

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS
CARRERA DE ECONOMÍA



TESIS DE GRADO

**“EL EFECTO INVERNADERO, LOS DESHIELOS GENERADOS Y LA
DISPONIBILIDAD DE AGUA”
CASO: CIUDAD DE LA PAZ**

POSTULANTE: ROSMERY FLORES FLORES
TUTOR: ING. FELIPE COARITE HUAÑAPACO
RELATOR: LIC. JHONNY TABORGA

LA PAZ – BOLIVIA
GESTIÓN 2009

DEDICATORIA

Dedico a DIOS, que me dio las fuerzas necesarias para lograr el objetivo que me propuse, a todos los que creyeron en mí y me alentaron a dar cada día un paso más. Y especialmente a mi familia, que desde siempre están conmigo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas e Instituciones, quienes colaboraron con el desarrollo del tema y muy especialmente a mis docentes, Ing. Felipe Huañapaco y Lic. Jhonny Taborga, quienes con orientación y paciencia me guiaron en el proceso de elaboración del presente trabajo.

Muchas Gracias...

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1 ASPECTOS GENERALES

1.1.	INTRODUCCIÓN.....	2
1.1.	ANTECEDENTES.....	4
1.2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
1.3.	OBJETIVOS	7
1.3.1.	Objetivo General.....	7
1.3.2.	Objetivos Específicos	7
1.4.	HIPÓTESIS	8
1.5.	JUSTIFICACIÓN	8
1.5.1.	Justificación Social.....	8
1.5.2.	Justificación Económica.....	9
1.5.3.	Justificación Ambiental.....	10
1.6.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	10
1.6.1.	Tipo de Estudio.....	10
1.6.2.	Método de Investigación.....	10
2.	Fuentes y Técnicas para la recolección de la Información	10
3.	Tratamiento de la Información	12
1.7.	ALCANCES	12

CAPÍTULO 2 TEORÍA ECONÓMICA

2.1.	MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS	13
2.2.	ECONOMÍA DEL BIENESTAR Y TEORÍA ECONÓMICA	16
2.3.1.	La Economía del Bienestar.....	18
2.3.2.	Escasez y Necesidades	20
2.3.3.	Escasez y eficiencia	21
2.3.4.	Cuestiones fundamentales de la <i>economía del bienestar</i>	24

2.3.5.	Génesis de la economía del bienestar	26
2.3.6.	Los dos teoremas de la economía del bienestar	34
2.3.7.	Planteamientos actuales de la <i>economía del bienestar</i>	38
2.3.	ECONOMÍA AMBIENTAL	65

CAPÍTULO 3 TEORÍA AMBIENTAL

3.1.	CONCEPTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL.....	68
3.2.	BASES TEÓRICAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL.....	69
3.2.1.	La Atmósfera	70
3.2.2.	Composición atmosférica	70
3.2.2.1.	Dióxido de carbono (CO ₂)	71
3.2.2.2.	Metano (CH ₄)	71
3.2.2.3.	Oxido nitroso (N ₂ O)	72
3.2.2.4.	Ozono (O ³)	72
3.2.2.5.	Halocarbonos	73
3.2.2.6.	Vapor de agua	73
3.2.2.7.	Aerosoles en la atmósfera.....	74
3.3.	CAMBIO CLIMÁTICO Y EFECTO INVERNADERO	74
3.3.1.	Efecto invernadero	74
3.4.	LA ESCASEZ DE AGUA DULCE	76
3.4.1.	Comprensión de la escasez	77
3.4.2.	Aumento del estrés y la escasez.....	79
3.4.3.	Demanda de agua y crecimiento demográfico	80

CAPÍTULO 4 ÁREA DE ESTUDIO

4.1.	INTRODUCCIÓN.....	83
4.2.	LA CORDILLERA REAL Y LA CORDILLERA DE LA PAZ EN LOS ANDES BOLIVIANOS.....	85

4.3.	CORDILLERA DE LA PAZ	86
4.3.1.	LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS Y LOS DESHIELOS EN LA CORDILLERA DE LA PAZ	87
4.4.	DATOS RELEVANTES	88

CAPÍTULO 5 PROYECCIONES ECONOMÉTRICAS

5.1.	DEFINICIÓN DE VARIABLES	91
5.2.	ANÁLISIS AL PRIMER MODELO	93
5.2.1.	Interpretación de los Resultados	95
5.2.2.	Contraste de significancia Individual	95
5.2.3.	Contraste de significancia conjunta	96
5.2.4.	Patología	97
5.2.5.	A cerca del Modelo	102
5.3.	ANÁLISIS AL SEGUNDO MODELO	102
5.3.1.	Interpretación de Resultados	102
5.3.2.	Contraste De Significancia Individual	103
5.3.3.	Patologías	104
5.3.4.	Acerca del Modelo	108
5.4.	RESULTADOS DE LA PROYECCIÓN ECONOMÉTRICA.....	108
5.4.1.	Consumo del Agua por Año	108
5.4.2.	Predicción del Comportamiento de la Temperatura	110
5.4.3.	Predicción de la Precipitación Pluvial	114
5.4.4.	Predicción del Caudal.....	117
5.4.5.	EL Agua Hasta el 2051	119

CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.	CONCLUSIONES	122
6.2.	RECOMENDACIONES.....	124

BIBLIOGRAFIA	125
WEBGRAFIA.....	128
ANEXOS	

BIBLIOTECA DE ECONOMIA

ÍNDICE DE TABLAS

Cuadro N° 4. 1: Poblaciones De Las Ciudades De La Paz Y El Alto Para El Periodo Comprendido Entre El 2002 Y El 2051.....	84
Cuadro N° 4. 2: Datos crecimiento Poblacional de los Años 2002 al 2008.....	89
Cuadro N° 4. 3: Datos Precipitación Pluvial (1980 al 2008)	89
Cuadro N° 4. 4: Datos del descenso del Caudal de los años 1980 al 2008	90
Cuadro N° 5. 1: datos para la proyección (1980 – 2007).....	92
Cuadro N° 5. 2: Modelo Econométrico con el comportamiento de tres Variables (1980 - 2007).....	94
Cuadro N° 5. 3: Modelo Econométrico con el comportamiento de tres Variables (1980 - 2007).....	94
Cuadro N° 5. 4: Regresión Auxiliar	97
Cuadro N° 5. 5: Heterocedasticidad	98
Cuadro N° 5. 6: Heterocedasticidad	99
Cuadro N° 5. 7: Segundo Modelo.....	102
Cuadro N° 5. 8: La Heterocedasticidad	104
Cuadro N° 5. 9: Autocorrelación	105
Cuadro N° 5. 10: Proyección del consumo de Agua (2002-2051)	108
Cuadro N° 5. 11: Comportamiento de la Temperatura (1980 - 2051)	110
Cuadro N° 5. 12: Resultados de proyección de la Precipitación Pluvial.....	114
Cuadro N° 5. 13: proyección Precipitación Pluvial (1980-2051)	115
Cuadro N° 5. 14: Resultados de proyección del Caudal.....	117
Cuadro N° 5. 15: Proyección Caudal (1980-2051)	117
Cuadro N° 5. 16: Proyección de la escasez del Agua hasta el 2051	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 5. 1: Barra de la distribución normal modelo 1	100
Figura N° 5. 2: Barra de la distribución normal modelo 2	106
Figura N° 5. 3: Proyección del Crecimiento poblacional (2002 - 2051)	109
Figura N° 5. 4: Proyección del consumo del agua (2002 - 2051)	109
Figura N° 5. 5: Predicción del consumo del petróleo (1980-2051)	111
Figura N° 5. 6: Predicción del consumo del Gas Natural (1980-2051)	111
Figura N° 5. 7: Predicción de la temperatura terrestre (1980–2051)	112
Figura N° 5. 8: Figura 5. 10: Predicción del Petróleo respecto a la Temperatura (1980-2051).....	113
Figura N° 5. 9: Predicción del consumo de Gas Natural respecto a la Temperatura (1980-2051).....	113
Figura N° 5. 10: Predicción de la Precipitación Pluvial respecto al tiempo (1980- 2051).....	115
Figura N° 5. 11: Precipitación pluvial respecto a la temperatura (1980-2051).....	116
Figura N° 5. 12: Predicción del caudal respecto al tiempo (1980-2051).....	118
Figura N° 5. 13: Predicción del caudal respecto a la Temperatura (1980-2051)	118
Figura N° 5. 14: comparación de reserva del Agua requerida y proyectada (1980- 2051).....	120

ANEXOS

ANEXO 1 LA CORDILLERA.....	147
ANEXO 2 COSTO CONSUMO DEL AGUA SEGÚN EPSAS	148
ANEXO 3 EVALUACIÓN DE INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA.....	149
ANEXO 4 ESTACIONES METEROLÓGICAS.....	150
ANEXO 5 CUENCAS RÍO LA PAZ	151
ANEXO 6 DISTRIBUCIONES PROMEDIO.....	153
ANEXO 7 CUADRO PARA LA VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	155
ANEXO 8 MEDIDAD DE LA POBREZA.....	155

BIBLIOTECA DE ECONOMIA

RESUMEN

La presente tesis que titulada: “*El efecto invernadero, los deshielos generados y la disponibilidad de agua*”, se ha desarrollado pensando en la necesidad de determinar los efectos del calentamiento global en la reducción de los glaciales en la Cordillera de la Paz, de donde se capta agua para abastecer a la ciudad de La Paz y El Alto, con la finalidad de identificar los riesgos de suministro, dado que se ha evidenciado el problema de los deshielos que están sufriendo los nevados circundantes a la ciudad de La Paz, por efecto del calentamiento global, determinando que a mediano o largo plazo pueden provocar escasez de este líquido elemento, además de provocar efectos sociales y económicos considerables.

Cabe mencionar que para guiar la investigación se ha formulado la hipótesis de trabajo de la siguiente forma: La disminución del agua dulce, como consecuencia del calentamiento global, ocasionará que la disponibilidad de agua potable sea insuficiente por cada habitante de las ciudades de La Paz y El Alto en los próximos 50 años, considerando el crecimiento demográfico de estas urbes.

Una vez concluida la Tesis se ha podido arribar a las siguientes conclusiones:

La ciudad de La Paz está en riesgo de no abastecerse de agua en el mediano y largo plazo por efecto de los deshielos de los glaciales, ocasionados por el calentamiento global o efecto invernadero.

La disminución de los caudales implicará a su vez efectos económicos difíciles de cuantificar, ya que si bien es un hecho el calentamiento global y los deshielos de los glaciales, los bruscos y repentinos cambios climáticos que pueden provocar desastres naturales en cualquier momento con diferentes magnitudes y distintos impactos económicos.

CAPÍTULO 1 ASPECTOS GENERALES

1.1. INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada: EL EFECTO INVERNADERO, LOS DESHIELOS GENERADOS Y LA DISPONIBILIDAD DEL AGUA, se ha planteado como objetivo general “Proponer la adopción de medidas destinadas a combatir y/o prevenir la disminución del agua dulce como consecuencia del calentamiento global para proyectar la disponibilidad del agua potable en los próximos 50 años, considerando el crecimiento demográfico de las ciudades de La Paz”, dado que se ha identificado el problema en los deshielos que están sufriendo los nevados circundantes a la ciudad de La Paz por efecto del calentamiento global y que en el mediano y largo plazo pueden provocar escasez de agua potable, y/o incrementarse los costos para provisión de este líquido elemento.

Para el efecto se ha formulado la hipótesis de trabajo de la siguiente manera: La disminución del agua dulce, como consecuencia del calentamiento global, ocasionará que la disponibilidad de agua potable sea insuficiente por cada habitante de las ciudades de La Paz en los próximos 50 años, considerando el crecimiento demográfico de esta urbe.

El Capítulo 1, está referido a delimitar el tema de investigación a través del planteamiento del problema, formulación de los objetivos e hipótesis, así como el justificar la tesis.

El Capítulo 2, que describe el marco teórico de la investigación sobre la teoría económica y que permite sustentar la misma con los conceptos y categorías teóricas relacionadas al tema abordado. Por ejemplo los mínimos cuadrados ordinarios, la economía del bienestar y teorías económicas.

El Capítulo 3, describe la el marco teórico de la investigación referente a la Teoría ambiental que sustentan a la investigación, abordando conceptos de cambio climático global el efecto invernadero.

El Capítulo 4, describe las características del área de estudio, es decir, los efectos del calentamiento global de los deshielos de la Cordillera de La Paz, además de los datos relevantes o variables que permiten realizar las proyecciones sobre el mismo.

En el capítulo 5, se hace una estimación econométrica respecto a los efectos del calentamiento global en la provisión de agua para la ciudad de La Paz. Es justamente éste capítulo el que permitió confirmar la hipótesis formulada en el sentido que: “La disminución del agua dulce, como consecuencia del calentamiento global, ocasionará que la disponibilidad de agua potable sea insuficiente por cada habitante de las ciudades de La Paz en los próximos 50 años, considerando el crecimiento demográfico de estas urbes”.

Finalmente el Capítulo 6, recapitula las principales conclusiones del estudio y enuncia recomendaciones importantes en relación al tema de estudiado.

Una Vez concluida la Tesis se ha podido arribar a las siguientes conclusiones:

Los resultados encontrados muestran que la temperatura es más sensible ante cambios en el consumo de los derivados de petróleo que el de gas natural. Con respecto al consumo de los derivados de petróleo la relación es directamente proporcional en un 0,25%, y con respecto al consumo de gas natural la relación es inversamente proporcional en un 0,17%.

Debido a que el consumo de gas natural es reciente en los hogares y en el transporte público el efecto del gas en la temperatura es negativo, mientras que el

consumo de los derivados de petróleo ha sido creciente en los últimos 30 años, el efecto en la temperatura es positivo.

Con respecto al segundo modelo, se muestra que la temperatura afecta negativamente a la precipitación pluvial, debido a que un incremento de la temperatura disminuye la precipitación pluvial en 3,51%.

Estos dos modelos muestran que la precipitación pluvial tenderá a reducirse debido al constante incremento del consumo de los derivados del petróleo en la ciudad de La Paz.

Realizando las predicciones del periodo 2009-2051 en base a los resultados de los coeficientes calculados por el proceso de Montecarlo para las variables; precipitación pluvial, temperatura y consumo de los derivados de petróleo y gas natural

Se observó que la temperatura mantendrá una tendencia creciente debido al incremento del consumo de los derivados de petróleo y en menor medida del gas natural lo que ocasionará que la precipitación pluvial tienda a un punto de inflexión en el año 2037 llegando a su mínima cantidad.

Al analizar la segunda predicción realizada en el mismo periodo para la variable caudal utilizando la temperatura como variable explicativa, se determina que en el año 2028 el caudal tiende a un punto de inflexión llegando a su mínima cantidad

1.1. ANTECEDENTES

Actualmente, existe un fuerte consenso científico en sentido de que el clima global se verá alterado significativamente, como resultado del aumento de concentraciones de gases de efecto invernadero tales como el vapor de agua,

dióxido de carbono, metano, óxidos nitrosos y clorofluorocarbonos¹. Estos gases están atrapando una porción creciente de radiación infrarroja terrestre y se espera que en el presente siglo la temperatura planetaria se incremente entre 1,5 y 4,5°C. Como respuesta a esto, se estima que los patrones de precipitación global, también se alteren. Aunque existe un acuerdo general sobre estas conclusiones, hay una gran incertidumbre con respecto a las magnitudes y las tasas de estos cambios a escalas regionales².

La energía recibida por la Tierra desde el Sol, debe ser balanceada por la radiación emitida desde la superficie terrestre. En ausencia de cualquier atmósfera, la temperatura superficial sería aproximadamente -18 °C. Esta es conocida como la temperatura efectiva de radiación terrestre. De hecho la temperatura superficial terrestre, es de aproximadamente 15 °C. La razón de esta discrepancia de temperatura, es que la atmósfera es casi transparente a la radiación de onda corta, pero absorbe la mayor parte de la radiación de onda larga emitida por la superficie terrestre. Varios componentes atmosféricos, tales como el vapor de agua, el dióxido de carbono, tienen frecuencias moleculares vibratorias en el rango espectral de la radiación terrestre emitida. Estos gases de invernadero absorben y re-emiten la radiación de onda larga, devolviéndola a la superficie terrestre, causando el aumento de temperatura, fenómeno denominado Efecto Invernadero³.

Los estudios desarrollados sobre la temática de deshielo en la Cordillera oriental y específicamente sobre la Cordillera de La Paz se refiere a la Academia Nacional de Ciencias que investigó “Formas alternativas para abastecer a la ciudad de La Paz de agua” llevado a cabo por Martín Cárdenas, Jorge Muñoz Reyes y Ovidio Suárez. Otro estudio desarrollado con la UMSA tiene que ver con “El deshielo de la cuenca Tuni Condoriri y su impacto sobre los recursos hídricos de las ciudades de La Paz y El Alto”, alerta que a partir del año 2009 estas ciudades comenzarán a

¹Houghton Climate Change 2002: The Supplemental Report to the IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press. p. 200.

²Development Forum and EEI, 2007 p. 132

³Global Climate Change Information Programme 2005 p. 69

sentir la escasez de agua y a futuro también de energía eléctrica y de seguridad alimentaria, debido al deshielo de los glaciares del nevado Tuni Condoriri, en la Cordillera Real. El Programa Nacional de Cambio Climático, en la gestión 2005, impulsó una línea de investigación sobre el “retroceso de los glaciares y sus impactos”. Finalmente, un proyecto de investigación fue abordado por el Instituto de Ecología de la UMSA y tuvo el objetivo de evaluar el impacto del cambio climático en la biodiversidad y en los ecosistemas productivos de alta montaña.

En el Departamento de La Paz, la situación se deteriora paulatinamente, es decir, los glaciares que proveen de agua a las ciudades de La Paz y El Alto se deshuelan de manera precipitada a causa de las actividades humanas que provocan el fenómeno del calentamiento global. Esto puede ocasionar la escasez de agua potable en los siguientes 50 años. Por otro lado, una creciente corriente de opinión en el mundo propone el ahorro de este elemento.

En el caso del departamento de La Paz, pese a su crecimiento demográfico se cuenta con una buena cobertura para el uso del agua. En la región paceña se consumen 50 millones de metros cúbicos de agua por año, pero gran parte de la ciudadanía tiene un uso dispendioso del recurso hídrico, porque utiliza demasiado líquido de forma innecesaria. Por ejemplo, se puede notar el uso del agua directamente del grifo y con mangueras destinadas al lavado de vehículos, por lo que no se toma en cuenta que en otros lugares se puede necesitar el suministro con más urgencia⁴.

⁴ RODRIGUEZ, Ramiro “Calidad ambiental “ Honorable Alcaldía Municipal de La Paz 2006 p. 147

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Será que los deshielos en la Cordillera Oriental originados por el calentamiento global provocarán una disminución del recurso agua en las áreas circundantes a la cordillera de La Paz, en los próximos años?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Determinar los efectos del calentamiento global en la reducción de los glaciares en la cordillera de La Paz, con la finalidad de identificar el riesgo en el suministro de agua potable para consumo humano.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar el grado de deshielo de los glaciares de la Cordillera Oriental cercanos a las ciudades de La Paz y El Alto como efecto del calentamiento global.
- Utilizar las herramientas econométricas para la construcción de un modelo econométrico que explique el comportamiento de variables del efecto invernadero y la disponibilidad del agua.
- Determinar la cantidad mínima de agua dulce que es captada por la ciudad de La Paz y sus fuentes de aprovisionamiento.
- Determinar la cantidad mínima de agua dulce que, anualmente, necesita una persona para vivir.
- Realizar una proyección del crecimiento demográfico de las ciudades de La Paz y El Alto en los siguientes 50 años.

- Determinar el tipo de bien en el que se está constituyendo el agua dulce, considerando su disminución y el crecimiento poblacional.

1.4. HIPÓTESIS

El calentamiento global, generara la disminución de la disponibilidad de agua potable para la ciudad de La Paz con todas sus implicaciones.

1.5. JUSTIFICACIÓN

1.5.1. Justificación Social

Tomando en cuenta que el efecto invernadero conduce a un deterioro acelerado del medio ambiente y a la escasez de recurso hídrico para la población, se constituye en un determinante crítico para impulsar el desarrollo territorial. Debe ser prioridad del Estado la inversión en investigación, desarrollo y formación de recursos humanos y la promoción de articulaciones para la socialización del conocimiento. Considerando que el agua es indispensable para la vida, y que los acuerdos para la gestión compartida de cuencas pueden vulnerar la soberanía nacional, son necesarios, mayores trabajos científicos sobre el tema. Con este aporte se busca impulsar y profundizar el debate ambiental en todo el país, plenamente consciente de que el proceso es inagotable y por lo mismo lleno de una riqueza conceptual, además de experiencias a ser rescatadas.

Los dos elementos clave de la justicia global en los tiempos actuales, como ser: el cambio climático y la pobreza en el mundo, están íntimamente relacionados. Se puede decir que hoy en día, resulta imposible abordar de manera eficaz la lucha contra la pobreza en el mundo, dejando de lado los efectos que el cambio climático

tiene en la agricultura, la propagación de las enfermedades o en los fenómenos meteorológicos violentos.

Por otro lado, los países pobres carecen de la infraestructura necesaria para responder a fenómenos meteorológicos severos. Tomando en cuenta que las consecuencias son más duras para ellos. El cambio en los regímenes de lluvia también puede tener efectos negativos en la agricultura, de la que depende la supervivencia de gran parte de la población de los países en vías de desarrollo.

En este sentido, la presente investigación pretende aportar al conocimiento, en la medida que permita tomar acciones de prevención, las cuales coadyuven en el efecto de los niveles de pobreza y empleo.

1.5.2. Justificación Económica

A través del tiempo la sostenibilidad o viabilidad de un sistema, viene marcada por sus intercambios con el entorno físico, que normalmente escapan al análisis económico. Precisamente por esta razón, la economía debe extender su objeto de reflexión y de valoración hacia aquellas partes del proceso físico de producción que no eran tomadas en cuenta, como es la reducción del stock de recursos naturales, la producción de desechos y los impactos medioambientales.

La actividad económica no puede existir sin el sustrato biofísico que la sostiene. En la medida que el sistema socioeconómico modifica los sistemas biológicos, debe adaptar el primero a los cambios introducidos en el segundo y evaluar las modificaciones sobre los ecosistemas para poder usar adecuadamente los mismos, para lo cual se establecerán leyes, reglamentos y se orientarán normas sociales de comportamiento.

1.5.3. Justificación Ambiental

El presente trabajo permitirá generar datos útiles sobre la conducta ambiental adoptada por la población en general en la ciudad de La Paz, constituyéndose como beneficiarios directos, así como, los estudiosos del tema ambiental, que eventualmente podrán utilizar los resultados obtenidos para planificar los instrumentos de intervención ambiental.

1.6. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

1.6.1. Tipo de Estudio

El tipo de estudio es **descriptivo–explicativo**, de acuerdo al análisis para decir el tipo descriptivo, la investigación observa el cómo se manifiesta el fenómeno de estudio que son las medidas destinadas a combatir y/o prevenir la disminución del agua dulce, busca especificar las propiedades importantes del consumo del agua dulce, mide, evalúa diversos aspectos, componentes, dimensiones del consumo del Agua dulce. Explicativo porque está dirigido a responder a las causas de los eventos físicos y/o sociales que intervienen en la disminución del consumo de agua dulce.

1.6.2. Método de Investigación

El método científico que apoya a la investigación es el **inductivo**, debido a que induce a sacar conclusiones generales a partir de una causa que es el consumo del Agua Dulce. Además utiliza los métodos **estadísticos**, por la aplicación de la econometría en demostrar la hipótesis y la teoría **económica** del bienestar social.

1.6.3. Fuentes y Técnicas para la Recolección de la Información

Para la recolección de datos en la presente investigación se aplican las técnicas de investigación de acuerdo a las fuentes primarias y fuentes secundarias, detalladas a continuación:

a) Fuentes Primarias

La información primaria, básicamente está constituida por la construcción de modelos comúnmente utilizados por los economistas ambientales y de recursos naturales para la valoración económica ambiental y para la estimación de beneficios y costos derivados de la evaluación de políticas ambientales y de manejo de recursos naturales, los datos referente al efecto invernadero y sus consecuencias son recogidos mediante la siguiente técnica:

- Técnicas para Recolección de información

Se aplica esta técnica para la búsqueda y acopio de material teórico referido al tema de investigación. La recopilación documental se la realiza en Bibliotecas, bases de datos de instituciones como INE, SENAMHI, EPSAS entre otros.

b) Fuentes Secundarias

En la investigación estas fuentes son las que poseen "...información que proporcionan las personas que no participaron directamente en ella."⁵ Es así que este tipo de fuentes de información proveen datos que no son de primera mano; es decir no se origina directamente de los propios informantes. Es decir, que estas fuentes ayudan a incrementar datos que no se puedan obtener de manera directa y representan conceptos que intervienen en el tema planteado, generalmente de forma indirecta. Los medios que se utilizan son los siguientes:

⁵ TAMAYO, Mario. El proceso de la investigación científica. 2001. p. 45

- Textos
- Revistas
- Internet
- Folletos

1.6.4. Tratamiento de la Información

En el tratamiento de la Información se determinan dos procedimientos para el recuento, clasificación y ordenación de la forma siguiente:

- Técnica estadística: se aplica los modelos econométricos y económicos de la teoría de bienestar social, aplicando sus sesgos, medias, análisis de varianza, valor esperado, desviación estándar.
- Presentación de la información: se realiza el análisis estadístico, este estudio presenta el uso de gráficos y tablas.

1.7. ALCANCES

El alcance de la presente investigación comprende la determinación de la disponibilidad de agua potable por habitante, y como ésta puede ser afectada como consecuencia de la reducción de los glaciales en la Cordillera oriental. De esta manera, se identificará el riesgo de disponibilidad en el suministro de agua potable para consumo humano en la ciudad de La Paz. Los aspectos relacionados con la actitud de protección y conservación del medio ambiente quedan al margen del presente estudio.

CAPÍTULO 2 TEORÍA ECONÓMICA

2.1. MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS

El análisis de regresión trata de la dependencia de las variables explicativas, con el objeto de estimar y/o predecir la media o valor promedio poblacional de la variable dependiente en términos de los valores conocidos o fijos de las variables explicativas.

Se trata de encontrar un método para hallar una recta que se ajuste de una manera adecuada a la nube de puntos definida por todos los pares de valores muestrales (X_i, Y_i) [DAM-2004].

Este método de estimación se fundamenta en una serie de supuestos, los que hacen posible que los estimadores poblacionales que se obtienen a partir de una muestra, adquieran propiedades que permitan señalar que los estimadores obtenidos sean los mejores.

De esta forma, el método de los mínimos cuadrados ordinarios consiste en hacer mínima la suma de los cuadrados residuales, es decir, se debe hallar los estimadores que hagan que esta suma sea lo más pequeña posible.

Los supuestos del método *MCO* son los que se presentan a continuación [DAM–2004]:

- Supuesto 1: El modelo de regresión es lineal en los parámetros:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + \mu_i$$

La linealidad de los parámetros se refiere a que los β 's son elevados solamente a la primera potencia.

- Supuesto 2: Los valores que toma el regresor X son considerados fijos en muestreo repetido. Esto quiere decir que la variable X se considera no estocástica. Este supuesto implica que el análisis de regresión es un análisis condicionado a los valores dados del (los) regresores.
- Supuesto 3: Dado el valor de X , el valor esperado del término aleatorio de perturbación μ_i es cero.

$$E(\mu_i/X_i) = 0$$

Cada población de Y corresponde a un X dado, está distribuida alrededor de los valores de su media con algunos valores de Y por encima y otros por debajo de ésta. Las distancias por encima y por debajo de los valores medios son los errores, y la ecuación antes señalada requiere que en promedio estos valores sean cero.

- Supuesto 4: Homoscedasticidad. Dado el valor de X , la varianza de μ_i es la misma para todas las observaciones.

$$\begin{aligned} \text{Var}(\mu_i/X_i) &= E(\mu_i - E(\mu_i)/X_i)^2 \\ &= E(\mu_i^2/X_i) \\ &= \sigma^2 \end{aligned}$$

Esta ecuación señala que la varianza de las perturbaciones para cada X_i es algún número positivo igual a σ^2 .

Homoscedastidad significa igual dispersión, en otras palabras significa que las poblaciones Y correspondientes a diversos valores de X tienen la misma varianza. Por el contrario, se dice que existe heteroscedasticidad cuando la varianza poblacional, ya no es la misma en cada muestra. El supuesto de homoscedasticidad está indicando que todos los valores de Y correspondientes a diversos valores de X son igualmente importantes.

- Supuesto 5: Dados dos valores cualquiera de X , X_i y X_j ($i \neq j$), la correlación entre μ_i y μ_j cualquiera ($i \neq j$) es cero.

$$\begin{aligned} \text{Cov} (\mu_i, \mu_j / X_i, X_j) &= E (\mu_i - E(\mu_i) / X_i) (\mu_j - E (\mu_j / X_j)) \\ &= E (\mu_i / X_i) (\mu_j / X_j) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Este supuesto indica que las perturbaciones no están correlacionadas. Esto significa que los errores no siguen patrones sistemáticos. La implicancia del no cumplimiento de este supuesto (existencia de autocorrelación) implicaría que Y_t no depende tan sólo de X_t sino también de μ_{t-1} , puesto que μ_{t-1} determina en cierta forma a μ_t .

- Supuesto 6: La covarianza entre μ_i y X_i es cero, formalmente:

$$\begin{aligned} \text{Cov} (\mu_i / X_i) &= E (\mu_i - E(\mu_i)) (X_i - E(X_i)) \\ &= E (\mu_i (X_i - E(X_i))) \\ &= E (\mu_i X_i - E(X_i) E(\mu_i)) \\ &= E (\mu_i X_i) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Este supuesto indica que la variable X y las perturbaciones no están correlacionadas. Si X y μ estuvieran relacionadas, no podrían realizarse inferencias sobre el comportamiento de la variable endógena ante cambios en las variables explicativas.

- Supuesto 7: El número de observaciones debe ser mayor que el número de parámetros a estimar.
- Supuesto 8: Debe existir variabilidad en los valores de X . No todos los valores de una muestra dada deben ser iguales. Técnicamente la varianza de X debe ser un número finito positivo. Si todos los valores de X son idénticos entonces se hace imposible la estimación de los parámetros.
- Supuesto 9: El modelo de regresión debe ser correctamente especificado, esto indica que no existe ningún en el modelo a estimar. La especificación incorrecta o la omisión de variables importantes, harán muy cuestionable la validez de la interpretación de la regresión estimada.
- Supuesto 10: No hay relaciones perfectamente lineales entre las variables explicativas. No existe multicolinealidad perfecta. Aunque todas las variables económicas muestran algún grado de relación entre sí, ello no produce excesivas dificultades, excepto cuando se llega a una situación de dependencia total, que es lo que se excluyó al afirmar que las variables explicativas son linealmente dependientes.

2.2. ECONOMÍA DEL BIENESTAR Y TEORÍA ECONÓMICA

Aun cuando la microeconomía es insuficiente como mediación para la ética, el análisis de sus implicaciones éticas (márgenes de libertad y valores) revela tres posibles vertientes del tratamiento ético de la economía: la *intrasubjetiva*, que se

refiere a las motivaciones y a la responsabilidad de modelar a través de las decisiones individuales el propio *ethos* personal, la *intersubjetiva*, está referida a las consecuencias de las decisiones individuales sobre los demás, y la propiamente *social*, que se refiere al modo como las instituciones y la política inciden en la configuración del mercado y en la distribución de los poderes y los bienes económicos. La última determinada como objeto principal de atención, ya que se constituye en el marco en el que se dan las relaciones interpersonales y porque modela en gran parte las posibilidades y las realizaciones de las personas como sujetos individuales.

Además, es en este ámbito donde se define si tales instituciones se conformarán de acuerdo a la lógica globalizadora–homogeneizante de la economía actual o serán el resultado de acuerdos sociales que respondan a la diversidad de los *ethos* sociales que muchas veces coexisten al interior de un Estado.

