

**ACADEMIA MEXICANA DE PROFESIONISTAS EN EVALUACIÓN  
SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS**

**EVALUACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA DE ALMACENAMIENTO EL  
YATHE Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, HIDALGO**

**Hernández Hernández, Jerónimo**  
**Ingeniero Consultor**  
jeronimo\_h2@yahoo.com.mx

Palabras clave: Proyecto de inversión, sector agua, subsector riego, Estado de Hidalgo, Caso de estudio.

## **RESUMEN**

El proyecto de la Presa "El Yathé" se localiza en el Estado de Hidalgo, en el municipio de Alfajayucan y formará parte del sistema de presas de almacenamiento que abastecen a los Distritos de Riego 003 Tula y 100 Alfajayucan, funcionando en sistema con las demás presas derivadoras, aprovechando los escurrimientos de cuencas propias junto con los escurrimientos que provienen del drenaje de la zona metropolitana de la ciudad de México.

El proyecto consiste en construir y operar una presa que almacene los excedentes de agua provenientes del sistema de drenaje del Valle de México que no pueden ser regulados en la presa Endhó, durante la época de lluvias cuando se vierten al río Tula y de ahí al río Moctezuma para finalmente ser descargados al mar, utilizándose únicamente para generar energía eléctrica en la presa Zimapán. Con la presa El Yathé también se pretende almacenar los escurrimientos que, por cuenca propia, ocurren en el arroyo el Sabino; con el objeto de ser utilizados conjuntamente con los transferidos desde la presa Endhó.

## **SITUACIÓN SIN PROYECTO**

### **Antecedentes**

Desde la década de los 70's, el proyecto de presa "El Yathé" había sido previsto en los esquemas de obras del Plan Hidráulico del Centro (PLHICEN), para llegar a conformar las áreas más grandes y complejas de riego en el país que utilizan aguas negras. De hecho se trata de una componente del proyecto Alto Alfajayucan, que se ha venido construyendo desde esa época.

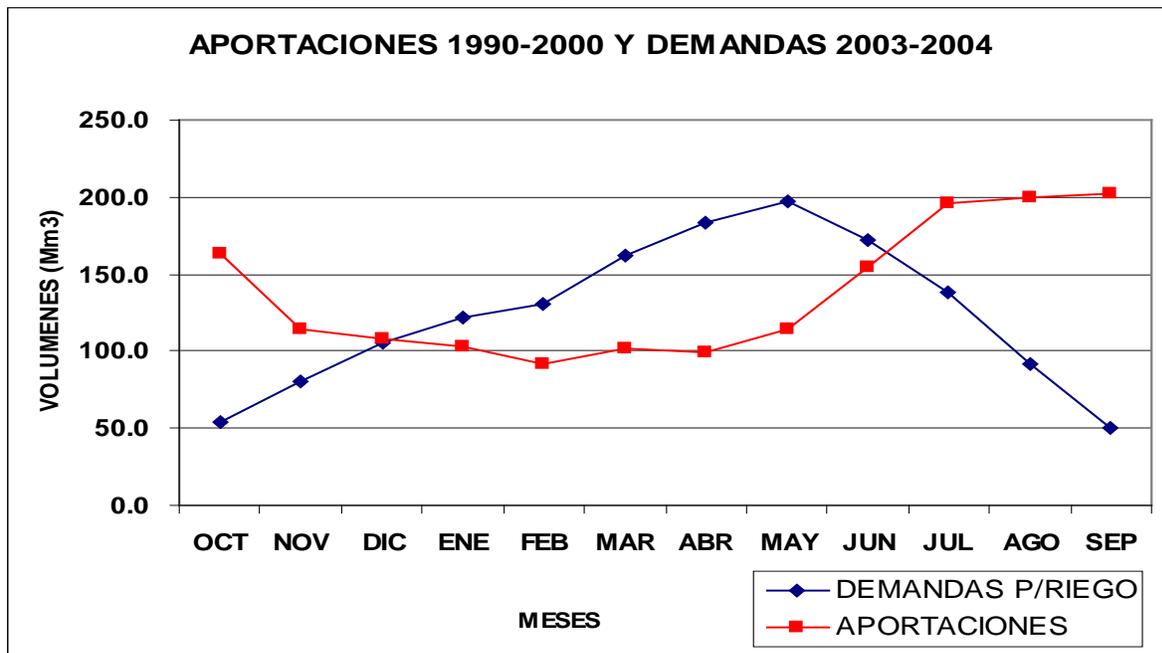
El PLHICEN preveía la necesidad de aprovechar los excedentes de agua provenientes del drenaje de la Ciudad de México, que se vierten anualmente al río Tula sin que éstos fueran aprovechados y los cuales se estimaban crecientes en el tiempo conforme a las tasas de crecimiento poblacional proyectadas en aquella época. Estas

