UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE ECONOMÍA ´
MAESTRÍA EN ECONOMÍA AMBIENTAL Y ECOLÓGICA

Valoración económica de los impactos ambientales potenciales de la presa hidroeléctrica en el río Los Pescados, Veracruz.

TRABAJO RECEPCIONAL

Tesis

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESTA MAESTRÍA

PRESENTA:

L.E Alejandro de Jesús Hernández Peralta

DIRIGE:

Mtra. Katia Romero León

XALAPA, VER., Junio, 2016

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN **6**

1. IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS PROYECTOS DE PRESAS Y CENTRALES HIDROELÉCTRICAS **7**

1.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO PROPÓSITOS MÚLTIPLES XALAPA 11
1.2 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 12

2. OBJETIVO GENERAL **16**

2.1 OBJETIVOS PARTICULARES 17

3. JUSTIFICACIÓN **17**

4. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO **18**

4.1 EL VALOR DE OPCIÓN DEL RÍO LOS PESCADOS AGUAS DEBAJO DE LA LOCALIZACIÓN DEL EMBALSE DE LA PRESA 20
4.2 LA VARIACIÓN EQUIVALENTE DEL INGRESO Y LA DISPOSICIÓN MÁXIMA A PAGAR (DAP) POR EVITAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LLEVAR A CABO EL PROYECTO DE LA PRESA Y CENTRAL HIDROELÉCTRICA 28

5. HIPÓTESIS **33**

6. MÉTODOS Y MATERIALES **34**

6.1 CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO DEL ESTUDIO 34
6.2 DISEÑO DE MUESTREO 34
6.3 TAMAÑO DE LA MUESTRA 36
6.4 UNIDADES DE ESTUDIO 37
6.5 CARACTERÍSTICAS DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN 37
6.6 PRUEBA NO PARAMÉTRICA JI-CUADRADO 40
6.7 EL MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA Y SU APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO DE LA DAP EN EL CONTEXTO DEL MÉTODO DE VALORACIÓN CONTINGENTE 41
6.8 INTERPRETACIÓN DE LOS COEFICIENTES 44

7. RESULTADOS **46**

7.1 PERCEPCIÓN ACERCA DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO 48
7.2 PERCEPCIÓN DE LOS BENEFICIOS 51
7.3 PERCEPCIÓN DE LOS COSTOS 53
7.4 RESULTADOS ACERCA DE LA DISPOSICIÓN MÁXIMA A PAGAR (DAP) POR RESTAURAR LOS POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES ORIGINADOS POR LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA PRESA Y CENTRAL HIDROELÉCTRICA 58
7.5 MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA ACERCA DE LA DISPOSICIÓN A CONTRIBUIR A LA RECONSTRUCCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES A TRAVÉS DE HORAS DE TRABAJO 62
7.6 DISPOSICIÓN A ACEPTAR UNA COMPENSACIÓN (DAC) POR SOPORTAR LOS EFECTOS DE LOS POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO 65

8. CONCLUSIONES **69**

REFERENCIAS **71**

ANEXO ESTADÍSTICO 74

Índice de Figuras

Figura 1. Cuenca del Río la Antigua…… 11
Figura 2. Localización de la Presa Hidroeléctrica……. 12
Figura 3. Municipios y Localidades aguas arriba 2000 metros de la localización de la presa……. 13
Figura 4. Municipios 2000 metros aguas abajo de la localización del embalse……. 15
Figura 5. Tipos de Vegetación Aguas Arriba y Abajo de la Localización del Embalse 15
Figura 6. Función de Utilidad Condicional del Usuario del Río……. 22
Figura 7. Precio de opción, Valor de opción y Excedente Compensatorío Esperado del Valor de Uso del Río en condiciones de Riesgo…….. 23
Figura 8. Cambio en el bienestar debido a la construcción de la presa…….. 28
Figura 9. Variación Equivalente del Ingreso ante la posible construcción de la presa……... 31
Figura 10. Distribución de los municipios pertenecientes a las cuotas (o sub-muestras) …….. 34
Figura 11. Distribución de las cuotas en porcentaje por municipio……. 35
Figura 12. Distribución de la muestra por ocupación…… 36
Figura 13. Distribución de la muestra por grado académico…… 37
Figura 14. Gráfica de la función de probabilidad de que una persona esté dispuesta a contribuir a la restauración de los impactos ambientales…….. 43
Figura 15. Percepción acerca de llevar agua a Xalapa…….. 46
Figura 16. Percepción acerca de suministrar energía eléctrica……. 47
Figura 17. Percepción acerca de los beneficios del proyecto (infraestructura)……... 50
Figura 18. Percepción acerca de los beneficios del proyecto (pesca)……... 51
Figura 19. Percepción acerca de los beneficios del proyecto (Luz)…….. 52
Figura 20. Percepción acerca de los beneficios del proyecto (Agricultura)…… 53
Figura 21. Percepción acerca de los beneficios del proyecto (costos de servicios)……. 54
Figura 22. Percepción acerca de los beneficios del proyecto (empleo-esc)……. 55
Figura 23. Percepción acerca de los beneficios del proyecto (empleo-ocup)……. 55
Figura 24. Percepción acerca de los costos (riesgo de inundación)……. 57
Figura 25. Percepción acerca de los costos (extinción de especies endémicas, fauna).. 58
Figura 26. Percepción acerca de los costos (extinción de especies endémicas, fauna).. 59
Figura 27. Disposición a contribuir a resarcir los impactos ambientales…… 61

Índice de tablas

Tabla 1. Matriz de Impactos Ambientales y Sociales generados por la construcción y operación de una Presa Hidroeléctrica…… 7
Tabla 2. Distribución de los municipios que conforman la muestra por cuotas…….. 34
Tabla 3. Tamaño de las cuotas y unidades muéstrales a encuestar……... 35
Tabla 4. Tabla de Frecuencias de la muestra por ocupación……... 36

Tabla 5. Tabla de Frecuencias de la muestra por nivel académico…… 37
Tabla 6. Tabla de Frecuencias de la muestra por nivel de ingreso…… 38
Tabla 7. Interpretación de las respuestas utilizadas para valorar la percepción del proyecto…… 45
Tabla 8. Variables asociadas con la disposición a restaurar los impactos ambientales a través de horas de trabajo de acuerdo a la prueba Ji-cuadrado……. 63
Tabla 9. Variables del modelo, definición y unidades de escala…….. 64
Tabla 10. Análisis de los resultados de máxima verosimilitud…… 65
Tabla 11. Prueba de Wald de significancia individual…….. 65
Tabla 12. Porcentaje de pronósticos correctos del modelo como medida de la bondad de ajuste…… 66
Tabla 13. Efectos parciales y probabilidad de que un ama de casa esté dispuesta a contribuir a resarcir los impactos ambientales a través de horas de trabajo…… 67
Tabla 14. Efectos parciales y probabilidad de que un estudiante esté dispuesto a contribuir a resarcir los impactos ambientales a través de horas de trabajo…….. 67
Tabla 15. Estadísticos descriptivos de la DAC mensual en Tuzamapan …… 68
Tabla 16. Variables asociadas con la DAC para soportar los impactos ambientales que generaría el proyecto de acuerdo a la prueba Ji-cuadrado…….. 69
Tabla 17. Variables del modelo, definición y unidades de escala……. 70
Tabla 18. Análisis de los resultados de máxima verosimilitud……. 70
Tabla 19. Prueba de Wald de significancia individual…… 71

Introducción

El presente trabajo de investigación es una aplicación del método de valoración contingente (MVC) a la estimación del valor económico parcial de los posibles impactos ambientales que originaría la construcción y operación de la presa y central hidroeléctrica en el río Los Pescados en la cuenca del río La Antigua como parte del proyecto Propósitos Múltiples Xalapa a partir de un muestreo no probabilístico o por cuotas en los municipios de Jalcomulco y Tuzamapan que se llevó a cabo en el mes de Diciembre del 2015.

Como medidas aproximadas y parciales del valor económico de los posibles impactos ambientales que originaría el proyecto se utilizaron la DAP (disposición máxima a pagar) y la DAC (disposición mínima a aceptar) en un contexto ex ante; antes de conocer los resultados de llevar a cabo el proyecto. Dichas medidas se obtuvieron a partir del diseño de un cuestionario que simula un mercado para los bienes ambientales que se perderían como consecuencia del proyecto.

Como parte del desarrollo del trabajo se definen los principales impactos ambientales y sociales que han sido comunes a la construcción y operación de las presas y centrales hidroeléctricas de acuerdo a experiencias históricas en diferentes países, dando lugar, a una matriz de impactos ambientales directos e indirectos aguas arriba y aguas abajo de la localización del embalse. Posteriormente se contextualiza el problema de no tomar en cuenta el valor económico de los impactos ambientales en los costos que originaría el proyecto como planteamiento del problema.

Se desarrolla de manera teórica el valor de opción como una medida del valor de uso del río en condiciones de riesgo para los usuarios que se encuentran aguas abajo de la localización del embalse, así como también la variación equivalente del ingreso como una medida ex ante de la disposición a pagar para evitar que el proyecto se lleve a cabo. Posteriormente se aborda el diseño de muestreo y los métodos empleados así como los resultados obtenidos.

1. Impactos ambientales de los proyectos de presas y centrales hidroeléctricas

De acuerdo a la ley general de equilibrio ecológico y protección al ambiente, un impacto ambiental puede definirse como "una modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre" (LGEEPA, 2014), cuyo origen puede ser debido a la ocupación del territorio por un proyecto el cual modifica las condiciones naturales por diversas acciones (SEMARNAT, 2013).

Las presas y centrales hidroeléctricas son proyectos de ocupación de una parte del territorio perteneciente a una cuenca hidrológica los cuales pueden generar impactos ambientales directos e indirectos como resultado de las acciones llevadas a cabo por la construcción de la presa y los que resultan de ellas durante su operación. Estos pueden ser al mismo tiempo, reversibles o irreversibles cuando producen la extinción de especies endémicas en la flora y fauna o de los ecosistemas marinos. Por último algunos impactos pueden ser acumulativos o sinérgicos cuando en una misma cuenca hidrológica se construyen más de una presa.

Pero los proyectos de construcción de presas y centrales hidroeléctricas no solo ocasionan impactos ambientales sino también sociales, los cuales pueden definirse como: "Cambios en la dinámica social debido a la construcción de un proyecto, que se va a reflejar en las dinámicas propias de la sociedad en la que se localiza el proyecto, a su vez, es el resultado multifactorial de procesos sociales dinámicos, complejos y de variación temporal" (Verduzco Chávez, 2014), normalmente estos suelen representar violaciones a los derechos humanos de las comunidades afectadas.

La asociación interamericana para la defensa del ambiente en su informe Grandes Represas en América (AIDA A. , 2000) a través del estudio de experiencias internacionales, encontró los impactos ambientales más comunes a ellos, como: el empeoramiento de la calidad de agua arriba y debajo de la represa, degradación de los ecosistemas acuáticos, impacto a la biodiversidad, impactos en el cambio

climático y efectos sísmicos. Aunado a los impactos ambientales este informe menciona las violaciones a los derechos humanos de las personas y comunidades afectadas como lo son afectaciones a la salud, perdidas de fuentes de alimentación y formas de vida tradicionales, así como los desplazamientos forzados.

La Comisión Mundial de Represas en su informe "Represas y Desarrollo: un nuevo marco para la toma de decisiones" (WCD, 2002) estudió los impactos ambientales y sociales para el caso de 125 presas grandes en 56 países, de los cuales se concluye que las presas grandes han obligado a abandonar sus hogares y tierras a entre 40 y 80 millones de personas junto con la desintegración de sus comunidades, y la extinción de especies acuáticas, perdidas de bosques, humedales y tierras agrícolas.

La tabla 1 muestra los impactos ambientales más comunes que resultan de la construcción y operación de grandes presas de acuerdo a la *Foundation for Water and Energy Education* (FWEE, 2015), y los impactos sociales reportados en diversos informes de acuerdo a experiencias históricas en países alrededor del mundo.

Los impactos se clasifican en directos e indirectos, diferenciando de acuerdo a la localización del proyecto en aguas arriba y aguas abajo de la localización del embalse. Aguas arriba los principales impactos ambientales y sociales surgen debido a la construcción del embalse o reservorio e inundación de la zona, mientras que aguas abajo estos surgen debido a la alteración del caudal ecológico[1].

Tabla 1. Matriz de Impactos Ambientales y Sociales generados por la construcción y operación de una Presa Hidroeléctrica, (FWEE, 2015).

	Directos	**Indirectos**
Aguas Arriba	1. Sedimentación y carga de nutrientes; 2. Sobresaturación y muerte de peces;	1. Se produce agua de mayor calidad para el riego, el consumo industrial y humano 2. Erosión de suelos;

[1] Este puede definirse como: "un instrumento de gestión que permite acordar un manejo integrado y sostenible de los recursos hídricos, que establece la calidad, cantidad y régimen de flujo de agua requerido para mantener los componentes, funciones, procesos y la resiliencia de los ecosistemas acuáticos que proporcionan bienes y servicios a la sociedad" (WWF, 2010)

	3. Estratificación; 4. Perdida del hábitat que ocurre al llenarse el embalse: flora y fauna; 5. Alteración de la actividad tectónica y efectos sísmicos; 6. Perdida del hábitat por construcción de un campamento para los trabajadores; 7. Aumento de enfermedades relacionadas con el agua: la malaria, esquistosomiasis, oncocerciasis por los trabajadores de la construcción	3. Emisión de gases de efecto invernadero; 4. Desplazamiento forzado e involuntario de las personas asentadas en el lugar de construcción del embalse; 5. Aumento de la presión sobre las áreas altas encima de la presa, como resultado del reasentamiento de la gente de las áreas inundadas
Aguas Abajo	1. Alteración del caudal ecológico; 2. Disminución de nutrientes; 3. Cambios en la temperatura, degradación de la calidad del agua, perdida de los sitios de desove y se impide la migración de los peces; 4. Se interrumpe la pesca artesanal y la agricultura tradicional de los terrenos aluviales a causa de los cambios en el caudal y la reducción de los sedimentos (linos)	1. Aumento de la demanda de fertilizantes para mantener la productividad agrícola; 2. Cambios en el uso de la tierra por la reducción de los terrenos aluviales; 3. Construcción de caminos de acceso y líneas de transmisión de electricidad; 4. Aumento de enfermedades relacionadas con el agua: la malaria, esquistosomiasis, oncocerciasis; 5. Disminución de la productividad en los terrenos agrícolas y aluviales;

Aguas arriba en la zona de construcción de la presa; la construcción del embalse, junto con la construcción de la central hidroeléctrica y del campamento para el asentamiento de los trabajadores trae consigo la pérdida de capital natural en la flora y fauna, mientras que aguas abajo, la construcción de caminos de acceso y de las líneas de transmisión de electricidad son las principales fuentes de esta pérdida.

Las modificaciones a los ecosistemas marinos aguas arriba en la construcción del embalse se deben a fenómenos naturales como la sedimentación, estratificación y la sobresaturación, mientras que aguas abajo se deben a la modificación de la tasa a la que el río fluye así como la disminución en su cantidad. Como puede observarse al represar un río el agua embalsada suele ser de mayor calidad por la

sedimentación a diferencia de la calidad del agua del río aguas debajo de la localización de la presa por la pérdida de nutrientes.

Otros efectos son provocados a la salud por enfermedades relacionadas con el agua, que en el caso de la zona aguas abajo de la localización del embalse puede deberse al aumento en la temperatura del río por la disminución en su velocidad y cantidad, mientras que aguas arriba durante la construcción pueden afectar también a trabajadores.

Por otra parte los impactos sociales más severos se deben al desplazamiento forzado e involuntario de comunidades o pueblos indígenas en la zona de impacto de la localización del proyecto, esto puede traducirse en pérdidas del capital social, así como también una pérdida del valor económico que las actividades consuntivas del agua les permite obtener como la pesca artesanal y la agricultura tradicional debido a una disminución de la calidad y disponibilidad de agua del río abajo del embalse.

Otros impactos son aquellos relacionados con el cambio climático por el nivel de emisiones del embalse así como los efectos sísmicos que pudiera originar por la alteración de la actividad tectónica

Mientras que en el artículo 30 de la (LGEEPA, 2014) se habla de la necesidad de presentar un manifiesto de impacto ambiental (MIA) para describir los posibles impactos ambientales de los ecosistemas a impactar por la construcción y operación de la presa junto con las medidas de mitigación para minimizar los efectos negativos sobre el medio ambiente, en el artículo 120 de la Ley de la Industria Eléctrica se señala que las empresas encargadas de llevar a cabo el proyecto deberán presentar una evaluación del impacto social (EIS) el cual deberá identificar, caracterizar, predecir y valorar dichos impactos que se derivasen del proyecto así como sus medidas de mitigación (LIE, 2014).

Tanto el MIA como la EIS son importantes para la determinación de los costos ambientales y sociales que deberán tomarse en cuenta y sumarse a los costos económicos de llevar a cabo el proyecto.

1.1 Características del Proyecto Propósitos Múltiples Xalapa

Al publicarse en 2010 el Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2011-2025, a cargo de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), se dieron a conocer 510 proyectos hidroeléctricos a nivel nacional, de los cuales 112 corresponden a Veracruz. Entre estas obras se encuentra la construcción de una presa y central hidroeléctrica en la cuenca del río la Antigua en el río los Pescados entre los municipios de Jalcomulco, Tuzamapan y Tlaltetela, la cual tendría como funciones: generar y suministrar energía eléctrica y el suministro de agua a la capital del estado, Xalapa.

El proyecto consiste en[2]:

i. Construir una presa que cuente con una cortina de 100 metros de alto por 700 metros de longitud;
ii. Una central hidroeléctrica que genere energía suficiente para abastecer 300 mil habitantes;
iii. El embalse de la presa abarcaría 400 hectáreas con una capacidad de 135 millones de metros cúbicos.

Tomando en cuenta que la comisión internacional de grandes represas (ICOLD, 2014) define una gran presa como aquella que tiene una altura mínima de 15 metros o aquella con una altura de entre 10 y 15 metros pero con un embalse de más de 3 millones de m^3, la presa puede considerarse como una presa grande, pudiendo manifestar algunos de los impactos ambientales de la tabla 1.

[2] Las siguientes son características dadas por trabajadores de la empresa Oderbrech a los habitantes de la zona en momentos de cuestionamiento por las actividades geotécnicas llevadas a cabo por la empresa sin previo aviso a las autoridades municipales en el lugar de la posible ubicación, ya que esta nunca hizo públicas las características físicas del proyecto.

El 3 de Junio del 2014, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente suspendió el proyecto de construcción de la presa, ya que el río está protegido por la Ley de Veda de 1935 y por un decreto federal y uno estatal que impiden cualquier tipo de construcción.

La empresa encargada de llevar a cabo el proyecto no pudo concretar los trabajos de investigación para la realización del Manifiesto de Impacto Ambiental el cual permitiría conocer la magnitud de los impactos ambientales y la manera en que la empresa podría mitigarlos ni la Evaluación del Impacto Social, necesario para llevar a cabo mecanismos de negociación y la participación ciudadana en el proceso de planificación de la central hidroeléctrica, ya que sin este proceso no pueden llevarse a cabo estrategias de impacto-mitigación socialmente aceptables en la construcción del proyecto (Sánchez Bernal & Verduzco Chávez , 2015), de tal forma que el movimiento social y las acciones colectivas de las comunidades en defensa del río pudieron evitar que se llevara a cabo el proyecto.

1.2 Delimitación del área de estudio

La figura 1 muestra la Cuenca del Río la Antigua tomada de (SIALT, 2015) ubicada en la región hidrológica 28 del Papaloapan.

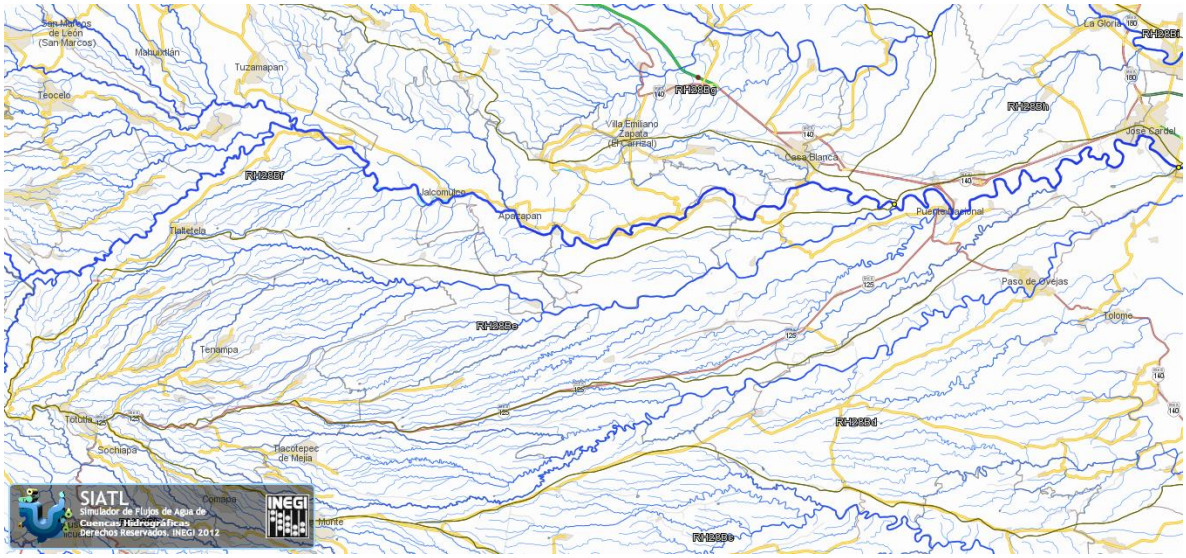

Figura 1. Cuenca del Río la Antigua

Esta abarca parte de los estados de Veracruz y Puebla cuenta con una superficie de aportación de 3,443.9 kilómetros cuadrados, desemboca al golfo de México en el noroeste del puerto de Veracruz y al sur del Río Actopan, sus ríos principales son el río Matlacobatl y los Pescados. Para el año 2012 el 13% de la población total del estado de Veracruz se localiza dentro de esta cuenca en 17 municipios, de los cuales 7 cuentan con población rural y mientras que el principal centro urbano lo constituyen Veracruz y Boca del Río (DOF, 2012).

