



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
<http://ageconsearch.umn.edu>
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

**EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PLANTA PURIFICADORA DE
AGUA EN INFIERNILLO, MUNICIPIO DE ARTEAGA,
MICHOACÁN**

Moisés Arreguín Sámano¹, J. Martín González Elías²,
José Luis Delgado Hernández³ y Guillermo Carrillo Espinoza⁴

**Economic Evaluation of Water Purification Plant in
Infiernillo, Municipality of Arteaga, Michoacán**

ABSTRACT

The informal market of purified water in Mexico grew in 2004 to 50% in some areas. Currently, the sale of bottled water is equivalent to 26.03 million l/year, 18.22 million in water jug and 7.81 million in individual water bottles. However, the commonwealth of Infiernillo, municipality of Arteaga, Michoacán, the market niche demand is unsatisfied; coupled to 2,600 habitants of the Colonies Pitireras and Morelos consume untreated water, that contain salts and these are extracted from the dam Infiernillo. The main objective of this research is to evaluate financially a water purification plant to meet quality and quantity of product demand in the study area. For this purpose, were evaluated the assessed the economic feasibility, the economic costs of production and the monetary benefits of commercialization. Financial indicators Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Benefit Cost Ratio (B/C) and Net Benefit-Investment (K/N) are determined using a Microsoft Excel spreadsheet, the program analysis projects (ANPRO) and the Statistical Analysis Sistem package SAS. The economic information was obtained from an water purifying plant pre-feasibility study carried out in this community. The variables considered were costs of staff (509,400 pesos), raw and annually supplies (187,635 pesos), costs of fixed investment (309,543 pesos), deferred (35,087 pesos), annual costs (108,692 pesos) and revenue (3'077, 280 pesos). The results were going NPV = 6'745, 459.75 pesos; TIR = 44.15%; R B/C = 2.16 pesos and N/K = 21.73. To perform the analysis of sensitivity of total costs and total income, the project stand a decrease in the first of an increase of 20%, while in the second case it stand a decrease of 20%. However, the project shows viability.

Keywords: economic costs, monetary benefits, profitability indicators, sensitivity analysis.

RESUMEN

El mercado informal del agua purificada en México creció en 2004 hasta 50% en algunas zonas. Actualmente, la venta de agua embotellada equivale a 26.03 millones de l/año, 18.22 millones en garrafón y 7.81 millones en botellas individuales. Sin embargo, en la comunidad de Infiernillo, Municipio de Arteaga, Michoacán, la demanda del nicho de mercado está insatisfecha, aunado a que 2,600 habitantes de Colonias Pitireras y Morelos consumen aguas no tratadas, que contienen sales y son extraídas de la Presa Infiernillo.

¹Doctor en Problemas Económico Agroindustriales, Profesor de Tiempo Completo del Departamento de Agronomía de la División de Ciencias de la Vida del Campus Irapuato-Salamanca de la Universidad de Guanajuato. E-mail: m_arreguin230@yahoo.com.mx

²Doctor en Ciencias en Economía Agrícola, Profesor de Tiempo Completo del Departamento de Agronomía de la División de Ciencias de la Vida del Campus Irapuato-Salamanca de la Universidad de Guanajuato. E-mail: mgleze@hotmail.com

³Maestro en Ciencias en Administración. Profesor-Investigador de Tiempo Completo del Departamento de Agronomía de la División de Ciencias de la Vida del Campus Irapuato-Salamanca de la Universidad de Guanajuato. E-mail: delgado@ugto.mx

⁴Profesor-Investigador de Tiempo Completo de la División de Ciencias Forestales, Departamento de Aprovechamiento Forestal. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, estado de México, C. P. 56230. E-mail: gcarrilloe@hotmail.com

El objetivo principal de esta investigación es evaluar financieramente una planta purificadora de agua que satisfaga en calidad y cantidad la demanda del producto en el área de estudio. Para este fin, se evaluó la factibilidad económica, se estimaron los costos económicos de su producción y los beneficios monetarios de su comercialización. Los indicadores de rentabilidad financiera Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Relación Beneficio Costo (B/C) y la relación beneficio-inversión neta (K/N) fueron determinados mediante una hoja de Microsoft Excel, el Programa Análisis de Proyectos (ANPRO) y el Paquete Sistema de Análisis Estadístico SAS.

