hidrológicas**

<http://www.cna.gob.mx/Contenido.aspx?n1=3&n2=63&n3=99>

# **ANEXOS**

# **ANEXO 1**

Disponibilidad de Agua  
publicada en el DOF  
(731 cuencas)

Tabla A1- 1. **Disponibilidad de Agua publicada en el DOF (731 cuencas)**

No Cuenca	Nombre de la cuenca	R H	Estado(s)	Cp	Uc
1	Tijuana	1	Baja California	77.83	209.38
2	Descanso-Los Médanos	1	Baja California	11.28	1.79
3	Guadalupe	1	Baja California	44.44	36.29
4	Ensenada-El Gallo	1	Baja California	14.74	2.98
5	San Carlos	1	Baja California	14.39	0.78
6	Maneadero-Las Ánimas	1	Baja California	18.95	0.76
7	Santo Tomás	1	Baja California	15.34	0.34
8	San Vicente	1	Baja California	29.84	1.47
9	Los Cochis-El Salado	1	Baja California	24.09	1.13
10	San Rafael	1	Baja California	13.37	0.36
11	San Telmo	1	Baja California	9.65	4.30
12	Santo Domingo	1	Baja California	9.20	3.83
13	San Quintín	1	Baja California	7.56	0.38
14	San Simón	1	Baja California	11.23	0.18
15	El Socorro	1	Baja California	6.06	0.00
16	El Rosario	1	Baja California	28.74	1.13
17	Santa Catarina	2	Baja California	41.61	0.91
18	La Bocana	2	Baja California	7.29	0.01
19	Jaraguay	2	Baja California	5.30	0.01
20	San José	2	Baja California	4.88	0.00
21	Chapala	2	Baja California	5.87	0.00
22	Boca del Carrizo	2	Baja California	9.59	0.04
23	San Andrés	2	Baja California	12.81	0.00
24	Santo Dominguito	2	Baja California	3.49	0.00
25	Rosarito	2	Baja California	5.58	0.01
26	San Miguel	2	Baja California	3.70	0.02
27	Paraíso	2	Baja California	6.59	0.01
28	San Luis	2	Baja California, Baja California Sur	11.77	0.00
29	El Arco	2	Baja California, Baja California Sur	6.73	0.00
30	Vizcaíno	2	Baja California, Baja California Sur	30.75	0.08
31	Punta Eugenia	2	Baja California Sur	5.18	0.02
32	San Ignacio	2	Baja California Sur	89.84	3.16
33	La Purísima	3	Baja California Sur	39.87	4.46
34	Mezquital Seco	3	Baja California Sur	22.58	0.16
35	Santo Domingo	3	Baja California Sur	74.47	0.35
36	Bramonas	3	Baja California Sur	79.64	0.14
37	Santa Rita	3	Baja California Sur	28.11	0.43
38	Las Pocitas-San Hilario	3	Baja California Sur	32.46	0.33
39	Conejos-Los Viejos	3	Baja California Sur	15.35	0.02
40	Melitón Albañez	3	Baja California Sur	15.28	0.00
41	La Matanza	3	Baja California Sur	9.76	0.77
42	Cañada Honda	3	Baja California Sur	0.48	0.00
43	Todos Santos	3	Baja California Sur	2.88	4.91
44	Pescaderos	3	Baja California Sur	9.16	0.50
45	Plutarco E. Calles	3	Baja California Sur	13.63	1.85
46	Migriño	3	Baja California Sur	7.25	0.07
47	El Carrizal	3	Baja California Sur	10.65	0.14
48	Cerrada Laguna Salada	4	Baja California	57.35	0.01
49	El Borrego	4	Baja California	17.42	0.00
50	Cerrada Santa Clara	4	Baja California	16.19	0.01
51	Bahía San Felipe	4	Baja California	3.35	0.00
52	Huatamote	4	Baja California	9.06	0.03
53	San Fermín	4	Baja California	5.16	0.00
54	Agua Dulce	4	Baja California	7.50	0.00
55	Agua Grande	4	Baja California	5.83	0.23

No Cuenca	Nombre de la cuenca	R H	Estado(s)	Cp	Uc
56	La Palma	5	Baja California	4.81	0.00
57	Calamajue	5	Baja California	5.02	0.00
58	Asamblea	5	Baja California	5.01	0.00
59	Tepetate	5	Baja California	4.58	0.04
60	San Pedro	5	Baja California	5.07	0.00
61	El Alabrado	5	Baja California	4.32	0.00
62	El Infiernito	5	Baja California	6.07	0.00
63	Mulegé	5	Baja California Sur	9.04	0.08
64	San Marcos-Palo Verde	5	Baja California Sur	20.49	0.77
65	San Bruno	5	Baja California Sur	1.12	0.00
66	San Lucas	5	Baja California Sur	1.23	0.00
67	Santa Agueda	5	Baja California Sur	4.51	0.64
68	Santa Rosalía	5	Baja California Sur	1.12	0.49
69	Las Vírgenes	5	Baja California Sur	17.51	0.03
70	Paralelo 28	5	Baja California, Baja California Sur	11.02	0.01
71	San Lucas	6	Baja California Sur	4.93	1.99
72	San José del Cabo	6	Baja California Sur	47.07	3.91
73	Cabo Pulmo	6	Baja California Sur	7.98	0.02
74	Santiago	6	Baja California Sur	23.74	1.84
75	San Bartolo	6	Baja California Sur	10.09	0.64
76	Los Planes	6	Baja California Sur	16.95	0.22
77	La Paz	6	Baja California Sur	25.90	6.83
78	El Coyote	6	Baja California Sur	3.46	0.21
79	Alfredo B. Bonfil	6	Baja California Sur	15.53	0.05
80	Tepentú	6	Baja California Sur	8.94	0.01
81	Loreto	6	Baja California Sur	9.91	0.09
82	San Juan B. Londó	6	Baja California Sur	8.44	0.00
83	Rosarito	6	Baja California Sur	5.83	0.00
84	Bahía Concepción	6	Baja California Sur	10.73	0.05
85	Río Colorado	7	Baja California, Sonora	11.28	1729.11
86	Río Santa Cruz	7	Sonora	20.62	0.07
87	Río San Pedro	7	Sonora	43.76	0.19
88	Arroyo Los Nogales	7	Sonora	2.44	0.00
89	Río Sonoyta 1	8	Sonora	12.68	0.02
90	Río Sonoyta 2	8	Sonora	7.00	0.55
91	Arroyo Cocóspera	8	Sonora	42.04	3.21
92	Río Magdalena	8	Sonora	45.48	21.41
93	Río Concepción	8	Sonora	24.95	27.68
94	Río Sonora 1	9	Sonora	130.59	51.97
95	Río San Miguel	9	Sonora	34.93	4.09
96	Río Sonora 2	9	Sonora	76.15	66.08
97	Río Sonora 3	9	Sonora	170.28	160.01
98	Río Bavispe	9	Chihuahua, Sonora	548.30	4,67.78
99	Río Yaqui 1	9	Chihuahua, Sonora	2,203.00	2,674.94
100	Río Yaqui 2	9	Chihuahua, Sonora	379.43	1,103.30
101	Río Yaqui 3	9	Sonora	48.40	2,566.40
102	Río Mayo 1	9	Chihuahua, Sonora	979.78	0.42
103	Arroyo Quiriego	9	Sonora	24.77	0.23
104	Río Mayo 2	9	Sonora	156.01	583.69
105	Río Mayo 3	9	Sonora	61.31	878.41
106	Río Mátape 1	9	Sonora	37.48	0.20
107	Río Mátape 2	9	Sonora	51.55	20.13
108	Arroyo Cocoraque 1	9	Sonora	16.71	4.71
109	Arroyo Cocoraque 2	9	Sonora	15.61	0.56
110	Río Habitas	10	Sinaloa, Durango	376.49	0.73
111	Río Elota	10	Sinaloa	86.09	611.15

No Cuenca	Nombre de la cuenca	R H	Estado(s)	Cp	Uc
112	Río Quelite 1	10	Sinaloa	103.17	0.33
113	Río Quelite 2	10	Sinaloa	48.94	0.86
114	Río Mocerito 1	10	Sinaloa	151.29	2.89
115	Río Mocerito 2	10	Sinaloa	76.22	493.39
116	Río San Lorenzo 1	10	Durango, Sinaloa	1,414.50	738.40
117	Río San Lorenzo 2	10	Sinaloa	250.87	924.25
118	Río Humaya	10	Sinaloa, Durango, Chihuahua	1,975.55	1887.27
119	Río Tamazula	10	Sinaloa, Durango	770.81	528.95
120	Río Culiacán	10	Sinaloa	375.24	2,623.16
121	Río Fuerte 1	10	Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango,	4,036.18	3,723.45
122	Río Choix	10	Chihuahua, Sinaloa	279.18	0.76
123	Arroyo Alamos	10	Sonora, Chihuahua, Sinaloa	93.93	1.85
124	Río Fuerte 2	10	Sinaloa, Sonora, Chihuahua	615.15	7,424.39
125	Río Piaxtla 1	10	Durango, Sinaloa	991.81	6.15
126	Río Piaxtla 2	10	Sinaloa	414.40	9.68
127	Río Sinaloa 1	10	Sinaloa, Chihuahua, Durango	1,377.31	1,058.13
128	Arroyo Ocoroni	10	Sinaloa	158.79	0.11
129	Arroyo Cabrera	10	Sinaloa	80.74	0.13
130	Río Sinaloa 2	10	Sinaloa	482.71	1,465.21
131	Río Pericos 1	10	Sinaloa	48.65	0.24
132	Río Pericos 2	10	Sinaloa	110.78	0.03
133	Río Cañas 1	11	Nayarit, Sinaloa	124.56	3.10
134	Río Cañas 2	11	Nayarit, Sinaloa	38.02	1.37
135	Laguna de Santiaguillo	11	Durango	105.21	18.17
136	La Tapona	11	Durango	135.71	2.82
137	Río La Saucedá	11	Durango	135.57	15.97
138	Río El Tunal	11	Durango	138.80	0.93
139	Río Santiago Bayacora	11	Durango	85.12	23.83
140	Río Durango	11	Durango	84.00	97.81
141	Río Poanas	11	Durango, Zacatecas	61.86	36.15
142	Río Suchil	11	Zacatecas, Durango	36.48	16.62
143	Río Graseros	11	Zacatecas, Durango	27.39	0.14
144	Río San Pedro-Mezquital	11	Nayarit, Durango, Zacatecas	2,267.23	17.31
145	Río San Pedro-Desembocadura	11	Nayarit	269.68	222.45
146	Río Baluarte 1	11	Sinaloa, Nayarit, Durango	1,686.28	2.05
147	Río Baluarte 2	11	Sinaloa	144.00	34.93
148	Río Presidio 1	11	Sinaloa, Durango	1,010.80	4.27
149	Río Presidio 2	11	Sinaloa	72.87	92.67
150	Río Acaponeta 1	11	Nayarit, Durango, Sinaloa	1,356.97	22.82
151	Río Acaponeta 2	11	Nayarit	76.36	4.84
152	Río Rosa Morada 1	11	Nayarit	79.22	0.37
153	Río Rosa Morada 2	11	Nayarit	65.50	4.90
154	Río Bejuco 1	11	Nayarit	147.40	0.79
155	Río Bejuco 2	11	Nayarit	51.61	2.00
156	Río Lerma 1	12	México, Distrito Federal	209.19	68.04
157	Río La Gavia	12	México	102.41	31.10
158	Río Jaltepec	12	Michoacán de Ocampo, México	92.71	32.29
159	Río Lerma 2	12	México, Querétaro de Arteaga, Michoacán de Ocampo, Guanajuato	393.49	122.82
160	Río Lerma 3	12	Guanajuato, Querétaro de Arteaga, Michoacán de Ocampo, México	467.39	229.42
161	Río La Laja 1	12	Guanajuato, Querétaro de Arteaga, San Luis Potosí	275.01	55.12
162	Río Querétaro	12	Querétaro de Arteaga, Guanajuato, Michoacán de Ocampo	106.24	121.13



No Cuenca	Nombre de la cuenca	R H	Estado(s)	Cp	Uc
163	Río La Laja 2	12	Guanajuato, Querétaro de Arteaga, Michoacán de Ocampo	84.09	138.30
164	Laguna de Yuriria	12	Michoacán de Ocampo, Guanajuato	193.10	1.27
165	Río Lerma 4	12	Guanajuato, Michoacán de Ocampo	102.62	436.90
166	Río Turbio	12	Jalisco, Guanajuato	195.42	187.96
167	Río Angulo	12	Guanajuato, Michoacán de Ocampo	379.57	76.45
168	Río Lerma 5	12	Guanajuato, Michoacán de Ocampo, Jalisco	286.89	676.96
169	Río Lerma 6	12	Michoacán de Ocampo, Jalisco, Guanajuato	324.76	295.75
170	Río Duero	12	Michoacán de Ocampo	502.77	256.32
171	Río Zula	12	Jalisco	208.41	80.11
172	Río Lerma 7	12	Jalisco, Michoacán de Ocampo	818.37	462.61
173	Lago de Pátzcuaro	12	Michoacán de Ocampo	79.53	27.31
174	Lago de Cuitzeo	12	Michoacán de Ocampo, Guanajuato	485.26	120.12
175	Río San Pedro	12	Aguascalientes, Zacatecas	60.67	31.76
176	Presa Calles	12	Aguascalientes, Zacatecas	57.63	3.85
177	Presa El Niágara	12	Aguascalientes, Zacatecas, Jalisco	41.65	53.84
178	Presa El Cuarenta	12	Jalisco, Guanajuato, Zacatecas, San Luis Potosí	54.67	12.81
179	Río de Lagos	12	Jalisco, Guanajuato	126.81	46.38
180	Presa Ajojuar	12	Aguascalientes, Jalisco	29.88	14.79
181	Río Grande	12	Jalisco	41.16	1.45
182	Río Encarnación	12	Aguascalientes, Jalisco	135.13	27.55
183	Río Aguascalientes	12	Zacatecas, Aguascalientes, Jalisco	43.52	10.85
184	Río San Miguel	12	Jalisco	80.51	2.72
185	Río del Valle	12	Jalisco	68.28	38.21
186	Río Verde 1	12	Zacatecas, Jalisco	166.27	17.07
187	Río Verde 2	12	Jalisco	199.65	371.19
188	Río Palomas	12	Zacatecas	29.30	0.06
189	Presa El Chique	12	Aguascalientes, Jalisco, Zacatecas	77.61	26.40
190	Río Juchipila 1	12	Aguascalientes, Zacatecas, Jalisco	124.93	55.09
191	Río Juchipila 2	12	Zacatecas, Jalisco	147.24	15.31
192	Río Santiago 1	12	Jalisco	315.76	2,066.12
193	Río Santiago 2	12	Jalisco	540.07	385.80
194	Presa Santa Rosa	12	Jalisco, Zacatecas	423.23	1,572.46
195	Río Santiago 3	12	Jalisco, Zacatecas, Nayarit	467.22	3.96
196	Río Tepetongo	12	Jalisco, Zacatecas	82.59	38.83
197	Río Tlaltenango	12	Zacatecas, Jalisco	205.09	29.54
198	Arroyo Lobatos	12	Zacatecas	63.95	5.58
199	Río Bolaños 1	12	Zacatecas, Jalisco	396.26	11.73
200	Río Bolaños 2	12	Jalisco, Zacatecas, Nayarit	266.37	4.46
201	Río San Juan	12	Zacatecas, Jalisco, Durango	370.12	1.81
202	Río Atengo	12	Zacatecas, Jalisco, Durango, Nayarit	716.46	3.07
203	Río Jesús María	12	Nayarit, Durango, Zacatecas,	471.16	0.21
204	Río Huaynamota	12	Nayarit, Jalisco	358.49	0.70
205	Río Santiago 4	12	Nayarit, Jalisco	292.00	5,941.84
206	Río Santiago 5	12	Nayarit	313.56	5,977.74
207	Río Santiago 6	12	Nayarit	655.44	4,486.69
208	Laguna Villa Corona A	12	Jalisco	32.13	0.67
209	Laguna Villa Corona B	12	Jalisco	61.70	21.35
210	Laguna San Marcos-Zacoalco	12	Jalisco	61.64	0.11
211	Laguna de Sayula A	12	Jalisco	13.06	0.19
212	Laguna de Sayula B	12	Jalisco	199.71	29.43
213	Laguna de Zapotlán	12	Jalisco	81.50	2.04
214	Ixtapa	13	Nayarit	131.01	18.47

