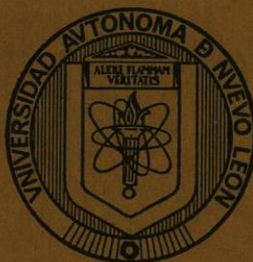


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE ECONOMIA



**ANALISIS SOCIO-ECONOMICO
DEL PROYECTO MONTERREY VI**

MONTERREY, N.L.

AGOSTO DE 1993

TRABAJO

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN ECONOMIA
PRESENTA**

ELODINA GUERRA DAVILA

110

T
TD2 29
.M6
G8
c.1

110



1080064151

					K0288	CRISTIAN FERNANDEZ
					K0287	MA. GUADALUPE LOPEZ HERNANDEZ
					K0288	MARINA OLIVERA CORREA
					K00181	FABIAN GOMEZ CAMACHO



**ANALISIS SOCIO-ECONOMICO
DEL PROYECTO MONTERREY VI**

MONTERREY, N.L.

AGOSTO DE 1993

ELODINA GUERRA DAVILA



Biblioteca Central
Magna Solidandad

T. tesis



BURO DE RESERVA
UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

Quiero dar las Gracias a Dios, Nuestro Señor:

- Por permitirme formar parte de una familia a la que adoro.
- Por poner en mi camino la sabiduría, experiencia y consejo de mis maestros. En particular de mis asesores: Dr. Jorge Valero Gil, Dr. José Alfredo Tijerina Guajardo y muy especialmente al Lic. Rodrigo Morales Elcoro.
- Por poner a mi alcance las herramientas indispensables para realizar este trabajo, a través de los directivos de I.A.D.M.
- Y por permitirme conocer el amor, la amistad, la confianza, la ayuda y comprensión, en una misma persona: Sergio Luis.

Sin todo esto no hubiera sido posible llegar a donde estoy.

CONTENIDO

INTRODUCCION

1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1) Marco Físico	1
1.2) Hidrografía y Clima	1
1.3) Geología y Edafología	2
1.4) Orografía	2
2. SITUACION ACTUAL	4
2.1) Población	4
2.2) Conexiones, Población Servida (Cobertura)	4
2.3) Oferta y Demanda de Agua Potable	5
2.4) Tarifas	6
3. EL PROYECTO	7
3.1) Objetivo y Descripción	7
3.2) Costo Total y Financiamiento	9
4. ANALISIS SOCIO-ECONOMICO	10
4.1) Marco Teórico General	10
4.2) Fundamentos Teóricos del Análisis Costo-Beneficio	12
4.3) El Excedente del Consumidor como Medida de Ingreso Real	16
4.4) Criterios de Decisión	20
4.4.1) El Criterio de Pareto, de Kaldor-Hicks y de Little	21
4.4.2) El Valor Presente Neto	22
4.4.3) La Tasa Interna de Retorno	23
4.4.4) La Razón Beneficio-Costo	24
4.5) Resultados	26
4.5.1) Costo - Beneficio del Proyecto	27
4.5.2) Impacto Distributivo del Proyecto	29
CONCLUSIONES	31

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

I N T R O D U C C I O N

El crecimiento económico, industrial y poblacional del Area Metropolitana de Monterrey la han convertido en una de las regiones más prósperas del país, lo que aunado al marco físico e hidrográfico que prevalece ha ocasionado varios problemas, uno de ellos se relaciona con el abastecimiento de agua potable para los habitantes de la región.

Tomando en cuenta esta problemática, el Gobierno Federal y el Gobierno Estatal, en coordinación con Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (institución encargada de prestar el servicio público de suministro a la mayor parte del Area Metropolitana de Monterrey) acordaron llevar a cabo la realización del Proyecto Monterrey IV y dar inicio a la construcción de la Presa El Cuchillo.

Este Proyecto comprende las siguientes acciones:

- ◆ La Presa "El Cuchillo";
- ◆ El Acueducto Cuchillo-Monterrey;
- ◆ La Ampliación de la Potabilizadora San Roque;
- ◆ La Ampliación y Mejoramiento de las Redes de Distribución de Agua en el Area Metropolitana de Monterrey;
- ◆ La Prolongación de Colectores y Emisores de Agua Residual;
- ◆ Las Plantas de Tratamiento para Agua Residual;
- ◆ La Primera Etapa de Modernización y Automatización;
- ◆ El Programa de Control de Pérdidas y Uso Eficiente del Agua.

El objetivo del presente trabajo consiste en realizar un Análisis Socio-Económico del Proyecto Monterrey IV, para poder ver el impacto que dicho proyecto va a tener en la población del Area Metropolitana. Para ello, considero relevante varios aspectos:

- ◆ Describir las características generales del Area Metropolitana de Monterrey.
- ◆ Mostrar una visión amplia de las condiciones actuales respecto al número de conexiones, cobertura, consumos y suministros históricos de agua potable y drenaje sanitario, así como de las tarifas de esos servicios.
- ◆ Describir brevemente el Proyecto Monterrey IV.
- ◆ Realizar la Evaluación Socio-Económica del Proyecto.

Para lograr este objetivo será necesario no sólo exponer los fundamentos teóricos del trabajo empírico, en donde se tratarán tópicos relacionados con funciones de demanda, excedente del consumidor, bienestar social, análisis costo-beneficio, criterios de inversión, entre otros, sino también, establecer los supuestos o consideraciones que van a sustentar dicha evaluación, tales como:

- ◆ Seguimiento de la Metodología del Modelo de Simulación de Obras Públicas (SIMOP) desarrollada por el Banco Interamericano de Desarrollo.
- ◆ Utilización de la Estimación de la Función de Demanda de Agua Potable en el Area Metropolitana de Monterrey realizada por el Centro de Investigaciones Económicas de la UANL.
- ◆ Consideración de Información Estadística Observada y Proyectada proporcionada por organismos como: Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Consejo Estatal de Población (COESPO), etc.

Con lo anterior se podrá determinar la rentabilidad del Proyecto Monterrey IV, al llevar a cabo el cálculo de criterios de inversión tales como el Valor Presente Neto y la Tasa Interna de Retorno, lo que ayudará a decidir la viabilidad económica del mismo.

Finalmente, con los resultados derivados de la evaluación será posible estimar la magnitud del Impacto Distributivo Directo en uno de los grupos clasificados en el presente trabajo.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1) Marco Físico.

En el año de 1596 fue fundada la ciudad de Monterrey al noreste de la República.

El desarrollo urbano de Monterrey ha crecido hasta formar el Area Metropolitana de Monterrey, la cual abarca una superficie de 2,434 Km².

Está situada entre los paralelos 25°15' y 26°30' de latitud norte y los meridianos 99°40' y 101°10' de longitud oeste.

El centro de la ciudad se encuentra aproximadamente a 550 metros sobre el nivel del mar, siendo el principal polo urbano del noreste de la República.

Actualmente, el Area Metropolitana de Monterrey (AMM), según el Plan Director de Desarrollo Urbano (PDDU, 1988-2010), está constituida por siete municipios: Apodaca, Garza García, Guadalupe, General Escobedo, Monterrey, San Nicolás de los Garza y Santa Catarina, aunque extiende su área de influencia a otros municipios.

1.2) Hidrografía y Clima.

El AMM se localiza dentro de la cuenca del Río San Juan, que abarca 32,972 Km², de los cuales, 18,860 Km² pertenecen al estado de Nuevo León.

Dentro del AMM se encuentran los arroyos Topo Chico y Talavera y los ríos Santa Catarina, la Silla y Pesquería.

Las zonas con mayor cantidad de agua aprovechable son el Cañón de Huajuco, la Sierra de la Silla, la Sierra Madre Oriental y las estribaciones de la Sierra Picachos.

El clima de Monterrey es extremoso con periodo de sequías en el verano y con algunas heladas durante el invierno, aunque de corta duración.

En la parte central del AMM las temperaturas medias son de 500 a 700 mm. En su parte sur y oriental, el clima es semicálido - seco, con temperaturas medias entre 20°C y 22°C y precipitaciones entre 600 y 700 mm. Al norte, es cálido muy

seco, con temperaturas medias de 22°C a 25°C y 400 a 600 mm. de lluvia. Al poniente es semicálido árido, con una media de 20°C a 23°C y precipitaciones erráticas y torrenciales menores a 400 mm. en promedio.

1.3) Geología y Edafología.

En el AMM predominan las rocas sedimentarias, básicamente las lutitas y calizas, a excepción de las zonas de contacto entre calizas, brechas y conglomerados, en las sierras, y al noroeste de la ciudad. Las lutitas se localizan en los taludes del oeste del Cañón del Huajuco y al este de la Sierra de la Silla, hasta los márgenes de los ríos Santa Catarina, San Juan y Ramos.

En la parte suroeste de la Sierra Madre Oriental se encuentra un grupo de lutita-arenisca. En los valles de la región centro, norte y este, hay depósitos de calizas y areniscas, guijarros, arenas, limos y arcillas, cuyo espesor se desconoce. Al noroeste de las Mitras y el Fraile existen capas de limos recubiertos por aluvión.

Los suelos de Tacuba, Talavera y Huinalá son típicos de una región semiárida, formados por una evapotranspiración mayor a la precipitación pluvial. Casi todos son delgados y de texturas gruesas o con subsuelos duros y poco permeables, con una morfología de perfiles variada.

Existen suelos altamente orgánicos de formación residual, no aptos para el desarrollo urbano, en Juárez, Cadereyta y Doctor González; suelos corrosivos al norte del río Pesquería, expansivos al norte de Escobedo y al noroeste, hasta Ciénega de Flores, y en Cadereyta. Por último, se encuentran suelos granulares sueltos y dispersivos al oriente de las sierras de El Fraile y de Potrero de Abrego, en Cadereyta, y al sur de Juárez.

1.4) Orografía.

El AMM se encuentra en dos regiones fisiográficas importantes, la llanura del Golfo y la Sierra Madre Oriental. La primera corresponde a zonas de suelos aluviales en valles, la segunda presenta topografía muy accidentada.

En general, la planicie urbana se inclina hacia el norte y el oriente, y se encuentra semicircundada por montañas y cerros.

Las pendientes más bajas se localizan en el centro, norte y noroeste de la ciudad, que son prácticamente planas. Inclinationes entre 2 y 7 % se encuentran

al sur de Monterrey, parte de Guadalupe, Garza García, Santa Catarina y el Cañón de la Huasteca; Juárez, Cadereyta y la zona de la Sierra del Fraile presentan de 8 a 15 % de pendiente.

Por último, las más pronunciadas corresponden a las zonas montañosas de Tacuba, Talavera y Huinalá.

2. SITUACION ACTUAL

2.1) Población.

Tomando en cuenta la información presentada en el ANEXO 1, donde se especifican los datos correspondientes a la población del Area Metropolitana, se encuentra que mientras en 1980 existían aproximadamente 2,016,000 habitantes, para el año de 1990 se dio un incremento anual del 2.48% llegando el AMM a albergar una población de 2,574,000 habitantes, siendo los municipios de Apodaca, Escobedo y Juárez quienes mayor crecimiento poblacional observaron (Ver ANEXO 1).

Lo anterior pone de manifiesto el explosivo crecimiento demográfico que el AMM ha tenido, no sólo por su tasa de crecimiento natural, sino también por la inmigración de habitantes de otras entidades federativas.

Actualmente, como ya se indicó, la tendencia histórica del crecimiento poblacional define una tasa media anual cercana al 2.5%, por lo que, de considerar una tasa media anual entre 2.56% y 2.69%, la población esperada para fines del año 2000 podrá estar en el rango de 3,313,670 a 3,355,910 habitantes.

2.2) Conexiones, Población Servida (Cobertura).

La prestación del servicio público de suministro de agua potable y de drenaje sanitario a la mayor parte de la población del AMM está a cargo de "Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey" (SADM), una institución pública descentralizada del Estado de Nuevo León.

Paralelamente a SADM, y dependiendo económicamente de ella, funciona la "Comisión de Agua Potable de Monterrey" (CAPDM), cuyas funciones comprenden la realización de estudios, investigaciones y proyectos, así como la supervisión de la ejecución de las obras de agua potable y alcantarillado que se realizan por SADM.

En alguna zonas del AMM, como son Apodaca, Escobedo y El Mezquital, opera la empresa pública "Sistema Estatal de Agua Potable y Alcantarillado de Nuevo León" (SISTELEON), que tiene como objetivo construir, administrar y rehabilitar los sistemas de tratamiento y reuso de aguas residuales, así como los de agua potable y alcantarillado existentes en el Estado.

El Plan Nacional de Desarrollo (1989-1994) considera el AGUA como recurso indispensable y crucial para el desarrollo del país, y teniendo esto en cuenta busca elevar el nivel de vida y salud de la población.

En función de lo anterior, uno de los objetivos de SADM es tratar de proporcionar los servicios de agua potable y alcantarillado a la mayor parte de la población.

Es así como ha logrado incrementar el número de conexiones, pues de 252,783 contratos de agua que había en 1980, en 1990 se dio un incremento del 99.8%, llegando a existir 504,997 contratos, con lo que es posible abastecer de agua a un 97.10% de la población metropolitana y de drenaje a un 90.17%.(Ver ANEXO 2).

2.3) Oferta y Demanda de Agua Potable.

El suministro de agua se ha convertido en esencial recurso para apoyar el crecimiento urbano e industrial del AMM, con su consecuente influencia en el crecimiento económico del país.

La ciudad de Monterrey y su Area Metropolitana cuentan actualmente con cinco Fuentes de Abastecimiento:

- a) Santiago (Túneles, Planta La Boca, San Francisco y Galerías Estanzuela);
- b) Buenos Aires (Galerías Huasteca y Pozos Profundos);
- c) Mina (Pozos Profundos);
- d) Monterrey (Pozos Profundos y Someros);
- e) Acueducto Linares - Monterrey (Presa Cerro Prieto y Escurrimientos Superficiales).

En conjunto, las fuentes anteriores generaron, en promedio, en 1990, un suministro de 8,290 Litros Por Segundo (LPS) que, comparado con la demanda proveniente de las cuatro categorías de consumidores, derivan un déficit de 1,731 LPS; esto equivale al 17% de la demanda en ese mismo año.

Este desbalance entre la Oferta y la Demanda (Ver ANEXOS 3 y 4) fundamenta el establecimiento de programas de racionamiento de agua que operan de forma continua variando su racionamiento diario (número de horas de suministro) en función del comportamiento de las reservas estimadas, y que puede ser establecido en un rango de tan sólo 6 a 8 horas diarias.

2.4) Tarifas.

De acuerdo con Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM):

"El sistema de tarifas con que cuenta SADM ha sido resultado, desde hace varios años, de la adecuación de la estructura tarifaria a los criterios fundamentales en que se basa el diseño de tarifas para el cobro de los servicios prestados.

La Dirección de la Empresa ha procurado que los niveles tarifarios estén acordes con la capacidad de pago de los diferentes tipos de usuarios, que reflejen el costo real de la prestación de los servicios y que estimulen el uso eficiente del agua.

Los criterios en que se ha fundamentado la estructura de tarifas son:

- Que los ingresos originados por el cobro de tarifas sean suficientes para cubrir oportunamente los costos de operación, mantenimiento y administración.
- Que las tarifas cubran además, la depreciación de los activos revaluados y, por lo menos, el servicio de la deuda, para que SADM cuente con un Equilibrio Financiero.
- Implementar tarifas diferenciales según el consumo, lo cual facilita la redistribución del ingreso vía tarifas. Para la estructuración de las tarifas, se tiene como punto de partida que, para un consumo mensual de 20 M³, su costo no debe superar el equivalente a un día de salario mínimo.
- Implementar tarifas diferenciales según el uso del agua, para lo cual se clasifican los usuarios en cuatro categorías: domésticos, comerciales, industriales y públicos (gobierno y organizaciones públicas).