La información económica se obtuvo de un estudio de pre-factibilidad de una planta purificadora de agua realizado en esta comunidad. Las variables estudiadas fueron costos de personal (509,400 pesos), materias primas e insumos anuales (187,635 pesos), costos de inversión fija (309,543 pesos), diferida (35,087 pesos), costos anuales (108,692 pesos) y presupuesto de ingresos (3'077,280 pesos). Los resultados fueron VAN = 6'745,459.75 pesos; TIR = 44.15%; R B/C = 2.16 pesos y N/K = 21.73. Al realizarse el análisis de sensibilidad de costos totales e ingresos totales, el proyecto soportó una disminución en los primeros de un incremento del 20%, mientras que en el segundo caso soportó una disminución de 20%. Sin embargo, el proyecto muestra viabilidad.

Palabras clave: costos económicos, beneficios monetarios, indicadores de rentabilidad, análisis de sensibilidad.

INTRODUCCIÓN

Una de las mayores preocupaciones en la historia de la humanidad ha sido el procurarse agua lo más pura y limpia posible (El agua Potable, 2011). Un ejemplo de ello fueron los antiguos pueblos orientales, que usaban arena y barro poroso para filtrar el agua. También en Europa los romanos construyeron una red de acueductos y estanques e instalaron filtros para obtener agua de mayor calidad (El agua Potable, 2011). Hoy sabemos que existen métodos registrados 4,000 años antes de Cristo, para mejorar el sabor u olor del agua. Incluso, antiguos escritos griegos, recomendaban métodos de tratamiento, como filtración a través de carbón, exposición a los rayos solares y ebullición (El agua Potable, 2011).

En el siglo XX se descubrió que la turbiedad del agua no era sólo un problema estético, pues las partículas en las fuentes del agua, como la materia fecal, podrían servir de refugio a los patógenos (Barrón, 2006). Aunque se mostró que la filtración es un método de tratamiento efectivo para reducir la turbiedad. Entonces, los desinfectantes, como el cloro, jugaron un gran papel en la reducción del número de brotes epidémicos en los comienzos del siglo XX (El agua Potable, 2011).

Esto se explica debido a que después del oxígeno, el agua es el componente natural más importante para el desarrollo y el mantenimiento de la vida humana (Barrón, 2006). Sin embargo, en México, el problema de la baja calidad del agua potabilizada doméstica para consumo humano es una de las principales preocupaciones de gran parte de la población; por ejemplo, olor, sabor, sarro de calcio en grifos, microbios y bacterias en agua (Agua Latinoamericana, 2004). En consecuencia, la presencia de estas características y la falta de acceso generalizado al agua potable ha provocado que México sea el país con mayor consumo per cápita de agua embotellada en el mundo (Agua Latinoamericana, 2004 y Departamento de Redacción, 2010).

La venta actual de agua embotellada en México asciende a 26.03 millones de litros al año, 18.22 millones (70%) comercializados en garrafón y 7.809 millones (30%) en botellas individuales de litro (Departamento de Redacción, 2010). Sin embargo, en la comunidad de Infiernillo, Municipio de Arteaga, Michoacán, los grandes fabricantes no se han acercado a abastecer la demanda del nicho de mercado detectado y, en consecuencia, sus habitantes adquieren el líquido de la vecina Ciudad de Lázaro Cárdenas debido a que buscan una alternativa para obtener agua en condiciones de calidad que garantice su salud (Chávez y Rodríguez, 2006). Por lo tanto, se demuestra que en la propia comunidad no existe competencia, por lo que el déficit real estimado de agua purificada es de 2'920,000 l/año (Chávez y Rodríguez, 2006).

Consecuentemente, la evaluación financiera de una planta purificadora de agua en la comunidad de Infiernillo, Municipio de Arteaga, Michoacán, define, según Córdoba (2006), su factibilidad con base en las técnicas más apropiadas, la asignación de recursos, la generación de empleos y los beneficios sociales en función de los indicadores, la cantidad de recursos empleados y sus costos. Por lo tanto, el objetivo principal de esta investigación es evaluar financieramente una planta purificadora de agua que satisfaga en calidad y cantidad la demanda del producto en el área de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información primaria fue obtenida de un Estudio de Pre-factibilidad de la Planta Purificadora de Agua en Infiernillo A. C. en 2009, el cual consistió en la obtención de datos de las variables estudiadas en el proyecto (Chávez y Rodríguez, 2006). Posteriormente, se calculó la rentabilidad del proyecto mediante indicadores de evaluación económica en 2011.