El puente entre la microeconomía y la ética social lo constituyen la economía del bienestar y la teoría económica institucional. La economía del bienestar, asume la microeconomía y plantea las cuestiones fundamentales que ésta deja sin resolver, básicamente la de la articulación, implicada en las anomalías de su paradigma o fallas del mercado, entre la racionalidad individual y la racionalidad social, y a las que debe responder la acción política, tanto en lo que se refiere a la eficiencia como en lo que se refiere a la distribución de los bienes económicos y en último término a la justicia distributiva.

La teoría económica institucional, porque demuestra que la configuración más o menos eficiente de una economía está determinada por las instituciones en las que aquella se desenvuelve, lo cual vincula directamente a los mercados con la política y la cultura. Se analizan dos teorías en su carácter de mediaciones entre la microeconomía y la ética social, por lo que se ubican todavía en el momento empírico de las mediaciones socioanalíticas, o de las especificaciones prácticas, para pasar posteriormente a proponer una teoría de la justicia adecuada para los momentos éticos, que asuma los planteamientos y las cuestiones pendientes de la

economía del bienestar, que sea compatible con la teoría de las instituciones que se van a proponer, además de tener las propiedades que le permitan ser asumidas por el método de la teología moral.

Se puede decir, que está enmarcado en la técnica, sin embargo, hay una diferencia fundamental, pues se pasa de la consideración de la racionalidad individual a la consideración de la racionalidad social, sea a través de las decisiones públicas o a través de la dinámica institucional, y ambas se remiten directamente a cuestiones éticas, sobre la justicia en el caso de la economía del bienestar y sobre las relaciones entre economía, política y cultura en el de la teoría económica institucional.

2.3.1. La Economía del Bienestar

La microeconomía afirma que existen dos dimensiones de la racionalidad económica: la racionalidad de los agentes económicos que los conduce en el propósito de maximizar su propio interés, y el resultado objetivo de la misma, o racionalidad del mercado, que tiene como término ideal la eficiencia económica o equilibrio general.

Según esta lógica, la eficiencia sería la búsqueda de la solución óptima al problema que da origen a la existencia de la misma ciencia económica, la escasez definida como la disponibilidad limitada de un bien con respecto a la demanda del mismo⁶, propiedad que define a un bien como “económico”. La escasez no es sólo un fenómeno particular sino una propiedad de la condición histórica del ser humano, pues aún cuando teóricamente exista la posibilidad de sociedades “satisfechas” donde los recursos disponibles siempre sean mayores en cantidad y en calidad a las necesidades experimentadas, la historicidad y finitud de lo humano plantean necesariamente el problema de la escasez, pues los seres humanos

⁶ Cf. AA.VV., Enciclopedia dell' economía, o.c., 974.

siempre enfrentan a la exigencia de administrar (*oiknomein*) la finitud de las capacidades, de el tiempo y espacio en este mundo⁷.

En torno a la categoría de escasez, como relación entre satisfactores y necesidades, se ha dado una discusión sobre su carácter inherente a lo humano. Para algunos la escasez es tan propia de lo humano que incluso las grandes religiones intentan dar respuesta a este problema con sus diversas concepciones del “paraíso” o de la “vida eterna”, de tal manera que para algunas “el cielo” se asocia a imágenes de abundancia permanente de todos los satisfactores (judaísmo, cristianismo e islamismo) mientras que para otras el ingreso a la eternidad va unido a la supresión de todo deseo (hinduismo)⁸.

Otros autores consideran que la escasez es un fenómeno propio de las sociedades occidentales modernas, pero reconocen que se trata de una característica “*estructural y permanente*” en las mismas. En tal caso, se trataría de un fenómeno que se origina con el nacimiento del “*individuo envidioso*” típico de la modernidad, para quien lo escaso lo es por deseable y lo deseable siempre surge como resultado de la comparación con lo que otros ya tienen, de tal manera que este proceso interminable sería el origen de las necesidades en las sociedades consumistas actuales. La escasez no sería entonces una categoría cuantitativa sino la manifestación de un cierto tipo de relaciones sociales a través de las cosas, una categoría de cualidad⁹.

Para el propósito se asume la categoría de escasez como la define la teoría económica (disponibilidad de un bien en medida limitada con respecto a su demanda) es decir, como su supuesto fundamental, sin el cual no tendría sentido el esfuerzo de hacer economía, ni como práctica ni como teoría. Esto se evidencia en la existencia de los mercados en la sociedad en que se vive y en el hecho de que

⁷ Cf. FRANK R.H., *Microeconomía y conducta*, o.c., 3-6; GAUTHIER D., *La moral*, o.c., 432-440.

⁸ Cf. VERVIER J., *Escasez, felicidad*, o.c., 259-280.

⁹ Cf. ACHTERHUIS H., *La critique*, o.c., 47-62.

son el intento de solución más amplio al problema de la escasez. Sin embargo, esto no implica renunciar a una crítica antropológica y ética, o al menos científica, de la homogeneización de los intereses humanos en la categoría única y monótona de “*utilidad*”, o de “*preferencia*”, que termina por excluir la categoría de “*necesidad*” de la reflexión económica¹⁰.

2.3.2. Escasez y Necesidades

De hecho, la definición y clasificación de las necesidades humanas está en el centro del debate sobre la justicia, lo cual implica directamente a la economía. Las respuestas se pueden localizar entre dos extremos: la teoría higienista o materialista de las necesidades y la teoría de la envidia. Para la primera, las únicas necesidades reales, básicas y universales son las necesidades físicas, postura que ayuda a ofrecer una definición objetiva de la pobreza, pero que es susceptible de dos críticas, excluir de lo básico ciertas necesidades no biológicas del ser humano y la ausencia de un parámetro intercultural que permita enumerar tales necesidades como indispensables para todo ser humano. Sin embargo, existen esfuerzos colectivos por encontrar esos parámetros, entre los que se puede mencionar la formulación de los “derechos humanos” y la noción de “calidad de vida”, cada vez más presente en la reflexión económica, bajo la forma de nuevos índices de desarrollo, como el Bienestar Económico Neto (BEN) de Samuelson¹¹ o el Índice de Desarrollo Humano de la Organización de Naciones Unidas (ONU)

¹⁰ “Del concetto di bisogno... la teoria attuale fa un uso minimo se non nullo... il passaggio dai bisogni alla misura della loro soddisfazione comporta la forzata riduzione di una struttura qualitativamente eterogenea all'unica dimensione di un indicatore quantitativo” (Cf. AA.VV., Enciclopedia dell'economia, o.c., 158). “Para el economista, las necesidades interesantes son las capaces de determinar demandas de bienes económicos: aquí no tiene ninguna importancia que esas necesidades sean lícitas o ilícitas, virtuosas o viciosas, naturales o artificiales, presentes o futuras, primarias o secundarias, directas o indirectas; lo que cuenta es su traducción en demanda o en otros tipos de actividad económica” (Cf. RICOSSA S., Diccionario de economía, o.c., 420-421).

¹¹ El Bienestar Económico Neto es un índice de desarrollo que añade elementos de bienestar no considerados por el Producto Nacional Bruto -como el tiempo dedicado al ocio, que disminuye el PNB pero aumenta el bienestar, o la economía informal que no es incluida en las cuentas nacionales- y considera como reducción de bienestar elementos no considerados por el PNB - como la contaminación- (Cf. SAMUELSON P.A.-NORDHAUS W.D., Economía, o.c., 522-524).

Además, si se quiere proponer una ética de la economía es inevitable resolver la cuestión de los mínimos vitales comunes a todo ser humano. Ambas cuestiones, la de la calidad de vida y la de los mínimos comunes, constituyen un campo de discusión que recientemente se ha convertido en tema común para economistas y otros científicos sociales, por una parte, y filósofos, por la otra, como se verá más adelante en este mismo capítulo. Por su parte, la teoría de la envidia relativiza la cuestión de las necesidades, pues éstas serían siempre producto de una comparación entre personas o grupos.

2.3.3. Escasez y Eficiencia

En el ámbito de una economía nacional actual el nivel tecnológico y la disponibilidad de los recursos productivos siempre son limitados, pues nunca se puede producir a la vez toda la cantidad de todos los bienes que la sociedad demanda. Esta escasez se formula como una curva que representa las posibilidades de producir diversas combinaciones de bienes en un momento dado, la frontera de posibilidades de producción, e implica la exigencia de asignar eficientemente los recursos disponibles con la tecnología disponible. La asignación eficiente se da cuando no se puede aumentar la producción de un bien sin reducir la de otro; la curva de la frontera de posibilidades de producción representaría entonces la serie de combinaciones de diversos bienes que puede producir una economía, en un momento dado, aprovechando al máximo su tecnología y sus recursos productivos. La frontera de posibilidades de producción es el menú de opciones productivas de una sociedad, pero también la limitación real de las mismas; cuando una economía se encuentra en esta frontera, si quiere aumentar la producción de un bien debe necesariamente reducir la de otro u otros. Esto significa que toda decisión tiene un *costo de oportunidad* que representa el valor de la opción a la que se renuncia¹².

¹² Cf. SAMUELSON P.A.-NORDHAUS W.D., Economía, o.c., 26-27.

Sin embargo, la maximización del bienestar en los límites de la frontera de posibilidades de producción puede abordarse desde dos perspectivas diferentes, a las que subyacen dos juicios de valor diferentes. Por “*ser eficiente*” se puede entender el alcanzar la mayor producción posible (*out–put* variable) con una cantidad dada de factores productivos (*in–put* dado), en cuyo caso se supone el juicio de valor de que es más importante poner un límite de tiempo (trabajar sólo ocho horas, por ejemplo) o de calidad (trabajar sólo en ciertas condiciones) al trabajo, que aumentar constantemente la producción y el consumo, por lo que éstos (producción y consumo) se adaptan a aquél (tiempo y condiciones de trabajo). Pero también se puede entender por “*ser eficiente*” el adaptar el tiempo y las condiciones del trabajo (*in–put* variable) a un consumo predeterminado (*out–put* dado), en cuyo caso se supone que es más importante producir más que trabajar menos o en otras condiciones¹³. Estos dos enfoques llevan nuevamente a las concepciones “*necesidades*”, de “*escasez*” y de “*progreso*” propias de las sociedades occidentales modernas¹⁴.

Desde la perspectiva del bienestar, las posibilidades limitadas de satisfactores se representan como una curva formada por la serie de combinaciones posibles de las utilidades de los diversos consumidores, que maximizan la utilidad social en un momento determinado, la *frontera de posibilidades de utilidad*, y que es la otra cara de la frontera de posibilidades de producción. Si en ésta se encuentra con el aspecto productivo de la eficiencia, en la frontera de posibilidades de utilidad se encuentra con su aspecto distributivo.

Estas dos dimensiones de una misma realidad son el objeto de estudio de la “*economía del bienestar*”, que constituye como un puente entre la racionalidad económica y la racionalidad ético-política, pues asumiendo la noción de equilibrio general como distribución óptima de los recursos (racionalidad económica) intenta

¹³ WINCH D.M., Economía analítica del bienestar, Alianza Universidad (nº 112), Madrid 1975, 25-27, 42-43.

¹⁴ Cf. NISBET R., Historia de la, o.c. Para una visión del progreso como dimensión ética de un humanismo transcultural, ver PÉREZ TAPIAS José Antonio, Filosofía y crítica, o.c., 268-282.

trascenderla preguntándose por la justicia de tal resultado (racionalidad ético-política), por eso se denomina también “*economía normativa*”¹⁵ y hace necesariamente referencia al papel de las entidades no económicas -instituciones- en la dinámica de la economía real.

La economía del bienestar tiene una larga historia aunque no con ese nombre. De hecho el origen histórico de la ciencia económica está más relacionado con la ética que con la técnica. Dejando aparte toda la historia premoderna de esta ciencia en la que es evidente el predominio del aspecto ético de la economía¹⁶, se tiene que los “padres” de la economía moderna estuvieron fuertemente influenciados por la dimensión ético-política de la misma¹⁷. Se ha llegado a afirmar que “*la economía se forjó en la fragua de la filosofía moral*”¹⁸. De hecho el término griego *oikonomia* designaba la “buena” administración de la casa o del palacio real, e implicaba las relaciones personales y políticas del administrador con los demás miembros de la

¹⁵ Cf. SAMUELSON P.A.-NORDHAUS W.D., *Economía*, o.c., 354-355; 52-53, 11.

¹⁶ Amartya Sen habla del “doble origen” histórico de la economía (Cf. *Sobre ética*, o.c., 21-25). Para Aristóteles, no hay duplicidad, la moral y la técnica son dos dimensiones del mismo acto económico, pues la crematística (lo técnico) se subordina a la económica (lo moral) y ésta a la *eydaimonia* (el fin último) (Cf. CRESPO R.F. *La acción económica*, o.c., 105-107).

¹⁷ Adam Smith (1723-1790), padre de la economía moderna fue catedrático de filosofía moral en la Universidad de Edimburgo y su primera obra fue *Teoría de los sentimientos morales* (1759). En ese tiempo la cátedra de filosofía moral abarcaba la teología natural, la ética, la jurisprudencia y economía (“*expediency*” [fitness to some end]) (Cf. SKINNER A.S., *Adam Smith*, o.c., 2). Thomas R. Malthus (1766-1834) fue sacerdote y párroco de la Iglesia oficial inglesa, su primera obra fue un ensayo sobre la perfección del hombre y ocupó la primera cátedra de economía política en Inglaterra (Cf. *Ibid.*, 90). John Stuart Mill (1806-1873), quien afirmaba que “no es un buen economista el que es sólo economista” (citado por RICOSSA S., *Diccionario de economía*, o.c., 204) era un filósofo social y el título de su obra más importante ya es revelador en este sentido: *Principles of Political Economy, with some of their applications to Social Philosophy* (Cf. RYAN A., *John Stuart Mill*, o.c., 199). Léon Walras (1834-1910), iniciador de la escuela “neoclásica” y gran impulsor del uso de las matemáticas en economía, incluía como área de la investigación económica la economía social, “que se ocupa de los principios de justicia que deberían gobernar la distribución de la riqueza” (Cf. AA.VV., *Enciclopedia dell’economia*, o.c., 1152-1153). Para una exposición más detallada del pensamiento de los clásicos y los marginalistas ver antes, cap. 2: 1. y 2.

¹⁸ Cf. BOULDING K.E., *La economía como una ciencia moral*, en *AAVV Crítica a la ciencia económica*, Periferia (Col. Ciencia, desarrollo e ideología), Buenos Aires 1972, 67. James M. Buchanan afirma: “Classical political economy emerged from moral philosophy, and its propounders considered their efforts to fall naturally within the limits of philosophical discourses” (*Constitutional economics*, o.c., 81).

oikos. Con el tiempo esta categoría dio para ser teologizada por la Iglesia¹⁹. La dimensión técnica de la economía sólo adquirió el gran relieve que tiene actualmente con la tendencia de los teóricos de la economía de la segunda mitad del siglo XIX, los marginalistas, a hacer de ésta una ciencia basada en las matemáticas, fenómeno que evidenció el conflicto interno de la economía entre sus “*dos orígenes*”. Desde entonces, la economía oscila entre ser una disciplina puramente formal o ser una disciplina de la praxis ubicada más en el ámbito de la moral y de las ciencias sociales.

2.3.4. Cuestiones fundamentales de la economía del bienestar

En realidad la economía del bienestar es el intento por resolver el problema, siempre latente en la historia de la economía moderna, de armonizar las racionalidades individuales, orientadas por el interés individual, con su resultado colectivo. O, formulado en términos de pregunta: ¿la suma de óptimos individuales da por resultado el óptimo social? ¿Coinciden siempre el bien individual y el bien común? ¿Son justas las consecuencias sociales de la búsqueda individual del propio bienestar? ¿Qué relación existe entre el bienestar individual y el bienestar colectivo? Desde otra perspectiva, la economía del bienestar ya no trata de los objetivos de los agentes individuales (la maximización del interés propio) sino de cuestiones relacionadas con los objetivos sociales, que la microeconomía deja sin respuesta. La economía del bienestar, sin llegar a la determinación de los objetivos sociales, tarea propia de la filosofía política o de la ética social, tiene como propósito tanto plantear los límites del análisis económico, en el sentido de ubicar el momento en el que deben intervenir los juicios de valor en cuanto a los objetivos sociales, como evaluar la eficiencia de las políticas que puedan llevar a tales objetivos. Para ello, la economía del bienestar maneja el instrumental propio de la microeconomía, pero el carácter cuantitativo-individualista de ésta la lleva a

¹⁹ Cf. DUCHATELEZ K, La notion d'économie et ses richesses théologiques, en Nouvelle Revue Théologique 3 (1970) 267-292. Sobre el principio de la “economía” como uno de los rasgos específicos de la revelación cristiana, Cf. LATOURELLE René, revelación, en AA.VV., Diccionario de Teología Fundamental, Paulinas, Madrid 1992, 1269-1270.

plantear nuevas preguntas que trascienden al ámbito de la teoría económica convencional²⁰.

Para la teoría económica, ha sido más sencillo definir el bienestar individual, recurriendo a la categoría de utilidad, que definir el bienestar colectivo, principalmente porque los economistas, al simplificar la filosofía utilitarista con el fin de poder cuantificar el valor subjetivo de los bienes económicos, no han podido salir de la trampa que impide manejar categorías cualitativas al definir el bienestar colectivo²¹. De esta manera, o se cae en un igualitarismo materialista que atenta contra las diferencias individuales, o se cae en la identificación del bienestar colectivo con la suma algebraica de utilidades individuales sin tomar en cuenta la manera como están distribuidas, lo cual atenta contra la equidad²².

Si la respuesta a estas cuestiones está en el equilibrio general postulado por la microeconomía, sus deficiencias son evidentes aún para los mismos economistas. En primer lugar, la solución teórica de inferir la racionalidad colectiva de las

²⁰ Cf. WINCH D.M. *Economía analítica*, o.c., 15-24, 30-31, 39-40, 91, etc. El párrafo conclusivo de la obra de Winch constituye un testimonio de reconocimiento de las posibilidades y los límites (y contradicciones!) de la microeconomía: "Pensar cómodamente que la formulación de una política es directa y simplemente una cuestión de juicios de valor, y en consecuencia no es asunto ni responsabilidad de la disciplina de la economía, es negar que se vive en un mundo paretiano. El juicio de valor paretiano es exclusivamente un juicio de valor. Puede que algunos lo rechacen, pero antes de que sea rechazado, implícita o explícitamente por los economistas, debe recordarse que prácticamente todo el edificio de la teoría económica, tal como se la conoce hoy día, se ha edificado sobre la base de las premisas paretianas. Si se rechazan estas premisas, esta teoría pierde su relevancia para el mundo en que se vive. La Economía, en su estado actual, es irrelevante o inadecuada para enfrentarse con los problemas de política económica que presenta el mundo moderno, y los economistas son precisamente los profesionales de este oficio. Cuanto más pronto se tome conciencia de esta situación y mayor esfuerzo se realice para remediarla, menos tiempo faltará para poder decir que este libro se ha quedado anticuado" (Ibid., 216).

²¹ Cf. STIGLITZ J.E., *La economía*, o.c., 68-70.

²² Se trata realmente de una simplificación si se considera que existen muchas vertientes de esta doctrina y que algunas de éstas acentúan los aspectos cualitativos y colectivos del bienestar y de la felicidad, aun en sus primeros expositores como John Stuart Mill (1806-1873), cuyo utilitarismo se ha caracterizado como hedonismo ético universal y uno de cuyos principios sería: "es deseable que todo el mundo busque la felicidad de todo el mundo, incluida la suya propia" (Cf. GUISAN E., *Utilitarismo*, o.c., 269-295). John Rawls distingue como criterios de justicia distributiva en el utilitarismo, el principio clásico (classical utilitarianism), el principio de utilidad media (average utility) y las concepciones mixtas (mixed conceptions) (Cf. RAWLS J., *A Theory*, o.c., 161-175, 22-27, 315-325).

racionalidades individuales expresadas en las preferencias “reveladas” reduce lo colectivo a los participantes en el mercado, excluyendo a quienes no existen como agentes económicos por no ser sujetos de demanda efectiva, es decir, por no tener capacidad de compra. En segundo lugar, el equilibrio general supone una distribución de la riqueza previa al juego de la oferta y la demanda cuya equidad no es materia de reflexión para la microeconomía. Y, desde el punto de vista de la realidad económica, se vio anteriormente que el mercado perfecto es una abstracción que nunca se concreta, sea porque sus condiciones de posibilidad, como la competencia perfecta, son imposibles, sea porque existen realidades económicas que escapan a la teorización de la microeconomía, como es el caso de los bienes públicos y las externalidades.

2.3.5. Génesis de la Economía del Bienestar

- Adam Smith (1723–1790)

Con Adam Smith la respuesta al problema de armonizar las racionalidades individuales y la racionalidad colectiva es bastante simple, pues recurre a la famosa expresión de la “*mano invisible*” con la que designaba el mecanismo de un mercado altamente competitivo en el que “todo individuo trata de emplear su capital de tal forma que su producto tenga el mayor valor posible. Generalmente, ni pretende promover el interés público ni sabe cuánto lo está promoviendo. Lo único que busca es su propia seguridad, sólo su propio provecho. Y al hacerlo, *una mano invisible* le lleva a promover un fin que no estaba en sus intenciones. Al buscar su propio interés, *a menudo* promueve el de la sociedad de manera más eficaz, como si realmente pretendiera promoverlo”²³; o bien, en el que “no es de la benevolencia del carnicero, del cervecero o del panadero de la que se espera obtener el alimento, sino de la

²³ Citado por SAMUELSON P.A.-NORDHAUS W.D., Economía, o.c., 42. énfasis propio.

búsqueda de su propio interés. No está dirigido a su humanidad sino a su egoísmo y nunca le habla de necesidades, sino de su provecho”.²⁴

Sin embargo, sería injusto con Smith calificarlo de ingenuo, pues, en primer término, es evidente que no afirma que *siempre* el egoísmo individual genera bienestar colectivo; en segundo lugar, su propósito es demostrar las ventajas de la división del trabajo y de los intercambios mutuamente beneficiosos en su propio contexto social; en tercer lugar, no se puede reducir su pensamiento a unos cuantos párrafos de una de sus obras y, por último, es necesario recordar que Smith, antes que economista fue un filósofo moral que por eso mismo se interesó en la economía y que como tal era reacio a explicar la conducta humana por una sola característica²⁵, o a ignorar los “vínculos sociales pre-económicos”²⁶.

Con Smith ha pasado lo que con muchos grandes pensadores, se olvida su espíritu y se parcializa su pensamiento, terminando por convertirlo en herramienta ideológica. En realidad, el pensamiento de Smith ha dado para muchas interpretaciones, desde la interpretación de los neoliberales como Buchanan, para quien Smith se estaba refiriendo en último término a la elección entre marcos institucionales, hasta la de Rawls, para quién Smith, con su imagen de la mano invisible, se estaba refiriendo a la coordinación social generada por las instituciones básicas de una sociedad, es decir, a su

²⁴ Citado por FRANK R.H., Microeconomía y conducta, o.c., 17. Para consultar en inglés estos dos textos de Smith, ver aquí las notas 22 y 23 del capítulo segundo.

²⁵ Cf. SEN A., Sobre ética, o.c., 39-45. Como continuador del pensamiento de Hume, Smith considera que la base de la moral es el sentimiento de simpatía, mientras que en el campo de la acción, el móvil es el impulso al ahorro (Cf. GEYMONAT Ludovico, Historia de la filosofía y de la ciencia. 2. Del renacimiento a la ilustración, Crítica, Barcelona, 1985, 253-254). En este sentido es interesante el siguiente texto de Smith: “Al desechar... por completo todos los sistemas de restricciones, el evidente y sencillo sistema de libertad natural establece su propio acuerdo. Cada hombre, mientras no viole las leyes de la justicia, queda perfectamente libre de perseguir su propio interés a su manera y de hacer competir su industria y su capital con el de cualquier otro hombre” (citado por GAUTHIER D. La moral, o.c., 120, énfasis propio).

²⁶ Cf. NISBET R., Historia de la, o.c., 265-273. Para una exposición más amplia del pensamiento moral y social de Smith, ver antes, cap. 2: 1.1.

función legislativa y, en último término, moral²⁷, pasando por autores como North, para quien el objetivo central de Smith no era el de exaltar el egoísmo sino el de dilucidar el problema de la cooperación humana²⁸. Por eso, según algunos autores, tal vez sería mejor, refiriéndose a *“la mano invisible”*, hablar de intuición²⁹ o, en todo caso, de *“imagen literaria”*³⁰. De cualquier manera, la formulación matemática de tal intuición y sus limitaciones tuvieron que esperar un siglo para salir a la luz.

- León Walras

Con los marginalistas, la teoría económica, que había permanecido *“a caballo entre la filosofía moral y la economía como ciencia”*³¹, se orienta clara y

²⁷ Para Buchanan, “constitutional economics’ is more closely related to the work of Adam Smith and the classical economists than its modern ‘non-constitutional’ counterpart” (BUCHANAN J., Constitutional economics, o.c., 79). Y según Rawls, “In designing and reforming social arrangements one must, of course, examine the schemes and tactics it allows and the forms of behavior which it tends to encourage. Ideally the rules should be set up so that men are led by their predominant interests to act in ways which further socially desirable ends. The conduct of individuals guided by their rational plans should be coordinated as far as possible to achieve results which although not intended or perhaps even foreseen by them are nevertheless the best ones from the standpoint of social justice. Bentham thinks of this coordination as the artificial identification of interests, Adam Smith as the work of the invisible hand. It is the aim of the ideal legislator in enacting laws and of the moralist in urging their reform” (RAWLS J., A Theory, o.c., 57). Para una lectura de Smith como fuente de una crítica al neoliberalismo, Cf. SERRANO Enrique, Liberalismo y justicia. Reflexiones sobre un debate inconcluso, en Metapolítica 6 (1998) 225-240.

²⁸ “The central focus is on the problem of human cooperation -specifically the cooperation that permits economies to capture the gains from trade that were the key to Adam Smith’s «Wealth of Nations». The evolution of institutions that create an hospitable environment for cooperative solutions to complex exchange provides for economic growth” (NORTH D.C., Institutions, institutional change, o.c., vii); “Smith was concerned not only with those forms of cooperation that produced collusive and monopolistic outcomes, but also with those forms that would permit realization of the gains from trade” (Ibid., 11-12).

²⁹ Cf. SAMUELSON P.A.-NORDHAUS W.D., Economía, o.c., 355.

³⁰ Cf. RICOSSA S., Diccionario de economía, o.c., 249. Uno de los economistas convencionales más críticos del capitalismo mundial actual, John K. Galbraith, afirma: “La referencia a una mano invisible tiene para muchos cierta resonancia mística: he aquí una fuerza espiritual que sostiene la búsqueda del interés propio y que guía a los hombres en el mercado hacia el más benigno de los fines. Esa creencia inflige a Smith una grave injusticia; en efecto, la mano invisible, la más famosa metáfora de la economía, sólo fue eso: una metáfora. Como hombre de la ilustración, el autor no trató de procurar para su argumento ningún apoyo sobrenatural. En los últimos capítulos se relatará cómo, en la época, el mercado llegó a adquirir realmente un aire de beneficencia teológica que Smith no habría aprobado” (Cf. Historia de la, o.c., 78).

³¹ Cf. GRAZIOLA Giancarlo, marginalismo, en AA.VV., Enciclopedia dell’economia, o.c., 671.

definitivamente en el segundo sentido gracias a la invasión de las matemáticas en el análisis económico. Tocó a Léon Walras el haber dado una formulación matemática a la “*mano invisible*” de Smith. Recogiendo los análisis marginalistas parciales de otros autores, Walras logró sintetizar en un cuadro coherente y completo la producción, el intercambio y la distribución de todos los mercados en una economía nacional, demostrando así teóricamente, bajo ciertas restricciones, la posibilidad de un resultado racional de la interacción de todos los agentes económicos que intervienen en un espacio económico dado³².

El terreno había sido preparado por la teoría subjetiva del valor³³ que permite teorizar las dimensiones humanas de “*necesidad-satisfacción*” transformándolas en las categorías cuantificables de “*escasez-utilidad*” a través de la oferta-demanda efectivas, es decir, lo que se está dispuesto a cobrar o pagar por un bien determinado. Esta posibilidad de desarrollar un lenguaje científico propio de la economía llevó a una revisión de las tareas y los límites de la economía como ciencia. La influencia de las ciencias físicas se concretizó en el “*equilibrio*”, categoría fundamental del análisis económico, de tal manera que todo el desarrollo posterior de la economía convencional tiene su punto de referencia en esta matriz teórica³⁴. Lo que demostró Walras es que, dadas ciertas condiciones, existe un sistema de precios que satisface a la vez todas las ofertas y demandas deseadas de todos los agentes en una economía³⁵. O en otros términos, que existen unos precios que hacen posible el acuerdo de todos los compradores y vendedores de todos los mercados de una economía dada, lo cual supera el caos y las contradicciones posibles que serían el resultado del encuentro entre programas individuales diversos³⁶. A primera vista, parece un resultado impresionante, pero si se consideran las “*condiciones*” o “*restricciones*” que hacen posible tal demostración, como la

³² Ver antes, cap. 2: 2.3.

³³ Ver antes, cap. 2: 2.1.1.

³⁴ Cf. PORTA PL., *Le teorie*, o.c., 1173-1174.

³⁵ Cf. AA.VV., *Enciclopedia dell'economia*, o.c., 1152-1153.

³⁶ Cf. RICOSSA E., *Diccionario de economía*, o.c., 65-66.

competencia perfecta, se ve que se trata claramente de una idealización que puede ser muy útil para el análisis teórico, pero también muy peligrosa en la vida real si se olvida su función heurística y se convierte en doctrina político-económica.

- Vilfredo Pareto

Vilfredo Pareto³⁷ demostró que el equilibrio general postulado por Walras es un tipo de óptimo social, el llamado “*óptimo paretiano*”, porque en esa situación no es posible aumentar el bienestar de algún agente sin disminuir el de otro, y en ese sentido no existe una solución mejor para todos³⁸. Sin embargo, el óptimo paretiano no se refiere sólo al consumo sino a una coincidencia de óptimos: la mejor utilización de los recursos productivos³⁹ que tiene como resultado la mejor combinación posible de bienes de consumo producidos⁴⁰ (*eficiencia en la producción*) y, a la vez, la mejor distribución posible de éstos⁴¹ (*eficiencia en el intercambio*), y todo esto no sólo para un mercado sino para todos los mercados de un espacio económico dado. En esta situación la sociedad se encuentra en su frontera de posibilidades de producción y los bienes están siendo distribuidos de tal manera que maximizan (en condiciones de mercado competitivo) la utilidad social, ubicándose así en su frontera de posibilidades de utilidad. Lógicamente, el óptimo paretiano requiere de ciertas condiciones previas, pues se consideran dados ciertos recursos productivos, cierta tecnología y ciertos sistemas de preferencias de los consumidores.

³⁷ Ver antes, cap. 2: 2.5.

³⁸ Cf. RICOSSA E., Diccionario de economía, o.c., 66; NICOLA P.C., equilibrio..., o.c., 458.

³⁹ O igualdad de sus “tasas marginales de sustitución técnica”, es decir, cuando no se puede dar una combinación de los factores de producción que sea mejor (Cf. AA.VV., Enciclopedia dell'economia, o.c., 801-802; FRANK R.H., Microeconomía y conducta, o.c., o.c., 684-689).

⁴⁰ O igualdad en sus “tasas marginales de transformación”, es decir, cuando no se puede dar una combinación de bienes producidos que sea mejor (Cf. AA.VV., Enciclopedia dell'economia, o.c., 801-802; FRANK R.H., Microeconomía y conducta, o.c., o.c., 307-309).

⁴¹ O igualdad en sus “tasas marginales de sustitución”, es decir cuando no se puede dar una combinación de los bienes comprados que sea mejor (Cf. AA.VV., Enciclopedia dell'economia, o.c., 801-802; FRANK R.H., Microeconomía y conducta, o.c., o.c., 80-97).

- Arthur C. Pigou

La “*economía del bienestar*” se designa con este nombre a partir de la obra de Arthur C. Pigou *Economics of Welfare* (1920). Este autor orientó su investigación a las circunstancias en las que una economía competitiva no alcanza el máximo bienestar social, afirmando que el bienestar social no depende sólo del ingreso sino también de su distribución, y continuando la reflexión sobre las externalidades iniciada por Henry Sidgwick (1838-1900)⁴² y Alfred Marshall (1842-1924)⁴³.