Para los usuarios que cuentan con el servicio de drenaje sanitario, se les cobra un 25% sobre el valor de la liquidación del servicio de agua potable."

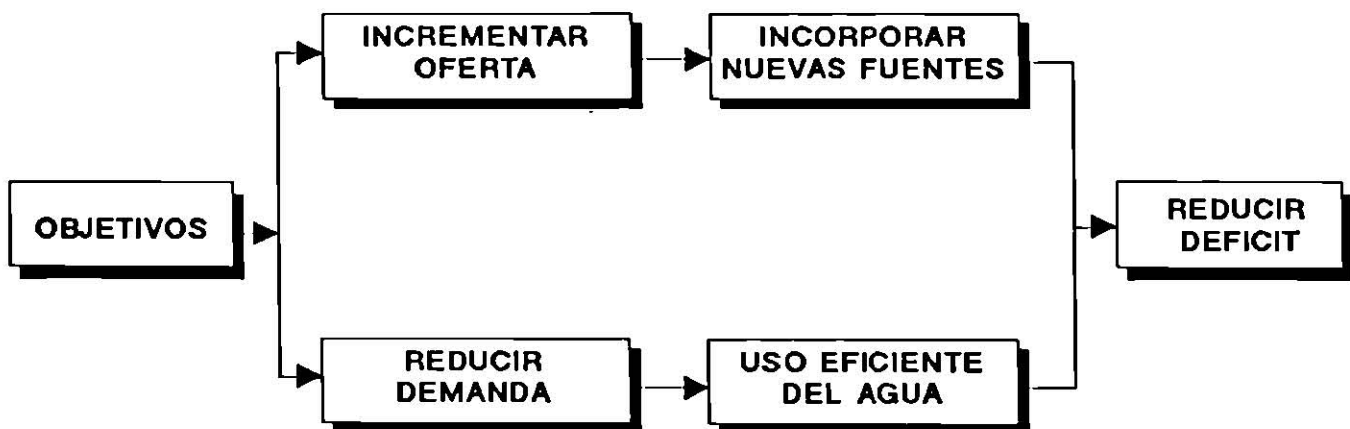
3. EL PROYECTO

3.1) Objetivo y Descripción.

La deficiencia en el abastecimiento de agua potable para el AMM representa uno de los principales problemas a los que tienen que enfrentarse los casi 2.6 millones de habitantes. Problema debido a que el potencial hidrológico, como ya se mencionó, no es capaz de satisfacer las demandas requeridas de la creciente población.

A lo anterior se suma otro problema asociado a las grandes urbes modernas: la contaminación, provocada principalmente por la descarga libre de aguas residuales (domésticas e industriales) en ríos y arroyos.

En respuesta a lo anterior, y teniendo como base el objetivo de reducir el déficit de agua potable en el AMM, mediante el incremento de la oferta a través de la incorporación de nuevas fuentes de abasto y la reducción de la demanda haciendo un uso eficiente del agua, el Gobierno del Estado de Nuevo León, en coordinación con el Gobierno Federal, acordaron realizar el proyecto, construcción y operación de las obras del programa denominado "Monterrey IV" y dar inicio a la construcción de la "Presa El Cuchillo".



Este proyecto tiene los siguientes objetivos:

- i) Incrementar la oferta de agua potable para el AMM; el sistema Cuchillo - Monterrey proporcionará un suministro total adicional equivalente a 10 M³/Seg, dividido en dos etapas el cual será efectivo a partir de 1993, para completarse en 1996.

- ii) Ampliar las coberturas de agua potable y alcantarillado proporcionando el servicio a las colonias populares del AMM que actualmente carecen de él. Para lograr este objetivo, se ampliarán las redes de agua potable para recibir y distribuir los nuevos volúmenes de agua. Con lo anterior se busca establecer un servicio continuo, ya que en la actualidad está racionado a un rango de 6 a 8 horas/día.

- iii) El tratamiento de las Aguas Residuales, para enfrentar el problema de la contaminación del suelo y del agua que, sin ningún tratamiento se descarga directamente a los ríos, arroyos y zonas de riego, localizadas dentro y en los márgenes de la mancha urbana.

En términos generales se puede decir que el proyecto incluye acciones que integran el ciclo completo, desde la construcción de la fuentes, conducción y tratamiento de aguas para uso urbano, hasta la recolección y tratamiento de aguas residuales que garantizan un impacto ambiental favorable, estableciendo la institucionalización de un programa de uso eficiente del agua y la modernización de operación con miras al futuro.

De esta manera, el Proyecto Monterrey IV comprende ocho sub-programas, divididos en dos componentes principales:

A) AGUA POTABLE

- ◆ Presa El Cuchillo
- ◆ Acueducto Cuchillo-Monterrey
- ◆ Ampliación de la Planta Potabilizadora San Roque
- ◆ Ampliación y Mejoramiento de las Redes de Distribución de Agua en el AMM
- ◆ Modernización y Automatización del Sistema de Agua Potable
- ◆ Control de Pérdidas y Uso Eficiente del Agua

B) SANEAMIENTO

- ◆ Prolongación de Colectores y Emisores de Agua Residual
- ◆ Plantas de Tratamiento de Agua Residual

El proyecto se va a realizar en dos etapas, la primera contempla:

- i) Captación y Conducción
- ii) Distribución
- iii) Control de Pérdidas
- iv) Modernización y Automatización
- v) Saneamiento
- vi) Alcantarillado.

La segunda etapa consiste en:

- i) Acueducto
- ii) Planta
- iii) Distribución
- iv) Saneamiento
- v) Alcantarillado.

3.2) Costo Total y Financiamiento.

El programa comprende un periodo de ejecución de cuatro años, con una inversión total de cerca de \$ 2,000,000 Millones de Pesos. Estos serán aportados por el Gobierno Federal, el Gobierno del Estado de Nuevo León, SADM y otros mecanismos financieros en los que se contempla la participación de los sectores privado y social.

Es importante señalar que en este trabajo se utilizará la información en "Pesos Viejos", dado que se toma como año base a 1990 que es cuando se inicia la construcción del Proyecto.

Las principales Categorías de Inversión del Proyecto son:

- ◆ Ingeniería y Administración
- ◆ Costos Directos (Agua Potable y Alcantarillado)
- ◆ Costos Concurrentes (Terrenos y Servidumbres, Subcolectores, Colectores y Emisores y Plantas de Tratamiento)
- ◆ Sin Asignación Específica (Imprevistos, Escalamiento de Costos)
- ◆ Gastos Financieros (Intereses, Comisión de Crédito, Fondo de Inspección y Vigilancia)

El Calendario de Desembolsos, según la etapa y el año en que se efectúe, puede ser apreciado en el ANEXO 5.

4. ANALISIS SOCIO-ECONOMICO

4.1) Marco Teórico General.

La evaluación de proyectos se remonta al nacimiento del capitalismo, caracterizada básicamente por su orientación hacia la elevación de las utilidades de las empresas. La evolución del capitalismo, sin embargo, modifica sustancialmente los métodos existentes para evaluar la asignación de los gastos de inversión en las empresas.

Desde Adam Smith hasta Alfred Marshall, la mayor parte del análisis económico clásico se centró en el supuesto de maximización de utilidades por parte de la empresa típica, en un marco de competencia perfecta y políticas gubernamentales de laissez-faire. Esta doctrina se extiende fácilmente hasta fines de los 20's, ignorando la promoción industrial de los gobiernos de Alemania, Japón y Rusia durante el siglo XIX, y con ello la evaluación de decisiones de inversión pública.

La Gran Depresión cambia radicalmente la escena. La participación de los gobiernos en la promoción del gasto público durante esos años y los resultados obtenidos en consecuencia, impulsaron la intervención gubernamental en la economía. Las necesidades militares durante la segunda guerra mundial consolidan el papel del gobierno dentro de los aspectos económicos y sociales.

De esta forma, la expansión de los programas de inversión pública y servicios sociales requerían, cada vez más, de estudios de costo-beneficio para asegurar mayor eficiencia y beneficio social. Con ello, los fundamentos teóricos y prácticos de la evaluación de proyectos mejoran sustancialmente.

Sobre ese tema, los primeros ejercicios de análisis costo-beneficio se atribuyen a Benjamín Franklin por diseñar un procedimiento burdo de costo-beneficio para la toma de decisiones, llamado "Moral or Prudential Algebra" ^{1/}.

Sin embargo, los métodos más completos del análisis costo-beneficio se inician con el trabajo de Jules Dupuit ^{2/} en 1844. En su artículo nace la idea del excedente del consumidor y lo representa gráficamente. Asimismo, fundamenta el concepto del beneficio social de un proyecto público en el excedente del consumidor.

1/ Citado por Edward M. Gramlich en *Benefit-Cost Analysis of Government Programs*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1981.

2/ "On the Measurement of the Utility of Public Works" en *International Economic Papers*, 1952. Una discusión breve del trabajo de Dupuit se encuentra en Blaug, 1985, pág. 406.

En los cien años siguientes la evaluación teórica y práctica de proyectos permanece prácticamente estancada. Es hasta 1936 con el Flood Control Act en Estados Unidos donde se enuncia el principio de que un proyecto es considerado factible si los beneficios exceden a los costos. Al respecto, una descripción más detallada del desarrollo del análisis costo-beneficio se encuentra en Sang (1988).

De ahí en adelante, el avance ha sido considerable. En 1950, el Subcommittee on Benefits and Costs of the Federal Interagency River Basin Committee emitió el manual "Proposed Practice for Economic Analysis of River Basin Projects", donde se reconcilian diferentes técnicas de evaluación y se aplican algunos elementos de la economía del bienestar para la evaluación de proyectos. Las ganancias en bienestar son asociadas con incrementos en el producto nacional.

Sin embargo, las bases de evaluación ahí contenidas han sido modificadas en repetidas ocasiones. Actualmente el documento, bajo otro nombre, propone medir los costos y beneficios de cualquier proyecto tomando en cuenta el desarrollo económico nacional, la calidad del medio ambiente, el desarrollo regional y el bienestar social.

Por otra parte, las contribuciones académicas han expandido en forma importante la base teórica. Los trabajos de Otto Eckstein, John Krutilla y Eckstein y Roland N. McKean, publicados en 1958, han refinado el criterio de los cálculos del análisis costo-beneficio para proyectos hidráulicos (Sang, 1988).

Ahora bien, el desarrollo metodológico del análisis moderno de proyectos puede ser dividido en tres periodos: de 1936 a 1960; de 1960 a 1970 y de 1970 a la fecha.

El primer periodo es caracterizado por el desarrollo inicial del análisis costo-beneficio en las áreas de recursos hidráulicos y trabajos públicos, principalmente en Estados Unidos. El segundo es marcado por el refinamiento de los métodos de costo-beneficio y una extensión de sus usos hacia la industria y la agricultura.

De 1970 a la fecha los debates - principalmente teóricos - se concentran alrededor de Las Nuevas Metodologías, propuestas por la OECD en su "Manual of Industrial Projects" en 1968 y por la UNIDO en su documento "Guidelines for Project Evaluation" en 1971.

Este nuevo esquema de evaluación de proyectos propone medir el valor de los insumos y la producción del proyecto a precios mundiales, utilizando el tipo de cambio como medida de valor. Ray (1984) discute el proceso de evaluación de proyectos bajo este enfoque.

4.2) Fundamentos Teóricos del Análisis Costo-Beneficio.

El análisis costo-beneficio formaliza el sentido común respecto a la racionalidad. El concepto de "beneficio" viene a sustituir "ganancias" o "ventajas" y el de "costo" es empleado para significar "pérdida" o "desventaja".

En este sentido, el enfoque de costo-beneficio posee las características de la racionalidad individual. Sin embargo, su análisis no está restringido a las decisiones que afectan a un individuo en particular. Este se relaciona a las decisiones que modifican el entorno de un grupo de individuos.

Partiendo de un mundo con recursos limitados y con diferentes usos alternativos, la evaluación de un proyecto requiere tomar en cuenta los beneficios y costos asociados con su construcción.

La realización de un proyecto público requiere medir por un lado, el valor que la sociedad otorga a los beneficios que de él se derivan - medidos a través de las preferencias de los consumidores que integran a la sociedad - y por otro, la magnitud de los costos asociados con el mismo, tomado en cuenta el valor que los recursos utilizados en su construcción tienen en su mejor uso alternativo.

Supongamos una economía donde los individuos poseen preferencias e ingresos idénticos y enfrentan precios (P_i) fijos y conocidos de los bienes (X_i) que consumen.

Sea la función de utilidad, el vector de los argumentos de la función de utilidad, el vector de precios, y el ingreso respectivamente:

$$U=U(X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (1)$$

$$X=(X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (2)$$

$$P=(P_1, P_2, \dots, P_n) \quad (3)$$

$$Y=Y \quad (4)$$

De esta forma, bajo los supuestos de libre elección, racionalidad e información perfecta para los consumidores, la siguiente función es maximizada:

$$\text{Max} Z = U(X_1, X_2, \dots, X_n) - \lambda (Y - \sum_i P_i X_i) \quad (5)$$

Las condiciones de primer orden resultan:

$$\frac{\partial Z}{\partial X_i} = \frac{\partial U_i}{\partial X_i} - \lambda P_i \quad \text{para todo } i \quad (6)$$

ó

$$\frac{\partial U_j / \partial X_i}{\partial U_j / \partial X_j} = \frac{P_i}{P_j} \quad \text{para todo } i, j \quad (7)$$

Es decir, los consumidores igualan su tasa marginal de sustitución entre cualquier par de bienes a los precios relativos correspondientes.

Sin embargo, el proyecto incrementa la producción de ciertos bienes (i al k), a expensas de desviar recursos de la producción de otros bienes (l al n). Asumiendo que esos cambios en el producto son también distribuidos igualmente entre todos los consumidores (e ignorando por el momento cualquier cambio en el vector de precios), se puede probar si los consumidores están más o menos contentos con la nueva situación simplemente examinando el signo de $\sum_i P_i \delta X_i$.

Arreglando términos en la ecuación (6) llegamos a:

$$\sum_i P_i \delta X_i = \left(\frac{1}{\lambda} \right) \sum_i \left(\frac{\partial U_i}{\partial X_i} \right) \delta X_i \quad (8)$$

En consecuencia, si el signo de la anterior ecuación es positivo U se incrementa. Así, bajo los supuestos señalados, los precios relativos proporcionan una medida perfecta de los beneficios relativos derivados de cambios en la producción en términos de las preferencias del consumidor.

Sin embargo, esta medida implica conocer no sólo las cantidades adicionales de bienes (i a k), sino también la cantidad perdida de bienes (l a n) por la desviación de recursos, lo cual es muy poco probable. Lo que es usualmente conocido son las cantidades de insumos y bienes intermedios a sus precios de mercado.