Indicadores de evaluación económica.

Estos Indicadores son usados en la evaluación de proyectos, pues son conceptos valorizados que expresan el rendimiento económico de la inversión (Muñante, 1992). Con base en esto, se puede tomar la decisión de aceptar, rechazar la realización de un proceso o evaluar la rentabilidad del proyecto. Además, esta evaluación permite comparar y seleccionar entre diferentes alternativas. Los indicadores son aquellos que consideran el valor del dinero en el tiempo; por ejemplo: Valor Actual Neto (VAN); Relación Beneficio-Costo (B/C); Relación Beneficio-Inversión Neta (N/K) y Tasa Interna de Retorno (TIR).

La determinación de cada uno de los indicadores mencionados es:

Valor Actual Neto (VAN). También llamado Valor Presente Neto (VPN), se determina por la diferencia entre el valor actualizado de la corriente de beneficio menos el valor actualizado de la corriente de costos, a una tasa de actualización previamente determinada (Muñante, 1992). Sin embargo, también se puede determinar por el valor que da la sumatoria del flujo de fondos actualizados o los beneficios netos actualizados que incrementan a la tasa de actualización previamente determinada. Matemáticamente se escribe de la siguiente manera (Muñante, 1992):

$$VAN = \sum_{t=1}^T Bt(1+r)^{-t} - \sum_{t=1}^T Ct(1+r)^{-t} \text{ o } VAN = \sum_{t=1}^T (Bt - Ct)(1+r)^{-t}$$

Dónde: Bt = Beneficios en cada año del proyecto; r = Tasa de actualización; t = Tiempo en años; Ct = Costos en cada año del proyecto y $(1+r)^{-t}$ = Factor de actualización o descuento.

Relación Beneficio-Costo (B/C). Es el cociente que resulta de dividir el valor actualizado de la corriente de beneficio entre el valor actualizado de la corriente de costos a una tasa de actualización previamente determinada. Su expresión matemática es la siguiente (Muñante, 1992):

$$\mathbf{B/C} = \sum_{t=1}^T Bt(1+r)^{-t} / \sum_{t=1}^T Ct(1+r)^{-t} \text{ o } \mathbf{B/C} = \sum_{t=1}^T (Bt - Ct)(1+r)^{-t}$$

Dónde: Bt = Beneficios en cada año del proyecto; r = Tasa de actualización; t = Tiempo en años; Ct = Costos en cada año del proyecto y $(1+r)^{-t}$ = Factor de actualización o descuento. De acuerdo al criterio formal de elección de los proyectos de inversión a través de este indicador, se admitirán los proyectos o se catalogarán como rentables si su B/C es mayor que uno.

Relación Beneficio-Inversión Neta (N/K). Es el cociente que resulta de dividir el valor actual del flujo de fondos o beneficios incrementales netos en los años después de que esta corriente se ha vuelto positiva (Nt), entre el valor actual de la corriente del flujo de fondos en aquellos primeros años del proyecto, en que esa suma es negativa (Kt) a una tasa de actualización previamente determinada. En términos matemáticos se expresa de la siguiente forma:

$$\mathbf{N/K} = \sum_{t=1}^T Nt(1+r)^{-t} / \sum_{t=1}^T Kt(1+r)^{-t}$$

Dónde: Bt = Beneficios en cada año del proyecto; r = Tasa de actualización; t = Tiempo en años; Ct = Costos en cada año del proyecto y $(1+r)^{-t}$ = Factor de actualización o descuento. El criterio formal de selección a través de este indicador es aceptar todos los proyectos cuyas N/K sea igual o mayor que uno, a la tasa de actualización seleccionada (Muñante, 1992).

Tasa Interna de Retorno (TIR). Es la tasa de actualización que hace que el valor actualizado de la corriente de beneficios totales se iguale al valor actualizado de la corriente de costos totales. Su expresión matemática es la siguiente (Muñante, 1992):

$$\mathbf{TIR} = \sum_{t=1}^T Bt(1+r)^{-t} - \sum_{t=1}^T Ct(1+r)^{-t} = 0 \text{ o } \mathbf{TIR} = \sum_{t=1}^T (Bt - Ct)(1+r)^{-t} = 0$$

Dónde: Bt = Beneficios en cada año del proyecto; r = Tasa de actualización; t = Tiempo en años; Ct = Costos en cada año del proyecto y $(1+r)^{-t}$ = Factor de actualización o descuento.