No Cuenca	Nombre de la cuenca	R H	Estado(s)	Cp	Uc
215	Pitillal	13	Jalisco	75.52	0.17
216	Cuale	13	Jalisco	79.78	0.59
217	San Blas	13	Nayarit	342.49	55.76
218	Huicicila	13	Nayarit	470.31	43.66
219	Tecomala	13	Jalisco	180.09	1.31
220	Salado	14	Jalisco	251.02	46.57
221	Cocula	14	Jalisco	193.89	74.13
222	Ahuacatlán	14	Nayarit, Jalisco	185.56	24.71
223	Atenguillo	14	Nayarit, Jalisco	190.70	4.25
224	Ameca Pijinto	14	Nayarit, Jalisco	357.35	20.53
225	Ameca Ixtapa A	14	Nayarit, Jalisco	345.76	3.24
226	Talpa	14	Jalisco	64.27	0.35
227	Mascota	14	Jalisco	387.06	114.93
228	Ameca Ixtapa B	14	Nayarit, Jalisco	229.06	102.10
229	Río Tecolotán	15	Jalisco	179.54	0.25
230	Río Ipala	15	Jalisco	115.80	2.28
231	Río María García	15	Jalisco	167.08	212.63
232	Río Tomatlán A	15	Jalisco	879.28	995.66
233	Río Tomatlán B	15	Jalisco	287.03	155.94
234	Río San Nicolás A	15	Jalisco	486.57	12.85
235	Río San Nicolás B	15	Jalisco	50.26	1.71
236	Río Cuitzmala	15	Jalisco	233.42	5.32
237	Río Purificación	15	Jalisco, Colima	498.17	43.19
238	Río Marabasco A	15	Jalisco, Colima	503.19	70.48
239	Río Marabasco B	15	Colima	206.01	14.90
240	Tacotán	16	Jalisco	185.87	133.78
241	Corcovado	16	Jalisco	143.51	271.81
242	Las Piedras	16	Jalisco	181.85	109.20
243	El Rosario	16	Jalisco	206.21	91.79
244	Canoas	16	Jalisco	236.71	208.05
245	Armería	16	Colima, Jalisco	850.63	837.39
246	Quito	16	Jalisco	466.42	57.87
247	Barreras	16	Michoacán de Ocampo, Colima, Jalisco	361.17	16.32
248	Coahuayana 1	16	Michoacán de Ocampo, Colima	663.13	116.40
249	Coahuayana 2	16	Michoacán de Ocampo, Colima, Jalisco	241.41	542.19
250	Ríos Aquila-Ostuta	17	Michoacán de Ocampo	205.91	4.85
251	Río Coalcomán	17	Michoacán de Ocampo, Jalisco	531.88	7.42
252	Ríos Marmeyera-Tupitina	17	Michoacán de Ocampo	169.60	2.33
253	Río Nexpa	17	Michoacán de Ocampo	370.33	6.37
254	Río Chula	17	Michoacán de Ocampo	193.44	0.59
255	Río Acapulcan	17	Michoacán de Ocampo	145.42	1.60
256	Río Alto Atoyac	18	Tlaxcala, Puebla, México	435.71	435.27
257	Río Amacuzac	18	México, Morelos, Guerrero, Puebla, Distrito Federal	2,010.86	1,111.06
258	Río Tlapaneco	18	Guerrero, Puebla, Oaxaca	1,002.35	18.87
259	Río Nexapa	18	Puebla, México, Morelos	498.00	774.67
260	Río Mixteco	18	Puebla, Oaxaca	828.92	110.25
261	Río Bajo Atoyac	18	Puebla, Guerrero, Tlaxcala	426.64	345.49
262	Río Cutzamala	18	México, Michoacán de Ocampo, Guerrero	2,189.68	3,611.80
263	Río Medio Balsas	18	Guerrero, México, Michoacán de Ocampo	3,893.08	4,938.21
264	Río Cupatitzio	18	Michoacán de Ocampo	1,043.29	1,864.19
265	Río Tacámbaro	18	Michoacán de Ocampo	888.32	281.36
266	Río Tepalcatepec	18	Michoacán de Ocampo, Jalisco	1,664.59	1,665.05

No Cuenca	Nombre de la cuenca	R H	Estado(s)	Cp	Uc
267	Río Bajo Balsas	18	Michoacán de Ocampo, Guerrero	1,397.07	1,9267.78
268	Río Paracho-Nahuatzen	18	Michoacán de Ocampo	90.09	0.01
269	Río Zirahuén	18	Michoacán de Ocampo	52.16	2.99
270	Río Libres Oriental	18	Puebla, Tlaxcala, Veracruz-Llave	384.51	6.55
271	Río Cofradía	19	Guerrero	85.21	0.32
272	Río La Unión 1	19	Guerrero	227.63	4.47
273	Río La Unión 2	19	Guerrero	11.22	1.23
274	Río Pontla	19	Guerrero	79.52	0.25
275	Río Ixtapa 1	19	Guerrero	237.08	0.33
276	Río Ixtapa 2	19	Guerrero	3.22	0.00
277	Río Zihuatanejo	19	Guerrero	41.80	0.03
278	Río San Jeronimito	19	Guerrero	339.96	17.10
279	Río Petatlán 1	19	Guerrero	367.12	0.20
280	Río Petatlán 2	19	Guerrero	18.52	1.33
281	Río Tule	19	Guerrero	64.89	1.43
282	Río Coyuquilla 1	19	Guerrero	403.08	25.38
283	Río Coyuquilla 2	19	Guerrero	12.66	0.01
284	Río Porvenir	19	Guerrero	37.84	0.06
285	Río San Luis 1	19	Guerrero	397.18	23.81
286	Río San Luis 2	19	Guerrero	2.62	1.03
287	Laguna de Nuxco	19	Guerrero	53.82	0.04
288	Río Tecpan 1	19	Guerrero	1,191.57	1.01
289	Río Tecpan 2	19	Guerrero	48.86	34.66
290	Río El Tular	19	Guerrero	40.81	0.00
291	Río Atoyac 1	19	Guerrero	742.45	31.83
292	Río Atoyac 2	19	Guerrero	23.18	0.02
293	Arroyo Cacaluta	19	Guerrero	124.77	0.25
294	Río Coyuca 1	19	Guerrero	269.81	13.16
295	Río Coyuca 2	19	Guerrero	6.07	0.01
296	Laguna de Coyuca	19	Guerrero	77.88	14.27
297	Río La Sabana 1	19	Guerrero	106.40	1.06
298	Río La Sabana 2	19	Guerrero	98.27	0.41
299	Río Papagayo 1	20	Guerrero	1,500.39	1.74
300	Río Petaquillas	20	Guerrero	63.02	23.33
301	Río Omitlán	20	Guerrero	1,292.40	238.41
302	Río Papagayo 2	20	Guerrero	658.45	1,750.29
303	Río Papagayo 3	20	Guerrero	710.11	4,040.40
304	Río Papagayo 4	20	Guerrero	63.30	4,106.12
305	Río Cortés	20	Guerrero	263.01	265.77
306	Río Nexpa 1	20	Guerrero	552.69	56.87
307	Río Nexpa 2	20	Guerrero	60.99	0.19
308	Río Copala	20	Guerrero	401.13	27.90
309	Río Marquelia 1	20	Guerrero	779.10	10.87
310	Río Marquelia 2	20	Guerrero	30.56	0.17
311	Río Quetzala	20	Guerrero	3,100.28	2.05
312	Río Infiernillo	20	Guerrero, Oaxaca	298.68	0.10
313	Río Santa Catarina	20	Oaxaca, Guerrero	296.23	9.98
314	Río Ometepec 1	20	Guerrero, Oaxaca	572.77	9.36
315	Río Ometepec 2	20	Oaxaca, Guerrero	46.94	1.26
316	Río Ometepec 3	20	Guerrero, Oaxaca	11.94	0.00
317	Río Cortijos 1	20	Oaxaca	150.17	7.62
318	Río Cortijos 2	20	Oaxaca, Guerrero	38.32	0.26
319	Río Cortijos 3	20	Oaxaca, Guerrero	147.56	4.38
320	Río Cortijos 4	20	Guerrero, Oaxaca	17.97	6.95
321	Río Ometepec 4	20	Guerrero, Oaxaca	418.74	0.53
322	Río La Arena 1	20	Oaxaca	231.58	2.72

No Cuenca	Nombre de la cuenca	R H	Estado(s)	Cp	Uc
323	Río La Arena 2	20	Oaxaca	164.95	1.28
324	Laguna de Corralero	20	Guerrero, Oaxaca	188.47	0.58
325	Río La Arena 3	20	Guerrero, Oaxaca	64.69	0.00
326	Río Atoyac-Salado	20	Oaxaca	109.89	11.26
327	Río Atoyac-Tlapacoyan	20	Oaxaca	414.65	25.36
328	Río Sordo-Yolotepec	20	Oaxaca, Guerrero	3,274.59	55.61
329	Río Atoyac-Paso de la Reina	20	Oaxaca	1,800.68	39.15
330	Río Verde	20	Oaxaca	446.04	29.62
331	Río San Francisco	21	Oaxaca	176.43	0.00
332	Río Grande	21	Oaxaca	115.937	0.50
333	Río Manialtepec	21	Oaxaca	218.53	2.12
334	Río Colotepec 1	21	Oaxaca	446.41	2.71
335	Río Colotepec 2	21	Oaxaca	41.19	0.54
336	Río Cozoaltepec 1	21	Oaxaca	40.26	0.03
337	Río Cozoaltepec 2	21	Oaxaca	15.22	0.00
338	Río Tonameca 1	21	Oaxaca	269.70	0.83
339	Río Tonameca 2	21	Oaxaca	52.47	0.10
340	Río Copalita 1	21	Oaxaca	568.95	2.83
341	Río Copalita 2	21	Oaxaca	68.91	1.01
342	Río Coyula	21	Oaxaca	513.61	1.22
343	Río Zimatán 1	21	Oaxaca	39.57	0.12
344	Río Zimatán 2	21	Oaxaca	33.17	0.00
345	Río Ayuta 1	21	Oaxaca	22.89	0.00
346	Río Ayuta 2	21	Oaxaca	39.10	0.00
347	Río Astata 1	21	Oaxaca	27.21	0.99
348	Río Astata 2	21	Oaxaca	60.06	0.02
349	Río Mazatán	21	Oaxaca	142.30	0.03
350	Río San Antonio	22	Oaxaca	335.10	24.54
351	Río San Tequisistlán	22	Oaxaca	296.89	5.54
352	Río Tehuantepec 1	22	Oaxaca	183.79	2.90
353	Río Tehuantepec 2	22	Oaxaca	85.15	62.06
354	Río Los Perros 1	22	Oaxaca	122.44	0.47
355	Río Los Perros 2	22	Oaxaca	106.98	84.63
356	Río Estancado	22	Oaxaca	88.01	0.00
357	Río Espíritu Santo 1	22	Oaxaca	209.60	5.00
358	Río Espíritu Santo 2	22	Oaxaca	24.42	44.56
359	Río Cazadero	22	Oaxaca	124.33	0.00
360	Río Niltepec 1	22	Oaxaca	32.97	0.03
361	Río Niltepec 2	22	Oaxaca	70.24	0.02
362	Río Ostuta 1	22	Oaxaca	440.73	0.03
363	Río Zanatepec	22	Oaxaca	98.08	0.00
364	Río Ostuta 2	22	Oaxaca	234.38	1.07
365	Laguna Mar Muerto A	23	Oaxaca, Chiapas	170.82	0.09
366	Tapanatepec	23	Oaxaca, Chiapas	118.59	0.47
367	Laguna Mar Muerto B	23	Chiapas, Oaxaca	182.83	0.22
368	Las Arenas	23	Chiapas, Oaxaca	156.49	0.15
369	La Punta	23	Chiapas	92.42	1.51
370	Laguna Mar Muerto C	23	Chiapas	205.04	0.30
371	Sanatenco	23	Chiapas	158.88	0.98
372	Laguna de La Joya	23	Chiapas	321.73	0.21
373	Jesús	23	Chiapas	291.87	0.11
374	El Porvenir	23	Chiapas	324.12	0.39
375	San Diego	23	Chiapas	157.86	0.04
376	Pijijapan	23	Chiapas	443.05	0.46
377	Margaritas y Coapa	23	Chiapas	909.46	0.69
378	Novillero Alto	23	Chiapas	830.79	8.92

No Cuenca	Nombre de la cuenca	R H	Estado(s)	Cp	Uc
379	Sesecapa	23	Chiapas	514.42	0.44
380	Cacaluta	23	Chiapas	959.80	22.34
381	Laguna del Viejo y Temblader	23	Chiapas	715.69	10.43
382	Despoblado	23	Chiapas	1,572.94	20.65
383	Huixtla	23	Chiapas	1,053.08	11.47
384	Huehuetán	23	Chiapas	1,607.55	78.18
385	Coatán	23	Chiapas	641.89	264.14
386	Puerto Madero	23	Chiapas	298.29	13.57
387	Cahuacán	23	Chiapas	400.01	44.82
388	Cozoloapan	23	Chiapas	198.99	26.36
389	Suchiate	23	Chiapas	290.65	142.57
390	Río Florido 1	24	Chihuahua, Durango	3,505.99	3,860.90
391	Río Florido 2	24	Durango	3,505.99	3,860.90
392	Río Florido 3	24	Durango, Chihuahua	3,505.99	3,860.90
393	Río Parral	24	Chihuahua	3,505.99	3,860.90
394	Río Balleza	24	Chihuahua, Durango	3,505.99	3,860.90
395	Río Conchos 1	24	Chihuahua, Durango	3,505.99	3,860.90
396	Río San Pedro	24	Chihuahua	3,505.99	3,860.90
397	Río Conchos 2	24	Chihuahua	3,505.99	3,860.90
398	Río Chuvíscar	24	Chihuahua	3,505.99	3,860.90
399	Río Conchos 3	24	Chihuahua	3,505.99	3,860.90
400	Río Conchos 4	24	Chihuahua	3,505.99	3,860.90
401	Río Bravo 1	24	Chihuahua	69.89	125.45
402	Río Bravo 2	24	Chihuahua	20.96	1.24
403	Río Bravo 3	24	Chihuahua	624.44	3,293.62
404	Río Bravo 4	24	Coahuila de Zaragoza, Chihuahua	624.44	3,293.62
405	Río Bravo 5	24	Coahuila de Zaragoza	624.44	3,293.62
406	Río Bravo 6	24	Coahuila de Zaragoza	624.44	3,293.62
407	Arroyo de las Vacas	24	Coahuila de Zaragoza	3,505.99	3,967.43
408	Río San Diego	24	Coahuila de Zaragoza	3,505.99	3,967.43
409	Río Bravo 7	24	Coahuila de Zaragoza	624.44	3,293.62
410	Río San Rodrigo	24	Coahuila de Zaragoza	3,505.99	3,967.43
411	Río Bravo 8	24	Coahuila de Zaragoza	624.44	3,293.62
412	Río Escondido	24	Coahuila de Zaragoza	3,505.99	3,967.43
413	Río Bravo 9	24	Coahuila de Zaragoza	624.44	3,293.62
414	Río Bravo 10	24	Nuevo León, Coahuila de Zaragoza, Tamaulipas	624.44	3,293.62
415	Río Sabinas	24	Coahuila de Zaragoza	3,505.99	3,967.43
416	Río Nadadores	24	Coahuila de Zaragoza, Nuevo León	3,505.99	3,967.43
417	Río Salado	24	Nuevo León, Coahuila de Zaragoza, Tamaulipas	3,505.99	3,967.43
418	Río Bravo 11	24	Nuevo León, Tamaulipas	624.44	3,293.62
419	Río Álamo	24	Nuevo León, Tamaulipas	109.24	0.77
420	Río Salinas	24	Coahuila de Zaragoza, Nuevo León	34.13	26.47
421	Río Pesquería	24	Nuevo León, Coahuila de Zaragoza	102.31	153.22
422	Río San Juan 1	24	Nuevo León, Coahuila de Zaragoza	762.85	633.97
423	Río San Juan 2	24	Nuevo León	41.22	24.14
424	Río San Juan 3	24	Tamaulipas, Nuevo León	185.76	552.01
425	Río Bravo 12	24	Tamaulipas, Nuevo León	102.71	1,330.77
426	Río Bravo 13	24	Nuevo León, Tamaulipas	28.21	82.28
427	Río Pilón 1	25	Nuevo León, Tamaulipas	63.16	1.69
428	Río Pilón 2	25	Nuevo León, Tamaulipas	83.21	56.10
429	Río Blanco	25	Nuevo León, Tamaulipas	131.82	24.93
430	Río San Antonio	25	Nuevo León, Tamaulipas	121.46	16.65
431	Río Purificación 1	25	Nuevo León, Tamaulipas	215.22	83.55
432	Río Purificación 2	25	Tamaulipas	84.90	47.31

No Cuenca	Nombre de la cuenca	R H	Estado(s)	Cp	Uc
433	Río Corona	25	Tamaulipas	206.39	61.03
434	Arroyo Grande	25	Tamaulipas	165.30	7.47
435	Área no aforada	25	Tamaulipas	468.20	622.83
436	Río Soto La Marina 1	25	Tamaulipas	15.16	547.31
437	Río Soto La Marina 2	25	Tamaulipas	259.54	37.63
438	Río Palmas	25	Tamaulipas	95.12	6.01
439	Río Soto La Marina 3	25	Tamaulipas	89.60	29.31
440	Laguna Morales	25	Tamaulipas	90.24	0.12
441	Tepehuajes	25	Tamaulipas	47.05	1.57
442	Barra de Ostiones	25	Tamaulipas	24.22	1.11
443	Barra Carrizos	25	Tamaulipas	20.09	0.01
444	Barra de San Vicente	25	Tamaulipas	25.10	0.00
445	Río San Rafael 1	25	Tamaulipas	78.45	0.18
446	Río San Rafael 2	25	Tamaulipas	89.46	0.65
447	Río San Rafael 3	25	Tamaulipas	71.56	1.78
448	Río Tigre 1	25	Tamaulipas	95.57	8.04
449	Río Tigre 2	25	Tamaulipas	50.97	7.09
450	Río Barberena 1	25	Tamaulipas	62.25	2.78
451	Río Barberena 2	25	Tamaulipas	89.66	6.89
452	Laguna San Andrés	25	Tamaulipas	34.49	0.03
453	Laguna Las Marismas	25	Tamaulipas	23.42	0.04
454	Río Potosí 1	25	Nuevo León	99.29	11.18
455	Río Potosí 2	25	Nuevo León	51.04	95.51
456	Río Camacho	25	Nuevo León	102.59	30.56
457	Río Pabillo 1	25	Tamaulipas, Nuevo León	136.28	58.63
458	Río Pabillo 2	25	Nuevo León	72.68	58.01
459	Arroyo Los Anegados o Conchos 2	25	Nuevo León, Tamaulipas	64.63	29.13
460	Río Conchos	25	Tamaulipas, Nuevo León	103.95	62.41
461	Río San Lorenzo	25	Nuevo León, Tamaulipas	286.25	4.18
462	Río Burgos	25	Tamaulipas	45.25	1.40
463	Río San Fernando 1	25	Tamaulipas, Nuevo León	351.75	535.57
464	Arroyo Chorreras o Las Norias	25	Tamaulipas	173.04	0.51
465	Río San Fernando 2	25	Tamaulipas	86.22	8.72
466	Laguna Madre Norte	25	Nuevo León, Tamaulipas	169.49	0.13
467	Barra Jesús María	25	Tamaulipas	98.65	0.39
468	Arroyos Chapote-Temascal	25	Tamaulipas	36.36	0.00
469	Arroyos Olivares-Paxtle	25	Tamaulipas	50.56	0.96
470	Arroyos La Misión-Santa Rosa	25	Tamaulipas	68.61	0.00
471	Arroyos Calanche-Venados	25	Tamaulipas	65.39	1.60
472	Arroyo Zarco	26	México, Hidalgo	48.83	27.54
473	Río Ñado	26	México, Querétaro de Arteaga	28.26	12.07
474	Río Galindo	26	Querétaro de Arteaga, Michoacán de Ocampo	38.02	21.83
475	Río San Juan 1	26	México, Querétaro de Arteaga, Hidalgo	95.27	89.09
476	Río Tecozautla	26	México, Hidalgo, Querétaro de Arteaga	66.79	35.22
477	Río San Juan 2	26	Querétaro de Arteaga, Hidalgo	12.03	9.67
478	Río Grande de Tulancingo	26	Hidalgo, Puebla	46.67	45.79
479	Río Metztlán 1	26	Hidalgo, Puebla, Veracruz-Llave	133.36	43.07
480	Río Metzquitlán	26	Hidalgo, Veracruz-Llave	32.34	0.29
481	Río Metztlán 2	26	Hidalgo	55.25	57.06
482	Río Amajaque	26	Hidalgo	85.51	10.33