Tomando ello en cuenta, sea F_{ji} la cantidad del factor j dedicado a producir el bien final i . Por lo que podemos escribir:

$$\delta X_i = \sum_j \left(\frac{\partial X_i}{\partial F_{ji}} \right) \delta F_{ji} \quad (9)$$

Esto es,

$$\sum_{i=1..n} P_i \delta X_i = \sum_{i=1..n} \sum_j \left(\frac{P_i \partial X_i}{\partial F_{ji}} \right) \delta F_{ji} \quad (10)$$

Entonces el valor de mercado de los insumos desviados de otros usos será igual al valor de la producción perdida si $P_i \partial X_i / F_{ji}$ (el valor del producto marginal del insumo j en la producción del bien i) es igual al precio de mercado del insumo j (W_j). De lo anterior se desprende que:

$$\sum_{i=1..n} P_i \delta X_i = \sum_{i=1..n} \sum_j W_j \delta F_{ji} \quad (11)$$

Por lo que nuestra medida de los beneficios netos podría ser re-escrita como:

$$\sum_{i=1..n} P_i \delta X_i = \sum_{i=1..n} P_i \delta X_i + \sum_{i=1..n} \sum_j W_j \delta F_{ji} \quad (12)$$

es decir, los beneficios del proyecto son medidos por el valor de mercado de los productos producidos menos el valor de mercado de los insumos desviados de otros usos para la implementación del proyecto.

Sin embargo, las restricciones del modelo son abundantes. Los resultados requieren la presencia simultánea de competencia perfecta en el mercado de bienes y de insumos. La presencia de poderes monopólicos o efectos externos en cualquiera de los dos mercados genera distorsiones y por tanto nos aleja de la solución competitiva. Consecuentemente, el supuesto de que el valor del producto marginal de los factores iguale al precio de los factores puede ser fácilmente violado.

Además de ello se supone que todos los consumidores son idénticos en preferencias e ingreso.

Es así como, una vez que se relaja el supuesto de ingresos idénticos entre individuos, los precios de mercado siguen reflejando valuaciones marginales para cada uno de los consumidores tomados separadamente. Es decir, podemos calcular $\sum_j P_j \delta X_j$ para cada individuo.

Sólo en el difícil caso que todos los individuos enfrenten el mismo cambio en sus niveles de consumo de todos los bienes, el resultado será el mismo para todos los individuos y podrían ser ignorados los efectos distributivos. Tal evento es improbable ya que los cambios en los niveles de consumo de los bienes varían dependiendo del ingreso del consumidor en cuestión.

En consecuencia, es posible para un proyecto encontrar valores positivos de $\sum_i P_i \delta X_i$ para algunos consumidores y valores negativos para otros. Por lo tanto, el juzgar el proyecto como bueno o malo sin tomar en cuenta juicios de valor sobre sus efectos distributivos se dificulta significativamente.

Una forma de escapar al problema anterior es adoptar una función objetivo que maximice la suma de las utilidades individuales.

Sea,

U_h = Función de utilidad del individuo h

SW = Medida de Bienestar Social ($\sum_h U_h$)

λ = Utilidad marginal del ingreso idéntica para todos los individuos

En este caso, sumando la ecuación (8) sobre todos los individuos obtenemos la valuación social de un proyecto (donde δSW es el cambio en el bienestar social):

$$\delta SW = \sum_h \sum_i \left(\frac{\partial U_{ih}}{\partial X_{ih}} \right) \delta X_{ih} \quad (13)$$

$$\delta SW = \lambda \sum_h \sum_i P_i \delta X_{ih} \quad (13-1)$$

$$\delta SW = \lambda \sum_i P_i \delta X_i \quad (13-2)$$

donde el subíndice h señala al individuo sobre quien se aplica la función de utilidad U_i y la cantidad X_i .

Este enfoque, nuevamente justificado, de valorar cambios en la producción a precios de mercado posee serios problemas.

En primer lugar, al suponer una función objetivo particular se está suponiendo que las preferencias individuales son las bases de nuestro sistema de valuación total, a menos que todos los individuos estén de acuerdo con la función de bienestar adoptada. En ausencia de tal unanimidad, es imposible fundamentar la selección de una función objetivo sobre preferencias individuales aisladas.

En segundo lugar, el supuesto de que la utilidad marginal del ingreso es idéntica para todos los individuos es inapropiado. Si los ingresos difieren mientras las preferencias son idénticas, este supuesto no se mantiene. Para que el supuesto de igualdad de la utilidad marginal del ingreso se mantenga es necesario suponer que la distribución del ingreso es óptima en términos de la función objetivo seleccionada.

4.3) El Excedente del Consumidor como medida de Ingreso Real.

El concepto de Excedente del Consumidor puede ser utilizado para dos ejercicios distintos. Por un lado, es útil para medir la disponibilidad de los consumidores para pagar por algún cambio económico propuesto. Por otra parte, puede ser empleado para calcular el cambio en la utilidad de un consumidor.

El primer propósito es fundamental para medir los costos y beneficios dentro del "Análisis de Costo-Beneficio"; el segundo sirve como medida de utilidad cardinal sólo cuando las preferencias son homotéticas.

Ahora bien, el excedente del consumidor es un concepto relacionado con la demanda. Muestra la cantidad de dinero que el consumidor está dispuesto a pagar por una cierta cantidad de un bien y la cantidad que el consumidor realmente paga.

Existen cuatro conceptos distintos de Excedente del Consumidor ^{3/}. El más relevante para el caso que nos ocupa hace referencia a la medida de Variación Compensada.

Sean la función de utilidad de un consumidor, el vector de sus argumentos y el vector de precios enfrentados por el individuo aquéllos definidos por las ecuaciones (1), (2) y (3).

^{3/} Una discusión más detallada del resto de los conceptos de Excedente del Consumidor puede ser encontrada en Lancaster, Cap. 7.

Aplicando las operaciones necesarias encontramos la función de gasto correspondiente:

$$m(u,p) = \min(p \cdot x : x \in X, u(x) \geq u) \quad (14)$$

que nos indica el gasto mínimo necesario para alcanzar un nivel u de utilidad cuando el consumidor enfrenta un vector de precios p .

Si enfrentamos al consumidor a un cambio en el vector de precios de p^0 a p^1 , la variación compensada (VC) se define como:

$$VC(p^0, p^1) := m(u^1, p^1) - m(u^0, p^1) \quad (15)$$

donde u^0 es el nivel de utilidad alcanzado por el consumidor a los precios viejos p^0 y u^1 representa el nivel de utilidad que alcanza el individuo a los nuevos precios.

El número $VC(p^0, p^1)$ representa la cantidad máxima de dinero que el consumidor estaría dispuesto a pagar con el fin de obtener la oportunidad de enfrentar los precios p^1 en lugar de p^0 . Es decir, es la cantidad de dinero con la cual - al pagar y usar los nuevos precios - vuelve a su nivel de satisfacción original.

Entonces, una persona gana cuando los precios cambian de p^0 a p^1 si la Variación Compensada es positiva:

$$u^1 \geq u^0 \text{ si } m(u^1, p^1) \geq m(u^0, p^1) \text{ si } VC(p^0, p^1) \geq 0 \quad (16)$$

La aplicabilidad de este concepto se basa en relaciones que pueden ser estimadas estadísticamente. Sin embargo, aún y cuando las funciones de gasto pueden ser estimadas, el cálculo de la VC se facilita cuando se basa en las curvas de demanda, especialmente cuando los excedentes de los consumidores se muestran agregados.

Ahora bien, la VC es un área bajo la curva de demanda compensada. Por ello, para medir el excedente del consumidor el concepto correcto de demanda lo representa la curva de demanda compensada por el ingreso (curva de demanda estilo Hicks).

Esto es debido a que el excedente del consumidor mide la diferencia entre la disponibilidad marginal del consumidor para pagar por unidades adicionales de un bien y el precio que realmente paga.

Toda vez que la disponibilidad marginal para ceder más de un bien a cambio de una unidad adicional de otro es la tasa marginal de sustitución - esto es, la pendiente de la curva de indiferencia -, nos podemos mover a lo largo de la curva de indiferencia original para calcular lo máximo que el consumidor está dispuesto a pagar por unidades adicionales compradas de una en una. Es decir, nos desplazamos a lo largo de la función de demanda compensada.

Si cada punto sobre la curva de demanda compensada representa el precio máximo que el consumidor podría pagar por cada unidad adicional del bien al adquirirlas de una en una, entonces la curva de demanda puede ser llamada curva de beneficios marginales, y el área bajo la curva de demanda - que mide la suma de todos los beneficios marginales recibidos de todas las unidades consumidas - sería el beneficio total.

Si la función de gasto tiene derivadas parciales continuas, entonces:

$$VC(p^0, p^1) = m(u^1, p^1) - m(u^0, p^1) \quad (17)$$

$$VC(p^0, p^1) = m^1 - m^0 + m(u^0, p^0) - m(u^0, p^1) \quad (17-1)$$

$$VC(p^0, p^1) = \delta m + \int \sum_i \frac{\partial m}{\partial p_i}(u^0, p) \partial p_i \quad (17-2)$$

$$VC(p^0, p^1) = \delta m + \int \sum_i h_i(u^0, p) \partial p_i \quad (17-3)$$

donde,

m^1 = Dotación de ingreso para gastar después del cambio en precios
 = $m(u^1, p^1)$

m^0 = Dotación de ingreso para gastar antes del cambio en precios
 = $m(u^0, p^0)$

δm = Cambio en la dotación de ingreso del consumidor
 = $m^1 - m^0$

$h_i(u, p)$ = función de demanda compensada para el bien i .
 = $(\partial m / \partial p_i)(u, p)$ Por la Identidad de Roy.

Nótese que si el ingreso es mantenido fijo ($\delta m=0$) y debido a que la integral (f) es de p^1 (los nuevos precios) a p_0 (los viejos precios), VC es positiva cuando los precios se reducen.

Sin embargo, la necesidad de utilizar la función de demanda compensada constituye una limitación estadística importante. Ello debido a que se requiere, para su estimación, de información sobre el mapa de curvas de indiferencia del consumidor.

No obstante, una buena aproximación de la VC viene dada por el Excedente Marshalliano del Consumidor (EM) que mide el área bajo la curva de demanda ordinaria, la cual puede ser estimada a partir de información observada de precios y cantidades.

El uso del EM para estimar la VC implica errores que pueden ser cuantificados a través de la Ecuación de Slutsky (18). Si:

$$\frac{\partial x_i}{\delta p_i} = \frac{\partial h_i}{\delta p_i} - \frac{x_i \partial x_i}{\partial m} \quad (18)$$

donde $\partial x_i / \partial p_i$ es la derivada de la curva de demanda ordinaria.

Multiplicando (18) por p_i/x_i y definiendo:

- e_{ii} = elasticidad precio de la demanda ordinaria
= $(p_i/x_i)(\partial x_i/\partial p_i)$
- E_{ii} = Elasticidad precio de la demanda compensada
= $(p_i/x_i)(\partial h_i/\partial p_i)$
- E_i = Elasticidad ingreso de la demanda ordinaria
= $(m/x_i)(\partial x_i/\partial m)$
- a_i = Participación del bien i en el gasto
= $(p_i x_i)/m$

la ecuación (18) se convierte en:

$$e_{ii} = E_{ii} - a_i E_i \quad (19)$$

Entonces, el error como porcentaje del cambio en la cantidad es aproximado por:

$$\frac{E}{x_i^0} := (e_u - E_u) \frac{\delta p_i}{\partial p_i^0} \quad (20)$$

$$\frac{E}{x_i^0} := -a_i E_i \frac{\delta p_i}{p_i^0} \quad (20 - 1)$$

Es decir, el error es aproximado por (21):

$$E = -a_i E_i \left(\frac{\delta p_i}{p_i^0} \right) x_i^0 \quad (21)$$

Si las dos curvas son aproximadas por líneas rectas, el triángulo que representa el error estimado cuando se usa la curva ordinaria para calcular la VC no es mayor que (22):

$$\left(\frac{\delta p_i}{2} \right) E = \left(\frac{a_i E_i}{2} \right) \left(\frac{x_i^0}{p_i^0} \right) (\delta p_i) \quad (22)$$

Es decir, el error al usar el excedente marshaliano para estimar la variación compensada se reduce cuando a_i y E_i son "pequeños" y desaparece cuando $E_i = 0$.

El cálculo de la VC basado en curvas de demanda ordinarias será más acertado al utilizar una clasificación de bienes más desagregado.

De esta forma, el concepto de VC es útil al juzgar la factibilidad de un proyecto cuyo efecto será cambiar los precios que enfrenta el consumidor.

4.4) Criterios de Decisión.

Una vez estimados los ingresos y costos que se obtendrían al construir un proyecto, la comparación de los mismos conduce a la toma de decisiones.

Los criterios teóricos y cuantitativos para la asignación del gasto público han recibido especial atención en los últimos años, impulsados por la expansión de la construcción de obras públicas.

4.4.1) El Criterio de Pareto, de Kaldor-Hicks y de Little.

Los llamados "economistas del bienestar" han propuesto toda una serie de criterios para evaluar distintos estados sociales.

A fines del siglo pasado, Vilfredo Pareto propuso una medida de deseabilidad conocida actualmente como el Criterio de Pareto: un cambio es deseable si aumenta el bienestar de tan sólo un individuo y no empeora la situación de cualquier otro.

Las críticas a la propuesta de Pareto son múltiples. Dicho criterio no permite evaluar situaciones de mejoramiento y empeoramiento simultáneo. Además no permite comparaciones interpersonales. Al mismo tiempo, al no distinguir entre pérdidas pecuniarias y no pecuniarias, no toma en cuenta las razones por las cuales los individuos podrían pasar a una situación superior o inferior.

De este criterio pueden derivarse algunas conclusiones normativas, por ejemplo, el hecho de que el precio de todos los productos homogéneos debe ser el mismo para todos los consumidores, que el costo marginal de producir el producto debe ser el mismo para todos los productores y que el precio debe ser igual al costo marginal ^{4/} .

Sin embargo, el criterio de Pareto raras veces - o nunca - puede ser utilizado para evaluar decisiones de gasto público. Para todo fin práctico resulta imposible que la puesta en marcha de un proyecto no ubique a una persona en una posición inferior a la que poseía antes del cambio ^{5/} .

Con el fin de evaluar alternativas que quedaban excluidas del contexto del criterio de Pareto en 1939, es propuesto el criterio de Kaldor-Hicks. Según el criterio de Kaldor-Hicks un cambio es deseable si cumple con el criterio de Pareto o en su defecto si los que ganaron con el cambio pueden compensar a los que perdieron con el mismo ^{6/} .

4/ Una discusión más amplia al criterio de Pareto puede encontrarse en Merewitz y Sosnick, págs. 78 - 80.

5/ Otra causa del poco o nulo uso del criterio de Pareto en la toma de decisiones públicas es que la jerarquización de alternativas sólo es posible si son conocidas con certidumbre las personas afectadas y sus reacciones.

6/ El criterio de Kaldor-Hicks es importante porque es casi el mismo criterio que fundamenta el análisis Costo-Beneficio.

Finalmente de acuerdo a Little ^{7/} un cambio económico es deseable (e incrementa el bienestar) si provoca una buena redistribución de la riqueza, y si los perdedores potenciales no pueden convencer económicamente a los ganadores potenciales para que se opongan al cambio.

A pesar de su similitud, los criterios de Kaldor-Hicks y Little son diferentes. Ambos requieren información diferente para evaluar un cambio cualesquiera. Aún con total información, podrían producir respuestas diferentes o evaluaciones contradictorias. La Paradoja de Scitovsky es un ejemplo de ello ^{8/}.

4.4.2) El Valor Presente Neto.

A diferencia de los criterios filosóficos, la presencia de criterios analíticos presentan opciones para jerarquizar, cuantitativamente, alternativas distintas. Dichas opciones se encuentran fundamentadas en el análisis costo-beneficio.