La TIR se calcula, en la forma tradicional, por tanteo e interpolación (Muñante, 1992). Este cálculo se hace buscando la tasa de actualización que trate de igualar a cero el flujo actualizado de fondos, hasta encontrar los dos flujos de fondos actualizados que más se acerquen a cero, debiendo ser uno positivo y el otro negativo. Sin embargo, la diferencia entre las tasas debiera ser de cinco puntos porcentuales como máximo, con el objeto de que el resultado tenga un mínimo de error. Una vez obtenidas estas tasas se realiza la interpolación aplicando la siguiente fórmula:

$$\mathbf{TIR} = \mathbf{I}_1 + [(\mathbf{I}_2 - \mathbf{I}_1) (\mathbf{FFA1}) / (\mathbf{FFA1} - \mathbf{FFA2})]$$

Dónde: \mathbf{I}_1 = Tasa menor de actualización; \mathbf{I}_2 = Tasa mayor de actualización; \mathbf{FF}_1 = Flujo de fondos actualizados a la tasa menor y \mathbf{FF}_2 = Flujo de fondos actualizados a la tasa mayor (Muñante, 1992).

Hoja de Cálculo de Microsoft Excel: Una **hoja de cálculo** es un programa que permite manipular datos numéricos y alfanuméricos dispuestos en forma de tablas compuestas por celdas que suelen organizar en una matriz bidimensional de filas y columnas. La celda es la unidad básica de información en la hoja de cálculo, donde se insertan los valores y las fórmulas que realizan los cálculos. Habitualmente es posible realizar cálculos complejos con fórmulas y funciones, así como dibujar distintos tipos de gráficas (Wikipedia, 2011). Desde 1993, Excel ha incluido Visual Basic para Aplicaciones (VBA) que añade la capacidad para automatizar tareas en Excel y para proporcionar funciones definidas por el usuario para su uso en las hojas de trabajo (Wikipedia, 2011).

Programa de Análisis de Proyectos (ANPRO). El Programa ANPRO fue desarrollado en la Universidad Autónoma Chapingo para el cálculo de indicadores en la Evaluación de Proyectos de Inversión en 1992. Este programa fue diseñado por Servin y Pereira bajo el lenguaje Programación C y trabaja bajo el Sistema Operativo MS DOS hasta 36 bits. Este programa trabaja con la misma clase de objetos que la mayoría de las computadoras (caracteres, números y direcciones que pueden ser combinados con los operadores aritméticos y lógicos) utilizados normalmente en las máquinas (Perea y Juárez, 1992). Finalmente, ANPRO tiene excelentes niveles en rapidez, fácil manejo y las pruebas que se han realizado por diferentes autores con este programa indican que es de gran confiabilidad (Perea y Juárez, 1992).

Statistical Analysis System (SAS). SAS Institute fue fundado por Anthony Barr, Jim Goodnight (su actual director general), John Sall y Jane Helwig el 1 de julio de 1976. Su nombre es el acrónimo de *statistical analysis systems* (sistemas de análisis estadístico) aunque, posteriormente, al extender su oferta de productos más allá de los meramente dedicados al análisis estadístico, pasó a utilizarlo como nombre propio. El primer producto de SAS Institute fue el *SAS software package*, un lenguaje de programación para el análisis estadístico de datos en mainframes de IBM. Actualmente, este lenguaje de programación, llamado *SAS base*, es el motor de una serie de herramientas para la dirección estratégica de empresas, la gestión del riesgo financiero, el desarrollo de modelos de minería de datos, etc. (Vázquez, 1982).