- Amartya Sen

Se considera que el profesor Amartya Sen (Nobel de Economía) pertenece a esta escuela, a continuación se presentan sus reflexiones acerca del Bienestar, dichas reflexiones están impregnadas por la hambruna que el propio profesor Sen experimentó en la India, por lo que tienen un elevado contenido social; fueron expuestas en diferentes momentos y lugares:

En un ejercicio evaluativo, se puede distinguir dos preguntas diferentes; ¿Qué son los objetos de valor?, ¿Qué tan valiosos son los objetos respectivos?

⁴² Henry Sidgwick, filósofo inglés, es un caso más de “filósofo moral-economista”. En el ámbito de la filosofía moral una de sus aportaciones principales es la distinción entre el “hedonismo egoísta” y el “hedonismo utilitarista” y la demostración de su incompatibilidad. En el ámbito de la economía ubicó las externalidades como fallo del mercado (Cf. GUIDI V., *économie esterne*, o.c., 438; AA.VV., *Enciclopedia dell’economia*, o.c., 1013; AAVV, *Enciclopedia de*, o.c., 903-904). Para John Rawls *The Methods of Ethics* de Sidgwick resume el desarrollo de la teoría moral utilitarista clásica al mismo tiempo que ofrece su formulación más clara y accesible (Cf. RAWLS J., *A Theory*, o.c., 22-23).

⁴³ Alfred Marshall, economista inglés, constituye un hito en el desarrollo de la economía moderna. Fundador de la “escuela de Cambridge” aportó categorías fundamentales para el análisis económico como el análisis temporal, los equilibrios parciales, la elasticidad de la demanda y el principio de sustitución. En el ámbito de la economía del bienestar, además de elaborar el concepto de excedente del consumidor, orientó la economía a preocupaciones éticas y sociales (Cf. AA.VV., *Enciclopedia dell’economia*, o.c., 677-678; PORTA PL., *Le teorie*, o.c., 1174-1175; ROLL E., *Historia de las*, o.c., 363-364).

Aunque formalmente la primera pregunta es un aspecto elemental de la última en el sentido de que los objetos de valor son los que tiene ponderaciones positivas, la identificación de los objetos de valor es, no obstante, sustantivamente, el ejercicio primario que hace posible tratar la segunda pregunta.

Además, la misma identificación de conjuntos de objeto valor, con ponderaciones positivas produce una jerarquía de dominio, en la que se pueden demostrar propiedades de regularidad como la transitividad, esta puede distanciar en el ejercicio evaluativo, de manera real.

La identificación de los objetos de valor específica lo que puede ser llamado un espacio evaluativo consiste en utilidades individuales definidas en los términos usuales de placeres, felicidad o satisfacción de deseos.

De hecho, un enfoque evaluativo completo implica cierta clase de limitaciones informativas, de manera que se elimine el uso directo de varios tipos de información, es decir, de los que no pertenecen al espacio evaluativo.

El enfoque sobre la capacidad se interesa principalmente en la identificación de los objetos-valor y considera al espacio evaluativo en términos de funcionamientos y capacidades para funcionar. Por supuesto, éste es si mismo un profundo ejercicio de evaluación, pero responder a la pregunta 1) sobre la identificación de los objetos de valor, no proporciona, por sí sola una respuesta particular a la pregunta 2) con respecto a sus valores relativos⁴⁴.

Tal como la economía de mercado funciona poniendo en sintonía a diferentes personas, pues el Estado de bienestar hace exactamente lo mismo. Advierte que es posible que algunas personas se adentren en una situación muy difícil, por causa de enfermedad, pueden necesitar asistencia médica y

⁴⁴ SEN Amartya. Capacidad y Bienestar. 1999

aunque tengan un patrimonio suficiente, quizá no puedan permitirse pagar los gastos, según el tipo de enfermedad, o quizá se empobrezcan o pierdan el trabajo, o puede que tengan un bajo nivel salarial u otro tipo de problemas, como discapacidades de toda suerte que les impide tener una renta decente. Lo que entonces aporta el Estado, es un apoyo básico para que no caiga en ese agujero de la pobreza, no se hunda en la pobreza. El Estado de bienestar impide que alguien llegue a un estado de existencia que se podría calificar de vergonzoso en la sociedad moderna.

Pues bien, el Estado de bienestar, evolucionó lentamente y se ha producido un cierto consenso sobre estas garantías básicas, de manera que el ser humano puede confiar en la ayuda de los demás. En función de la gravedad de las circunstancias, esta ayuda puede ser mayor o menor, es algo que también depende de una serie de circunstancias.

La idea subyacente del Estado de bienestar, en cierto sentido, es la de una sociedad interdependiente, donde la idea de la responsabilidad está ampliamente compartida⁴⁵.

En este artículo se ha argüido acerca de la necesidad de distinguir entre la equidad global y la internacional. La distinción tiene, creo, implicaciones de largo alcance para la política pública tanto como para la claridad conceptual. He tratado de examinar varias de estas implicaciones.

Los individuos viven y operan en un mundo de instituciones, muchas de las cuales funcionan a través de las fronteras. Las oportunidades y perspectivas dependen crucialmente de qué instituciones existan y cómo funcionen.

No solamente contribuyen las instituciones a las libertades, sus roles pueden ser razonablemente evaluados, a la luz de sus contribuciones a las

⁴⁵ SEN Amartya. Conferencia pronunciada en el "Círculo de Economía" de Barcelona. 1997

libertades. Ver el desarrollo como libertad, provee de una perspectiva en que la evaluación institucional, la cual puede darse sistemáticamente (ver SEN 1999).

Aun cuando diferentes comentaristas han elegido enfocar su atención sobre instituciones particulares (tales como el mercado, el sistema democrático, los medios o el sistema de distribución pública), se ha considerado a todas las instituciones para ver lo que pueden hacer ellos, individual o conjuntamente. Muchas de estas instituciones – no precisamente los mecanismos de mercado – atraviesan vigorosamente los límites nacionales y no operan a través de las políticas nacionales. Hacen contribuciones que tienen fuertes elementos de indivisibilidad y no exclusividad que son características de los bienes públicos, y su exigencia para ser vistos como "bienes públicos globales" es bastante fuerte. La investigación hay que tomar nota de este tema importante.⁴⁶

2.3.6. Los Dos Teoremas de la Economía del Bienestar

El óptimo paretiano se sintetiza en dos teoremas que se pueden formular como sigue:

1er Teorema de la economía del bienestar: "una economía competitiva alcanza un punto de la curva de posibilidades de utilidad"⁴⁷. "toda asignación correspondiente a un equilibrio de competencia perfecta es óptima en sentido paretiano"⁴⁸.

O en una formulación más compleja:

⁴⁶ SEN Amartya. Justicia global: Más allá de la equidad internacional. 2000

⁴⁷ Cf. STIGLITZ J.E., La economía, o.c., 94.

⁴⁸ Cf. AA.VV., Enciclopedia dell'economia, o.c., 802.

“Un sistema de mercado de equilibrio general perfectamente competitivo es eficiente desde el punto de vista de la asignación. En un sistema de ese tipo, todos los precios de los bienes son iguales a los costos marginales, todos los precios de los factores son iguales al valor de sus productos marginales y no hay externalidades. En esas condiciones, cuando cada productor maximiza los beneficios y cada consumidor maximiza la utilidad, la economía en su conjunto es eficiente en el sentido de que no es posible mejorar el bienestar de ninguna persona sin empeorar el de alguna otra”⁴⁹.

O desde la perspectiva de “*la mano invisible*”:

“un equilibrio generado por los mercados competitivos agota todas las ganancias que pueden derivarse del comercio”⁵⁰.

2º Teorema de la economía del bienestar:

“Una economía competitiva puede alcanzar *todos* los puntos (y por lo tanto, cualquiera de esos puntos) de la Frontera de Posibilidades de Utilidad, siempre que la distribución inicial de los recursos sea la correcta”⁵¹.

“Sí son satisfechas las condiciones que garantizan la existencia del equilibrio de competencia perfecta, *cualquier* asignación óptima en sentido paretiano puede ser obtenida por un cierto equilibrio de competencia perfecta, con tal que los recursos iniciales sean oportunamente distribuidos entre los individuos”⁵².

O en otra formulación:

⁴⁹ Cf. SAMUELSON P.A.-NORDHAUS W.D., Economía, o.c., 355.

⁵⁰ Cf. FRANK R.H., Microeconomía y conducta, o.c., 680.

⁵¹ Cf. STIGLITZ J.E., La economía, o.c., 94.

⁵² Cf. AA.VV., Enciclopedia dell'economia, o.c., 802.

“Dadas ciertas condiciones... puede lograrse *cualquier* asignación eficiente de los recursos mediante algún equilibrio perfectamente competitivo”⁵³.

En estas tres últimas definiciones se ha enfatizado las palabras “todos/cualquier”, ya que esa generalización otorga al 2º Teorema de la economía del bienestar una dimensión clave, para abrir la teoría económica a las cuestiones éticas. Samuelson, comentando su definición, afirma:

“En otras palabras, si el Estado desea lograr algún determinado resultado eficiente... puede conseguirlo en principio distribuyendo las rentas iniciales (por ejemplo, mediante unos impuestos de cuantía fija y unas transferencias ideales) y dejar que la mano invisible guíe a la economía hacia el punto deseado”⁵⁴.

“La importancia del segundo teorema del bienestar se halla en que la cuestión de la equidad distributiva puede separarse desde el punto de vista lógico de la cuestión de la eficiencia en la asignación”⁵⁵.

Esto significa que no necesariamente existe ni exclusión, ni dependencia entre eficiencia y equidad: según el 2º Teorema de la economía del bienestar se pueden lograr diferentes distribuciones equitativas establecidas con criterios no económicos sin sacrificar la eficiencia, siempre que a partir de una distribución previa al juego del mercado, se deje a éste funcionar según sus propias reglas.

Sin embargo, en este punto, es importante distinguir entre dos posibilidades de significado de la expresión “*equidad en la distribución inicial*”. Se puede referir a la equidad en la distribución de los factores de la producción (educación, capacitación, derechos de propiedad) donde los resultados del juego del mercado

⁵³ Cf. SAMUELSON P.A.-NORDHAUS W.D., Economía, o.c., 356.

⁵⁴ Cf. Ibid., 356.

⁵⁵ Cf. FRANK R.H., Microeconomía y conducta, o.c., o.c., 683.

de los factores se asumirían previamente como también equitativos, por lo que se lograría simultáneamente la eficiencia (mercado) y la equidad (resultados). O se puede referir a la equidad de los resultados del mercado de los factores en términos de poder de compra o ingresos, donde se requiere una redistribución de los mismos, en base a criterios no económicos, que corrija los resultados del juego de tal mercado, en cuyo caso no se habla del 2º teorema, por lo que no necesariamente habría coincidencia entre eficiencia y equidad. Por último, la equidad en la distribución, ya no “inicial”, se puede referir a la transferencia directa de bienes de consumo, más allá de ambos mercados, el de los factores y el de los bienes⁵⁶. La discusión ética se daría entonces antes del funcionamiento del mercado de los factores o del mercado de bienes (equidad en las oportunidades), donde lo que se modifica son las “restricciones” con las que un agente decide⁵⁷, y después de dicho funcionamiento (equidad en los resultados). Ambas perspectivas exigen ir más allá de la racionalidad puramente económica.

Conviene recordar que hablar de un “antes” y un “después” del juego del mercado es un recurso puramente teórico. En la dinámica real del mercado la distribución “inicial” está cambiando permanentemente, sea porque las preferencias de los consumidores cambian, sea por cambios en las funciones de producción, lo cual origina que los factores y los bienes no mantengan constantemente sus precios relativos y que por eso mismo la distribución no sea siempre la misma. Por ejemplo, si cambia el precio relativo del trabajo (salario) porque ahora se pueden comprar menos bienes con las mismas horas de trabajo, la distribución “inicial” ha cambiado. Por eso algunos autores hablan de la necesidad de realizar una “continua revisión” de la distribución a través de diversos medios, como políticas que afecten a la propiedad de los factores (impuestos, por ejemplo), políticas educativas que redistribuyan el capital humano, el racionamiento o la provisión gratuita de ciertos bienes, las transferencias monetarias o la afectación directa de

⁵⁶ Cf. WINCH D.M. Economía analítica, o.c., 105-110; BONNER John, Introduction to the theory of social choice, Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland 1986, 133-135.

⁵⁷ Cf. WINCH D.M., Economía analítica, o.c., 204-205.

los precios (subsidios, controles entre otros). Sin embargo, se recomienda que se privilegien las políticas que modifican la distribución de los factores (propiedad, capital humano), más que las que afectan a los precios relativos, porque los cambios en estos últimos repercuten en la asignación eficiente⁵⁸.

Sin embargo, la optimalidad en el sentido de Pareto es individualista en dos sentidos: primero, le preocupa el bienestar de cada persona y no el bienestar relativo (desigualdad) de diferentes personas; segundo: es la percepción que cada individuo tiene de su propio bienestar la que cuenta (soberanía del consumidor)⁵⁹. Además, el principio de Pareto no proporciona ningún criterio para saber qué punto de la curva (frontera de posibilidades de utilidad) es preferible a los demás o, en otros términos, cuando todos ganan, tal ganancia se puede medir, cuando uno gana y nadie pierde, también puede haber medición, pero cuando uno gana y uno pierde ya no se puede medir el resultado de tal variación⁶⁰. De esta forma se encuentra el problema de cuantificar la comparación de subjetividades o, en palabras utilizadas por los economistas, con la dificultad de establecer “comparaciones interpersonales de utilidad”⁶¹. Incluso el “principio de compensación” que intenta medir el valor monetario de lo ganado y lo perdido (en una transacción de intercambio o de transferencia) para poder hacer una comparación, implica que siempre aumente el total, de tal manera que si el total disminuye, aunque el que menos tenía haya ganado algo, no se recomienda la transacción⁶². De hecho, aunque la compensación puede incidir en la distribución, su objetivo no es la redistribución sino la eficiencia⁶³.

2.3.7. Planteamientos Actuales de la Economía del Bienestar

⁵⁸ Cf. WINCH D.M., Economía analítica, o.c., 204-210.

⁵⁹ Cf. STIGLITZ J.E., La economía, o.c., 61-62; WINCH D.M. Economía analítica, o.c., 37-40.

⁶⁰ Cf. STIGLITZ J.E., La economía, o.c., 68-70.

⁶¹ Cf. SEN A., Sobre ética, o.c., 48-49; DOBB M., Teorías del valor, o.c., 261-267.

⁶² Cf. STIGLITZ J.E., La economía, o.c., 70-72.

⁶³ Cf. BONNER J. Introduction to, o.c., 131-143.

A partir de estos primeros desarrollos, la economía del bienestar se ha diversificado dando lugar al planteamiento de nuevos problemas e intentos de solución. Sin embargo, subsiste la cuestión de origen: ¿cuándo y cómo debe intervenir el poder público en la vida económica? Este planteamiento supone la respuesta afirmativa a la cuestión, de si debe o no darse esta intervención: el mercado real no siempre es eficiente y además no tiene una solución satisfactoria para el problema de la distribución, ambas deficiencias exigen la intervención del poder público. De hecho, las deficiencias del mercado y el crecimiento acelerado de las administraciones públicas en las sociedades modernas, han dado lugar al desarrollo de una disciplina que se orienta al estudio del sector público de la economía, la “*ciencia de las finanzas*”, cuya convergencia con la economía del bienestar ha dado lugar a la “*economía pública*”. A su vez, al interior de ésta se están dando múltiples desarrollos teóricos como la “*economía de las Constituciones*” y el “*neoinstitucionalismo*”⁶⁴. ¿Se trata de una irrupción de la racionalidad económica en la vida política e institucional o de una politización de la economía?⁶⁵ En cualquier caso, a medida que se mueve de la racionalidad económica individual hacia la racionalidad colectiva, los límites entre la economía y la política, el derecho o la moral social son más imprecisos.

- Las funciones del Estado

Todos los economistas convencionales están de acuerdo en que corresponden al Estado dos funciones básicas:

1° Establecer el marco jurídico de la economía de mercado, por ejemplo, los derechos de propiedad, la legislación laboral, normas sobre contratos y quiebras, etc.

⁶⁴ Cf. BROSIO Giorgio, *scienza delle finanze*, en AA.VV., *Enciclopedia dell'economia*, o.c., 980-987.

⁶⁵ Algunos lo plantean como el conflicto, propio de las democracias liberales, entre democracia y mercado o entre racionalidad democrática y racionalidad estratégica (Cf. RUBIO CARRACEDO José, *Educación moral*, o.c., 154-197).

2° Influir en la asignación de los recursos para mejorar la *eficiencia económica*, promoviendo el buen funcionamiento de los mercados con medidas que van desde la simple regulación de las relaciones económicas en los casos del poder de mercado, cuando éste es ineficiente, de los bienes públicos y de las externalidades a través de la ley, hasta un cierto tipo de planificación como es el caso de la “*política industrial*” o los diversos tipos de “*programación económica*”⁶⁶.

A las cuales los autores que asumen el pensamiento de Keynes añaden otras dos:

3° Determinar la política de *estabilización macroeconómica*, básicamente con el objetivo de atenuar los ciclos económicos, controlar la inflación, garantizar el empleo y promover el desarrollo. Para ello el Estado cuenta básicamente con dos grandes instrumentos: la política monetaria (control del dinero en todas sus formas) y la política fiscal (manejo del presupuesto público).

4° Establecer programas que influyan en la *distribución del ingreso*, principalmente a través de los impuestos y el gasto público⁶⁷.

Debido a que el marco jurídico se remite a la teoría de las instituciones, la cual se trata más adelante y la estabilización macroeconómica rebasa el tema de este trabajo, se enfoca a las función segunda, mejoramiento de la eficiencia económica, y cuarta, influir en la distribución del ingreso, que

⁶⁶ La programación económica se puede definir como “un método de gobierno de la economía”. En el campo de la teoría consiste en “un cuerpo de reglas para la preparación de programas de gobierno, desde la elección de los objetivos a la de los instrumentos y los métodos óptimos de articulación de ambos”. En la práctica designa al “documento (por ejemplo, en México, el Plan Nacional de Desarrollo) que identifica los instrumentos que se usarán para alcanzar uno o más objetivos en un cuadro institucional dado”. Es importante señalar que la programación económica no es excluyente de un régimen democrático o inherente a un régimen político autoritario, (Cf. SAVONA Paolo, programmazione económica, en AA.VV., Enciclopedia dell'economia, o.c., 883-884).

⁶⁷ Cf. SAMUELSON P.A.-NORDHAUS W.D., Economía, o.c., 49-55 y 361-384.

definen al Estado como agente en el ámbito de la microeconomía y desde la perspectiva de la economía del bienestar. Asumiendo entonces las afirmaciones de los dos teoremas de la economía del bienestar se establecen dos grandes vertientes de la intervención del poder público en la vida económica de una sociedad:

Según el *1er Teorema de la economía del bienestar*, corresponde al poder público facilitar y promover la eficiencia de los mercados, bien corrigiendo las imperfecciones de aquel durante su funcionamiento, como en los casos del poder de mercado y de las externalidades, a través de regulaciones o intervenciones directas, o bien, supliendo sus limitaciones a través de decisiones públicas en materia de financiamiento y asignación de bienes públicos.

Según el *2º Teorema de la economía del bienestar*, le corresponde facilitar, promover y en su caso suplir la función distributiva de los mercados a través de mecanismos de redistribución de la riqueza, sea para garantizar una distribución justa previa al mecanismo de la oferta y la demanda, sea para corregir los resultados distributivos de tal mecanismo. Esta vertiente supone, por una parte, la elaboración de un procedimiento correcto para la toma de decisiones colectivas, lo cual remite a la *teoría de la elección pública* y, por la otra, un criterio de evaluación del bienestar social, lo cual remite a la discusión sobre la posibilidad de proponer una *función de bienestar social* que sirva de guía para la toma de decisiones públicas. Implícita a esta última cuestión está la de los *bienes preferentes*, y la concomitante del *paternalismo*, que serían aquellos bienes que, según algunos, el Estado debería obligar a consumir por referirse a los mínimos indispensables para la sobrevivencia o la participación social, por ejemplo, los cinturones de

seguridad para los automovilistas, o la educación básica para todo ciudadano⁶⁸.

➤ Las imperfecciones o fallas del mercado

El mercado de competencia perfecta, es una idealización de la teoría económica con fines de análisis y que en la realidad los mercados existentes son más o menos “*imperfectos*” en la medida en que alguno o algunos de los elementos supuestos teóricamente son inexistentes. Se menciona como imperfecciones o “*fallas*”⁶⁹ del mercado los bienes públicos, las externalidades y las estructuras de mercado, a los que desde cierta perspectiva se puede añadir la información incompleta y asimétrica de los agentes. Estas deficiencias de los mercados reales exigen la intervención del poder público para ser corregidas, aún cuando se limite a la consecución de la eficiencia⁷⁰.

Sobre los bienes públicos, se tiene que constituyen una imperfección del mercado porque no pueden ser asignados eficientemente por éste al no ser susceptibles de recibir un precio. En este caso las instituciones del Estado se enfrentan a dos problemas: ¿qué bienes públicos se deben producir? y ¿cómo financiarlos? Como es evidente, la primera cuestión plantea el problema técnico de cómo conocer las preferencias de quienes van a recibir sus beneficios, puesto que no se pueden manifestar a través de la demanda en el mercado. Dado que no sea posible poner un precio de mercado a un bien público, la decisión queda en manos del poder público que deberá contar con un criterio de evaluación sobre lo que es “mejor” para la sociedad, lo cual remite a la ética social a través de la necesidad de establecer una

⁶⁸ Cf. STIGLITZ J.E., La economía, o.c., 113–114.

⁶⁹ Ver antes la nota 216 del capítulo 3.

⁷⁰ Algunos autores mencionan seis casos de fallas del mercado: 1) la ausencia de competencia perfecta (monopolio, etc.), 2) los bienes públicos, 3) las externalidades, 4) los mercados incompletos (cuando existe demanda de un bien pero no su oferta correspondiente), 5) las deficiencias en la información, 6) el paro, la inflación y el desequilibrio (referentes a la macroeconomía), (Cf. STIGLITZ J.E., La economía, o.c., 102-113).

función de bienestar social y, además, requerirá de un procedimiento para la toma de tal decisión, suponiendo que se trata de una sociedad democrática, lo cual lleva a la *teoría de la elección pública*⁷¹.

Las externalidades constituyen imperfecciones porque son consecuencias económicas no mediadas por el mercado. Se ha visto que para corregirlas existen dos caminos: la intervención del poder público, a través de controles directos o del cobro de impuestos, lo cual permite también a las decisiones colectivas con sus criterios y procedimientos, o las soluciones privadas, a través de la negociación entre particulares o de una resolución jurídica, ambas cuestiones implican la delimitación clara de los derechos de propiedad, lo cual traslada al marco jurídico de las relaciones económicas⁷².

Las estructuras de mercado constituyen una imperfección porque no permiten la competencia perfecta debido a que unos agentes tienen más “*poder de mercado*” que otros. Cuando este problema genera ineficiencias o pérdida de bienestar social, se remite directamente al marco jurídico de las relaciones económicas y a las intervenciones del poder público a través de los impuestos o de las reglamentaciones legales.⁷³

⁷¹ Para una exposición técnica sobre los diferentes tipos de bienes públicos y los mecanismos que utiliza la administración pública para suministrarlos (Cf. STIGLITZ J.E., *La economía*, o.c., 123-154). Winch formula así los dos extremos: “Si todos los bienes fuesen privados puros, la optimalidad se conseguiría con un sistema de mercado perfectamente competitivo, y si la distribución estuviera considerada como equitativa, el «laissez-faire» llevaría al óptimo. Si todos los bienes fuesen públicos puros, el intercambio no tendría lugar... La asignación tendría que determinarse políticamente y la distribución sería entonces una cuestión de distribución del poder político”. Pero como se vive en un mundo mixto “en el que los bienes privados son numerosos, pero se producen muchos bienes públicos por el Estado, se distribuyen los bienes privados a través de un sistema de mercado modificado por la imposición y el poder político a través de la Constitución... Sin embargo, si se tiene un conjunto de juicios de valor distributivos basado en el concepto de propiedad privada y otro basado en la distribución igualitaria de los derechos de voto, y ambos tratan de prevalecer al mismo tiempo, existe una clara posibilidad de conflicto” (*Economía analítica*, o.c., 132-135 y 144).

⁷² Para una exposición técnica sobre las externalidades y su resolución por parte de la administración pública, Cf. STIGLITZ J.E., *La economía*, o.c., 229-257.

⁷³ Para una explicación detallada e ilustrada con numerosos ejemplos sobre las políticas antimonopólicas por parte del poder público, Cf. FRANK R.H., *Microeconomía y conducta*, o.c., 460-469.

La asimetría en la información constituye una imperfección porque las decisiones económicas en el marco de la teoría vigente suponen en todos los agentes el conocimiento perfecto, y por lo tanto simétrico, de las condiciones del mercado (precios, cantidades y tecnología) por parte de todos los agentes. Las tres vertientes del conocimiento económico, como información sobre el mercado, como certidumbre sobre los resultados de una decisión y como conocimiento de las reacciones de los otros agentes económicos, constituye claramente un fenómeno social que implica al menos las cuestiones de los derechos de “*propiedad intelectual*” y de la comunicación social. De esta forma se ubica en el ámbito de la moral social y del papel de las instituciones del Estado en la regulación de las relaciones económicas. De hecho el problema de la asimetría en la información de los agentes económicos ha dado lugar a una disciplina con dos vertientes: *la teoría económica de la información*⁷⁴ y *la teoría económica de la incertidumbre*.⁷⁵

➤ La redistribución del ingreso

Todas las imperfecciones del mercado mencionadas anteriormente repercuten en la distribución del ingreso, sea por vía de la eficiencia, como es el caso de las estructuras de mercado, sea por vía de la asignación de los recursos, como es el caso de los bienes públicos, las externalidades y la información. Se plantea así la segunda vertiente del papel del poder público en el ámbito de la economía, la redistribución del ingreso, definida como el conjunto de medidas de política económica tendientes a modificar la distribución del ingreso.⁷⁶

⁷⁴ Cf. GRAZIOLA G., informazione, teoría económica della, en AA.VV., Enciclopedia dell' economia, o.c., 584-586.

⁷⁵ Cf. BENASSI C., incertezza, teoria, o.c., 561-562.

⁷⁶ Cf. AA.VV., Enciclopedia dell'economia, o.c., 918.

Básicamente, se dan dos modos de redistribución del ingreso por parte del poder público: tomando parte de los ingresos de los agentes económicos, por ejemplo, a través de impuestos, y gastando sus propios ingresos, por ejemplo, a través de la prestación de bienes y servicios públicos o a través de transferencias de dinero, como en el caso de las pensiones.⁷⁷ En ambos casos, existen riesgos que exigen ser evaluados. Los impuestos excesivos sobre el ingreso pueden desalentar la inversión y conducir a la economía a reducir el ingreso producido, mientras que una gran oferta de bienes y servicios públicos gratuitos pueden desequilibrar las finanzas públicas y, en el extremo, desalentar la oferta de trabajo, es decir, la disposición de los agentes a trabajar⁷⁸. Se ingresa así, en una de las paradojas de la dinámica económica actual, según la cual la intervención del poder público en la redistribución del ingreso puede provocar una disminución de la producción posible y por lo tanto que haya menos para distribuir. Por ello, si se admiten políticas de redistribución o de distribución “inicial” deben ser permanentemente corregidas, recordando que el juego del mercado tiende a modificar cualquier distribución establecida.

Los bienes preferentes, es decir, aquellos que el poder público considera que es obligatorio consumir, como el uso de cinturones de seguridad o la educación básica obligatoria, plantean de manera muy clara el conflicto entre la libertad individual y las consideraciones de interés colectivo. En otras palabras, plantean el dilema entre paternalismo por parte del Estado, a costa de limitar la libertad individual, o el respeto absoluto a ésta, aún a costa del daño a sí mismo o a los demás⁷⁹. La otra cara de los bienes preferentes son aquellos que el poder público prohíbe consumir, como en el caso de algunas drogas. Ambas cuestiones plantean el problema de los criterios que fundamentan las decisiones del poder público, y en última instancia los

⁷⁷ Cf. Ibid.,

⁷⁸ Cf. Ibid.,

⁷⁹ Cf. STIGLITZ J.E., La economía, o.c., 113-114 y 62-63.

acuerdos sociales básicos sobre los mínimos comunes a todos los miembros de una sociedad, es decir, ya no tanto a aquellos bienes que el poder público puede obligar a consumir o no, sino a aquellos bienes que un Estado debe garantizar para todos sus ciudadanos. Una vez más, la respuesta se debe buscar en una concepción de la justicia y no tanto en la racionalidad económica vigente.

➤ La teoría de la elección pública

La perspectiva de la economía que ofrece la economía del bienestar, implica necesariamente la consideración de las entidades públicas como agentes económicos, es decir, como sujetos de decisiones económicas. Si antes se había reflexionado sobre la racionalidad (económica) de las decisiones (económicas) de los agentes (económicos) privados, ahora será necesario analizar la racionalidad (político-económica) de las decisiones (político-económicas) de las entidades públicas.

Comúnmente se habla del “Estado” o del “Gobierno” como paradigmas de entidades públicas que intervienen en la economía. Para referirse a las áreas de la economía sobre las que inciden las decisiones del Estado se habla de “sector público de la economía”, y si está referida a la función propia de tales entidades en el ámbito económico se habla de “administración pública”.

En las economías actuales el sector público es amplísimo, tanto por el crecimiento de las entidades públicas, como por el fenómeno de la “socialización”⁸⁰ que amplía cada vez más el ámbito de las relaciones y los problemas colectivos. Desde el punto de vista del Estado, abarca dos grandes vertientes: la tributación (los impuestos en todas sus formas y su incidencia en la distribución del ingreso y la eficiencia) y el gasto (en todas

⁸⁰ Cf. MM, 43-52; GS, 63.

sus asignaciones como la defensa nacional, la educación, la salud, la seguridad social, etc.). Desde el punto de vista de los bienes sobre los cuales se dan las decisiones públicas, la cuestión se refiere a los bienes públicos y las externalidades. Esto implica que no se trata ni de la misma racionalidad, pues ahora el sujeto es una entidad pública, ni de la misma materia sobre la que se decide, puesto que ya no se trata de los bienes que pueden recibir un precio de mercado.

Bienes públicos y externalidades. Lo propio de los bienes públicos es que no pueden ser asignados eficientemente por el mecanismo de la oferta y la demanda, pues este mecanismo implica que los bienes intercambiados puedan dividirse y ser objeto de propiedad privada, de tal manera que en el “regateo” se encuentra un precio en el que oferente y demandante están de acuerdo. En cambio los bienes públicos por ser indivisibles no pueden ser propiedad privada y por lo tanto no hay agentes particulares que puedan regatearlos y al no recibir un precio de mercado no se puede conocer su importancia relativa para los consumidores por medio de tales “señales” (precios). Por eso mismo, a ningún agente particular (productor, vendedor) le convendrá suministrarlos si lo que busca es maximizar su propio beneficio. En el mercado pueden subsistir las diferencias entre las preferencias de los consumidores porque la asignación de los bienes “se contrata” de agente particular a agente particular. Pero cuando se asignan los bienes públicos el resultado es único para muchos agentes, por ejemplo, la defensa nacional, un puente o un parque público⁸¹.

Lo mismo sucede con las economías o deseconomías externas, o externalidades, que son una consecuencia de la naturaleza de los bienes públicos. Es imposible poner un precio de mercado al costo social de la contaminación o a los beneficios sociales de una innovación tecnológica. Sin

⁸¹ Cf. SAMUELSON P.A.-NORDHAUS W.D., *Economía*, o.c., 368-371; STIGLITZ J.E., *La economía*, o.c., 156-157; RICOSSA S., *Diccionario de economía*, o.c., 509-510.

embargo, no se debe olvidar que la dinámica de mercado tiende a “internalizar” las externalidades, es decir, a buscar maneras de ponerles un precio. Hace algunas decenas de años no era común pagar por circular en una carretera y tal vez aún hoy sea inconcebible para ciertas poblaciones pagar por el agua que se bebe.