No Cuenca	Nombre de la cuenca	R H	Estado(s)	Cp	Uc
483	Río Claro	26	Hidalgo, San Luis Potosí	454.95	6.26
484	Río Amajac	26	Hidalgo, San Luis Potosí	863.96	2.17
485	Río Calabozo	26	Hidalgo, Veracruz-Llave	1,196.82	7.51
486	Río Los Hules	26	Hidalgo, Veracruz-Llave	990.25	5.74
487	Río Tempoal 1	26	Veracruz-Llave, Hidalgo	253.95	382.78
488	Río San Pedro	26	Hidalgo, Veracruz-Llave, San Luis Potosí	376.43	10.89
489	Río Tempoal 2	26	Veracruz-Llave, Hidalgo, San Luis Potosí	278.41	173.15
490	Río Verde 1	26	San Luis Potosí	31.59	6.28
491	Río Verde 2	26	San Luis Potosí	134.73	78.74
492	Río Verde 3	26	San Luis Potosí, Querétaro de Arteaga	77.97	10.39
493	Arroyo El Puerquito o San Bartolo	26	Guanajuato, San Luis Potosí	36.43	35.93
494	Arroyo Altamira	26	San Luis Potosí, Guanajuato	44.20	38.45
495	Río Santa María 1	26	Guanajuato, San Luis Potosí	86.72	14.44
496	Río Santa María 2	26	Guanajuato, San Luis Potosí, Querétaro de Arteaga	115.30	1.80
497	Río Santa María 3	26	Querétaro de Arteaga, Guanajuato, San Luis Potosí	653.08	30.94
498	Río Tamasopo 1	26	San Luis Potosí	312.60	3.48
499	Río Tamasopo 2	26	San Luis Potosí	352.79	19.98
500	Río Gallinas	26	San Luis Potosí	393.98	9.72
501	Río El Salto	26	San Luis Potosí, Tamaulipas	788.25	424.41
502	Río Valles	26	Tamaulipas, San Luis Potosí	286.01	95.86
503	Río Tampaón 1	26	San Luis Potosí, Querétaro de Arteaga	1,586.65	87.03
504	Río Choy	26	San Luis Potosí	237.41	29.40
505	Río Coy 1	26	San Luis Potosí	914.34	6.97
506	Río Coy 2	26	San Luis Potosí	135.17	29.94
507	Río Tampaón 2	26	San Luis Potosí	81.47	443.02
508	Río Victoria	26	Querétaro de Arteaga, Guanajuato	40.74	2.07
509	Río Tolimán	26	Querétaro de Arteaga, Guanajuato	31.33	10.38
510	Río Extoraz	26	Guanajuato, Querétaro de Arteaga	66.06	7.15
511	Embalse Zimapán	26	Hidalgo, Querétaro de Arteaga	70.88	985.04
512	Río Moctezuma 1	26	Querétaro de Arteaga, Hidalgo	50.61	139.98
513	Río Moctezuma 2	26	Hidalgo, Querétaro de Arteaga, San Luis Potosí	699.33	2.46
514	Río Tancuilín	26	San Luis Potosí, Querétaro de Arteaga, Hidalgo	394.49	2.53
515	Río Huichihuayán	26	San Luis Potosí, Querétaro de Arteaga	799.96	5.63
516	Río Moctezuma 3	26	San Luis Potosí, Hidalgo, Veracruz-Llave	509.99	39.34
517	Río Moctezuma 4	26	Veracruz-Llave, San Luis Potosí	167.32	55.90
518	Río Jaumave-Chihue	26	Tamaulipas, Nuevo León	130.64	31.35
519	Río Guayalejo 1	26	Tamaulipas	249.92	0.18
520	Río Guayalejo 2	26	Tamaulipas	125.41	118.41
521	Río Sabinas	26	Tamaulipas	517.11	8.13
522	Río Comandante 1	26	Tamaulipas	243.36	17.16
523	Río Comandante 2	26	Tamaulipas	711.62	13.04
524	Río Mante	26	Tamaulipas	132.02	0.91
525	Río Guayalejo 3	26	Tamaulipas	267.66	439.64
526	Arroyo el Cojo	26	Tamaulipas	39.18	7.32
527	Río Tantoán	26	Tamaulipas, San Luis Potosí, Veracruz-Llave	83.42	2.06

No Cuenca	Nombre de la cuenca	R H	Estado(s)	Cp	Uc
528	Río Guayalejo 4	26	Tamaulipas, San Luis Potosí, Veracruz-Llave	400.06	471.19
529	Río Tamesí	26	Tamaulipas, San Luis Potosí, Veracruz-Llave	251.46	200.68
530	Río Moctezuma 5	26	San Luis Potosí, Veracruz-Llave, San Luis Potosí	153.08	1037.25
531	Río Chicayán 1	26	Veracruz-Llave	309.89	3.01
532	Río Chicayán 2	26	Veracruz-Llave	256.60	49.52
533	Río Pánuco 1	26	San Luis Potosí, Veracruz-Llave	184.69	404.57
534	Arroyo Tamacuil o La Llave	26	Veracruz-Llave	176.10	1.19
535	Río Pánuco 2	26	Tamaulipas, Veracruz-Llave	172.46	66.85
536	Xochimilco	26	Distrito Federal, Morelos	44.86	11.23
537	Río La Compañía	26	México, Puebla, Distrito Federal	78.27	9.95
538	Tochac-Tecomulco	26	Hidalgo, Tlaxcala, México, Puebla,	77.28	5.41
539	Río de Las Avenidas de Pachuca	26	Hidalgo, México, Tlaxcala	123.96	15.01
540	Texcoco	26	México, Tlaxcala, Hidalgo	82.14	13.00
541	Ciudad de México	26	Distrito Federal, México	192.10	616.97
542	Río Cuautitlán	26	México, Hidalgo	83.84	92.47
543	Presa Requena	26	Hidalgo, México	159.95	32.51
544	Presa Endhó	26	Hidalgo, México	99.68	143.08
545	Río Salado	26	Hidalgo, México	42.68	481.89
546	Río Actopan	26	Hidalgo	40.72	385.67
547	Río Alfajayucan	26	Hidalgo, México	35.33	129.46
548	Río Tula	26	Hidalgo, México	50.95	659.76
549	Río Cucharas	27	Veracruz-Llave	207.06	1.62
550	Río Tancochín	27	Veracruz-Llave	149.40	4.06
551	Arroyo La Piedra o La Laja	27	Veracruz-Llave	71.09	0.14
552	Arroyo Carbajal	27	Veracruz-Llave	45.68	0.74
553	Estero Galindo	27	Veracruz-Llave	117.84	0.17
554	Río Tuxpan	27	Hidalgo, Veracruz-Llave, Puebla	2,071.80	454.46
555	Río Cazones	27	Hidalgo, Veracruz-Llave, Puebla	1,712.28	69.43
556	Río Tecolutla	27	Puebla, Hidalgo, Veracruz-Llave, Tlaxcala,	6,097.84	4,431.13
557	Río Nautla	27	Puebla, Veracruz-Llave	2,217.65	853.65
558	Río Misantla	27	Veracruz-Llave	660.49	4.41
559	Río Colipa	27	Veracruz-Llave	319.91	1.66
560	Llanuras de Tuxpan	27	Puebla, Veracruz-Llave	483.80	0.56
561	Río Salado	28	Veracruz-Llave, Puebla, Oaxaca	299.29	128.03
562	Río Grande	28	Oaxaca	1,213.42	54.37
563	Río Trinidad	28	Oaxaca, Veracruz-Llave	5,957.15	4.70
564	Río Valle Nacional	28	Oaxaca	3,904.95	2.01
565	Río Playa Vicente	28	Oaxaca, Veracruz-Llave	6,192.79	5.29
566	Río Santo Domingo	28	Oaxaca	5,441.82	5.15
567	Río Tonto	28	Oaxaca, Puebla, Veracruz-Llave	9,504.07	1,5036.08
568	Río Blanco	28	Veracruz-Llave, Puebla	2,404.07	2,814.46
569	Río San Juan	28	Veracruz-Llave	1,921.34	628.80
570	Río Tesechoacán	28	Veracruz-Llave	517.11	1.30
571	Río Papaloapan	28	Veracruz-Llave, Oaxaca	1,380.02	87.70
572	Llanuras de Papaloapan	28	Oaxaca, Veracruz-Llave	4,150.97	217.89
573	Río Actopan	28	Veracruz-Llave	833.62	309.12
574	Río La Antigua	28	Veracruz-Llave, Puebla	2,145.15	498.83
575	Río Jamapa	28	Veracruz-Llave, Puebla	576.39	546.49
576	Río Cotaxtla	28	Veracruz-Llave, Puebla	1,351.15	340.26
577	Jamapa-Cotaxtla	28	Veracruz-Llave, Puebla	127.85	0.00
578	Llanuras de Actopan	28	Veracruz-Llave	259.72	3.65



No Cuenca	Nombre de la cuenca	R H	Estado(s)	Cp	Uc
579	Zanapa	29	Tabasco	224.29	2.39
580	Tancochapa Alto	29	Veracruz-Llave, Tabasco	955.49	0.66
581	Poza Crispín	29	Tabasco, Veracruz-Llave, Chiapas	869.27	0.00
582	Coacajapa	29	Tabasco	496.23	2.53
583	Tancochapa Bajo	29	Veracruz-Llave, Tabasco	294.69	0.03
584	Tonalá	29	Veracruz-Llave, Tabasco	1,114.81	2.25
585	Santa Anita	29	Tabasco	531.29	4.56
586	Laguna del Carmen	29	Tabasco	922.42	22.88
587	Laguna Machona	29	Tabasco	612.84	3.36
588	Alto Río Coatzacoalcos	29	Oaxaca, Veracruz-Llave	1,4389.92	3.77
589	Bajo Río Coatzacoalcos	29	Veracruz-Llave, Oaxaca	1,703.19	16.69
590	Alto Río Uxpanapa	29	Veracruz-Llave, Oaxaca, Chiapas	9,046.21	0.93
591	Bajo Río Uxpanapa	29	Veracruz-Llave	2,005.51	95.06
592	Río Huazuntlán	29	Veracruz-Llave	1,269.93	87.80
593	Llanuras de Coatzacoalcos	29	Veracruz-Llave	264.13	7.01
594	Alto Río Candelaria	30	Tabasco, Campeche	1,346.40	2.06
595	Bajo Río Candelaria	30	Campeche	253.65	7.99
596	Lagartero	30	Chiapas	161.03	3.58
597	Yayahuita	30	Chiapas	480.61	0.96
598	Zacualpa	30	Chiapas	259.36	3.88
599	Papizaca	30	Chiapas	91.38	3.73
600	Presa La Concordia	30	Chiapas	316.01	1.80
601	Selegua	30	Chiapas	241.22	61.98
602	San Miguel	30	Chiapas	360.31	12.24
603	La Concordia	30	Chiapas	163.08	81.89
604	Aguacatenco	30	Chiapas	480.12	129.61
605	Aguzarca	30	Chiapas	342.87	0.13
606	San Pedro	30	Chiapas	414.75	12.47
607	Grande o Salinas	30	Chiapas	547.68	5.83
608	Presa La Angostura	30	Chiapas	1,693.46	9,274.55
609	Hondo	30	Chiapas	103.10	5.24
610	Tuxtla Gutiérrez	30	Chiapas	70.25	4.95
611	Suchiapa	30	Chiapas	407.17	41.59
612	Santo Domingo	30	Chiapas	539.57	18.28
613	Presa Chicoasén	30	Chiapas	639.52	1,1023.13
614	Chicoasén	30	Chiapas	406.78	4.35
615	Encajonado	30	Chiapas, Oaxaca	316.22	0.38
616	Cintalapa	30	Chiapas, Oaxaca	154.52	13.62
617	Soyatenco	30	Chiapas	189.71	4.58
618	Alto Grijalva	30	Chiapas	94.12	2.89
619	De La Venta	30	Chiapas	275.59	4.60
620	Chapopote	30	Chiapas, Veracruz-Llave, Oaxaca	178.03	3.38
621	Presa Nezahualcóyotl	30	Chiapas	1,674.39	13,382.24
622	Tzimbac	30	Chiapas	219.15	1.08
623	Zayula	30	Chiapas	592.49	1.31
624	Presa Peñitas	30	Chiapas, Tabasco, Veracruz-Llave	740.42	15,453.56
625	Paredón	30	Tabasco, Chiapas	581.39	0.79
626	Platanar	30	Chiapas	739.99	0.19
627	Mezcalapa	30	Tabasco, Chiapas	824.23	42.97
628	El Carrizal	30	Tabasco, Chiapas	1045.52	5.73
629	Tabasquillo	30	Tabasco	359.38	0.23
630	Cunduacán	30	Tabasco	269.86	2.51
631	Samaría	30	Tabasco, Chiapas	487.27	7.04
632	Caxcuchapa	30	Tabasco	399.06	2.84
633	Basca	30	Chiapas	309.35	1.04
634	Yashijá	30	Chiapas	254.26	1.13

No Cuenca	Nombre de la cuenca	R H	Estado(s)	Cp	Uc
635	Shumulá	30	Chiapas	703.83	6.37
636	Puxcatán	30	Chiapas, Tabasco	485.03	2.74
637	Chacté	30	Chiapas	799.69	8.17
638	De los Plátanos	30	Chiapas	274.83	0.19
639	Tulijá	30	Chiapas, Tabasco	1,742.77	4.42
640	Macuxpana	30	Tabasco, Chiapas	1,015.63	5.18
641	Almendro	30	Chiapas, Tabasco	753.88	5.96
642	Chilapa	30	Chiapas, Tabasco	2,881.19	12.87
643	Tacotalpa	30	Chiapas, Tabasco	496.58	1.51
644	Chilapilla	30	Tabasco	768.96	1.02
645	De La Sierra	30	Chiapas, Tabasco	1,266.77	16.54
646	Pichualco	30	Tabasco, Chiapas	1,725.53	2.82
647	Viejo Mezcalapa	30	Tabasco, Chiapas	476.22	1.78
648	Azul	30	Chiapas	533.37	4.12
649	Tzanconeja	30	Chiapas	1,028.70	5.51
650	Perlas	30	Chiapas	392.07	0.19
651	Comitán	30	Chiapas	323.34	3.47
652	Margaritas	30	Chiapas	282.35	4.24
653	Jatate	30	Chiapas	855.70	1.71
654	Ixcán	30	Chiapas	21.10	0.00
655	Chajul	30	Chiapas	33.36	0.00
656	Lacanjá	30	Chiapas	972.73	0.98
657	San Pedro	30	Chiapas	827.19	0.02
658	Laguna Miramar	30	Chiapas	305.54	0.33
659	Euseba	30	Chiapas	319.21	0.11
660	Caliente	30	Chiapas	239.37	0.25
661	Seco	30	Chiapas	429.06	1.26
662	Santo Domingo	30	Chiapas	382.00	1.19
663	Lacantún	30	Chiapas	2,264.87	2.22
664	San Pedro	30	Tabasco, Campeche	1,182.02	0.65
665	Chixoy	30	Chiapas	756.18	2.21
666	Chocaljah	30	Chiapas	531.71	1.43
667	Chacamax	30	Tabasco, Chiapas	701.09	2.39
668	Usumacinta	30	Tabasco, Campeche, Chiapas	4,774.12	108.35
669	Grijalva	30	Tabasco	2,157.91	57.97
670	Palizada	30	Campeche, Tabasco	879.47	0.65
671	San Pedro y San Pablo	30	Campeche, Tabasco	1,232.58	0.22
672	Laguna del Este	30	Campeche	666.83	58.01
673	Laguna de Términos	30	Campeche, Tabasco	1,960.82	0.52
674	Mamatel	30	Campeche	734.70	1.63
675	Cumpan	30	Tabasco, Campeche	793.52	3.21
676	Laguna del Pomo y Atasta	30	Campeche, Tabasco	1,302.31	0.10
677	Río Champotón 1	31	Campeche	592.00	0.04
678	Río Champotón 2	31	Campeche	114.76	0.07
679	Río Escondido	33	Campeche, Quintana Roo	576.14	0.04
680	Río Casas Grandes 1	34	Sonora, Chihuahua	85.80	9.34
681	Río Casas Grandes 2	34	Chihuahua	146.30	12.81
682	Hacienda San Francisco-Juguete-Madero-Palomas	34	Sonora, Chihuahua	60.80	0.01
683	Laguna de Babicora	34	Chihuahua	44.57	0.30
684	Río Santa María 1	34	Chihuahua	68.45	16.42
685	Río Santa María 2	34	Chihuahua	67.39	78.27
686	Laguna El Sabinal	34	Chihuahua	23.81	16.88
687	Desierto de Samalayuca	34	Chihuahua	115.36	0.00
688	Laguna La Vieja	34	Chihuahua	28.76	0.34
689	Río del Carmen 1	34	Chihuahua	74.74	0.86