El Valor Presente Neto (VPN) de un proyecto es la diferencia entre el valor presente ^{9/} de los ingresos y los costos futuros. Matemáticamente se define:

$$VPN = \sum \frac{(B_t - C_t)}{(1+i)^n} \quad 10/ \quad (23)$$

donde B_t = beneficios
 C_t = costos
 i = tasa de descuento
 n = número de periodos considerados para el proyecto.

7/ I.M.D. Little, *A Critique of Welfare Economics*. Segunda Edición. Oxford 1957. Pág. 109.

8/ Tibor Scitovsky "A Note on Welfare Propositions in Economics" *Review of Economic Studies*, 1942. Págs. 98-110. Asimismo, una contrastación más amplia respecto a los criterios de Hicks-Kaldor y Little se encuentra en Merewitz y Sosnick, págs. 81-85.

9/ El cálculo del valor presente implica multiplicar los beneficios y los costos que ocurren en el futuro por un factor de descuento $(1/(1+i)^n)$, donde i es la tasa relevante de interés por período y n es el número de periodos en que ocurrirán beneficios o costos. Una tasa de descuento alta significa que el presente es valuado con mayor importancia que el futuro; esto es, existe una considerable preferencia por el tiempo.

10/ La fórmula obtiene el valor presente de los flujos en periodos de tiempo discreto. Si el tiempo es tratado como una variable continua con un número infinito de periodos, y deseamos conocer el valor presente en cualquier punto del tiempo, calculamos la función integral:

$$\int (B_t - C_t) e^{-it} dt$$

El proyecto es rentable si $VPN > 0$.

Para el caso de dos proyectos alternativos, el proyecto 1 es preferible al proyecto 2 si $VPN1 > VPN2$, donde $VPN1$ y $VPN2$ representa el VPN de cada proyecto respectivamente.

Es importante agregar que el criterio del valor presente neto no toma en cuenta el tamaño de la inversión, mientras la razón de beneficio costo sí lo hace. El VPN ha sido criticado por favorecer a grandes proyectos en contra de los pequeños, sin embargo, si es usado con restricción presupuestal este sesgo puede ser evitado.

4.4.3) La Tasa Interna de Retorno.

La tasa interna de retorno (TIR), r , es la tasa de descuento con la cual el valor presente de la corriente de beneficios iguala al valor presente de la corriente de costos. Es decir, es aquella tasa que hace el VPN igual a cero.

La TIR está definida por (24):

$$r: \sum \frac{B_t}{(1+r)^t} = \sum \frac{C_t}{(1+r)^t} \quad (24)$$

El proyecto en cuestión es aceptable si la tasa de interés prevaleciente en el mercado es inferior a la tasa interna de retorno ^{11/}, de otra manera el proyecto deberá ser rechazado.

El método de la TIR es útil en casos donde la tasa de descuento no es definida con claridad y por lo tanto el VPN no puede ser calculado aceptablemente.

Debido a que la TIR representa el rendimiento del capital invertido, también significa la tasa máxima de interés sobre préstamos con la cual el proyecto puede afrontar sus pagos sin entrar en dificultades financieras.

Asimismo, debido a que la TIR es un número puro, permite comparar proyectos de la misma magnitud. En proyectos de diferentes escalas, el método es algo

11/ En algunas ocasiones se ignora la tasa de mercado y se toma como referencia alguna otra tasa mínima, donde ésta puede ser inferior o superior a la tasa de mercado. En este caso, si $r > r_{min}$ el proyecto se acepta.

oscuro para calcular por lo que el significado de la TIR no es tan explícito como el del VPN. La TIR no nos dice nada acerca del tamaño absoluto de los beneficios.

Otra debilidad de la TIR se encuentra en que la variable desconocida, r , proviene de un polinomio de grado n , por lo que podría producir más de una respuesta. En este caso, respuestas múltiples pueden poseer serios problemas para la selección y su uso.

4.4.4) La Razón Beneficio-Costo.

La razón bruta de beneficio-costo es definida por:

$$R = \frac{\sum B_t(1+i)^{-t}}{\sum C_t(1+i)^{-t}} = \frac{b}{c} \quad (25)$$

Esta ecuación (25) es la razón del valor presente de los beneficios al valor presente de los costos. La razón neta de beneficio costo, RN, que diferencia los costos de operación de los de capital, es descrita por:

$$RN = \frac{(B-P)}{K} \quad (26)$$

donde todas las cantidades se encuentran expresadas en valor presente neto, P representa costos de operación y K costos de capital.

La ecuación enfatiza el rendimiento obtenido del capital invertido con relativamente poca atención a los costos operativos.

La aplicación de la ecuación (25) usualmente conducirá a proyectos más intensivos en capital debido a que enfatiza economizar en ambos tipos de costos, mientras tanto RN enfatiza economizar costos de capital.

Asimismo, la razón neta de beneficio costo {ecuación (26)} podría ser preferible para las empresas privadas cuyo presupuesto de capital se encuentra más restringido que los desembolsos por gastos de operación.

La regla para aceptar o rechazar un proyecto evaluado bajo la técnica de la razón - neta o bruta - beneficio costo es aceptarlo si $b/c > 1$. Debido a que b/c es un número puro puede ser usado para comparar proyectos de diferentes montos de inversión.

4.5) Resultados.

Siguiendo los lineamientos establecidos en el Modelo SIMOP (Simulación de Obras Públicas), cuya metodología se encuentra en las Monografías de Análisis de Proyectos N° 4 y 5, desarrollada por el BID, se expone a continuación los resultados derivados de la evaluación socioeconómica del Proyecto Monterrey IV. Este análisis permitirá comparar los beneficios que se obtienen al ampliar la capacidad de producción con los costos de inversión que el proyecto implica, así como los incrementos en costos de administración, operación y mantenimiento generados durante el periodo de análisis del mismo.

El análisis socio-económico del proyecto se va a realizar tomando como base la cuantificación de la Disponibilidad a Pagar (DAP) por el agua de los distintos usuarios del sistema.

Para efectos del presente análisis se van a considerar sólo dos tipos de consumidores: Domésticos y Otros; en estos últimos se incluye al sector Comercial, Industrial y Público. Pero además, se hace un desglose considerando, la disponibilidad de agua y/o alcantarillado, así como el nivel de ingresos.

La consideración de sólo dos grupos generales radica principalmente en el hecho de que el 70% del consumo total corresponde a consumo doméstico y la diferencia se distribuye en partes aproximadamente iguales entre consumo comercial, industrial y público, no significando por tanto una gran distorsión su tratamiento conjunto. (Ver ANEXO 3).

Por consiguiente, los grupos de consumidores a considerar son:

GRUPO	CATEGORIA DE CONSUMO	SERVICIOS DISPONIBLES	NIVEL DE INGRESO
1	Doméstico	Agua + Alcantar	Bajo
2	Doméstico	Agua + Alcantar	Otros
3	Doméstico	Sólo Agua	Bajo
4	No Doméstico	Sólo Agua	- 0 -

Es importante señalar que dentro de "Bajos Ingresos" se incluirán a aquéllos usuarios cuyo ingreso anual per cápita sea menor o igual a \$ 3,403,625 pesos (salario mínimo anual a precios de diciembre de 1989).

Para cada uno de los grupos se utilizará una demanda estimada, y dadas las tarifas, el consumo actual y su evolución, se cuantificará el valor que cada grupo asigna a las unidades adicionales de agua que aportará el Proyecto.

Esta valoración, que constituye los beneficios de entregar más agua, se compara con los costos de producirla, lo cual nos permitirá obtener la Rentabilidad del Proyecto.

4.5.1) Costo - Beneficio del Proyecto.

Como ya se ha mencionado, los beneficios del Proyecto se cuantificaron en función de la DAP, misma que se calculó en base a curvas de demanda, las cuales representan los precios (tarifas) que los usuarios están dispuestos a pagar por las distintas unidades de agua que consumen.

La estimación de las curvas de demanda provienen de un estudio de la Demanda de Agua Potable en el Area Metropolitana de Monterrey, realizado por el Centro de Investigaciones Económicas, de la Facultad de Economía, de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en Julio de 1990. La información general derivada de este estudio (ANEXO 6), así como de las Proyecciones de Consumo para Monterrey (ANEXOS 8.1 a 8.4) formará parte de la base de datos necesaria para la ejecución del Modelo SIMOP.

Los Costos económicos que se consideraron para la evaluación del Proyecto ya fueron presentados en el punto 3.2. La mayor parte del total de los costos corresponden a los Costos Directos (67%), esto es, los relacionados con el Servicio de Agua (Captación y Conducción; Distribución; Control de Pérdidas y Uso Eficiente del Agua; y Modernización y Automatización) que representan el 50% del total, y los relacionados con Saneamiento y Alcantarillado, que son el 17% de los costos totales.

Cabe mencionar que los datos correspondientes a los Costos que se incluyen en el programa de SIMOP, no incluyen IVA, ni intereses durante la construcción.

Una vez considerados los datos necesarios para la corrida del modelo de Simulación de Obras Públicas (ver Anexo 8), los resultados derivados de la evaluación económica indican la conveniencia de realizar el proyecto.

El Valor Presente Neto (VPN), descontando Costos y Beneficios a una tasa del 12% (mínima aceptada por el BID) alcanza un monto de \$ 1,048,943 Millones de Pesos y una Tasa Interna de Retorno (TIR), es decir, la tasa de descuento que hace que el valor presente de los beneficios netos sea igual a cero, es de 16.13%.

Los resultados que a continuación se presentan pueden verse al detalle en los ANEXOS 7 y 8 (datos para la corrida del modelo SIMOP y su explicación).

**VALOR PRESENTE NETO (VPN), TASA INTERNA DE RETORNO (TIR),
BENEFICIOS Y COSTOS
(Millones a Pesos de 1990)**

VPN	TIR	BENEFICIOS	COSTOS
1,048,943	16.13	2,834,359	1,785,415

**DESGLOSE DE BENEFICIOS Y COSTOS
(Millones a Pesos de 1990)**

BENEFICIOS				COSTOS		
grupo 1	grupo 2	grupo 3	grupo 4	periodicos	no periodicos	variables
1,331,095	666,249	48,560	788,455	61,735	1,547,703	175,977

De acuerdo con la información anterior, el suministro de agua para el Grupo N° 1 proporciona el 47% del total de los Beneficios del Proyecto, el Grupo N° 2 el 23%, el Grupo N° 3 el 2% y el Grupo N° 4, el 28% restante.

Por el lado de los Costos, los Periódicos, que corresponden a los gastos de mantenimiento y reparaciones, representan el 3 % de los costos totales; los No Periódicos, esto es, las inversiones efectuadas en la primera etapa del proyecto, equivalen al 87%, y los Variables, que son los que provienen de los gastos en energía y productos químicos por unidad adicional de agua producida, constituyen el 10% restante.

Finalmente, la relación de Beneficios/Costos asciende a 1.6, lo cual indica que los beneficios constituyen 1.6 veces el monto de los costos.

Por lo tanto, con el análisis de beneficio - costo se demuestra que los beneficios generados por el proyecto son mayores que los costos del mismo; siendo así, el proyecto resulta rentable.

4.5.2) Impacto Distributivo del Proyecto.

Como ya se estableció, el Valor Presente Neto del Total de Beneficios captados por el Grupo de Consumidores Domésticos (Grupos 1, 2 y 3) es de \$ 2,045,904 Millones de Pesos, de los cuales \$ 109,595 Millones son traspasados al Sector Público, en este caso, Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM), por concepto de pagos por el servicio, y la diferencia (\$ 1,936,309 Millones de Pesos) es retenido por los usuarios. Dado que las obras benefician a toda el AMM, el 66 % de lo retenido por los usuarios se dirige al sector de bajos ingresos, esto es, \$ 1,277,964 Millones.

El Grupo de Consumidores No Domésticos (Grupo N° 4) involucra tres sectores: Comercial, Industrial y Público, quienes percibieron beneficios por un monto de \$ 788,455 Millones en Valor Presente. De éstos, regresaron a SADM \$ 69,909 Millones por concepto de pago de tarifas, quedando como beneficios reales para dicho grupo \$ 718,546 Millones. La distribución entre las tres categorías se consideró proporcional a los niveles de consumo prevalecientes en 1990, esto es, 61 % para uso comercial e industrial y 39 % para consumo público (Ver ANEXO 3). Este último 39 % retenido por consumidores públicos (escuelas, hospitales, iglesias, etc.) es captado por la población total, de manera que nuevamente el 66 % se dirige al sector de bajos ingresos y la diferencia al resto de la población. El 61 % de uso comercial e industrial es captado por los grupos de más altos ingresos.

En síntesis, los beneficios de este grupo de consumidores se distribuyen de la siguiente manera:

BENEFICIOS PARA LOS CONSUMIDORES NO DOMESTICOS (Millones de Pesos)

GRUPO	SECTOR PUBLICO (SADM)	SECTOR BAJOS INGRESOS	RESTO SECTOR PRIVADO	T O T A L
Comercial e Industrial	42,644.5	- o -	438,313.5	480,958.0
Público	27,264.5	17,994.5	262,238.0	307,497.0
T O T A L	69,909.0	17,994.5	700,551.5	788,455.0

Con respecto a los Costos, éstos son totalmente absorbidos por el sector público, aunque ocurren un sinnúmero de transferencias entre distintas entidades al interior del sector. Por otra parte, normalmente ocurre una transferencia del sector público hacia el sector de bajos ingresos a través de la contratación de mano de obra no calificada que genera el proyecto. Sin embargo, debido a las bajas tasas de desempleo abierto en Monterrey, se ha supuesto que, tanto para mano de obra no calificada como calificada, el salario pagado por el proyecto refleja su costo de oportunidad, y por lo tanto, no se produce dicha transferencia.

En el cuadro a continuación se presenta la distribución de los beneficios netos por grupo.

**BENEFICIOS NETOS POR GRUPO
(Millones de Pesos)**

CONCEPTO	SECTOR PUBLICO (SADM)	SECTOR BAJOS INGRESOS	RESTO SECTOR PRIVADO	TOTAL
Gpo. Doméstico	109,595.0	1,277,964.0	658,345.0	2,045,904.0
Gpos. No Domésticos	69,909.0	17,994.5	700,551.5	788,455.0
SUBTOTAL	179,818.0	1,295,958.5	1,358,896.5	2,834,359.0
Costos Periodicos	- 0 -	- 0 -	- 0 -	61,735.0
Costos No Periodicos	- 0 -	- 0 -	- 0 -	1,547,703.0
Costos Variables	- 0 -	- 0 -	- 0 -	175,977.0
SUBTOTAL	- 0 -	- 0 -	- 0 -	1,785,415.0
TOTAL	179,818.0	1,295,958.5	1,358,896.5	1,048,943.0

$$ID = \frac{1,295,958.5}{1,295,958.5 + 1,358,896.5} = 49\%$$

El Coeficiente de Impacto Distributivo (que estima la fracción que los ingresos adicionales recibidos por el grupo de bajos ingresos representan con respecto al total de beneficios netos recibidos por el sector privado) obtenido indica que el 49 % de los beneficios totales es captado por el sector de bajos ingresos.

CONCLUSIONES

Con la finalidad de lograr el objetivo establecido al inicio de este trabajo, el cual consiste en realizar un Análisis Socio-Económico del Proyecto Monterrey IV, se tomó como punto de partida la presentación de las características generales del Area Metropolitana de Monterrey (AMM), mismas que tienen gran influencia en el problema relacionado con el abastecimiento de agua a los casi 2.6 millones de habitantes que conforman el AMM.