La figura 2 tomada del (SIALT, 2015) muestra el río Los Pescados y la posible localización de la presa hidroeléctrica de llevarse a cabo el proyecto entre los municipios de Tlaltetela, Jalcomulco y Tuzamapan (Jalcomulco, 2014)

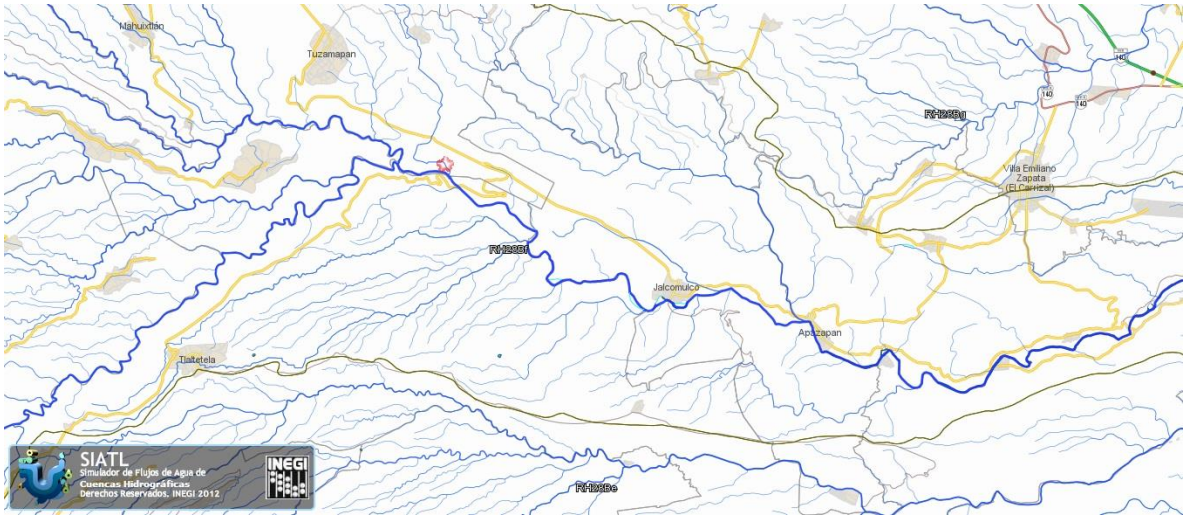

Figura 2. Localización de la Presa Hidroeléctrica

La estrella de color rojo ubicada sobre el río los pescados representa la posible ubicación de la presa, como puede observarse aguas arriba de la localización de la presa se encuentran las localidades de Tuzamapan y Llano Grande y el municipio de Tlaltetela, mientras que aguas abajo los municipios de Jalcomulco y Apazapan.

La figura 3 tomada del (SIALT, 2015) muestra algunos de los municipios y localidades 2000 metros aguas arriba de la posible localización de la presa[3].

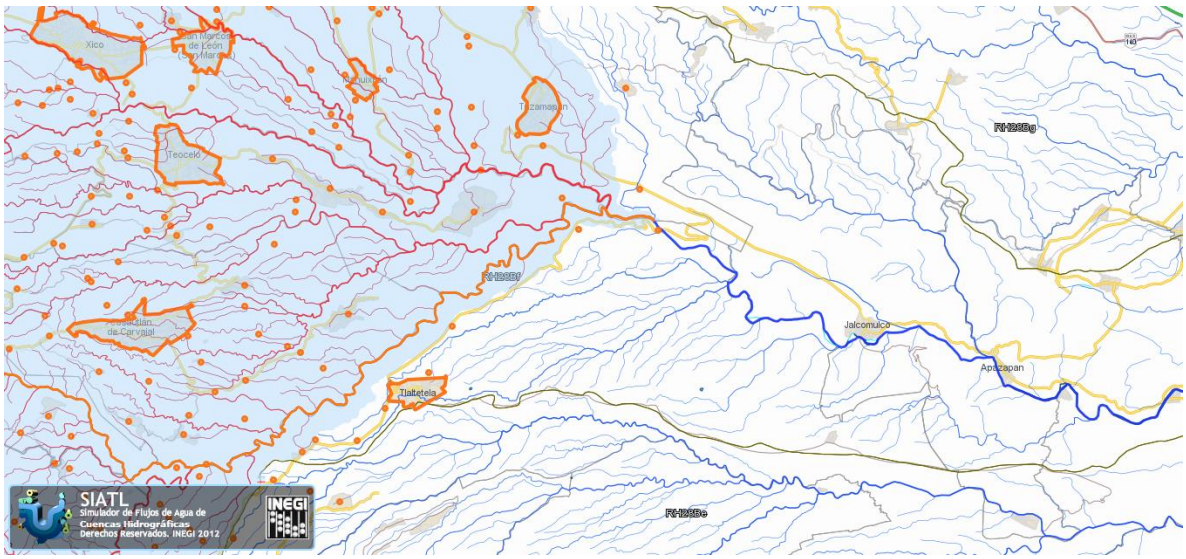

Figura 3. Municipios y Localidades aguas arriba 2000 metros de la localización de la presa

De acuerdo a la red hidrográfica aguas arriba de la localización de la presa las principales localidades urbanas de un total de 27, que son atravesadas por los ríos tributarios (color naranja) del río los Pescados de acuerdo a la localización de la presa, son: Tuzamapan y Llano Grande junto con el municipio de Tlaltetela.

La figura 4 muestra aguas debajo 2000 metros de la posible localización de la presa los municipios afectados por el represamiento del río, este último se muestra de color rojo.

[3] Los puntos de color anaranjado representan las localidades rurales distribuidas en el territorio que tienen una población menor a 2500 personas y las que se encuentran en el contorno anaranjado son urbanas o iguales o mayores a 2500 de acuerdo a INEGI.

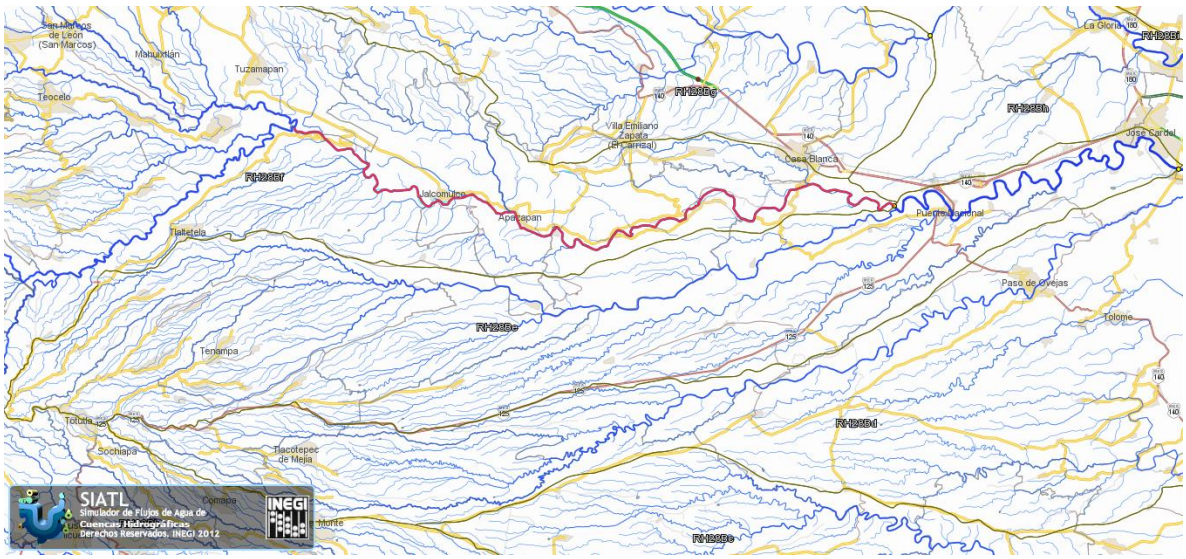

Figura 4. Municipios 2000 metros aguas abajo de la localización del embalse

Como puede verse los municipios urbanos que se verían más afectados por la alteración del caudal ecológico son Jalcomulco, Apazapan y Rinconada, más abajo Casa Blanca y Puente Nacional y alrededor de 30 localidades rurales las que se distribuyen en el mismo territorio.

La figura 5 muestra la vegetación que se encuentra distribuida entre estos municipios y que se vería impactada por la construcción del embalse de la presa y la central hidroeléctrica.

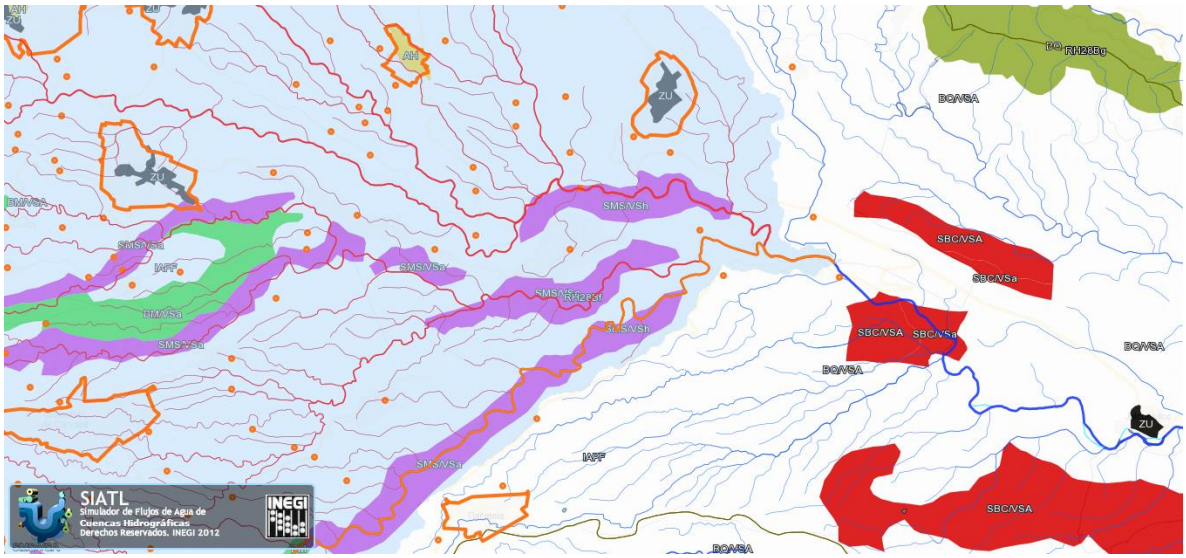

Figura 5. Tipos de Vegetación Aguas Arriba y Abajo de la Localización del Embalse

Las áreas moradas corresponden al tipo de *selva mediana subcaducifolia*, como puede apreciarse esta sería la que más se vería afectada ya que la inundación del área requeriría su devastación y de los habitas que mantiene tanto en flora como en la fauna, tomando en cuenta que esta ya es escasa en la cuenca ya que representa solo el 0.914% de la cobertura vegetal que se localiza en la Cuenca Hidrológica del Río la Antigua (DOF, 2012). Mientras que aguas abajo el área sombreada de rojo corresponde al tipo de *selva baja caducifolia* cercana al municipio de Jalcomulco, la cual representa el 5.085% de toda la cobertura vegetal sobre la cuenca, la cual no deja de ser una cifra baja, esta selva y los habitas que mantiene se verían afectados como consecuencia de la alteración del caudal ecológico.

Como puede apreciarse es menor el número de comunidades y municipios que se encuentran localizados aguas debajo de la posible localización de la presa, ya que en este espacio los impactos ambientales son más severos en cuanto a la alteración del caudal ecológico y su importancia para desarrollar y mantener diversas actividades económicas y funciones ecosistémicas.

Dado que no existe un manifiesto de impacto ambiental que muestre los impactos ambientales locales que habrían de sumarse a los costos económicos y sociales del proyecto, así como la posible forma de mitigarlos ante la posible construcción de la presa ¿Cuál es el valor económico de los impactos ambientales que ocasionaría la construcción de la presa hidroeléctrica en el Río los Pescados? y tomando en cuenta que existe la posibilidad de que el gobierno del estado vuelva a promover su construcción en un futuro ¿Cuál es el valor económico del Río los Pescados en condiciones de incertidumbre por parte de sus usuarios y no usuarios?

2. Objetivo General

Obtener el valor económico de los impactos ambientales que generaría la construcción de la presa y central hidroeléctrica en el río los pescados de la cuenca del río la Antigua en las comunidades que se verían afectadas.

2.1 Objetivos Particulares

1. Estimar el valor económico de los impactos ambientales a través de la disposición máxima a pagar por una cantidad de dinero (DAP) para resarcir los impactos ambientales en caso de llevarse a cabo el proyecto.
2. Estimar el valor económico de los impactos ambientales a través de la disposición mínima a aceptar una compensación (DAC) por aceptar que el proyecto se lleve a cabo.

3. Justificación

Los beneficios planteados por los proponentes del proyecto: el trasvase de agua a la ciudad de Xalapa, prevención de inundaciones por aumento del caudal del río y la generación de energía eléctrica, deben comparase con los costos no solo económicos, sino también ambientales y sociales para tomar la decisión de llevar o no acabo el proyecto. La complejidad para hacer dicho análisis radica en que por un lado mientras los beneficios son espaciales y difusos en el tiempo, los ambientales y sociales se concentran en una región y un momento dado en el tiempo, aunado a ello las afectaciones al medio ambiente no pueden valorarse monetariamente de manera simple y total, ya que no tienen un mercado y un precio que sirva de referencia para calcular la magnitud de los impactos ambientales.

El presente trabajo de investigación presenta a través del método de valoración contingente (MVC), una aproximación del valor económico de los impactos ambientales aguas arriba en la construcción del embalse, y del río (aguas debajo de la construcción de la presa) cuando su disponibilidad se encuentra en riesgo de disminuir tanto en cantidad como en calidad, de tal forma que ambas valoraciones pretenden arrojar una medida monetaria de los costos ambientales que habrán de tomarse en cuenta y sumarse a los costos económicos a fin de compararse con los beneficios económicos, dichas aproximaciones monetarias de los costos

ambientales sirven de referencia a las autoridades encargadas de evaluar el proyecto como información útil para el análisis costo-beneficio.

4. Antecedentes

La aplicación de los métodos de valoración económica para estimar los costos ambientales generados por proyectos de presas y centrales hidroeléctricas son muy pocos para el caso de los países en desarrollo como así lo señalan (Alp & Yetis, 2010). Estos autores aplicaron el MVC (Método de Valoración Contingente) para estimar los costos ambientales derivados del proyecto Yusufeli que consistió en la construcción de una presa y central hidroeléctrica en Turquía sobre el río C Oruh. A través del diseño y aplicación de un cuestionario a 289 personas por medio de un muestreo aleatorio y un análisis de regresión múltiple estimaron una DAP (Disposición a pagar) promedio de 761 dólares y la DAP total en 261millones de dólares a través de la siguiente pregunta de valoración:

> "Va a ser muy difícil y costoso de reparar el daño ambiental causado por el Proyecto Yusufeli. Las contribuciones de los pueblos de la zona podrían ser necesarias para ayudar a restaurar el medio ambiente local que será dañada por el Proyecto Yusufeli, ¿estaría usted dispuesto a contribuir a un esfuerzo local que incluiría a todos en la región?"

Esta medida reflejó el valor económico de los impactos al medio ambiente o los costos ambientales al momento de realizar el estudio.

Como alternativa al MVC (Método de valoración contingente) el Diseño de Experimentos de Elección (EE) es una metodología que permite obtener el valor económico de bienes o servicios ambientales; estos exploran las preferencias de los individuos sobre un conjunto de opciones o alternativas, los cuales son una combinación de atributos que representan las características de los bienes ambientales a valorar y que se presentan como diversos escenarios que permiten obtener el valor de uso y de no uso de los bienes ambientales.

Los autores (Yong Han , Jun Kwak, & Hoon Yoo, 2008) aplicaron el método de EE (Experimentos de Elección) para medir el valor económico de los múltiples impactos ambientales de la construcción de grandes presas en el Río Tong en Corea. Hallaron una DAP total anual cercana a los 174.9 millones de dólares a partir de 804 personas de una muestra formada por 7 áreas metropolitanas aplicando un muestreo aleatorío. Los autores hacen énfasis en la necesidad de incluir los costos de los múltiples impactos ambientales en el análisis costo-beneficio y en la dificultad de estimar su valor económico por ser bienes de no mercado.

En México no se han realizado estudios acerca del tema, pero se ha estudiado y teorizado los conflictos sociales y problemas ambientales que se han originado a raíz de dichos proyectos en diversas partes y momentos. Los autores (Campos Cabral & Ávila García , 2013) presentan un análisis cualitativo y exploratorio del proceso de formación de un *movimiento social* como representación de una clase social (campesinos) en defensa del Río Temascaltepec en el estado de México para evitar su embalse y trasvase a la zona conurbada de la ciudad de México por medio de la construcción de una presa (El tule) como parte del proyecto Cutzamala en su cuarta etapa.

Este proyecto estaba fundamentado en el Programa Nacional Hidráulico 1995-2000, el cual pretendía el abastecimiento de agua de las ciudades más importantes del país sin tomar en cuenta las afectaciones sociales y ambientales originadas por los proyectos en los lugares rurales pertenecientes a las cuencas en donde se habrían de aprovechar los ríos. Esto dio como resultado una acentuación de las contradicciones campo-ciudad, dado el carácter inequitativo de las posibilidades de desarrollo en las que se contextualiza el abasto de agua en las ciudades para mantener sus niveles de desarrollo y crecimiento y al mismo tiempo una pérdida del capital natural y social en los lugares rurales derivados de la construcción de la presa.

4.1 El Valor de opción del río Los Pescados aguas debajo de la localización del embalse de la presa

El valor económico total del río puede descomponerse en un valor de uso y un valor de no uso, el primero se define por el uso directo e indirecto derivado de las actividades consuntivas que la población hace de este ya sea como insumo productivo o como un bien de consumo final, mientras que el segundo se refiere solo a un uso indirecto del bien por parte de los usuarios y no usuarios del río, este puede reflejarse como un valor de existencia, un valor de legado o un valor de herencia.

Existe otro componente del valor económico total del río definido por la incertidumbre inmersa en los individuos ante el posible cambio en la disponibilidad de agua dada la posible construcción de la presa hidroeléctrica. Este componente del valor económico existe por la incertidumbre que se origina en los usuarios del agua proveniente del río y se manifiesta por el deseo que tienen de asegurar la disponibilidad futura del recurso hídrico y mantener sus valores de uso actuales en el futuro.

Este componente del valor económico se llama *valor de opción* e intenta explicar solo de manera teórica en este estudio, un valor económico adicional que les reportaría a los usuarios del río su excedente del consumidor actual, y se refleja como una cantidad de dinero adicional que los usuarios estarían dispuestos a pagar en el presente para asegurar la disponibilidad futura del agua proveniente del río, ya que no existe la completa certeza de que este pueda estar en igual disponibilidad por la posible construcción de la presa hidroeléctrica (Weisbrod, Collective-Consumption Servicies of Individual Consumption Goods, 1964). Es por ello que al valor de opción puede considerársele un valor de uso en condiciones de incertidumbre (Labandeira Villot & Vázquez M, 2007).

En este capítulo se desarrolla el modelo del Valor de Opción de (Weisbrod, 1964) y desarrollado por (Cicchetti & Freeman, 1971) bajo un escenario *ex ante (*antes de

conocer los resultados que se derivan de la política de llevar a cabo la construcción de la presa hidroeléctrica o no) y con incertidumbre en el suministro local de agua proveniente del río[4] aplicado al problema de la elección en condiciones de riesgo de los usuarios directos del río aguas abajo de la localización del embalse. Para ello se describen las preferencias de los individuos ante los posibles resultados de la política de llevar a cabo o no el proyecto de construcción de la presa hidroeléctrica y junto con ello su disposición a pagar (DAP) por una opción que garantice la disponibilidad futura de agua del río (el precio de opción).

Para ello se parte de dos situaciones probables denotadas por Ω Ω Ω, en donde:

Ω: Es una situación en la cual el individuo tiene: un acceso directo a una cantidad de agua del río (Ω_{Ω}) dado un estado de su calidad (Ω_{Ω}), nivel de ingreso (Ω_{Ω}) y tecnología con que cuenta para hacer uso de él y del cual mantiene, un nivel de utilidad $\Omega(\Omega)$ que le reporta el valor de uso del río si no se lleva a cabo la construcción de la presa hidroeléctrica (Ω_{Ω}), por lo que: $\Omega\Omega\Omega|\Omega_{\Omega}\Omega = \Omega(\Omega_{\Omega}, \Omega_{\Omega}, \Omega_{\Omega}, |\Omega_{\Omega})$ es la utilidad condicional asociada a las características de la situación Ω, dado que el resultado de la política es Ω_{Ω}.

Ω: Es una situación en la cual el individuo tiene: un acceso directo a una cantidad de agua (Ω_{Ω}) y estado de la calidad del río (Ω_{Ω}) menores que en A y un nivel de ingreso (Ω_{Ω}), pero con el mismo nivel de tecnología con que cuenta para hacer uso de él y del que obtiene un nuevo nivel de utilidad $\Omega(\Omega)$ que le reporta el valor de uso del río si se lleva a cabo la construcción de la presa hidroeléctrica (Ω_{Ω}), por lo

[4] En un inicio, era una condición necesaria la incertidumbre en la demanda para que existiera el valor de opción, sin embargo, se ha demostrado que la incertidumbre en la oferta hace pertinente el concepto de valor de opción para su aplicación en el análisis costo-beneficio de los incrementos o decrementos del suministro de los bienes ambientales (Brookshire , Eubanks, & Randall, 1983) derivados de proyectos de desarrollo económico. Aunado a esta razón la población que se vería afectada por una disminución en la disponibilidad de agua se encuentra en condiciones de absoluta certeza de demandar el agua del rio en un futuro, dadas las acciones colectivas de defensa y lucha social para no dejar que se lleve a cabo el proyecto.

que: $U(B|P_B) = U(P_B, q_B, z_B, |P_B)$ es la utilidad condicional asociada a las características de la situación B, dado que el resultado de la política es P_B.