No Cuenca	Nombre de la cuenca	R H	Estado(s)	Cp	Uc
690	Río del Carmen 2	34	Chihuahua	107.40	57.13
691	Rancho El Cuarenta	34	Chihuahua	10.61	0.00
692	Arroyo Roma	34	Chihuahua	23.22	0.00
693	Félix U. Gómez	34	Chihuahua	30.58	0.00
694	Arroyo El Carrizo	34	Chihuahua	42.28	0.28
695	Arroyo El Burro	34	Chihuahua	51.01	0.30
696	Laguna de Tarabillas	34	Chihuahua	26.73	0.00
697	Laguna El Cuervo	34	Chihuahua	98.54	0.13
698	Laguna de Encinillas	34	Chihuahua	50.56	0.34
699	Rancho Hormigas-El Diablo	34	Chihuahua	3.87	0.00
700	Laguna de Bustillos	34	Chihuahua	73.98	6.37
701	Laguna Los Mexicanos	34	Chihuahua	25.83	1.93
702	Valle Hundido	35	Coahuila de Zaragoza	8.45	0.00
703	Laguna del Rey	35	Coahuila de Zaragoza, Chihuahua, Durango	154.04	0.06
704	Laguna del Guaje-Lipanés	35	Chihuahua, Coahuila de Zaragoza	95.22	0.04
705	Polvorillos- Arroyo El Marquez	35	Chihuahua, Coahuila de Zaragoza	125.62	0.49
706	El Llano-Laguna del Milagro	35	Chihuahua, Coahuila de Zaragoza	89.10	0.01
707	Arroyo La India-Laguna Palomas	35	Chihuahua, Durango	95.96	28.73
708	Río Sextín	36	Durango	523.56	5.11
709	Río Ramos	36	Durango	591.89	13.28
710	Presa Lázaro Cárdenas	36	Durango	267.97	5.99
711	Agustín Melgar	36	Durango	242.36	88.45
712	Presa Francisco Zarco	36	Durango	80.54	0.64
713	Los Ángeles	36	Durango	0.77	71.22
714	Canal Santa Rosa	36	Durango, Coahuila de Zaragoza	1.98	849.86
715	Arroyo Cadena	36	Durango	6.70	0.60
716	Laguna de Mayrán	36	Coahuila de Zaragoza	0.55	2.28
717	Presa Santa Rosa	36	Zacatecas	8.68	0.00
718	Presa Leobardo Reynoso	36	Zacatecas	43.98	0.05
719	Presa Cazadero	36	Zacatecas	93.16	44.47
720	San Francisco	36	Zacatecas	81.17	28.77
721	Presa La Flor	36	Zacatecas, Durango, Coahuila de Zaragoza	81.36	26.80
722	Nazareno	36	Durango, Coahuila de Zaragoza	0.26	35.16
723	Laguna de Viesca	36	Zacatecas, Durango, Coahuila de Zaragoza	59.99	0.33
724	Sierra Madre Oriental	37	Coahuila de Zaragoza, San Luis Potosí, Nuevo León	264.80	0.00
725	Matehuala	37	San Luis Potosí, Zacatecas, Nuevo León	296.48	2.47
726	Sierra de Rodríguez	37	San Luis Potosí, Zacatecas, Nuevo León	240.84	0.10
727	Camacho-Gruñidora	37	Zacatecas, Durango, Coahuila de Zaragoza	244.89	1.67
728	Fresnillo - Yescas	37	Zacatecas, San Luis Potosí	605.01	12.15
729	Presa San Pablo y otras	37	San Luis Potosí, Aguascalientes, Zacatecas, Jalisco	419.00	10.10
730	Presa San José - Los Pilares y otras	37	San Luis Potosí, Nuevo León, Zacatecas	418.49	7.30
731	Sierra Madre	37	San Luis Potosí, Tamaulipas, Nuevo León	386.65	0.79

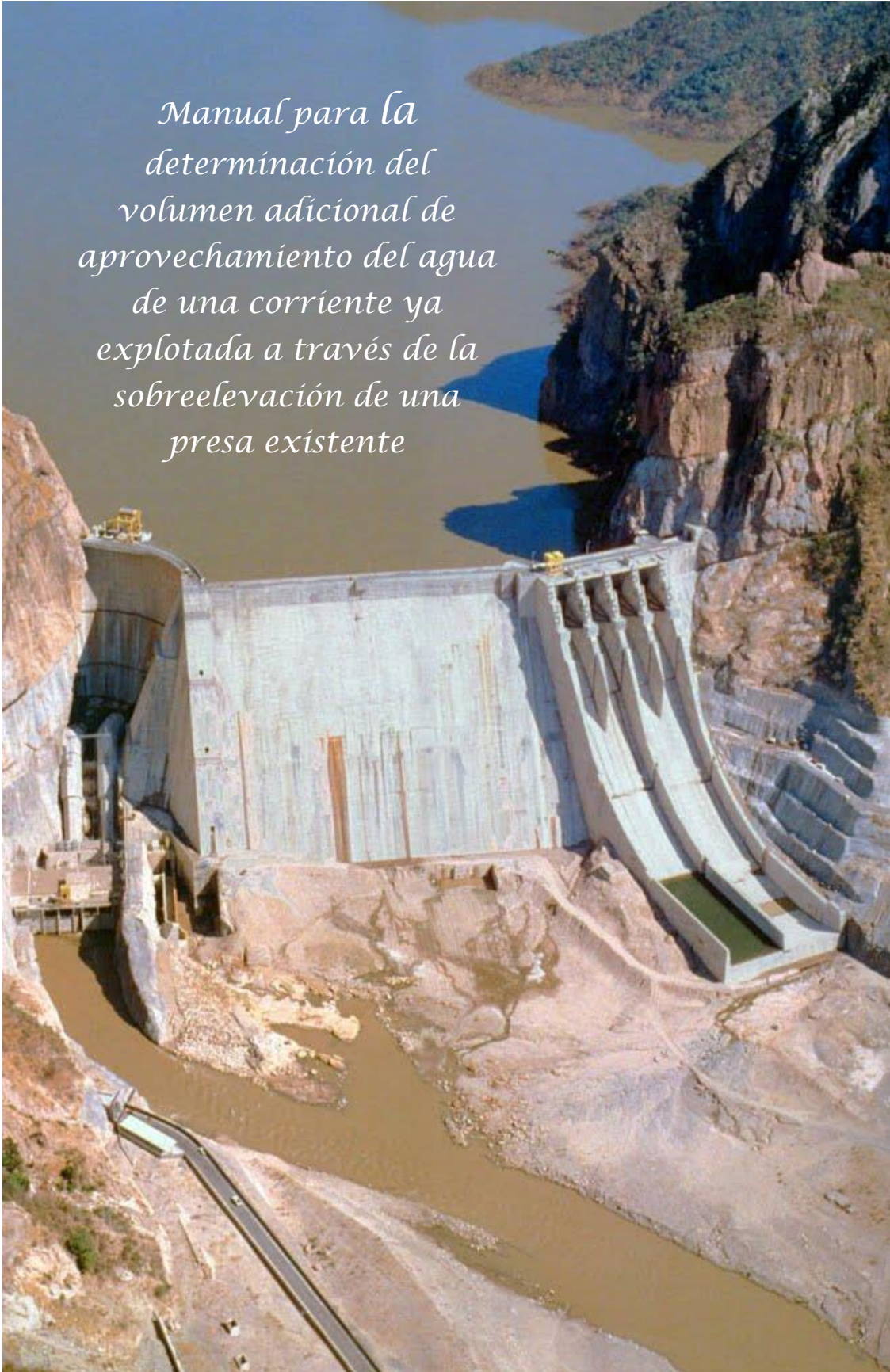
\*CONAGUA 2014

No Cuenca	Nombre de la cuenca	R H	Estado(s)	Cp	Uc
	<b>SIMBOLOGÍA</b>				
	Cp.- Volumen medio anual de escurrimiento natural				
	Uc.- Volumen anual de extracción de agua superficial				
	R H.- Región hidrológica				

## **ANEXO 2**

*Manual para la determinación  
del volumen adicional de  
aprovechamiento del agua de una  
corriente ya explotada a través  
de la sobreelevación de una presa  
existente*

*Manual para la  
determinación del  
volumen adicional de  
aprovechamiento del agua  
de una corriente ya  
explotada a través de la  
sobreelevación de una  
presa existente*



# Contenido

I Antecedentes.....	65
II Propósito.....	67
III Metodología.....	67
III.1 Detección de disponibilidad de volumen adicional.....	69
III.2 Información.....	70
III.3 Análisis de escurrimiento.....	72
III.4 Selección preliminar del volumen adicional.....	73
III.5 Situación actual de la superficie de riego existente.....	74
III.6 Propuesta de alternativas de usos del agua.....	75
III.7 Selección de la superficie alternativa por beneficiar.....	75
III.8 Cálculo de los beneficios obtenidos con la nueva superficie.....	76
III.9 Obtención del costo de la sobreelevación.....	77
III.10 Obtención de los indicadores de evaluación.....	77
III.11 Conclusión.....	90

## TABLAS

Tabla A2- 1. Extracto del Balance Simplificado de las 731 cuencas analizadas por CONAGUA.....	77
Tabla A2- 2. Superficie por módulo.....	81
Tabla A2- 3. Sobreelevación -. Volumen adicional (5 alternativas).....	82
Tabla A2- 4. Porcentaje de escurrimiento disponible anualmente para cada alternativa.....	84
Tabla A2- 5. Cálculo primera alternativa.....	85
Tabla A2- 6. Resumen de costos de construcción (5 alternativas).....	85
Tabla A2- 7. Resumen de cálculos para las 5 alternativas.....	86
Tabla A2- 8. Relación B/C y TIR de las 5 alternativas.....	86

## FIGURAS

Figura A2- 1. Localización del Distrito de Riego No. 075-Río Fuerte.....	81
--	----

## GRÁFICOS

Gráfico A2- 1. Volúmenes anuales indicando el volumen útil de la presa: 2,900 Hm <sup>3</sup> . 79	
Gráfico A2- 2. Relación Beneficio Costo para Alternativas de Sobreelevación.....	87
Gráfico A2- 3. Tasa Interna de Retorno para Alternativas de Sobreelevación.....	88

# I Antecedentes

A principios del siglo pasado, cuando la población del país se estimaba del orden de los 15 millones de habitantes, los asentamientos importantes se desarrollaron en la vecindad de los grandes ríos. En esas condiciones el abastecimiento de agua para todos los usos (consumo doméstico, riego, etc) se llevaba a cabo mediante derivaciones rústicas que se construían cada año, pero que eran suficientes para satisfacer la demanda.

Conforme fue aumentando esa demanda por el aumento de la población, se hizo necesario pensar en el almacenamiento de agua para los meses en los que el río no proporcionaba el volumen suficiente y se inició la construcción de presas cada vez más grandes.

Como no existía suficiente información climatológica y mucho menos hidrométrica, existía una gran incertidumbre en el comportamiento de la precipitación y aún más en el escurrimiento, de manera que se comprometía la porción más o menos segura del escurrimiento de una corriente, dejando de aprovechar un importante volumen de escurrimiento en el año, correspondiente a la parte en exceso del escurrimiento medio de una corriente, que es la parte que presenta una mayor dispersión en los registros de escurrimiento.

Actualmente la mayoría de los ríos cuenta con registro de sus escurrimientos a lo largo de muchos años, lo que ha reducido la incertidumbre provocada por la corta longitud de dichos registros. Si la incertidumbre disminuye, se puede aumentar el aprovechamiento con cierta seguridad.

En nuestro país, la construcción regular de presas inició a finales del siglo XIX, en que se construyeron presas principalmente de mampostería, que era el material más conocido. Después de la Revolución, el Gobierno Federal, por medio de la Comisión Nacional de Irrigación (CNI) (1926), inició un programa sistemático de diseño y creación de distritos de riego, grandes proyectos sociales que tenían como fundamento el reparto agrario entre la masa campesina organizada en ejidos; y la construcción de infraestructura hidráulica (presas, canales, bordos, pozos).

La primera obra proyectada con fines agrícolas por la CNI fue la presa Plutarco Elías Calles, que dio origen al Sistema de Riego Núm. 1 Presidente Calles,



planeada para el beneficio de 22,600 hectáreas en el estado central de Aguascalientes (Comisión Nacional de Irrigación 1930).

Durante el periodo de 1926-1931 se iniciaron los trabajos para otros seis sistemas de riego (El Mante, Tamaulipas; Tula, Hidalgo; Don Martín, Coahuila y Nuevo León; Delicias, Chihuahua; San Carlos, Coahuila y Meztitlán, Hidalgo), todos a cargo de la constructora J. G. White Engineering Corp. (Comisión Nacional de Irrigación 1940:21). Al finalizar esta política, se constituyeron en México 112 distritos con una superficie de riego de 3,496,902 hectáreas y 39,492 unidades de riego con una superficie de 2,956,032 hectáreas. En otras palabras, en 1926, año en que comenzaron los trabajos de parte de la CNI, el país contaba con 750 mil hectáreas de riego; en la actualidad son 6.46 millones de hectáreas (Comisión Nacional del Agua 2008:66).

Después de esta etapa, siguió una de construcción masiva de pequeñas obras para beneficiar al mayor número de núcleos principalmente rurales, donde se construyó un sinnúmero de presas medianas y pequeñas, de menos de 15 metros de altura de acuerdo con la clasificación de “grandes presas”

Hoy en día, la nueva política hidráulica que redefinió el papel del Estado en materia de agua y que busca la concurrencia de la participación privada y social, no sólo económica sino también en la gestión, la construcción y el manejo del agua, ha impulsado diferentes programas de modernización del riego en México. La preocupación por el medio ambiente, por el ahorro y el uso más eficiente del recurso en el campo está involucrada en el cambio tecnológico del México del siglo XXI. Sin olvidar nuestro pasado, reconociendo la herencia milenaria en el manejo del agua, hoy podemos ver en México la convivencia de lo viejo y lo nuevo, lo tradicional con lo moderno, la vieja y la nueva tecnología produciendo para los mercados locales, nacionales y mundiales.

En años más recientes, se construyeron presas cada vez más grandes y que almacenaban mayor volumen, de manera que se construyeron las presas de Angostura, la de mayor almacenamiento en el país, Malpaso y Chicoasén, y posteriormente las presas de Huites y Aguamilpa, éstas dos últimas para propósitos de generación de energía hidroeléctrica. Actualmente la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), dependencia responsable de las políticas

públicas de construcción, operación y mantenimiento de las obras hidráulicas del país, tiene registradas más de 4,600 presas y bordos de todos tamaños.

La construcción de grandes presas continúa en el México contemporáneo. Sin embargo, los sitios para construir grandes presas son cada vez más difíciles de encontrar, ya sea por su dificultad geológica o topográfica, de manera que resulta cada vez más oneroso construir presas grandes. En el futuro se deberá replantear las técnicas de construcción y por lo tanto de estudio y diseño de presas en nuestro país y el mundo para salvar los obstáculos cada vez mayores para construir nuevos aprovechamientos.

Finalmente, en los últimos años se ha visto que la intervención de algunos sectores de la sociedad, pueden modificar o cancelar definitivamente la construcción de una obra hidráulica, de manera que hay que incorporar la atención a este tipo de problemas en las evaluaciones de las obras en el futuro.

Ante este panorama, es necesario buscar soluciones con imaginación al problema de aumentar el volumen aprovechado para aumentar en esa misma proporción la producción de artículos agrícolas que satisfagan la necesidad de alimentación de la creciente población, una de las cuales es precisamente la sobre elevación de las presas existentes en la medida en que esto sea posible.

## **II Propósito**

El propósito de este manual es proponer una metodología que ordene y facilite el cálculo para analizar la factibilidad de sobre elevación de una presa ya construida, la magnitud más adecuada, así como calcular los beneficios que pueda ésta reportar y efectuar una evaluación que facilite la obtención de recursos para su realización.

## **III Metodología**

La metodología propuesta en este manual es resultado de la experiencia del autor, sin que eso quiera decir que no se pueda mejorar. Por el contrario, se explica con el mayor detalle posible el procedimiento de cálculo para que cada quien adopte y proponga lo que mejor le parezca y le facilite el trabajo.

La Metodología planteada sigue el orden lógico de la secuencia de cálculo y explica la información necesaria así como las herramientas requeridas para su aplicación. Se presupone que el lector está familiarizado con la terminología técnica así como los conceptos hidráulicos y de ingeniería necesarios para su total comprensión.

El primer paso consiste en determinar si existe disponibilidad en una cuenca o zona. Esto se puede comprobar mediante algún balance que haya realizado alguna dependencia oficial o algún trabajo particular que haya realizado algún despacho de ingeniería de seriedad reconocida.

Una vez que se tenga conocimiento que existe o puede existir agua disponible en una cuenca, se deberá planear la información que se recopilará para el análisis. Esta información incluye todo tipo de datos, desde meramente hidráulicos hasta información de productos.

Enseguida se deberá realizar un análisis de los escurrimientos anuales, en principio, para determinar si existe disponibilidad de agua, si esa aparente disponibilidad se presenta durante todo el año o de manera estacional, etc. Adicionalmente se deberá plantear de manera preliminar la manera más adecuada de aprovecharla y tener una primera propuesta acerca del volumen posible de aprovechar. En caso de que ese volumen sea muy amplio, se podrá establecer un rango de volumen y hacer la evaluación para varias alternativas.

Con los resultados de la etapa anterior, se deberá proponer un volumen adicional por aprovechar, lo que significa en altura ese volumen para establecer un primer valor de sobreelevación de la presa.

Por supuesto que se deberá conocer a detalle la situación actual del agua de la presa en sus diferentes usos, para establecer la base de comparación entre lo que se obtendrá en el futuro con el mayor aprovechamiento y lo que se obtiene con las condiciones actuales.

Con el fin de contar con información para la evaluación posterior, se deberá establecer el fin al que se destinará el volumen adicional de agua que se aprovechará de la corriente con la sobreelevación propuesta. Si el volumen adicional propuesto es abundante, se podrá proponer diversos usos del agua, aunque lo más conveniente sería asignarlos a un uso en particular.

Se deberá proponer la superficie de riego que se aprovechará con el nuevo volumen. Esta superficie se deberá proponer en función de la experiencia del analista, de la zona del país, del tipo de cultivo, etc. También se deberá tomar en cuenta la superficie que esté cerca de la presa y que la capacidad de su infraestructura soporte un mayor volumen anual.

Para la superficie planteada y en función del patrón de cultivos existente, de las expectativas de los productores y de las características fisiográficas del sitio, se deberá plantear los cultivos que se cosecharán en la nueva superficie, para obtener el monto de los beneficios económicos esperados con el volumen adicional.

Una vez que ya se conoce el volumen de agua que se puede incrementar, es necesario diseñar la sobreelevación correspondiente, así como su costeo, para tener elementos para la evaluación correspondiente.

Una vez obtenida la información de los costos en que se incurre con la sobreelevación, así como los beneficios obtenidos con la misma, se deberán obtener los principales indicadores de la evaluación.

### **III.1 Detección de disponibilidad de volumen adicional**

El primer paso consiste en determinar si existe disponibilidad en una cuenca o zona. Esto se puede comprobar mediante algún balance realizado alguna dependencia oficial o algún trabajo particular que haya realizado algún despacho de ingeniería de seriedad reconocida.

La Comisión Nacional del Agua hace análisis periódicos para determinar en un nivel de gran visión, el grado de aprovechamiento de una cuenca o región hidrológica y de manera más integrada, de cada región Hidrológica-administrativa en las que se divide dicha organización.