estimaciones asumían la incorporación de nuevos caudales de agua potable para la zona metropolitana de la Ciudad de México. Por ello, se consideró la construcción del Canal del Centro para una capacidad de 50 m<sup>3</sup>/s, no obstante, en la primera etapa sólo se revistió la sección para 25 m<sup>3</sup>/s para incorporar al riego 13,084 ha del Valle de Alfajayucan.

### Situación Actual

La situación actual es de contrastes, ya que por un lado existe un déficit de agua disponible para atender la superficie dominada, mientras que se presentan excedentes de agua no regulada en época de lluvias. Esto provoca que de las 13,084 ha que son dominadas por la infraestructura, sólo un promedio de 6,420 ha hayan recibido servicio de riego precario en los últimos cinco años, porque las aportaciones provenientes del agua almacenada en el sistema de presas (Endhó, Javier Rojo Gómez y Vicente Aguirre) no ha resultado suficiente para las demandas de riego.

**Figura 1. Balance promedio oferta-demanda**



Por otra parte, en la época de lluvias la presa Endhó ha derramado volúmenes importantes al río Tula sin que sean aprovechados, no obstante que es agua concesionada a los Módulos del Distrito de Riego 100 Alfajayucan, en particular para el Módulo No 1 “Alfajayucan”.

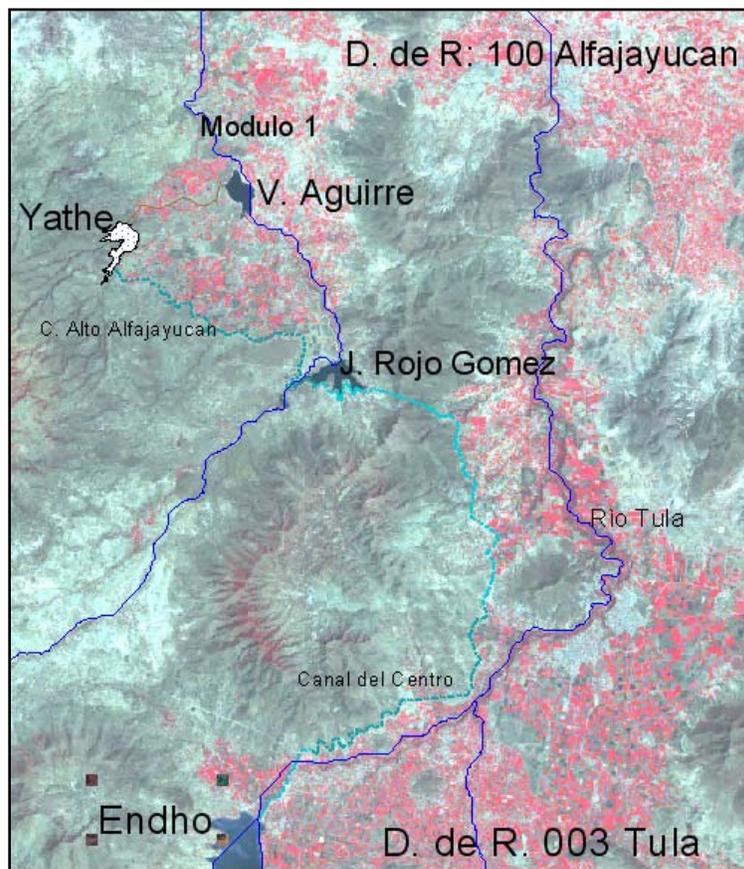
No se identificaron acciones de optimización que permitieran mejorar la situación actual o que se pudieran realizar en ausencia del proyecto, por lo que las gestiones por parte de los productores del Módulo 1 se retoman año tras año para la construcción de la presa.