Siendo P_B una variable binaria que asume los valores correspondientes a la decisión política del gobierno de llevar a cabo el proyecto o no, es decir; de los diferentes estados de la naturaleza probables y mutuamente excluyentes en el que se contextualiza el problema de elección de los usuarios del río, se tiene que:

$$P_B = \begin{cases} P_B & \text{si el proyecto no se realiza} \\ P_B & \text{si el proyecto se realiza} \end{cases}$$

El individuo usuario directo del río muestra *ex ante* un orden de preferencias (antes de que se conozcan los resultados de la política), en este caso, prefiere que no se altere su disponibilidad de agua derivado de la construcción de la presa, por lo que:

$$U(B|P_B) > U(B|P_B)$$

Representa a un ganador *ex post*[5] si el resultado de la política es P_B (no se realiza el proyecto), y:

$$U(B|P_B) < U(B|P_B)$$

un perdedor *ex post* si el resultado de la política es P_B(se realiza el proyecto). La función de utilidad muestra una relación cóncava entre los niveles de utilidad asociados a las posibles situaciones U U U, lo cual implica que el individuo presenta una utilidad marginal decreciente en el nivel de ingreso U, disponibilidad de agua (q) y calidad del agua (z), por lo cual lo cual se cumple que $\frac{\partial U}{\partial U}, \frac{\partial U}{\partial U}, \frac{\partial U}{\partial U} < 0$.

Este supuesto es necesario para caracterizar las actitudes de las personas ante un cambio en una situación dada; las personas tienden a valorar más las pérdidas que las ganancias, es decir; ante una determinada disminución en la cantidad y/o calidad del agua de la que pueden disponer, las personas experimentan una mayor pérdida de utilidad o bienestar que lo que les reportaría un aumento de la misma

[5] Después de que se conocen los resultados

magnitud de dicho cambio (Pindyck & Rubinfeld, 2009). La siguiente figura muestra esta función de utilidad asociada los posibles estados de la naturaleza □ □ □.

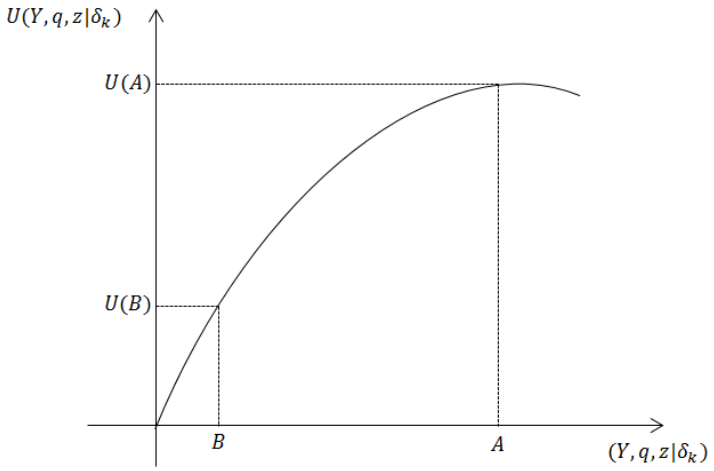

Figura 6. Función de Utilidad Condicional del Usuario del Río

Ex post si el resultado de la política □ fuera □ y tanto la disponibilidad como la calidad de agua del río disminuyeran y el usuario pasara de la situación □ a la □, entonces la diferencia entre los niveles de ingreso asociados a cada una de las situaciones □ − □ sería la disposición a pagar por la restauración[6] del agua disponible tanto en su cantidad como en su calidad para el usuario del río (Perman, Ma, McGilvray, & Common, 2003).

Sin embargo, dada la incertidumbre existente en el suministro de agua del río en el presente, el usuario solo tiene acceso a una distribución de probabilidades objetiva[7], en donde la variable aleatoria es la variable de decisión política □ y

[6] En analogía a la variación compensatoria

[7] De acuerdo al economista Frank Knight este supuesto es para caracterizar las situaciones bajo riesgo en donde se conocen todos los posibles resultados y sus probabilidades de un fenómeno aleatorio, a diferencia de la incertidumbre en donde se desconocen las probabilidades asociadas a los resultados del fenómeno; el riesgo lleva a la estimación del valor de opción mientras que la incertidumbre lleva al valor cuasiopcional. (Labandeira Villot & Vázquez M, 2007) mencionan que la distribución de probabilidades puede ser objetiva o subjetiva para la estimación del valor de opción, es decir aun cuando la teoría de la utilidad esperada que sustenta esta medida del valor

donde los valores que puede asumir $(Y_i, Y_j) \in Y_i$ tienen asociadas las probabilidades q_i y $1 - q_i$ respectivamente. A esta distribución de probabilidad o lista doble de resultados y probabilidades puede llamársele también lotería[8] y pueden representarse como $L = [Y_i, Y_j : q_i, 1 - q_i]$

El conjunto de todas las posibles loterías al hacer variar las probabilidades pueden representarse a través de un segmento de recta, en donde cada punto corresponde a una lotería específica y los extremos a los eventos seguros cuando q_i q_i $1 - q_i$ son iguales a 1 (Cárcamo C., 2004). La siguiente figura muestra este segmento por debajo de la función de utilidad como una línea recta que une los puntos q q q.

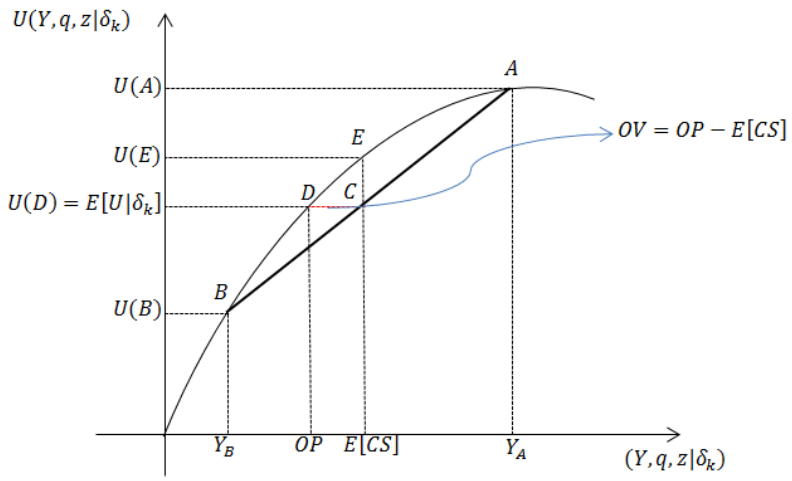

Figura 7. Precio de opción, Valor de opción y Excedente Compensatorío Esperado del Valor de Uso del Río en condiciones de Riesgo

Obsérvese que si $q_i = 1$, entonces la variable aleatoria Y_i asume Y_i (no se lleva a cabo el proyecto) con certeza por lo que la disposición a pagar por la disponibilidad futura de agua del río es igual a cero, mientras que si $q_i = 0$, entonces la variable aleatoria Y_i asume Y_i (se lleva a cabo el proyecto) con certeza por lo que la disposición a pagar por la disponibilidad futura de agua del río es

económico se base en probabilidades objetivas, para estos fines, estas pueden derivar de los juicios personales.

[8] En el lenguaje de la Teoría de la Utilidad Esperada (TUE)

igual a $\pi_i - \pi_j$, en este sentido; a medida que π_i varía entre 0 y 1 el excedente compensatorío (CS)[9] también.

Suponga por simplicidad la siguiente lotería $L = (x_i, x_j : \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$ al asignar probabilidades diferentes a los eventos de certeza, se emplea el valor esperado del excedente compensatorio $E(CS_{ex})$ para descubrir la disposición a pagar por la restauración del acceso al agua del río *ex post*, una vez que se conoce el resultado de llevar a cabo el proyecto de la presa hidroeléctrica, por lo que $E(CS_{ex})$ está condicionado a los valores que asuma la variable aleatoria π_i y sus respectivas probabilidades:

$$E(CS_{ex}) = \pi_i * E(CS_{ex} | \pi_i) + (1 - \pi_i) * (E(CS_{ex} | \pi_j)) = \sum_{i=1}^{2} \pi_i E(CS_{ex})$$

Sustituyendo las probabilidades y las variaciones del ingreso correspondiente a cada situación probable se tiene:

$$E(CS_{ex}) = \frac{1}{2} * 0 + \frac{1}{2} * (x_i - x_j) = \frac{1}{2} * (x_i - x_j)$$

Cuando $\pi_i = \frac{1}{2}$ la disposición a pagar por la restauración del acceso al agua del río medido como el excedente compensatorio esperado se encuentra a medio camino del segmento que une A y B en el punto C de la figura 7. Observe que $(E(CS_{ex}) | \pi_j = 0)$, dado que, si no se lleva a cabo el proyecto de la presa hidroeléctrica el usuario directo del agua del río declararía una disposición a pagar igual a cero por su restauración.

En este punto C, la utilidad que el usuario experimentaría, dado el riesgo existente en el suministro local de agua del río, se encuentra por debajo de la función de utilidad y es menor que el que experimentaría en el punto A en condiciones de certeza (si $\pi_i = 1$) dado que el $E(CS_{ex})$ refleja la disposición a pagar una parte de su ingreso monetario por la restauración del acceso a la disponibilidad de agua del río en condiciones de riesgo.

[9] Dependiendo de la medida del cambio en el bienestar que se esté empleando podría ser también la variación compensatoria

Otra forma de ubicar este punto C, es calculando la utilidad esperada de las utilidades condicionales asociadas a la situación A y B determinadas por la lotería $\ell = \{\ell_1, \ell_2; \frac{1}{2}, \frac{1}{2}\}$, de tal forma que esta queda como:

$$E[U(\ell)|\ell_1] = \ell_1 \sum_{i=1}^{2} U(\ell_i, \ell_1, \ell_2|\ell_1) = \frac{1}{2} U(\ell_1, \ell_1, \ell_2|\ell_1) + \frac{1}{2} U(\ell_2, \ell_1, \ell_2|\ell_1)$$

Por otra parte, el punto E de la figura 7 por encima del punto ℓ, muestra de manera hipotética el nivel de utilidad $U(\ell)$ que le reportaría el valor de uso del río en condiciones de certeza a un individuo cuyo nivel de ingreso fuera exactamente el mismo que el que hace $U[E\ell_1]$ en el punto ℓ. Claramente se observa que estas dos opciones tienen el mismo valor esperado; tanto la segura[10] como la arriesgada, sin embargo, la utilidad de la alternativa segura es mayor que la utilidad esperada de la alternativa arriesgada $U(\ell) > E[U(\ell)|\ell_1]$. Por lo que de acuerdo al axioma de racionalidad de la teoría de la elección, el usuario preferirá estar en aquella situación que le reporte un mayor nivel de utilidad el valor de uso del río en este caso; la situación ℓ es preferible a la situación ℓ.

Bajo el supuesto de utilidad marginal decreciente en el ingreso, un individuo que prefiere una opción segura a una opción arriesgada cuyo valor esperado es el mismo se dice que es *adverso al riesgo* (Pindyck & Rubinfeld, 2009), en este sentido la función de utilidad de la Figura 7 describe las preferencias de los usuarios del agua del río cuando son adversos al riesgo. Este supuesto implica que los individuos estén dispuestos a pagar una cantidad de su ingreso monetario adicional a la que estarían dispuestos a pagar de acuerdo al valor esperado del excedente compensatorío $\ell - E\ell_1$ para cubrirse del riesgo de no tener la misma disponibilidad de agua del río por la posible construcción de la presa hidroeléctrica.

Para hallar esta cantidad de ingreso adicional, nos preguntamos por una alternativa segura que le reporte el mismo nivel de utilidad que la utilidad

[10] Ya que esta situación representa un nivel de ingreso seguro asociado al valor de uso del rio en condiciones de certeza, su valor esperado al ser una constante es igual a la misma constante

esperada $E[U|\theta_i]$ que le reporta la situación incierta del suministro local de agua del río, esta alternativa viene representada por el punto E el cual se encuentra a la izquierda del punto D pero sobre la función de utilidad, este punto de acuerdo a (Friedman & Savage, 1948), se llama *equivalente de certeza bajo riesgo.* A esta alternativa segura (Cicchetti & Freeman, 1971) le llamaron el precio de opción OP y representa la cantidad máxima de ingreso monetario que una persona estaría dispuesta a pagar ex ante, por una opción que garantice el suministro futuro de un recurso o un bien ambiental sin importar el resultado de la política. El nivel de utilidad que experimenta el usuario del río cuando paga el precio de la opción es $U(E)$ y esta es igual a $U(Y - OP, \theta, \theta|\theta_i)$.

La diferencia entre OP y $E[U|\theta_i]$ es igual al valor de opción OP, y se representa por el pequeño segmento de recta horizontal en la figura 7 que aparece entre el punto D y el E. El valor de opción es, en equivalencia a la teoría de las decisiones bajo riesgo, igual a la *prima de aversión al riesgo*; la cantidad de dinero a la que estaría dispuesto a renunciar un individuo adverso al riesgo para mostrarse indiferente entre una alternativa segura y una arriesgada (Friedman & Savage, 1948).

En este caso; representa la renuncia de una cantidad de dinero adicional que deja al usuario del río indiferente entre asumir el riesgo de pagar una cantidad de ingreso monetario *ex post* (después de que se conoce el resultado de la política θ_i) en caso de llevarse a cabo el proyecto de la presa hidroeléctrica igual a $E[U|\theta_i]$ y, entre una alternativa que asegure el suministro local de agua del río *ex ante* (antes de que se conoce el resultado de la política θ_i) independientemente del resultado de la política que resulte antes de que se lleve a cabo e igual al OP.

Esta condición de indiferencia entre las alternativas *ex ante* y *ex post* puede expresarse como:

$$U(Y - OP, \theta, \theta|\theta_i) = \theta_i \sum_{i=1}^{n} U(Y, \theta, \theta|\theta_i)$$

E implica hallar la cantidad máxima que el usuario del río pagaría por la opción (□□), y sería aquella que hiciera las utilidades esperadas de las posibles decisiones sean iguales (Brookshire , Eubanks, & Randall, 1983)[11].

4.2 La variación equivalente del ingreso y la disposición máxima a pagar (DAP) por evitar los impactos ambientales de llevar a cabo el proyecto de la presa y central hidroeléctrica

En el siguiente apartado se desarrolla la variación equivalente del ingreso (VE) como una medida monetaria *ex ante*[12] del cambio subjetivo en el bienestar ante la posible construcción de la presa y central hidroeléctrica como una medida apropiada del valor de uso de los recursos naturales que habrían de perderse por los impactos ambientales que originaría su construcción y operación.

Esta medida monetaria del cambio en el bienestar representa el valor de uso como componente del valor económico total de los recursos naturales que habrían de perderse si se llevara a cabo el proyecto y se refleja como la máxima disposición a pagar (DAP) por evitar dicho proyecto y asegurar su disponibilidad en la cantidad y calidad actual, así como los servicios ambientales que deriven de estos.

En relación al agua, suponga que un usuario directo del agua del río presenta un nivel de bienestar o utilidad (□$_{□}$) que le reporta el valor que deriva de su uso consuntivo (□), junto con el consumo de todos los otros bienes (□) de los cuales puede disponer dado su nivel de ingreso monetario □□ □en la situación presente. En el punto A de la figura 8, este punto refleja la situación actual.

[11] En el caso de la prima de aversión al riesgo esta alcanza su máximo valor cuando las probabilidades □$_{□}$ □ 1 − □$_{□}$ son iguales a $\frac{□}{□}$, tomando en cuenta que entre mayor sea la variabilidad o distancia entre las pérdidas y ganancias de las opciones esta también resulta ser más grande.

[12] Antes de que se conozcan los resultados de la política de llevar a cabo el proyecto

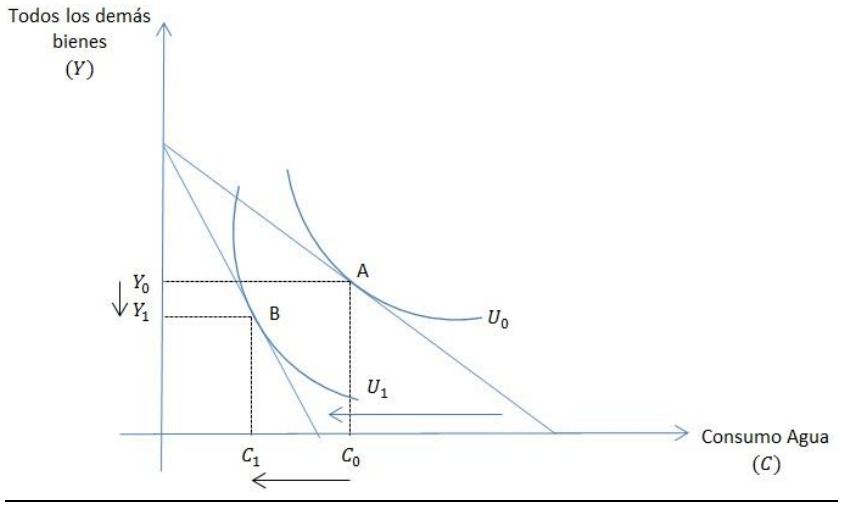

Figura 8. Cambio en el bienestar debido a la construcción de la presa

En este nivel de utilidad (U_0) se plantea el supuesto de que el individuo puede disponer de un consumo de agua C_0 por el cual paga una cuota mensual P_C para algún uso consuntivo[13] y una cantidad Y_0 de todos los otros bienes cuyo precio indicativo es P_Y, por lo que su restricción presupuestaria es:

$$I = P_C C + P_Y Y$$

En la Figura 8, C_0 y Y_0 son las cantidades óptimas que resuelven el problema de maximización de la utilidad de los usuarios bajo el supuesto de racionalidad económica que definen la siguiente función de utilidad indirecta, tomando en cuenta que estas se encuentran en función de los precios y del nivel de ingreso monetario.

$$U_0 = U_0(P_C, P_Y, I) = U_0(P_C, P_Y, I)$$

Suponga que el gobierno y la empresa encargada de llevar a cabo el proyecto de construcción de la presa y central hidroeléctrica están considerando llevarlo a cabo en un momento dado; esta medida pone en riesgo la disponibilidad local de agua futura tanto en cantidad como en calidad y sus servicios ambientales aguas debajo de la localización del embalse.

[13] Por ejemplo algún uso doméstico o agrícola

Suponga también que, como parte del proceso de negociación de conflictos e intereses para el diseño de la política de construcción de la presa antes de llevarse a cabo, el gobierno local está interesado en conocer ¿cuál es la máxima disposición a pagar (DAP) para evitar que se lleve a cabo el proyecto? Y comparar esta medida con los beneficios obtenidos de llevarlo a cabo[14], es decir; los beneficios que se derivarían del suministro de agua y generación de energía eléctrica.

Para ello suponga primero que, *ex post*[15], se decide llevar a cabo el proyecto, esto traería como consecuencia una disminución de la disponibilidad de agua y de su calidad así como también una pérdida de sus servicios ambientales aguas debajo de la localización del embalse, lo cual traslada al usuario del agua del río a un nivel de bienestar y utilidad menor en el punto ⬚ de la Figura 8.

Ahora bien, suponga que derivado de la disminución en la disponibilidad de agua del río por su embalse aumenta la cuota mensual de agua de ⬚⬚ a ⬚⬚ como medida de eficiencia para racionar el recurso y para sufragar los gastos de operación por el mantenimiento de la nueva infraestructura hidráulica, manteniendo constantes los precios de todos los demás bienes ⬚⬚ de los cuales puede disponer el individuo y su nivel de ingreso monetario ⬚, la nueva restricción presupuestaría del usuario es

$$\square = \square\square \square + \square_{\square}\square$$

Al aumentar el precio de la cuota mensual, la línea de restricción presupuestaria inicial se contrae hacia la izquierda como se muestra en la Figura 8 y las nuevas

[14] La medida de la DAP total representa de acuerdo a (Constanza, 1997) , una estimación mínima del valor económico de los recursos naturales como el agua, dado que en este caso solo se está estimando su valor de uso por los usuarios directos del rio como componente del valor económico total que cambiara con el tiempo (se espera que aumente de valor a través de su preservación en el de acuerdo al criterio de Krutilla), si se tomaran en cuenta los valores de no uso del agua del rio se tendría una mejor aproximación de los costos ambientales de llevar a cabo el proyecto de construcción de la presa y central hidroeléctrica para sumarlos a los costos económicos y sociales y compararlos con los beneficios de su construcción en el Análisis Costo-Beneficio.

[15] Después de que se conozcan los resultado de la política pública

cantidades óptimas x_1^*, x_2^* que resuelven el problema de maximización de la utilidad definen la siguiente función de utilidad indirecta en el punto B.

$$v_B = v_B(x_1^*, x_2^*, x_3^*, \ldots, x_n^*) = v_B(x_1^*, x_2^*, \ldots)$$

Al aumentar la tarifa mensual de agua el nivel de bienestar de la persona disminuye, dado que ocurren dos efectos por el aumento de la cuota mensual:

1. Efecto precio: Se encarece el agua en relación a los demás bienes que consume, por lo que el individuo tendera a racionar y hacer un mejor uso del agua para poder permitirse seguir consumiendo la misma cantidad de todos los demás bienes de los cuales puede disponer, de lo contrario tendrá que sacrificar más unidades estos bienes para mantener los mismos niveles de consumo de agua.
2. Efecto ingreso: Disminuye el poder adquisitivo de las personas por lo que su ingreso real disminuye, sin importar el nivel de consumo que elija el individuo consumir, le quedara menos dinero para consumir todos los otros bienes[16].