Una vez que se ha identificado la cuenca o región en la que aparentemente existe disponibilidad, el siguiente paso es definir en qué corriente(s) se presenta esa disponibilidad, pues dicha disponibilidad puede concentrarse en una cierta corriente o en una zona más amplia.

Con los datos de la corriente normalmente ya se conoce si existe algún aprovechamiento en ella o en alguna corriente paralela cercana, el tamaño de

dicho aprovechamiento y se puede hacer una rápida proyección sobre la posibilidad de aprovechamiento adicional si fuera técnicamente factible.

Es conveniente hacer algunas reflexiones sobre una posible sobreelevación:

Antes de pensar en sobreelevar una presa, es conveniente analizar primero si es posible aumentar la extracción mediante una política de operación variable año con año, de manera similar como se define el volumen por utilizar en una presa para riego, analizar año con año. De esta manera, generalmente se puede aprovechar un volumen **ligeramente mayor** al actual.

Para poder hablar de una actividad sistemática, se debe plantear una sobreelevación “pequeña” del orden de los 5 o 6 metros, pues estas magnitudes se pueden llevar a cabo sin muchos problemas, pero si se plantean sobreelevaciones mayores, el costo de llevarlas a cabo puede resultar tan alto que compita con la construcción de una presa nueva.

Una sobreelevación requiere una modificación de las características de una presa en su conjunto. Aún en el caso de una sobreelevación mínima de unos 4 o 5 metros, es necesario revisar estructuralmente a la presa, ya que puede resultar que aún con ese pequeño aumento, se rebasen los parámetros de seguridad estructural.

Las sobreelevaciones pequeñas se pueden construir con métodos simplificados como las denominadas “agujas”, o las estructuras denominadas en inglés “rubber dam”, que son estructuras inflables y que permiten llevar el nivel del agua más allá de la cresta vertedora sin necesidad de compuertas.

### **III.2 Información**

Una vez que se tenga conocimiento que existe o puede existir agua disponible en una cuenca, se deberá planear la información que se recopilará para el análisis. Esta información incluye todo tipo de datos, desde meramente hidráulicos hasta información de productos.

Por supuesto que la información que se recopile deberá provenir en la medida de lo posible de fuentes oficiales especializadas. En casos extraordinarios se

podrá echar mano de fuentes no oficiales, teniendo en cuenta el riesgo que se corre por ello.

**a) Características generales de la presa que se va a analizar**

Nombre oficial y sobrenombre

Localización geográfica

Instrucciones para el acceso

Corriente

Área de la Cuenca de aportación

Información Geológica

Topografía de la boquilla

Topografía del vaso

Curvas de Elevaciones-áreas y Elevaciones-capacidades

Tipo de cortina

Materiales de construcción

Características de la obra de excedencias

Características de la obra de toma

**b) Estaciones climatológicas e hidrométricas en la cuenca**

Para la estación climatológica seleccionada:

Coordenadas geográficas de localización

Información mensual de:

Precipitación

Temperatura

Evaporación

Radiación solar

Porcentaje de horas luz

Para la estación Hidrométrica seleccionada:

Coordenadas geográficas de localización

Volumen de Escurrimiento mensual

Volumen escurrido anual

Para la presa:

Entradas al vaso

Extracciones

Volúmenes excedentes

Niveles de almacenamiento

**c) Información referente a la zona de riego por beneficiar:**

Características Generales del Distrito, Unidad o zona de riego existente

Superficie dominada  
Infraestructura de captación, incluyendo la presa de almacenamiento  
Red de canales principales y secundarios con capacidad y longitud  
Estructuras limitadoras de gasto  
En caso de Distritos de riego, módulos de riego y localización  
Datos de producción  
Patrón de cultivos  
Superficies de riego  
Volúmenes de agua aplicada  
Superficie sembrada y cosechada por cultivo y módulo de riego  
Dobles cultivos  
Cultivos perennes  
Rendimientos  
Producción total  
Costo de producción  
Valor de la producción  
Precio medio rural de los productos  
Precio de mercado.

**d) Planos** de la cortina, vertedor y obra de toma, así como planos de la localización de los canales principales y secundarios, de la infraestructura de derivación, etc.

### **III.3 Análisis de escurrimiento**

Se realizará un análisis de los escurrimientos anuales, en principio, para determinar si existe disponibilidad de agua, si esa aparente disponibilidad se presenta durante todo el año o de manera estacional, etc. Adicionalmente se deberá plantear de manera preliminar la manera más adecuada de aprovecharla y tener una primera propuesta acerca del volumen posible de aprovechar. En caso de que ese volumen sea muy amplio, se podrá establecer un rango de volumen y hacer la evaluación para varias alternativas.

El análisis se puede realizar de diferentes maneras, sin embargo se propone lo siguiente.

Construir un hidrograma con los volúmenes de escurrimiento anuales en todos los años de registro.

En ese diagrama indicar el volumen útil de la presa o el volumen de agua utilizado, para obtener cuántos años con excedentes sobre ese volumen se tienen en el período de registro.

Si resulta que la variabilidad del escurrimiento es tal que los años en los que existe excedente respecto del volumen útil de la presa es mayor del 30% del período de registro, quiere decir que existe una gran probabilidad de que podamos proponer una sobreelevación con éxito.

Si los escurrimientos anuales que exceden el volumen útil son de una magnitud similar a éste, se puede trabajar con varias alternativas de volúmenes adicionales para seleccionar el que genere los mejores beneficios con el menor costo posible.

De este análisis se puede obtener como conclusión el orden de magnitud del volumen adicional que se puede aprovechar o el rango de volúmenes. El dato exacto se obtendrá más adelante.

### **III.4 Selección preliminar del volumen adicional**

Con los resultados de la etapa anterior, se deberá proponer un volumen adicional por aprovechar, lo que significa en altura ese volumen para establecer un primer valor de sobreelevación de la presa.

La definición de ese volumen adicional dependerá de la conclusión del paso anterior. Si en esa conclusión, el volumen que se puede aprovechar representa un volumen muy pequeño, es conveniente seleccionar el máximo de ese valor.

Si por el contrario, el valor del volumen adicional oscila en un rango amplio de valores, se puede dividir ese rango entre un número mayor de valores de manera que se obtengan valores del orden del 5 al 10% de la magnitud del almacenamiento útil de la presa.

Se puede echar mano de información adicional para seleccionar el volumen adicional, como por ejemplo la variación de volumen de almacenamiento en la presa si se aumenta uno, dos, tres metros, hasta 5, según las recomendaciones.



Hay que tomar en cuenta que todos los cálculos que se realicen deberán comprobarse posteriormente con la ingeniería de detalle, de manera que la selección que se haga en este paso se puede modificar o ajustar en una etapa posterior.

### **III.5 Situación actual de la superficie de riego existente**

Por supuesto que se deberá conocer a detalle la situación actual del agua de la presa en sus diferentes usos, para establecer la base de comparación entre lo que se obtendrá en el futuro con el mayor aprovechamiento y lo que se obtiene con las condiciones actuales.

Se debe disponer de información referente a la zona de riego dominada por la presa. Si toda la superficie dominada por la infraestructura se riega cada año o existe superficie que aunque se domina con la infraestructura no se ha regado en ninguna ocasión y si esa tierra se cultiva de temporal. Este tipo de superficie puede ser susceptible de elección para beneficiarse con el volumen adicional. Se debe conocer además la calidad de la tierra y si existe la posibilidad de dobles cultivos en esas tierras.

Se debe conocer el tipo de cultivos existentes en la zona, cuáles son los rendimientos que se obtienen para cada cultivo, cuál es el volumen de agua que se aplica con riego a cada cultivo, Cuál es el costo de producción para cada cultivo, incluyendo las cuotas de riego, herbicidas, insecticidas, fertilizantes y cualquier otro insumo que se aplique a los cultivos y por último, cuál es el valor de la producción total a precios de mercado y Precios Medios Rurales y si existe alguna restricción para aumentar la siembra de determinados productos bien sea por evitar saturación de mercado, por plagas o solamente por consumo de agua.

### **III.6 Propuesta de alternativas de usos del agua**

Con el fin de contar con información para la evaluación posterior, se deberá establecer el fin al que se destinará el volumen adicional de agua que se aprovechará de la corriente con la sobreelevación propuesta. Si el volumen adicional propuesto es abundante, se podrá proponer diversos usos del agua, aunque lo más conveniente sería asignarlos a un uso en particular.

En este manual se plantea utilizar el aumento de aprovechamiento del agua en actividades agrícolas en general, sin embargo, aún dentro de esta categoría se puede plantear el aprovechamiento en época “normal” de escurrimientos como un volumen que se puede manejar como lo hacen actualmente los distritos de riego, de manera que se pueda programar el riego tomando en cuenta el incremento de agua disponible.

Sin embargo, en tiempos recientes donde se han presentado fenómenos de sequía con mayor frecuencia que en décadas pasadas, se puede plantear un uso diferente dependiendo de la variabilidad del clima: Como se menciona en el párrafo anterior, en clima “normal” se puede plantear un uso normal de riego y cuando se encuentre la zona inmersa en un fenómeno de sequía, que el volumen adicional encontrado sirva solo como refuerzo de los riegos, sin comprometerla en riegos normales.

Esta dualidad es posible que no sea bien aceptada por los productores, o más aún, por las autoridades encargadas de vigilar el aprovechamiento del agua, por lo que requerirá de campañas de concientización sobre las ventajas de este manejo.

### **III.7 Selección de la superficie alternativa por beneficiar**

Se deberá proponer la superficie de riego que se aprovechará con el nuevo volumen. Esta superficie se deberá proponer en función de la experiencia del analista, de la zona del país, del tipo de cultivo, etc. También se deberá tomar en cuenta la superficie que esté cerca de la presa y que la capacidad de su infraestructura soporte un mayor volumen anual.

Para esta selección, se debe tomar en cuenta principalmente que el agua que se le podrá asignar es un agua no disponible todos los años sino que está sujeta a la disponibilidad anual. Se debe analizar si se destinará a dobles cultivos o si se aplicará a tierras en los ciclos normales del Distrito de Riego o la Unidad correspondiente.

Por ningún motivo se deberá comprometer a cultivos perennes, debido a la característica aleatoria de su disponibilidad.

Lo más conveniente es que la selección de la tierra y el uso del agua se lleven a cabo en una asamblea de usuarios de la zona de riego, para que ellos colaboren en la decisión y no se puedan llamar después mal informados o engañados. Se

deben además definir los mecanismos para seleccionar los cultivos que se establecerán en la zona seleccionada, que podrán ser los mismos que los productores utilicen para la selección de sus propios cultivos. En esta misma asamblea se deberá establecer el destino de los beneficios que se obtendrán del uso de esa agua adicional, así como los costos que su uso genere, por lo que el convenio negociado adquirirá el carácter de *mercantil*.

Adicionalmente y como medida de precaución, es recomendable la firma de una acta donde se indique cuáles son las tierras que harán uso del agua disponible y, de ser posible, de dónde se tomaría el agua y los canales por los que transitará.

### **III.8 Cálculo de los beneficios obtenidos con la nueva superficie**

Para la superficie planteada y en función del patrón de cultivos existente, de las expectativas de los productores y de las características fisiográficas del sitio, se deberá plantear los cultivos que se cosecharán en la nueva superficie, para obtener el monto de los beneficios económicos esperados con el volumen adicional.

Se deberá investigar dentro del mismo distrito de riego, información sobre los rendimientos obtenidos para los cultivos seleccionados para obtener una producción unitaria y una producción total, así como el valor de esa producción en la superficie regada con el agua adicional

De igual manera, se deberá investigar el costo de producción para cada uno de los cultivos seleccionados, exactamente en las mismas circunstancias que el resto de la superficie del distrito, ya que lo que se pretende es utilizar las mismas técnicas de cultivos ya establecidos, para obtener beneficios similares o si es posible, mayores que los actuales.

### **III.9 Obtención del costo de la sobreelevación**

Una vez que ya se conoce el volumen de agua que se puede incrementar, es necesario diseñar la sobreelevación correspondiente, así como su costeo, para tener elementos para la evaluación correspondiente.

Para esta etapa es conveniente conseguir los servicios de un ingeniero especialista en presas para hacer un bosquejo de sobreelevación, los conceptos

que implica, lo que hay que tomar en cuenta, analizar y calcular, para tener un anteproyecto estructural de la misma y los costos asociados.

Si la sobreelevación depende de que el proyecto apruebe una evaluación socioeconómica, se debe plantear la sobreelevación a un nivel preliminar pero lo más completa posible, ya que el diseño ejecutivo de una sobreelevación es un proceso largo, costoso y delicado, no se estima necesario realizarlo en esta etapa. Lo más conveniente es hacerlo posteriormente, ya que se tiene la seguridad de que el proyecto genera los beneficios suficientes para obtener la rentabilidad necesaria que justifique su construcción.

Del análisis del costo de la sobreelevación también se deberá obtener el costo del mantenimiento adicional que se requerirá en la presa y sus estructuras, pero solo aquellos que se puedan atribuir directamente a la sobreelevación.

### **III.10 Obtención de los indicadores de evaluación.**

Una vez obtenida la información de los costos en que se incurre con la sobreelevación, así como los beneficios obtenidos con la misma, se deberán obtener los principales indicadores de la evaluación.

Es conveniente que la evaluación realizada cumpla con los lineamientos establecidos por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público para este tipo de procedimientos.

#### **Ejemplo de aplicación.**

Para ejemplificar la aplicación de la metodología propuesta se utilizará una hipotética sobreelevación de la presa de Huites, sobre el Río Fuerte en el estado de Sinaloa. El lector deberá entender que el uso de esta corriente es meramente ilustrativo y de ninguna manera se deberá tomar como un estudio de factibilidad ni mucho menos, pues un estudio de este tipo, como el autor ha tratado de explicar a lo largo de esta propuesta es complejo y largo, de manera que para tener resultados finales a nivel de proyecto ejecutivo, es necesario realizar estudios de diversos tipos, principalmente de análisis estructural.

Para el desarrollo de este ejemplo, se seguirán los pasos recomendados en el manual, para propósitos didácticos. En la práctica, cada quien es libre de seguir

los pasos que considere necesarios para enriquecer y/o facilitar el procedimiento.

### **Detección de disponibilidad de volumen**

Para conocer las condiciones de una cuenca en cuanto a escurrimiento medio y extracción media anual, existen diversas fuentes, pero la información más confiable pertenece a la Comisión Nacional del Agua, organismo del Gobierno Federal que se encarga de medir tanto los escurrimientos como los usos dentro de la cuenca.

De esa información, se puede extraer un resumen como el que se muestra a continuación, donde se indica el Nombre de la Cuenca, a qué Región Hidrológica pertenece esa corriente, dentro de qué estados se encuentra, el escurrimiento medio anual, el volumen anual extraído y la resta de los dos valores, de manera que si este número es positivo significa que los usos medidos son menores que el escurrimiento medio, en otras palabras que existe aparente disponibilidad de agua.

Hay que hacer una observación de fondo en esta tabla. Como se indicó, la tabla toma para su “balance” el escurrimiento medio anual, pero lo que se propone con este método es aprovechar más del volumen medio escurrido anual, de manera que el aparente volumen disponible que proporciona esta tabla, seguramente se verá rebasado con el análisis propuesto por el autor.

Tabla A2- 1. **Extracto del Balance Simplificado de las 731 cuencas analizadas por CONAGUA.**

No Cuenca	Nombre de la cuenca	R H	Estado(s)	Cp	Uc	Cp - Uc
121	Río Fuerte 1	10	Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango	4036.18	3723.45	312.73

De cualquier manera, la tabla arroja una disponibilidad del orden de 312 hm<sup>3</sup> adicionales a los 3,723 que ya se están aprovechando.

### **Información**

Es del conocimiento público que sobre la corriente del río Fuerte existen 2 presas, La presa Miguel Hidalgo y aguas arriba la presa Huites y una tercera presa que es alimentada por la primera de nombre Josefa Ortiz de Domínguez, que se aloja en una corriente paralela al Río Fuerte.

El análisis se centrará en la Presa Huites, que es “administrada” (permítase el término) por la Comisión Federal de Electricidad.

Uno de las actividades más laboriosas fue la de conseguir la información necesaria de la presa Huites, pues la CFE no cuenta con una oficina a la que se puedan dirigir aquellas personas que requieran información de las presas administradas por ellos.

Sin embargo, con apoyo de personas de distintas dependencias se logró conseguir la información mínima para completar el presente análisis.

### **Análisis de escurrimiento**

Con este análisis, lo que se pretende es tratar de determinar *a priori* si se puede considerar factible el aumento de extracción de agua con base en la variabilidad del escurrimiento anual.

En el caso del Río Fuerte, se tiene un período de registro de 72 años, incluyendo los años en que ha operado la presa de almacenamiento Huites. Los volúmenes anuales de escurrimiento natural se presentan en el Gráfico A2- 1, donde se puede observar la gran variabilidad, oscilando entre un valor mínimo de 1,147 hm<sup>3</sup> del año 2011 y un máximo de 8,822 hm<sup>3</sup> correspondiente al año 1949.

Como se recomienda en esta metodología, se graficará el volumen útil de la presa que es de 2,908 hm<sup>3</sup>. Por otro lado, el Volumen Medio Escurrido Anual es de 4,036 hm<sup>3</sup>, valor obtenido de la información proporcionada por la CONAGUA.

Como se observa en la Figura A2- 1, se excede el volumen útil 52 veces, es decir más del 70% de los años, lo cual indica que existen grandes probabilidades de obtener un volumen adicional, aunque aún se desconozca su magnitud.