La Programación SAS para evaluación económica de este proyecto se realizó de la siguiente manera (Vázquez, 1982):

```
DATA POTABILIZADORA;
ARRAY FA(I) FA1 - FA1000;
INPUT T BEN COST; FC=BEN-COST;
DO I=1 TO 1000;
R=I/100; M=1; TD=0.1541; P=1;
FA=(1/(1+((R/M)**(M*T)))*FC;
FCA=FC/((1+TD)**T); B=0; IF FCA>0 THEN B=FCA;
IN=0; IF FCA<0 THEN IN=FCA*(-1);
BA=BEN/((1+(TD/P)**(P*T))); CA=COST/((1+(TD/P)**(P*T)));
END; OUTPUT;
CARDS;
.....Espacio para datos.....;
PROC PRINT; VAR T BEN COST FC BA CA FCA;
PROC MEANS N SUM; VAR BEN COST BA CA FC FCA;
PROC MEANS N SUM; VAR BA CA FA1 - FA1000 B IN;
OUTPUT OUT=NEW SUM=BA CA FA1 - FA1000 B IN;
DATA B; SET NEW;
RBC=BA/CA; VAN=BA-CA; NK=B/IN;
PROC PRINT; VAR VAN RBC NK;
RUN;
```

Características generales del proyecto. Infiernillo de Morelos es, según Chávez y Rodríguez (2006), una de las principales localidades del Municipio de Arteaga. Se localiza al Sureste de este municipio, en las coordenadas 18° 16' 56'' de Latitud y 101° 54' 05'' de Longitud, tiene una altura de 75 m.s.n.m. Infiernillo de Morelos limita al Norte con la localidad el Atuto, al Este con la Presa José María Morelos, al Sur con la localidad Buenavista o Enramadas y al Oeste con la Localidad Lagunita.

Evaluación económica. El análisis financiero se realizó mediante una Hoja de Cálculo de Microsoft Excel, el Programa ANPRO y el paquete estadístico SAS. Unas de las razones de este trabajo, es que no existe un paquete propio y universal, como Microsoft Excel, para el cálculo de los indicadores. Algunos institutos e investigadores no aceptan estimaciones con hojas de cálculo, pues la programación ya establecida es incombible, como el Microsoft Excel y el ANPRO, debido a que presentan un lenguaje de programación que no acepta modificaciones. El Programa ANPRO trabaja con la misma clase de objetos que la mayoría de las computadoras, utilizados normalmente en las máquinas (Perea y Juárez, 1992). En cambio, con SAS se puede programar de acuerdo a las necesidades o requerimientos de la investigación (Vázquez, 1982).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la obtención del cálculo de los indicadores en los tres casos con la Hoja de Cálculo de Microsoft Excel, ANPRO y SAS, se utilizó la información que muestra el cuadro 1.

Cuadro 1. Flujo de caja de la potabilizadora de agua en 2011 (pesos).

Periodo (Año)	Costo Total	Beneficio Total	Factor de actualización (15.41%*)
1	375 570.00	0	0.866
2	820 883.00	3 077 280.00	0.751
3	944 015.00	3 077 280.00	0.651
4	1 085 618.00	3 077 280.00	0.564
5	1 248 460.00	3 077 280.00	0.488
6	1 435 729.00	3 077 280.00	0.423
7	1 651 089.00	3 077 280.00	0.367
8	1 898 752.00	3 077 280.00	0.318
9	2 183 565.00	3 077 280.00	0.275
10	2 511 100.00	3 077 280.00	0.239

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Barrón (2006) y Chávez y Rodríguez (2006). 2011

* 4.41% de tasa de CETES (18/01/11) y 11% de tasa de riesgo de inversión. Banxico. 2011. www.banxico.gob.mx

1. HOJADE CÁLCULO DE MICROSOFT EXCEL

El valor actual Neto (VAN) obtenido durante la vida útil del proyecto (10 años) a una tasa de actualización del 15.41%, el proyecto permitirá generar utilidades netas hasta de 6,745,459.11654 pesos; la Relación Beneficio Costo (B/C) que se obtuvo del proyecto fue de 2.16422 pesos, la cual se interpreta que durante la vida útil del proyecto se recuperara el peso invertido y se obtendrá un beneficio neto de 1.16422 pesos; es decir, por cada peso invertido a una tasa de actualización de 15.41%, se obtendrá una ganancia de 1.16422 pesos; La Tasa Interna de Retorno (TIR) fue 595.14140%. Esto significa que obtendrá durante la vida útil del proyecto una rentabilidad promedio de 595.14140% o también se le interpreta como la capacidad máxima que puede soportar un proyecto en donde los beneficios actualizados son iguales a los costos actualizados.