Ahora que se conoce ya el resultado en el nivel de bienestar de los usuarios directos del río de llevar a cabo el proyecto en caso de realizarse, suponga nuevamente que *ex ante* el gobierno está interesado en sustraer una parte del ingreso monetario de las personas para evitar la construcción de la presa

[16] Puede observarse en la Figura 8, que no solo disminuye el consumo de agua debido al racionamiento de esta por el aumento de la tarifa mensual, sino también de todos los otros bienes de x_1^*, x_2^*, debido a que el bajo nivel de Ingreso de una familia rural en su mayor parte se asigna a la demanda de bienes básicos como alimentos, vestido y transporte, el aumento en el precio de la tarifa de agua disminuye su poder adquisitivo (su ingreso real) en mayor proporción que una familia urbana por lo que tenderá a disminuir el consumo de los demás bienes también en una mayor proporción

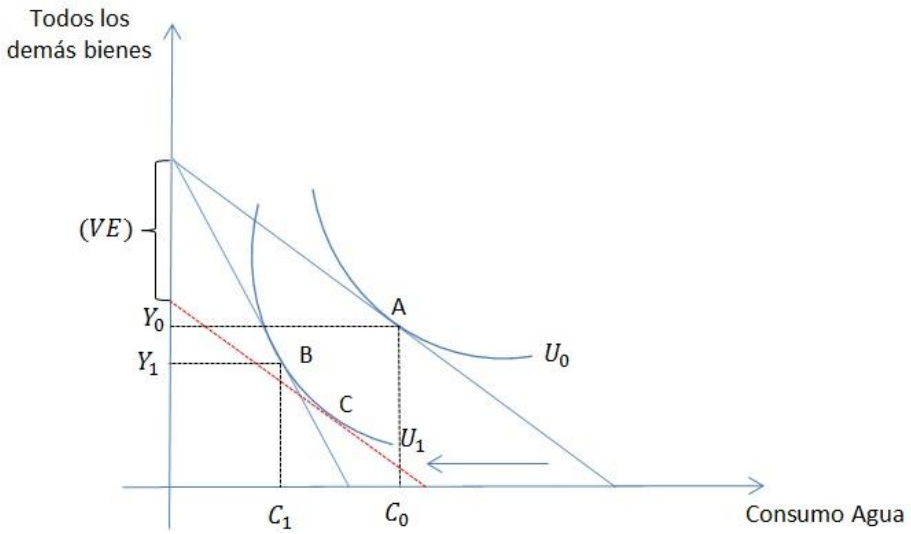

Figura 9. Variación Equivalente del Ingreso ante la posible construcción de la presa.

Por lo que los usuarios directos del agua del río debajo de la localización del embalse estarán dispuestos a pagar una cantidad máxima de su ingreso monetario equivalente al nivel de bienestar que habrían de tener (o perder) de llevarse a cabo el proyecto en $\square_{\square}$ que cuando no lo es en $\square_{\square}$, es decir pagarían como máximo una cantidad de dinero que dejara indiferente a los usuarios del agua del río entre tener el agua del río cuando no se lleva a cabo el proyecto que cuando se lleva a cabo. Esta variación monetaria de la utilidad o del bienestar se llama variación equivalente del ingreso (VE) y mide la máxima (o mínima) disposición a pagar (o aceptar) para evitar (o aceptar) un cambio antes de que ocurriese.

Esto se refleja en la Figura 9 como un desplazamiento de la curva de restricción presupuestaria inicial hacia la izquierda hasta el punto $\square$ en $\square_{\square}$, la condición para hallar la máxima disposición a pagar por evitar la política de llevar a cabo el proyecto puede representarse como una igualación de las funciones de utilidad indirecta restando la $\square\square$ de $\square$ en $\square_{\square}$ para alcanzar $\square_{\square}$ antes del cambio de política:

$$\square_{\square}\square\square\square\,,\square_{\square},\square\ \square = \square_{\square}\square\square\square\,,\square_{\square},\square\ - \square\square\square$$

Si hacemos VE igual a la DAP por definición, entonces

$$\square_{\square}\square\square\square\,,\square_{\square},\square\ \square = \square_{\square}\square\square\square\,,\square_{\square},\square\ - \square\square\square\square$$

Para poder estimar el monto de VE[17] se tiene que hacer uso de las funciones de gasto, de modo que esta es igual a la diferencia entre lo que habría que gastar a la cuota mensual original y tras el aumento en esta por la construcción de la presa para alcanzar el nivel de bienestar resultante del cambio

$$VE = E(p, q_0, u_0) - E(p, q_1, u_0)$$

Esta viene medida por la distancia entre la restricción presupuestaría inicial y la restricción presupuestaría paralela que se desplaza para alcanzar el nivel de bienestar que resultaría después del cambio, en la Figura 2 se señala como la distancia VE entre las dos rectas en el eje de las ordenadas.

Es así como la variación equivalente del ingreso como una medida monetaria del cambio subjetivo en el bienestar puede reflejar la disposición a pagar una parte del ingreso monetario para evitar la política que pone en riesgo la disponibilidad de agua del río y los valores de uso asociados a su uso consuntivo, de ahí que pueda reflejar una parte del valor económico total del río.

5. Hipótesis

H1: Las personas son adversas al riesgo, lo cual implica que valoran más las pérdidas derivadas de los impactos ambientales que las ganancias que originaría la construcción de la presa y central hidroeléctrica, ello tiene como consecuencia que la DAP y la DAC sean diferentes por lo que se espera que la DAC sea mayor que la DAP.

[17] Por el método de valoración contingente es a través de la formulación de una pregunta en formato abierto, de referéndum (binario) o mixto que se obtiene la DAP.

6. Métodos y materiales

6.1 Características del diseño del estudio

El presente estudio de investigación se realizó en el mes de Diciembre del 2015 los días 16 y 17 en el municipio de Jalcomulco y Tuzamapa, por lo que este es de corte transversal y descriptivo, dado que pretende describir las preferencias de los habitantes de las comunidades por la construcción de la presa hidroeléctrica y revelar el valor económico de los impactos ambientales que generaría ésta en un momento dado del tiempo a través de la estimación de la DAP y de la DAC. Ello implica que el estudio es también prospectivo dado que no se parte de datos históricos sino primarios para los análisis de la información y obtención de los resultados.

6.2 Diseño de muestreo

Para llevar acabo los objetivos particulares de la investigación se aplicó el método de valoración contingente (MVC), de tal forma que su aplicación exigió el diseño de la muestra y la forma de obtención de los datos.

La población la constituyen todos los habitantes de los hogares pertenecientes a las localidades y municipios aguas arriba y aguas abajo de la localización del embalse que estén susceptibles a padecer los costos ambientales del proyecto o que se encuentren dentro de la región que concentre estos, lo cual hace indeterminado el conocimiento del número exacto de habitantes que conforman la Población de estudio ya que no se sabe con exactitud ni la magnitud de los impactos ambientales así como los grupos de habitantes que los habrían de soportar, de ahí la importancia de seleccionar una muestra.

El tipo de muestreo que se empleó es el muestreo por cuotas en analogía al muestreo aleatorio estratificado; este muestreo no es probabilístico sino subjetivo, y consiste en realizar una selección no aleatoria de un grupo de personas con el fin de cubrir una cuota la cual se fija tomando en consideración alguna característica de los individuos (Zavaleta Sánchez, 2007), este se divide en dos tipos:

proporcional y no proporcional. De acuerdo a (L. Lohr, 2007), en el muestreo por cuotas proporcional, empleado en este estudio, se sigue el siguiente procedimiento:

a. Se divide la población en cuotas definida por alguna variable o criterio conocido;
b. Se calcula el peso proporcional de cada cuota con respecto a la población que representan;
c. Se multiplica cada peso por el tamaño de la muestra para determinar cada una de las cuotas precisas;
d. Una vez determinadas las cuotas el investigador es libre de elegir a los sujetos de la muestra dentro de cada cuota.

En este sentido es que se utilizó una variable geográfica para definir las cuotas (o sub-muestras): a) aguas arriba y b) aguas abajo de la localización del embalse, ya que como se mencionó anteriormente los impactos ambientales son diferentes en ambas partes por lo que conviene analizarlas como partes heterogéneas de una misma muestra que al mismo tiempo son homogéneas dentro sí mismas. La tabla 2 muestra los dos municipios que se tomaron para la conformación de las cuotas.

Tabla 2. Distribución de los municipios que conforman la muestra por cuotas.

Cuotas	Municipios
i. Aguas arriba del embalse	1. Tuzamapan
ii. Aguas abajo del embalse	2. Jalcomulco

La figura 10 muestra la distribución territorial de dichas cuotas

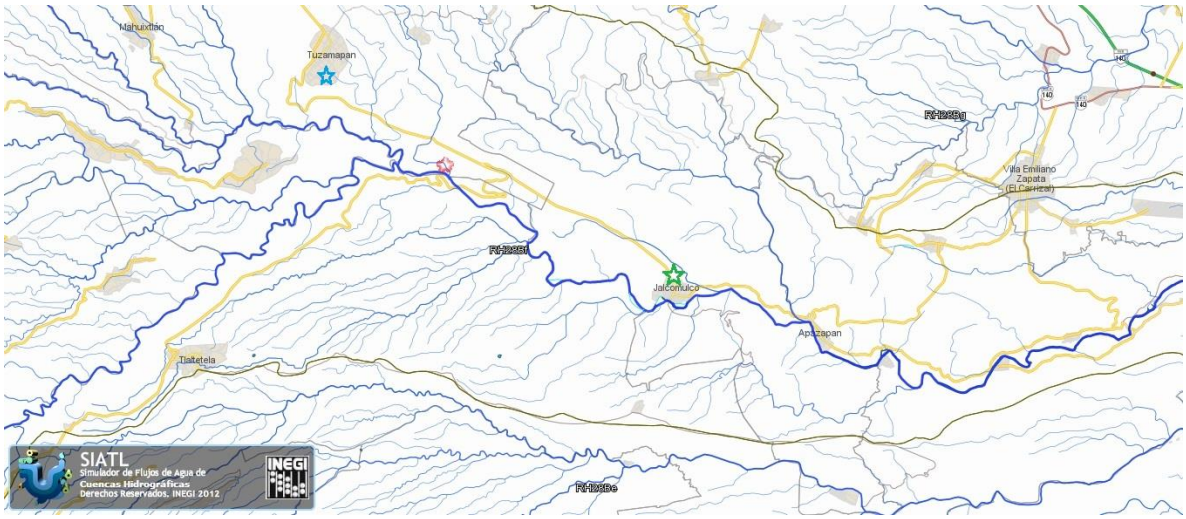

Figura 10. Distribución de los municipios pertenecientes a las cuotas (o sub-muestras)

6.3 Tamaño de la muestra

Se decidió encuestar a $n = 60$ personas en total[18] por razones de conveniencia, dejando en claro que este tamaño corresponde a una muestra piloto que puede ser empleada para estudios posteriores que den seguimiento a los resultados obtenidos de este estudio. Siguiendo los pasos para definir el tamaño de las cuotas o sub-muestras, la tabla 3 muestra el tamaño de cada una:

Tabla 3. Tamaño de las cuotas y unidades muéstrales a encuestar

Cuota	**Localidad**	**Total de habitantes[19]** N_i	**Pesos** $\omega_i = \frac{N_i}{\sum_{i=1}^{2} N_i}$ para $i = 1, 2$	**Cuotas precisas**
Aguas arriba del embalse	Jalcomulco	2955	$\omega_1 = \frac{2955}{10477} = 0.28$	$n_1 = 0.28 * 60 \approx 17$
Aguas abajo del embalse	Tuzamapan	7522	$\omega_2 = \frac{7522}{10477} = 0.72$	$n_2 = 0.72 * 60 \approx 43$
				$n = 60$

De acuerdo a los tamaños obtenidos de las cuotas y en aproximación a estas se entrevistaron a 18 personas en Jalcomulco y 42 en Tuzamapan, la siguiente gráfica muestra las proporciones que ocupan los habitantes en la muestra por municipio:

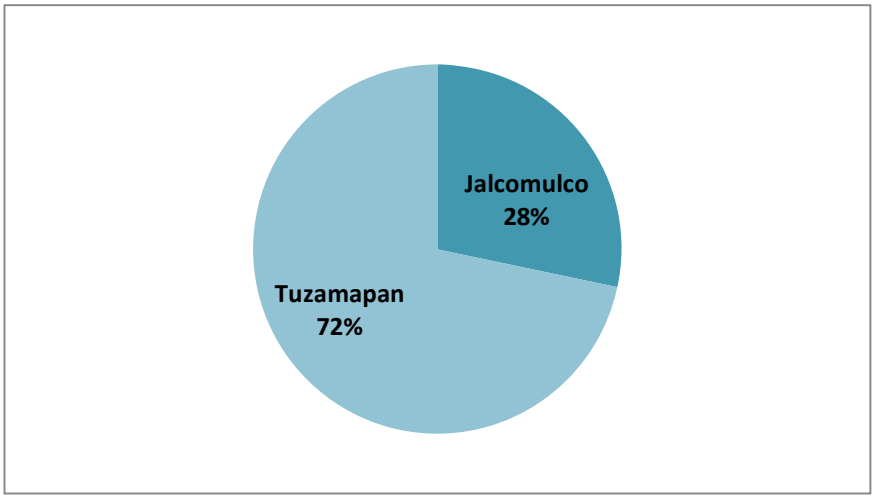

Figura 11. Distribución de las cuotas en porcentaje por municipio

[18] El tamaño de la muestra igual a 60 es determinado a conveniencia por razones de tiempo y recursos, el muestreo no probabilístico es irrestricto en este sentido.

[19] El número de habitantes fue tomado de (SIALT, 2015) y corresponden a cifras del año 2010

Es importante mencionar que por el tipo de muestreo empleado los resultados acerca de la DAP y la DAC no pueden generalizarse al total de la población perteneciente a cada municipio por lo que la media de estas dos medidas no pueden multiplicarse por el total de la población para globalizar los resultados (Riera, 1994), por lo que los estos serán presentados de forma individual.

6.4 Unidades de estudio

Como parte del método de valoración contingente (MVC) la definición de las unidades de estudio se debe realizar en función de lo que se quiere medir, en este caso el valor económico de los impactos ambientales, el cual puede ser revelado por los usuarios y no usuarios de los recursos naturales que se perderían como consecuencia de la construcción y operación de la presa.

En este sentido es que el cuestionario se diseñó para ser respondido por los jefes de los hogares de entre 18 y 60 años esperando que estos revelaran tanto la DAP (disposición máxima a pagar) como la DAC (disposición mínima a ser compensado) por resarcir o soportar los impactos ambientales respectivamente.

6.5 Simulación del mercado

En el contexto *ex ante* (antes de que se conozcan los impactos ambientales originados por la construcción y operación de la presa y central hidroeléctrica en el río los pescados), para poder investigar el valor económico de los impactos ambientales a través de la variación equivalente en el ingreso (VE) como medida monetaria *ex ante* del cambio subjetivo en el bienestar de los habitantes causado por las posibles actividades de construcción y operación de la presa, cabe mencionar que la pregunta de valoración económica pudo haberse planteado de dos formas distintas:

a. Como la disposición máxima a pagar (DAP) para evitar que el proyecto se lleve a cabo o;
b. Como la disposición máxima a pagar (DAP) para restaurar los posibles impactos ambientales que originaría el proyecto.

Ambas medidas en contextos diferentes pretenden medir, por una parte, el cambio marginal en la provisión de los bienes y servicios ambientales en cantidad y calidad dada la situación actual, y por otra, los cambios en el bienestar de los usuarios y no usuarios de los bienes y servicios ambientales que traerían consigo estas modificaciones en el medio ambiente que al monetizarse reflejarían su valor económico parcial.

La primer forma se descartó ya que las condiciones de resistencia y lucha de los pueblos, en particular de los habitantes de Jalcomulco, podría generar inconformidad y molestia al responder tal pregunta, por lo que tratando de disminuir las respuestas de protesta, se diseñaron tres preguntas condicionales para obtener a través de la última el valor económico de los impactos ambientales.

La primera pregunta de valoración se tomó del estudio de (Alp & Yetis, 2010), quedando de la siguiente forma:

> "Va a ser muy difícil y costoso reparar el daño ambiental causado por la construcción de la presa hidroeléctrica. Las contribuciones de los pueblos de la zona podrían ser necesarias para ayudar a restaurar el medio ambiente local que será dañado por el proyecto, ¿estaría usted dispuesto a contribuir a resarcir los impactos ambientales en un esfuerzo local que incluiría a todos en la región?"

Para tal pregunta, la escala de medición de la respuesta que se utilizó fue binaria: "si o no", que de acuerdo a (Riera, 1994) como parte de la simulación del mercado y tratando de definir la cantidad de lo que se quiere valorar se hace en términos de una alternativa planteada que consiste en mantener el posible estado actual de las cosas o acceder a un cambio en este caso.

Inmediatamente después para quienes respondieran "si" a esta pregunta, se les preguntaría acerca de cómo les gustaría ayudar a resarcir los impactos

ambientales, si a través de horas de trabajo[20] o a través de una aportación periódica de dinero. Para el grupo de personas que respondieran la segunda opción, en seguida se les arrojo la pregunta de valoración en su formato continuo o abierto de la siguiente forma:

> "Si tuviera que contribuir a resarcir los impactos ambientales originados por la construcción y operación de la presa, ¿Cuál sería la cantidad máxima de dinero que estaría dispuesto a pagar para contribuir a esta causa?"

Debe comentarse que se utilizó este formato ya que al estar basado el estudio en un muestreo subjetivo el cual constituye una muestra piloto, las respuestas pueden ayudar a establecer precios guías en la reformulación de la pregunta de valoración para futuras investigaciones. Para definir la frecuencia del pago los entrevistados podrían elegir entre diversas modalidades como mensual, bimestral, semestral, anual o algún otro, por último los entrevistados podrían definir la forma de pago de acuerdo a su criterio, esta última parte también se planteó como pregunta abierta con la finalidad de poder tener una guía en de sus posibles respuestas para futuras investigaciones

6.6 Características del instrumento de medición

En el anexo estadístico se muestra el instrumento de medición empleado a manera de cuestionario para lograr los objetivos de la investigación planteados. El cuestionario constó de un total de 37 preguntas el cual fue contestado en alrededor de 6 a 7 minutos cada uno, este se dividió en las siguientes partes:

i. Acerca del conocimiento y percepción del proyecto Propósitos Múltiples Xalapa;
ii. Acerca de la percepción de los beneficios del proyecto;
iii. Acerca de la percepción de los costos del proyecto;

[20] Se deja abierta la investigación para simular un mercado que traduzca las horas de trabajo en una medida monetaria del cambio subjetivo que refleje el valor económico de los impactos ambientales en futuras investigaciones, ya que dicho tema no se abordó.

iv. Acerca de la disposición a pagar;

v. Acerca de la disposición a ser compensado;

vi. Información socioeconómica

En los anexos estadísticos se describen cada una de las preguntas de las que constó el instrumento, para cada una de ellas corresponde una variable y su nombre para poder ser identificada, su tipo, escala de medición y la manera en la que se codificaron las respuestas para cada una. Como puede verse la mayoría de estas son categóricas.

En esta sección como parte de los métodos a emplear se describe la prueba no paramétrica Ji-cuadrado de asociación entre variables cualitativas o categóricas, esta prueba es importante ya que sirvió como criterio de selección de las variables cualitativas a emplear en el diseño de los modelos que explican tanto la DAP como la DAC ya que nos permite saber si existe asociación estadística entre las posibles variables independientes y la variable respuesta antes de correr los modelos de regresión logística a emplear.

6.6 Prueba no paramétrica Ji-Cuadrado

Esta prueba parte del análisis de una tabla de contingencia de doble entrada (dos variables cualitativas), la cual se define por el número de niveles que posee cada una de las variables (por ejemplo si la DAP se mide en el formato de binarío: si o no, esta variable cuenta con tan solo dos niveles). Bajo la hipótesis nula de que existe independencia entre las variables a analizar plateamos el siguiente juego de hipótesis:

H_0: [illegible]

H_1: [illegible]

Posteríormente calculamos el estadístico de prueba Ji-Cuadrado, el cual se basa en la comparación de las frecuencias observadas con las frecuencias esperadas, este se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^{c}\sum_{i=1}^{r}\frac{\left(n_{ij} - e_{ij}\right)^2}{e_{ij}}$$

Donde

$$\chi^2_{ij} = \frac{(f_i * f_j)}{n} = \frac{\text{[illegible]}}{\text{[illegible]}}$$

El estadístico Ji-Cuadrado valdrá cero cuando las variables sean completamente independientes, la regla de decisión comparando el valor del Ji-Cuadrado con el Ji-Cuadrado de tablas es

$\chi^2_{calc} > \chi^2_{\alpha,\nu}$ con $\nu = (r - 1)(c - 1)$[21] grados de libertad entonces se rechaza la hipótesis nula de independencia y se concluye que las variables están asociadas.

En este sentido, se espera observar que no exista independencia entre las variables independientes y las variables a explicar: la DAP y la DAC.

Otra forma más fácil de plantear la regla de decisión es utilizando el valor de probabilidad p_{calc} para determinar si el estadístico de prueba Ji-Cuadrado es significativo, de tal forma que:

$$p_{calc} < 0.05 \Rightarrow \text{Se rechaza la hipótesis nula de independencia}$$

Y se concluye que existe asociación entre las variables y se dice que el estadístico de prueba Ji-Cuadrado es significativo, de lo contrario es no significativo.