## Alternativas

Para atender esta problemática, surge la alternativa de incrementar la capacidad de almacenamiento para el Sistema de Riego 003 Tula y 100 Alfajayucan, mediante la presa El Yathé, con el objeto de aprovechar los escurrimientos de la época de lluvias que actualmente se vierten al río Tula y de ésta al Río Moctezuma sin ser aprovechados en riego.

También se analizó a nivel de gran visión la alternativa de aprovechar otras fuentes como son el acuífero regional, sin embargo los costos de las inversiones requeridas para perforar y equipar los pozos necesarios, aunados a los costos anuales por concepto de consumo de energía eléctrica darían como resultado un costo por metro cúbico más alto que la alternativa de la presa “El Yathé”; razón por la cual se enfocaron los estudios en evaluar diferentes alternativas de presas.

**Figura 2. Localización del proyecto**



Los estudios geológicos de gran visión realizados en 1984 aconsejaban la construcción de una presa de materiales graduados, para la cual se prepararon los esquemas de obra a fin de calcular los costos de la obra. Sin embargo, en el año 2004 que se actualizaron estos costos con datos relativos a la distancia de acarreo de material impermeable, se realizó el análisis comparativo para otro tipo de cortinas,

resultando más económica la alternativa de enrocamiento con pantalla de concreto, dada la cercanía del banco de roca.

Es así que en el 2005 se complementaron los estudios de factibilidad técnica, económica, social y ambiental para determinar la viabilidad de realizar el proyecto para la construcción de la presa El Yathé; que el Gobierno del Estado de Hidalgo promueve nuevamente a petición de los usuarios del Distrito de Riego 100 y de campesinos de la región que esperan que las obras proyectadas en el PLHICEN continúen.

## **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### **Componentes**

El proyecto “El Yathé” presentó una alta complejidad para su formulación, pues el tamaño de la presa y la zona de riego correspondiente fueron determinadas de acuerdo a los resultados de los estudios básicos de hidrología y geología, para poder estimar apropiadamente los volúmenes de agua transferibles por el Canal del Centro y las aportaciones por cuenca propia, sin que el resto del sistema se vea alterado en su operación. Todo ello para evitar futuros conflictos por el uso del agua en las unidades de Riego de la región norte del Estado de México y los Distritos de Riego 03 y 100.

De acuerdo con la alternativa seleccionada, este proyecto considera una cortina de enrocamiento de 70 m de altura máxima y 625 m de longitud de la corona y cuya capacidad total será de 41 Mm<sup>3</sup> para consolidar el riego de 2,950 ha de las 13,084 ha del Módulo No 1 “Alfajayucan” que ya cuentan con infraestructura de distribución de agua, pero que no se utiliza cabalmente dado el déficit que se presenta en la época de estiaje, ante la insuficiencia de almacenamiento de las presas existentes en los Distritos de Riego 003 Tula y 100 Alfajayucan.

Para la etapa de construcción de la presa se considera una duración de 36 meses, en donde se establecen cinco rubros principales (ataguía, cortina, obra de desvío, obra de toma y vertedor), que serán desglosados en las actividades específicas de cada uno. Por otra parte se consideran otros rubros que permitirán ejecutar el proyecto y ponerlo en operación; tales como el camino de acceso y las indemnizaciones en el vaso para iniciar la construcción de la presa; un canal de interconexión y obras complementarias que permitirán incorporar la zona de riego existente.