El Proyecto Monterrey IV busca reducir el déficit de agua potable en el AMM que en 1990, de acuerdo con la estructura tarifaria existente, representaba el 17% de la demanda, y se abastecía al 97.10% de la población.

Esa reducción en el déficit pretende hacerse a través de la incorporación de nuevas fuentes de abastecimiento, así como de la reducción de la demanda haciendo un uso eficiente del agua.

Ahora bien, la evaluación económica se realizó siguiendo la metodología del Modelo de Simulación de Obras Públicas (SIMOP) desarrollada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en Noviembre de 1978. Dicha metodología está sustentada en el Marco Teórico General aquí presentado.

SIMOP es un modelo computarizado que simula el consumo, la distribución y la producción de agua en un sistema público, a fin de calcular los beneficios económicos que se obtienen al ampliar la capacidad de producción.

Para poder obtener el cálculo de los beneficios económicos se requiere determinar una función de demanda. En este caso, se utilizó la estimada por el Centro de Investigaciones Económicas de la Facultad de Economía, de la UANL, en Julio de 1990.

Del Análisis de Regresión efectuado en la estimación de la Demanda de Agua Potable se obtuvo una elasticidad precio de demanda de -0.44, y las elasticidades ingreso y tamaño de familia resultaron de 0.49 y -0.26, respectivamente, todas estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 95%.

Con respecto a la elasticidad precio de demanda, ésta no difiere sustancialmente del rango obtenido en las estimaciones de otros estudios empíricos sobre Demanda de Agua (*).

(*) Un resumen de los resultados obtenidos puede verse en: Guía para la Evaluación de Proyectos de Agua Potable. Terry A. Powers. BID. Noviembre de 1976.

La información anterior, aunada a la proporcionada por Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (como consumos, suministros, tarifas, costos de inversión y operación, conexiones, cobertura, etc.) y la proveniente del INEGI y COESPO (población total) son los datos requeridos para efectuar la corrida del SIMOP.

Ahora bien, no hay un sólo criterio que, aisladamente pueda servir siempre de base para la decisión acertada de inversión.

Sin embargo, de la implementación de diversos criterios de inversión para este proyecto, los resultados indican la conveniencia de realizar el proyecto, pues el VPN, descontando Costos y Beneficios a una tasa del 12% es igual a \$1,048,943 Millones de Pesos, la TIR es de 16.13% y la relación de Beneficios/Costos equivale a 1.6.

Por lo tanto, con el Análisis de Beneficio - Costo se demuestra que los beneficios generados por el proyecto son mayores a los costos del mismo; siendo así, el proyecto resulta rentable.

Otro coeficiente utilizado en este trabajo es el del Impacto Distributivo, el cual estima la fracción que los ingresos adicionales recibidos por el grupo de bajos ingresos representan con respecto al total de beneficios netos recibidos por el sector privado. El CID calculado indica que el 49% de los beneficios totales es captado por el sector de bajos ingresos, lo que señala que los beneficios derivados del proyecto no son uniformemente distribuidos entre la población servida.

Sólo me resta agregar que, la presencia de restricciones cuantitativas dificulta la estimación de la demanda, ya que el precio observado en el mercado subestima la valoración marginal que los consumidores (usuarios) le otorgan al bien. Ello implica un sesgo en la dirección de una subestimación de los beneficios derivados del proyecto.

Por lo tanto, a la luz de los criterios utilizados, el estudio realizado me lleva a concluir que el Proyecto Monterrey IV es social y económicamente rentable, aunque deben considerarse las limitantes teóricas y técnicas para evaluar un proyecto de esta naturaleza.

ANEXOS

ANEXO 1

POBLACION AREA METROPOLITANA 1980 - 1990

MUNICIPIO	POBLACION			TASA MEDIA ANUAL (%)	
	1980	1985	1990	1980-1985	1985-1990
Apodaca	37,522	68,629	115,913	12.8	11.1
Escobedo	38,051	63,418	98,147	10.8	9.1
Garza García	82,229	99,082	113,040	3.8	2.7
Guadalupe	372,189	459,153	535,560	4.3	3.1
Juárez	13,565	19,834	28,014	7.9	7.2
Monterrey	1,089,854	1,079,177	1,069,238	(0.2)	(0.2)
San Nicolás	281,820	361,157	436,603	5.1	3.9
Santa Catarina	89,955	125,311	163,848	6.9	5.5
Villa de García	10,454	11,845	13,164	2.5	2.1
AMM	2,015,639	2,287,606	2,573,527	2.6	2.4

FUENTE: Estimaciones del Consejo Estatal de Población, 1980, 1985;
INEGI, Censo de Población de 1990.

ANEXO 2

CONEXIONES Y COBERTURA

AÑO	N° DE CONEXIONES		% DE COBERTURA	
	AGUA	DRENAJE	AGUA	DRENAJE
1980	252,783	241,721	87.44	83.61
....
1985	359,966	340,508	88.88	85.24
1986	407,645	367,122	96.74	87.13
1987	429,575	287,799	97.10	87.66
1988	450,635	413,557	96.12	88.21
1989	477,249	441,987	96.95	89.79
1990	504,997	468,941	97.10	90.17

FUENTE: SADM.

ANEXO 3

DEMANDA DE AGUA POTABLE (Litros / Segundo)

CATEGORIA	1980	1985	1990
DOMESTICO (%)	5,276 (69.9)	7,436 (73.4)	7,456 (74.4)
COMERCIAL (%)	581 (7.7)	1,043 (10.3)	1,072 (10.7)
INDUSTRIAL (%)	604 (8.0)	577 (5.7)	501 (5.0)
PUBLICO (%)	1,087 (14.4)	1,074 (10.6)	992 (9.9)
TOTAL (%)	7,548 (100.0)	10,130 (100.0)	10,021 (100.0)

FUENTE: SADM.

ANEXO 4

FUENTES DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE (Litros/Segundo)

FUENTE	1980	1985	1990
SANTIAGO	2,062	2,494	2,273
BUENOS AIRES	1,979	1,825	1,969
MINA	1478	514	462
MONTERREY	736	1,129	605
LINARES - MONTERREY (*)	- 0 -	2,088	2,981
TOTAL	6,255	8,050	8,290

(*) Allí se incluye el Plan Hidráulico Cerro Prieto que inicia operaciones en Agosto de 1984.

FUENTE: SADM.

ANEXO 5

CALENDARIO DE DESEMBOLSOS (Millones de Pesos)

AÑO	PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA	TOTAL
1991	591,567	143,000	734,567
1992	482,089	138,200	620,289
1993	335,423	96,200	431,623
1994	27,700	177,000	204,700
TOTAL	1,436,779	554,400	1,991,179

NOTA: Estas cifras corresponden a los desembolsos por concepto de Inversiones en Obras y Equipos.

Los datos no incluyen IVA.

FUENTE: SADM.

ANEXO 6

ESTIMACION DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE EN EL AREA METROPOLITANA DE MONTERREY

En este anexo se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos del estudio de campo realizado sobre la demanda de agua potable en el Area Metropolitana de Monterrey, realizado por el Centro de Investigaciones Económicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en Julio de 1990, solicitada por Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM).

En éste se expondrá brevemente la descripción de la encuesta socioeconómica, así como la estimación de la demanda de agua potable derivada del análisis de regresión efectuado.

● ENCUESTA SOCIOECONOMICA

A. Procedimiento de Muestreo

Para el estudio de la demanda de agua potable se tomó como marco muestral el conjunto de zonas del Area Metropolitana de Monterrey proporcionadas por la empresa SADM, siendo estas zonas la población de interés para el estudio de campo.

Estas zonas están divididas en tres categorías:

- 1) Zona en Amarillo. Donde hay agua potable las 24 horas del día, ya sea por la red o con uso de tinaco o cisterna.
- 2) Zona en Rojo. Donde no hay agua potable ni tienen sistema de alcantarillado.
- 3) Zona en Verde. Donde hay agua potable pero no tienen sistema de alcantarillado.

B. Selección de las Muestras

Para la selección de la muestra se utilizó un método de muestreo estratificado, dividiendo la población de interés en dos estratos:

- 1) Estrato 1 = Zona en Amarillo (tamaño del universo = 92,750 viviendas)
- 2) Estrato 2 = Zona en Verde y Rojo (tamaño del universo = 45,300 viviendas).

El número de viviendas seleccionadas en cada uno de los estratos se hizo en base a las recomendaciones del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y los resultados de la encuesta piloto que se llevó a cabo en abril de 1990.

Del Estrato 1 se seleccionaron 110 manzanas con probabilidad proporcional al número de viviendas de cada manzana. De cada una de las manzanas seleccionadas se eligieron tres viviendas en forma sistemática.

Del Estrato 2 se seleccionaron 74 manzanas, todas con igual probabilidad y de cada manzana se seleccionaron tres viviendas en forma sistemática. Se efectuó la selección de las manzanas con igual probabilidad porque no se tienen datos de cuántas viviendas hay por manzana en este Estrato, debido a que algunas son de reciente creación. De los datos proporcionados por Fomerrey y por algunos planos particulares de las colonias de este Estrato, se estimó que en promedio hay 30 viviendas por manzana.

C. Levantamiento y Codificación

El levantamiento de las encuestas se llevó a cabo durante la segunda quincena del mes de mayo de 1990, en donde se aceptaron 515 encuestas para su codificación.

En el cuadro siguiente se muestra la distribución de la muestra respecto a la población de interés.

	TAMAÑO	PROPORCION	TAMAÑO MUESTRA	PROPORCION
Estrato 1	72,750	0.67	314	0.61
Estrato 2	45,300	0.33	201	0.39
TOTAL	138,050	1.00	515	1.00

Para el análisis de los datos se utilizó el Paquete Computacional Estadístico SPSS/PC+, versión 3.0.

D. Resultados del Análisis de la Encuesta

Con respecto a las familias entrevistadas, existen varias formas de abastecimiento alternativas para aquéllas que no disponen de conexión o carecen de un servicio continuo de agua potable, siendo la llave pública el sistema de abastecimiento más común, seguido por los camiones cisterna o pipas, los cuales, por ser manejados por la empresa SADM, no cobran por el servicio.

Para estas familias que no tienen toma individual de agua potable y no tienen toma compartida de agua potable, se obtuvieron los siguientes resultados:

	FORMA DE ABASTECIMIENTO	
	PIPAS	LLAVE PUBLICA
Número de Familias	29	103
Litros Consumidos / Mes	3,223.7	9,439.7
Casos Válidos	27	97
Tiempo al Mes Utilizado en Acarreo (en horas)	2.76	26.1
Casos Válidos	15	92
Pago Mensual del Agua Acarreada	4,087.02	12,857.93
Casos Válidos	27	97

La estimación del pago mensual del agua acarreada se obtuvo de la siguiente manera:

En el caso de pipas: sumando el dinero que voluntariamente se le da al chofer de la pipa más el tiempo mensual en horas consumido en acarreo por el ingreso per cápita por hora de la familia.

En el caso de la llave pública: multiplicando el tiempo mensual en horas consumido por el acarreo por el ingreso per cápita por hora de la familia, ya que no pagan por el agua.

En los casos donde el dato de ingreso mensual de la persona que trabaja no fue proporcionado por el encuestado, pero sí se proporcionó la actividad del trabajador, el ingreso mensual se estimó como el promedio del ingreso mensual correspondiente a esa actividad, tomando este promedio de los datos de la muestra.

Posteriormente se procedió a clasificar a las viviendas en cinco grupos, en función del nivel de ingreso y la disponibilidad del servicio de alcantarillado, quedando los grupos como sigue:

- GRUPO 1** Bajos Ingresos sin Alcantarillado.
Se consideró como Vivienda de Bajos Ingresos a aquella que está ubicada en un estrato socioeconómico Bajo o Marginal.
- GRUPO 2** Bajos Ingresos con Alcantarillado.
- GRUPO 3** Residenciales con Alcantarillado.
Se consideró Vivienda Residencial a la ubicada en un estrato socioeconómico Medio Bajo, Medio Alto o Alto.

GRUPO 4 Residenciales sin Alcantarillado.
 En este grupo no hubo ninguna vivienda. Todas las viviendas clasificadas como residenciales tienen alcantarillado.

GRUPO 5 Otros no Residenciales.
 No hubo viviendas en este grupo.

Para los grupos anteriores se obtuvieron los siguientes resultados:

	GRUPO		
	1	2	3
Consumo de Agua: M ³ / familia / mes Tamaño de muestra	8.603 138	19.467 56	33.515 200
Lts / persona / día	52.40	120.37	237.85
Tarifas: Precio / M ³ Tamaño de muestra	1,939.866 127	789.250 56	706.845 200
Tamaño de la Familia Tamaño de muestra	5.473 148	5.391 64	4.697 238
Ingreso Mensual Familiar (Miles de Pesos) Tamaño de muestra	606.568 146	1,124.078 64	2,951.49 207
Porcentaje con Ingreso Anual Per Cápita Menor o Igual a \$3'403,625.00	89.3 %	75.0 %	37.8 %

E. Análisis de Regresión

Para la estimación de la función de demanda, se consideró el siguiente modelo general:

$$Q = f (P , Y , N)$$

donde:

Q = Consumo Mensual de Agua

P = Precio (tarifa) por M³ de agua

Y = Ingreso Familiar Mensual (en Miles de Pesos)

N = Número de Habitantes en la Vivienda

Utilizando métodos econométricos, se estimaron los coeficientes de regresión para las dos formas funcionales siguientes:

LINEAL $Q = \beta_1 + \beta_2 P + \beta_3 Y + \beta_4 N + e$

HIPERBOLICA $Q = \beta_1 P^{\beta_2} Y^{\beta_3} N^{\beta_4} e$

que linealizada es: $\ln Q = \beta_1 + \beta_2 \ln P + \beta_3 \ln Y + \beta_4 \ln N$

donde:

β_1, \dots, β_4 = Coeficientes de Regresión
 e = Término de Error Estadístico

De las anteriores formas funcionales la mejor resultó ser la de tipo hiperbólico, dado que los resultados estadísticos del ajuste (T - Student y R^2) superaban a los de la forma lineal.

En el siguiente cuadro se presentan los resultados de la forma funcional hiperbólica:

Forma Hiperbólica

CONCEPTO	β_1	β_2	β_3	β_4
VALOR	2.76630	- 0.44323	0.49116	- 0.26077
DESVIACION ESTANDAR	(0.58399)	(0.06132)	(0.05031)	(0.11330)

Coeficiente de Regresión Múltiple: 0.58225
R Cuadrada 0.33902
R Cuadrada Ajustada 0.33252
Error Estándar 0.78012

Análisis de Varianza

	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	MEDIA DE CUADRADOS
REGRESION	3	95.20425	31.73475
RESIDUAL	305	185.61992	0.60859

$F = 52.14472$

De los resultados expuestos en los cuadros anteriores se desprende que la elasticidad precio de la demanda es igual a -0.44323 . Por su parte las elasticidades de ingreso y tamaño de la familia resultaron ser 0.49116 y -0.26077 , respectivamente, siendo estos coeficientes estadísticamente significativos a un nivel de confianza del 95%.