6.7 El modelo de regresión logística y su aplicación para el cálculo de la DAP en el contexto del método de valoración contingente

En el presente estudio se utilizó el formato mixto para el tratamiento de la DAP en el diseño del cuestionario, que de acuerdo a (Riera, 1994) este consiste en preguntar a la persona si estaría dispuesta a pagar algún precio (por acceder a un cambio que mejore su bienestar o evitar alguno que lo empeore) e inmediatamente después se le pregunta por su máxima disponibilidad al pago independientemente de su respuesta.

[21] r – filas y c – columnas, α = nivel de confianza de la prueba

La primera pregunta acerca de la disposición al pago corresponde al formato binario, la cual requiere en su análisis como variable respuesta el uso del Modelo de Regresión Logística por su escala de medición. La segunda pregunta corresponde al formato abierto o de referéndum la cual requiere en su análisis como variable respuesta el uso del Modelo de Regresión Múltiple por su escala de medición.

En el caso del formato binario el modelo de regresión logística puede plantearse como

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 - \beta_1)}} = \frac{1}{1 + e^{-\Delta V_i}}$$

Donde

P_i = Probabilidad de que una persona esté dispuesta a contribuir a la restauración de los impactos ambientales, por axioma esta asume los valores entre 0 y 1, donde la variable aleatoria dependiente limitada y binaria Y^* asume los siguientes valores: 0 = No está dispuesta y 1 = Si está dispuesta

$\Delta V_i = (\beta_0 - \beta_1)$ Predictor lineal obtenido a partir de la condición de indiferencia entre las utilidades indirectas y aleatorias β_0, β_1 que permite obtener la disposición máxima a pagar para la restauración de los impactos ambientales, este puede presentar el siguiente rango de variación sin límites que va de $-\infty$ a ∞, la relación entre P_i y ΔV_i es no lineal.

Para el presente estudio y de acuerdo al diseño del cuestionario para dar cumplimiento a los objetivos, la persona estará dispuesta a contribuir a la restauración de los impactos ambientales en caso de llevarse a cabo el proyecto, si:

$$\beta_0 = \beta_0(\alpha, \beta, \gamma, \delta - \beta; \beta_0) + \beta_0 \geq \beta_1 = \beta_1(\alpha, \beta, \gamma, \delta ; \beta_1) + \beta_1$$

Tal que

β_0 = Función de utilidad indirecta si se llevara a cabo el proyecto;

δ = Percepción acerca de los beneficios que traería consigo llevar a cabo la construcción de la presa y central hidroeléctrica

$\square$ = Percepción acerca de los costos que traería consigo llevar a cabo la construcción de la presa y central hidroeléctrica

$\square$ = Características socioeconómicas

$\square$ = Nivel de ingreso monetario del individuo

$\square$ = Cantidad de dinero a la que renunciaría el individuo por ayudar a la restauración de los impactos ambientales si se llevara a cabo el proyecto

$\square_{\square}$ = Condiciones ambientales prevalecientes

$\square$ = Componente aleatorío de las funciones de utilidad

Por lo que la probabilidad de que una persona esté dispuesta a contribuir a restaurar los impactos ambientales hace que de la condición de indiferencia o la inecuación de las utilidades anteriores pueda simplificarse de la siguiente forma:

$$\square_{\square}(\square, \square, \square, \square - \square; \square_{\square}) + \square_{\square} \geq \square_{\square}(\square, \square, \square, \square; \square_{\square}) + \square_{\square}$$

$$\square_{\square}(\square, \square, \square, \square - \square; \square_{\square}) - \square_{\square}(\square, \square, \square, \square; \square_{\square}) \geq \square_{\square} - \square_{\square}$$

Como mencionan (Valdivia Alcalá, Cuevas Alvarado, Sandoval Villa, & Romo Lozano, 2009) la probabilidad de que el individuo entrevistado responderá afirmativamente a la pregunta sobre la disponibilidad a pagar es igual a la probabilidad de que la condición anterior se cumpla.

Si al miembro izquierdo de la inecuación reducimos los parámetros que se obtendrían de su estimación, dejando de lado $\square_{\square}$ y asumiendo que

$$\square_{\square}\square, \square, \square, \square - \square\square = \square_{\square} + \square\square + \square\square + \square\square + \square\square\square - \square\square$$

$$\square_{\square}\square, \square, \square, \square\ \square = \square_{\square} + \square\square + \square\square + \square\square + \square\square$$

Entonces:

$$\square_{\square} - \square_{\square} = \square_{\square} + \square\square + \square\square + \square\square + \square\square\square - \square\square - \square_{\square} - \square\square - \square\square - \square\square - \square\square$$

$$\square_{\square} - \square_{\square} = \square\square_{\square} - \square_{\square}\square + \square\square$$

Por lo que, la probabilidad de que una persona esté dispuesta a contribuir a la restauración de los impactos ambientales bajo el modelo de regresión logística puede reescribirse como

$$\square(\square^{*} = 1) = \frac{1}{1 + e^{\square(\square_{\square}\square\square)}} = \frac{1}{1 + e^{\square(\square\square_{\square}\square\square_{\square}\square\square)}}$$

La grafica de probabilidades de esta función es igual a

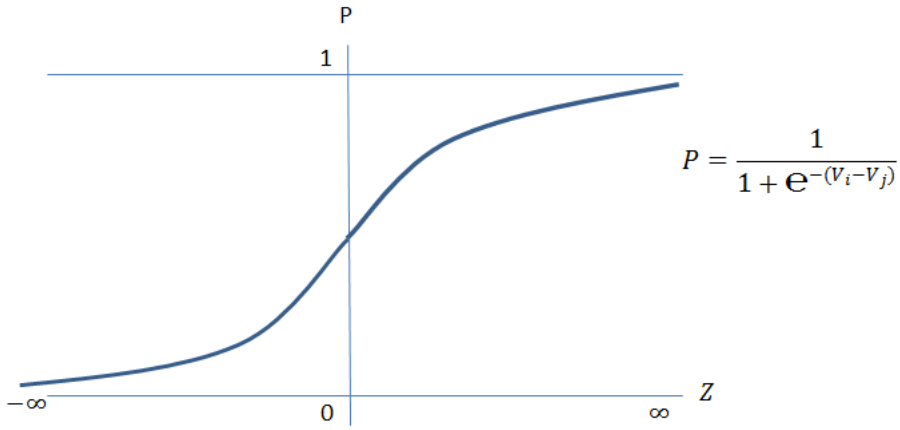

Figura 14. Gráfica de la función de probabilidad de que una persona esté dispuesta a contribuir a la restauración de los impactos ambientales

De acuerdo a las propiedades de la distribución logística acumulativa se tienen los siguientes casos

i. $P \to 1$ cuando $Z = (V_i - V_j) \to \infty$, implica que como $V_i - V_j = \alpha M_i - \alpha_j + \varepsilon_i$, siendo M la cantidad máxima de dinero que la persona estaría dispuesta a pagar (DAP) para restaurar los impactos ambientales, dado que esta se encuentra en función del nivel de ingreso, entre mayor sea el nivel de ingreso de los individuos mayor será su DAP o el valor de M, y por tanto la probabilidad de que la persona esté dispuesta a contribuir a resarcir los impactos ambientales será más cercana a 1.

ii. $P \to 0$ cuando $Z = (V_i - V_j) \to -\infty$, implica que, como $V_i - V_j = \alpha M_i - \alpha_j + \varepsilon_i$, dado que M representa el valor de la DAP y esta se encuentra en función del nivel de ingreso, entre más pequeño sea el nivel de ingreso de las personas el valor de M o la DAP también será menor y junto con ello la probabilidad de que la persona esté dispuesta a contribuir a resarcir los impactos ambientales será más cercana a 0.

6.8 Interpretación de los coeficientes

Para obtener la tasa instantánea de variación en las probabilidades de que una persona contribuya a restaurar los impactos ambientales originados por la presa hidroeléctrica se sigue el siguiente procedimiento matemático

Sea $P(x) = \frac{1}{1 + e^{-f(x)}}$ donde la probabilidad de ocurrencia de un determinado evento $f(x)$ es una función compuesta de x, de modo que puede expresarse como $P(f(x))$, donde $f(x)$ es el núcleo de la función y $f(x)$ es la función exterior, la función logística puede expresarse de la forma potencial como

$$P(x) = (1 + e^{-(a + bx)})^{-1}$$

Donde $f(x) = a + bx$

Aplicando la regla de la cadena (y la regla generalizada de la potencia) la tasa instantánea de variación de la probabilidad $P'(x)$ es:

$$P(x) = [f(x)]^{n} \Rightarrow P'(x) = n[f(x)]^{n-1} * f'(x)$$

Donde $f(x) = (1 + e^{-(a + bx)})$ por lo que

$$f'(x) = (e^{-(a + bx)})' = b(e^{-(a + bx)})$$

Por otra parte:

$$n[f(x)]^{n-1} = -(1 + e^{-(a + bx)})^{-2} = \frac{1}{(1 + e^{-(a + bx)})^{2}}$$

Completando la cadena:

$$P'(x) = n[f(x)]^{n-1} * f'(x)$$

$$P'(x) = b\left(\frac{1}{(1 + e^{-(a + bx)})^{2}} * e^{-(a + bx)}\right) = b\left[\frac{e^{-(a + bx)}}{(1 + e^{-(a + bx)})^{2}}\right]$$

$$P'(x) = b\left[\frac{1}{(1 + e^{-(a + bx)})} * \frac{e^{-(a + bx)}}{(1 + e^{-(a + bx)})}\right]$$

$$P'(x) = b\left[\frac{1}{(1 + e^{-(a + bx)})} * \frac{e^{-(a + bx)}}{(1 + e^{-(a + bx)})}\right]$$

$$P'(x) = b[P(x) * (1 - P(x))]$$

$$P'(x) = b\,P(x)(1 - P(x))$$

$P'(x)$ Es la tasa instantánea de variación de la probabilidad de que ocurra un determinado evento o suceso debido a un cambio unitarío en la variable independiente de escala cuantitativa.

En este sentido, ⍰´⍰⍰⍰⍰ la tasa de cambio en la probabilidad de que una persona esté dispuesta a contribuir a restaurar los impactos ambientales que se originarían como consecuencia de llevar a cabo el proyecto dado un cambio marginal en alguna variable cuantitativa como el nivel de ingreso o la disponibilidad de un recurso.

7. Resultados

Como se muestra en la figura 12 y tabla 4 generadas a partir del programa de análisis de encuestas DYANE versión 3, el estudio en su mayoría fue respondido por amas de casa que no necesariamente eran jefes de hogares, así como en el caso de los estudiantes.

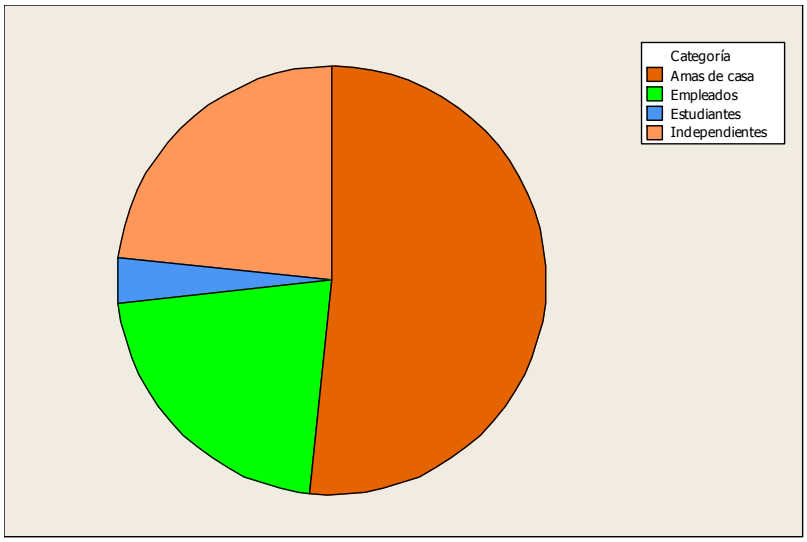

Figura 12. Distribución de la muestra por ocupación

Tabla 4. Tabla de Frecuencias de la muestra por ocupación

	Frecuencia	Porcentaje (%)
Ama de casa	31	51.67
Empleado	13	21.67
Estudiante	2	3.33
Independiente	14	23.33
Total de frecuencias	60	100

La figura 13 y tabla 5 representan la composición de la muestra por grado de escolaridad, generadas a partir del programa de análisis de encuestas DYANE versión 3.

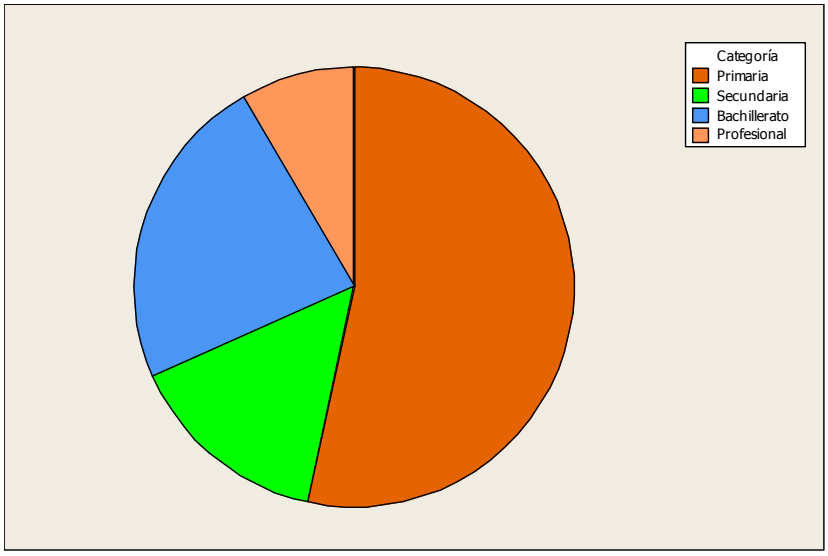

Figura 13. Distribución de la muestra por grado académico

Tabla 5. Tabla de Frecuencias de la muestra por nivel académico

	Frecuencia	Porcentaje (%)
Primaria	32	53.33
Secundaria	9	15.00
Bachillerato	14	23.33
Profesional	5	8.33
Total de frecuencias	60	100

Como puede observarse la mayor parte de las personas encuestadas cuentan con solo primaria mientras que fue más difícil encontrar a personas con el grado de escolaridad profesional o nivel licenciatura, tan solo 1 en Jalcomulco y 4 en Tuzamapan mientras que la mayor parte de las personas encuestadas cuentan con tan solo primaria. Por edades la persona entrevistada más joven fue de 22 años, mientras que la más grande fue de 57 años. De acuerdo a los niveles de ingreso la mayor parte de las personas encuestadas dijeron ganar menos de 4000 pesos mensuales, mientras que nadie dijo ganar más de 9000 pesos, la tabla 6 muestra los resultados.

Tabla 6. Tabla de Frecuencias de la muestra por nivel de ingreso

	Frecuencia	Porcentaje (%)
Menos de 4000	34	56.7
Entre 4000 y 7000	24	40
Entre 7001 y 9000	2	3.33
Entre 9001 y 12000	0	0.0
Más de 12000	0	0.0
Total de frecuencias	60	100

7.1 Percepción acerca de los objetivos del proyecto

De acuerdo a la percepción de los objetivos del proyecto: suministro de agua a la ciudad de Xalapa y generación de energía eléctrica[22], se les pregunto a las personas como percibían estos objetivos: como… justos y necesarios, justos pero innecesarios, injustos e innecesarios o injustos pero necesarios. De manera implícita, estas respuestas se utilizaron como una escala para valorar la percepción de las personas entrevistadas ante los objetivos del proyecto en el contexto de la equidad y la eficiencia, donde *necesario* hace alusión a la necesidad de mejorar la eficiencia y *justo* hace alusión a la necesidad de mejorar la equidad, de tal forma que las posibles respuestas pueden interpretarse de la siguiente forma:

Tabla 7. Interpretación de las respuestas utilizadas para valorar la percepción del proyecto

Categorías de las respuestas	**Interpretación de las respuestas**
a) justo y necesario	Mejora la equidad y la eficiencia
b) justo pero innecesario	Mejora la equidad pero es innecesario para mejorar la eficiencia
d) injusto pero necesario	No mejora la equidad pero es necesario para mejorar la eficiencia
e) injusto e innecesario	No mejora la equidad y no es necesario para mejorar la eficiencia

Puesto que las sociedades se enfrentan en el corto plazo a una disyuntiva entre la equidad y la eficiencia cuando tienen que decidir cómo asignar y distribuir sus recursos; usualmente, un mejoramiento en la eficiencia trae consigo una

[22] Cabe mencionar que los proponentes del proyecto tanto el gobierno como la empresa encargada de llevarlo a cabo no mencionaron el uso o destino de la generación de energía eléctrica.

disminución de la equidad (*inciso d* en las categorías) y viceversa; un mejoramiento de la equidad en la distribución de los recursos trae consigo una disminución (o sacrificio) de la eficiencia *(inciso b* en las categorías*)* (Stigliz, 2002).

Las respuestas a la pregunta de cómo perciben el hecho de que el proyecto pretenda suministrar agua a la ciudad de Xalapa ante la demanda creciente de agua de su población[23] se muestran a través de la figura 15 construido a partir del programa estadístico Minitab 15, donde cada barra representa la proporción en porcentajes de las respuestas por municipios con respecto al total de la muestra, tomando en cuenta que nadie respondió que el proyecto es justo y necesario no aparece en el gráfico.

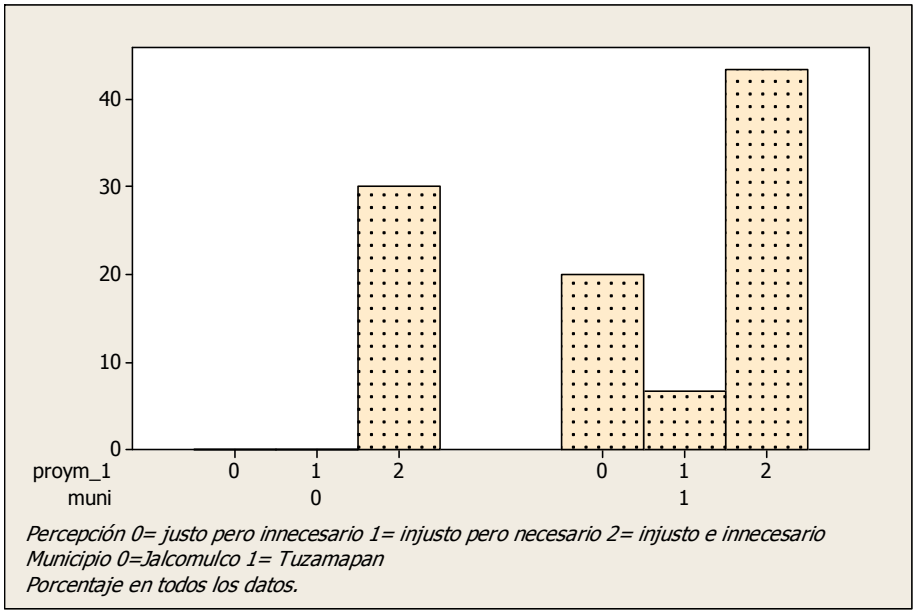

Figura 15. Percepción acerca de llevar agua a Xalapa

Observe que en Jalcomulco el total de la población entrevistada percibe como injusto e innecesario llevar agua a la ciudad de Xalapa a partir del río los Pescados, mientras que en Tuzamapan el 29% de la población encuestada (12 personas) en

[23] En el diseño del cuestionario no se mencionaron las causas del incremento de la demanda de agua en Xalapa para no influir en el juicio de los entrevistados, sino que se esperó que respondieran de acuerdo a su conocimiento y valores.

este municipio opino que el proyecto es justo pero innecesario, mientras que casi el 10% opino que el proyecto es injusto pero necesario[24] (4 personas).

En resumen la mayor parte de la población percibe que llevar agua a la ciudad de Xalapa es injusto e innecesario; de acuerdo a la interpretación de las respuestas la mayoría de la población no cree que el trasvase de agua del río los Pescados a la ciudad de Xalapa mejore la igualdad para las comunidades (por los impactos que genera) ni mejore la eficiencia (por los beneficios que se esperan).

Utilizando la misma escala de respuestas e interpretación, para el caso de la percepción acerca de generar energía y suministrarla a 300 mil habitantes[25], el siguiente gráfico de barras muestra las proporciones de las respuestas en porcentajes por municipio

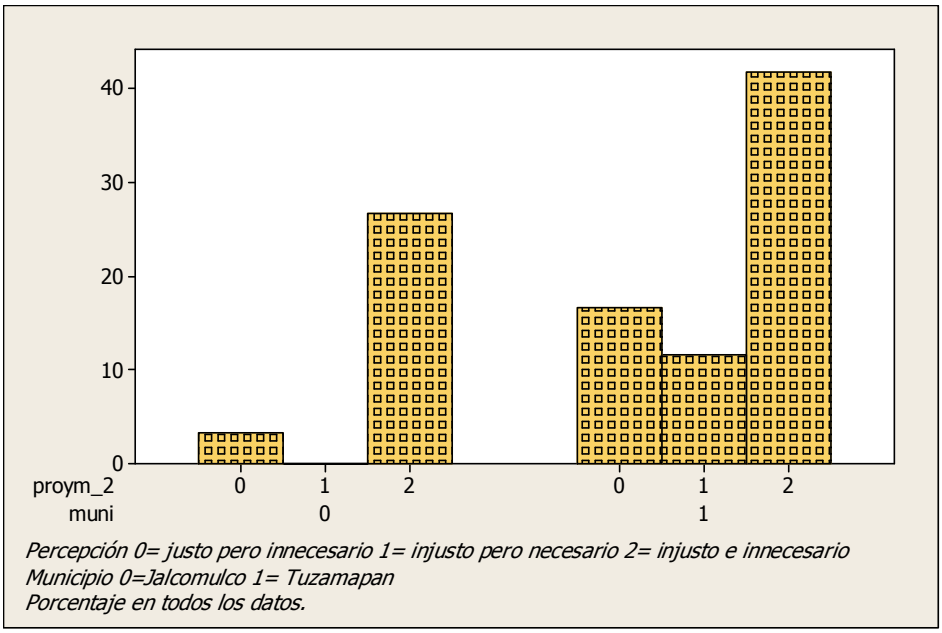

Figura 16. Percepción acerca de suministrar energía eléctrica

Como puede observarse la tendencia en las respuestas es la misma, la mayor parte de la muestra en conjunto (88% igual a 41 personas) y por municipio (88% en Jalcomulco igual 16 personas y 59% en Tuzmapan igual a 25 personas) perciben que es injusto e innecesario llevar a cabo el proyecto para suministrar energía

[24] Estos porcentajes no se reflejan en el gráfico de barras, ya que estos son las proporciones tomando en cuenta solo la población de Tuzmapan.