Con la construcción y operación de la infraestructura hidráulica proyectada, se prevé que la producción agrícola aumente en la región, lo que permitirá elevar el nivel de vida de la población beneficiada y lograr el aprovechamiento racional e integral del recurso.

### **Costos y financiamiento**

La presa por si sola tendrá un costo de \$447.3 millones, a ser erogados durante la etapa de construcción en la que participará en su financiamiento únicamente el

Gobierno Federal, a través de la Comisión Nacional del Agua, este importe representa el 80% del costo de inversión total del proyecto.

Por su parte, el Gobierno del Estado de Hidalgo participará en los esquemas de compensación de los afectados por el vaso de la presa, camino de acceso, canal de interconexión y obras complementarias para incorporar la zona de riego existente, además de un porcentaje adicional por concepto de ingeniería y administración y un porcentaje de imprevistos, los cuales, en apego al acuerdo de coordinación, serán financiados con cargo al presupuesto del Gobierno del estado por un monto de \$111.2 millones, lo que representa el 20% del costo de inversión.

El importe total del proyecto es de \$558.5 millones de pesos de 2007, valorados a precios privados, incluyendo el Impuesto al Valor Agregado.

**Tabla 1. Costos de Inversión**

Componente de Obra	Importe Total	Programa de inversion		
		Año 0	Año 1	Año 2
Ataguia	581,464	581,464		
Obra de Desvío	18,695,918	11,509,304	7,186,614	
Cortina	337,594,938	67,212,099	175,980,152	94,402,686
Obra de Toma	14,790,372	7,706,598	1,234,324	5,849,450
Vertedor	17,305,400	87,672	8,759,133	8,458,596
Canal de Interconexion	11,339,567		4,535,827	6,803,740
Camino de Acceso	4,225,183	4,225,183		
Obras complementarias ZR	10,965,150			10,965,150
Indemnizaciones	6,798,393	6,798,393.00		
<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>422,296,385</b>	<b>98,120,713</b>	<b>197,696,050</b>	<b>126,479,622</b>
ING. Y ADMON	21,114,819	4,906,036	9,884,802	6,323,981
IMPREVISTOS	42,229,639	9,812,071	19,769,605	12,647,962
<b>COSTO TOTAL (SIN IVA)</b>	<b>485,640,843</b>	<b>112,838,820</b>	<b>227,350,457</b>	<b>145,451,566</b>
IVA (15%)	72,846,126	16,925,823	34,102,569	21,817,735
<b>COSTO TOTAL (CON IVA)</b>	<b>558,486,970</b>	<b>129,764,643</b>	<b>261,453,026</b>	<b>167,269,300</b>

En cuanto a los costos de operación y mantenimiento del proyecto, éstos se estimaron en 244.5 mil pesos anuales a precios de mercado, IVA incluido, para la operación de los riegos adicionales y el mantenimiento de estructuras y obras complementarias.

## EVALUACIÓN DEL PROYECTO

### Beneficios

Este proyecto permitirá ofertar una cantidad mayor de agua para consolidar el riego en una superficie de 2,950 ha al pasar de una superficie sembrada de 6,420 a 9,370 ha, con lo que se incrementará la producción agrícola, principalmente de forrajes. Ello generará incrementos en los ingresos de los productores agrícolas que ya cuentan con infraestructura y concesiones de agua que aprovechan parcialmente.