Por otra parte, los bienes públicos son irrenunciables. Esto exige que el Estado intervenga en su asignación. Pero se debe tomar en cuenta que el Estado no es un sujeto económico como lo define la teoría económica cuando se refiere a consumidores y productores. El agente particular busca maximizar su propio bienestar, mientras que el Estado busca la maximización del bienestar social, por eso las elecciones públicas responden a una lógica diversa. Sin embargo, la evaluación de las mismas, por estar orientadas a la economía, se debe hacer también, aunque no sólo, desde criterios económicos. La teoría de la elección pública intenta responder a las cuestiones que plantea esta diferencia o, en otros términos, ¿cómo aplicar criterios e instrumentos económicos a las decisiones públicas en el ámbito de la economía?⁸² En la práctica los resultados de una decisión pública pueden ser ineficientes o eficientes, o pueden consistir simplemente en una redistribución de la riqueza que no aumente el bienestar total⁸³.

Los agentes públicos. Sin embargo, lo que se ha denominado Estado o entidades públicas son una realidad muy compleja, en la que confluyen varios actores con intereses y racionalidades diferentes. En primer lugar está el gobierno o quienes aspiran a serlo, por ejemplo los partidos políticos. Como en una sociedad moderna, se supone que estos actores son representantes de los intereses de los diversos sectores sociales o de la sociedad en su conjunto, su objetivo directo no puede ser la maximización de su propio

⁸² Cf. STIGLITZ J.E., *La economía*, o.c., 178-183; RICOSSA S., *Diccionario de economía*, o.c., 510; SAMUELSON P.A.-NORDHAUS W.D., *Economía*, o.c., 367-368.

⁸³ Cf. SAMUELSON P.A.-NORDHAUS W.D., *Economía*, o.c., 369-371.

bienestar. Tal vez se pueda afirmar que la motivación de los políticos es mantenerse en el gobierno o llegar al mismo y como se refiriendo a sociedades democráticas, o que están en camino de serlo, su objetivo se concreta en “maximizar los votos a su favor”, lo cual sugiere la idea de “mercado político”⁸⁴ concepción que ha llevado al desarrollo de la “teoría económica de la política”⁸⁵. Pero a su vez, tanto los gobernantes como los que aspiran a serlo padecen la presión de grupos particulares de interés, formándose así un “mercado político paralelo”⁸⁶. Piénsese por ejemplo en los casos de financiamiento de las campañas partidarias en algunos países de América Latina por parte de grupos económicos o incluso de narcotraficantes, o en las grandes transnacionales norteamericanas y su “cabildeo” en el Congreso de los Estados Unidos.

El tercer actor de las decisiones públicas, es la burocracia que desempeña la función administrativa de las entidades públicas. En general todo nuevo proyecto o programa público genera una nueva burocracia o aumenta la ya existente. Como en el caso de los demás agentes económicos públicos, en el desempeño de la burocracia es difícil medir su rendimiento económico, porque es más difícil que en una empresa establecer la relación entre los factores utilizados, por ejemplo, recursos financieros y número de empleados, y el producto final, por ejemplo, el de un programa de becas para investigadores o el de un programa de salud. A esto se agrega que en el sector público siempre existe una multiplicidad de objetivos y a veces no se tiene clara su priorización, por ejemplo, cuando un programa social tiene a la

⁸⁴ Para las elecciones de 1997 en México “en publicidad, imagen, propaganda y mercadotecnia cada candidato a la Asamblea de Representantes deberá gastar, por lo menos 500 mil pesos (62,000 dólares, aprox.); un aspirante a diputado, un millón (125,000 dólares, aprox.), y dos millones (250,000 dólares, aprox.) si lo que pretende es un escaño en el senado... los partidos destinarán 60% de los recursos que les asignó el IFE (Instituto Federal Electoral) a promover su imagen” (Diario El Financiero, 16 de febrero de 1997, 10-11).

⁸⁵ Cf. GALEOTTI Gianluigi, política, teoría económica della, en AA.VV., Enciclopedia dell'economia, o.c., 844-846. Sobre la “economía constitucional” de James M. Buchanan, que puede ser incluida en esta vertiente, ver aquí cap. 2: 4.2. y la nota 114 de este capítulo.

⁸⁶ Cf. RICOSSA S., Diccionario de economía, o.c., 510.

vez el objetivo de aumentar la productividad y el de disolver conflictos sociales.

Lógicamente también es importante conocer las motivaciones más comunes de los burócratas, pues son diferentes tanto de las que realizan los agentes particulares como de las que hacen los políticos y los grupos de poder. Evidentemente también se trata de la maximización del interés propio, pero su contenido es diferente. Para el burócrata sus beneficios aumentan no tanto en función de su productividad sino en función de los recursos públicos que logra captar para su programa, y eso lo consigue maximizando el tamaño del organismo que dirige o al que pertenece. En esta perspectiva, lo importante no es competir en el mercado sino competir con otros funcionarios por los fondos públicos, por eso los clientes de la burocracia no serán los consumidores finales sino las instancias que la fiscalizan⁸⁷. Esta “racionalidad” propia del burócrata se ha formulado en una especie de axioma: “un funcionario desea multiplicar sus subordinados no sus rivales... los funcionarios se crean trabajo mutuamente”⁸⁸. Por eso no es gratuito afirmar que para la burocracia la ineficiencia (más recursos para la misma producción o menos producción con los mismos recursos) puede resultar deseable⁸⁹. Por último, si se considera que el burócrata generalmente tiene más información sobre su área de trabajo que quienes lo vigilan, puede aumentar su beneficio manipulando la información disponible, por ejemplo, afirmando que existen menos alternativas que las reales o justificando un gasto excesivo para conseguir más presupuesto. En general, el funcionario público tiende a ser conservador en el sentido de que rehúye los riesgos, porque en la opinión pública se remarcan más sus errores que sus éxitos, lo cual hace las decisiones burocráticas mucho más lentas y complicadas⁹⁰.

⁸⁷ Cf. STIGLITZ J.E., *La economía*, o.c., 217-220.

⁸⁸ Cf. *Ibid.*, 219.

⁸⁹ Cf. *Ibid.*, 222.

⁹⁰ Cf. *Ibid.*, 222-225.

Por último, también existe la posibilidad de crear algún tipo de institución pública “especializada en promover el mejoramiento de la administración, coordinación y evaluación de resultados”⁹¹ y que permita separar lo administrativo de lo político para lograr mayor eficiencia en el ámbito de la administración pública⁹².

Las decisiones públicas. La toma de decisiones públicas enfrenta dos grandes problemas:

1º si las preferencias de los consumidores sobre bienes públicos no pueden ser reveladas por el mecanismo de la oferta y la demanda ¿cómo conocerlas? Y

2º si la decisión sobre los bienes públicos tiene una consecuencia única para todos los consumidores ¿cómo transformar (los economistas dicen “agregar”) las preferencias individuales en una única preferencia colectiva?

Lo ideal sería que siempre existiera unanimidad sobre los bienes públicos que son más necesarios y su modo de financiarlos, pero esta unanimidad nunca se da en la realidad. En la práctica es imposible conocer las preferencias de todos los individuos de sociedades tan complejas como las actuales. Debido a que el otorgamiento de un nuevo servicio público siempre va asociado a la necesidad de su financiamiento, y éste generalmente se obtiene vía impuestos, lo más posible es que cada individuo tienda a no revelar sus preferencias, esperando que otros sí lo hagan, de manera que finalmente tal servicio sea financiado con un tipo de impuestos o de medios

⁹¹ CROZIER Michel, *Cómo reformar al Estado. Tres países, tres estrategias: Suecia, Japón y Estados Unidos*, FCE, México 1992, 20.

⁹² Cf. *Ibid.*, 20-24; LINZ Juan-STEPHAN Alfred, *Problems of Democratic Transition and Consolidation*, John Hopkins, Baltimore, 1996, y para una aplicación a México, RUBIO Luis, ¿Transitando a la democracia?, en *Nexos* 235 (1997) 39-47.

que no le cuesten a él, pues si es un bien público de cualquier manera recibirá sus beneficios⁹³.

En sociedades donde no existe una cultura económica muy difundida, la gente no se plantea el problema de cómo se van a financiar sus peticiones de servicios públicos y la forma más común de revelar sus preferencias consiste en la presión política, que se canaliza a través de movilizaciones sociales o a través de pactos cupulares. De parte del gobierno parece ser que la única salida es el sondeo de la opinión pública, con las dificultades propias del ocultamiento o la distorsión de las preferencias, el de las votaciones en el Congreso y, sobre todo, el de la respuesta a grupos de interés.

Este hecho introduce en el problema de la “agregación” de las preferencias individuales o grupales divergentes. Desde la perspectiva de los países llamados democráticos, las grandes decisiones de la administración pública no han encontrado, al menos formalmente, mejor solución que la de asumir la voluntad de las mayorías que pasa siempre por las votaciones en el Congreso. En países con una democracia incipiente, al menos formalmente, parece ser también esa la tendencia. Las decisiones por unanimidad son siempre las mejores pero tienen la gran desventaja de que requieren mucho tiempo y energías para ser elaboradas, además de que son susceptibles de ser paralizadas por una de las partes.

Sin embargo, las decisiones por mayorías tampoco garantizan que siempre queden expresadas realmente las preferencias individuales en la decisión colectiva. Un riesgo siempre latente en la votación por mayorías es lo que se ha llamado “la tiranía de las mayorías” que además de ser injusta no siempre

⁹³ Es el problema del free-rider o “polizón” (Cf. RAWLS J., *A Theory*, o.c., 267). “In generale, quando la manifestazione delle preferenze per i beni pubblici e la partecipazione al finanziamento al costo totale sono collegate, ciascun individuo tenderà a esprimere le preferenze stesse in modo distorto” (AA.VV., *Enciclopedia dell’economia*, o.c., 512; MORAMARCO V., *beni pubblici*, o.c., 134-135; STIGLITZ J.E., *La economía*, o.c., 157-158).

es eficiente, ni siquiera en el sentido de Pareto, pues se pueden elegir opciones que mejoren a la mayoría y que a la vez disminuyan el bienestar de la minoría⁹⁴. Por eso para las decisiones más trascendentales se propone la mayoría de dos tercios⁹⁵.

Cuando varios individuos o grupos con preferencias diferentes deben elegir una entre más de dos opciones y se utiliza el método de las mayorías (al menos la mitad más uno) se pueden dar los siguientes resultados:

Se da la mayoría pero siempre gana la opción del votante medio cuando las preferencias son unimodales, es decir, cuando los votantes siempre eligen su propia opción o por la que más se acerque a ésta (se trata obviamente de opciones entre cantidades)⁹⁶, no se da la mayoría, cuando las preferencias agregadas son intransitivas (aunque las preferencias individuales de los votantes no lo sean), es decir, cuando preferir A a B y B a C no significa que se prefiera A a C. Este resultado se debe a “la paradoja del voto” que introduce en un círculo cerrado en el que A se prefiere a B, B se prefiere a C, y C se prefiere a A y es imposible que se dé una mayoría. En este caso, en el que lo importante es el último resultado después de haber votado entre parejas de opciones, todo depende del orden en el que se den las mismas, por lo que la parte que maneja la agenda de votaciones puede manipular el orden a su favor⁹⁷.

Se presenta nuevamente la dificultad de articular las racionalidades individuales propias de la teoría económica convencional con la racionalidad colectiva. Joseph Kenneth Arrow (1921) demostró formalmente que esta articulación, con ciertas condiciones de aceptabilidad, es imposible. Según su

⁹⁴ Cf. SAMUELSON P.A.-NORDHAUS W.D., *Economía*, o.c., 372-373.

⁹⁵ Por ejemplo, en la Constitución de México, para los casos de la formación de un nuevo Estado (art. 73), la elección de presidente interino (art. 84) y la reforma de la misma (art. 135).

⁹⁶ Cf. FRANK R.H., *Microeconomía y conducta*, o.c., o.c., 753-755.

⁹⁷ Cf. SAMUELSON P.A.-NORDHAUS W.D., *Economía*, o.c., 373-374.

teorema de imposibilidad no existe ninguna regla de agregación (de transformación de las preferencias individuales diversas en una preferencia colectiva) que satisfaga las siguientes condiciones:

1) dominio universal: no se puede excluir ningún orden individual de preferencias,

2) independencia de las alternativas irrelevantes: las alternativas que no se están votando no deben influir en las que se están votando,

3) unanimidad (condición paretiana): si todos los individuos prefieren A a B, también la sociedad debe preferir A a B,

4) no dictadura: las preferencias de la sociedad no pueden coincidir sistemáticamente con las de un individuo particular,

5) transitividad: si la sociedad prefiere A a B y B a C, debe preferir A a C⁹⁸.

El teorema de Arrow se puede formular como sigue:

“... no existe ningún sistema de votación basado en el criterio de la mayoría que garantice la eficiencia, respete las preferencias individuales y no dependa del orden del día. En otras palabras, nunca se ha diseñado un sistema de votación... que garantice que la votación por mayoría será coherente y que llevará a la sociedad a su posición más deseable”⁹⁹.

⁹⁸ Cf. BONNER J. Introduction to, o.c., 56-71; MORAMARCO V., scelte sociali, teoria delle, en AA.VV., Enciclopedia dell'economia, o.c., 976-977. Winch encuentra en la teoría de Arrow dos “axiomas”: 1) comparabilidad y 2) transitividad, y cinco “condiciones”: 1) que siempre existan tres alternativas o más, 2) relación positiva entre los valores sociales y los individuales (condición paretiana), 3) independencia de las alternativas irrelevantes, 4) la soberanía de los ciudadanos (que no haya imposiciones externas a la sociedad) y 5) no dictadura, que se considera como imposición interna (Cf. o.c., 191-193).

⁹⁹ Cf. SAMUELSON P.A.-NORDHAUS W.D., Economía, o.c., 374. Semejante a éste es el teorema de imposibilidad o paradoja del liberal paretiano de Amartya Sen, según el cual es imposible encontrar reglas de elección colectiva, o funciones de decisión social, que respeten simultáneamente tres condiciones: 1) dominio universal: no existen restricciones a priori sobre

El problema de raíz está, nuevamente, en las limitaciones de concebir las utilidades como ordinales, es decir, comparables como “más” o “menos” preferidas, y no como cardinales, o sea, “cuánto más” o “cuánto menos” preferidas, lo que impide comparar las “intensidades” de las preferencias, tanto en un sistema individual de preferencias como en la relación entre los sistemas de preferencias de varios individuos. Para ambos casos se han propuesto, o se han detectado en la realidad, algunos medios para manifestar las comparaciones entre utilidades que no pasan por los mecanismos del mercado y que van desde el establecimiento de un “mercado de votos” en el congreso de una nación, hasta el reconocimiento de la perseverancia en las “colas” para acceder a ciertos bienes o servicios como expresión de las intensidades relativas de las utilidades¹⁰⁰.

De cualquier manera la teoría de la elección pública sigue siendo más un intento por ampliar la lógica de la elección individual característica de los mercados a otras áreas de la vida social, particularmente a la política¹⁰¹. Ekelund y Hébert, autores de una reciente historia de la economía, concluyen así su capítulo sobre la teoría de la elección pública:

“... se ha planteado demostrar que las nuevas y continuas investigaciones en economía política han utilizado y están utilizando los sencillos modelos de la competencia y el egoísmo patrocinados desde hace tanto tiempo por Adam Smith. Aquí, el rasgo peculiar -y la lección esencial de nuestra discusión- es

preferencias de los individuos, 2) unanimidad: la decisión social sobre un par de alternativas debe respetar la eventual unanimidad sobre una alternativa, 3) liberalismo: para cada individuo existe al menos un par de alternativas sobre las cuales la sociedad debe respetar las preferencias del individuo; se trata de la atribución de una esfera protegida que se reconoce a cada individuo y a cuyo interior su discrecionalidad es incondicionada (Cf. SEN Amartya, *The Impossibility of a Paretian Liberal*, en *Journal of Political Economy* 78 [1970] 152-157; AA.VV., *Enciclopedia dell'economia*, o.c., 816; BONNER J. *Introduction to*, o.c., 183-187; RUBIO CARRACEDO J., *Educación moral*, o.c., 173-174).

¹⁰⁰ Se mencionan también los grupos de presión, la propaganda, el racionamiento, etc. (Cf. WINCH D.M. *Economía analítica*, o.c., 194-204).

¹⁰¹ Cf. WISEMAN Jack, *The black box*, en HEY John D. (ed.), *The future*, o.c., 154-155.

que el egoísmo, como motivo económico básico, no difiere en la forma cuando uno está comprando un cucurucho de helado o cuando hace campaña para ser tesorero de la ciudad. Estos motivos -en la forma, si no en la clase- impregnan las actividades de todos los humanos. La teoría de la elección pública y su aplicación... es un medio válido para introducir el análisis económico en otros campos de la acción humana. Al hacerlo así, amplía el alcance de la disciplina, aproximándola a la concepción original de Adam Smith, una concepción de la economía como parte de una investigación política y social más amplia”¹⁰².

Otros economistas, que coinciden con las aspiraciones de los teólogos latinoamericanos, consideran que es necesario estimular

“el estudio de la lógica más amplia de la elección a través de una integración creciente de la teoría económica de hoy, la ciencia política y áreas significativas de la filosofía, como una «nueva» disciplina de economía política”¹⁰³.

➤ La función de bienestar social

Si las reglas de elección colectiva no resuelven el problema de transformar las preferencias individuales en una decisión colectiva satisfactoria¹⁰⁴, existe la necesidad de establecer criterios que orienten tal tipo de decisiones, más allá del sistema de votaciones para que éstas no tengan siempre la última palabra. Una solución puede estar en la aplicación del análisis costo-beneficio, que supera la deficiencia propia de las votaciones consistente en el ocultamiento de las diferencias en las intensidades de las preferencias de los votantes (o cuánto se prefiere una opción a otra). Su método para medir

¹⁰² EKELUND Robert B. - HÉBERT Robert F., Historia de la, o.c., 693-694.

¹⁰³ WISEMAN J., The black, o.c., 155.

¹⁰⁴ Cf. STIGLITZ J.E., La economía, o.c., 83-84.

dicha intensidad consiste en estimar lo que cada “votante” (agente económico) estaría dispuesto a pagar por cada opción. Pero nuevamente se encuentra con la dificultad de conocer las preferencias reales de los consumidores¹⁰⁵. Sin embargo, se trata de un método ampliamente utilizado por lo que conviene detenerse un poco en la manera de concebirlo. Su núcleo es sencillo: los beneficios son las consecuencias de una política que aumentan el bienestar social, mientras que los costos son las que lo disminuyen, bajo el supuesto de que existe un acuerdo social sobre lo que son beneficios y lo que son costes (función de bienestar social)¹⁰⁶. El costo/beneficio social se puede formular como la suma algebraica de los costos/beneficios privados (los que afectan al agente que toma la decisión) y los costos/beneficios externos (los que afectan a quienes no tomaron la decisión). La aplicación de este método supone también la solución de ciertos problemas¹⁰⁷.

En primer lugar, es necesario definir cuál es el *ámbito* de lo social, en el espacio y en el tiempo, al que se refieren los costos: ¿están incluidos sólo los miembros de una localidad? ¿Están incluidos sólo los miembros de una nación? ¿se incluyen también los miembros de otros países? ¿a cuántas generaciones futuras se extiende tal ámbito? Cuando se trata de los costos sociales de la contaminación o el deterioro del medio ambiente, es inevitable responder a estas preguntas si se quiere hacer una evaluación correcta. Cuando una decisión tiene consecuencias positivas (beneficios) para algunos y consecuencias negativas (costos) para otros, se presenta la dificultad de determinar el costo/beneficio *neto*. Es necesario también distinguir entre lo que son meras transferencias o pérdidas-ganancias, que pueden representar costos/beneficios individuales, y lo que son costos/beneficios *sociales*. Otra distinción importante es la que se debe dar entre costos/beneficios de *corto* y

¹⁰⁵ Cf. FRANK R.H., Microeconomía y conducta, o.c., o.c., 755-759.

¹⁰⁶ Cf. WINCH D.M. Economía analítica, o.c., 167.

¹⁰⁷ Cf. GRAAFF J. de V., Social cost, o.c., 251-252.

de *largo* plazos¹⁰⁸. De cualquier manera, permanecen el problema de la *agregación* de utilidades individuales y el de los *costos de transacción*¹⁰⁹, que se vio anteriormente (cap. 3: 2.4.3.) y que se profundizará en la sección dedicada a la teoría económica institucional.

La *función de bienestar social* sería la otra alternativa. Una función de bienestar social es un índice o criterio que explica cuándo una sociedad está mejor o, en otras palabras, cuándo una decisión colectiva maximiza el bienestar social, lo cual posiciona en el terreno de la dimensión política de la ética social. De hecho, actualmente se están multiplicando los intercambios entre economistas del bienestar y filósofos de lo social en torno a la cuestión de la función de bienestar social, que tiende a evolucionar hacia el concepto de *“calidad de vida”*¹¹⁰, lo cual fortalece el principio metodológico que aquí se propone de que la economía del bienestar es uno de los puentes naturales entre la microeconomía y la ética. Cuál deba ser la función de bienestar social en un país, o a nivel internacional, es un problema de determinación de los fines sociales de la actividad económica y esta determinación requiere una mediación política de la ética social. La última palabra no la tendría entonces la política-política, ni los políticos, sino la moral social cuyo sujeto y origen es la sociedad, pues *“... no son los políticos creadores de valores, sacerdotes de una religión secularizada, sino gestores de aquellos valores que la sociedad ya comparte”*¹¹¹. Así, las entidades públicas se ubicarían en la tensión entre eficiencia y distribución-equidad, entre intereses individuales y bienestar social, entre racionalidad económica y racionalidad ética. Por eso la economía del bienestar se prolonga en las teorías económicas de la justicia; *“económicas”* porque suponen la racionalidad económica que formula la

¹⁰⁸ Cf Ibid., 252-253.

¹⁰⁹ Cf Ibid., 252-254. Ver aquí, cap. 3: 5.1 y la nota 211 del capítulo 3.

¹¹⁰ Un testimonio reciente de este diálogo es la obra colectiva de NUSSBAUM Martha C.-SEN Amartya (comp.), *La calidad de vida* [Un estudio preparado por el World Institute for Development Economics Research (WIDER) de la United Nations University] The United Nations University/FCE, México 1996, en el que predominan como colaboradores los economistas, los sociólogos y los filósofos, entre otros.

¹¹¹ CORTINA Adela, *Ética sin moral*, o.c., 279.

teoría económica convencional y sin negarla intentan encontrar una respuesta a la cuestión de la justicia, específicamente la distributiva¹¹².

En este contexto, la función de bienestar social daría lugar entonces, a tres cuestiones interrelacionadas:

1ª la que se plantea la economía del bienestar, que provisionalmente se puede formular como *¿qué es lo mejor desde el punto de vista social?*,

2ª la que se refiere al contenido del bienestar o de la calidad de vida y en última instancia de la justicia socio-económica que se puede formular como *¿Qué es lo que se debe igualar?*

3ª la que se refiere a las relaciones entre calidad de vida y diversidad cultural, que se puede formular como *¿existe un criterio de bienestar común a las diversas culturas?*

Desde la economía del bienestar se han dado varias respuestas a la primera cuestión, *¿qué es lo mejor desde el punto de vista social?*, pero todas permanecen en el ámbito de la maximización de las utilidades.

Como se vio anteriormente, para los *paretianos* una sociedad está mejor cuando aumenta la suma de utilidades siempre y cuando no disminuya la de ningún individuo. Si una decisión colectiva aumenta la suma total de

¹¹² Cf. ZAMAGNI Stefano, giustizia, teorie economiche della, en AA.VV., Enciclopedia dell'economia, o.c., 525-526. Adela Cortina menciona como "éticas del capitalismo", además de la economía del bienestar y el utilitarismo, la "justicia como imparcialidad" de John Rawls, la "economía constitucional" de James Buchanan, la ética de la "coordinación del mercado" de P. Koslowski, la ética del "capitalismo democrático" y la que intenta transformar la racionalidad económica en "racionalidad comunicativa" de Peter Ulrich (Cf. Ética de la empresa, o.c., 60-66). Una buena síntesis en español de la propuesta de Ulrich (Transformation der ökonomischen Vernunft, Fortschritts-perspektiven der modernen Industriegesellschaft, Haupt, Bern-Stuttgart, 1986; 3. ed. 1993) se encuentra en SCANNONE Juan Carlos, Hacia la transformación comunicativa de la racionalidad económica, en Stromata 51 (1995), 261-285.

utilidades es buena si no disminuye la de nadie, sin importar los resultados en la distribución.

Para el *utilitarismo* más simple una sociedad está mejor cuando aumenta la suma de utilidades individuales. Esto supone que se puedan sumar las utilidades individuales. Si una decisión colectiva aumenta la suma total de utilidades es buena aún cuando los pobres resulten más pobres y los ricos más ricos.

Otros destacan la *dimensión subjetiva* de la utilidad y afirman que no son equivalentes las utilidades de un rico y de un pobre, pues cuando un pobre pierde o gana algo, pierde o gana más que un rico, aún cuando las utilidades de ambos sean equivalentes en términos monetarios. Una decisión colectiva sería buena sólo si la ganancia (monetaria) del rico fuera mucho mayor que la pérdida (monetaria) del pobre, o aún cuando la pérdida (monetaria) del rico fuera mucho mayor que la ganancia (monetaria) del pobre.

Para los *igualitaristas* lo importante es que las diferencias entre los individuos sean cada vez menores aunque no aumente, o aunque disminuya, la suma total de utilidades. Una decisión colectiva es buena cuando disminuye la distancia entre pobres y ricos¹¹³.

Sin embargo, con la crítica de John Rawls al utilitarismo, y su propuesta de los *bienes primarios* como contenido de la justicia, según la cual lo importante es que, dado un mínimo de bienes primarios, cualquier decisión colectiva siempre mejore la situación de los más pobres, por lo que no es admisible una decisión que mejore el bienestar de los ricos si reduce el bienestar de los

¹¹³ Cf. STIGLITZ J.E., *La economía*, o.c., 75-85; WINCH D.M. *Economía analítica*, o.c. 23-31, 85-95; BONNER J. *Introduction to*, o.c., 149-159.

pobres, aún cuando aumente la utilidad total de la sociedad¹¹⁴, la discusión se orientó a la búsqueda de contenidos del bienestar que vayan más allá de la pura utilidad, lo cual lleva a la segunda pregunta.

Tal pregunta, *¿qué es lo que se debe igualar?*, recibe actualmente numerosas respuestas que se pueden simplificar en tres grandes vertientes:

- 1) Las objetivistas, que proponen como materia de la calidad de vida un “paquete” de bienes socio-económicos (el índice de Desarrollo Humano de la ONU o el Bienestar Económico Neto de Samuelson),
- 2) Las subjetivistas, que permanecen en el criterio de la utilidad (la economía del bienestar en sentido estricto), y
- 3) Las de la “*vía intermedia*”, de las que se pueden mencionar,

La propuesta de Amartya Sen sobre las “*capacidades*” o “*funcionamientos*” y que se refiere a “*estados de las personas*” posteriores a la posesión de un bien, pero previos a la utilidad o nivel de bienestar; y

La de G.A. Cohen sobre el “*acceso a las ventajas*”, que añade a la propuesta de Sen el matiz de que tal acceso puede no depender de las capacidades de una persona sino ser recibido por la misma pasivamente, por ejemplo, en el caso de un enfermo o de un niño¹¹⁵.

¹¹⁴ Cf. RAWLS J., *A Theory*, o.c., o.c., 65-75 y passim; cf. RAWLS J., *Political Liberalism*, o.c., 281-285 y passim.

¹¹⁵ Las posturas de Sen se pueden ver en SEN A., *The Standard of*, o.c., 1-38, 103-112; en SEN A., *¿Igualdad de qué?*, o.c.; y en SEN Amartya, *Capacidad y bienestar*, en NUSSBAUM M.C.-SEN A., *La calidad de*, o.c., 54-83; la clasificación en tres vertientes (aunque no se coincide con el autor en la ubicación de John Rawls en la primera vertiente, pues nos parece que se debe ubicar en la segunda de acuerdo a su noción de bienes primarios, como se ve en el capítulo quinto) y la postura de Cohen están tomadas de COHEN G.A., *¿Igualdad de qué?* sobre el bienestar, los bienes y las capacidades, en NUSSBAUM M.C.-SEN A., *La calidad de*, o.c., 27-53. Un comentario desde la filosofía a los artículos de Sen y Cohen se puede ver en CORSGAARD Christine M., *Comentario a “¿Igualdad de qué?” y a “Capacidad y bienestar”*, en NUSSBAUM M.C.-SEN A., *La calidad de*, o.c., 84-94.

La tercera pregunta, *¿existe un criterio de bienestar común a las diversas culturas?*, se refiere al conflicto entre relatividad y universalismo, cuya solución remite al campo de lo que se podría denominar una ética intercultural o transcultural que buscara las bases antropológicas de un diálogo entre culturas. La manifestación más notoria de esta reflexión se está dando actualmente en el debate entre diversas corrientes de la ética social, particularmente entre comunitaristas y neoaristotélicos, por una parte, y neocontractualistas y neokantianos, por la otra¹¹⁶, aunque tiende a existir convergencias entre ellos¹¹⁷.

➤ Balance ético sobre la *economía del bienestar*

Los desarrollos teóricos de la economía del bienestar llevan al límite las posibilidades éticas de la microeconomía, básicamente detectando los puntos en los que ésta deja abiertas cuestiones normativas fundamentales (principalmente las respuestas a las llamadas *fallas del mercado*, a los problemas de la distribución y al papel del Estado en la economía)¹¹⁸ y que tienen como eje común el problema de la articulación entre racionalidad individual y racionalidad colectiva y el concomitante de la articulación entre subjetividad y objetividad. En su búsqueda de respuestas a estas cuestiones la economía del bienestar da un paso clave al demostrar la posibilidad teórica de separar el problema de la *eficiencia* del problema de la *mejor distribución*

¹¹⁶ Un diálogo en torno al tema específico de la calidad de vida entre algunos pensadores de estas corrientes, se encuentran en los artículos de la segunda parte de NUSSBAUM M.C.-SEN A., La calidad de, o.c., 193-360, entre los que se destaca WALZER Michael, Objetividad y significado social, 219-235; SCANLON Thomas, El valor, el deseo y la calidad de vida, 245-264; TAYLOR Charles, La explicación y la razón práctica, 274-304; NUSSBAUM Martha C., Virtudes no relativas: un enfoque aristotélico, 318-351.

¹¹⁷ Cf. FERGUSON David A., Communitarianism and Liberalism: Towards a convergence?, en Studies in Christian Ethics 1 (1997) 32-48.

¹¹⁸ Para MUSU Ignazio-ZAMAGNI Stefano, las dos tensiones no resueltas en la agenda de los economistas son, 1ª el papel del mercado comparado con otras instituciones sociales y 2ª el dilema (trade-off) entre eficiencia y equidad (Cf. Introduction, en PONTIFICAL COUNCIL FOR JUSTICE AND PEACE, Social and Ethical aspects of Economics. A Colloquium in the Vatican, Vatican City 1992, 7-12).

(2° Teorema de la economía del bienestar), llegando así hasta los umbrales de la política y de la reflexión ética.

Las cuestiones, político–económicas, de la *elección pública* desembocan necesariamente en planteamientos claramente éticos, fundamentalmente sobre la necesidad de establecer los criterios para discernir los costos y beneficios humanos de las decisiones públicas de carácter económico y, en última instancia, en la necesidad de establecer una *función de bienestar social*, que sirva como punto de referencia ético para establecer el marco institucional en el que funcionan los mercados y para orientar las grandes decisiones de política económica de una sociedad dada. La postulación de una función de bienestar social supone la solución o la superación de los problemas de las *comparaciones interpersonales* de la utilidad y de la *agregación* de las utilidades individuales.

Sin embargo, la economía del bienestar no logra superar las trampas del individualismo metodológico ni las del utilitarismo clásico, al no proponer una teoría de la justicia que vaya más allá de la simple extensión de la racionalidad individual al ámbito social, que proponga un criterio de decisiones sociales diferente a la pura maximización global y que priorice lo justo sobre las concepciones particulares de lo bueno.