RESUMEN DE DATOS PARA LA EVALUACION DEL PROYECTO MONTERREY IV

ANEXO 7

DESCRIPCION DE LA VARIABLE	VALOR
I. SECCION DE BENEFICIOS ECONOMICOS	
A. GRUPO N° 1 Elasticidad Precio de la Demanda Precio Inicial (1990) del Agua Utilizado para construir la Curva de Demanda (\$/M3) Consumo Inicial Agregado (1990) utilizado para construir la Curva de Demanda (Miles M3/año) Precio que se prevé predominará para el agua de 1991 a 1993 (\$/M3); de 1994 en adelante se da un incremento del 30 %.	-0.44 1,939.87 71,151 2,230.85
B. GRUPO N° 2 Elasticidad Precio de la Demanda Precio Inicial (1990) del Agua Utilizado para construir la Curva de Demanda (\$/M3) Consumo Inicial Agregado (1990) utilizado para construir la Curva de Demanda (Miles M3/año) Precio que se prevé predominará para el agua de 1991 a 1993 (\$/M3); de 1994 en adelante se da un incremento del 30 %.	-0.44 789.25 87,542 907.64
C. GRUPO N° 3 Elasticidad Precio de la Demanda Precio Inicial (1990) del Agua Utilizado para construir la Curva de Demanda (\$/M3) Consumo Inicial Agregado (1990) utilizado para construir la Curva de Demanda (Miles M3/año) Precio que se prevé predominará para el agua de 1991 a 1993 (\$/M3); de 1994 en adelante se da un incremento del 30 %.	-0.44 706.85 8,423 812.88
D. GRUPO N° 4 Elasticidad Precio de la Demanda Precio Inicial (1990) del Agua Utilizado para construir la Curva de Demanda (\$/M3) Consumo Inicial Agregado (1990) utilizado para construir la Curva de Demanda (Miles M3/año) Precio que se prevé predominará para el agua de 1991 a 1993 (\$/M3); de 1994 en adelante se da un incremento del 30 %.	-0.05 989.00 54,102 1,137.35

DESCRIPCION DE LA VARIABLE	VALOR
II. SECCION DE COSTOS ECONOMICOS	
A. <u>Inversión (Miles de Pesos)</u> 1991 (1a. ETAPA) 1991 (2a. ETAPA) 1992 (1a. ETAPA) 1992 (2a. ETAPA) 1993 (1a. ETAPA) 1993 (2a. ETAPA) 1994 (1a. ETAPA) 1994 (2a. ETAPA)	591,567,000 143,000,000 482,089,000 138,200,000 335,423,000 96,200,000 27,700,000 177,000,000
B. <u>Gastos de Operación</u> Energía y Productos Químicos (\$/M3) Mantenimiento y Reparaciones (\$/año)	69,802,610,000 9,750,000
III. SECCION DE HIPOTESIS GENERALES	
Periodo de Evaluación del Proyecto (años) Capacidad del Sistema, sin incluir pérdidas (Miles M3/año) Capacidad del Sistema después de ampliado, sin incluir las pérdidas (Miles M3/año) Tasa de Descuento Año en que empieza a funcionar el proyecto	30 205,000 318,260 12 % 1994

RUNAME	0.	MONTERREY CUCHILLO, ETAPAS I Y II			
RUNJOB	1.				
TIMING	0.				
DATAIN	0.				
G	4.00	30.00	4.00	.12	
G	1.00				
G	1.00	30.00	205000.00	205000.00	
G	3.00				
G	1.00	3.00	.00	.00	
G	4.00	7.00	118300.00	118300.00	
G	8.00	30.00	236500.00	236500.00	
D	-.44	-.44	-.44	-.05	
D	1.94	.79	.71	.99	
D	71151.00	87542.00	8423.00	54102.00	
D	3.00	3.00	3.00	1.00	
D	.00				
D	3.	1.			
D	1.0000	10.0000	.0530	.0530	
D	11.0000	20.0000	.0400	.0400	
D	21.0000	30.0000	.0300	.0300	
D	3.	2.			
D	1.0000	10.0000	.0530	.0530	
D	11.0000	20.0000	.0400	.0400	
D	21.0000	30.0000	.0300	.0300	
D	4.	3.			
D	1.0000	5.0000	.0490	.0490	
D	6.0000	10.0000	.0190	.0190	
D	11.0000	20.0000	.0400	.0400	
D	21.0000	30.0000	.0300	.0300	
D	3.	4.			
D	1.0000	10.0000	.0250	.0250	
D	11.0000	20.0000	.0260	.0260	
D	21.0000	30.0000	.0250	.0250	
T	2.	1.			
T	1.0000	3.0000	2.2310	2.2310	
T	4.0000	30.0000	2.9000	2.9000	
T	2.	2.			
T	1.0000	3.0000	.9080	.9080	
T	4.0000	30.0000	1.1800	1.1800	
T	2.	3.			
T	1.0000	3.0000	.8130	.8130	
T	4.0000	30.0000	1.0570	1.0570	
T	2.	4.			
T	1.0000	3.0000	1.1370	1.1370	
T	4.0000	30.0000	1.4780	1.4780	
P	1.	0.			
P	2.00	9750.00	4.00	30.00	1.00
N	1.00				
N	1.	8.			
N	1.	591567.			
N	2.	482089.			
N	3.	335423.			
N	4.	27700.			
N	5.	143000.			
N	6.	138200.			
N	7.	96200.			
N	20.	177000.			
V	.27				
V	.00	.00	.00	.00	
C	1.00	1.00	1.00	1.00	.00
ENDATA	0.				

EXPLICACION DE LA CORRIDA SIMOP

La información utilizada para preparar los datos que se incluyeron en SIMOP es presentada en el ANEXO 7 de este trabajo. Este modelo trabaja por medio de tarjetas a las cuales se les asigna una letra como identificación.

En la parte superior del programa se escriben las macroinstrucciones, que son las tarjetas que eligen y controlan las diferentes modalidades de funcionamiento del modelo.

En nuestro programa tenemos las siguientes macroinstrucciones:

RUNAME (pasar nombre)	0	... CUCHILLO, ETAPAS I Y II...
RUNJOB (pasar trabajo)	1	
TIMING (aplazamiento)	0	
DATAIN (entrada de datos)	0	

Enseguida tenemos las tarjetas de tipo "G", las cuales describen la información general para el proyecto.

G	4.00	30.00	4.00	.12
G	1.00			
G	1.00	30.00	20500.00	20500.00
G	3.00			
G	1.00	3.00	.00	.00
G	4.00	7.00	118300.00	118300.00
G	8.00	30.00	236500.00	236500.00

En el Proyecto Monterrey IV, se utilizaron 7 tarjetas "G": la primera indica que hay 4 grupos de consumidores, que el periodo de simulación es de 30 años, que a partir del 4º año se empiezan a dar los beneficios (comienzo de producción) y que la tasa de descuento para calcular el valor presente es del 12%.

Las siguientes dos tarjetas definen la capacidad actual de producción del sistema si no se realiza el proyecto, desde el primer año hasta el 30, esta capacidad es una cantidad fija de 205,000 Miles de M³/Año. La capacidad adicional, si se realiza el proyecto, se introduce mediante las cuatro tarjetas siguientes. Tal capacidad adicional de producción tiene 3 flujos: en el primero, que dura desde el primer año hasta el 3º, no hay producción extra; en el segundo, que va del 4º al 7º año, la producción adicional será de 118,300 Miles de M³ anuales y en el tercero, que va del 8º año al 30º, la producción será de 236,500 Miles de M³ anuales.

D	-.44	-.44	-.44	-.05
D	1.94	.79	.71	.99
D	71151.00	87542.00	8423.00	54102.00
D	3.00	3.00	3.00	1.00
D	.00			
D	3.	1.		
D	1.0000	10.0000	.0530	.0530
D	11.0000	20.0000	.0400	.0400
D	21.0000	30.0000	.0300	.0300
D	3.	2.		
D	1.0000	10.0000	.0530	.0530
D	11.0000	20.0000	.0400	.0400
D	21.0000	30.0000	.0300	
D	4.	3.		
D	1.0000	5.0000	.0490	.0490
D	6.0000	10.0000	.0190	.0190
D	11.0000	20.0000	.0400	.0400
D	21.0000	30.0000	.0300	.0300
D	3.	4.		
D	1.0000	10.0000	.0250	.0250
D	11.0000	20.0000	.0260	.0260
D	21.0000	30.0000	.0250	.0250

La serie de tarjetas "D" es una de las más importantes en el programa SIMOP. Las 3 primeras proporcionan los datos para construir las curvas de demanda de cada grupo de consumidores. En la 1ª tarjeta "D" se da la elasticidad precio de la demanda de cada grupo, la 2ª indica la tarifa (en miles de pesos) y la 3ª el consumo de agua en miles de M³. La 4ª tarjeta define cuál de los tres tipos de curva de demanda se utiliza. En nuestro caso, para los primeros tres grupos se utilizó una curva Tipo III (demanda con elasticidad constante) y para el cuarto grupo una curva Tipo I (demanda lineal con intercepción en la ordenada de las tarifas). La 5ª tarjeta de la serie indica que la opción del beneficio constante no se empleará durante la simulación y las 17 restantes dan la tasa de crecimiento de la demanda de agua de cada uno de los grupos de consumidores; en nuestro proyecto, dichas tasas se mantuvieron constantes durante los sub-periodos en que se dividió la vida del proyecto (30 años).

T	2.	1.		
T	1.0000	3.0000	2.2310	2.2310
T	4.0000	30.0000	2.9000	2.9000
T	2.	2.		
T	1.0000	3.0000	.9080	.9080
T	4.0000	30.0000	1.1800	1.1800
T	2.	3.		
T	1.0000	3.0000	.8130	.8130
T	4.0000	30.0000	1.0570	1.0570
T	2.	4.		
T	1.0000	3.0000	1.1370	1.1370
T	4.0000	30.0000	1.4780	1.4780

Las tarjetas "T" definen las tarifas reales de agua (en miles de pesos) que se aplicarán a cada grupo de consumidores durante la simulación. Se va a considerar que dichas tarifas se mantienen constantes, y cambiarán una vez que el proyecto esté listo, lo cual es a partir del cuarto año. Por este motivo, se utilizan dos sub-periodos para los cuatro grupos de consumidores.

P	1.	0.			
P	2.00	9570.00	4.00	30.00	1.00
N	1.00				
N	1.	8.			
N	1.	591567.			
N	2.	482089.			
N	3.	335423.			
N	4.	27700.			
N	5.	143000.			
N	6.	138200.			
N	7.	96200.			
N	20.	177000.			
V	.27				
V	.00	.00	.00	.00	

Las tarjetas "P", "N" y "V" definen cada uno de los tipos de costos del proyecto. En éste tenemos un costo periodico (por aumento en el costo de explotación) equivalente a \$9,570 (miles de pesos), en el que se incurre todos los años una vez que el proyecto comienza a funcionar (del cuarto año en adelante). El costo anual de la inversión (en miles de pesos) se especifica en las 8 tarjetas de costo que no son periodicos, "N", mientras que el costo anual variable se indica en las dos tarjetas "V". Los costos anuales de producción son de \$0.27 miles de pesos por M³ de agua adicional suministrada y no hay costos por suministrarla a cada uno de los grupos considerados.

C	1.00	1.00	1.00	1.00	.00
---	------	------	------	------	-----

La tarjeta "C" denota cómo debe valorarse el excedente del consumidor. Como los precios domésticos son la unidad de cuenta, se asigna a cada grupo de consumidores un valor de 1. Esto es, se utiliza un coeficiente de conversión del consumo para cada grupo (de lo que cada uno está dispuesto a pagar por el agua a los precios de mercado, en su valor equivalente en divisas).

ENDATA 0.

La tarjeta ENDATA indica que ya no hay más tarjetas de datos del proyecto.

JOBEND

Finalmente, esta macroinstrucción indica que ya no hay más macroinstrucciones.

Projected Water Demand and Supply

EAR	CONSUMPTION FOR GROUPS					TOTAL	AGGREGATE SUPPLY		ALLOC RULE 1	
	1	2	3	4	5		WITHOUT	WITH	W/O	WITH
4	73295.	90160.	8545.	58242.	0.	230242.	205000.	323300.	X	
5	77179.	94939.	8964.	59698.	0.	240780.	205000.	323300.	X	
6	81270.	99971.	9134.	61191.	0.	251565.	205000.	323300.	X	
7	85577.	105269.	9308.	62720.	0.	262874.	205000.	323300.	X	
8	90113.	110848.	9485.	64288.	0.	274734.	205000.	441500.	X	
9	94889.	116723.	9665.	65896.	0.	287172.	205000.	441500.	X	
10	99918.	122910.	9848.	67543.	0.	300219.	205000.	441500.	X	
11	103914.	127826.	10242.	69299.	0.	311282.	205000.	441500.	X	
12	108071.	132939.	10652.	71101.	0.	322763.	205000.	441500.	X	
13	112394.	138257.	11078.	72950.	0.	334678.	205000.	441500.	X	
14	116890.	143787.	11521.	74846.	0.	347044.	205000.	441500.	X	
15	121565.	149538.	11982.	76792.	0.	359878.	205000.	441500.	X	
16	126428.	155520.	12461.	78789.	0.	373198.	205000.	441500.	X	
17	131485.	161741.	12960.	80837.	0.	387023.	205000.	441500.	X	
18	136744.	168210.	13478.	82939.	0.	401372.	205000.	441500.	X	
19	142214.	174939.	14017.	85095.	0.	416266.	205000.	441500.	X	
20	147903.	181936.	14578.	87308.	0.	431725.	205000.	441500.	X	
21	152340.	187394.	15015.	89491.	0.	444240.	205000.	441500.	X	
22	156910.	193016.	15466.	91728.	0.	457120.	205000.	441500.	X	X
23	161617.	198807.	15930.	94021.	0.	470375.	205000.	441500.	X	X
24	166466.	204771.	16408.	96372.	0.	484016.	205000.	441500.	X	X
25	171460.	210914.	16900.	98781.	0.	498055.	205000.	441500.	X	X
26	176603.	217241.	17407.	101250.	0.	512502.	205000.	441500.	X	X
27	181901.	223759.	17929.	103782.	0.	527371.	205000.	441500.	X	X
28	187359.	230471.	18467.	106376.	0.	542673.	205000.	441500.	X	X
29	192979.	237386.	19021.	109036.	0.	558422.	205000.	441500.	X	X
30	198769.	244507.	19592.	111762.	0.	574629.	205000.	441500.	X	X

SUMMARY OF BENEFITS FOR CONSUMER GROUP NO. 1 GROUP EXISTENTE ANTERIORMENTE)