Se considera que los incrementos en los excedentes de los productores del Módulo 1, superarán los 115.7 millones de pesos anuales, una vez que el proyecto se consolide, ya que pasarán de un valor neto de producción actual de 76.2 millones anuales a un valor neto de producción del proyecto de 191.9 millones anuales, una vez que la operación se consolide, como se muestra en el cuadro siguiente:

**Tabla 2. Generación de Excedentes Agrícolas**

Concepto	Año de proyecto			
	0 a 3	4	5	6 a 35
<b>SIN PROYECTO</b>				
Superficie sembrada (ha)	6,420	6,420	6,420	6,420
Superficie cosechada (ha)	5,008	5,008	5,008	5,008
Valor de la producción (miles \$)	123,219	123,219	123,219	123,219
Costo de producción (miles \$)	46,973	46,973	46,973	46,973
<b>Excedente S/P (miles \$)</b>	<b>76,246</b>	<b>76,246</b>	<b>76,246</b>	<b>76,246</b>
<b>CON PROYECTO</b>				
Superficie sembrada (ha)	6,420	9,370	9,370	9,370
Superficie cosechada (ha)	5,008	8,902	8,902	8,902
Valor de la producción (miles \$)	123,219	221,844	236,617	260,120
Costo de producción (miles \$)	46,973	63,557	65,743	68,196
<b>Excedente C/P (miles \$)</b>	<b>76,246</b>	<b>158,287</b>	<b>170,874</b>	<b>191,923</b>
<b>EXCEDENTE MARGINAL</b>	<b>0</b>	<b>82,041</b>	<b>94,627</b>	<b>115,677</b>

### Costos sociales

El importe total del proyecto es de \$558.5 millones de pesos de 2007, valorados a precios privados, incluyendo el Impuesto al Valor Agregado. Al realizar la corrección de las distorsiones en los precios de mercado, tales como la mano de obra y los insumos disponibles en la región; los costos de inversión del proyecto, valorados a precios sociales se estimaron en \$463.0 millones.

En cuanto a los costos de operación y mantenimiento del proyecto, éstos se estimaron en 244.5 mil pesos anuales a precios de mercado y una vez corregido a precios sociales se estimaron en 223.8 mil pesos anuales para la operación por los riegos adicionales y el mantenimiento de estructuras y obras complementarias.

### Indicadores de rentabilidad

Se estimó la rentabilidad mediante el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) de los flujos de costos y beneficios financieros, económicos y sociales, la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Beneficio entre Costo (B/C). Estos indicadores fueron calculados de acuerdo con las fórmulas indicadas en el anexo I de los "Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión". La tasa de referencia para todos los cálculos requeridos en las

evaluaciones financiera, económica y social, fue la tasa de actualización del 12%, recomendada por la Unidad de Inversiones de la SHCP.

**Tabla 3. Indicadores de la evaluación base**

Concepto	Unidad	Valor
Relación B/C	Adim	1.68
TIR social	%	<b>19.29%</b>
VAN social	miles \$	<b>282,060</b>

Como se puede apreciar, los indicadores de valor actual neto, tasa interna de rendimiento y relación beneficio entre costo son altamente positivos; ya que sobrepasan en mucho el costo de los recursos públicos, que la Unidad de Inversiones de la SHCP estima en un 12%.

### **Análisis de sensibilidad**

Para evaluar los riesgos del proyecto, se realizó un análisis de sensibilidad haciendo variar en diferentes rangos de certidumbre las variables más importantes (montos de inversión, costos de producción y precios medios rurales de los cultivos principales).

Con un rango amplio de valores en los factores relevantes de evaluación (costos de inversión y beneficios), fueron recalculados los indicadores de rentabilidad del proyecto para su comparación y análisis; obteniéndose los resultados siguientes:

**Tabla 4. Análisis de Sensibilidad de Variables Relevantes**

Variable evaluada	Escenario	Limite en el que el proyecto es no rentable
Monto de inversión	Incremento en costo (%)	68%
Precios de Productos	Tasa Anual (Reducción en %)	4.0%

De acuerdo con estos resultados, se concluyó que los indicadores de rentabilidad social se mantienen positivos aún bajo escenarios desfavorables, pues el análisis de sensibilidad indica que soporta cambios que difícilmente se observarán dados la estabilidad de precios y de los costos de producción de los cultivos.