Nuevamente en el caso del Gráfico A2- 1, se puede observar que de los 52 años que el escurrimiento anual rebasa el volumen útil, las dos terceras partes de ellos se encuentran entre los 2,900 y los 5,000 hm<sup>3</sup>

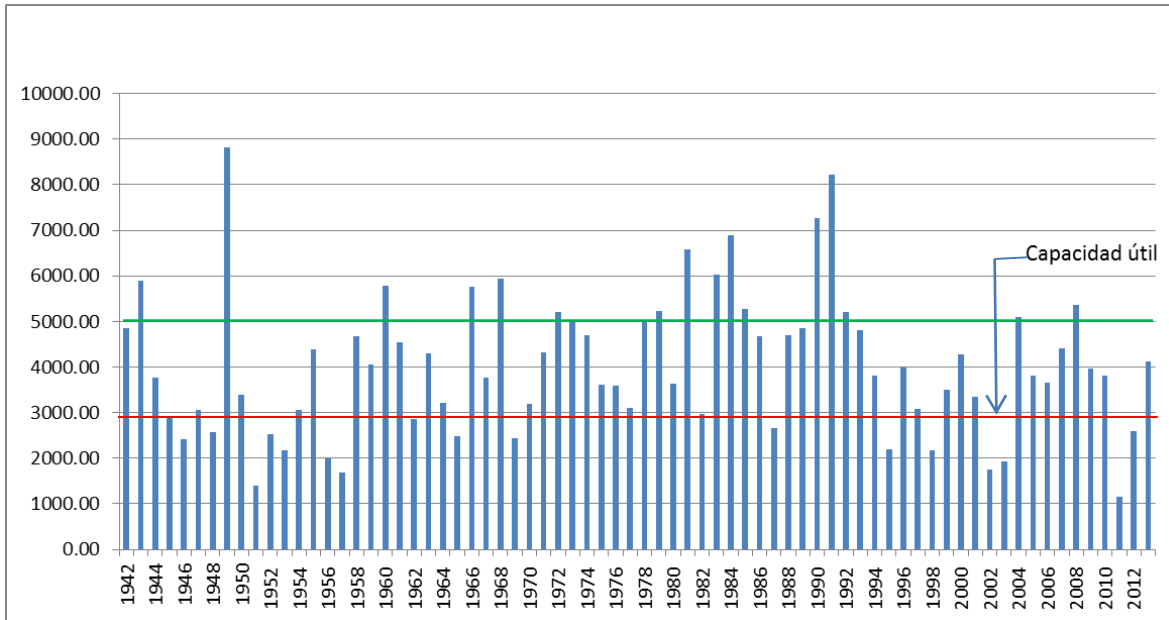


Gráfico A2- 1. **Volúmenes anuales indicando el volumen útil de la presa: 2,900 Hm<sup>3</sup>**

### **Selección preliminar del volumen adicional**

La conclusión a la que se había llegado con el análisis del paso anterior, fue que el rango de volúmenes adicionales que se pueden aprovechar oscila entre cero y dos mil hm<sup>3</sup>.

Esto quiere decir que se puede seleccionar cualquier valor entre estos dos extremos, sin embargo, pueden existir otros factores que ayuden a reducir el rango de selección a valores más concretos.

En el caso de la presa Huites, la elevación del Nivel de Aguas Máximas Ordinarias o de Operación (NAMO) es la 270.00 msnm y el volumen de almacenamiento calculado para esa elevación es de 2,909.150 hm<sup>3</sup>.

Atendiendo a la recomendación de la misma metodología en el sentido de que las sobreelevaciones no sean muy grandes para no afectar la seguridad estructural de la presa, se seleccionará una sobreelevación máxima de 5 metros, lo que indica que la nueva elevación del NAMO puede variar de 270.00 a 275.00 msnm, para un volumen máximo de 3,277.700 hm<sup>3</sup>, con lo que se obtiene un volumen adicional máximo de **368.55 hm<sup>3</sup>**.

Con todas estas consideraciones, se ha obtenido un valor concreto de la sobreelevación. Este valor se deberá redondear o modificar sustancialmente, si es necesario, con la evaluación posterior y sobre todo, con la revisión técnica.

## **Propuesta de alternativas de usos del agua**

Para este caso en particular, el agua de la corriente se utiliza principalmente en actividades agrícolas, por lo que se estima conveniente darle ese mismo uso al volumen adicional propuesto.

Sin embargo, dado que la zona de esta presa ha estado sometida a una época de varios años de sequía tan severa que en alguna ocasión Huites quedó literalmente vacía, se propone un manejo dual que requerirá un manejo detallado de la política de operación, pero que en términos sencillos se resume en lo siguiente:

- a) El volumen adicional alcanzado mediante la sobreelevación se usará en actividades agrícolas “normales”, con la programación que usualmente utiliza el Distrito de Riego en ciclos de precipitaciones normales.
- b) En los años en los que ya se haya detectado que se está en situación de sequías críticas que pongan en peligro las cosechas ya establecidas, el agua no se programará para su distribución, sino que se usará como reserva para auxiliar en las situaciones críticas, como fue el caso del literal “vaciado” de Huites ya comentado.

En cualquier caso, es conveniente que todo este análisis quede bien documentado como respaldo de un reglamento de operación de la Infraestructura y Uso del Agua firmado entre los usuarios de la actual y futura zona de riego, aunque pudieran ser los mismos en ambos casos, solo que con diferentes superficies de riego en uno y en otro.

## **Situación actual de la superficie de riego existente**

Como primer paso para la evaluación socioeconómica, se deberá establecer la situación actual de la superficie de riego.

El Distrito de Riego 075 que comprende la superficie dominada por las dos presas, Miguel Hidalgo y Josefa Ortiz de Domínguez, consta de infraestructura para el riego de 228,441 ha, distribuidas en 13 módulos de diferentes tamaños. Cuenta con una concesión total de 2,623 hm<sup>3</sup> de aguas superficiales y 100 hm<sup>3</sup> de agua subterránea.





Figura A2- 1. **Localización del Distrito de Riego No. 075-Río Fuerte**

La producción agrícola del año 2013 en los trece módulos del Dr 075 Río Fuerte, se resume a continuación.

Tabla A2- 2. **Superficie por módulo**

Módulo	Nombre	Sup. Con derecho a riego (ha)	Superficie sembrada por ciclo (ha) 2013			
			O - I	Perennes	Segundos cultivos	Total
I-1	GUASAVE	19,624.00	18,290	270	996	19,556
I-2	RIO FUERTE	21,797.61	18,852	102	4,208	23,162
II-1	LEYVA SOLANO	14,261.98	11,451	122	3,915	15,488
II-2	RUIZ CORTINEZ	18,904.31	18,797	120	8,075	26,992
II-3	BATEQUIS	12,114.00	12,203	105	3,584	15,892
III-1	SANTA ROSA	34,315.71	28,919	2,562	9,122	40,603
III-2	TAXTES	22,636.08	21,180	2,950	6,774	30,904
IV-1	SEVELBAMPO	23,402.92	16,671	3,200	1,311	21,182
IV-2	PASCOLA	18,969.51	14,645	1,980	3,203	19,828
V-1	MAVARI	14,877.67	13,893	2,207	0	16,100
V-2	CAHUINAHUA	6,984.43	6,700	382	994	8,076
VII-1	JUNCOS	12,295.82	12,796	318	2,207	15,321
VII-2	NOHME	8,256.96	8,028	69	2,597	10,694

Módulo	Nombre	Sup. Con derecho a riego (ha)	Superficie sembrada por ciclo (ha) 2013			
			O - I	Perennes	Segundos cultivos	Total
	<b>SUMA</b>	<b>228,441.00</b>	<b>202,425</b>	<b>14,387</b>	<b>46,986</b>	<b>263,798</b>

En la tabla anterior se puede observar que:

- El ciclo Otoño Invierno es el predominante con una superficie de 202,425 ha, es decir, aproximadamente el 88% de la superficie del distrito se riega en este ciclo.
- Los cultivos perennes abarcan una superficie de casi el 6% de la superficie total con 14,387 ha.
- Los segundos cultivos a pesar de contar con una superficie de 46,986 ha, solo representan el 15% de la superficie física del DR.

### **Selección de la superficie alternativa por beneficiar**

En este paso, se deberá especificar claramente la superficie física que se beneficiará con el agua adicional, para poder establecer los reales costos y beneficios correspondientes a esa tierra.

Con el fin de que el volumen de agua adicional beneficie de manera equitativa a todos los módulos, se propone que la nueva superficie de riego se distribuya en todos los módulos del distrito de manera proporcional a su tamaño dentro del Distrito.

El cálculo numérico de la superficie de dobles cultivos real propuesta se realizará junto con el cálculo de beneficios, en el siguiente punto, ya que esta superficie depende directamente de los cultivos y cantidad de los mismos planteados en cada módulo.

A continuación se muestra una tabla con el volumen adicional de agua ganado en cada alternativa de sobreelevación y la superficie propuesta y evaluada correspondiente.

Tabla A2- 3. **Sobreelevación - Volumen adicional (5 alternativas)**

Sobreelevación (metros)	Volumen Adicional (hm <sup>3</sup> )	Superficie Adicional (ha)
-------------------------	--------------------------------------	---------------------------

1	73.71	11,028.00
2	147.42	22,115.00
3	221.13	33,086.00
4	294.84	44,115.00
5	368.20	55,092.00

### **Cálculo de los beneficios obtenidos con la nueva superficie**

En virtud de que los productores de la zona conocen con suficiente precisión sus tierras y el clima, lo más conveniente será respetar el tipo de cultivos que se cosechan como dobles cultivos, modificando únicamente la superficie cultivada.

El punto de partida para el cálculo de los beneficios y costos de la nueva zona de riego son los siguientes supuestos:

- a) Al hablar de segundos cultivos, se supone que en dicha superficie no existe un beneficio anterior, sino que todo el beneficio es atribuible a la sobreelevación que proporciona el agua adicional para el riego.
- b) Se supone que el consumo de agua varía para cada cultivo debido a la variabilidad del tipo de suelo existente en cada módulo.
- c) Como no se cuenta con mayor detalle, se supone que el rendimiento de cada cultivo en todos los módulos es el mismo.
- d) Tanto los Precios Medios Rurales de los cultivos como los costos de producción corresponden a los que se presentaron a 2013 y se asumen similares en toda la nueva superficie.
- e) Las láminas de riego, variables para cada módulo fueron tomadas de las estadísticas del año 2013.
- f) La distribución de los años en que se puede obtener volumen adicional se determinó tomando como base el registro original.

El último punto es muy importante, pues el hecho de que se sobreleve la presa no garantiza que todos los años se pueda obtener el volumen adicional total, ya que eso depende del escurrimiento natural, de manera que hay que estimar dicho volumen de acuerdo con nuestro registro de escurrimientos y la superficie de riego estará supeditada a dicho escurrimiento.

En el caso del ejemplo ilustrativo, se tomó como distribución para el cálculo, el registro existente de los primeros 30 años de escurrimiento, de manera que se obtuvo la distribución que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla A2- 4. **Porcentaje de escurrimiento disponible anualmente para cada alternativa**

Años	E <sub>a</sub>	Porcentaje Escurrimiento disponible anualmente para cada alternativa				
		2908<E <sub>a</sub> <2987	2987<E <sub>a</sub> <3055	2908<E <sub>a</sub> <2987	2908<E <sub>a</sub> <2987	2908<E <sub>a</sub> <2987
1942	4856.10	100	100	100	100	100
1943	5885.10	100	100	100	100	100
1944	3758.20	100	100	100	100	100
1945	2919.30	14	8	5	4	3
1946	2417.30	0	0	0	0	0
1947	3069.50	100	100	73	55	44
1948	2563.10	0	0	0	0	0
1949	8822.20	100	100	100	100	100
1950	3391.60	100	100	100	100	100
1951	1403.50	0	100	0	0	0
1952	2516.70	0	0	0	0	0
1953	2168.30	0	0	0	0	0
1954	3063.60	100	100	70	53	42
1955	4387.30	100	100	100	100	100
1956	1987.60	0	0	0	0	0
1957	1676.10	0	0	0	0	0
1958	4671.70	100	100	100	100	100
1959	4054.00	100	100	100	100	100
1960	5792.60	100	100	100	100	100
1961	4551.90	100	100	100	100	100
1962	2869.00	0	0	0	0	0
1963	4309.70	100	100	100	100	100
1964	3222.70	100	100	100	100	86
1965	2484.70	0	0	0	0	0
1966	5766.90	100	100	100	100	100
1967	3758.00	100	100	100	100	100
1968	5947.20	100	100	100	100	100
1969	2443.70	0	0	0	0	0
1970	3181.10	100	100	100	93	74
1971	4326.80	100	100	100	100	100

### **Obtención del costo de la sobreelevación**

El costo de la sobreelevación se calculó tomando como base los principales conceptos de los trabajos necesarios para su construcción y que se trata de un trabajo especial por sus características y porque es un trabajo de una sola vez en el que no existe economía de escala por trabajos similares.

Se presenta el cálculo para la primera alternativa en la cual se sobreelevaría la presa un metro para aumentar el almacenamiento en 73.71 hm<sup>3</sup>.

Tabla A2- 5. **Cálculo primera alternativa**

N°	Concepto	Unidad	Cantidad	PU (\$/U)	Importe (\$)
1	Martillo neumático con compresor	hora	5,760.00	3,600.00	20,736,000.00
2	Retiro escombros	m <sup>3</sup>	8,064.00	1,500.00	12,096,000.00
3	Soldadura	hora	180.00	2,550.00	459,000.00
4	Habilitación acero de refuerzo base	kg	179,200.00	150.00	26,880,000.00
5	Habilitación acero de refuerzo sobreelevación	kg	358,400.00	150.00	53,760,000.00
6	Colado Base	m <sup>3</sup>	896.00	3,750.00	3,360,000.00
7	Colado Sobreelevación	m <sup>3</sup>	1,792.00	3,750.00	6,720,000.00
8	Movimiento de martillos	Lote	1.00	4,500,000.00	4,500,000.00
9	Acero Refuerzo	ton	537.60	75,000.00	40,320,000.00
10	Concreto	m <sup>3</sup>	2,688.00	25,800.00	69,350,400.00
					238,181,400.00

El resto de las alternativas se calculó de la misma manera, tomando en cuenta que el precio unitario aumenta conforme aumenta el tamaño de la obra.

Siguiendo este mismo procedimiento, se obtiene el costo total para cada una de las alternativas:

Tabla A2- 6. **Resumen de costos de construcción (5 alternativas)**

Sobreelevación (metros)	Costo Construcción
1	\$238,181,400.00
2	\$335,476,020.00
3	\$452,790,750.00
4	\$622,073,700.00
5	\$878,612,820.00

### **Obtención de los indicadores de evaluación**

Para conocer si la sobreelevación propuesta es económicamente factible, es necesario desarrollar la evaluación de por lo menos una alternativa.

Por sencillez, se tomarán en cuenta solo dos parámetros:

- 1) Relación Beneficio – Costo, para conocer si los beneficios atribuibles al proyecto de sobreelevación son mayores que el costo de inversión y los costos anuales de producción para la superficie beneficiada
- 2) Tasa interna de retorno, para conocer en términos financieros el grado de rentabilidad del proyecto.

Aunque para el cálculo de los parámetros anteriormente descritos fue necesario desarrollar los flujos de capital para el período completo de la evaluación que se fijó en 31 años (incluyendo el año “0” de inversión y 30 de beneficios), a continuación se presenta un resumen de la información necesaria para cada alternativa.

Tabla A2- 7. **Resumen de cálculos para las 5 alternativas**

Sobreelevación (metros)	Volumen Adicional (hm <sup>3</sup> )	Superficie Adicional (ha)	Costo Construcción	Costo Operación	Beneficio
1	73.71	11,028.00	\$238,181,400.00	\$145,963,342.00	\$187,479,025.00
2	147.42	22,115.00	\$335,476,020.00	\$291,640,672.00	\$373,874,322.00
<b>3</b>	<b>221.13</b>	<b>33,086.00</b>	<b>\$452,790,750.00</b>	<b>\$437,916,497.00</b>	<b>\$562,471,077.00</b>
4	294.84	44,115.00	\$622,073,700.00	\$583,893,075.00	\$749,967,103.00
5	368.20	55,092.00	\$878,612,820.00	\$729,181,396.00	\$936,579,114.00

Para cada una de las cinco alternativas de solución, la relación Beneficio-Costo y la Tasa Interna de Retorno resultaron las que se indican en la siguiente tabla:

Tabla A2- 8. **Relación B/C y TIR de las 5 alternativas**

Sobreelevación (metros)	Volumen Adicional (hm <sup>3</sup> )	Superficie Adicional (ha)	Relación B/C	TIR
1	73.71	11,028.00	1.0057	0.1033
2	147.42	22,115.00	1.0724	0.1559
<b>3</b>	<b>221.13</b>	<b>33,086.00</b>	<b>1.0926</b>	<b>0.1790</b>
4	294.84	44,115.00	1.0876	0.1727
5	368.20	55,092.00	1.0662	0.1491

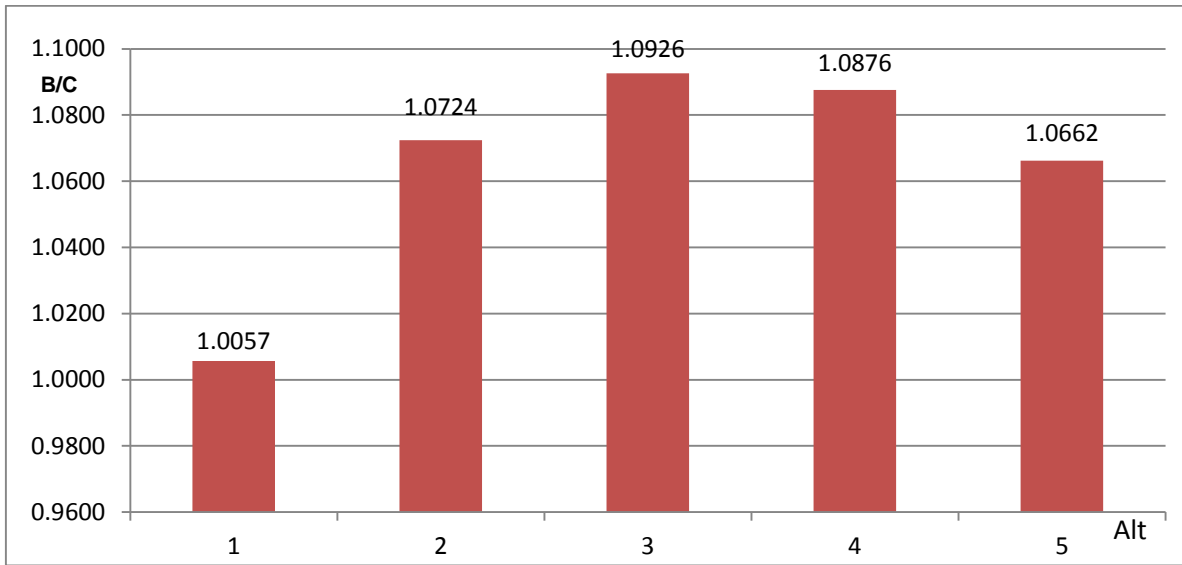


Gráfico A2- 2. Relación Beneficio Costo para Alternativas de Sobreelevación

En cuanto a los valores de la Tasa Interna de Retorno para cada alternativa, se obtuvo lo siguiente:

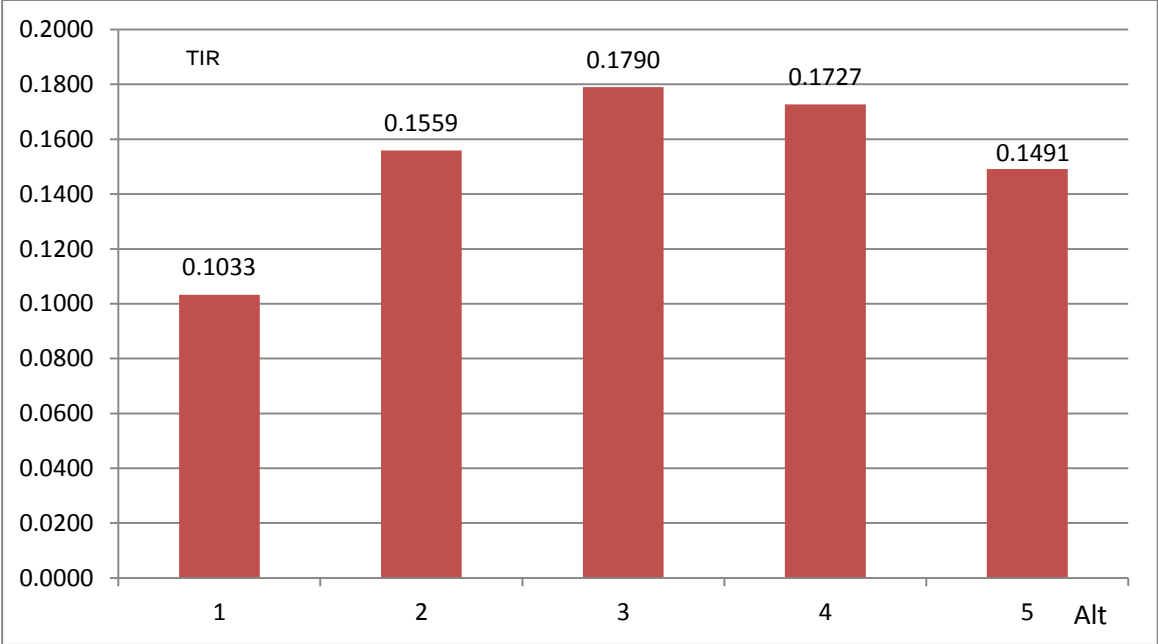


Gráfico A2- 3. Tasa Interna de Retorno para Alternativas de Sobreelevación



### **III. 11 Conclusión**

Con el análisis realizado para el caso hipotético de una sobreelevación para la presa de Huites, en las condiciones en las que se planteó, se obtiene como conclusiones generales las siguientes:

- a) La magnitud de los intervalos seleccionados fue casual, aunque se pueden calcular en función de algún parámetro definido como el volumen actual, la altura de sobreelevación como se hizo en este caso, etc.
- b) Todas las alternativas fueron económicamente factibles para su construcción, pues los parámetros de evaluación fueron positivos en todos los casos.
- c) En este caso los resultados de la evaluación permiten no solamente definir la factibilidad económica de las alternativas, sino tener un criterio de selección sobre la alternativa que ofrece mejores características, la Relación B/C mayor y la TIR más alta.
- d) Se debe buscar el apoyo de un especialista en presas que indique la factibilidad técnica de la sobreelevación
- e) Cuando las sobreelevaciones son pequeñas, es conveniente investigar las alternativas de sobreelevación no solamente en cuanto a magnitud, sino de materiales, pues una solución muy utilizada es la utilización de “agujas”, es decir; una sobreelevación hecha a base de tablaestacado anclado en la cresta del vertedor, aunque con carácter provisional, el “Rubber dam” que es un dique inflable de duración un poco mayor que las agujas, etc.
- f) En este caso se comentó que un punto neurálgico de la sobreelevación es la definición de la superficie adicional por beneficiar así como la manera de distribuir los beneficios entre los actuales agricultores de la zona de riego actual, para evitar conflictos futuros entre ellos, así como la definición del reglamento de utilización del agua adicional.

# **ANEXO**

## **1. Cálculo de los beneficios obtenidos en la nueva superficie de riego**

### Cálculo de los beneficios obtenidos en la nueva superficie (Sobreelevación de 1 m)

Número	Nombre	Principales cultivos	Superficie	Propuesta 2°s Cultivos	Precio Medio Rural	Costo de producción	Rendimiento	Valor Producción	Costo Producción	Lámina de riego (cm)	Volumen Total (hm³)
I - 1	Guasave	Superficie Módulo	19,624	1,013.35							
		2°s Cultivos	996	1,013.35							
		Sorgo Grano	996	1,013.35	3,661.43	12,418	4.42	16,399,500	12,583,726	87.12	8.83
I - 2	Río Fuerte	Superficie Módulo	21,798	1,125.59							
		2°s Cultivos	4,208	1,125.59							
		Maíz Grano	530	141.81	3,929.88	12,418	9.78	5,450,292	1,760,976	58.73	0.83
		Sorgo Grano	3,678	983.78	3,661.43	19,651	4.42	15,920,998	19,332,013	60.87	5.99
II - 1	Leyva Solano	Superficie Módulo	14,262	736.46							
		2°s Cultivos	3,915	736.46							
		Sorgo Grano	3,915	736.46	3,661.43	12,418	4.42	11,918,536	9,145,376	61.24	4.51
II - 2	Ruiz Cortinez	Superficie Módulo	18,904	976.18							
		2°s Cultivos	8,075	976.18							
		Sorgo Grano	7,953	976.18	3,661.43	12,418	4.42	15,798,065	12,122,231	59.96	5.85
II - 3	Batequiz	Superficie Módulo	12,114	625.54							
		2°s Cultivos	3,585	625.54							
		Sorgo Grano	3,585	625.54	3,661.43	12,418	4.42	10,123,499	7,768,001	58.96	3.69
III - 1	Santa Rosa	Superficie Módulo	34,316	1,772.00							
		2°s Cultivos	9,123	1,772.00							
		Sorgo Grano	9,000	1,772.00	3,661.43	12,418	4.42	28,677,155	22,004,663	53.95	9.56

Número	Nombre	Principales cultivos	Superficie	Propuesta 2°s Cultivos	Precio Medio Rural	Costo de producción	Rendimiento	Valor Producción	Costo Producción	Lámina de riego (cm)	Volumen Total (hm <sup>3</sup> )
III - 2	Taxtes	Superficie Módulo	22,636	1,168.88							
		2°s Cultivos	2,206	1,168.88							
		Maíz Grano	250	132.47	3,929.88	19,651	9.78	5,091,244	2,603,068	92.33	1.22
		Sorgo Grano	1,956	1,036.42	3,661.43	12,418	4.42	16,772,880	12,870,230	61.29	6.35
IV - 1	Sevelbampo	Superficie Módulo	23,403	1,208.48							
		2°s Cultivos	1,311	1,208.48							
		Sorgo Grano	1,311	1,208.48	3,661.43	12,418	4.42	19,557,490	15,006,927	80.69	9.75
IV-2	Pascola	Superficie Módulo	18,970	979.55							
		2°s Cultivos	3,025	979.55							
		Maíz Grano	83	27.01	3,929.88	19,651	9.78	1,037,970	530,697	77.13	0.21
		Sorgo Grano	2,942	952.54	3,661.43	12,418	4.42	15,415,493	11,828,674	59.38	5.66
V-2	Cahuinahua	Superficie Módulo	<b>6,984</b>	360.66							
		Segundos Cultivos	994	360.66							
		Sorgo Grano	907	329.10	3,661.43	12,418	4.42	5,325,924	4,086,708	85.47	2.81
		Maíz Grano	87	31.57	3,929.88	19,651	9.78	1,213,255	620,317	70.98	0.22
VII-1	Juncos	Superficie Módulo	<b>12,296</b>	634.93							
		Segundos Cultivos	2,206	634.93							
		Maíz Grano	250	71.96	3,929.88	19,651	9.78	2,765,542	1,413,975	90.88	0.65
		Sorgo Grano	1,956	562.98	3,661.43	12,418	4.42	9,110,955	6,991,053	81.65	4.60
VII-2	Nohme	Superficie Módulo	<b>8,257</b>	426.37							
		Segundos Cultivos	2,597	426.37							

Número	Nombre	Principales cultivos	Superficie	Propuesta 2°s Cultivos	Precio Medio Rural	Costo de producción	Rendimiento	Valor Producción	Costo Producción	Lámina de riego (cm)	Volumen Total (hm <sup>3</sup> )
		Sorgo Grano	2,597	426.37	3,661.43	12,418	4.42	6,900,225	5,294,707	69.56	2.97
			213,563	11,028.00				187,479,026	145,963,342		73.71
			<b>Superficie propuesta =</b>		<b>11,028</b>						

### Cálculo de los beneficios obtenidos en la nueva superficie (Sobreelevación de 2 m)

Número	Nombre	Principales cultivos	Superficie	Propuesta 2°s Cultivos	Precio Medio Rural	Costo de producción	Rendimiento	Valor Producción	Costo Producción	Lámina de riego (cm)	Volumen Total (hm <sup>3</sup> )
I - 1	Guasave	Superficie Módulo	19,624	2,032							
		2°s Cultivos	996	2,032							
		Sorgo Grano	996	2,032	3,661.43	12,418	4.42	32,886,738	25,234,776	87	18
I - 2	Río Fuerte	Superficie Módulo	21,798	2,257							
		2°s Cultivos	4,208	2,257							
		Maíz Grano	530	284	3,929.88	12,418	9.78	10,929,744	3,531,372	59	2
		Sorgo Grano	3,678	1,973	3,661.43	19,650.78	4.42	31,927,173	38,767,452	61	12
II - 1	Leyva Solano	Superficie Módulo	14,262	1,477							
		2°s Cultivos	3,915	1,477							
		Sorgo Grano	3,915	1,477	3,661.43	12,418	4.42	23,900,836	18,339,679	61	9
II - 2	Ruiz Cortinez	Superficie Módulo	18,904	1,958							
		2°s Cultivos	8,075	1,958							
		Sorgo Grano	7,953	1,958	3,661.43	12,418	4.42	31,680,651	24,309,316	60	12
II - 3	Batequiz	Superficie Módulo	12,114	1,254							
		2°s Cultivos	3,585	1,254							

Número	Nombre	Principales cultivos	Superficie	Propuesta 2°s Cultivos	Precio Medio Rural	Costo de producción	Rendimiento	Valor Producción	Costo Producción	Lámina de riego (cm)	Volumen Total (hm³)
		Sorgo Grano	3,585	1,254	3,661.43	12,418	4.42	20,301,159	15,577,562	59	7
III - 1	Santa Rosa	Superficie Módulo	34,316	3,553							
		2°s Cultivos	9,123	3,553							
		Sorgo Grano	9,000	3,553	3,661.43	12,418	4.42	57,507,734	44,127,051	54	19
III - 2	Taxtes	Superficie Módulo	22,636	2,344							
		2°s Cultivos	2,206	2,344							
		Maíz Grano	250	266	3,929.88	19,650.78	9.78	10,209,727	5,220,063	92	2
		Sorgo Grano	1,956	2,078	3,661.43	12,418	4.42	33,635,495	25,809,315	61	13
IV - 1	Sevelbampo	Superficie Módulo	23,403	2,423							
		2°s Cultivos	1,311	2,423							
		Sorgo Grano	1,311	2,423	3,661.43	12,418	4.42	39,219,614	30,094,142	81	20
IV-2	Pascola	Superficie Módulo	18,970	1,964							
		2°s Cultivos	3,025	1,964							
		Maíz Grano	83	54	3,929.88	19,650.78	9.78	2,081,494	1,064,233	77	0
		Sorgo Grano	2,942	1,910	3,661.43	12,418	4.42	30,913,460	23,720,633	59	11
V-2	Cahuinahua	Superficie Módulo	6,984	723							

Número	Nombre	Principales cultivos	Superficie	Propuesta 2°s Cultivos	Precio Medio Rural	Costo de producción	Rendimiento	Valor Producción	Costo Producción	Lámina de riego (cm)	Volumen Total (hm³)
		Segundos Cultivos	994	723							
		Sorgo Grano	907	660	3,661.43	12,418	4.42	10,680,341	8,195,280	85	6
		Maíz Grano	87	9	3,929.88	19,650.78	9.78	346,256	177,035	71	0
VII-1	Juncos	Superficie Módulo	12,296	1,273							
		Segundos Cultivos	2,206	1,273							
		Maíz Grano	250	144	3,929.88	19,650.78	9.78	5,545,879	2,835,516	91	1
		Sorgo Grano	1,956	1,129	3,661.43	12,418	4.42	18,270,654	14,019,507	82	9
VII-2	Nohme	Superficie Módulo	8,257	855							
		Segundos Cultivos	2,597	855							
		Sorgo Grano	2,597	855	36,61.43	12,418	4.42	13,837,367	10,617,740	70	6
			213,563	22,061				373,874,323	291,640,673		147
			<b>Superficie propuesta =</b>		<b>22,115</b>						



### Cálculo de los beneficios obtenidos en la nueva superficie (Sobreelevación de 3 m)

Número	Nombre	Principales cultivos	Superficie	Propuesta 2°s Cultivos	Precio Medio Rural	Costo de producción	Rendimiento	Valor Producción	Costo Producción	Lámina de riego (cm)	Volumen Total (hm <sup>3</sup> )
I - 1	Guasave	Superficie Módulo	19,624	3,040							
		2°s Cultivos	996	3,040							
		Sorgo Grano	996	3,040	3,661	12,418	4.42	49,201,475	37,753,461	87	26
I - 2	Río Fuerte	Superficie Módulo	21,798	3,377							
		2°s Cultivos	4,208	3,377							
		Maíz Grano	530	425	3,930	12,418	9.78	16,351,866	5,283,246	59	2
		Sorgo Grano	3,678	2,952	3,661	19,651	4.42	47,765,881	57,999,544	61	18
II - 1	Leyva Solano	Superficie Módulo	14,262	2,210							
		2°s Cultivos	3,915	2,210							
		Sorgo Grano	3,915	2,210	3,661	12,418	4.42	35,757,769	27,437,786	61	14
II - 2	Ruiz Cortinez	Superficie Módulo	18,904	2,929							
		2°s Cultivos	8,075	2,929							
		Sorgo Grano	7,953	2,929	3,661	12,418	4.42	47,397,061	36,368,892	60	18
II - 3	Batequiz	Superficie Módulo	12,114	1,877							
		2°s Cultivos	3,585	1,877							
		Sorgo Grano	3,585	1,877	3,661	12,418	4.42	30,372,333	23,305,413	59	11
III - 1	Santa Rosa	Superficie Módulo	34,316	5,316							
		2°s Cultivos	9,123	5,316							
		Sorgo Grano	9,000	5,316	3,661	12,418	4.42	86,036,667	66,017,979	54	29
III - 2	Taxtes	Superficie Módulo	22,636	3,507							
		2°s Cultivos	2,206	3,507							

Número	Nombre	Principales cultivos	Superficie	Propuesta 2°s Cultivos	Precio Medio Rural	Costo de producción	Rendimiento	Valor Producción	Costo Producción	Lámina de riego (cm)	Volumen Total (hm³)
		Maíz Grano	250	397	3,930	19,651	9.78	15,274,656	7,809,677	92	4
		Sorgo Grano	1,956	3,109	3,661	12,418	4.42	50,321,682	38,613,023	61	19
IV - 1	Sevelbampo	Superficie Módulo	23,403	3,626							
		2°s Cultivos	1,311	3,626							
		Sorgo Grano	1,311	3,626	3,661	12,418	4.42	58,676,018	45,023,503	81	29
IV-2	Pascola	Superficie Módulo	18,970	2,939							
		2°s Cultivos	3,025	2,939							
		Maíz Grano	83	81	3,930	19,651	9.78	3,114,100	1,592,187	77	1
		Sorgo Grano	2,942	2,858	3,661	12,418	4.42	46,249,276	35,488,169	59	17
V-2	Cahuinahua	Superficie Módulo	<b>6,984</b>	1,082							
		Segundos Cultivos	994	1,082							
		Sorgo Grano	907	987	3,661	12,418	4.42	15,978,737	12,260,865	85	8
		Maíz Grano	87	95	3,930	19,651	9.78	3,639,985	1,861,064	71	1
VII-1	Juncos	Superficie Módulo	<b>12,296</b>	1,905							
		Segundos Cultivos	2,206	1,905							
		Maíz Grano	250	216	3,930	19,651	9.78	8,297,127	4,242,183	91	2
		Sorgo Grano	1,956	1,689	3,661	12,418	4.42	27,334,518	20,974,426	82	14
VII-2	Nohme	Superficie Módulo	<b>8,257</b>	1,279							
		Segundos Cultivos	2,597	1,279							
		Sorgo Grano	2,597	1,279	3,661	12,418	4.42	20,701,927	15,885,080	70	9
			213,563	33,086				562,471,077	437,916,498		221
			<b>Superficie propuesta =</b>	<b>33,086</b>							

### Cálculo de los beneficios obtenidos en la nueva superficie (Sobreelevación de 4 m)

Número	Nombre	Principales cultivos	Superficie	Propuesta 2°s Cultivos	Precio Medio Rural	Costo de producción	Rendimiento	Valor Producción	Costo Producción	Lámina de riego (cm)	Volumen Total (hm³)
I - 1	Guasave	Superficie Módulo	19,624	4,054							
		2°s Cultivos	996	4,054							
		Sorgo Grano	996	4,054	3,661	12,418	4.42	65,602,462	50,338,328	87	35
I - 2	Río Fuerte	Superficie Módulo	21,798	4,503							
		2°s Cultivos	4,208	4,503							
		Maíz Grano	530	567	3,930	12,418	9.78	21,802,653	7,044,381	59	3
		Sorgo Grano	3,678	3,935	3,661	19,651	4.42	63,688,323	77,333,310	61	24
II - 1	Leyva Solano	Superficie Módulo	14,262	2,946							
		2°s Cultivos	3,915	2,946							
		Sorgo Grano	3,915	2,946	3,661	12,418	4.42	47,677,385	36,583,991	61	18
II - 2	Ruiz Cortinez	Superficie Módulo	18,904	3,905							
		2°s Cultivos	8,075	3,905							
		Sorgo Grano	7,953	3,905	3,661	12,418	4.42	63,196,559	48,492,222	60	23
II - 3	Batequiz	Superficie Módulo	12,114	2,502							
		2°s Cultivos	3,585	2,502							
		Sorgo Grano	3,585	2,502	3,661	12,418	4.42	40,496,750	31,074,119	59	15
III - 1	Santa Rosa	Superficie Módulo	34,316	7,088							
		2°s Cultivos	9,123	7,088							
		Sorgo Grano	9,000	7,088	3,661	12,418	4.42	114,716,422	88,024,637	54	38
III - 2	Taxtes	Superficie Módulo	22,636	4,676							
		2°s Cultivos	2,206	4,676							
		Maíz Grano	250	530	3,930	19,651	9.78	20,366,362	10,412,982	92	5
		Sorgo Grano	1,956	4,146	3,661	12,418	4.42	67,096,083	51,484,419	61	25