En síntesis, la economía del bienestar construye puentes entre racionalidad económica, racionalidad política y racionalidad ética, y entre racionalidad individual y racionalidad colectiva, perfilando claramente los límites que impone la microeconomía al pensamiento ético, pero señalando también las posibilidades de integrarla en algún momento del método ético, sin necesidad de recurrir a un paradigma económico alternativo, hoy inexistente. Sin embargo, todo lo anterior supone el esclarecimiento de las relaciones que existen entre la economía real y las instituciones. Este es el objetivo de las siguientes páginas.

La teoría económica institucional ayuda a discernir entre las causas de la pobreza que, vía eficiencia, vienen del mercado y las que, también por vía de la eficiencia, vienen de las instituciones; pero también ayuda a distinguir entre las causas que, esta vez vía instituciones, vienen del primer mundo y las que son generadas, también vía instituciones, desde el interior de las sociedades pobres o, en último caso, a constatar si se trata de una mezcla de ambos tipos de causas.

Este enfoque supone que, por una parte, se está asumiendo la eficiencia como respuesta a un problema de escasez, pero también tomada en cuenta como un valor no sólo económico sino además social y en última instancia moral. En países pobres la ineficiencia tiene repercusiones económicas y sociales tan amplias y profundas que, cuando se trata de ineficiencia por corrupción, por indolencia o por concepciones ideológicas, sería incongruente no imputarle responsabilidades morales.¹¹⁹

La inclusión de una teoría de las instituciones como mediación entre la teoría económica y la teoría de la justicia, aporta los siguientes enriquecimientos teóricos:

- ✓ Ayuda a comprender la naturaleza (qué son las instituciones) y los mecanismos (cómo funcionan y cómo cambian) del objeto propio de una teoría de la justicia, es decir, de la estructura básica de una sociedad,
- ✓ Ayuda a comprender la relación existente entre mercado e instituciones y por lo tanto a superar la visión naturalista de aquél.

¹¹⁹ Cf. ELLENA Aldo, Economía, en AA.VV., Diccionario enciclopédico de teología moral, Paulinas, Madrid 1980⁴, 267-293.

- ✓ Propone la ampliación de la concepción de racionalidad económica postulada por la microeconomía, añadiéndole factores psicológicos, políticos y culturales que permiten ampliar las implicaciones éticas (márgenes de libertad y valores) del comportamiento económico.

2.3. ECONOMÍA AMBIENTAL

A partir de la tercera división del trabajo en la comunidad primitiva, se logra iniciar una evaluación del impacto del hombre sobre su medio ambiente, desde la perspectiva de un desarrollo económico, cuya finalidad es la de buscar calidad de vida y satisfacer necesidades. Pero para alcanzar estos objetivos el ser humano causa la destrucción de su ambiente; pero sólo en los tiempos modernos se ha iniciado un rescate oportuno en la salvaguarda de los recursos naturales¹²⁰.

El cuidado de los recursos naturales no requiere de una actitud pasiva, sino de un trabajo activo e inmediato, por medios que realmente propongan soluciones y no agraven la condición actual. Las mejores propuestas para alcanzar la protección y preservación del medio, es en la concientización de las personas en sus ámbitos de consumo, y de la responsabilidad inherente de las instituciones privadas y públicas a crear incentivos que conduzcan a los consumidores a tomar decisiones en una dirección determinada.¹²¹

Cualquier estructura económica producirá un impacto ambiental destructivo si los incentivos no están encaminados a evitarlo. El incentivo es una ganancia adicional que influye sobre el comportamiento de las personas, por ejemplo una persona que está acostumbrada a tirar desechos de aluminio a la calle, de pronto se da cuenta que le resulta más rentable juntarla y venderla para su reciclaje. Otros aspectos

¹²⁰ BARRY C., 1995: p. 3

¹²¹ COASE. 2004. p. 32

que influyen en el comportamiento de las personas son los factores psicológicos como la autoestima o la satisfacción de haber realizado una acción positiva.¹²²

Pero un incentivo económico tiene implicaciones más sobresalientes, ya que éstos representan problemas microeconómicos y macroeconómicos. En el primer caso tiene que ver con el comportamiento de los individuos o microempresas, firmas contaminadoras y firmas reguladoras de impacto ambiental. En el caso macroeconómico se refiere a las reformas estructurales reflejadas en un desarrollo del país visto como un todo. Estos dos aspectos resultan de vital importancia para poder emitir políticas ambientales coherentes con la coyuntura económica.

Otro aspecto que ha cobrado importancia en el campo de la economía ambiental es la correlación de los impactos del crecimiento económico en la calidad ambiental, esta problemática tiene infiltraciones serias en el comportamiento de los consumidores y en la planeación económica familiar. Uno de los principales foros donde se evalúan estos temas de manera crítica y objetiva es en la Organización de las Naciones Unidas, tanto por los países desarrollados como por los subdesarrollados dependientes y atrasados.

“No se puede hablar de un verdadero desarrollo económico si primero no se revisa las políticas en materia ambiental, la sociedad debe estar comprometida a buscar una representación democrática que exponga de manera clara las carencias que comparten y que comúnmente se agravan con el paso del tiempo”¹²³

La sociedad no aprueba medidas legislativas que solucionan parcialmente problemas de la realidad, no se puede hablar de calidad de vida, medida por un PIB per cápita, si no se habla de medidas de impacto ambiental que buscan una mejor calidad ambiental, se debe entender que ambos objetivos no son rivales, sino complementarios.

¹²² BARRY C. 1995. p. 5

¹²³ SÁNCHEZ F. 2006. p. 6

Actualmente el papel del economista ha cobrado importancia en la resolución de controversias al aplicar métodos de análisis como el de riesgo, costo-beneficio y el de costo-efectividad.

Análisis costo–efectividad: Éste es simplemente un análisis en el cual se observa la manera más económica de lograr un objetivo determinado de calidad ambiental o, expresándolo en términos equivalentes, de lograr el máximo mejoramiento de cierto objetivo ambiental para un gasto determinado de recursos.

Análisis costo–beneficio: En este tipo de análisis, como su nombre lo indica, los beneficios de la acción propuesta se calculan y comparan con los costos totales que asumiría la sociedad si se llevara a cabo, dicha acción. Pero es relevante decir que los grupos ambientalistas se inclinan normalmente por los beneficios y los grupos de negocios se concentran usualmente en los costos.

Análisis de riesgos: Los dos elementos esenciales en el análisis de riesgos consisten en identificar y cuantificar los mismos. La identificación depende, en gran medida, de la información disponible; por ejemplo, el costo real para emprender una determinada actividad. La evaluación depende de una combinación de las matemáticas con la valoración subjetiva del analista.

CAPÍTULO 3 TEORÍA AMBIENTAL

3.1. CONCEPTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL

El Cambio Climático Global, es una modificación del clima que se atribuye directa o indirectamente a las actividades humanas que alteran la composición global atmosférica, agregada a la variabilidad climática natural observada en periodos comparables de tiempo (EEI, 1997).

Cuando se habla de “cambio climático” se hace referencia generalmente al incremento progresivo de la temperatura media de la corteza terrestre, en especial de la atmósfera e hidrosfera (océanos). Aunque en su día hubo bastante disparidad de pareceres entre la comunidad científica acerca de la existencia misma de este incremento, en la actualidad parece asumida su existencia, aunque todavía persiste bastante disparidad en cuanto al alcance real del mismo. La cifra más verosímil lo cifra entre 0,5 y 1,0 ° C durante los últimos cien años y, (y eso es lo verdaderamente preocupante), manteniendo una tendencia al alza. Por supuesto, el concepto de “cambio climático” engloba otras consideraciones, como el “agujero de ozono” y las “extinciones” de flora y fauna debidas a la acción humana. Sin

embargo es el recalentamiento planetario el factor más preocupante del mismo por las repercusiones que a largo plazo puede tener sobre la vida sobre la Tierra.¹²⁴

Asociados a estos potenciales cambios, habrá grandes alteraciones en los ecosistemas globales. Trabajos científicos sugieren que los rangos de especies arbóreas, podrán variar significativamente como resultado del cambio climático global. Por ejemplo, estudios realizados en Canadá proyectan pérdidas de aproximadamente 170 millones de hectáreas de bosques en el sur Canadiense y ganancias de 70 millones de hectáreas en el norte de Canadá, por ello un cambio climático global como el que se sugiere, implicaría una pérdida neta de 100 millones de hectáreas de bosques (Sargent, 1988).

Aún así, hay una considerable incertidumbre con respecto a las implicaciones del cambio climático global y las respuestas de los ecosistemas, que a su vez, pueden traducirse en desequilibrios económicos (EEI, 2000). Este tema será de vital importancia en países que dependen fuertemente de recursos naturales.

Con respecto al impacto directo sobre seres humanos, se puede incluir la expansión del área de enfermedades infecciosas tropicales (Becker, 1997), inundaciones de terrenos costeros y ciudades, tormentas más intensas, las extinción de incontables especies de plantas y animales, fracasos en cultivos en áreas vulnerables, aumento de sequías, etc. (Lashof, 1997). Estas implicaciones han llevado a una reacción gubernamental mundial, se ha expresado en numerosos estudios y conferencias, incluyendo tratados enfocados a enfrentar y en lo posible solucionar la crisis.

3.2. BASES TEÓRICAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL

¹²⁴ Houghton et al., 1999, 2000.

Para poder comprender el cambio global climático y el aumento de la temperatura global se debe primero comprender el clima global y cómo opera. El primero es consecuencia del vínculo que existe entre la atmósfera, los océanos, las capas de hielos (criosfera), los organismos vivientes (biosfera) y los suelos, sedimentos y rocas (geosfera). Sólo si se considera al sistema climático bajo esta visión holística, es posible entender los flujos de materia y energía en la atmósfera y finalmente comprender las causas del cambio global (GCCIP, 1997). Para ello es necesario analizar cada uno de los compartimentos interrelacionados, se comenzará con el más importante, la atmósfera.

3.2.1. La Atmósfera

Es la capa gaseosa que rodea al planeta Tierra, se divide teóricamente en varias capas concéntricas sucesivas. Estas son, desde la superficie hacia el espacio exterior: troposfera, estratosfera, mesosfera y termosfera.

La atmósfera es uno de los componentes más importantes del clima terrestre. Es el presupuesto energético de ella la que primordialmente determina el estado del clima global, por ello es esencial comprender su composición y estructura (GCCIP, 1997). Los gases que la constituyen (Dióxido de carbono, metano, los óxidos nitrosos, ozono, halocarbonos, aerosoles, entre otros) están mezclados en la atmósfera, pero esta mezcla no es físicamente uniforme, pues tiene variaciones significativas en temperatura y presión, relacionado con la altura sobre el nivel del mar (GCCIP, 1997).

3.2.2. Composición Atmosférica

Es una mezcla de varios gases y aerosoles (partículas sólidas y líquidas en suspensión), forma el sistema ambiental integrado con todos sus componentes. Entre sus variadas funciones mantiene condiciones aptas para la vida. Su

composición es sorprendentemente homogénea, resultado de procesos de mezcla, el 50% de la masa está concentrado por debajo de los 5000 msnm.

3.2.2.1. Dióxido de Carbono (CO₂)

Es el más importante de los gases menores, involucrado en un complejo ciclo global. Se libera desde el interior de la Tierra a través de fenómenos tectónicos y a través de la respiración, procesos de suelos y combustión de compuestos con carbono y la evaporación oceánica. Por otro lado es disuelto en los océanos y consumido en procesos fotosintéticos. En la actualidad su concentración ha llegado a 359 ppmv (partes por millón volumen), producto de la acción antropogénica: quema de combustibles fósiles y materia orgánica en general.

Fuentes naturales: respiración, descomposición de materia orgánica, incendios forestales naturales.

Fuentes antropogénicas: quema de combustibles fósiles, cambios en uso de suelos (principalmente deforestación), quema de biomasa, manufactura de cemento.

3.2.2.2. Metano (CH₄)

Es otro gas de invernadero, el metano es producido principalmente a través de procesos anaeróbicos tales como los cultivos de arroz o la digestión animal. Es destruida en la baja atmósfera por reacción con radicales hidroxilo libres (-OH). Como el CO₂, sus concentraciones aumentan por acción antropogénica directa e indirecta.

Fuente: Naturalmente a través de la descomposición de materia orgánica en condiciones anaeróbicas, también en los sistemas digestivos de termitas y rumiantes. Antropogénicamente, a través de cultivos de arroz, quema de biomasa, quema de combustibles fósiles, basureros y el aumento de rumiantes como fuente de carne.

3.2.2.3. Oxido Nitroso (N_2O)

El óxido nitroso es producido por procesos biológicos en océanos y suelos, también por procesos antropogénicos que incluyen combustión industrial, gases de escape de vehículos de combustión interna, etc. Es destruido foto-químicamente en la alta atmósfera.

Fuente: Producido naturalmente en océanos y bosques lluviosos. Fuentes antropogénicas, producción de nylon y ácido nítrico, prácticas agrícolas, automóviles con convertidores catalíticos de tres vías, quema de biomasa y combustibles.

3.2.2.4. Ozono (O^3)

El ozono en la estratósfera filtra los rayos Ultra Violeta (UV) dañinos para las estructuras biológicas, es también un gas invernadero que absorbe efectivamente la radiación infrarroja. La concentración de ozono en la atmósfera no es uniforme sino que varía según la altura. Se forma a través de reacciones fotoquímicas que involucran radiación solar, una molécula de O^2 y un átomo solitario de oxígeno. También puede ser generado por complejas reacciones fotoquímicas asociadas a emisiones antropogénicas y constituye un potente contaminante atmosférico en la troposfera superficial. Es destruido por procesos fotoquímicos que involucran a radicales hidroxilos, NO_x y cloro (Cl, ClO). La concentración es determinada por un

fino proceso de balance entre su creación y su destrucción. Se teme su eliminación por agentes que contienen cloro (CFC), que en las alturas estratosféricas, donde está la capa de ozono, son transformadas en radicales que alteran el fino balance que mantiene esta capa protectora (GCCIP, 1997).

3.2.2.5. Halocarbonos

Clorofluorocarbonos: Compuestos mayormente de origen antrópico, que contienen carbono y halógenos como cloro, bromo, flúor y a veces hidrógeno. Los clorofluorocarbonos (CFC) comenzaron a producirse en los años 30 para refrigeración. Posteriormente se usaron como propulsores para aerosoles, en la fabricación de espuma, etc. Existen fuentes naturales en las que se producen compuestos relacionados, como los metilhaluros.

Hidroclorofluorocarbonos (HCFC) e Hidrofluorocarbonos (HFC): compuestos de origen antrópico que están usándose como sustitutos de los CFC, sólo considerados como transicionales, pues también tienen efectos de gas invernadero. Estos se degradan en la troposfera por acción de fotodisociación.

Por la larga vida que poseen, son gases invernadero miles de veces más potentes que el CO₂.

3.2.2.6. Vapor de Agua

El vapor de agua es un constituyente vital de la atmósfera, en promedio 1% por volumen, aunque con variaciones significativas en las escalas temporales y espaciales. Por su abundancia es el gas de invernadero de mayor importancia, jugando un rol de vital importancia en el balance global energético de la atmósfera.

3.2.2.7. Aerosoles en la Atmósfera

La variación en la cantidad de aerosoles afecta también el clima. Incluye polvo, cenizas, cristales de sal oceánica, esporas, bacterias entre otras. Sus efectos sobre la turbidez atmosférica pueden variar en cortos periodos de tiempo, por ejemplo luego de una erupción volcánica. En el largo plazo, los efectos son bastante equilibrados debido al efecto natural de limpieza atmosférica, aunque el proceso nunca es completo. Las fuentes naturales se calculan que son 4 a 5 veces mayores que las antropogénicas. Tienen el potencial de influenciar fuertemente la cantidad de radiación de onda corta que llega a la superficie terrestre.

3.3. Cambio Climático y Efecto Invernadero

La energía recibida por la Tierra desde el Sol, debe ser balanceada por la radiación emitida desde la superficie terrestre. En la ausencia de cualquier atmósfera, la temperatura superficial sería aproximadamente de 18° C. Esta es conocida como la temperatura efectiva de radiación terrestre. De hecho la temperatura superficial terrestre, es de aproximadamente 15° C.

3.3.1. Efecto Invernadero

Es el fenómeno por el cual determinados gases, que son componentes de una atmósfera planetaria, retienen parte de la energía que el suelo emite por haber sido calentado por la radiación solar. Afecta a todos los cuerpos planetarios dotados de atmósfera. De acuerdo con el actual consenso científico, el efecto invernadero se está viendo acentuado en la Tierra por la emisión de ciertos gases, como el dióxido de carbono y el metano, debida a la actividad económica humana.¹²⁵

¹²⁵ GONZÁLES R., 2007. p1

Este fenómeno evita que la energía solar recibida constantemente por la Tierra vuelva inmediatamente al espacio, produciendo a escala planetaria un efecto similar al observado en un invernadero.

La razón de esta discrepancia de temperatura, es que la atmósfera es casi transparente a la radiación de onda corta, pero absorbe la mayor parte de la radiación de onda larga emitida por la superficie terrestre. Varios componentes atmosféricos, tales como el vapor de agua, el dióxido de carbono, tienen frecuencias moleculares vibratorias en el rango espectral de la radiación terrestre emitida. Estos gases de invernadero absorben y re-emiten la radiación de onda larga, devolviéndola a la superficie terrestre, causando el aumento de temperatura, fenómeno denominado Efecto Invernadero (GCCIP, 1997).

El vidrio de un invernadero similar a la atmósfera es transparente a la luz solar y opaca a la radiación terrestre, pero confina el aire a su interior, evitando que se pueda escapar el aire caliente (McIlveen, 1986; Anderson *et al*, 1987). Por ello, en realidad, el proceso involucrado es distinto y el nombre es bastante engañoso, el interior de un invernadero se mantiene tibio, pues el vidrio inhibe la pérdida de calor a través de convección hacia el aire que lo rodea. Por ello, el fenómeno atmosférico se basa en un proceso distinto al de un invernadero, pero el término se ha popularizado tanto, que ya no hay forma de establecer un término más apropiado.

Una de las muchas amenazas a los sistemas que sostienen la vida, resulta directamente por un aumento en el uso de los recursos. La quema de combustibles fósiles y la tala y quema de bosques, liberan dióxido de carbono. La acumulación de este gas, junto con otros, atrapa la radiación solar cerca de la superficie terrestre, causando un calentamiento global. Esto podría en los próximos 45 años, aumentar el nivel del mar lo suficiente como para inundar ciudades costeras en zonas bajas y deltas de ríos. También alteraría drásticamente la producción agrícola internacional y los sistemas de intercambio (WMO, 1986).

Uno de los resultados del Efecto Invernadero, es mantener una concentración de vapor de agua en la baja troposfera mucho más alta que la que sería posible en las bajas temperaturas que existirían sin el fenómeno. Se especula que en Venus, el volcanismo elevó las temperaturas hasta el punto que no se pudieron formar los océanos, y el vapor resultante produjo un Efecto Invernadero, exacerbado más aún por la liberación de dióxido de carbono en rocas carbonatadas, terminando en temperaturas superficiales de más de 400° C (Anderson *et al*, 1987).

3.4. LA ESCASEZ DE AGUA DULCE

La escasez de agua dulce es percibida ampliamente como la gran característica definitoria de la inseguridad de agua para toda la población. Las preocupaciones sobre el hecho de que el mundo “*se está quedando sin agua*” se expresan con una frecuencia cada vez mayor. Pero la escasez resulta un factor tanto engañoso como restrictivo al analizar la inseguridad de agua. Es engañoso, porque mucho de lo que parece ser escasez es una consecuencia inducida por políticas de la mala gestión de los recursos hídricos. Además, resulta un factor restrictivo porque la disponibilidad física de agua es sólo una dimensión del tema de la inseguridad de agua.

Existe una sorprendente similitud entre las percepciones sobre la crisis mundial del agua actual y los miedos acerca de una inminente crisis alimenticia en una etapa anterior. A principios del siglo XIX, Thomas Malthus vaticinó un futuro sombrío para la humanidad, predijo que el crecimiento poblacional sobrepasaría al crecimiento de la productividad en la agricultura, lo cual llevaría a un desequilibrio creciente entre las bocas que alimentar y la oferta de alimento. La escasez de alimentos, según el argumento de este autor, llevaría a ciclos de hambre recurrentes. Así, Malthus concluye que: “el poder de la población es tan superior al poder de la tierra

para permitir la subsistencia del hombre, que la muerte prematura tiene que frenar hasta cierto punto el crecimiento del ser humano”¹²⁶

Esta visión apocalíptica resuena con algunas de las aseveraciones más pesimistas acerca de la disponibilidad del agua en el futuro. La Comisión Mundial del Agua ha identificado “*la sombría aritmética del agua*” como una de las amenazas más preocupantes para la humanidad (Kennedy, 1963) “*La escasez de agua*”, escribe otro analista “*será la condición definitoria de la vida para muchos en este nuevo siglo*” (Sen, 1999). Las imágenes de lagos que se reducen y ríos que desaparecen refuerzan la percepción de que el mundo va camino a una crisis Maltusiana, con una competencia por un recurso cada vez más escaso que impulsa conflictos dentro de los mismos países y causa guerras entre ellos a causa del agua.

La escasez de agua puede ser física, económica o institucional y, como el agua misma, puede fluctuar en el tiempo y en el espacio. La escasez es, en última instancia, una función de la oferta y la demanda. Pero ambos lados de la ecuación oferta–demanda vienen determinados por opciones políticas y por políticas públicas.

3.4.1. Comprensión de la escasez

La Tierra es el planeta de agua, pero el 97% del agua del mismo se encuentra en los océanos (ONU, 2007). La mayoría del agua restante está atrapada en los casquetes de hielo de la Antártida o bajo tierra, lo cual deja menos del 1% disponible para uso humano en lagos y ríos de agua dulce de fácil acceso. A diferencia del petróleo o del carbón, el agua es un recurso infinitamente renovable. En el ciclo natural, el agua de lluvia cae de las nubes, retorna al mar salado a través de los ríos de agua dulce y se evapora para volver a las nubes. El ciclo explica por qué no se puede acabar el agua, pero la oferta de agua es finita.

¹²⁶ MALTHUS Thomas, citado por Diamond. 2005.

Las diferencias en cuanto a la disponibilidad de agua dentro de las diferentes regiones del planeta, destacan aún más el problema de la distribución. Con el 31% de los recursos de agua dulce del mundo, la cantidad de agua dulce que tiene América Latina por persona es 12 veces mayor que la del el sur de Asia. Algunos lugares, como por ejemplo Brasil y Canadá, tienen mucha más agua de la que pueden usar. Otros, como algunos países del Medio Oriente, tienen mucha menos de la que necesitan.

También dentro de las regiones con frecuencia existe una gran disparidad entre recursos hídricos y población. Como región, el África subsahariana está razonablemente bien dotada de agua. Si se considera la distribución, el panorama cambia. La República Democrática del Congo tiene más del 25% del agua de la región con 20.000 metros cúbicos o más para cada uno de sus ciudadanos, mientras que países como Kenya, Malawi y Sudáfrica ya se encuentran por debajo del umbral de distribución de agua.

Dado que el agua, a diferencia de los alimentos o el petróleo, no se puede transferir fácilmente en cantidades en bloque, su comercialización tiene un alcance limitado para compensar los desequilibrios. Lo que importa es la disponibilidad y el acceso a escala local entre las poblaciones a través de la infraestructura hídrica. Esto también se aplica al interior de los países. El norte de China, por ejemplo, tiene menos de un cuarto de la disponibilidad per cápita de agua existente en el sur (Gobierno de India, 2007).

Los datos nacionales de Brasil colocan a este país cerca del primer lugar de la liga mundial en cuanto a disponibilidad de agua. No obstante, millones de personas que viven en el inmenso “*polígono de las secas*”, un área semiárida que abarca nueve estados y 940.000 kilómetros cuadrados en el noreste del país, sufren regularmente una escasez crónica de agua. Etiopía, con varios lagos y ríos

importantes, abundante agua subterránea y un gran volumen de precipitaciones, casi supera el umbral de estrés de agua. Desgraciadamente, las lluvias son altamente estacionales y excepcionalmente variables a lo largo del tiempo y del espacio. Combinada con una infraestructura limitada para el almacenamiento y unas cuencas hidrográficas deficientemente protegidas, esta variabilidad expone a millones de personas a la amenaza de sequías e inundaciones.

El tiempo es otra parte importante del problema de la disponibilidad de agua. Para los países que dependen de los monzones o de las cortas estaciones lluviosas, los promedios a escala nacional proporcionan una visión distorsionada de la disponibilidad real existente. Gran parte de las precipitaciones anuales de Asia se producen en menos de 100 horas, lo cual genera riesgos de inundaciones breves e intensas durante algunas épocas del año y de sequía prolongada durante la parte restante del año (Banco Mundial, 2007). La disponibilidad real durante el transcurso de un año depende, no de las lluvias, sino de la capacidad de almacenamiento y el grado en el que se reponen los cursos fluviales y las aguas subterráneas.

3.4.2. Aumento del Estrés y la Escasez

Los hidrólogos suelen evaluar la escasez mediante la observación de la ecuación población – agua. Como se ha mencionado anteriormente, lo convencional es considerar que el umbral nacional para satisfacer los requerimientos de agua para la agricultura, la industria, la energía y el medio ambiente es 1.700 metros cúbicos por persona. Se entiende que la disponibilidad por debajo de los 1.000 metros cúbicos representa un estado de “estrés por falta de agua”, y por debajo de los 500 metros cúbicos, “escasez absoluta” (PNUD, 2006).

En la actualidad, alrededor de 700 millones de personas en 43 países viven por debajo del umbral de estrés de agua. Con una disponibilidad promedia anual de aproximadamente 1.200 metros cúbicos por persona, el Medio Oriente es la región

del mundo más afectada por el estrés de agua. Sólo Irak, Irán, Líbano y Turquía se encuentran por encima de ese umbral. Los palestinos, especialmente los habitantes de Gaza, experimentan uno de los casos de escasez de agua más graves del mundo: aproximadamente 320 metros cúbicos por persona. El África subsahariana es la región que incluye la mayor cantidad de países que sufren estrés de agua. Hoy día, casi una cuarta parte de la población del África subsahariana vive en un país que sufre estrés de agua, y esta proporción está aumentando.

Dado que muchos de los países que sufren más estrés de agua presentan una tasa muy alta de crecimiento demográfico, la disponibilidad hídrica per cápita está disminuyendo rápidamente. Tomando el año 1950 como referencia, la distribución del crecimiento demográfico a escala mundial ha reestructurado drásticamente la disponibilidad de agua per cápita. Si bien la disponibilidad se estabilizó en los países desarrollados en la década de 1970, el descenso continuó en los países en desarrollo, especialmente en los de clima árido.

Lo rápido que se ha producido este descenso se torna evidente cuando se proyectan las tendencias actuales hacia el futuro. En el año 2025 más de 3.000 millones de personas podrían estar viviendo en países que sufren estrés de agua, y 14 países pasarán de padecer estrés de agua a sufrir escasez de agua

3.4.3. Demanda de Agua y Crecimiento Demográfico

En la historia del uso del agua algunas cosas cambian pero otras permanecen inalterables. En la actualidad, como en el pasado, los seres humanos utilizan el agua principalmente para riego. Algunas de las grandes civilizaciones (la egipcia, la mesopotámica, la india y la china) se sustentaron en el control de las aguas de los ríos para la agricultura.

Hoy día, el riego y la agricultura continúan siendo las actividades dominantes de uso de agua. No obstante, desde principios del siglo XX, el agua utilizada por la industria y por las ciudades ha ido en aumento. También ha crecido la brecha entre el crecimiento demográfico y la demanda de agua: a medida que el mundo se ha ido enriqueciendo e industrializando, cada uno de sus habitantes ha ido utilizando una mayor cantidad de agua (Banco Mundial, 2003).

El uso del agua ha estado creciendo mucho más rápido que la población durante al menos un siglo y esa tendencia continúa. Durante los últimos trescientos años, la población se cuadruplicó, mientras que el uso del agua se multiplicó por siete. A medida que el mundo se enriquecía también aumentaba su sed. Los modelos de uso del agua también han cambiado. En el año 1900 la industria utilizaba una cifra estimada del 6% del agua del mundo. Ahora usa cuatro veces más. Durante ese mismo período, el porcentaje de la participación de los municipios en el uso del agua se triplicó al 9% (Hansen, et al, 2006).

Sin embargo, mientras la demanda mundial de agua creció de forma espectacular en el siglo XX, la agricultura todavía utiliza la mayor parte. En los países en desarrollo, la agricultura todavía representa más del 80% del consumo de agua.

A veces se presupone que la escasez de agua se refiere a no contar con agua suficiente para satisfacer las necesidades domésticas o las demandas de las ciudades. Si bien algunas ciudades se enfrentan con los problemas del estrés de agua, es la agricultura el sector que deberá hacer frente al verdadero desafío. Nociones básicas de aritmética pueden explicar el problema. Las personas tienen una necesidad básica mínima de agua de entre 20 y 50 litros por día como promedio mundial (BM, 1999).

Si se compara esta cifra con los 3.500 litros necesarios para producir los alimentos que permitan obtener el mínimo diario de 3.000 calorías (producir alimento suficiente para una familia de cuatro integrantes requiere una cantidad de agua tal

que llenaría una piscina de natación olímpica). En otras palabras, para producir alimentos se requiere una cantidad de agua que es aproximadamente 70 veces mayor que la que la gente usa para fines domésticos (ISSC, 2005). El cultivo de un solo kilo de arroz requiere entre 2.000 y 5.000 litros de agua (ISSC, 2005). Pero algunos alimentos piden más agua que otros. Por ejemplo, se necesita una cantidad de agua ocho veces mayor para cultivar una tonelada de azúcar que una tonelada de trigo.

La producción de una sola hamburguesa demanda alrededor de 11.000 litros, aproximadamente la cantidad diaria disponible para 500 personas que viven en un barrio pobre urbano con viviendas sin conexión a la red de abastecimiento de agua. Estos hechos ayudan a explicar por qué el aumento en el nivel de ingresos y los cambios en la dieta, cuando las personas disponen de más dinero consumen más carne y más azúcar, mantienen el crecimiento del uso del agua por encima del crecimiento demográfico.

Mirando hacia el futuro, está claro que el patrón de la demanda de agua seguirá cambiando. A medida que se aceleran la urbanización y el crecimiento del sector manufacturero, continuará creciendo la demanda de agua por parte de la industria y los municipios (Warren et al, 2006). A la vez, el crecimiento demográfico y del nivel de ingresos dará mayor impulso a la demanda de agua de riego para satisfacer los requerimientos de producción de alimento. En el año 2025 habrá casi 8 mil millones de personas en el mundo y la proporción de esta cifra correspondiente al mundo en desarrollo aumentará del 79% al 82%. En el año 2050, los sistemas agrícolas del mundo tendrán que alimentar a 2.400 millones de personas más.

CAPÍTULO 4 ÁREA DE ESTUDIO

4.1. INTRODUCCIÓN

Para la presente investigación, se considera como área de estudio a las ciudades de La Paz y El Alto y a sus fuentes de agua dulce, que posteriormente se convierte en agua potable apta para el consumo humano.

Por lo tanto, dado que se pretende determinar la disponibilidad de agua potable por cada habitante de las ciudades de La Paz y El Alto, considerando el crecimiento demográfico de estas urbes en los próximos 50 años. Con estas consideraciones, se pudo obtener la siguiente información: El último Censo de Población realizado en el país el año 2001, indica que las ciudades de La Paz y El Alto, tienen en conjunto una población de 1443251 habitantes.

De esta última cifra se realizará el cálculo de población futura, proyectando la población de las ciudades de La Paz y El Alto, Para este cálculo se empleará la Tasa Media Anual de Crecimiento, cuyo valor es 1,558 definido por el INE para los años desde el 2005 al 2008.¹²⁷

El Método empleado para determinar la población de las ciudades de La Paz y El Alto en los 50 años posteriores al Censo del 2001, será el del Crecimiento Geométrico, válido para poblaciones mayores a 100000 habitantes. La fórmula que emplea este Método para el cálculo de poblaciones futuras es:

$$P_f = P_o (1 + i/100)^t \quad (1)$$

Donde:

P_f = Población futura

P_o = Población inicial de referencia (1443251 habitantes)

i = Índice de crecimiento anual (1,558)

t = Periodo de diseño

Con esta fórmula se calcula las poblaciones de las ciudades de La Paz y El Alto para el periodo de años comprendido entre el 2002 y el 2051.