[25] No existe información acerca de en donde se encuentran ubicadas estas 300 mil personas.

eléctrica a 300 mil habitantes, lo cual implica que las personas no perciben que sea necesaria la generación de energía eléctrica para mejorar la eficiencia (por los beneficios que pueda traer consigo) ni que tampoco mejore la igualdad entre las comunidades (por los impactos que pueda generar).

Por último los proponentes del proyecto (gobierno y empresa) mencionan que el embalse del río a través de la construcción de la presa permitirá controlar el caudal del río en épocas para las cuales el río tiende a crecer mucho, cuando se les pregunto acerca de la percepción de este objetivo, la mayoría opino (75% igual 45 personas) que este objetivo no es necesario ya que de acuerdo a sus argumentos nunca se ha inundado la zona. De esta forma, el resultado de la encuesta arroja que la mayor parte de la población entrevistada no percibe el proyecto, de acuerdo a sus objetivos, como necesario y al mismo tiempo se percibe como injusto, siendo la población de Jalcomulco más homogénea en cuanto a su percepción, mientras que la población de Tuzamapan se mostró más heterogenia en cuanto a sus respuestas.

7.2 Percepción de los beneficios

Para describir la percepción de los posibles beneficios que podría traer consigo el proyecto, las preguntas se diseñaron y tomaron a partir del estudio de (Sánchez Bernal & Verduzco Chávez , 2015), dichos beneficios se contextualizaron de manera hipotética en un ámbito regional a manera de impactos positivos y se plantearon de manera que estuvieran relacionados directamente con la persona entrevistada como un actor social importante involucrado en el proyecto, estos son:

a) Mejoras en el acceso por carreteras a los pueblos y comunidades;
b) Oportunidades para las actividades pecuarias;
c) Mejoras en la oferta de Energía;
d) Suministro de agua para agricultura y ganadería;
e) Decrecimiento de los costos de servicio;
f) Oportunidad de empleo temporal.

La escala de medición de las preguntas fue a través de respuestas categóricas (no ordinales) en relación a la contribución de los beneficios del proyecto en el desarrollo económico regional de las comunidades por una parte, y por otra, en relación a su percepción como mecanismos de compensación, las respuestas planteadas fueron las siguientes:

a) No son necesarias para nuestras comunidades y el desarrollo económico regional;
b) Son necesarias para nuestras comunidades y el desarrollo económico regional;
c) No son suficientes para compensar a las comunidades afectadas por los impactos que genera;
d) Son suficientes para compensar a las comunidades afectadas por los impactos que genera.

Por el número de respuestas en la población, las más importantes fueron los incisos a y c[26], la figura 17 muestra los porcentajes de la muestra que perciben los beneficios del proyecto como no necesarios para las comunidades y el desarrollo económico regional.

Como puede apreciarse, el beneficio que se percibió como menos necesario para fomentar el desarrollo económico regional, dado que tuvo una mayor tasa de respuesta, son aquellos relacionados con las mejoras en el suministro de agua para las actividades ganaderas. Por otra parte, el beneficio que tuvo una menor tasa de respuesta como no necesario para fomentar el desarrollo económico regional fue el de suministro de agua a las actividades agrícolas.

[26] No se permitió a los entrevistados elegir más de una respuesta, sin embargo al momento de encuestar, en algunos casos como en Tuzamapa, las personas percibían como necesarios algunos beneficios para fomentar el desarrollo económico pero no suficiente para compensar a las comunidades afectadas, lo cual refleja la necesidad de adecuar las respuestas de las preguntas en futuras investigaciones.

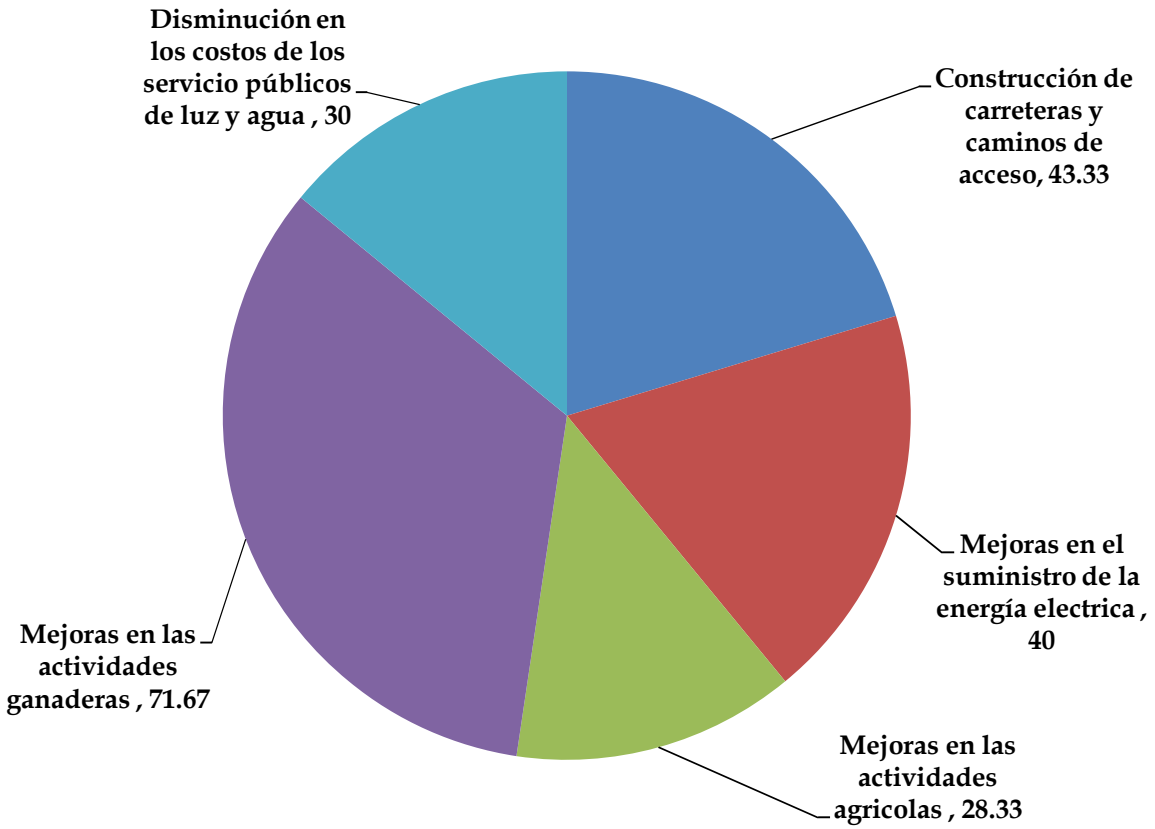

Figura 17. Beneficios que se perciben como no necesarios para las comunidades y el desarrollo económico regional

Estas diferencias en las percepciones pueden deberse a la especialización productiva de la región; que el fomento a las actividades agrícolas por medio de un mejor suministro de agua a partir de la construcción de la presa hidroeléctrica sean consideradas por la población en una menor proporción como no necesarias para fomentar el desarrollo económico regional, se debe a que estas son de mayor importancia que en el caso de las actividades ganaderas. También es cierto que actualmente las actividades agrícolas no se encuentran tecnificadas y estas dependen en gran medida del riego temporal, lo cual puede coadyuvar a percibir como más necesario el proyecto de construcción de la presa para el desarrollo económico regional.

La segunda respuesta más importante después de la anterior fue la que percibe a los beneficios que ofrecería el proyecto como no suficientes para compensar a las

comunidades afectadas por los impactos que genera, la figura 18 muestra los porcentajes de la población que respondieron de tal forma.

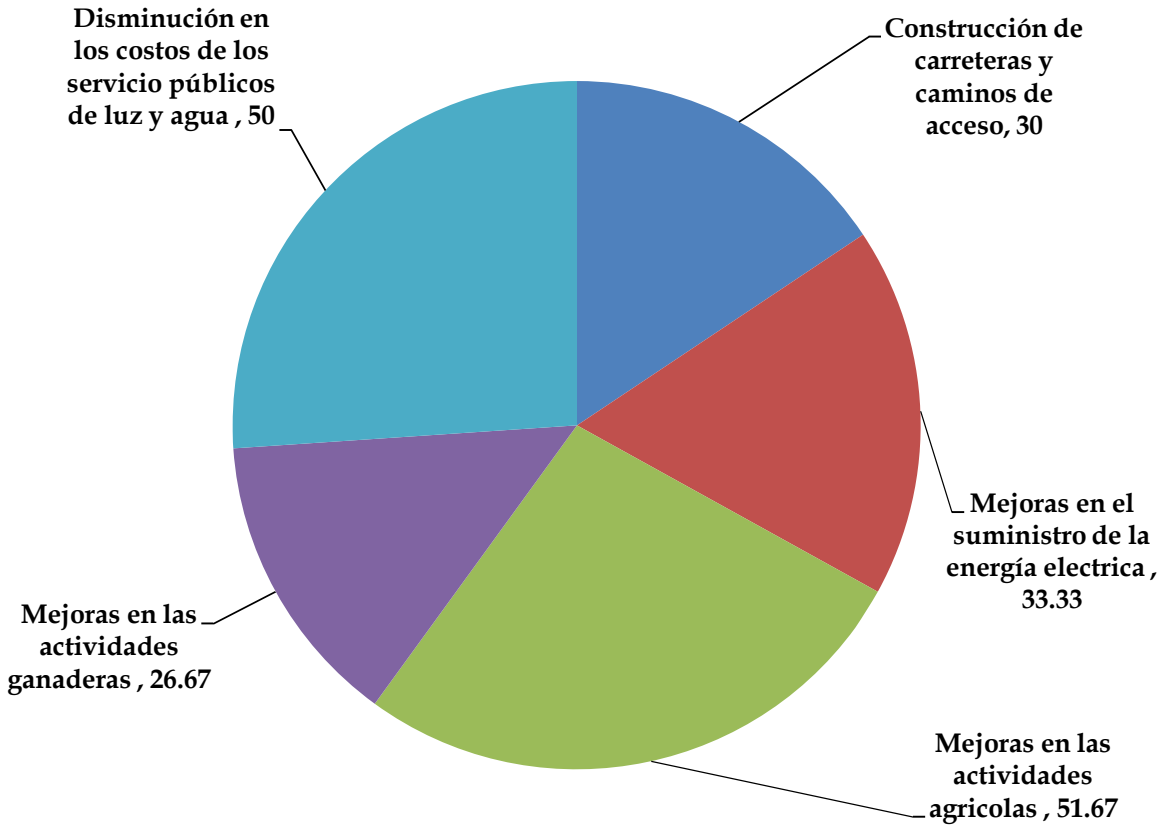

Figura 18. Beneficios que se perciben como no suficientes para compensar a las comunidades afectadas por los impactos que puede generar el proyecto.

Como puede apreciarse el 50% de la muestra opino que las mejoras que pudiera traer consigo la construcción de la presa para mejorar el suministro de agua a las actividades agrícolas así como la disminución de los costos de servicios públicos en el suministro de agua y luz, no es suficiente para compensar a las comunidades afectadas por los impactos que pudiera generar. En el caso de los demás beneficios alrededor del 30% de la muestra opino lo mismo.

7.3 Percepción de los Costos

De igual forma, para valorar la percepción de los posibles costos que podría traer consigo el proyecto, las preguntas se diseñaron y tomaron a partir del estudio de (Sánchez Bernal & Verduzco Chávez , 2015), nuevamente dichos impactos se contextualizaron de manera hipotética en un ámbito regional a manera de impactos negativos y se plantearon de manera que estuvieran relacionados directamente con la persona entrevistada como un actor social importante involucrado en el proyecto, estos fueron:

a) Riesgo de inundación y colapso de la presa;
b) Riesgo de muerte de personas por ahogamiento;
c) Efectos negativos a la salud;
d) Efectos al medio ambiente y muerte de especies endémicas en flora y fauna.

La escala de medición de las preguntas fue a través de respuestas categóricas nominales y ordinales. En relación al riesgo de inundación y colapso de la presa cuándo se les pregunto a los entrevistados acerca de su existencia en caso de llevarse a cabo el proyecto el 100% de la muestra en su conjunto opino que si existe el riesgo de inundación,

De acuerdo a las edades de los entrevistados y su valoración ordinal del riesgo, el siguiente gráfico de cajas construido a partir de Minitab 15 muestra la variabilidad de las respuestas.

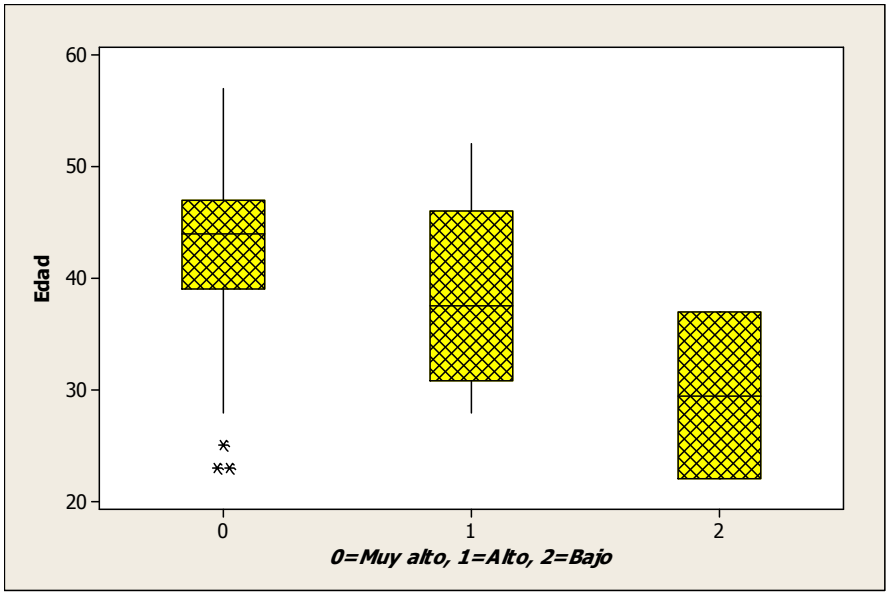

Figura 24. Percepción acerca de los costos (riesgo de inundación).

Como puede observase de acuerdo al primer gráfico de cajas y alambres existe una mayor variabilidad entre las edades para quienes perciben al proyecto con un riesgo *muy alto* de que colapse la presa, no tanto así para quienes lo perciben con un *riesgo alto*, y un mucha menor variabilidad para quienes lo percibe con un riesgo *bajo*. Observe que es en las personas adultas mayores a los 40 años quienes perciben el riesgo como *muy alto* y *alto,* mientras que son más las personas menores a los 40 que perciben el riesgo como *bajo.*

Por otra parte se les pregunto a las personas acerca de su creencia por la muerte de personas ahogadas en caso de colapsar la presa a lo que el 93% de la muestra respondió de manera afirmativa, este resultado confirma la existencia de la creencia que los pueblos tienen en caso de que la presa colapse y se inunde la zona.

En relación a los efectos negativos a la salud sin describir el tipo de enfermedades que pueden originarse por las actividades de construcción y operación de la presa como la malaria y la esquistosomiasis, el 95% de la población entrevistada afirmo que si puede traer efectos negativos a la salud el proyecto.

En relación al riesgo de que algunas especies endémicas de la fauna como la Nutria, el Ocelote y el Venado Cola Blanca llegarán a extinguirse por la construcción y operación de la presa, se les pregunto a los entrevistados acerca de

su conocimiento en el formato binario, a lo cual las respuestas fueron las siguientes:

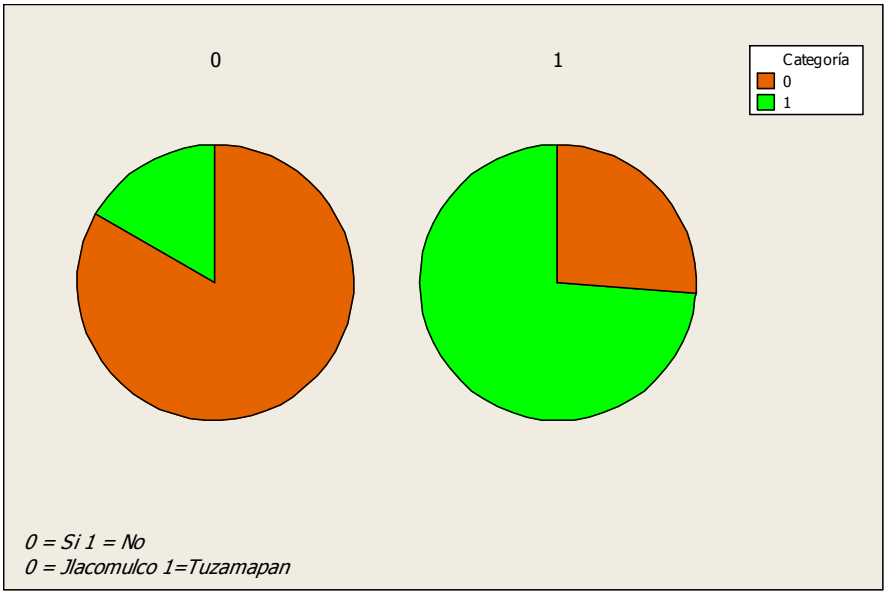

Figura 25. Percepción acerca de los costos (extinción de especies endémicas, fauna).

Como puede observarse proporcionalmente un mayor porcentaje de la población en Jalcomulco afirmo tener conocimiento de su posible extinción 83% mientras que en Tuzamapan el 74% afirmo no saberlo. En relación a especies de flora se les pregunto por algunas especies de árboles que podrían ser devastados por las actividades de construcción del embalse como el Pino Colorado, el Pino Estrobos y el Pata de Elefante, las respuestas fueron las siguientes.

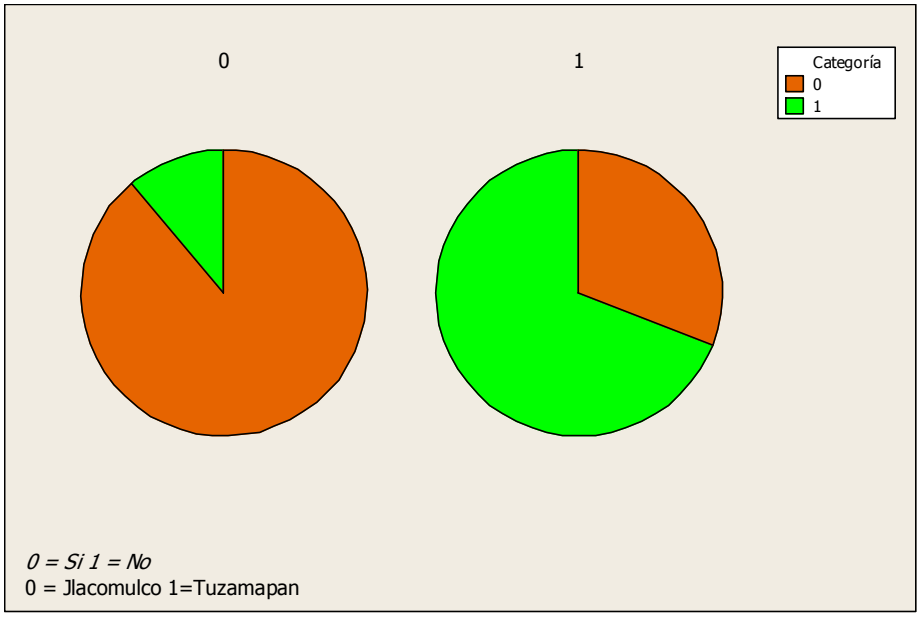

Figura 26. Percepción acerca de los costos (extinción de especies endémicas, fauna).

Como puede observarse, nuevamente, proporcionalmente un mayor porcentaje de la población en Jalcomulco 89% de los entrevistados en este municipio afirmo tener conocimiento de la posible devastación de estas especies de árboles, mientras que en Tuzamapan el 70% afirmo no saberlo. El desconocimiento por parte de la población de Tuzamapan puede reflejar de alguna manera el interés por conocer los impactos ocasionados por la construcción y operación de la presa, tomando en cuenta que este municipio se encuentra en la parte alta de la zona o aguas arriba de la posible construcción del embalse.