YEAR	ELAS.	MAX	PRICE			CONSUMPTION			GROSS ECONOMIC BENEFITS			
			PROJ.	WITH	WITHOUT	PROJ.	WITH	WITHOUT	NET	NET	CONS.	RES.
4	-.44	*****	2.90	2.90	3.78	73295.	73295.	65259.	8036.	26599.	0.	26599.
5	-.44	*****	2.90	2.90	4.18	77179.	77179.	65710.	11469.	39958.	0.	39958.
6	-.44	*****	2.90	2.90	4.62	81270.	81270.	66227.	15043.	55109.	0.	55109.
7	-.44	*****	2.90	2.90	5.10	85577.	85577.	66736.	18841.	72595.	0.	72595.
8	-.44	*****	2.90	2.90	5.64	90113.	90113.	67240.	22873.	92720.	0.	92720.
9	-.44	*****	2.90	2.90	6.24	94889.	94889.	67737.	27152.	115829.	0.	115829.
10	-.44	*****	2.90	2.90	6.90	99918.	99918.	68227.	31690.	142308.	0.	142308.
11	-.44	*****	2.90	2.90	7.49	103914.	103914.	68435.	35480.	166136.	0.	166136.
12	-.44	*****	2.90	2.90	8.14	108071.	108071.	68640.	39431.	192550.	0.	192550.
13	-.44	*****	2.90	2.90	8.83	112394.	112394.	68844.	43549.	221800.	0.	221800.
14	-.44	*****	2.90	2.90	9.59	116890.	116890.	69047.	47842.	254161.	0.	254161.
15	-.44	*****	2.90	2.90	10.42	121565.	121565.	69248.	52317.	289933.	0.	289933.
16	-.44	*****	2.90	2.90	11.32	126428.	126428.	69448.	56980.	329444.	0.	329444.
17	-.44	*****	2.90	2.90	12.29	131485.	131485.	69646.	61839.	373052.	0.	373052.
18	-.44	*****	2.90	2.90	13.35	136744.	136744.	69842.	66902.	421150.	0.	421150.
19	-.44	*****	2.90	2.90	14.51	142214.	142214.	70037.	72177.	474165.	0.	474165.
20	-.44	*****	2.90	2.90	15.76	147903.	147903.	70230.	77673.	532567.	0.	532567.
21	-.44	*****	2.90	2.94	16.82	152340.	151400.	70299.	81101.	578974.	0.	578974.
22	-.44	*****	2.90	3.14	17.94	156910.	151548.	70368.	81180.	618435.	0.	618435.
23	-.44	*****	2.90	3.35	19.15	161617.	151696.	70436.	81260.	660588.	0.	660588.
24	-.44	*****	2.90	3.57	20.43	166466.	151843.	70505.	81338.	705618.	0.	705618.
25	-.44	*****	2.90	3.81	21.81	171460.	151990.	70573.	81417.	753721.	0.	753721.
26	-.44	*****	2.90	4.07	23.27	176603.	152137.	70641.	81496.	805107.	0.	805107.
27	-.44	*****	2.90	4.34	24.83	181901.	152283.	70709.	81574.	860001.	0.	860001.
28	-.44	*****	2.90	4.64	26.50	187359.	152428.	70776.	81652.	918642.	0.	918642.
29	-.44	*****	2.90	4.95	28.28	192979.	152574.	70844.	81730.	981286.	0.	981286.
30	-.44	*****	2.90	5.28	30.18	198769.	152718.	70911.	81807.	1048207.	0.	1048207.

SUMMARY OF BENEFITS FOR CONSUMER GROUP NO. 2 GROUP EXISTENTE ANTERIORMENTE)

YEAR	ELAS.	MAX	PRICE			CONSUMPTION			GROSS ECONOMIC BENEFITS			
			PROJ.	WITH	WITHOUT	PROJ.	WITH	WITHOUT	NET	NET CONS.	RES. SAVINGS	TOTAL
4	-.44	*****	1.18	1.18	1.54	90160.	90160.	80276.	9885.	13314.	0.	13314.
5	-.44	*****	1.18	1.18	1.70	94939.	94939.	80831.	14108.	20000.	0.	20000.
6	-.44	*****	1.18	1.18	1.88	99971.	99971.	81466.	18505.	27584.	0.	27584.
7	-.44	*****	1.18	1.18	2.08	105269.	105269.	82093.	23176.	36336.	0.	36336.
8	-.44	*****	1.18	1.18	2.30	110848.	110848.	82712.	28136.	46409.	0.	46409.
9	-.44	*****	1.18	1.18	2.54	116723.	116723.	83324.	33400.	57975.	0.	57975.
10	-.44	*****	1.18	1.18	2.81	122910.	122910.	83927.	38983.	71229.	0.	71229.
11	-.44	*****	1.18	1.18	3.05	127826.	127826.	84182.	43644.	83156.	0.	83156.
12	-.44	*****	1.18	1.18	3.31	132939.	132939.	84435.	48504.	96377.	0.	96377.
13	-.44	*****	1.18	1.18	3.59	138257.	138257.	84686.	53570.	111017.	0.	111017.
14	-.44	*****	1.18	1.18	3.90	143787.	143787.	84935.	58851.	127214.	0.	127214.
15	-.44	*****	1.18	1.18	4.24	149538.	149538.	85183.	64356.	145119.	0.	145119.
16	-.44	*****	1.18	1.18	4.60	155520.	155520.	85428.	70092.	164896.	0.	164896.
17	-.44	*****	1.18	1.18	5.00	161741.	161741.	85672.	76069.	186723.	0.	186723.
18	-.44	*****	1.18	1.18	5.43	168210.	168210.	85913.	82297.	210797.	0.	210797.
19	-.44	*****	1.18	1.18	5.90	174939.	174939.	86153.	88786.	237333.	0.	237333.
20	-.44	*****	1.18	1.18	6.41	181936.	181936.	86391.	95546.	266564.	0.	266564.
21	-.44	*****	1.18	1.20	6.84	187394.	186239.	86475.	99763.	289792.	0.	289792.
22	-.44	*****	1.18	1.28	7.30	193016.	186421.	86560.	99861.	309543.	0.	309543.
23	-.44	*****	1.18	1.36	7.79	198807.	186603.	86644.	99958.	330642.	0.	330642.
24	-.44	*****	1.18	1.45	8.31	204771.	186784.	86729.	100055.	353181.	0.	353181.
25	-.44	*****	1.18	1.55	8.87	210914.	186965.	86813.	100152.	377258.	0.	377258.
26	-.44	*****	1.18	1.66	9.47	217241.	187145.	86896.	100249.	402978.	0.	402978.
27	-.44	*****	1.18	1.77	10.10	223759.	187324.	86980.	100345.	430454.	0.	430454.
28	-.44	*****	1.18	1.89	10.78	230471.	187503.	87063.	100441.	459805.	0.	459805.
29	-.44	*****	1.18	2.01	11.51	237386.	187682.	87146.	100536.	491160.	0.	491160.
30	-.44	*****	1.18	2.15	12.28	244507.	187860.	87228.	100632.	524656.	0.	524656.

SUMMARY OF BENEFITS FOR CONSUMER GROUP NO. 3 (GROUP EXISTENTE ANTERIORMENTE)

YEAR	ELAS.	MAX	PRICE			CONSUMPTION			GROSS ECONOMIC BENEFITS			
			PROJ.	WITH	WITHOUT	PROJ.	WITH	WITHOUT	NET	NET	CONS.	RES.
4	-.44	*****	1.06	1.06	1.38	8545.	8545.	7608.	937.	1130.	0.	1130.
5	-.44	*****	1.06	1.06	1.52	8964.	8964.	7632.	1332.	1692.	0.	1692.
6	-.44	*****	1.06	1.06	1.68	9134.	9134.	7443.	1691.	2258.	0.	2258.
7	-.44	*****	1.06	1.06	1.86	9308.	9308.	7259.	2049.	2878.	0.	2878.
8	-.44	*****	1.06	1.06	2.06	9485.	9485.	7077.	2407.	3557.	0.	3557.
9	-.44	*****	1.06	1.06	2.27	9665.	9665.	6899.	2766.	4300.	0.	4300.
10	-.44	*****	1.06	1.06	2.52	9848.	9848.	6725.	3124.	5112.	0.	5112.
11	-.44	*****	1.06	1.06	2.73	10242.	10242.	6745.	3497.	5969.	0.	5969.
12	-.44	*****	1.06	1.06	2.97	10652.	10652.	6766.	3886.	6917.	0.	6917.
13	-.44	*****	1.06	1.06	3.22	11078.	11078.	6786.	4292.	7968.	0.	7968.
14	-.44	*****	1.06	1.06	3.50	11521.	11521.	6806.	4716.	9131.	0.	9131.
15	-.44	*****	1.06	1.06	3.80	11982.	11982.	6825.	5157.	10416.	0.	10416.
16	-.44	*****	1.06	1.06	4.12	12461.	12461.	6845.	5616.	11835.	0.	11835.
17	-.44	*****	1.06	1.06	4.48	12960.	12960.	6865.	6095.	13402.	0.	13402.
18	-.44	*****	1.06	1.06	4.87	13478.	13478.	6884.	6594.	15130.	0.	15130.
19	-.44	*****	1.06	1.06	5.29	14017.	14017.	6903.	7114.	17035.	0.	17035.
20	-.44	*****	1.06	1.06	5.74	14578.	14578.	6922.	7656.	19133.	0.	19133.
21	-.44	*****	1.06	1.07	6.13	15015.	14923.	6929.	7994.	20800.	0.	20800.
22	-.44	*****	1.06	1.14	6.54	15466.	14937.	6936.	8002.	22218.	0.	22218.
23	-.44	*****	1.06	1.22	6.98	15930.	14952.	6943.	8009.	23732.	0.	23732.
24	-.44	*****	1.06	1.30	7.45	16408.	14966.	6949.	8017.	25350.	0.	25350.
25	-.44	*****	1.06	1.39	7.95	16900.	14981.	6956.	8025.	27078.	0.	27078.
26	-.44	*****	1.06	1.48	8.48	17407.	14995.	6963.	8033.	28924.	0.	28924.
27	-.44	*****	1.06	1.58	9.05	17929.	15010.	6969.	8040.	30896.	0.	30896.
28	-.44	*****	1.06	1.69	9.66	18467.	15024.	6976.	8048.	33003.	0.	33003.
29	-.44	*****	1.06	1.80	10.31	19021.	15038.	6983.	8056.	35253.	0.	35253.
30	-.44	*****	1.06	1.92	11.00	19592.	15053.	6989.	8063.	37657.	0.	37657.

SUMMARY OF BENEFITS FOR CONSUMER GROUP NO. 4 (GROUP EXISTENTE ANTERIORMENTE)

AÑO ELAS.	PRICE			CONSUMPTION			GROSS ECONOMIC BENEFITS				
	MAX	PROJ.	WITH WITHOUT	PROJ.	WITH WITHOUT	NET	NET CONS.	RES. SAVINGS	TOTAL		
4	.00	20.77	1.48 1.48	3.59	58242.	58242.	51857.	6385.	16190.	0	16190.
5	-.08	20.77	1.48 1.48	4.34	59698.	59698.	50827.	8871.	25827.	0.	25827.
6	-.08	20.77	1.48 1.48	5.05	61191.	61191.	49864.	11327.	36963.	0.	36963.
7	-.08	20.77	1.48 1.48	5.73	62720.	62720.	48912.	13808.	49732.	0.	49732.
8	-.08	20.77	1.48 1.48	6.37	64288.	64288.	47970.	16318.	64068.	0.	64068.
9	-.08	20.77	1.48 1.48	7.00	65896.	65896.	47040.	18856.	79910.	0.	79910.
10	-.08	20.77	1.48 1.48	7.60	67543.	67543.	46121.	21422.	97197.	0.	97197.
11	-.08	20.77	1.48 1.48	8.06	69299.	69299.	45638.	23661.	112894.	0.	112894.
12	-.08	20.77	1.48 1.48	8.52	71101.	71101.	45159.	25942.	129638.	0.	129638.
13	-.08	20.77	1.48 1.48	8.95	72950.	72950.	44684.	28266.	147416.	0.	147416.
14	-.08	20.77	1.48 1.48	9.37	74846.	74846.	44212.	30634.	166218.	0.	166218.
15	-.08	20.77	1.48 1.48	9.78	76792.	76792.	43744.	33048.	186032.	0.	186032.
16	-.08	20.77	1.48 1.48	10.17	78789.	78789.	43279.	35510.	206849.	0.	206849.
17	-.08	20.77	1.48 1.48	10.55	80837.	80837.	42818.	38019.	228663.	0.	228663.
18	-.08	20.77	1.48 1.48	10.92	82939.	82939.	42361.	40578.	251466.	0.	251466.
19	-.08	20.77	1.48 1.48	11.27	85095.	85095.	41907.	43188.	275253.	0.	275253.
20	-.08	20.77	1.48 1.48	11.61	87308.	87308.	41457.	45851.	300021.	0.	300021.
21	-.08	20.77	1.48 1.60	11.87	89491.	88939.	41297.	47642.	320725.	0.	320725.
22	-.11	20.77	1.48 2.14	12.12	91728.	88594.	41136.	47457.	338250.	0.	338250.
23	-.15	20.77	1.48 2.66	12.36	94021.	88249.	40977.	47273.	355109.	0.	355109.
24	-.18	20.77	1.48 3.17	12.60	96372.	87906.	40817.	47089.	371322.	0.	371322.
25	-.21	20.77	1.48 3.67	12.83	98781.	87564.	40658.	46906.	386910.	0.	386910.
26	-.25	20.77	1.48 4.15	13.05	101250.	87223.	40500.	46723.	401895.	0.	401895.
27	-.29	20.77	1.48 4.62	13.27	103782.	86883.	40342.	46541.	416293.	0.	416293.
28	-.32	20.77	1.48 5.07	13.48	106376.	86544.	40185.	46359.	430126.	0.	430126.
29	-.36	20.77	1.48 5.52	13.69	109036.	86206.	40028.	46178.	443410.	0.	443410.
30	-.40	20.77	1.48 5.95	13.89	111762.	85869.	39871.	45998.	456164.	0.	456164.

AGGREGATE BENEFITS AND COSTS FOR PROJECT

YEAR	GROSS ECONOMIC BENEFITS					TOTAL	GROSS ECONOMIC COSTS				TOTAL	NET ECON. BENEFITS
	1	2	3	4	5		PERIODIC	MON PERIODIC	VARIABLE PRODUCTION	VARIABLE DELIVERY		
1	0	0	0	0	0	0	0	591567	0	0	591567	-591567
2	0	0	0	0	0	0	0	482089	0	0	482089	-482089
3	0	0	0	0	0	0	0	335423	0	0	335423	-335423
4	26599	13313	1130	16189	0	57233	9750	27700	6739	0	44189	13043
5	39958	20000	1691	25827	0	87476	9750	143000	9553	0	162303	-74826
6	55109	27583	2257	36962	0	121913	9750	138200	12432	0	160382	-38469
7	72594	36335	2877	49731	0	161540	9750	96200	15452	0	121402	40137
8	92720	46408	3556	64068	0	206754	9750	0	18618	0	28368	178385
9	115828	57975	4300	79909	0	258014	9750	0	21940	0	31690	226324
10	142308	71229	5112	97197	0	315846	9750	0	25423	0	35173	280673
11	166136	83155	5968	112893	0	368154	9750	0	28377	0	38127	330027
12	192550	96376	6917	129637	0	425481	9750	0	31442	0	41192	384289
13	221800	111017	7968	147416	0	488201	9750	0	34624	0	44374	443827
14	254161	127214	9130	166217	0	556724	9750	0	37925	0	47675	509048
15	289932	145119	10415	186031	0	631500	9750	0	41352	0	51102	580397
16	329443	164895	11835	206849	0	713023	9750	0	44908	0	54658	658365
17	373051	186722	13402	228662	0	801839	9750	0	48600	0	58350	743489
18	421149	210796	15129	251465	0	898542	9750	0	52431	0	62181	836360
19	474165	237332	17034	275253	0	1003785	9750	0	56407	0	66157	937627
20	532566	266563	19132	300021	0	1118284	9750	177000	60535	0	247285	870998
21	578974	289792	20799	320724	0	1210291	9750	0	63145	0	72895	1137396
22	618434	309543	22217	338250	0	1288445	9750	0	63145	0	72895	1215550
23	660588	330642	23731	355108	0	1370070	9750	0	63145	0	72895	1297175
24	705618	353180	25349	371321	0	1455470	9750	0	63145	0	72895	1382575
25	753721	377257	27077	386910	0	1544967	9750	0	63145	0	72895	1472071
26	805107	402977	28923	401894	0	1638903	9750	0	63145	0	72895	1566008
27	860001	430453	30895	416293	0	1737644	9750	0	63145	0	72895	1664748
28	918641	459805	33002	430125	0	1841575	9750	0	63145	0	72895	1768679
29	981285	491160	35253	443410	0	1951109	9750	0	63145	0	72895	1878213
30	1048206	524655	37657	456163	0	2066683	9750	0	63145	0	72895	1993787