Cuadro N° 4. 1: Poblaciones De Las Ciudades De La Paz Y El Alto Para El Periodo Comprendido Entre El 2002 Y El 2051

AÑ	POBL.	AÑ	POBL.	AÑ	POBL.	AÑ	POBL.	AÑ	POBL.
200	1.465.7	201	1.710.7	202	1.923.1	203	2.139.5	204	2.373.9
200	1.488.5	201	1.732.0	202	1.945.3	203	2.160.8	204	2.497.5
200	1.511.7	201	1.753.4	202	1.966.8	203	2.182.0	204	2.625.5
200	1.535.3	201	1.774.8	202	1.988.0	203	2.219.5	204	2.758.4
200	1.559.2	201	1.796.0	202	2.009.8	203	2.140.3	204	2.782.9
200	1.583.5	201	1.817.5	202	2.030.5	203	2.162.0	204	2.856.3
200	1.608.2	201	1.838.7	202	2.052.6	203	2.183.9	204	2.986.2
200	1.633.2	201	1.860.0	202	2.074.0	203	2.205.2	204	3.031.2
201	1.658.7	202	1.881.3	203	2.095.9	204	2.227.0	205	3.078.4
201	1.684.5	202	1.901.5	203	2.118.3	204	2.280.3	205	3.126.4

¹²⁷ INE, Proyecciones de Población Nacional y Departamental, 2003

Fuente: INE-2009

4.2. LA CORDILLERA REAL Y LA CORDILLERA DE LA PAZ EN LOS ANDES BOLIVIANOS

Bolivia está cruzada por la Cordillera de los Andes, la que aparece desde el norte en la frontera con el Perú y se bifurca en dos cadenas paralelas, la Cordillera Occidental y la Cordillera Real. La primera se extiende hasta Chile y tiene como máxima elevación al pico Sajama (6.542 msnm); la segunda comienza al norte de lago Titicaca, cruza la zona central del país y llega hasta el norte de Argentina.

La línea de nevados conocida más comúnmente como Cordillera Real forma cerca de 800 km de una línea extraordinaria de cumbres, a veces por encima de los 6.000 metros de altura, y es la línea principal de los Andes bolivianos, debido a que constituye por sí misma un macizo de importancia internacional. Esta línea de nevados cruza los departamentos de La Paz y Cochabamba a 2.700 metros de allí; ella transforma sus nieves eternas en miles de ríos y lagos (Enjoy Bolivia, 2008).

La Cordillera sigue su curso trepando las alturas hacia Oruro, Chichas y Lipez, transformándose así en cadena volcánica, separando naturalmente Bolivia y Chile, el desierto del Sud Lipez y el desierto de Atacama.

De todas estas cadenas montañosas, la sección más importante es la de la Cordillera Real, en razón de su altura, de 6.500 msnm, su majestuosa formación geológica, y porque actúa decisivamente sobre el clima de las regiones que atraviesa. En su flanco nororiental el clima es más húmedo y cálido, considerándose estas regiones como una de las de más alta precipitación pluvial en el mundo. La zona sur occidental de la Cordillera es por consiguiente de menor índice de precipitación pluvial. Esta Cordillera es altamente mineralizada.

Se divide en siete que recorren de Norte a Sur en el siguiente orden (Enjoy Bolivia, 2008):

- Cordillera de Apolobamba.
- Cordillera de La Paz.
- Cordillera de Tres Cruces.
- Cordillera de Azanaques.
- Cordillera de los Frailes.
- Cordillera de Chichas.
- Cordillera de Lípez.

4.3. CORDILLERA DE LA PAZ

Tiene una extensión de 220 km aproximadamente. Se separa de la Cordillera de Muñecas por la profunda quebrada del río Sorata al Noreste, y de la Cordillera de Tres Cruces por el cañón del río de La Paz, al Sureste.

La Cordillera de La Paz, no es solo la parte más importante sino también la más hermosa de los Andes bolivianos. Al Norte de esta Cordillera, en brusco descenso, se encuentran las llanuras amazónicas hacia el Sur; los picos majestuosos, siempre cubiertos de nieve, se alzan en tremendo contraste con los grises y ocres de la altiplanicie. La visión que se tiene de esta Cordillera desde las riberas del lago Titicaca es una de las más grandes maravillas naturales con que cuenta el país (Enjoy Bolivia, 2008).

Los picos más importantes de esta Cordillera son: Illampu o Sorata (6.383 msnm); Ancohumá (6.427 msnm) Casiri (5.910 msnm); Chiara Orko (6.100 msnm); Huayna Potosí (6.094 msnm), e Illimani (6.490 msnm).

El Illimani tutela a la ciudad de La Paz y su visión es digna de figurar entre las más bellas estampas del mundo.

4.3.1. Los cambios climáticos y los deshielos en la Cordillera de La Paz

Thompson (2006), quien estudió el deshielo de los Andes, el Himalaya y en la cima del Kilimanyaro, dijo que los glaciares tropicales están derritiéndose en todo el mundo debido a las altas temperaturas y que "en los sitios donde se tiene información para probarlo, el promedio de pérdida del glaciar está acelerándose realmente". Thompson dice que el Quelccaya, el mayor nevado tropical del mundo en el sudeste de Perú, está perdiendo cerca de 60 metros por año, comparado con los seis metros anuales que perdía hace cuatro décadas. Rocas de color marrón se observan en las majestuosas cumbres cubiertas de nieve (p. 2).

Fotos comparadas de distintas épocas muestran cómo han ido replegándose los glaciares de las cuevas de las montañas y uno, el Broggi, ha desaparecido completamente. Las cavernas de hielo, alguna vez populares entre los turistas, han desaparecido.

El deshielo de la cuenca Tuni Condoriri y su impacto sobre los recursos hídricos de las ciudades de La Paz y El Alto, alerta que a partir de los próximos años estas ciudades comenzarán a sentir la escasez de agua y a futuro también de energía eléctrica y de seguridad alimentaria, debido al deshielo de los glaciares del nevado Tuni Condoriri, en la Cordillera de La Paz (PIEB, 2008).

Actualmente, esta es la principal fuente hídrica y su deshielo es irreversible por el fenómeno del calentamiento global. El estudio fue llevado adelante por un equipo de investigadores del Instituto de Hidráulica e Hidrología de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) y del Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo (IRD por sus siglas en francés), que realizaron la investigación entre 2005 y 2006 para concluir que el 2025 los glaciares del Tuni Condoriri desaparecerán irremediablemente (PIEB, 2008).

El equipo de monitoreo de la UMSA, en 1998 anunciaron que el Chacaltaya iba a desaparecer en 15 años más, pero el fenómeno se aceleró y su desaparición total puede que ocurra hasta el año 2009. De modo que la previsión de que el Tuni Condoriri desaparecerá el 2025 pueda acelerarse. En la investigación, también se pudo comprobar, a través de fotografías aéreas, que varios glaciares pequeños de la Cordillera Real desaparecieron y que los deshuelos son un fenómeno irreversible (Idem).

Los glaciares en inminente riesgo son el glaciar de Zongo, sobre el nevado del Huayna Potosí; Charquini; el Chacaltaya y los nevados del sistema Tuni Condoriri. El Chacaltaya, hace dos décadas, fue la pista de esquí más alta del mundo.

Los deshuelos del Tuni Condoriri, abastecen de agua a toda la ciudad de El Alto y a las laderas Este y Oeste de la ciudad de La Paz, debido a que las aguas del Huayna Potosí, en la parte de Milluni, tienen grados de contaminación y precisan de un tratamiento especial.

Para comprender mejor la dimensión de la crisis que se avecina, se advierte que está en riesgo el suministro o dotación de agua potable para consumo humano; la generación de energía eléctrica, porque la mayor parte de la energía que se usa en La Paz y El Alto se genera en las turbinas que funcionan con las aguas del Huayna Potosí. Otra actividad en peligro es el riego, que está relacionado con la seguridad alimentaria. Luego, el turismo se verá afectado porque uno de los grandes atractivos que tiene nuestra región son los nevados de la Cordillera.

4.4. DATOS RELEVANTES

A continuación se verifica los datos a partir del año 2002 hasta el año 2008 del número de individuos que tiene la ciudad de La Paz y El Alto, que aportan en el presente estudio.

Cuadro Nº 4. 2: Datos crecimiento Poblacional de los Años 2002 al 2008

AÑO	POBLACIÓN (individuos)	CONSUMO DE AGUA (km ³)	AÑO	POBLACIÓN (Individuos)	CONSUMO DE AGUA (km ³)
2002	1.465.737	0,027	2006	1.559.238	0,028
2003	1.488.573	0,027	2007	1.583.531	0,029
2004	1.511.765	0,028	2008	1.608.202	0,029
2005	1.535.318	0,028			

Fuente: [INE-2009]

El Instituto Nacional de Estadísticas (INE) junto a los datos del SENAMHI, muestra en promedio el registro de un déficit de precipitaciones pluviales acumuladas en varias regiones del país.

Según el informe anual de esta institución, las regiones con menores afluencias de lluvias respecto a la precipitación pluvial normal son las áreas altiplánicas, En los departamentos de La Paz y El Alto se registraron también déficit de precipitaciones pluviales en los años que se ha podido recabar según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Cuadro Nº 4. 3: Datos Precipitación Pluvial (1980 al 2008)

Años	PPLUV (Km ³)	Años	PPLUV (Km ³)	Años	PPLUV (Km ³)
1980	2,210	1990	1,830	2000	1,320
1981	2,190	1991	1,750	2001	1,270
1982	2,180	1992	1,700	2002	1,220
1983	2,180	1993	1,920	2003	1,180
1984	2,150	1994	1,580	2004	1,130
1985	2,130	1995	1,570	2005	1,080
1986	2,130	1996	1,430	2006	1,040
1987	1,690	1997	1,460	2007	0,990
1988	2,100	1998	1,410	2008	1,049
1989	1,350	1999	1,370		

Fuente: [SER-2009]

El deshielo de los glaciares sigue el mismo comportamiento que la precipitación pluvial. El evento intranquiliza a los investigadores por ser éstos una de las principales fuentes hídricas para la los estantes de la ciudad de La Paz y El Alto y

las laderas de la ciudad de La Paz. De acuerdo con los cálculos del Instituto de Hidráulica e Hidrología (IHH) muestra la tabla 4.3,

Los hielos de los dos cerros, en los últimos cincuenta años han perdido entre el 30 y 40 por ciento de su grosor. Los más pequeños ya son prácticamente parte de la historia según el mapa que fue recientemente elaborado por el IHH mediante imágenes satelitales, tratamiento de fotografías aéreas, mediciones en campo y registros hidrometeorológicos.

Los glaciares recobran importancia en la época seca porque son depósitos naturales. Entonces, al disminuir la superficie de éstos también se reducen sus reservas.

Cuadro N° 4. 4: Datos del descenso del Caudal de los años 1980 al 2008

Años	CAUDAL (Km ³)	Años	CAUDAL (Km ³)	Años	CAUDAL (Km ³)
1980	1,667	1990	1,239	2000	0,750
1981	1,619	1991	1,191	2001	0,950
1982	1,407	1992	1,191	2002	1,060
1983	1,330	1993	1,383	2003	0,630
1984	1,311	1994	1,100	2004	0,540
1985	1,287	1995	0,800	2005	0,140
1986	1,431	1996	0,730	2006	0,730
1987	0,951	1997	0,590	2007	0,566
1988	1,143	1998	0,510	2008	0,525
1989	1,335	1999	0,920		

Fuente: [INE-2009]

CAPÍTULO 5 PROYECCIONES ECONÓMICAS

5.1. DEFINICIÓN DE VARIABLES

De acuerdo con diversas investigaciones el consumo y quema de combustibles fósiles son la principal fuente de emisiones de CO₂, el cual contribuye en un 55% al calentamiento global.

Por ello se supone que un porcentaje sustancial del aumento de la temperatura terrestre (variable dependiente) puede explicarse con base en el consumo de carbón, petróleo y gas natural (variables independientes).

El primer modelo es el siguiente:

$$TEMP = \beta_1 + \beta_2 CA + \beta_3 PE + \beta_4 GN + u_i \quad (5.1)$$

Los datos utilizados se refieren:

- TEMP* : Temperatura terrestre del departamento de La Paz
CA : Consumo de carbón en el departamento de La Paz
PE : Consumo de petróleo en el departamento de La Paz
GN : Consumo de gas natural en departamento de La Paz

Los datos utilizados se refieren a la temperatura terrestre promedio para el periodo 1980–2007, medida en grados centígrados. Mientras que los consumos mundiales de carbón, petróleo y gas natural se expresan en miles de toneladas, equivalente para el mismo periodo que se muestran en la Tabla 5.1.

También se utiliza un el segundo modelo que permite estudiar la relación de la precipitación pluvial y por ende la disponibilidad de agua para el departamento de La Paz, contrastada con la temperatura terrestre.

El segundo modelo es el siguiente:

$$PPLUV = \beta_1 + \beta_2 TEMP + u_i \quad (5.2)$$

- PPLUV* : Precipitación pluvial en el departamento de La Paz
TEMP : Temperatura terrestre del departamento de La Paz

Los modelos propuestos permitirán contrastar la hipótesis de investigación, toda vez que se cubren tanto las variables dependientes como independientes.

Cuadro N° 5. 1: Datos para la proyección (1980 – 2007)

Años	Temperatura Terrestre (°C)	Consumo de Carbón (Km ³)	Consumo de Petróleo (Km ³)	Consumo de Gas Natural (Km ³)	Precipitación Pluvial (Km ³)
1980	10,010	1.737	6.700	154.000	2,210

1981	10,110	1.740	6.500	153.000	2,190
1982	10,550	1.745	6.900	154.000	2,180
1983	10,710	1.748	7.100	155.000	2,180
1984	10,750	1.750	7.500	157.000	2,150
1985	10,800	1.753	8.000	160.000	2,130
1986	10,500	1.758	7.000	155.000	2,130
1987	11,500	1.760	7.600	158.000	1,690
1988	11,100	1.762	7.800	160.000	2,100
1989	10,700	1.765	8.000	185.000	1,350
1990	10,900	1.788	8.300	180.000	1,830
1991	11,000	1.793	9.000	190.000	1,750
1992	11,000	1.798	8.600	195.000	1,700
1993	10,600	1.803	8.900	199.000	1,920
1994	11,000	1.808	9.700	200.000	1,580
1995	11,800	1.813	10.700	175.000	1,570
1996	12,000	1.818	11.000	175.000	1,430
1997	12,050	1.823	11.900	170.000	1,460
1998	12,080	1.828	13.800	180.000	1,410
1999	12,090	1.833	12.441	190.802	1,370
2000	12,000	1.838	12.858	192.604	1,320
2001	11,900	1.843	13.276	194.407	1,270
2002	12,010	1.848	13.694	196.209	1,220
2003	12,100	1.853	14.112	198.011	1,180
2004	12,150	1.858	14.530	199.813	1,130
2005	12,180	1.863	14.947	201.615	1,080
2006	12,200	1.868	15.365	203.418	1,040
2007	12,300	1.873	15.783	205.220	0,990

Fuente: [Elaboración Propia, en base a datos de SER-2009]

Los modelos se plantean bajo el entendido y el sustento de diversos estudios relacionados respecto al aumento del efecto invernadero (por medio del estudio de la precipitación pluvial y el caudal) y reducción en la disponibilidad de agua potable en la medida en que el calentamiento global se hace mayor, en esa perspectiva, si la temperatura se incrementa y presume una estricta relación directa sobre la escasez de recursos hídricos en el Departamento de La Paz

Los resultados encontrados fueron los siguientes:

5.2. ANÁLISIS AL PRIMER MODELO

En el Cuadro N° 5.2 se ve que la relación con respecto al *LGN* es negativa ya que un aumento del consumo de gas natural en 1% genera una disminución de la temperatura en 0.17%, dicho resultado se lo puede explicar argumentando en primer lugar, el bajo consumo de dicho hidrocarburo en la ciudad de La Paz, razón

por la cual no presenta un indicador significativo como tampoco un signo esperado, cabe hacer hincapié en la necesidad de sacar de la estimación el consumo de carbono por no tener parámetros significativos en el modelo.

Cuadro Nº 5. 2: Modelo Econométrico con el comportamiento de tres Variables (1980 - 2007)

Dependent Variable: LTEMP				
Method: Least Squares				
Date: 02/04/09 Time: 20:11				
Sample: 1980 2007				
Included observations: 28				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-6.867779	7.851010	-0.874764	0.3904
LCA	1.459984	1.258135	1.160435	0.2573
LPE	0.157587	0.084918	1.855752	0.0758
LGN	-0.256336	0.095824	-2.675080	0.0132
R-squared	0.901451	Mean dependent var		2.428130
Adjusted R-squared	0.889132	S.D. dependent var		0.064612
S.E. of regression	0.021514	Akaike info criterion		-4.708670
Sum squared resid	0.011108	Schwarz criterion		-4.518355
Log likelihood	69.92138	F-statistic		73.17770
Durbin-Watson stat	1.275260	Prob(F-statistic)		0.000000

Fuente: [Elaboración Propia en base a datos de SER-2009]

Por lo tanto se obvia la variable carbono para realizar el presente estudio, generando un nuevo modelo de acuerdo a las variables siguientes:

Cuadro Nº 5. 3: Modelo Econométrico con el comportamiento de tres Variables (1980 - 2007)

Dependent Variable: LTEMP				
Method: Least Squares				
Date: 02/04/09 Time: 20:11				
Sample: 1980 2007				
Included observations: 28				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.213732	0.631076	3.507868	0.0017
LPE	0.252382	0.023354	10.80683	0.0000
LGN	-0.174454	0.065281	-2.672369	0.0131
R-squared	0.895921	Mean dependent var		2.428130
Adjusted R-squared	0.887595	S.D. dependent var		0.064612
S.E. of regression	0.021663	Akaike info criterion		-4.725508
Sum squared resid	0.011732	Schwarz criterion		-4.582772
Log likelihood	69.15711	F-statistic		107.6014
Durbin-Watson stat	1.228858	Prob(F-statistic)		0.000000

Fuente: [Elaboración Propia en base a datos de SER-2009]

Y se logra encontrar los coeficientes del modelo de regresión

$$LTEMP = 2.213731995 + 0.2523817463*LPE - 0.1744544783*LGN$$

5.2.1. Interpretación de los Resultados

Se ve que la relación existente entre la variable dependiente $LTEMP$ y la variable independiente LPE es positiva ya que un aumento en el consumo del petróleo del 1% genera un incremento de 0.25% en la temperatura terrestre, lo cual lleva a concluir un moderado grado de influencia por ser un bien inelástico.

Otro aspecto que debe ser considerado es la aplicación de los contrastes de significancia individual y grupal del modelo para la determinación de la existencia de influencia o no de cada una de las variables exógenas (LPE , LGN) con respecto a la variable endógena ($LTEMP$).

5.2.2. Contraste de significancia Individual

➤ PARA $B1$

Docima de Hipótesis

$H_0: B1 = 0$

$H_a: B1 \neq 0$

Para contrastar dicha hipótesis se utiliza el método de probabilidad de la distribución t – Student $P(t)$:

- $P(t) > 5\%$ = NO RECHAZO H_0 = el parámetro estimado es no significativo
- $P(t) < 5\%$ = RECHAZO H_0 = el parámetro estimado es significativo.

Por tanto se ve que:

$P(t) = 0.0017 = 0.17\% < 5\%$ = el parámetro estimado es significativo

➤ PARA B2

Docima de Hipótesis

Ho: $B2 = 0$

Ha: $B2 \neq 0$

$P(t) = 0.0000 = 0\% < 5\%$ = el parámetro estimado es significativo

➤ PARA B3

Docima de Hipótesis

Ho: $B3 = 0$

Ha: $B3 \neq 0$

$P(t) = 0.0131 = 1.31\% < 5\%$ = el parámetro estimado es significativo

Por tanto se concluye que los parámetros estimados del modelo son significativos de manera individual.

5.2.3. Contraste de significancia conjunta

Docima de Hipótesis

Ho: $B2 = B3 = 0$

Ha: algún $B_i \neq 0$

Para contrastar dicha hipótesis se utiliza el método de probabilidad de la distribución F- Fisher $P(F)$:

- $P(F) > 5\%$ = NO RECHAZO Ho = los parámetros estimados en conjunto son no significativos

- $P(F) < 5\%$ = RECHAZO H_0 = los parámetros estimados en conjunto son significativos.

Por lo tanto se ve que:

$P(F) = 0.0000 = 0\% < 5\%$ = los parámetros estimados en conjunto son significativos

En conjunto los regresores del modelo si explican los cambios en la variable dependiente que en este caso es la temperatura.

Otras pruebas muy importantes y determinantes para la aprobación o refutación del modelo son el análisis de las distintas patologías que podrían existir dentro de dicho modelo.

5.2.4. Patología

i. Multicolinealidad

Mediante la verificación del valor del R^2 de la ecuación original y su comparación con el R^{2*} de una regresión auxiliar se puede determinar la existencia de indicios o no de multicolinealidad dentro del modelo.

Regla de decisión:

- $R^{2*} > R^2$ = hay indicios de multicolinealidad
- $R^{2*} < R^2$ = no existen indicios de multicolinealidad

Donde la regresión auxiliar es la siguiente:

Cuadro N° 5. 4: Regresión Auxiliar

Dependent Variable: LPE

Method: Least Squares				
Date: 02/04/09 Time: 20:13				
Sample: 1980 2007				
Included observations: 28				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-17.80753	3.986015	-4.467502	0.0001
LGN	2.233804	0.329553	6.778279	0.0000
R-squared	0.638613	Mean dependent var		9.209788

Fuente: [Elaboración Propia en base a datos de SER-2009]

Resultado:

$R2^* = 0.63 < R2 = 0.89 =$ no existen indicios de multicolinealidad

Por tanto en el modelo no existen indicios de multicolinealidad lo que establece la no existencia de una relación lineal entre LPE y LGN en este caso.

ii. Heterocedasticidad

Cuadro Nº 5. 5: Heterocedasticidad

White Heteroskedasticity Test:				
F-statistic	1.213178	Probability	0.332306	
Obs*R-squared	4.878375	Probability	0.300006	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 02/04/09 Time: 20:15				
Sample: 1980 2007				
Included observations: 28				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.432032	5.771237	0.248133	0.8062
LPE	-0.003317	0.095451	-0.034754	0.9726
LPE^2	0.000167	0.005139	0.032589	0.9743
LGN	-0.231698	1.014783	-0.228323	0.8214
LGN^2	0.009481	0.041932	0.226109	0.8231
R-squared	0.174228	Mean dependent var		0.000419
Adjusted R-squared	0.030615	S.D. dependent var		0.000832
S.E. of regression	0.000819	Akaike info criterion		-11.21573
Sum squared resid	1.54E-05	Schwarz criterion		-10.97783
Log likelihood	162.0202	F-statistic		1.213178
Durbin-Watson stat	1.924180	Prob(F-statistic)		0.332306

Fuente: [Elaboración Propia en base a datos de SER-2009]

➤ Para lo cual se aplica el TEST DE WHITE:

Docima de Hipótesis

- Ho: el modelo es homocedástico
- Ha: el modelo es heterocedástico

Para contrastar dicha hipótesis se utiliza el método de probabilidad P (F-statistic) de la Regla de decisión:

- $P(F) > 5\%$ = no rechazo Ho = el modelo es homocedástico
- $P(F) < 5\%$ = rechazo Ho = el modelo es heterocedástico

Resultado:

$P(F) = 0.3323 = 33.23\% > 5\%$ = no rechazo Ho = el modelo es homocedástico.

Por tanto el modelo es homocedástico, de manera sencilla la variación alrededor de la recta de regresión es la misma para las variables LPE y LGN.

iii. AUTOCORRELACIÓN

Cuadro Nº 5. 6: Heterocedasticidad

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:				
F-statistic	0.860169	Probability	0.524495	
Obs*R-squared	4.955534	Probability	0.421331	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID				
Method: Least Squares				
Date: 02/04/09 Time: 20:15				
Presample missing value lagged residuals set to zero.				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.455138	0.874571	0.520413	0.6085
LPE	0.006772	0.026536	0.255218	0.8012
LGN	-0.042841	0.088263	-0.485383	0.6327
RESID(-1)	0.294661	0.223700	1.317212	0.2027
RESID(-2)	-0.118787	0.259269	-0.458162	0.6518
RESID(-3)	0.101702	0.237631	0.427981	0.6732
RESID(-4)	0.227462	0.248322	0.915994	0.3706
RESID(-5)	0.142457	0.243130	0.585930	0.5645
R-squared	0.176983	Mean dependent var	-4.87E-17	
Adjusted R-squared	-0.111072	S.D. dependent var	0.020845	
S.E. of regression	0.021972	Akaike info criterion	-4.563144	
Sum squared resid	0.009655	Schwarz criterion	-4.182514	
Log likelihood	71.88401	F-statistic	0.614407	
Durbin-Watson stat	1.639000	Prob(F-statistic)	0.737703	

Fuente: [Elaboración Propia en base a datos de SER-2009]

- Para lo cual se aplica EL TEST LM:

Docima de Hipótesis

- H_0 : el modelo no presenta autocorrelación
- H_a : el modelo presenta autocorrelación

Para contrastar dicha hipótesis se utiliza el método de probabilidad P (F-statistic).

Regla de decisión:

- $P(F) > 5\%$ = no rechazo H_0 = el modelo no presenta autocorrelación
- $P(F) < 5\%$ = rechazo H_0 = el modelo presenta autocorrelación

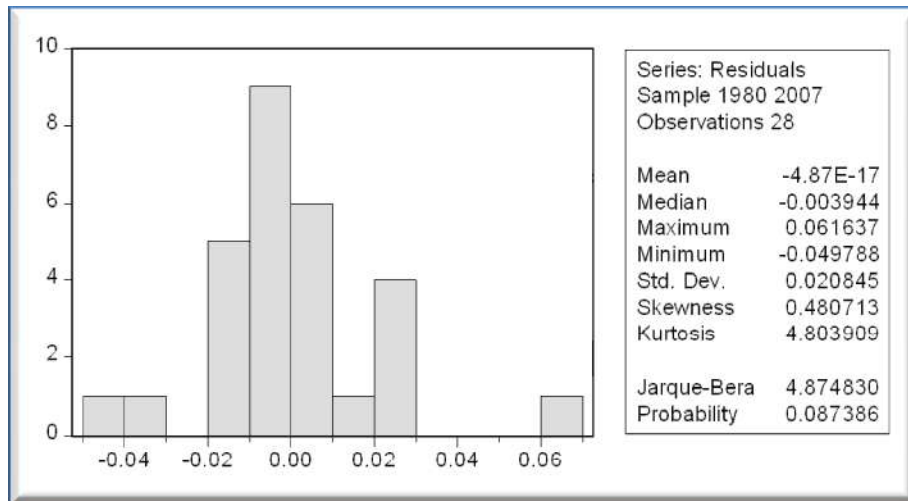
Resultado:

$P(F) = 0.5244 = 52.44\% > 5\%$ = no rechazo H_0 = el modelo no presenta autocorrelación

Por tanto el modelo no presenta autocorrelación, es decir, que el error de un modelo no está correlacionado consigo mismo a través del tiempo.

iv. Normalidad

Figura Nº 5. 1: Barra de la distribución normal modelo 1



Fuente: [Elaboración Propia en base a datos de SER-2009]

➤ Para lo cual se aplica EL TEST DE NORMALIDAD:

Docima De Hipótesis

- Ho: el modelo presenta una distribución normal
- Ha: el modelo presenta una distribución distinta a la normal

Para contrastar dicha hipótesis se utiliza el estadístico JARQUE-BERA (jb)

Regla de decisión:

- $JB > X^2_{(2)}$ = el modelo presenta una distribución distinta a la normal
- $JB < X^2_{(2)}$ = el modelo presenta una distribución normal

Resultado:

$JB = 4.87 < X^2_{(2)} = 5.99$ = el modelo presenta una distribución normal

El modelo tiene estimadores que están normalmente distribuidos.

5.2.5. A cerca del Modelo

A partir de los resultados obtenidos de los diferentes test estadísticos se concluye que el modelo es estable y aplicable para la realización de predicciones del comportamiento de la variable dependiente LTEMP, lo cual permite tomar decisiones sobre las políticas a seguir con respecto a la temperatura.

Económicamente, se cumple con una condición y supuesto fundamental el cual es: el SHOK ALEATORIO (u_t) sea RUIDO BLANCO.

5.3. ANÁLISIS AL SEGUNDO MODELO

Cuadro N° 5. 7: Segundo Modelo

Dependent Variable: LPPLUV				
Method: Least Squares				
Date: 02/04/09 Time: 19:46				
Sample: 1980 2007				
Included observations: 28				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	8.979049	0.928463	9.670873	0.0000
LTEMP	-3.510551	0.382247	-9.183977	0.0000
R-squared	0.764376	Mean dependent var		0.454975
Adjusted R-squared	0.755314	S.D. dependent var		0.259441
S.E. of regression	0.128334	Akaike info criterion		-1.199606
Sum squared resid	0.428212	Schwarz criterion		-1.104449
Log likelihood	18.79449	F-statistic		84.34544
Durbin-Watson stat	1.381936	Prob(F-statistic)		0.000000

Fuente: [Elaboración Propia en base a datos de SER-2009]

Coeficientes Estimados

$$LPPLUV = 8.979048528 - 3.510551471 * LTEMP$$

5.3.1. Interpretación de Resultados

Se ve que el segundo modelo permite estudiar la relación existente entre la variable dependiente LPPLUV (precipitación pluvial y por ende la disponibilidad de agua) y la variable independiente LTEMP es inversamente proporcional, es decir,

por el aumento de la LTEMP DE 1% LA LPPLUV disminuye en 3.51% hecho que manifiesta el acelerado grado de deterioro ambiental pero sobretodo la paulatina reducción del recurso agua.

Otro aspecto que debe ser considerado es la aplicación de los contrastes de significancia individual del modelo para la determinación de la existencia de influencia o no de la variable exógena (LTEMP) con respecto a la variable endógena (LPPLUV).

5.3.2. Contraste de Significancia Individual

- Para B1
Docima de Hipótesis

$$H_0: B1 = 0$$

$$H_a: B1 \neq 0$$

Para contrastar dicha hipótesis se utiliza el método de probabilidad de la distribución t – Student P (t):

- $P(t) > 5\%$ = no rechazo H_0 = el parámetro estimado es no significativo
- $P(t) < 5\%$ = rechazo H_0 = el parámetro estimado es significativo

Por tanto se ve que:

$$P(t) = 0.000 = 0.0\% < 5\% = \text{el parámetro estimado es significativo}$$

- Para B2
Docima De Hipótesis

$$H_0: B2 = 0$$

$$H_a: B2 \neq 0$$

$P(t) = 0.0000 = 0\% < 5\%$ = el parámetro estimado es significativo

Por tanto se concluye que el parámetro estimado del modelo es significativo de manera individual.

Otras pruebas muy importantes y determinantes para la aprobación o refutación del modelo son el análisis de las distintas patologías que podrían existir dentro de dicho modelo.