7.4 Resultados acerca de la Disposición Máxima a Pagar (DAP) por restaurar los posibles Impactos Ambientales originados por la construcción y operación de la presa y central hidroeléctrica

La siguiente figura muestra las proporciones de las respuestas en ambos municipios ante dicha pregunta:

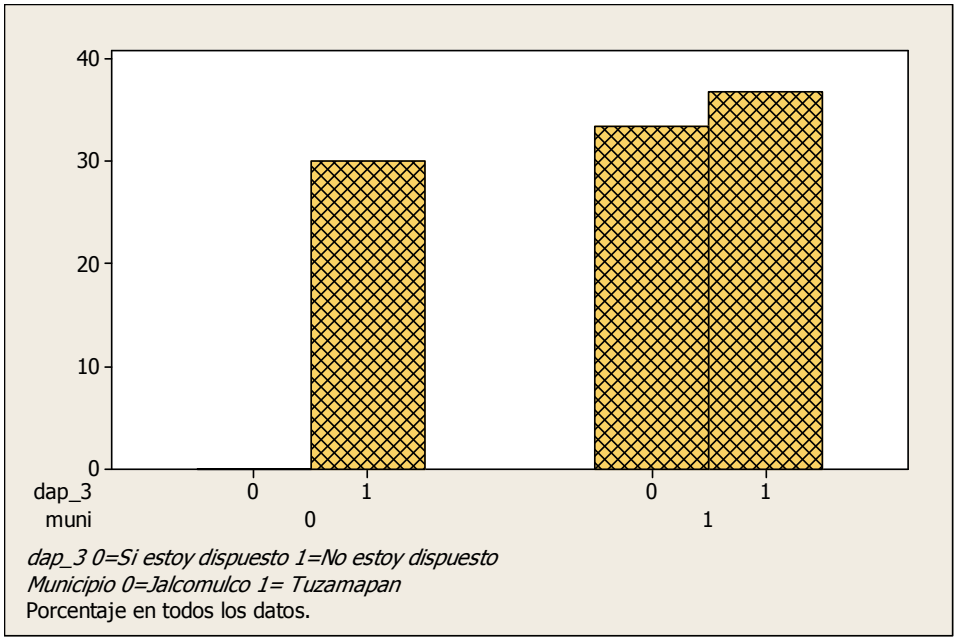

Figura 27. Disposición a contribuir a resarcir los impactos ambientales

Como puede observarse nadie en Jalcomulco estuvo dispuesto a contribuir a resarcir los impactos ambientales en caso de llevarse a cabo el proyecto, no fue el caso para Tuzamapan, en este municipio el 33% (20 personas) respondieron estar de acuerdo en participar en un esfuerzo local que los incluiría a todos a resarcir los impactos ambientales. De acuerdo a los resultados de la encuesta, la mayoría de estas personas fueron mujeres independientes con grado de escolaridad bachillerato las cuales en su mayoría respondieron percibir 4000 pesos de ingresos mensuales.

La segunda pregunta se aplicó solo a este grupo de personas inmediatamente después, la cual fue: *¿Cómo le gustaría ayudar a resarcir los impactos ambientales?* si a través de horas de trabajo en la reconstrucción o por medio de una aportación periódica de dinero, a lo cual el 100% de este grupo menciono que a través de horas de trabajo, nadie estuvo de acuerdo en aportar una cantidad periódica de dinero para ayudar a los trabajos de reconstrucción de los posibles impactos ambientales que originaría la presa.

La tercera pregunta para descubrir la DAP se habría aplicado al tercer grupo de personas que afirmaran estar de acuerdo en contribuir a través de una aportación

periódica de dinero de la siguiente forma: *¿Cuál sería la cantidad máxima de dinero que estaría dispuesto a pagar para contribuir a esta causa?*[27] Para la cual no hubo ya respuestas puesto que ninguna persona estuvo de acuerdo en contribuir al resarcimiento de los impactos ambientales a través de una aportación periódica de dinero.

La no disposición a pagar una cantidad máxima de dinero por parte de los habitantes para restaurar los impactos ambientales que podría traer consigo la construcción y operación de la presa y central hidroeléctrica, trae como consecuencia que sea imposible encontrar el valor económico parcial de los impactos ambientales. Entre las razones por las cuales las personas no están dispuestas a contribuir a la restauración de los impactos ambientales que originaría el proyecto, la siguiente gráfica muestra las respuestas por municipios

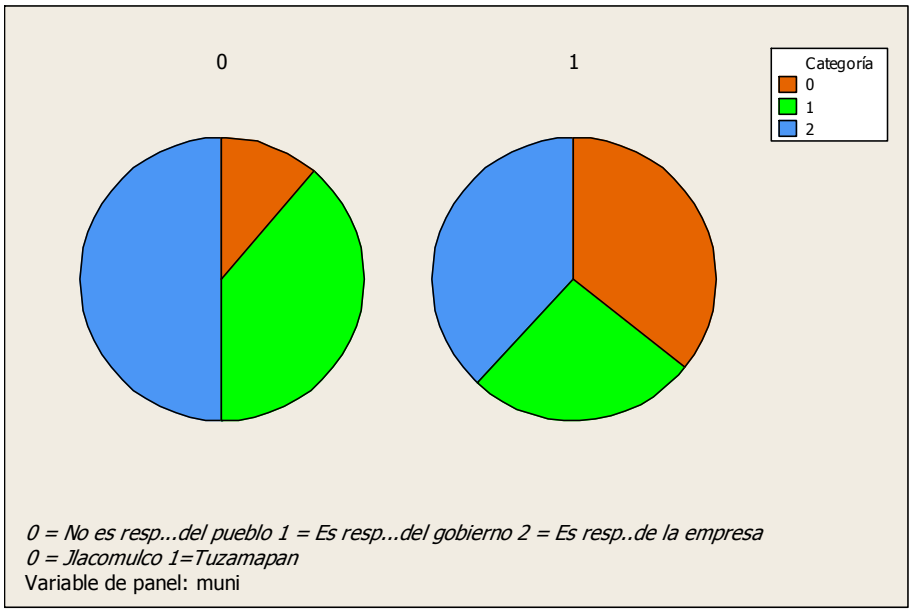

Figura 28. Disposición a contribuir a resarcir los impactos ambientales

En el caso de Jalcomulco el 50% (9 personas) opinaron que es responsabilidad de la empresa restaurar los impactos ambientales, mientras que el 39% (7 personas) piensan que es responsabilidad del gobierno. Para el caso de Tuzamapan el 36%

[27] Dicho formato pertenece al formato abierto que de acuerdo a (Riera, 1994) es necesario para los estudios piloto para poder descubrir las cantidades monetarias aproximadas que podrían utilizarse en otros formatos en futuros estudios.

(15 personas) opino que la razón principal por la que no contribuirían a la reconstrucción de los impactos ambientales es porque no es responsabilidad de los pueblos, así como también el 38% opina que es responsabilidad de la empresa restaurar los impactos ambientales.

Aun cuando no fue posible encontrar una DAP diferente de cero que reflejara el valor económico de los impactos ambientales que pudiera originar la construcción y operación de la presa y central hidroeléctrica y que por tanto pudiera sumarse a los costos ambientales que originaría el proyecto en el análisis costo-beneficio, pudo observarse que existe una disposición a contribuir a resarcir los impactos ambientales a través de horas de trabajo en la reconstrucción de estos.

Como criterío de selección del conjunto de variables explicativas para el diseño del modelo de regresión logística, la siguiente tabla muestra al conjunto de variables que se encuentran asociadas estadísticamente con la disposición a contribuir a la reconstrucción de los impactos ambientales a través de las horas de trabajo, de acuerdo a la prueba no paramétrica Ji-cuadrado existe una relación estadísticamente significativa entre estas. Estas pruebas se realizaron en el programa estadístico para el análisis y diseño de encuestas Dyane versión 3.

Tabla 8. Variables asociadas con la disposición a restaurar los impactos ambientales a través de horas de trabajo de acuerdo a la prueba Ji-cuadrado.

Variables estadísticamente significativas	**Ji-Cuadrado**	**Grados de libertad**	**p-valor**
ProyM_1	14.6591	3	0.0021
ProyM_2	17.8994	3	0.0005
ProyM_3	11.1598	3	0.0109
Benef_2	10.0067	3	0.0185
Cost_3	19.05	3	0.0003
Cost_7	9.8077	1	0.0017
Cost_8	9.6440	1	0.0019
Ocup	11.1598	3	0.0109
Esc	14.4214	4	0.0061

La descripción de cada una de las variables se encuentra en el anexo estadístico, de acuerdo a los resultados; el nivel de escolaridad (Esc) y la ocupación (Ocup) presentan una relación estadísticamente significativa con la disposición a

contribuir a la reconstrucción de los impactos ambientales por medio de horas de trabajo. Lo mismo ocurre con la percepción de los individuos acerca de los objetivos del proyecto: conducir agua a Xalapa (ProyM_1), suministrar electricidad a 300mil habitantes (ProyM_2). Otras variables cualitativas asociadas fueron: la percepción acerca de los impactos ambientales que pudiera originar la presa por sus características físicas (ProyM_3), los beneficios que pueda traer consigo la construcción de la presa a las actividades de pesca (Benef_2), la percepción acerca del riesgo de inundación por colapso de la presa (Cost_3), la percepción acerca de la extinción de especies endémicas de fauna (Cost_7) y flora (Cost_8).

7.5 Modelo de regresión logística acerca de la disposición a contribuir a la reconstrucción de los impactos ambientales a través de horas de trabajo

La siguiente tabla muestra las variables empleadas en el modelo de regresión logística el cual tiene por objetivo estimar la probabilidad de que una persona perteneciente a las comunidades de Jalcomulco o Tuzamapan este dispuesta a contribuir a la restauración de los impactos ambientales a través de horas de trabajo en caso de llevarse a cabo el proyecto de construcción y operación de la presa.

Tabla 9. Variables del modelo, definición y unidades de escala.

Variable Dependiente Dap_3 (probabilidad de que una persona esté dispuesta a contribuir a resarcir los impactos ambientales a través de horas de trabajo); 0=no está dispuesta, 1=si está dispuesta.		
Variables independientes	Definición	Unidades/Escala
proym_3	Percepción del impacto ambiental ocasionado por las características físicas de la presa	0=bajo, 1=medio, 2=alto, 3=muy alto
Cost_7	Conocimiento acerca de las especies endémicas de fauna en riesgo de extinción	0 = No 1 = Si
ocup	Ocupación actual	0 = ama de casa, 1 = empleado, 2 = estudiante, 3 = independiente

La siguiente tabla muestra los resultados del modelo a partir de obtenidos con ayuda del programa STATA 12,

Tabla 10. Análisis de los resultados de máxima verosimilitud

Variable Dependiente: Dap_3 (probabilidad de que una persona esté dispuesta a contribuir a resarcir los impactos ambientales a través de horas de trabajo) 0=no está dispuesta, 1=si está dispuesta.		
Variables independientes	Coeficiente	Error estándar
proym_3	-1.304602	0.6319548
Cost_7	-1.675712	0.7852371
ocup	0.605968	0.2677484
constante	1.200605	1.261659

De acuerdo a los signos de los coeficientes un cambio en la ocupación de las personas al pasar de 0 (de ama de casa) a 1 (ha empleado) aumenta la probabilidad de respuesta. Mientras que el conocimiento acerca de la posible extinción de especies endémicas (Cost_7) contribuye de manera negativa a la probabilidad de respuesta al pasar de 0 (no tiene conocimiento) a 1 (si tiene conocimiento). De igual forma, la variable acerca de la percepción del impacto ambiental por parte de las personas contribuye de manera negativa a la probabilidad de respuesta a medida que la percepción del impacto ambiental se hace más alta.

La siguiente tabla muestra los resultados de la prueba de Wald de significancia individual para las variables independientes obtenidos después de la estimación.

Tabla 11. Prueba de Wald de significancia individual

Coeficiente	Grados de libertad	Chi cuadrada de Wald	Pr > Chi cuadrada de Wald
proym_3	1	4.26	0.0390
Cost_7	1	4.55	0.0328
ocup	1	5.12	0.0236

De acuerdo a la prueba de Wald, las tres variables son estadísticamente significativas, es decir, si explican de manera individual la probabilidad de que

una persona esté dispuesta contribuir a resarcir los impactos ambientales a través de la prestación de horas de trabajo. De igual forma, la prueba de significancia global de que las variables explican en conjunto la probabilidad de respuesta resulto ser significativa, el estadístico de prueba Chi cuadrado con 3 grados de libertad fue igual a 22.69.

Como medida de la bondad de ajuste del modelo, la siguiente tabla muestra el porcentaje de pronósticos correctos, tomando en cuenta que una probabilidad mayor o igual 0.5 es considerada igual a 1, es decir que la persona esté dispuesta a contribuir a resarcir los impactos ambientales a través de las horas de trabajo y cuando es menor a 0.5 que la persona no esté dispuesta.

Tabla 12. Porcentaje de pronósticos correctos del modelo como medida de la bondad de ajuste.

Clasificación	Total
[illegible](Dap_3) > = 0.5	18
[illegible] < 0.5	42
Total	60

De acuerdo a las veinte personas de la muestra que si están dispuestas a contribuir a la restauración de los impactos ambientales a través de horas de trabajo, el modelo predice 18 resultados, en este sentido el modelo predice alrededor de 90% de los pronósticos correctos. Sin embargo la Pseudo R2 solo es igual a 0.2970 lo cual es un poco bajo. La siguiente tabla muestra algunos de los escenaríos que explican la probabilidad de que una persona esté dispuesta a contribuir a la restauración de los impactos ambientales por medio de horas de trabajo, estos escenaríos se diseñan a través de la observación y control de los efectos parciales de las variables obtenidos con ayuda del programa STATA 12.

Tabla 13. Efectos parciales y probabilidad de que un ama de casa esté dispuesta a contribuir a resarcir los impactos ambientales a través de horas de trabajo.

Pr(Dap_3 =1) =0.1964552		
Coeficientes	Valores	Efectos parciales [illegible]/[illegible]
proym_3	2	-0.2787878

Cost_7	0	-0.1526961
ocup	0	0.0956658

Este escenarío predice que la probabilidad de que contribuya a la restauración de los impactos ambientales una ama de casa que percibe "*como muy alto*" los impactos ambientales que generaría la presa hidroeléctrica y que no tienen conocimiento acerca de la posible extinción de especies endémicas es baja igual a 0.1964. Sin embargo como muestra el siguiente escenarío en el caso de los estudiantes la probabilidad es mayor.

Tabla 14. Efectos parciales y probabilidad de que un estudiante esté dispuesto a contribuir a resarcir los impactos ambientales a través de horas de trabajo.

Pr(Dap_3 =1) =0.45099247		
Coeficientes	Valores	Efectos parciales □□/□□
proym_3	2	-0.3230171
Cost_7	0	-0.3177251
ocup	2	0.1500367

Como puede observarse la probabilidad de que contribuya a la restauración de los impactos ambientales un estudiante que percibe "*como muy alto*" los impactos ambientales que generaría la presa hidroeléctrica y que no tiene conocimiento acerca de la posible extinción de especies endémicas es más alta 0.4509, este resultado se corrobora por el signo positivo del coeficiente.

7.6 Disposición a aceptar una compensación (DAC) por soportar los efectos de los posibles impactos ambientales del proyecto

La pregunta acerca de aceptar una cantidad mínima de dinero (DAC) para no rechazar el proyecto y soportar los impactos ambientales, se formuló de la siguiente forma:

¿Estaría usted dispuesto a recibir una compensación para aceptar que el proyecto se lleve a cabo?

A lo cual en Jalcomulco el total de la población encuestada respondió rotundamente que no, esta fue una respuesta de protesta. Mientras que en Tuzamapan el 17% de la población encuestada en este municipio (7 personas) dijeron que sí; por ocupación corresponde a 3 empleados, 2 estudiantes y 2 independientes, por grado académico solo dos personas afirmaron tener grado licenciatura y las demás solo bachillerato. A estas personas inmediatamente se les pregunto por una cantidad mínima de dinero que estarían dispuestos a recibir de manera mensual como parte de la simulación del mercado. La siguiente tabla muestra algunos de los estadísticos descriptivos de la DAC

Tabla 15. Estadísticos descriptivos de la DAC mensual en Tuzamapan

Minino	Máximo	Rango	Promedio	Desviación Estándar
16000	80,000	64,000	42857.14	9789.28

Los resultados descriptivos muestran una DAC mensual promedio por hogar igual a 42857.14 pesos; con un rango de variación grande y una desviación estándar igual 9789.28 pesos, esta medida no es representativa de la población de Tuzamapan, sin embargo puede ser usada como referencia para establecer los precios guías en futuras investigaciones. Como parte de la simulación del mercado se les pregunto a las personas como les gustaría recibir este dinero (el vehículo del pago) como pregunta abierta, a lo que la mayor parte de las personas declaro que un depósito a una cuenta bancaria haciendo uso de una tarjeta de ahorro sería la mejor forma de recibir el dinero. En relación a quienes deberían aportar el dinero mensual la mayoría piensa que deben ser tanto el gobierno como la empresa encargada de llevar a cabo el proyecto.

La siguiente tabla muestra algunas variables importantes asociadas con la disposición mínima a aceptar una compensación (DAC) a través de la prueba no paramétrica Ji cuadrado, tomando en cuenta que los resultados se aplican a la muestra en su conjunto.

Tabla 16. Variables asociadas con la DAC para soportar los impactos ambientales que generaría el proyecto de acuerdo a la prueba Ji-cuadrado.

Variables estadísticamente significativas	**Ji-Cuadrado**	**Grados de libertad**	**p-valor**
ProyM_2	8.7326	3	0.0331
Benef_3	8.1267	3	0.0435
Benef_7	24.0304	1	0.0000
Benef_8	9.5058	1	0.0020
Cost_3	10.6469	3	0.0138
Cost_5	6.1109	1	0.0134
Ed_civil	4.8232	1	0.0281
Esc	17.1660	4	0.0018
Ocup	20.9727	4	0.0003

Este conjunto de variables resultaron ser estadísticamente significativas de acuerdo al estadístico de prueba por lo que se rechaza la hipótesis nula de independencia entre las variables. Como puede verse de acuerdo a los resultados el estado civil, la escolaridad y la ocupación están asociadas con la DAC, no fue así para el caso del nivel de ingreso, esto puede deberse a que la mayor parte de las personas en la muestra (casi 60%) contesto manera estratégica que sus ingresos eran menores a los 4000 pesos.

Otras variables como la percepción del riesgo de que la presa colapse (Cost_3) y que mueran personas ahogadas (Cost_5) también resultaron estar asociadas con la DAC. Un resultado interesante es que la disposición a aceptar un empleo provisional bajo un programa de capacitación y condiciones laborables favorables (Benef_7) también resulto estar asociada con la DAC. Para observar el sentido de los efectos parciales, las siguientes tablas muestran las variables empleadas y los resultados del modelo de regresión logística que explican la probabilidad de que una persona esté dispuesta a aceptar una mínima compensación de dinero para soportar los impactos ambientales del proyecto.

Tabla 17. Variables del modelo, definición y unidades de escala.

Variable Dependiente: DAC (probabilidad de que una persona esté dispuesta a aceptar una cantidad mínima de dinero para soportar los impactos ambientales del proyecto); 0=no está dispuesta, 1=si está dispuesta.

Variables independientes	Definición	Unidades/Escala
Benef_7	Disposición a participar en un empleo temporal bajo un programa de capacitación y condiciones laborables favorables	0 = No está dispuesto 1 = Si está dispuesto
Esc	Nivel de escolaridad	0 = Primaria 1 = Secundaria 2 = Bachillerato 3 = Licenciatura

Tabla 18. Análisis de los resultados de máxima verosimilitud

Variable Dependiente: DAC (probabilidad de que una persona esté dispuesta a aceptar una cantidad mínima de dinero para soportar los impactos ambientales del proyecto); 0=no está dispuesta, 1=si está dispuesta.		
Variables independientes	Coeficiente	Error estándar
Benef_7	4.3683	1.6272
Esc	2.2135	1.0684
Constante	-7.8623	2.9600

De acuerdo al signo de los coeficientes un cambio en la percepción de los individuos al pasar de no estar dispuesto a estar dispuesto a participar en un programa de empleo temporal está asociado positivamente con la probabilidad de respuesta a aceptar una compensación para soportar los impactos ambientales, lo mismo ocurre con el nivel de escolaridad; al ser esta una variable ordinal puede decirse que entre mayor sea el nivel de escolaridad mayor es la probabilidad de respuesta de aceptar una compensación para soportar los impactos ambientales.

La siguiente tabla muestra los resultados de la prueba de Wald de significancia individual para las variables independientes obtenidos después de la estimación.

Tabla 19. Prueba de Wald de significancia individual

Coeficiente	Grados de libertad	Chi cuadrada de Wald	Pr > Chi cuadrada de Wald

Benef_7	1	7.21	0.0073
Esc	1	4.29	0.0383

De acuerdo a la prueba de Wald, las dos variables son estadísticamente significativas, es decir, si explican de manera individual la probabilidad de que una persona esté dispuesta a aceptar una compensación. De igual forma, la prueba de significancia global de que las variables explican en conjunto la probabilidad de respuesta resulto ser significativa, el estadístico de prueba Chi cuadrado con 2 grados de libertad fue igual a 0.000.

8. Conclusiones

El objetivo general de este trabajo fue estimar el valor económico parcial de los posibles impactos ambientales que generaría la construcción y operación de la presa y central hidroeléctrica en el río Los Pescados en la cuenca del río La Antigua como parte del proyecto Propósitos Múltiples Xalapa a través del método de valoración contingente para los jefes de los hogares en los municipios de Jalcomulco y Tuzmapan a partir de un muestreo por cuotas.

Dichas estimaciones se encaminaron a estimar la DAP para restaurar los posibles impactos ambientales que originarían el proyecto y la DAC para estar dispuestos a sopórtalos. Los resultados de la encuesta muestran que en términos monetarios no fue posible estimarlas en el municipio de Jalcomulco, ya que las respuestas fueron iguales a cero en el caso de la DAP y en la DAC no hubo disposición a aceptar una compensación, la mayor parte de la población encuestada en este municipio piensa que es responsabilidad y obligación de la empresa restaurar el medio ambiente que resultara afectado por el proyecto.

Para el caso de Tuzamapan aun cuando tampoco fue posible estimar la DAP en términos monetarios, una parte de la población declaro estar dispuesta a contribuir a la restauración de los posibles impactos ambientales que originaría el proyecto a través de horas de trabajo en un esfuerzo colectivo que incluyera a todos en la región.

Aun cuando el diseño del cuestionario no permitió ahondar más en cuantificar una posible jornada laboral para la restauración de los impactos ambientales, los resultados de la encuesta permitieron calcular la probabilidad de que una persona (o un jefe de hogar) perteneciente a uno de los municipios esté dispuesto a hacerlo; entre las características más importantes asociadas de manera significativa de acuerdo a la prueba de Wald y que explican esta probabilidad se encuentran: la percepción del riesgo de los impactos ambientales por las características físicas de la presa, el conocimiento de la persona acerca de la posible extinción de especies endémicas pertenecientes a la fauna marina junto con las diferentes ocupaciones y empleos de los habitantes.