Finalmente, la Relación Beneficio-Inversión Neta (N/K) que se obtuvo en el proyecto fue de 21.72832 pesos, que es aceptado por ser mayor a uno. Este indicador señala que por cada peso invertido inicialmente, se obtendrán beneficios netos totales de 20.72832 pesos o que la inversión inicial actualizada podrá incrementarse hasta en 2,072.832%, a fin de que se igualen los beneficios netos totales actualizados. El precio mínimo a vender 153,864 garrafrones es 43.84 pesos/unidad. Sin embargo, la cantidad mínima a vender que ofrece un punto de equilibrio de venta en este proyecto es, a un precio de 20 pesos/unidad, 70,774 Unidades promedio/Año.

En el cuadro 2 se presentan los indicadores de evaluación económica utilizando la hoja de cálculo de Microsoft Excel obtenidos en el proyecto de investigación:

Cuadro 2. Indicadores de la Evaluación económica utilizando Excel. 2009 (pesos).

INDICADORES DE EVALUACIÓN	EXCEL
TIR	595.1414
VAN	6,745,459.12
RBC	2.16422
N/K	21.72832

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Barrón (2006) y Chávez y Rodríguez (2006). 2011

2. PROGRAMA ANÁLISIS DE PROYECTOS (ANPRO).

El cuadro 3 muestra los indicadores de evaluación económica utilizando el ANPRO, obtenidos en el proyecto de investigación donde el VAN es de 6,748,108.50000 pesos; la RB/C fue de 2.16400 pesos, la TIR fue 595.14120% y finalmente la relación N/K es de 21.73500 pesos. Estos indicadores muestran viabilidad y rentabilidad económica Asimismo, la cantidad mínima a vender que ofrece un punto de equilibrio de venta en este proyecto es, a un precio de 20 pesos/unidad, 70,774 Unidades promedio/Año.

Cuadro 3. Indicadores de la Evaluación económica utilizando ANPRO. 2009 (pesos).

INDICADORES DE EVALUACIÓN	ANPRO
TIR	595.1412
VAN	6,748,108.50
RBC	2.164
N/K	21.735

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Barrón (2006) y Chávez y Rodríguez (2006). 2011

3. PROGRAMA STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM (SAS).

Los resultados obtenidos en el proyecto de investigación de los indicadores de evaluación económica utilizando el SAS se muestran en el cuadro 4; donde el VAN obtenido es de 6,748,108.75000 pesos; la relación B/C obtenida fue de 2.16400 pesos; la TIR fue de 44.14570% y la relación N/K que se obtuvo fue de 21.72830 pesos Asimismo, la cantidad mínima a vender que ofrece un punto de equilibrio de venta en este proyecto es, a un precio de 20 pesos/unidad, 70,774 Unidades promedio/Año.

Cuadro 4. Indicadores de la Evaluación económica utilizando SAS. 2009 (pesos).

INDICADORES DE EVALUACIÓN	SAS
TIR	44.1457
VAN	6,745,459.75
RBC	2.16422
N/K	21.7283

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Barrón (2006) y Chávez y Rodríguez (2006). 2011

El cuadro 5 indica el resumen y comparación de los indicadores obtenidos, mediante hoja cálculo de Microsoft Excel, Programa análisis de proyectos (ANPRO) y Programa Statistical Analysis System (SAS), como se muestra enseguida.

CUADRO 5. Comparación de indicadores financieros obtenidos en 2011 (pesos).

Concepto	Método de Evaluación			
	Microsoft Excel	Programa ANPRO	SAS	Promedio
VAN	6,745,459.12	6,748,108.50	6,745,459.75	6,746,342.46
Relación B/C	2.16422	2.164	2.16422	2.16
TIR (%)	595.1414	595.1412	44.1457	411.48
Relación N/K	21.72832	21.735	21.7283	21.73

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Barrón (2006) y Chávez y Rodríguez (2006). 2011

De acuerdo con la experiencia en el uso de la metodología de la Hoja de Cálculo de Microsoft Excel, tiene mayor utilidad para la estimación práctica de los indicadores financieros, por su fácil manejo y la universalidad del Microsoft Office. No obstante, el Programa de ANPRO es muy bueno pero tiene un uso muy restringido ya que fue diseñado en la Universidad Autónoma Chapingo y no tuvo difusión, así que pocos investigadores del área económico administrativo lo conocen y el Programa Estadístico SAS es uno de los Software preferidos por los investigadores de los centros de investigación, pero en lo correspondiente al área económico-administrativo dentro del sector agropecuario, su uso es limitado. Sin embargo, la complejidad en su programación y que resulta ser un producto caro al adquirirlo, es muy utilizado en las investigaciones científicas más rigurosas.