### **CONCLUSIONES**

Se considera que en caso de no realizarse el proyecto, las condiciones de los cultivos seguirían siendo deficitarias (con bajos rendimientos) y por otra parte se estaría desaprovechando infraestructura de riego ya construida y volúmenes que se descargan sin ser aprovechados en riego, lo que seguirá motivando de alguna manera las presiones políticas a la CNA para que continúen las obras proyectadas en el PLHICEN, esto se apoya en las siguientes conclusiones:

- De acuerdo a los resultados de la Complementación de los Estudios de Factibilidad Técnica, Económica, Social y Ambiental de la Presa El Yathé,

Estado de Hidalgo, es técnica y económicamente factible la realización del proyecto, mediante la construcción de una cortina de enrocamiento con pantalla de concreto;

- Los indicadores de rentabilidad, Valor Actual Neto Social (282 millones de pesos), tasa interna de rendimiento (19.29%) y relación beneficio entre costo (1.68) son favorables, especialmente por el hecho de que la infraestructura de distribución ya está construida y en operación;
- Los análisis de sensibilidad muestran que aún bajo escenarios muy desfavorables de comportamiento de las variables relevantes; el proyecto sigue siendo rentable socialmente, lo que significa que muestra bajos riesgos de fracaso ante el eventual cambio en los montos de inversión o el valor de la producción.

## **SINTESIS CURRICULAR**

El Ing. Jerónimo Hernández Hernández obtuvo el grado de Ingeniero Civil (1991) en la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura (ESIA) del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Posteriormente realizó estudios de postgrado (1994-1996) en la Universidad Cornell en Nueva York, Estados Unidos, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias (Master of Science) con área de concentración en Recursos Hidráulicos (Water Resource Systems) en la Escuela de Ingeniería Civil y Ambiental de dicha universidad.

En materia de evaluación de proyectos, en el año 2001 cursó el Diplomado en Identificación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos en el Instituto Tecnológico Autónomo de México.

En otros temas, ha cursado Diplomados en Calidad Total en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Ciudad de México y en Planeación, Programación y Presupuestación en el Instituto Nacional de Administración Pública.

En este último, ha sido profesor de la materia de Evaluación de Proyectos, en la Licenciatura en Administración Pública. Además ha sido ponente invitado en diversos cursos en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Puebla, así como panelista en la Especialidad de Evaluación Financiera y Socioeconómica de Proyectos en el Instituto Tecnológico Autónomo de México.

En cuanto a la práctica de evaluación de proyectos, en el periodo 1997-2000, realizó cerca de 30 evaluaciones de proyectos de tecnificación de riego. Estos proyectos fueron evaluados durante su trabajo en el Fideicomiso de Riesgo Compartido (Firco).

Posteriormente, en la Gerencia Regional de Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala (GRAVAMEX), hoy Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México, en el periodo 2003-2008 coordinó el proceso de elaboración y presentación de los Análisis costo beneficio de los proyectos y programas de inversión a cargo del Organismo. Además, elaboró anualmente, en el mismo periodo, los Documentos de Planeación de Programas y Proyectos de Inversión y coordinaba los Programas de estudios de factibilidad y preinversión en el ámbito regional, que recibían recursos mediante el presupuesto del Organismo de Cuenca. Contrató y supervisó la realización de un Diplomado en Evaluación Socioeconómica de Proyectos y diversos estudios de factibilidad técnica, económica y ambiental.

A partir de octubre de 2008, el Ing. Hernández se dedica a la práctica de la evaluación como Consultor Independiente, trabajando de manera específica en el sector agua, para clientes como los Organismos de Cuenca Balsas, Noroeste y Aguas del Valle de México, la Comisión del Agua del Estado de México y la Secretaría de Obras y Servicios del Gobierno del Distrito Federal.