5.3.3. Patologías

i. Heterocedasticidad

Cuadro N° 5. 8: La Heterocedasticidad

White Heteroskedasticity Test:				
F-statistic	0.180693	Probability	0.835772	
Obs*R-squared	0.398985	Probability	0.819146	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 02/04/09 Time: 19:51				
Sample: 1980 2007				
Included observations: 28				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-4.244966	8.924617	-0.475647	0.6385
LTEMP	3.551231	7.381594	0.481093	0.6346
LTEMP^2	-0.739442	1.525430	-0.484744	0.6321
R-squared	0.014249	Mean dependent var	0.015293	
Adjusted R-squared	-0.064611	S.D. dependent var	0.024493	
S.E. of regression	0.025272	Akaike info criterion	-4.417287	
Sum squared resid	0.015967	Schwarz criterion	-4.274551	
Log likelihood	64.84202	F-statistic	0.180693	
Durbin-Watson stat	1.607241	Prob(F-statistic)	0.835772	

Fuente: [Elaboración Propia en base a datos de SER-2009]

- Para lo cual se aplica el TEST DE WHITE:

Docima de Hipótesis

- H_0 : El Modelo es Homocedástico

- Ha: El Modelo es Heterocedástico

Para contrastar dicha hipótesis se utiliza el método de probabilidad P (F-statistic)

Regla de decisión:

- $P(F) > 5\%$ = no rechazo H_0 = el modelo es homocedástico
- $P(F) < 5\%$ = rechazo H_0 = el modelo es heterocedástico

Resultado:

$P(F) = 0.835772 = 83.577\% > 5\%$ = no rechazo H_0 = el modelo es homocedástico

Por tanto, el modelo es homocedástico, de manera sencilla la variación alrededor de la recta de regresión es la misma para las variables LPE y LGN.

ii. Autocorrelación

Cuadro N° 5. 9: Autocorrelación

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:				
F-statistic	0.567689	Probability	0.723784	
Obs*R-squared	3.333962	Probability	0.648646	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID				
Method: Least Squares				
Date: 02/04/09 Time: 19:52				
Presample missing value lagged residuals set to zero.				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.173049	0.978596	-0.176834	0.8613
LTEMP	0.070400	0.403020	0.174681	0.8630
RESID(-1)	0.247047	0.222871	1.108473	0.2802
RESID(-2)	0.139701	0.230265	0.606695	0.5506
RESID(-3)	0.147569	0.232974	0.633413	0.5333
RESID(-4)	-0.120082	0.237369	-0.505887	0.6182
RESID(-5)	-0.055758	0.237647	-0.234624	0.8168
R-squared	0.119070	Mean dependent var	-1.29E-16	
Adjusted R-squared	-0.132624	S.D. dependent var	0.125935	

S.E. of regression	0.134026	Akaike info criterion	-0.969241
Sum squared resid	0.377225	Schwarz criterion	-0.636190
Log likelihood	20.56937	F-statistic	0.473074
Durbin-Watson stat	1.963035	Prob(F-statistic)	0.820570

Fuente: [Elaboración Propia en base a datos de SER-2009]

➤ Para lo cual se aplica EL TEST LM:

Docima de Hipótesis

- Ho: el modelo no presenta autocorrelación
- Ha: el modelo presenta autocorrelación

Para contrastar dicha hipótesis se utiliza el método de probabilidad P (F-statistic)

Regla de decisión:

- $P(F) > 5\%$ = no rechazo Ho = el modelo no presenta autocorrelación
- $P(F) < 5\%$ = rechazo Ho = el modelo presenta autocorrelación

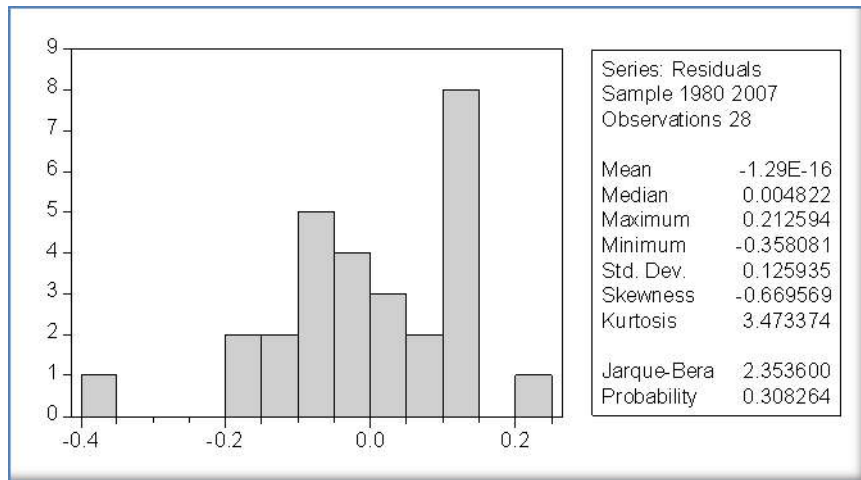
Resultado:

$P(F) = 0.723784 = 72.378\% > 5\%$ = no rechazo Ho = el modelo no presenta autocorrelación

Por tanto el modelo no presenta autocorrelación, es decir, que el error de un modelo no está correlacionado consigo mismo a través del tiempo.

iii. Normalidad

Figura Nº 5. 2: Barra de la distribución normal modelo 2



Fuente: [Elaboración Propia en base a datos de SER-2009]

➤ Para lo cual se aplica el test de normalidad:

Docima de Hipótesis

- H_0 : el modelo presenta una distribución normal
- H_a : el modelo presenta una distribución distinta a la normal

Para contrastar dicha hipótesis se utiliza el estadístico JARQUE –BERA (JB)

Regla de decisión:

- $JB > X^2_{(2)}$ = el modelo presenta una distribución distinta a la normal
- $JB < X^2_{(2)}$ = el modelo presenta una distribución normal

Resultado:

$JB = 2.35 < X^2_{(2)} = 5.99$ = el modelo presenta una distribución normal

El modelo tiene un estimador que tiene una distribución normal.

5.3.4. Acerca del Modelo

A partir de los resultados obtenidos de los diferentes test estadísticos se concluye que el modelo es estable y aplicable para la realización de predicciones del comportamiento de la variable dependiente LPPLUV, lo cual permite tomar decisiones sobre las políticas a seguir con respecto al racionamiento del agua.

5.4. RESULTADOS DE LA PROYECCIÓN ECONOMÉTRICA

5.4.1. Consumo del Agua por Año

El consumo del agua muestra de acuerdo al proceso de Montecarlo que se utilizó para proyectar el consumo del agua y el crecimiento de la población para los años 2009 hasta el 2051.

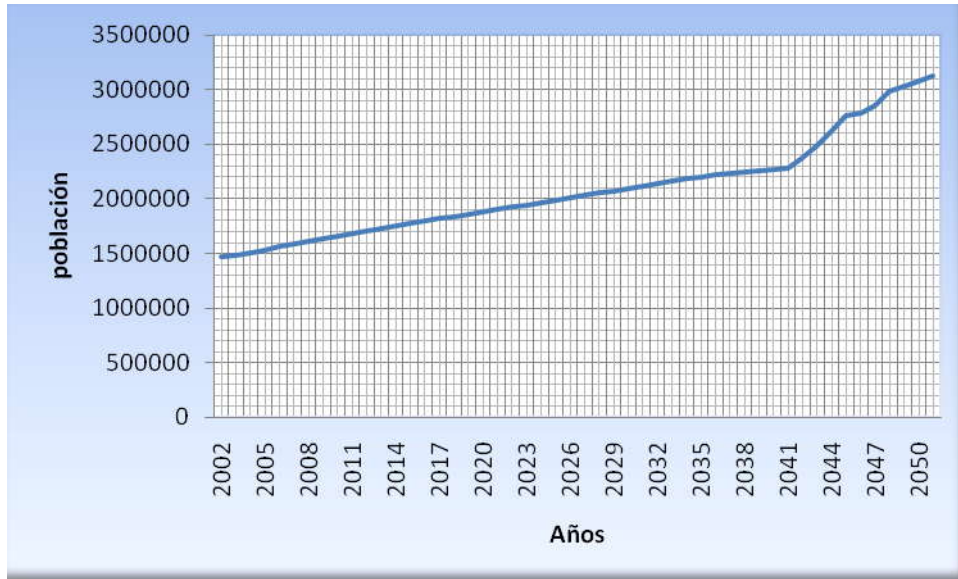
Cuadro N° 5. 10: Proyección del consumo de Agua (2002-2051)

AÑO	POBLACIÓN (individuos)	CONSUMO DE AGUA (km ³)	AÑO	POBLACIÓN (Individuos)	CONSUMO DE AGUA (km ³)
2002	1.465.737	0,027	2027	2.030.541	0,037
2003	1.488.573	0,027	2028	2.052.647	0,037
2004	1.511.765	0,028	2029	2.074.005	0,038
2005	1.535.318	0,028	2030	2.095.974	0,038
2006	1.559.238	0,028	2031	2.118.327	0,039
2007	1.583.531	0,029	2032	2.139.548	0,039
2008	1.608.202	0,029	2033	2.160.869	0,039
2009	1.633.258	0,030	2034	2.182.035	0,040
2010	1.658.704	0,030	2035	2.199.564	0,040
2011	1.684.547	0,031	2036	2.220.358	0,041
2012	1.710.793	0,031	2037	2.232.059	0,041
2013	1.732.051	0,032	2038	2.243.907	0,041
2014	1.753.465	0,032	2039	2.255.203	0,041
2015	1.774.864	0,032	2040	2.267.056	0,041
2016	1.796.021	0,033	2041	2.280.325	0,042
2017	1.817.518	0,033	2042	2.373.957	0,043
2018	1.838.769	0,034	2043	2.497.514	0,046
2019	1.860.057	0,034	2044	2.625.589	0,048
2020	1.881.358	0,034	2045	2.758.478	0,050
2021	1.901.582	0,035	2046	2.782.981	0,051
2022	1.923.154	0,035	2047	2.856.329	0,052
2023	1.945.321	0,036	2048	2.986.235	0,054
2024	1.966.827	0,036	2049	3.031.242	0,055

2025	1.988.069	0,036	2050	3.078.468	0,056
2026	2.009.837	0,037	2051	3.126.431	0,057

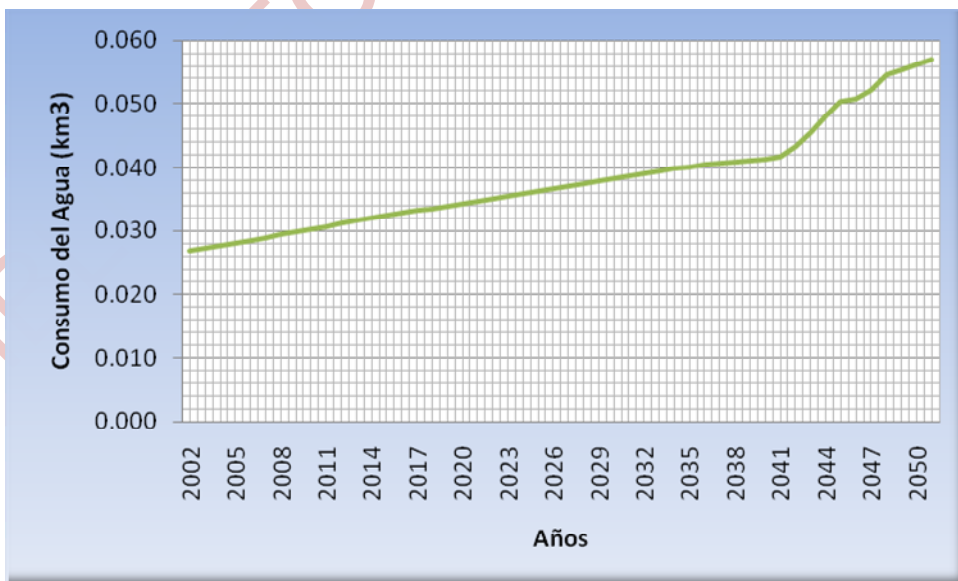
Fuente: [Elaboración Propia en base a datos de INE-2009]

Figura N° 5. 3: Proyección del Crecimiento poblacional (2002 - 2051)



Fuente: [Elaboración Propia en base a datos de INE-2009]

Figura N° 5. 4: Proyección del consumo del agua (2002 - 2051)



Fuente: [Elaboración Propia en base a datos de SER-2009]

Por tanto, en la gráfica se observa el consumo del agua de la población hasta el año 2051, que a simple observación existe el incremento poblacional en un 1,6% por año estimado en promedio a 29.891 individuos por año, y a medida que la población incrementa el consumo del agua es mayor (Se requiere mayor cantidad de Agua).

5.4.2. Predicción del Comportamiento de la Temperatura

Mediante la interpretación del modelo de regresión lineal de la ecuación (5.1)

$$LTEMP = 2.213731995 + 0.2523817463 \cdot LPE - 0.1744544783 \cdot LGN$$

Se realiza la proyección econométrica para el comportamiento de la temperatura encontrando los coeficientes de proyección mediante el proceso de Montecarlo.

Cuadro N° 5. 11: Comportamiento de la Temperatura (1980 - 2051)

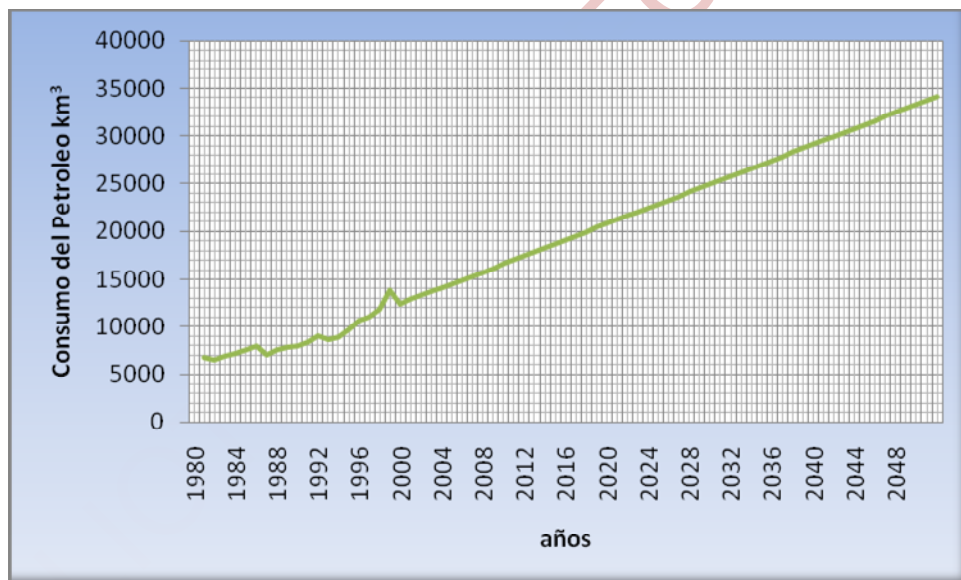
Años	TEMP (°C)	PE (km ³)	GN (km ³)	Años	TEMP	PE (km ³)	GN (km ³)
1980	10,010	6.700	154.000	2016	13,106	19.536	221.438
1981	10,110	6.500	153.000	2017	13,181	19.953	223.240
1982	10,550	6.900	154.000	2018	13,255	20.370	225.042
1983	10,710	7.100	155.000	2019	13,329	20.787	226.844
1984	10,750	7.500	157.000	2020	13,404	21.204	228.646
1985	10,800	8.000	160.000	2021	13,478	21.621	230.448
1986	10,500	7.000	155.000	2022	13,552	22.038	232.250
1987	11,500	7.600	158.000	2023	13,626	22.455	234.052
1988	11,100	7.800	160.000	2024	13,701	22.872	235.854
1989	10,700	8.000	185.000	2025	13,775	23.289	237.656
1990	10,900	8.300	180.000	2026	13,849	23.706	239.458
1991	11,000	9.000	190.000	2027	13,924	24.123	241.260
1992	11,000	8.600	195.000	2028	13,998	24.540	243.062
1993	10,600	8.900	199.000	2029	14,072	24.957	244.864
1994	11,000	9.700	200.000	2030	14,146	25.374	246.666
1995	11,800	10.700	175.000	2031	14,221	25.791	248.468
1996	12,000	11.000	175.000	2032	14,295	26.208	250.270
1997	12,050	11.900	170.000	2033	14,369	26.625	252.072
1998	12,080	13.800	180.000	2034	14,443	27.042	253.874
1999	12,090	12.441	190.802	2035	14,518	27.459	255.676
2000	12,000	12.858	192.604	2036	14,592	27.876	257.478
2001	11,900	13.276	194.407	2037	14,666	28.293	259.280
2002	12,010	13.694	196.209	2038	14,741	28.710	261.082
2003	12,100	14.112	198.011	2039	14,815	29.127	262.884
2004	12,150	14.530	199.813	2040	14,889	29.544	264.686
2005	12,180	14.947	201.615	2041	14,963	29.961	266.488

2006	12,200	15.365	203.418	2042	15,038	30.378	268.290
2007	12,300	15.783	205.220	2043	15,112	30.795	270.092
2008	12,512	16.200	207.022	2044	15,186	31.212	271.894
2009	12,586	16.617	208.824	2045	15,261	31.629	273.696
2010	12,661	17.034	210.626	2046	15,335	32.046	275.498
2011	12,735	17.451	212.428	2047	15,409	32.463	277.300
2012	12,809	17.868	214.230	2048	15,483	32.880	279.102
2013	12,884	18.285	216.032	2049	15,558	33.297	280.904
2014	12,958	18.702	217.834	2050	15,632	33.714	282.706
2015	13,032	19.119	219.636	2051	15,706	34.131	284.508

Fuente: [Elaboración Propia en base a datos de SER-2009]

Y en su comportamiento estadístico se muestra que:

Figura N° 5. 5: Predicción del consumo del petróleo (1980-2051)



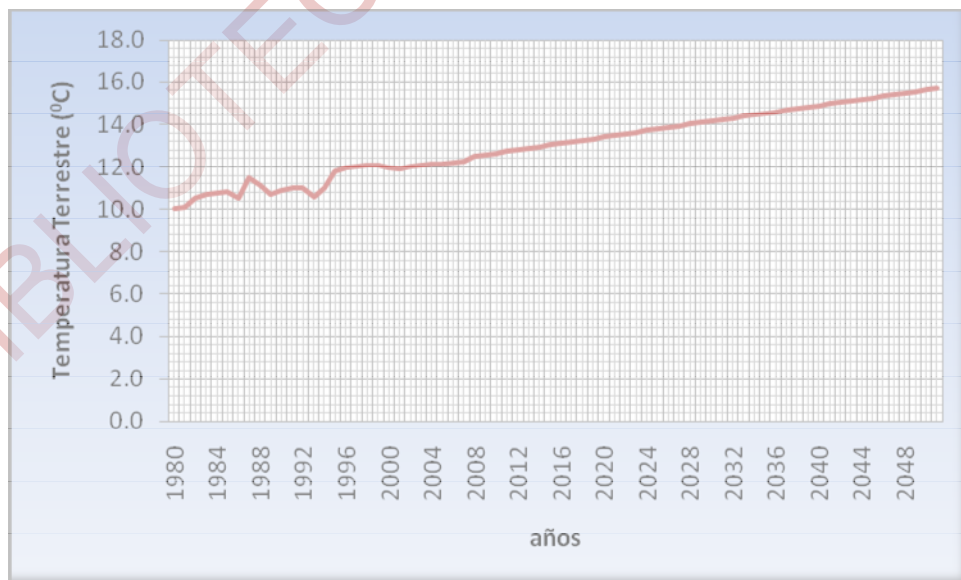
Fuente: [Elaboración Propia en base a datos de INE-2009]

Figura N° 5. 6: Predicción del consumo del Gas Natural (1980-2051)



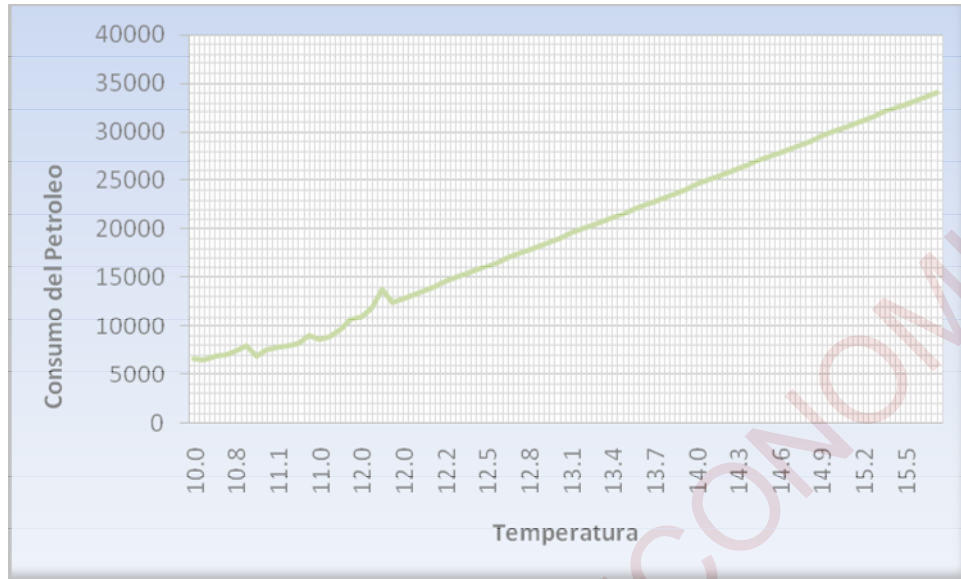
Fuente: [Elaboración Propia en base a datos de INE-2009]

Figura N° 5. 7: Predicción de la temperatura terrestre (1980–2051)



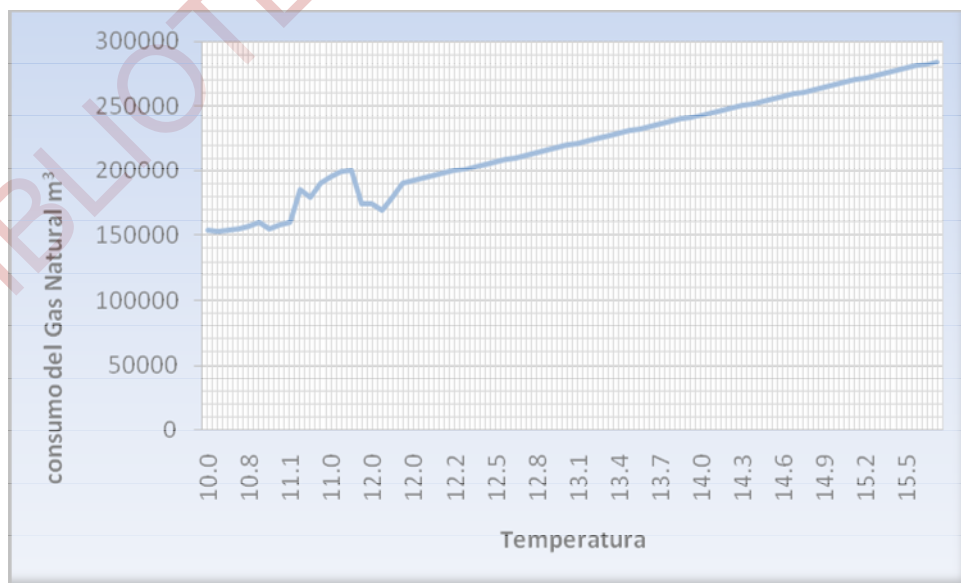
Fuente: [Elaboración Propia en base a datos de SER-2009]

Figura N° 5. 8: Figura 5. 10: Predicción del Petróleo respecto a la Temperatura (1980-2051)



Fuente: [Elaboración Propia en base a datos de SER-2009]

Figura N° 5. 9: Predicción del consumo de Gas Natural respecto a la Temperatura (1980-2051)



Fuente: [Elaboración Propia en base a datos de SER-2009]

El análisis del Valor Esperado de la temperatura es 11,36 °C , eso significa que la temperatura promedio es la misma que el Valor esperado con un análisis de Varianza entre 0,72 de dispersión y tiene un nivel de confianza donde la temperatura media incrementa paulatinamente en un 90% por año.

5.4.3. Predicción de la Precipitación Pluvial

Por medio de las Ecuaciones de la Precipitación Pluvial de la ecuación (5.2)

$$PPLUV = \beta_1 + \beta_2 TEMP$$

Que según el E-views se muestra:

Cuadro Nº 5. 12: Resultados de proyección de la Precipitación Pluvial

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TEMP	-0.501522	0.051326	-9.771337	0.0000
C	7.324606	0.584230	12.53720	0.0000
R-squared	0.785971	Mean dependent var		1.627143
Adjusted R-squared	0.777739	S.D. dependent var		0.411365
S.E. of regression	0.193936	Akaike info criterion		-0.373827
Sum squared resid	0.977891	Schwarz criterion		-0.278670
Log likelihood	7.233582	F-statistic		95.47903
Durbin-Watson stat	1.603153	Prob(F-statistic)		0.000000

Fuente: [Elaboración Propia en base a datos de SER-2009]

Teniendo como los coeficientes

$$PPLUV = -0.5015215216 * TEMP + 7.324606457$$

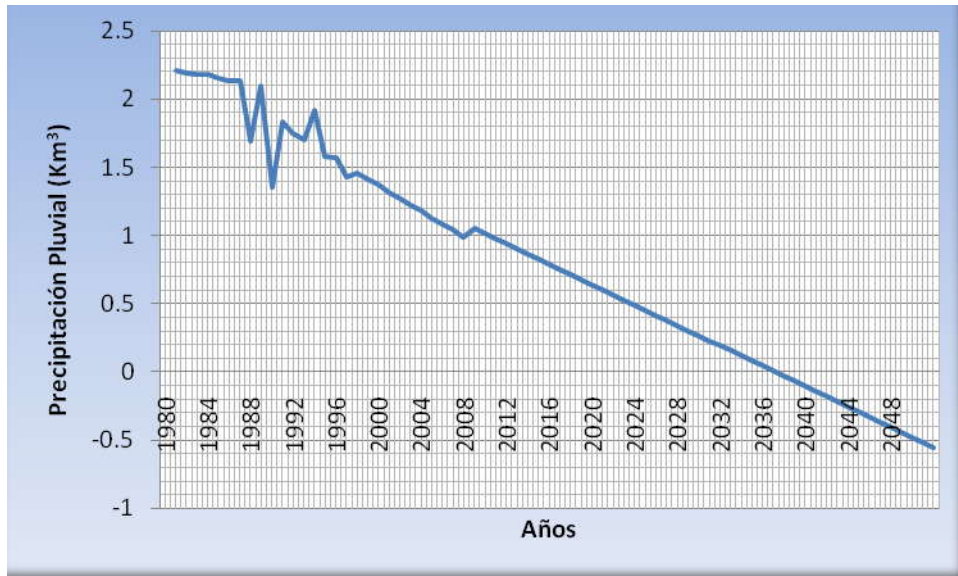
Se utilizó el método de predicción bajo el proceso de Montecarlo para la serie de precipitación pluvial desde el 2009 hasta el 2051.

Cuadro N° 5. 13: proyección Precipitación Pluvial (1980-2051)

Años	PPLUV (Km ³)	TEMP (°C)	Años	PPLUV (Km ³)	TEMP (°C)	Años	PPLUV (Km ³)	TEMP (°C)
1980	2,210	10,010	2004	1,130	12,150	2028	0,304	13,998
1981	2,190	10,110	2005	1,080	12,180	2029	0,266	14,072
1982	2,180	10,550	2006	1,040	12,200	2030	0,229	14,146
1983	2,180	10,710	2007	0,990	12,300	2031	0,192	14,221
1984	2,150	10,750	2008	1,049	12,512	2032	0,155	14,295
1985	2,130	10,800	2009	1,011	12,586	2033	0,117	14,369
1986	2,130	10,500	2010	0,974	12,661	2034	0,080	14,443
1987	1,690	11,500	2011	0,937	12,735	2035	0,043	14,518
1988	2,100	11,100	2012	0,900	12,809	2036	0,006	14,592
1989	1,350	10,700	2013	0,862	12,884	2037	-0,031	14,666
1990	1,830	10,900	2014	0,825	12,958	2038	-0,068	14,741
1991	1,750	11,00	2015	0,788	13,032	2039	-0,105	14,815
1992	1,700	11,00	2016	0,751	13,106	2040	-0,142	14,889
1993	1,920	10,600	2017	0,713	13,181	2041	-0,180	14,963
1994	1,580	11,00	2018	0,676	13,255	2042	-0,217	15,038
1995	1,570	11,800	2019	0,639	13,329	2043	-0,254	15,112
1996	1,430	12,00	2020	0,602	13,404	2044	-0,291	15,186
1997	1,460	12,050	2021	0,564	13,478	2045	-0,329	15,261
1998	1,410	12,080	2022	0,527	13,552	2046	-0,366	15,335
1999	1,370	12,090	2023	0,490	13,626	2047	-0,403	15,409
2000	1,320	12,00	2024	0,453	13,701	2048	-0,440	15,483
2001	1,270	11,900	2025	0,415	13,775	2049	-0,478	15,558
2002	1,220	12,010	2026	0,378	13,849	2050	-0,515	15,632
2003	1,180	12,100	2027	0,341	13,924	2051	-0,552	15,706

Fuente: [Elaboración Propia en base a datos de SER-2009]

Figura N° 5. 10: Predicción de la Precipitación Pluvial respecto al tiempo (1980-2051)



Fuente: [Elaboración Propia en base a datos de SER-2009]

Figura Nº 5. 11: Precipitación pluvial respecto a la temperatura (1980-2051)



Fuente: [Elaboración Propia en base a datos de SER-2009]

Los datos muestran que la Precipitación Pluvial rinde en un valor esperado de 1.63, con una varianza en su predicción de 0.41, y muestra un nivel de reducción en un 78%.

5.4.4. Predicción del Caudal

Teniendo la ecuación de la regresión lineal:

$$CAUDAL = \beta_1 + \beta_2 TEMP$$

Y según los resultados obtenidos por el E-views, se muestra lo siguiente:

Cuadro N° 5. 14: Resultados de proyección del Caudal

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TEMP	-0.480728	0.204111	-2.355233	0.0381
C	6.479386	2.443177	2.652033	0.0225
R-squared	0.335232	Mean dependent var		0.726923
Adjusted R-squared	0.274798	S.D. dependent var		0.257824
S.E. of regression	0.219560	Akaike info criterion		-0.053749
Sum squared resid	0.530270	Schwarz criterion		0.033167
Log likelihood	2.349365	F-statistic		5.547122
Durbin-Watson stat	1.800719	Prob(F-statistic)		0.038133

Fuente: [Elaboración Propia en base a datos de SER-2009]

A continuación se observa la representación de los coeficientes de la ecuación:

$$CAU = -0.4807278094 * TEMP + 6.479386002$$

Se utilizó el proceso de Montecarlo para las series del Caudal, temperatura en los años 2009 al 2051.

Cuadro N° 5. 15: Proyección Caudal (1980-2051)

Años	CAUDAL (Km ³)	TEMP (°C)	Años	CAUDAL (Km ³)	TEMP (°C)	Años	CAUDAL (Km ³)	TEMP (°C)
1980	1,667	10,010	2004	0,540	12,150	2028	-0,289	14,081
1981	1,619	10,110	2005	0,140	12,180	2029	-0,330	14,165
1982	1,407	10,550	2006	0,730	12,20	2030	-0,371	14,250
1983	1,330	10,710	2007	0,566	12,30	2031	-0,412	14,335
1984	1,311	10,750	2008	0,525	12,38	2032	-0,452	14,420
1985	1,287	10,800	2009	0,484	12,469	2033	-0,493	14,505
1986	1,431	10,500	2010	0,444	12,554	2034	-0,534	14,590
1987	0,951	11,500	2011	0,403	12,639	2035	-0,575	14,674

1988	1,143	11,100	2012	0,362	12,724	2036	-0,615	14,759
1989	1,335	10,700	2013	0,321	12,808	2037	-0,656	14,844
1990	1,239	10,900	2014	0,281	12,893	2038	-0,697	14,929
1991	1,191	11,000	2015	0,240	12,978	2039	-0,738	15,014
1992	1,191	11,000	2016	0,199	13,063	2040	-0,779	15,098
1993	1,383	10,600	2017	0,158	13,148	2041	-0,819	15,183
1994	1,100	11,000	2018	0,117	13,232	2042	-0,860	15,268
1995	0,800	11,800	2019	0,077	13,317	2043	-0,901	15,353
1996	0,730	12,00	2020	0,036	13,402	2044	-0,942	15,438
1997	0,590	12,050	2021	-0,004	13,487	2045	-0,982	15,522
1998	0,510	12,080	2022	-0,045	13,572	2046	-1,023	15,607
1999	0,920	12,090	2023	-0,085	13,657	2047	-1,064	15,692
2000	0,750	12,000	2024	-0,126	13,741	2048	-1,105	15,777
2001	0,950	11,900	2025	-0,167	13,826	2049	-1,146	15,862
2002	1,060	12,010	2026	-0,208	13,911	2050	-1,186	15,947
2003	0,630	12,100	2027	-0,249	13,996	2051	-1,227	16,031

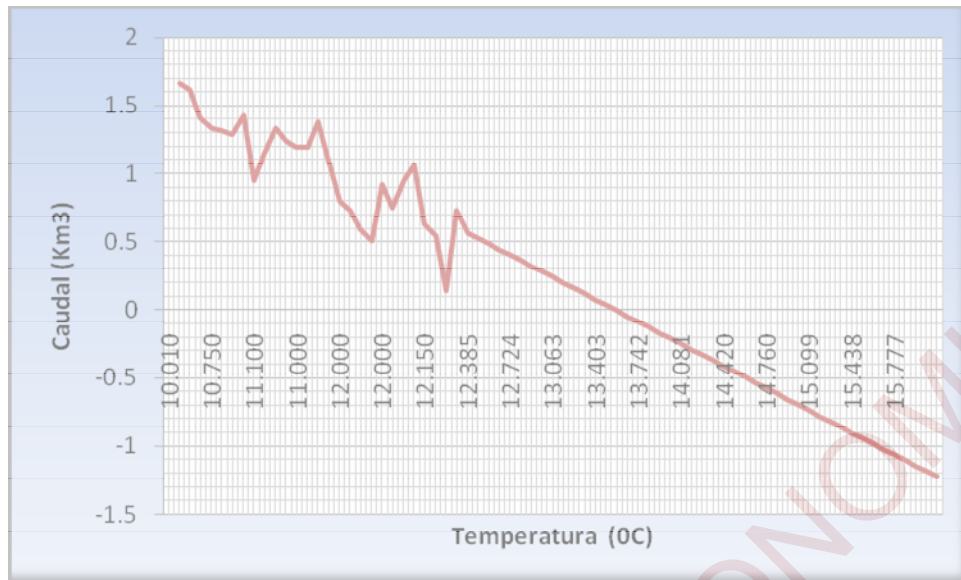
Fuente: [Elaboración Propia en base a datos de SER-2009]

Figura N° 5. 12: Predicción del caudal respecto al tiempo (1980-2051)



Fuente: [Elaboración Propia en base a datos de SER-2009]

Figura N° 5. 13: Predicción del caudal respecto a la Temperatura (1980-2051)



Fuente: [Elaboración Propia en base a datos de SER-2009]

Lo que indica en los cálculos más relevantes, es que el comportamiento promedio del Caudal en los años predichos es de 0,72 de acuerdo al valor esperado, con una varianza de 0,25 en su sesgo, el caudal no precisa mucho en sus resultados por tanto inicia a reducirse en un 33%.