La estimación del VAN de la potabilizadora de agua requiere la Tasa de los Certificados de la Tesorería (CETES) como una tasa real para su evaluación. En este caso, según BANXICO (2011) más 11% de margen de riesgo, corresponde a una tasa del 15.41%. Por lo tanto, según resultados obtenidos, el VAN promedio estimado para esta potabilizadora equivale a 6'746,342.46 pesos.

El programa SAS arroja una TIR más real, que es de 44.14570%. Esto se debe a que se puede programar el número de interacciones para que realice sus cálculos, mientras que con Excel y ANPRO están programados con un número de interacciones fija, donde trata de igualar los beneficios y costos actualizados. Con SAS en un inicio se programó con 350 interacciones y arrojó la TIR muy similar a de Excel y ANPRO, pero al cambiarla a 1,000 interacciones, el resultado es el que se presenta.

La relación beneficio-costo se basa, según Escalante (1981), en el principio de comparar los flujos de los beneficios actualizados con los flujos de los costos actualizados. No obstante, de acuerdo con Escalante (1981) y Córdoba (2006), el criterio decisivo para ejecutar o no la inversión de la potabilizadora de agua es la razón beneficio costo mayor que 1. Por lo tanto, la inversión en esta potabilizadora es factible, pues su relación beneficio costo indica que por cada peso invertido en este proyecto se obtiene una ganancia de 1.16 pesos.

Al realizar el análisis de sensibilidad en el proyecto se puede esperar que durante el periodo de tiempo de análisis de mediano o largo plazo, en este caso 10 años, el proyecto pueda mostrar no ser rentable debido al aumento de los costos y/o disminuciones en sus ingresos totales.

Al realizar el análisis de sensibilidad con un incremento del 20% en los costos totales de producción y manteniendo constante los ingresos se obtuvieron los indicadores que se muestran en el cuadro 6. Este deja ver que a pesar de que haya un incremento del 20% en los costos totales el proyecto es capaz de soportar ese aumento y, a pesar de ello, mostrar una ganancia positiva.

Cuadro 6. Comparación de indicadores de rentabilidad con un incremento del 20% en los costos totales manteniendo constante los ingresos totales. 2011 (pesos).

INDICADORES DE EVALUACIÓN	EXCEL	ANPRO	SAS	PROMEDIO
VAN	5,586,663.04	5,588,739.00	5,586,663.04	5,587,355.03
RBC	1.80352	1.803	1.80352	1.8
TIR	456.81156	456.81152	106.51323	340.05
N/K	15.30618	15.81152	15.3062	15.47

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Barrón (2006) y Chávez y Rodríguez (2006). 2011

Al considerar una disminución del 20% en los ingresos totales, manteniendo constante los costos totales, los indicadores de rentabilidad siguen mostrando la viabilidad del proyecto a pesar de este decremento en los ingresos, como lo muestra el cuadro 7.

Cuadro 7. Comparación de indicadores de evaluación económica cuando disminuye el ingreso en 20%. 2011 (pesos).

INDICADORES DE EVALUACIÓN	EXCEL	ANPRO	SAS	PROMEDIO
VAN	4,237,571.21	4,237,573.00	4,237,571.21	4,237,571.81
RBC	1.73137	1.731	1.73137	1.73
TIR	429.00101	0	80.0651	169.69
N/K	14.02176	13.56	13.5678	13.72

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Barrón (2006) y Chávez y Rodríguez (2006). 2011

En este sentido, es más sensible que la agroempresa purificadora de agua puede tener mayor riesgo en sus utilidades en la medida que los ingresos tiendan disminuir por bajo en los precios del producto que el incremento de los costos de producción.