PRESENT VALUE OF BENEFITS AND COSTS (DISCOUNT RATE= .1200)

A. BENEFITS	AMOUNT
GROUP 1	1331095.
GROUP 2	666249.
GROUP 3	48560.
GROUP 4	788455.
GROUP 5	0.
SUBTOTAL	2834359.

B. COSTS	
PERIODIC	61735.
NON-PERIODIC	1547703.
VARIABLE PRODUCTION	175977.
VARIABLE DELIVERY	0.
SUBTOTAL	1785415.

C. NET VALUE (A-B) 1048943.
Internal RATE OF RETURN = 16.13

PROJECT TIMING ANALYSIS

CONSTRUCTION START	PRODUCTION START	NET PRESENT VALUE	--- PERCENT CHANGE--- FROM PREV.	CUMULATIVE
-----------------------	---------------------	----------------------	-------------------------------------	------------

* 1	4	1048943.	.0	.0
-----	---	----------	----	----

* DENOTES OPTIMUM START DATE

(IF IT APPEARS WITHIN TIME INTERVAL INVESTIGATED)

ANEXO 8.1

PROYECCION DE CONSUMO PARA MONTERREY Consumo Doméstico, Agua + Alcantarillado

AÑO	POBLACION (MILES)	CONEXIONES DE BAJOS INGRESOS:				86.7%				CONEXIONES OTROS:				34.3%	
		%	NUMERO (MILES)	DOTACION (M3/MES)	CONSUMO		NUMERO (MILES)	DOTACION (M3/MES)	CONSUMO		NUMERO (MILES)	DOTACION (M3/MES)	CONSUMO		
					COBERTURA	(MILES)			(LPS)	(M3/AÑO)			(LPS)	(M3/AÑO)	(LPS)
1990	2,574	90.00%	233	25.4	2,256	71,151	171	42.6	2,776	87,542					
1991	2,643	90.20%	240	25.4	2,323	73,258	176	42.6	2,858	90,134					
1992	2,714	90.40%	247	25.4	2,392	75,426	181	42.6	2,943	92,802					
1993	2,787	90.60%	254	25.4	2,463	77,658	187	42.7	3,030	95,548					
1994	2,862	90.80%	262	25.4	2,535	79,956	192	42.7	3,119	98,375					
1995	2,936	91.00%	269	25.5	2,607	82,217	197	42.7	3,208	101,157					
1996	3,011	91.20%	277	25.5	2,681	84,542	203	42.7	3,298	104,018					
1997	3,088	91.40%	284	25.5	2,757	86,932	209	42.7	3,392	106,958					
1998	3,167	91.60%	292	25.5	2,835	89,389	214	42.7	3,487	109,982					
1999	3,248	91.80%	300	25.5	2,915	91,916	220	42.8	3,586	113,090					
2000	3,320	92.00%	308	25.5	2,987	94,209	226	42.8	3,676	115,911					
2001	3,394	92.00%	315	25.5	3,055	96,349	231	42.8	3,759	118,544					
2002	3,470	92.00%	322	25.5	3,125	98,538	236	42.8	3,844	121,238					
2003	3,548	92.00%	329	25.5	3,196	100,777	241	42.8	3,932	123,992					
2004	3,627	92.00%	336	25.5	3,268	103,066	247	42.8	4,021	126,809					
2005	3,697	92.00%	343	25.6	3,333	105,109	251	42.9	4,101	129,322					
2006	3,769	92.00%	349	25.6	3,399	107,192	256	42.9	4,182	131,885					
2007	3,842	92.00%	356	25.6	3,466	109,316	261	42.9	4,265	134,499					
2008	3,916	92.00%	363	25.6	3,535	111,482	266	42.9	4,349	137,164					
2009	3,992	92.00%	370	25.6	3,605	113,692	272	42.9	4,436	139,883					
2010	4,070	92.00%	377	25.6	3,677	115,945	277	43.0	4,524	142,655					
2011	4,149	92.00%	385	25.6	3,749	118,243	282	43.0	4,613	145,482					
2012	4,229	92.00%	392	25.6	3,824	120,586	288	43.0	4,705	148,365					
2013	4,311	92.00%	400	25.6	3,900	122,976	293	43.0	4,798	151,305					
2014	4,395	92.00%	407	25.7	3,977	125,413	299	43.0	4,893	154,304					
2015	4,480	92.00%	415	25.7	4,056	127,898	305	43.0	4,990	157,362					
2016	4,567	92.00%	423	25.7	4,136	130,433	311	43.1	5,089	160,480					
2017	4,656	92.00%	432	25.7	4,218	133,018	317	43.1	5,190	163,661					
2018	4,746	92.00%	440	25.7	4,302	135,654	323	43.1	5,292	166,904					
2019	4,838	92.00%	449	25.7	4,387	138,343	329	43.1	5,397	170,212					
2020	4,932	92.00%	457	25.7	4,474	141,084	335	43.1	5,504	173,585					

NOTAS: Número de personas por conexión bajos recursos: 6.52
Número de personas por conexión otros: 4.64
Tasa de crecimiento del ingreso per-cápita: 1.00%
Tasa de crecimiento del consumo @ e=0.491: 0.04%

ANEXO 8.2

PROYECCION DE CONSUMO PARA MONTERREY

AÑO	POBLACION (MILES)	CONSUMO DOMESTICO, SOLO AGUA						CONSUMO NO DOMESTICO					
		CONEXIONES DE BAJOS INGRESOS						COMERCIAL, INDUSTRIAL Y PUBLICO					
		% COBERTURA	NUMERO (MILES)	DOTACION (M3/MES)	(LPS)	(MILES M3/AÑO)	NUMERO CONEXIONES (MILES)	DOTACION (M3/MES)	(LPS)	(MILES M3/AÑO)			
1990	2,574	7.00%	28	25.4	267	8,423	29	153.2	1,716	54,102			
1991	2,643	6.90%	28	25.4	270	8,530	30	153.2	1,758	55,455			
1992	2,714	6.80%	28	25.4	274	8,636	31	153.2	1,802	56,841			
1993	2,787	6.70%	29	25.4	277	8,741	32	153.2	1,847	58,262			
1994	2,862	6.60%	29	25.4	281	8,846	32	153.2	1,894	59,719			
1995	2,936	6.50%	29	25.5	283	8,939	33	153.2	1,941	61,212			
1996	3,011	6.40%	30	25.5	286	9,030	34	153.2	1,990	62,742			
1997	3,088	6.30%	30	25.5	289	9,120	35	153.2	2,039	64,311			
1998	3,167	6.20%	30	25.5	292	9,209	36	153.2	2,090	65,918			
1999	3,248	6.10%	30	25.5	295	9,296	37	153.2	2,143	67,566			
2000	3,320	6.00%	31	25.5	297	9,352	38	153.2	2,196	69,255			
2001	3,394	6.00%	31	25.5	303	9,564	39	153.2	2,251	70,987			
2002	3,470	6.00%	32	25.5	310	9,781	40	153.2	2,307	72,762			
2003	3,548	6.00%	33	25.5	317	10,004	41	153.2	2,365	74,581			
2004	3,627	6.00%	33	25.5	324	10,231	42	153.2	2,424	76,445			
2005	3,697	6.00%	34	25.6	331	10,434	43	153.2	2,485	78,356			
2006	3,769	6.00%	35	25.6	337	10,640	44	153.2	2,547	80,315			
2007	3,842	6.00%	35	25.6	344	10,851	45	153.2	2,610	82,323			
2008	3,916	6.00%	36	25.6	351	11,066	46	153.2	2,676	84,381			
2009	3,992	6.00%	37	25.6	358	11,286	47	153.2	2,743	86,491			
2010	4,070	6.00%	37	25.6	365	11,509	48	153.2	2,811	88,653			
2011	4,149	6.00%	38	25.6	372	11,737	49	153.2	2,881	90,869			
2012	4,229	6.00%	39	25.6	380	11,970	51	153.2	2,953	93,141			
2013	4,311	6.00%	40	25.6	387	12,207	52	153.2	3,027	95,469			
2014	4,395	6.00%	40	25.7	395	12,449	53	153.2	3,103	97,856			
2015	4,480	6.00%	41	25.7	403	12,696	55	153.2	3,181	100,303			
2016	4,567	6.00%	42	25.7	411	12,947	56	153.2	3,260	102,810			
2017	4,656	6.00%	43	25.7	419	13,204	57	153.2	3,342	105,380			
2018	4,746	6.00%	44	25.7	427	13,466	59	153.2	3,425	108,015			
2019	4,838	6.00%	45	25.7	435	13,733	60	153.2	3,511	110,715			
2020	4,932	6.00%	45	25.7	444	14,005	62	153.2	3,599	113,483			

ANEXO 8.3

PROYECCION DE CONSUMO PARA MONTERREY Conexiones Totales

AÑO	NUMERO CONEXIONES (MILES)	DOTACION PROMEDIO		CONSUMO (LPS)	(MILES M3/AÑO)	PERDIDAS		DEMANDA TOTAL (LPS)
		(M3/AMES)	(LCD)			(%)	(LPS)	
1990	462	39.9	374	7,015	221,219	30.0%	3,006	10,021
1991	475	39.9	373	7,210	227,376	30.0%	3,090	10,300
1992	488	39.9	373	7,411	233,705	30.0%	3,176	10,587
1993	501	39.9	372	7,617	240,210	30.0%	3,264	10,881
1994	515	39.9	372	7,829	246,896	30.0%	3,355	11,184
1995	529	39.9	347	8,039	253,525	25.0%	2,680	10,719
1996	543	39.9	346	8,255	260,332	25.0%	2,752	11,007
1997	558	39.9	346	8,477	267,321	25.0%	2,826	11,302
1998	573	39.9	346	8,704	274,498	25.0%	2,901	11,606
1999	588	39.9	345	8,938	281,868	25.0%	2,979	11,917
2000	602	40.0	345	9,155	288,727	25.0%	3,052	12,207
2001	615	40.0	346	9,368	295,444	25.0%	3,123	12,491
2002	629	40.0	346	9,586	302,318	25.0%	3,195	12,782
2003	643	40.1	346	9,810	309,353	25.0%	3,270	13,079
2004	658	40.1	347	10,038	316,551	25.0%	3,346	13,384
2005	671	40.2	347	10,249	323,221	25.0%	3,416	13,666
2006	684	40.2	348	10,465	330,032	25.0%	3,488	13,954
2007	698	40.3	348	10,686	336,989	25.0%	3,562	14,248
2008	711	40.3	349	10,911	344,094	25.0%	3,637	14,548
2009	725	40.4	349	11,141	351,351	25.0%	3,714	14,855
2010	740	40.4	350	11,376	358,762	25.0%	3,792	15,168
2011	754	40.5	351	11,616	366,331	25.0%	3,872	15,488
2012	769	40.5	351	11,861	374,062	25.0%	3,954	15,815
2013	784	40.6	352	12,112	381,958	25.0%	4,037	16,149
2014	800	40.6	352	12,368	390,022	25.0%	4,123	16,490
2015	816	40.7	353	12,629	398,259	25.0%	4,210	16,838
2016	832	40.7	354	12,895	406,671	25.0%	4,298	17,194
2017	848	40.8	354	13,168	415,263	25.0%	4,389	17,557
2018	865	40.8	355	13,446	424,039	25.0%	4,482	17,928
2019	882	40.9	355	13,730	433,002	25.0%	4,577	18,307
2020	900	41.0	356	14,021	442,157	25.0%	4,674	18,694

ANEXO 8.4

PROYECCION DE CONSUMO PARA MONTERREY
Tasas de Crecimiento

AÑO	GRUPO 1		GRUPO 2		GRUPO 3		GRUPO 4	
	CONSUMO	TASA CREC.	CONSUMO	TASA CREC.	CONSUMO	TASA CREC.	CONSUMO	TASA CREC.
1990	71,151		87,542		8,423		54,102	
1995	82,217	2.9%	101,157	2.9%	8,939	1.2%	61,212	2.5%
2000	94,209	2.8%	115,911	2.8%	9,352	0.9%	69,255	2.5%
2010	115,945	2.1%	142,655	2.1%	11,509	2.1%	88,653	2.5%
2020	141,084	2.0%	173,585	2.0%	14,005	2.0%	113,483	2.5%

BIBLIOGRAFIA

- Alfaro, Bossi, Gómez, Gheen, Yáñez. Ampliación y Mejoramiento del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Tijuana. BID. Noviembre de 1984.
- Anandrup Ray. Cost-Benefit Analysis. Issues and Metodologies. A World Bank Publication. The Johns Hopkins University Press. Baltimore M.D. 1984.
- Blaug, Mark. Teoría Económica en Retrospectiva. Fondo de Cultura Económica. 1985.
- Breton, Albert. A Theory of the Demand for Public Goods. Canadian Journal of Economics. November 1966.
- Call, Steven T. y Holahan. Microeconomía. Grupo Editorial Iberoamericana. 1983.
- Centro de Investigaciones Económicas, Facultad de Economía, UANL. Estimación de la Demanda de Agua Potable en el Area Metropolitana de Monterrey. Julio 1990.
- Hirshleifer, Milliman. Water Supply: Economics, Tecnology and Politics. University of Chicago. 1960.
- Hirshleifer. On the Optimal Theory of Investment. Journal of Political Economy. August 1958.
- Infante, Lecaros, Schaefer, Vélez. Análisis de Costos Marginales y Diseño de Tarifas de Electricidad y Agua. BID. Washington, D.C. 1983.
- INEGI. XI Censo General de Población y Vivienda. 1990.
- Little. A Critique of Welfare Economics. Segunda Edición. Oxford. 1957.
- M. Gramlich, Edward. Benefit-Cost Analysis of Government Programs. Englewood Cliffs. New Jersey: Prentice Hall. 1981.
- Pearce D.W. y Nash C.A. The Social Appraisal of Projects: A Text in Cost-Benefit Analysis. Maxmillian Pres Ltd. London. 1981.

- Powers, Terry A. Guía para la Evaluación de Proyectos de Agua Potable. BID. Noviembre 1976.
- Powers, Valencia. Modelo de Simulación de Obras Públicas. BID. Washington, D.C. Noviembre 1978.
- Sang Heng-Kang. Project Evaluation: Techniques and Practices for Developing Countries. The Institute for Transportation Systems. The City University of New York. Ed. Wilson Press. New York. 1988.
- Sánchez Ugarte, Fernando. La Utilización Eficiente del Agua y los Derechos de Propiedad. En: Los efectos de la Regularización en Algunos Sectores de la Economía Mexicana. Francisco Gil Díaz y Arturo Fernández (Compiladores). ITAM-FCE-Centro Internacional para el Desarrollo Económico. 1971.
- Tibor, Scitovsky. A Note on Welfare Propositions in Economics. Review of Economics Studies. 1942.
- Varian, Hal. R. Microeconomics Analysis. W.W. Norton & Company. 1978.