Número	Nombre	Principales cultivos	Superficie	Propuesta 2°s Cultivos	Precio Medio Rural	Costo de producción	Rendimiento	Valor Producción	Costo Producción	Lámina de riego (cm)	Volumen Total (hm³)
IV - 1	Sevelbampo	Superficie Módulo	23,403	4,834							
		2°s Cultivos	1,311	4,834							
		Sorgo Grano	1,311	4,834	3,661	12,418	4.42	78,235,282	60,031,791	81	39
IV-2	Pascola	Superficie Módulo	18,970	3,918							
		2°s Cultivos	3,025	3,918							
		Maíz Grano	83	108	3,930	19,651	9.78	4,152,164	2,122,932	77	1
		Sorgo Grano	2,942	3,810	3,661	12,418	4.42	61,666,167	47,317,916	59	23
V-2	Cahuinahua	Superficie Módulo	<b>6,984</b>	1,443							
		Segundos Cultivos	994	1,443							
		Sorgo Grano	907	1,316	3,661	12,418	4.42	21,305,144	16,347,943	85	11
		Maíz Grano	87	126	3,930	19,651	9.78	4,853,350	2,481,437	71	1
VII-1	Juncos	Superficie Módulo	<b>12,296</b>	2,540							
		Segundos Cultivos	2,206	2,540							
		Maíz Grano	250	288	3,930	19,651	9.78	11,062,919	5,656,286	91	3
		Sorgo Grano	1,956	2,252	3,661	12,418	4.42	36,446,300	27,966,112	82	18
VII-2	Nohme	Superficie Módulo	<b>8,257</b>	1,706							
		Segundos Cultivos	2,597	1,706							
		Sorgo Grano	2,597	1,706	3,661	12,418	4.42	27,602,778	21,180,267	70	12
			213,563	44,115				749,967,103	583,893,075		295
											294.84
			<b>Superficie propuesta =</b>	<b>44,115</b>							

### Cálculo de los beneficios obtenidos en la nueva superficie (Sobreelevación de 5 m)

Número	Nombre	Principales cultivos	Superficie	Propuesta 2°s Cultivos	Precio Medio Rural	Costo de producción	Rendimiento	Valor Producción	Costo Producción	Lámina de riego (cm)	Volumen Total (hm <sup>3</sup> )
I - 1	Guasave	Superficie Módulo	19,624	5,062							
		2°s Cultivos	996	5,062							
		Sorgo Grano	996	5,062	3,661	12,418	4.42	81,926,121	62,863,860	87	44
I - 2	Río Fuerte	Superficie Módulo	21,798	5,623							
		2°s Cultivos	4,208	5,623							
		Maíz Grano	530	708	3,930	12,418	9.78	27,227,740	8,797,213	59	4
		Sorgo Grano	3,678	4,915	3,661	19,651	4.42	79,535,692	96,575,920	61	30
II - 1	Leyva Solano	Superficie Módulo	14,262	3,679							
		2°s Cultivos	3,915	3,679							
		Sorgo Grano	3,915	3,679	3,661	12,418	4.42	59,540,802	45,687,073	61	23
II - 2	Ruiz Cortinez	Superficie Módulo	18,904	4,877							
		2°s Cultivos	8,075	4,877							
		Sorgo Grano	7,953	4,877	3,661	12,418	4.42	78,921,565	60,558,393	60	29
II - 3	Batequiz	Superficie Módulo	12,114	3,125							
		2°s Cultivos	3,585	3,125							
		Sorgo Grano	3,585	3,125	3,661	12,418	4.42	50,573,432	38,806,197	59	18
III - 1	Santa Rosa	Superficie Módulo	34,316	8,852							
		2°s Cultivos	9,123	8,852							
		Sorgo Grano	9,000	8,852	3,661	12,418	4.42	143,260,957	109,927,537	54	48

Número	Nombre	Principales cultivos	Superficie	Propuesta 2°s Cultivos	Precio Medio Rural	Costo de producción	Rendimiento	Valor Producción	Costo Producción	Lámina de riego (cm)	Volumen Total (hm³)
III - 2	Taxtes	Superficie Módulo	22,636	5,839							
		2°s Cultivos	2,206	5,839							
		Maíz Grano	250	662	3,930	19,651	9.78	25,434,062	13,004,012	92	6
		Sorgo Grano	1,956	5,178	3,661	12,418	4.42	83,791,395	64,295,129	61	32
IV - 1	Sevelbampo	Superficie Módulo	23,403	6,037							
		2°s Cultivos	1,311	6,037							
		Sorgo Grano	1,311	6,037	3,661	12,418	4.42	97,702,327	74,969,318	81	49
IV-2	Pascola	Superficie Módulo	18,970	4,893							
		2°s Cultivos	3,025	4,893							
		Maíz Grano	83	135	3,930	19,651	9.78	5,185,335	2,651,175	77	1
		Sorgo Grano	2,942	4,759	3,661	12,418	4.42	77,010,370	59,091,887	59	28
V-2	Cahuinahua	Superficie Módulo	<b>6,984</b>	1,802							
		Segundos Cultivos	994	1,802							
		Sorgo Grano	907	1,644	3,661	12,418	4.42	26,606,438	20,415,752	85	14
		Maíz Grano	87	158	3,930	19,651	9.78	6,060,994	3,098,885	71	1
VII-1	Juncos	Superficie Módulo	<b>12,296</b>	3,172							
		Segundos Cultivos	2,206	3,172							
		Maíz Grano	250	359	3,930	19,651	9.78	13,815,671	7,063,723	91	3
		Sorgo Grano	1,956	2,812	3,661	12,418	4.42	45,515,121	34,924,834	82	23
VII-2	Nohme	Superficie Módulo	<b>8,257</b>	2,130							
		Segundos Cultivos	2,597	2,130							
		Sorgo Grano	2,597	2,130	3,661	12,418	4.42	34,471,092	26,450,488	70	15

Número	Nombre	Principales cultivos	Superficie	Propuesta 2ºs Cultivos	Precio Medio Rural	Costo de producción	Rendimiento	Valor Producción	Costo Producción	Lámina de riego (cm)	Volumen Total (hm³)
			213,563	55,092				936,579,115	729,181,396		368
											368
			<b>Superficie propuesta =</b>	<b>55,092</b>							

# **ANEXO**

## **2. Flujos de efectivo para la Evaluación de la Sobreelevación (5 alternativas)**



## Sobreelevación de 1 metro

Año	Factor de Escurrimiento	Inversión	Costos Operación	Actualización	Beneficios	Actualización	Valor Absoluto
			145,963,342		\$187,479,025		
0		238,181,400		859,396,359		1,103,830,519	238,181,400
1	100		145,963,342	132,693,947	187,479,025	170,435,477	41,515,683
2	100		145,963,342	120,630,861	187,479,025	154,941,343	41,515,683
3	100		145,963,342	109,664,419	187,479,025	140,855,766	41,515,683
4	14		20,434,868	13,957,290	26,247,064	17,927,098	5,812,196
5	0		0	0	0	0	0
6	100		145,963,342	82,392,501	187,479,025	105,827,022	41,515,683
7	0		0	0	0	0	0
8	100		145,963,342	68,092,976	187,479,025	87,460,349	41,515,683
9	100		145,963,342	61,902,706	187,479,025	79,509,408	41,515,683
10	0		0	0	0	0	0
11	0		0	0	0	0	0
12	0		0	0	0	0	0
13	100		145,963,342	42,280,381	187,479,025	54,305,995	41,515,683
14	100		145,963,342	38,436,710	187,479,025	49,369,087	41,515,683
15	0		0	0	0	0	0
16	0		0	0	0	0	0
17	100		145,963,342	28,878,069	187,479,025	37,091,726	41,515,683
18	100		145,963,342	26,252,790	187,479,025	33,719,751	41,515,683
19	100		145,963,342	23,866,173	187,479,025	30,654,319	41,515,683
20	100		145,963,342	21,696,521	187,479,025	27,867,562	41,515,683
21	0		0	0	0	0	0
22	100		145,963,342	17,931,009	187,479,025	23,031,043	41,515,683
23	100		145,963,342	16,300,917	187,479,025	20,937,312	41,515,683
24	0		0	0	0	0	0
25	100		145,963,342	13,471,832	187,479,025	17,303,564	41,515,683
26	100		145,963,342	12,247,120	187,479,025	15,730,512	41,515,683
27	100		145,963,342	11,133,746	187,479,025	14,300,466	41,515,683
28	0		0	0	0	0	0
29	100		145,963,342	9,201,443	187,479,025	11,818,567	41,515,683
30	100		145,963,342	8,364,948	187,479,025	10,744,152	41,515,683

## Sobreelevación 2 metros

			\$291,640,672		\$373,874,322		
Año	Factor	Inversión	Costos Operación	Costos Actualizados	Beneficios	Beneficios Actualizados	Suma Costos y Beneficios
0		\$335,476,020		1,717,108,750		2,201,280,313	-335,476,020
1	100		291,640,672	265,127,884	373,874,322	339,885,747	82,233,650
2	100		291,640,672	241,025,349	373,874,322	308,987,043	82,233,650
3	100		291,640,672	219,113,953	373,874,322	280,897,312	82,233,650
4	14		40,829,694	27,887,230	52,342,405	35,750,567	11,512,711
5	0		0	0	0	0	0
6	100		291,640,672	164,623,556	373,874,322	211,042,308	82,233,650
7	0		0	0	0	0	0
8	100		291,640,672	136,052,526	373,874,322	174,415,130	82,233,650
9	100		291,640,672	123,684,114	373,874,322	158,559,210	82,233,650
10	0		0	0	0	0	0
11	0		0	0	0	0	0
12	0		0	0	0	0	0
13	100		291,640,672	84,477,914	373,874,322	108,298,074	82,233,650
14	100		291,640,672	76,798,104	373,874,322	98,452,794	82,233,650
15	0		0	0	0	0	0
16	0		0	0	0	0	0
17	100		291,640,672	57,699,552	373,874,322	73,969,041	82,233,650
18	100		291,640,672	52,454,138	373,874,322	67,244,583	82,233,650
19	100		291,640,672	47,685,580	373,874,322	61,131,439	82,233,650
20	100		291,640,672	43,350,528	373,874,322	55,574,036	82,233,650
21	0		0	0	0	0	0
22	100		291,640,672	35,826,882	373,874,322	45,928,955	82,233,650
23	100		291,640,672	32,569,893	373,874,322	41,753,596	82,233,650
24	0		0	0	0	0	0
25	100		291,640,672	26,917,267	373,874,322	34,507,104	82,233,650
26	100		291,640,672	24,470,243	373,874,322	31,370,094	82,233,650
27	100		291,640,672	22,245,675	373,874,322	28,518,268	82,233,650
28	0		0	0	0	0	0
29	100		291,640,672	18,384,855	373,874,322	23,568,816	82,233,650
30	100		291,640,672	16,713,505	373,874,322	21,426,197	82,233,650

### Sobreelevación 3 metros

Año	Factor	Inversión	Costos Operación	Costos Actualizados	Beneficios	Beneficios Actualizados	Suma Costos y Beneficios
0		\$452,790,750		2,578,344,933		3,311,691,752	-452,790,750
1	100		437,916,497	398,105,906	562,471,077	511,337,343	124,554,580
2	100		437,916,497	361,914,460	562,471,077	464,852,130	124,554,580
3	100		437,916,497	329,013,146	562,471,077	422,592,845	124,554,580
4	14		61,308,310	41,874,400	78,745,951	53,784,544	17,437,641
5	0		0	0	0	0	0
6	100		437,916,497	247,192,446	562,471,077	317,500,259	124,554,580
7	0		0	0	0	0	0
8	100		437,916,497	204,291,278	562,471,077	262,396,909	124,554,580
9	100		437,916,497	185,719,343	562,471,077	238,542,644	124,554,580
10	0		0	0	0	0	0
11	0		0	0	0	0	0
12	0		0	0	0	0	0
13	100		437,916,497	126,848,810	562,471,077	162,927,836	124,554,580
14	100		437,916,497	115,317,100	562,471,077	148,116,214	124,554,580
15	0		0	0	0	0	0
16	0		0	0	0	0	0
17	100		437,916,497	86,639,444	562,471,077	111,281,904	124,554,580
18	100		437,916,497	78,763,131	562,471,077	101,165,367	124,554,580
19	100		437,916,497	71,602,847	562,471,077	91,968,516	124,554,580
20	100		437,916,497	65,093,497	562,471,077	83,607,742	124,554,580
21	0		0	0	0	0	0
22	100		437,916,497	53,796,278	562,471,077	69,097,307	124,554,580
23	100		437,916,497	48,905,708	562,471,077	62,815,734	124,554,580
24	0		0	0	0	0	0
25	100		437,916,497	40,417,940	562,471,077	51,913,829	124,554,580
26	100		437,916,497	36,743,582	562,471,077	47,194,390	124,554,580
27	100		437,916,497	33,403,256	562,471,077	42,903,991	124,554,580
28	0		0	0	0	0	0
29	100		437,916,497	27,605,997	562,471,077	35,457,844	124,554,580
30	100		437,916,497	25,096,361	562,471,077	32,234,404	124,554,580

### Sobreelevación 4 metros

Año	Factor	Inversión	Costos Operación	Costos Actualizados	Beneficios	Beneficios Actualizados	Suma Costos y Beneficios
0		\$622,073,700		3,437,819,222		4,415,622,368	-622,073,700
1	100		583,893,075	530,811,886	749,967,103	681,788,275	166,074,028
2	100		583,893,075	482,556,260	749,967,103	619,807,523	166,074,028
3	100		583,893,075	438,687,509	749,967,103	563,461,385	166,074,028
4	14		81,745,031	55,832,956	104,995,394	71,713,267	23,250,364
5	0		0	0	0	0	0
6	100		583,893,075	329,592,419	749,967,103	423,336,878	166,074,028
7	0		0	0	0	0	0
8	100		583,893,075	272,390,429	749,967,103	349,865,188	166,074,028
9	100		583,893,075	247,627,662	749,967,103	318,059,262	166,074,028
10	0		0	0	0	0	0
11	0		0	0	0	0	0
12	0		0	0	0	0	0
13	100		583,893,075	169,133,025	749,967,103	217,238,756	166,074,028
14	100		583,893,075	153,757,296	749,967,103	197,489,778	166,074,028
15	0		0	0	0	0	0
16	0		0	0	0	0	0
17	100		583,893,075	115,520,132	749,967,103	148,376,993	166,074,028
18	100		583,893,075	105,018,302	749,967,103	134,888,176	166,074,028
19	100		583,893,075	95,471,184	749,967,103	122,625,614	166,074,028
20	100		583,893,075	86,791,985	749,967,103	111,477,831	166,074,028
21	0		0	0	0	0	0
22	100		583,893,075	71,728,913	749,967,103	92,130,439	166,074,028
23	100		583,893,075	65,208,103	749,967,103	83,754,944	166,074,028
24	0		0	0	0	0	0
25	100		583,893,075	53,890,994	749,967,103	69,218,962	166,074,028
26	100		583,893,075	48,991,813	749,967,103	62,926,329	166,074,028
27	100		583,893,075	44,538,012	749,967,103	57,205,754	166,074,028
28	0		0	0	0	0	0
29	100		583,893,075	36,808,274	749,967,103	47,277,483	166,074,028
30	100		583,893,075	33,462,067	749,967,103	42,979,530	166,074,028

## Sobreelevación 5 metros

Año	Factor	Inversión	Costos Operación	Costos Actualizados	Beneficios	Beneficios Actualizados	Suma Costos y Beneficios
0		\$878,612,820		4,293,241,223		5,514,348,121	-878,612,820
1	100		729,181,396	662,892,178	936,579,114	851,435,558	207,397,718
2	100		729,181,396	602,629,253	936,579,114	774,032,326	207,397,718
3	100		729,181,396	547,844,775	936,579,114	703,665,751	207,397,718
4	14		102,085,395	69,725,699	131,121,076	89,557,459	29,035,681
5	0		0	0	0	0	0
6	100		729,181,396	411,603,888	936,579,114	528,674,493	207,397,718
7	0		0	0	0	0	0
8	100		729,181,396	340,168,503	936,579,114	436,921,069	207,397,718
9	100		729,181,396	309,244,093	936,579,114	397,200,972	207,397,718
10	0		0	0	0	0	0
11	0		0	0	0	0	0
12	0		0	0	0	0	0
13	100		729,181,396	211,217,877	936,579,114	271,293,608	207,397,718
14	100		729,181,396	192,016,252	936,579,114	246,630,553	207,397,718
15	0		0	0	0	0	0
16	0		0	0	0	0	0
17	100		729,181,396	144,264,652	936,579,114	185,297,185	207,397,718
18	100		729,181,396	131,149,684	936,579,114	168,451,986	207,397,718
19	100		729,181,396	119,226,985	936,579,114	153,138,169	207,397,718
20	100		729,181,396	108,388,168	936,579,114	139,216,517	207,397,718
21	0		0	0	0	0	0
22	100		729,181,396	89,576,999	936,579,114	115,054,973	207,397,718
23	100		729,181,396	81,433,635	936,579,114	104,595,430	207,397,718
24	0		0	0	0	0	0
25	100		729,181,396	67,300,525	936,579,114	86,442,504	207,397,718
26	100		729,181,396	61,182,295	936,579,114	78,584,095	207,397,718
27	100		729,181,396	55,620,268	936,579,114	71,440,086	207,397,718
28	0		0	0	0	0	0
29	100		729,181,396	45,967,164	936,579,114	59,041,393	207,397,718
30	100		729,181,396	41,788,331	936,579,114	53,673,994	207,397,718