CONCLUSIONES

1. El paquete *Statistical Analysis System* (SAS) tiene mayor precisión respecto a la estimación de los indicadores de rentabilidad en la evaluación de proyectos. No obstante, la Hoja de Cálculo de Microsoft Excel es el método más práctico en la estimación de los indicadores financieros por la universalidad de Microsoft Office y su facilidad de uso.
2. El Programa Análisis de Proyectos (ANPRO) cumple tanto en rapidez, facilidad de manejo como en exactitud de la estimación de los parámetros financieros. Asimismo, tanto el Programa ANPRO como el Programa Estadístico SAS son útiles en investigaciones científicas rigurosas.
3. El costo monetario total anual de la potabilizadora de agua equivale en promedio a 51.11% respecto a su ingreso total anual. Por lo tanto, sus ingresos totales son mayores que sus costos totales.
4. Utilizando el VAN más bajo calculado por SAS de esta potabilizadora equivale a 6'745,459.75 pesos. Por lo tanto, el proyecto es factible económicamente debido a que su valor es mayor que cero durante la vida útil del proyecto (10 años) a una tasa de actualización del 15.41%.
5. De acuerdo con la TIR calculada con SAS de esta potabilizadora de agua es del 44.1457%. En consecuencia, el proyecto es económicamente rentable debido a que es mayor que la tasa de rendimiento que se genera con los CETES a 90 días, más 11% de tasa de riesgo (15.41%).
6. La relación B/C en esta potabilizadora es de 2.16 pesos. Por lo tanto, el proyecto es factible económicamente debido a que cada peso invertido se obtiene una ganancia de 1.16 pesos.
7. El punto de equilibrio de la venta de 153,864 garrafones se alcanza con un precio mínimo de 43.84 pesos/unidad. Sin embargo, la cantidad mínima a vender de garrafones para alcanzar este punto de equilibrio es, a un precio de 20 pesos/unidad, 70,774 unidades promedio/año.

8. El análisis de sensibilidad muestra que a pesar de que se incrementaron los costos en 20% y la disminución de los ingresos en 20%, manteniendo constante su contraparte en casa uno de los casos, los indicadores de viabilidad de la agroempresa purificadora de agua siguen mostrando rentabilidad, a pesar de ser más sensible a las disminuciones en los precios de los productos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Banco de México. 2011. Inflación:
<http://www.banxico.org.mx/portal-inflacion/index.html>
2. Barrón C., L. J. 2006. Evaluación económica – financiera para la puesta en marcha de una planta purificadora de agua en la colonia empleados postales, Tijuana B.C. Tesis. Universidad Autónoma Chapingo. 80 P.
3. Chávez A., A. y Rodríguez V., J. L. 2006. Planta purificadora de agua en la Comunidad de Infiernillo, Municipio de Arteaga, Michoacán. Planta Purificadora de Agua en Infiernillo A. C. Estudio de Prefactibilidad. Secretaría de Planeación y Desarrollo Estatal. Morelia, Michoacán, México. 52 P.
4. Córdoba P., M. 2006. Formulación y Evaluación de Proyectos. Colección textos universitarios. Ecoe Ediciones. Bogotá, Colombia. Pp. 319-381.
5. Departamento de Redacción. 2010. México, primer lugar en consumo de agua embotellada. Periódico El Economista. Sección Sociedad. Lunes 17 de Mayo de 2010. Pp. 30.
6. El agua Potable. 2011. Tratamiento del agua. Antecedentes históricos. Internet:
http://www.elaguapotable.com/tratamiento_del_agua.htm
7. Escalante F., R. 1981. Evaluación Económica del Organismo Público Descentralizado Forestal “Vicente Guerrero” 1972-1980. Tesis. Colegio de Postgraduados. Pp. 24, 30-46.
8. Muñante P., D. 1992. Indicadores para la Evaluación Económica de Proyectos: VAN, B/C, N/K, TIR. Definición, Cálculo e Interpretación. Apuntes. Universidad Autónoma Chapingo. Subdirección de Investigación. Departamento de Economía Agrícola. 47 P.
9. Perea C. F. y Juárez S. F. 1992. Un estudio sobre análisis de proyectos (ANPRO) utilizando el lenguaje de programación C. Tesis. Departamento de Economía Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. Pp. 1-20.
10. Revista Agua Latinoamérica. 2004. Mercado del Agua en México. 4 (1). (Resumen).
11. Vázquez P., M. 1982. Evaluación de Proyectos. Manual de Procesamiento Electrónico. Talleres Gráficos de la Nación. México D. F. 20 P.
12. Wikipedia. 2011. Definición y características del Programa Microsoft Excel. Internet:
es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Excel.

***(Artículo recibido el 1 de junio del 2011 y aceptado para su publicación el 24 de junio del 2012).**