5.4.5. EL Agua Hasta el 2051

Se puede observar en el siguiente cuadro la sumatoria de la Precipitación Pluvial y el Caudal que son dos variables que permiten describir la cantidad de Agua que se tendrá hasta el 2051.

RP: Reserva de Agua dulce proyectado por año (PPLUV + CAUDAL)

RR: Reserva de Agua dulce Requerida

Cuadro N° 5. 16: Proyección de la escasez del Agua hasta el 2051

AÑO	PPLUV (km ³)	CAUDAL (km ³)	RP (km ³)	RR (km ³)	AÑO	PPLUV (km ³)	CAUDAL (km ³)	RP (km ³)	RR (km ³)
2002	1,220	1,060	2,280	0,027	2027	0,341	-0,249	0,092	0,037
2003	1,180	0,630	1,810	0,027	2028	0,304	-0,290	0,014	0,037
2004	1,130	0,540	1,670	0,028	2029	0,267	-0,331	-0,064	0,038
2005	1,080	0,140	1,220	0,028	2030	0,230	-0,371	-0,142	0,038

2006	1,040	0,730	1,770	0,028	2031	0,192	-0,412	-0,220	0,039
2007	0,990	0,566	1,556	0,029	2032	0,155	-0,453	-0,298	0,039
2008	1,049	0,526	1,575	0,029	2033	0,118	-0,494	-0,376	0,039
2009	1,012	0,485	1,497	0,030	2034	0,081	-0,534	-0,454	0,040
2010	0,975	0,444	1,419	0,030	2035	0,043	-0,575	-0,532	0,041
2011	0,937	0,403	1,341	0,031	2036	0,006	-0,616	-0,610	0,039
2012	0,900	0,363	1,263	0,031	2037	-0,031	-0,657	-0,688	0,039
2013	0,863	0,322	1,185	0,032	2038	-0,068	-0,698	-0,766	0,040
2014	0,826	0,281	1,107	0,032	2039	-0,106	-0,738	-0,844	0,040
2015	0,788	0,240	1,029	0,032	2040	-0,143	-0,779	-0,922	0,041
2016	0,751	0,199	0,951	0,033	2041	-0,180	-0,820	-1,000	0,042
2017	0,714	0,159	0,873	0,033	2042	-0,217	-0,861	-1,078	0,043
2018	0,677	0,118	0,795	0,034	2043	-0,255	-0,901	-1,156	0,046
2019	0,639	0,077	0,717	0,034	2044	-0,292	-0,942	-1,234	0,048
2020	0,602	0,036	0,639	0,034	2045	-0,329	-0,983	-1,312	0,050
2021	0,565	-0,004	0,561	0,035	2046	-0,366	-1,024	-1,390	0,051
2022	0,528	-0,045	0,483	0,035	2047	-0,404	-1,064	-1,468	0,052
2023	0,490	-0,086	0,405	0,036	2048	-0,441	-1,105	-1,546	0,054
2024	0,453	-0,127	0,326	0,036	2049	-0,478	-1,146	-1,624	0,055
2025	0,416	-0,167	0,248	0,036	2050	-0,515	-1,187	-1,702	0,056
2026	0,379	-0,208	0,170	0,037	2051	-0,553	-1,228	-1,780	0,057

Fuente: [Elaboración Propia en base a datos del INE-2009 y SER-2009]

Figura N° 5. 14: comparación de reserva del Agua requerida y proyectada (1980-2051)





Fuente: [Elaboración Propia en base a datos del INE-2009 y SER-2009]

El cuadro anterior muestra que a partir del 2029, existirán escases de agua dulce en la ciudad de La Paz. La predicción se limita hasta el 2051. Pero suficientes datos para verificar las previsiones.

CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

Basándose en los resultados obtenidos por la proyección econométrica y en la teoría del bienestar social, se ha considerado el agua dulce como un bien; por lo cual el presente trabajo arriba a las siguientes conclusiones:

Los resultados encontrados muestran que la temperatura es más sensible ante cambios en el consumo de los derivados de petróleo, que ante el consumo de gas natural. Con respecto al consumo de los derivados de petróleo la relación es directamente proporcional en un 0,25%, y con respecto al consumo de gas natural la relación es inversamente proporcional en un 0,17%.

Debido a que el consumo de gas natural es reciente en los hogares y en el transporte público, se tiene que el efecto del gas natural en la temperatura es negativo; mientras que el consumo de los derivados de petróleo, que ha sido creciente en los últimos 30 años, tiene un efecto positivo en la temperatura.

En el segundo modelo planteado se muestra que la temperatura afecta negativamente a la precipitación pluvial en una relación inversamente proporcional: un incremento de la temperatura disminuye la precipitación pluvial en 3,51%.

Estos dos modelos muestran que la precipitación pluvial tenderá a reducirse debido al constante incremento en el consumo de los derivados del petróleo en las ciudades de La Paz y El Alto.

Realizando las predicciones para el periodo 2009-2051 en base a los resultados de los coeficientes calculados por el proceso de Montecarlo para las variables; precipitación pluvial, temperatura y consumo de los derivados de petróleo y gas

natural; se observó que la temperatura mantendrá una tendencia creciente, debido al incremento del consumo de los derivados de petróleo y en menor medida del gas natural, lo que ocasionará que la precipitación pluvial tienda a un punto de inflexión en el año 2037, llegando a su mínima cantidad.

Al analizar la segunda predicción, realizada en el mismo periodo para la variable caudal, utilizando la temperatura como variable explicativa, se determina que en el año 2028 el caudal tiende a un punto de inflexión llegando a su mínima cantidad.

La última predicción realizada fue para determinar la disponibilidad de agua dulce. La reserva de agua dulce proyectada, utilizando los datos de precipitación pluvial y el caudal, mantendrá una tendencia decreciente llegando a su nivel mínimo en el año 2028. A comparación de la reserva de agua dulce requerida, ésta mantiene una tendencia creciente, debido al incremento de la población en el periodo mencionado. Esto lleva a que en el año 2028, la reserva de agua requerida sea mayor a la proyectada, ocasionando escasez de la disponibilidad de agua en las ciudades de La Paz y El Alto.

6.2. RECOMENDACIONES

Finalmente, el efecto de la reducción de la disponibilidad de agua dulce en las ciudades de La Paz y El Alto, se reflejará fuertemente en una disminución del bienestar social de acuerdo a la teoría de Amartya Sen, quien indica que el bienestar social se alcanza con un mayor grado de equidad en los servicios de salud, educación, agua, y otros.

Con el pasar del tiempo, la población no pobre tiende a reducirse y la población pobre tiende a aumentar, lo cual generará una desigualdad en el bienestar social; como el agua tendrá un mayor costo, aquellos que tienen un mayor ingreso podrán acceder a este bien escaso alcanzando un mayor bienestar social; mientras que la población pobre no tendrá acceso a este bien escaso, por lo que su bienestar será inferior. Amartya Sen plantea políticas para reducir la pobreza, para incrementar la calidad de vida a través del Estado. El Estado debe intervenir para reducir la brecha entre pobres y no pobres, y que de esta manera todos puedan tener accesibilidad al agua.

Además se recomienda que el Estado opte por políticas de planificación para preservar la disponibilidad del agua y el medio ambiente, concientizando a la población en cuanto a su conservación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFIA

- [ARR-1994] Arrow, Kenneth J. Elección Social y Valores Individuales. Editorial Planeta- Agostini, España, 1994.
- [BAR-1990] Barrett, C.R. Pattanaik, P.K. y Salles, M. "On Choosing Rationally, When Preferences are Fuzzy", Fuzzy Sets and Systems, 1990.
- [BAR-1992] Barrett, C.R. Pattanaik, P.K. y Salles, M. Rationality and Aggregation of Preferences in an Ordinally Fuzzy Framework, Fuzzy Sets and Systems, 1992.
- [VER-2000] Berenson, Estadística Editorial Mac Graw Hill, 2000.
- [BEZ-1978] Bezdek, J.C., Spillman, B. y Spillman, R. A fuzzy relation space for group decision theory", Fuzzy Sets And Systems, 1978.
- [CAN-2000] Cante, Freddy. Derechos individuales e interacción estratégica. Mimeo, Universidad Nacional de Colombia, 2000.
- [DAM-2004] Damodar Gujarati, Econometría Editorial Mac Graw Hill, 2004.
- [ELS-1983] Elster Jon, Uvas Amargas. Sobre la subversión de la racionalidad. Ediciones Península, Barcelona, 1988.
- [GON-1998] González, Jorge Iván, Notas incompletas sobre elección social y elección colectiva. Mimeo, Universidad Nacional de Colombia, 1998.

- [KAC-1997] Kacprzyk, J. Nurmi, H. y Fredizzi, M. Editores. Consensus under Fuzziness, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1997.
- [KLI-1988] Klir, George y Folger, Tina, Fuzzy Sets, Uncertainty and Information, Prentice-Hall International, Inc. 1988.
- [KRE-1995] Kreps, D. Curso de Teoría Microeconómica. Editorial McGraw-Hill. 1995
- [MUE-1984] Mueller, Dennis C., Elección Pública, Alianza Editorial, Madrid, 1984.
- [OVC-1986] Ovchinnikov, Sergei, On The Transitivity Property, Fuzzy Sets and Systems, 1986.
- [OVC-1992] Ovchinnikov, Sergei. "On Fuzzy Strict Preference, Indifference, and Incomparability Relations", Fuzzy Sets and Systems, 1992.
- [PAT-1997] Pattanaik, P.K.. "Fuzziness and The Normative Theory of Social Choice", en Kacprzyk, J., 1997.
- [PRI-2000] Prieto, A. y Villamil, J. La transitividad en la elección social desde la teoría de los conjuntos difusos. Monografía, Universidad Nacional de Colombia. 2000.
- [SEN-1970] SEN Amartya, Collective Choice and Social Welfare, Elsevier. Amsterdam. 1970.
- [SEN-1973] SEN Amartya, On Economic Inequality Oxford University Press, 1973.
- [SEN-1976] SEN Amartya, Poverty: An Ordinal Approach to Measurement Econometrica, 1976.

- [SEN-1983] SEN Amartya, Poor. Relatively Speaking, Oxford Economic, 1983.
- [SEN-1992] SEN Amartya, Inequality Reexamined. New York: Rusell Sage Foundation; Cambridge:Harvard University Press, 1992.
- [STI-1986] Stiglitz, Joseph E. La economía del Sector Público. Antoni Bosch editor Barcelona 1988.
- [TAT-1986] Tanino, T. 1984. Fuzzy Preference Orderings In Group Decision Making, El Colegio de México. México, 1986.
- [THE-1967] THEIL H. Economics and Information Theory. North-Holland. Amsterdam, 1967.

BIBLIOTECA DE ECONOMIA

WEBGRAFIA

[SER-2009] Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología,
<http://www.senamhi.gov.bo/>
2009

[INE-2009] Instituto Nacional de Estadística,
<http://www.ine.gov.bo>
2009

[VAS-2008] Vasto Mundo,
<http://vastomundo.wordpress.com/2008/05/26/la-muerte-de-los-glaciares-andinos/>
2008

[GEO-2009] Geografía
<http://www.bolivientura.com/index.php?page=28>
2009

[ORG-2009] Organización de Estados Iberoamericanos
<http://www.oei.es/noticias/spip.php?article3682>
2009

[ETI-2009] Ética y Economía
<http://www.fce.unal.edu.co/download/cuadernos/29/29-07.pdf>
2009

[QUA-2009] Quaderns de filosofia
http://www.uv.es/sfpv/quadern_textos/v36p105-117.pdf
2009

ANEXOS

ANEXO 1 LA CORDILLERA

El Manto blanco de las Cordilleras de La Paz anteriormente



Y actualmente las Cordilleras de La Paz se encuentran de la siguiente forma



ANEXO 2 COSTO CONSUMO DEL AGUA SEGÚN EPSAS

Categoría	Sigla	Consumo	Coficiente	Observaciones
Doméstica	1	1 a 30	2,20	
Doméstica	2	31 a 150	4,51	
Doméstica	3	151 a 200	6,77	
Doméstica	4	200 ó	12,10	
Comercial	1	1 a 20	6,77	
Comercial	2	21 ó más	12,10	
Industrial	1	0 ó más	12,10	
Mixta	1			30%

BIBLIOTECA DE ECONOMIA

INFORMACIÓN DE CALIDAD MENSUAL

ESTACIÓ N	19 07	...	19 90	19 91	19 92	19 93	19 94	19 95	19 96	19 97	19 98	19 99	20 00	20 01	20 02	20 03	20 04	20 05
Chicani	6	6	1	3	9				11	3	10	11	3	4	1	2		4
Aranjuez											7	11	1	2				2
Achachic ala	4				3	3			1	2	7	1				7	4	3
Obrajes		3	5	3	7	5	5	11	9	5	7	11	2		3		6	7
Holguin		5		2	2	7	6	5	9	2	5	5		2	1		1	

Fuente [SENAMHI]

INFORMACIÓN DE TEMPERATURA MENSUAL

ESTACIÓ N	191 8	...	196 0	199 3	199 4	199 5	199 6	199 7	199 8	199 9	200 0	200 1	200 2	200 3	200 4	200 5
San Calixto																	
Central La Paz																	

	Año Completo
	Año sin información
N	Número de meses sin información

Fuente [SENAMHI]

ANEXO 4 ESTACIONES METEROLÓGICAS

ESTACIONES HIDROMETEOLÓGICAS DE LA CUENCA LA PAZ

Codigo	Estacion	Categoria	Lat. S.	Long. O.	Altitud (msnm)
101	San Calixto	CO	16°29'43"	68°07'57"	3655
121	Millipunku	P	16°30'00"	68°02'00"	3680
131	Laikakota	CO	16°30'00"	68°07'22"	3600
181	Palcoma	P	16°28'00"	67°59'00"	4320
201	Ovejuyo	P	16°32'17"	68°03'03"	3550
202	Mallasa	P	16°34'00"	68°05'00"	3380
205	Chuguiaguillo	P	16°27'00"	68°06'00"	3980
211	V. Copacabana	P	16°28'54"	68°06'50"	3710
223	Alto Achachicala	P	16°27'00"	68°09'00"	3850
233	Vino Tinto	P	16°28'41"	68°08'00"	3810
240	Alto Següencoma	P	16°32'00"	68°06'00"	3340
244	El Tejar	P	16°29'29"	68°09'16"	3850
247	V. Nueva Pasankeri	P	16°31'07"	68°08'30"	3905

Fuente [SENAMHI]

CO = Climatológica ordinaria.

P = Pluviométrica.

RED DE ESTACIONES HIDROMÉTRICAS

Codigo	Estacion	Lat. S.	Long. O.	Altitud (msnm)	Rio
107	Holguín	16°31'02"	68°06'46"	3380	Orkojahuiria
108	Chicani	16°28'38"	68°04'28"	3580	Kallapa
213	Achachicala	16°27'47"	68°10'40"	3960	Kaluyo
301	Obrajes	16°31'40"	68°05'50"	3260	Choqueyapu
303	Aranjuez	16°33'18"	68°05'29"	3170	La Paz.

Fuente [SENAMHI]

ANEXO 5 CUENCAS RÍO LA PAZ

DATOS OBSERVADOS – PERIODO 1994 – 2005

a) PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (mm/día)

Año	E N E	FE B	M AR	A B R	M AY	JU N	J U L	AG O	S E P	O CT	N O V	DI C	PR OM
1994	4,44	3,40	2,70	2,83	0,28	0,03	0,05	0,13	2,01	1,23	3,71	4,09	2,13
1995	3,78	4,65	3,25	1,71	0,58	0,02	0,13	1,03	2,41	1,60	1,96	4,40	2,13
1996	6,16	1,31	2,06	0,73	0,64	0,06	0,43	0,31	1,07	2,88	2,44	1,95	1,69
1997	4,92	3,55	7,80	1,94	0,90	0,02	0,07	0,02	0,88	1,15	1,00	2,93	2,10
1998	3,14	3,26	1,60	1,74	0,63	0,18	0,24	0,30	0,62	0,63	1,39	2,53	1,35
1999	6,11	2,54	0,72	0,88	0,98	2,11	0,05	0,37	0,85	1,54	2,71	3,08	1,83
2000	4,83	3,90	2,40	0,97	0,85	1,00	0,02	0,05	0,90	0,80	2,23	3,05	1,75
2001	5,35	2,71	1,28	0,75	0,00	0,43	0,29	1,62	0,28	1,72	3,25	2,74	1,70
2002	6,57	1,67	2,10	2,12	0,23	0,24	0,07	1,38	1,27	2,24	1,45	3,74	1,92
2003	3,03	2,69	2,73	1,69	0,34	0,51	0,15	0,17	1,31	1,64	2,01	2,65	1,58
2004	4,12	3,34	2,90	0,86	0,23	0,01	0,21	0,22	0,46	0,43	2,23	3,82	1,57
2005	4,31	1,45	1,90	0,74	0,01	0,02	0,17	0,28	0,95	0,87	2,63	3,80	1,43
PR OM	4,73	2,87	2,62	1,43	0,47	0,43	0,16	0,49	1,08	1,39	2,25	3,23	1,76

Fuente: [Elaboración propia en base a SENAMHI]

b) CAUDAL MEDIO MENSUAL (mm/día)

Años	EN E	FE B	M A R	A B R	M A Y	JU N	JU L	A G O	SE P	O CT	N O V	DI C	PRO M
1994	2,5 4	1,1 3	2,4 4	1,3 8	0,5 7	0,4 4	0,6 2	0,3 9	0,5 1	0,4 7	1,0 4	1,7 7	1,10
1995	1,3 9	1,4 9	1,3 5	0,9 9	0,6 3	0,3 6	0,3 6	0,3 9	0,4 3	0,5 0	0,6 4	1,0 8	0,80
1996	2,4 2	1,1 9	0,7 4	0,5 8	0,3 6	0,3 3	0,3 7	0,2 7	0,3 5	0,6 1	0,8 0	0,7 0	0,73
1997	1,3 9	0,6 0	1,9 0	0,8 8	0,4 0	0,2 5	0,1 9	0,1 9	0,1 9	0,3 2	0,3 5	0,4 1	0,59
1998	0,5 7	0,8 2	0,5 8	0,6 0	0,3 2	0,2 1	0,1 9	0,2 0	0,9 7	0,8 2	0,3 8	0,4 1	0,51
1999	0,9 2	2,1 2	0,8 5	0,9 0	0,6 7	0,9 9	0,6 1	0,1 9	0,4 5	0,8 9	0,7 1	1,7 6	0,92
2000	1,6 2	2,3 7	1,2 1	0,5 8	0,4 1	0,3 6	0,3 2	0,3 4	0,3 5	0,3 9	0,4 8	0,6 4	0,75
2001	1,3 1	1,2 1	0,8 1	1,8 7	0,9 1	0,5 6	0,5 5	0,7 7	0,2 8	1,1 9	0,8 2	1,0 8	0,95
2002	2,0 4	1,5 3	1,4 9	2,0 2	0,9 4	0,2 7	0,6 6	0,3 8	0,5 3	0,7 3	1,0 4	1,1 3	1,06
2003	1,1 6	1,7 2	0,8 6	0,8 6	0,2 7	0,2 0	0,2 9	0,1 7	0,3 8	0,4 1	0,7 3	0,5 9	0,63
2004	1,2 6	1,1 9	1,3 8	0,1 5	0,2 2	0,3 3	0,3 9	0,3 7	0,3 9	0,4 8	0,3 2	0,2 5	0,54
2005	0,3 8	0,0 8	0,0 8	0,0 6	0,0 5	0,0 4	0,0 4	0,0 4	0,0 5	0,0 7	0,2 0	0,5 3	0,14
PROM	1,4 2	1,2 9	1,1 4	0,9 0	0,4 8	0,3 6	0,3 7	0,3 1	0,4 0	0,5 6	0,6 2	0,8 6	0,73

Fuente: [Elaboración propia en base a SENAMHI]

c) TEMPERATURA MEDIA MENSUAL

Años	EN E	FE B	M A R	A B R	M A Y	JU N	JU L	A G O	SE P	O C T	N O V	DI C	PRO M
1994	11, 6	10, 7	12, 2	11, 2	10, 7	8,8	8,6	10, 6	10, 6	12, 8	10, 7	11, 5	10,8
1995	11, 8	11, 1	10, 7	10, 8	9,5	9,4	7,0	9,4	10, 4	11, 8	12, 7	11, 7	10,5
1996	11, 5	12, 6	12, 1	12, 1	11, 3	9,5	9,5	11, 2	11, 3	11, 5	12, 4	13, 7	11,5
1997	12, 0	12, 6	11, 2	11, 3	10, 4	8,8	8,8	10, 9	10, 7	12, 7	12, 4	12, 2	11,1
1998	12, 6	10, 5	11, 3	10, 3	9,8	9,3	8,1	9,8	10, 8	12, 2	12, 1	12, 6	10,7
1999	11, 3	11, 7	12, 2	11, 8	10, 7	8,1	8,3	9,6	11, 0	12, 0	12, 3	12, 2	10,9
2000	11, 9	12, 6	11, 5	11, 1	10, 9	8,9	8,8	9,4	10, 1	11, 7	12, 2	13, 1	11,0
2001	11, 5	11, 9	12, 1	11, 6	11, 1	9,4	8,6	9,3	10, 8	11, 7	12, 1	12, 2	11,0
2002	10, 5	11, 4	10, 6	10, 8	10, 4	10, 0	9,2	8,5	10, 4	11, 2	12, 4	12, 5	10,6
2003	11, 7	11, 4	11, 1	10, 9	10, 6	9,0	9,0	9,8	10, 9	12, 1	12, 6	12, 9	11,0
2004	12, 5	12, 9	11, 9	12, 3	11, 1	10, 1	10, 4	11, 5	11, 3	13, 0	12, 8	12, 0	11,8
2005	12, 3	12, 8	13, 2	12, 5	11, 8	10, 3	9,7	10, 7	12, 2	13, 5	12, 9	11, 8	12,0
PROM	11, 7	11, 8	11, 6	11, 4	10, 7	9,3	8,8	10, 0	10, 9	12, 2	12, 3	12, 4	11,1

Fuente: [Elaboración propia en base a SENAMHI]

d) OTROS PARÁMETROS

Param	EN	FE	M	A	M	JU	JU	A	SE	O	N	DI	PRO
.	E	B	A	B	AY	N	L	G	P	CT	O	C	M
			R	R				O			V		
N (hrs)	4,6	4,7	5,2	6,8	7,8	8,0	8,3	8,4	7,0	7,0	6,5	6,2	6,6
Rh (%)	0,7 0	0,7 2	0,6 9	0,6 1	0,5 0	0,4 6	0,4 7	0,4 9	0,5 8	0,5 8	6,6 0	0,6 3	0,58
V (m/s)	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,7	0,8	0,8	0,7	0,6

Fuente: [Elaboración propia en base a SENAMHI]

BIBLIOTECA DE ECONOMIA

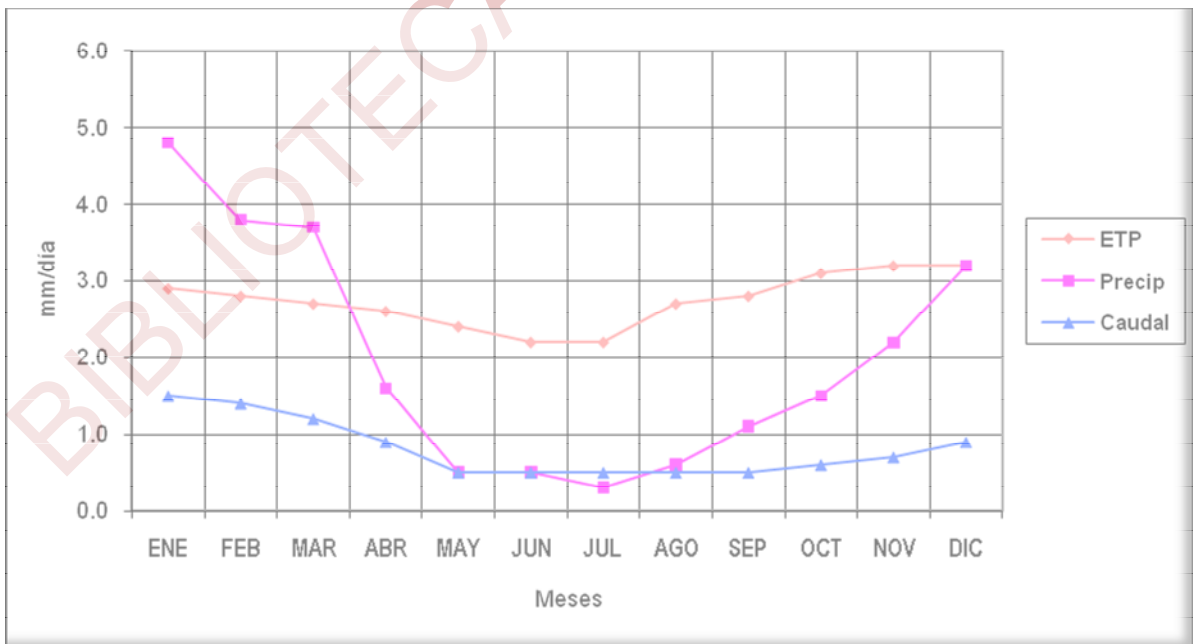
ANEXO 6 DISTRIBUCIONES PROMEDIO

CUENCA RÍO LA PAZ, DISTRIBUCIÓN DE PROMEDIOS ANUALES



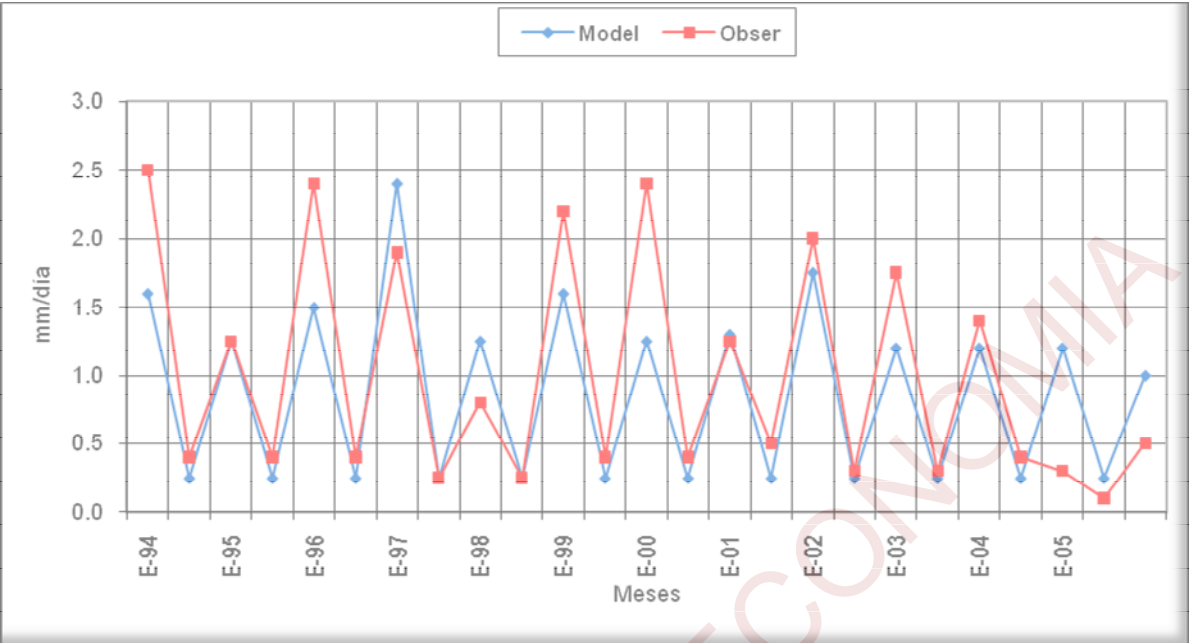
Fuente: [Elaboración propia en base a SENAMHI]

CUENCA RÍO LA PAZ, DISTRIBUCIÓN DE PROMEDIOS MENSUALES



Fuente: [Elaboración propia en base a SENAMHI]

CUENCA RÍO LA PAZ, SIMULACIÓN 1994-2005



Fuente: [Elaboración propia en base a SENAMHI]

BIBLIOTECA DE ECONOMÍA

ANEXO 7 CUADRO PARA LA VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Problema	Objetivo general	Hipótesis
<p>¿Será que los deshielos en la cordillera originados por el calentamiento global provocarán una disminución del recurso agua en las áreas circundantes a la cordillera de La Paz, en los próximos años?</p>	<p>Determinar los efectos del calentamiento global en la reducción de los glaciares en la cordillera de La Paz, con la finalidad de identificar el riesgo en el suministro de agua potable para consumo humano.</p>	<p>El calentamiento global, generará la disminución de agua potable para la ciudad de La Paz con todas sus implicaciones.</p>
Objetivos específicos de la Investigación		
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar el grado de deshielo de los glaciares de la Cordillera Oriental cercanos a las ciudades de La Paz y El Alto como efecto del calentamiento global. • Utilizar las herramientas econométricas para la construcción de un modelo econométrico que explique el comportamiento de variables del efecto invernadero y la disponibilidad del agua. • 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar la cantidad mínima de agua dulce que es captada por la ciudad de La Paz y sus fuentes de aprovisionamiento. • Determinar la cantidad mínima de agua dulce que, anualmente, necesita una persona para vivir. • Realizar una proyección del crecimiento demográfico de las ciudades de La Paz y El Alto en los siguientes 50 años. 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar el tipo de bien en el que se está constituyendo el agua dulce, considerando su disminución y el crecimiento poblacional.

Fuente: [Elaboración Propia]

BIBLIOTECA

BIBLIOTECA DE ECONOMIA

ANEXO 8 MEDIDAD DE LA POBREZA

Ciudades	Pobres		No pobres		Total Individuos
	Individuos	%	Individuos	%	
La Paz	263,783	34,50%	500,805	65,50%	764588
El Alto	424,504	66,90%	210,031	33,10%	634535
total	688,287		710,837		1399124

BIBLIOTECA DE ECONOMIA