A decir de esto; entre mayor es el grado de escolaridad mayor es la probabilidad de respuesta, para el caso de la percepción del riesgo de los impactos ambientales; entre más alta y severa es dicha percepción menor es dicha probabilidad, por último, de acuerdo al modelo una persona está más propensa a contribuir a resarcir los impactos ambientales cuando no tiene conocimiento de la extinción de especies endémicas que cuando lo tiene.

En este sentido, aun cuando no pudo alcanzarse el segundo objetivo: cuantificar la DAP en términos monetarios para incorporarlo al análisis costo beneficio del proyecto, pudo obtenerse algunos escenaríos prospectivos que explican la probabilidad de que una persona perteneciente a alguno de los municipios de Jalcomulco o Tuzamapan esté dispuesta a contribuir a resarcir los impactos ambientales a través de horas de trabajo, lo cual puede servir de ayuda para construir estrategias de impacto-mitigación socialmente aceptables, al mismo tiempo sirve de referencia para futuros estudios que puedan incorporar el número de horas dispuestas a trabajar durante determinado tiempo y las remuneraciones equivalentes como una aproximación cuantificable de la DAP.

En el caso de la DAC esta resulto ser de 42857.14 pesos mensuales por hogar, dado que su desviación estándar es alta y no es una medida que se obtenga a partir de una muestra representativa de la población de Tuzamapan no puede utilizarse

sino para establecer futuros precios guías en futuras investigaciones. Este resultado refuerza la comprobación de la hipótesis de que los individuos son adversos al riesgo, es decir; valoran más las pérdidas en el bienestar que las ganancias que le originarían los beneficios del proyecto, esto se traduce en diferencias entre el valor monetario de la DAP y la DAC (Azqueta Oyarzun, 1998). Por otra parte, entre los factores más fuertes que explican la probabilidad de que una persona esté dispuesta a aceptar una compensación de acuerdo a la prueba de significancia de Wald, se encuentran el nivel de escolaridad y la disposición a participar en un empleo temporal, ambas de manera positiva de acuerdo a los resultados del modelo de regresión logística.

Los resultados del trabajo muestran la necesidad de incorporar al análisis costo beneficio los costos ambientales del proyecto para tener una mejor cuantificación de los impactos, por otra parte, el proyecto no puede llevarse a cabo sin la aceptación y participación de la sociedad en el proyecto.

Referencias

AIDA. (2000). *Grandes Represas en America.*

AIDA, A. (2000). *Grandes Represas en America: ¿Peor el remedio que la enfermedad?*

Alp, E., & Yetis, U. (2010). Applicatión of the contingent valuation method in a developing country: a case study of the Yusufell Dam in northeast Turkey . *Water Science & Technology*, 99-105.

Azqueta Oyarzun, D. (1998). *Valoración Económica de la Calidad Ambiental.* Madrid: Mc Graw-Hill.

Brookshire , D., Eubanks, L., & Randall, A. (1983). Estimating Option Prices and Existence Value for Wildlife Resources . *Land Economics*, 1-15.

Campos Cabral, V., & Ávila García , P. (2013). Entre ciudades y presas. Oposición campesina al trasvase de agua y la defensa del Río Temascaltepec, México. *Revista de Estudios Sociales* , 120-133.

CAP, N. (2005). *Capacity Building for Integrated Water Resources Management*. Obtenido de Planes de gestion integrada del recurso hídrico. Manual de capacitación y guia operacional (en linea), Canada: http://cap-net.org

Cárcamo C., U. (2004). Los Fundamentos Matemáticos de la Teoría de las Finanzas (II): incluyendo Incertidumbre y Riesgo. *Semestre Económico*, 123-158.

CEPAL. (2013). *Recursos Naturales. Situación y Tendencias para una agenda de desarrollo regional en America Latina y el Caribe.* Santiago de Chile: Naciones Unidas.

Cicchetti, C., & Freeman, A. (1971). Option Demand and Consumer Surplus: Further Comment. *Quaterly Journal of Economics*, 528-539.

Constanza, R. (Mayo de 1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 253-260.

Dams, W. C. (2000). *Represas y Desarrollo: Un marco para la toma de decisiones: Una sintesis.*

Dávila, J. (2009). *Periferia Urbana: Deteríoro Ambiental y Reestructuración Metropolitana.* México: Porrua.

DOF. (2012). *Acuerdo por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales superficiales de la Cuenca Hidrológica Río La Antigua de la Región Hidrológica denominada Papaloapan A.* México.

Friedman , M., & Savage, L. (1948). The Utility Analysis of Choices Involving Risk. *The Journal of Political Economy*, 279-304.

FWEE, F. (2015). *¿Cómo un Proyecto Hidroeléctrico puede afectar a un Río?*

ICOLD, C. (2014).

Jalcomulco, H. A. (2014). *Plan de Desarrollo Municipal 2014-2017 .* Jalcomulco-Veracruz.

Johansson, P. (1990). Valuing Environmental Damage. . *Oxford Review of Economic Policy*, 34-50.

L. Lohr, S. (2007). *Muestreo: Diseño y Análisis.* México D.F: Thomson.

Labandeira Villot, X., & Vázquez M, X. (2007). *Economía Ambiental.* Madrid: Pearson Prentice Hall.

LGEEPA, L. G. (2014). *Ley General de Equilibrío Ecológico y Protección Ambiental.*

LIE, C. (2014). *Ley de la Industria Electrica.* México.

Perman, R., Ma, Y., McGilvray, J., & Common, M. (2003). *Natural Resource and Environmental Economics.* Pearson.

Pindyck, R., & Rubinfeld, D. (2009). *Microeconomía.* Madrid: Pearson.

Pineda Pablos , N., Salazar Adams, A., & Buenfil Rodriguez, M. (2010). Para dar de beber a las ciudades mexicanas: el reto de la gestión eficiente del agua ante el crecimiento urbano. En B. Jiménez Cisneros, M. Torregrosa y Armentia, & L. Aboites Aguilar, *El agua en México: Cauces y Encauses* (págs. 117-140). México: Academia Mexicana de Cuencas.

Riera, P. (1994). *Manual de Valoración Contingente.*

Sánchez Bernal, A., & Verduzco Chávez , B. (2015). Planning hydroelectric power plants with the public: a case of organizational and social learning in México. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 163-176.

SEMARNAT. (01 de 12 de 2013). *SEMARNAT*. Recuperado el 15 de 01 de 2015, de SEMARNAT: http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/impacto-ambiental-y-tipos

Shogren , J., & Crocker, T. (1990). Adaptation and the option value of uncertain environmental resources. *Ecological Economics*, 301-310.

SIALT. (10 de Marzo de 2015). *Simulador de flujos de aguas de cuencas hidrográficas*. Recuperado el 10 de Marzo de 2015, de http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#

Smith, V. (1987). Uncertainty, Benefit Cost Analysis, and the Treatment of Option Value. *Journal of Environmental Economics and Management*, 283-292.

Stigliz, J. (2002). *Economia del Sector Público.* Madrid.

Valdivia Alcalá, R., Cuevas Alvarado, C., Sandoval Villa, M., & Romo Lozano, J. (2009). Estimación económetrica de la disponibilidad a pagar por los consumidores de servicios recreativos turísticos . *Tierra Latinoamericana* , 227-235.

Verduzco Chávez, B. (5 de Diciembre de 2014). Conferencia: La evaluación del impacto social en proyectos hidroeléctricos, escenaríos posibles de cooperación y conflictos derivados de la reforma energética. *Conferencia: La evaluación del impacto social en proyectos hidroeléctricos, escenaríos posibles de cooperación y conflictos derivados de la reforma energética*. Tijuana, Baja California, México: El Colegio de la Frontera Norte.

WCD, C. (2002). *Represas y Desarrollo: Un Nuevo Marco para la Toma Decisiones.*

Weisbrod, B. (1964). *Quaterly Journal of Economics*, 78(3).

Weisbrod, B. (1964). Collective-Consumption Servicies of Individual Consumption Goods. *Quaterly Journal of Economics*, 78(3).

WWF, F. (Octubre de 2010). Caudal ecológico. Salud al ambiente, agua para la gente. *Caudal ecológico. Salud al ambiente, agua para la gente*. México.

Yong Han , S., Jun Kwak, S., & Hoon Yoo, S. (2008). Valuing environmental impacts of large dam construction in Korea: An application of choice experiments. *Science Direct*, 256-266.

Zavaleta Sánchez, M. Z. (Octubre de 2007). Paradigmas de Inferencia en Muestreo. *Tesina de Licnciatura*. Xalapa, Veracruz, México.

Anexo Estadístico

Cuestionario

Buenos días este es un cuestionario que forma parte de un trabajo de investigación de la Universidad Veracruzana de la Maestría en Economía Ambiental y Ecológica, acerca de la percepción de los costos y beneficios de llevar a cabo el proyecto de la Presa y Central Hidroeléctrica en el Río los Pescados como parte del Proyecto Propósitos Múltiples Xalapa, y tiene como objetivo medir los impactos ambientales regionales que ocasionaría el proyecto de llevarse a cabo.

Folio:_____	Lugar y Fecha: _____	Hora de aplicación:_____
Nombre del entrevistador:_____		Estrato: Sector Primarío

Favor de tachar la respuesta correcta

Parte 1. Acerca del conocimiento del proyecto			
1.0	¿Conoce usted el Proyecto de Propósitos Múltiples Xalapa?	Si__	No__

1.1	Sabía usted que uno de los objetivos del proyecto consiste en llevar agua del Río Los Pescados a la ciudad de Xalapa para poder satisfacer el aumento de la demanda de agua de la ciudad a través de la construcción de una presa, ¿Cómo percibe usted este objetivo del proyecto?		
a) justo y necesario	b) justo pero innecesario	c) injusto pero necesario	d) injusto e innecesario

1.2	Sabía usted que el proyecto contempla también suministrar energía eléctrica a 300 mil habitantes a través de la construcción de una central hidroeléctrica ¿Cómo percibe usted este objetivo del proyecto?		
a) injusto pero necesario	b) justo y necesario	c) injusto e innecesario	d) justo pero innecesario

1.3	Sabía usted que de acuerdo a las características físicas de la presa, la cortina pretende ser de 100 metros de alto por 700 metros de longitud y un embalse de 400 hectáreas sobre el río los pescados entre el municipio de Jalcomulco Tlaltetela y Tuzamapa, de acuerdo a estas características ¿Cómo percibe el impacto ambiental que pueda generar a la flora, fauna y al ecosistema del río?		
a) Medio	b) Alto	c) Bajo	d) Muy alto

2.1	Por último, el proyecto pretende controlar el caudal del río en épocas o momentos para las cuales tiende a crecer más y así evitar inundaciones ¿Qué opina usted acerca de esto?		
a) Es necesario en épocas de lluvias	b) Es necesario para minimizar el riesgo ante eventos extremos como huracanes	c) No es necesario; el río puede autorregularse por sí mismo sin que exista riesgo de inundación	d) Otro

Parte 2. Acerca de la percepción de los beneficios de las Presas Hidroeléctricas

2.2	¿Qué opina acerca de la construcción de carreteras y caminos de acceso a pueblos y comunidades en caso de que la empresa encargada de llevar a cabo el proyecto contemple realizarlas para fomentar el desarrollo económico regional?		
a) No son necesarias para nuestras comunidades y el desarrollo económico regional	b) Son necesarias para nuestras comunidades y el desarrollo económico regional	c) No son suficientes para compensar a las comunidades afectadas por los impactos que genera	d) Son suficientes para compensar a las comunidades afectadas por los impactos que genera

2.3	¿Considera usted que la construcción de la presa pueda mejorar las actividades de pesca para las comunidades?		
a) Nada	b) Muy Poco	c) Poco	d) Mucho

2.4	¿Qué opina usted acerca de las mejoras en la energía de luz suministrada a las comunidades que pueda traer la construcción de la central hidroeléctrica?		
a) No es necesario para las comunidades	b) Si es necesario para las comunidades y el	c) No es suficientes para compensar a las	d) Si es suficiente para compensar a las

y el desarrollo económico regional	desarrollo económico regional	comunidades afectadas por los impactos que genera	comunidades afectadas por los impactos que genera

2.5	¿Qué opina usted acerca de las mejoras en las actividades agrícolas que pueda traer consigo la construcción de la presa en caso de favorecer el suministro de agua a estas actividades en las comunidades?

a) No es necesario para las comunidades y el desarrollo económico regional	b) No es suficientes para compensar a las comunidades afectadas por los impactos que genera	c) Si es necesario para las comunidades y el desarrollo económico regional	d) Si es suficiente para compensar a las comunidades afectadas por los impactos que genera

2.6	¿Qué opina usted acerca de las mejoras en las actividades ganaderas que pueda traer consigo la construcción de la presa en caso de favorecer el suministro de agua a estas actividades en las comunidades?

a) No es necesario para las comunidades y el desarrollo económico regional	b) No es suficientes para compensar a las comunidades afectadas por los impactos que genera	c) Si es necesario para las comunidades y el desarrollo económico regional	d) Si es suficiente para compensar a las comunidades afectadas por los impactos que genera

2.7	¿Qué opina usted acerca de la disminución de los costos de servicio de luz y agua que pueda traer consigo la construcción de la presa y la central hidroeléctrica en las comunidades?

a) No es necesario para las comunidades y el desarrollo económico regional	b) No es suficientes para compensar a las comunidades afectadas por los impactos que genera	c) Si es necesario para las comunidades y el desarrollo económico regional	d) Si es suficiente para compensar a las comunidades afectadas por los impactos que genera

2.8	Si la empresa encargada de llevar a cabo el proyecto le ofreciera empleo durante la construcción de la presa o la central hidroeléctrica a través de un programa de capacitación y condiciones laborales favorables, ¿participaría usted en dicho programa?
Si_ _	No__ ¿Porque?_____ _____

2.9	¿Considera usted que el empleo temporal que pudiera promover el proyecto para los habitantes de las comunidades puede al mismo tiempo promover el desarrollo económico regional de las comunidades?
Si_ _	No__ ¿Porque?_____ _____

Parte 3. Acerca de la percepción de los costos de las Presas Hidroeléctricas

3.0 ¿Cree usted que el proyecto traiga consigo efectos negativos al medio ambiente?

Si _ ¿Porque?	No_ ¿Porque?

3.1 ¿De llevarse a cabo el proyecto, cree que exista el riesgo de inundación y colapso de la presa?					
Si_ pasar al 3.2	No__ pasar al 3.5				
3.2 ¿Cómo considera usted este riesgo?					
a) Muy alto	b)Alto	c)Medio	d)Bajo		
3.3 ¿De existir el riesgo de inundaciones, cree usted que pueda inundarse algunas de las siguientes opciones?					
a) casas	b) Ranchos de ganado	c) carreteras	d) Tierras agrícolas y cultivos	e) Negocios y/o empresas	f) Otro
3.4 ¿De existir el riesgo de inundaciones, considera usted que puedan morir personas ahogadas?					
a) Si	b) No				
3.5 ¿Cree usted que la construcción de la presa y central hidroeléctrica pueda traer efectos negativos en la salud?					
a) Si ¿Cómo cuales enfermedades?	b) No	c) No sabe			
Parte 4. Acerca de la disposición al pago					
4.1 Sabía usted que la construcción y operación de la presa pone en riesgo la existencia de especies endémicas como la Nutria, el Ocelote y el Venado Cola Blanca: Si____ No____					
4.2 Sabía usted que la construcción de la presa implicaría la devastación de algunas especies de flora como el Pino Colorado el Pino Estrobos y Pata de Elefante entre otros: Si____. No____					
4.3 Va a ser muy difícil y costoso de reparar el daño ambiental causado por la construcción de la presa hidroeléctrica. Las contribuciones de los pueblos de la zona podrían ser necesarias para ayudar a restaurar el medio ambiente local que será dañado por el Proyecto, ¿estaría usted dispuesto a contribuir a resarcir los impactos ambientales en un esfuerzo local que incluiría a todos en la región? Sí _____ (pasar a la siguiente pregunta) No_____(pasar al 4.8)					
4.4 ¿Cómo le gustaría ayudar a resarcir los impactos ambientales?					
a) A través de horas de trabajo en la reconstrucción	b) A través de una aportación periódica de dinero				
4.5 Si tuviera que contribuir a resarcir los impactos ambientales originados por la construcción y operación de la de la presa, ¿Cuál sería la cantidad máxima de dinero que estaría dispuesto a pagar para contribuir a esta causa?_____					
4.6 ¿Bajo qué frecuencia haría usted este pago?					
a) Mensual	b) Bimestral	c) Semestral	d) Anual	e) otro	
4.7 ¿Cómo le gustaría realizar este pago?					
4.8 ¿Cuál es el principal motivo por el cual usted no contribuiría?					
a) no es responsabilidad del pueblo restaurar los daños ambientales	b) es responsabilidad del gobierno restaurar los daños al medio ambiente	c) es responsabilidad de la empresa que lleva el proyecto	d) otro		
Parte 5. Acerca de la disposición a aceptar una compensación					
5.1 ¿Estaría usted dispuesto a recibir una compensación para aceptar que el proyecto se lleve a cabo? Sí_____ No_____					
5.2 ¿Cuál es la cantidad mínima de dinero que estaría dispuesto a aceptar y en qué					

frecuencia?_____			
a) Semanal	b) Mensual	c) Quincenal	d) Semestral
5.3 ¿Quién cree usted que debería aportar el dinero?			
a) Gobierno	b) Empresas	c) Ambos	d) Otro
5.4 ¿Cómo le gustaría recibir este dinero?			

Genero	a) Masculino		b) Femenino	
Edad actual_____				
Estado Civil	a) Soltero, divorciado o viudo		b) Casado o juntado	
Escolaridad				
a) Primaria	b) Secundaria	c) Bachillerato	d) Profesional	e) Posgrado
Ocupación actual				
a) Ama de casa	b) empleado	c) estudiante	i) independiente	j) otro
¿A cuánto ascienden sus ingresos mensuales?				
Menos de 4000	Entre 4000-7000	Entre 7001-9000	Entre 9001-12000	Mas de 12000

Descripción de las variables y escalas de medición empleadas en el estudio

	Variables Socioeconómicas	Tipo	Escala	Codificación
1	[illegible] = número de años cumplidos	Cuantitativa-discreta	Razón	
2	[illegible] = Ingreso nominal mensual percibido por el trabajador.	Cuantitativa-continua	Ordinal:	1 Menor a 4000 2 Entre 4000 y 7000 3 Entre 7001 y 9000 4 Entre 9001 y 12000 5 Más de 12000
3	[illegible] = Género masculino o femenino.	Cualitativa	Nominal:	0 = [illegible] 1 = [illegible]
4	[illegible] = Estado civil del trabajador	Cualitativa	Nominal:	0 = [illegible] 1 = [illegible]
5	[illegible] = Nivel de escolaridad del trabajador	Cualitativa	Ordinal	0 = Primaria 1 = Secundaria 2 = Bachillerato 3 = Profesional

6	⍰⍰⍰	Cualitativa	Nominal	0: Ama de casa 1: Empleado 2:Estudiante 3: Independiente 5: Otro

	Variables acerca del conocimiento y percepción de proyecto Propósitos Múltiples Xalapa	Tipo	Escala	Codificación
7	ProyM = ¿Conoce usted el Proyecto de Propósitos Múltiples Xalapa?	Cualitativa	Nominal	0=Si 1=No
8	ProyM_1 = Sabía usted que uno de los objetivos del proyecto consiste en llevar agua del Río Los Pescados a la ciudad de Xalapa para poder satisfacer el aumento de la demanda de agua de la ciudad a través de la construcción de una presa, ¿Cómo percibe usted este objetivo del proyecto?	Cualitativa	Nominal	
	Codificación 0 justo y necesario 1 justo pero innecesario 2 injusto pero necesario 3 injusto e innecesario			
9	ProyM_2 = Sabía usted que el proyecto contempla también suministrar energía eléctrica a 300 mil habitantes a través de la construcción de una central hidroeléctrica ¿Cómo percibe usted este objetivo del proyecto?	Cualitativa	Nominal	
	Codificación 0 injusto pero necesario 1 justo y necesario 2 Injusto e innecesario 3 justo pero innecesario			
10	ProyM_3 = Sabía usted que de acuerdo a las características físicas de la presa, la cortina pretende ser de 100 metros de alto por 700 metros de longitud y un embalse de 400 hectáreas sobre el río los pescados entre el municipio de Jalcomulco Tlaltetela y Tuzamapa, de acuerdo a estas características ¿Cómo percibe el impacto ambiental que pueda generar a la flora, fauna y al ecosistema del río?	Cualitativa	Ordinal	
	Codificación 0 Medio 1 Alto 2 Bajo 3 Muy alto			
11	ProyM_4 = Por último, el proyecto pretende controlar el caudal del río en épocas o momentos para las cuales tiende a crecer más y así evitar inundaciones ¿Qué	Cualitativa	Nominal	

	opina usted acerca de esto?			
Codificación				
0	1	2	3	
Es necesario en épocas de lluvias	Es necesario para minimizar el riesgo ante eventos extremos como huracanes	No es necesario; el río puede autorregularse por sí mismo sin que exista riesgo de inundación	Otro	

	Variables acerca de la percepción de los beneficios del proyecto Propósitos Múltiples Xalapa	**Tipo**	**Escala**
12	Benef_1 = ¿Qué opina acerca de la construcción de carreteras y caminos de acceso a pueblos y comunidades en caso de que la empresa encargada de llevar a cabo el proyecto contemple realizarlas para fomentar el desarrollo económico regional?	Cualitativa	Nominal
Codificación			
0	1	2	3
No son necesarias para nuestras comunidades y el desarrollo económico regional	Son necesarias para nuestras comunidades y el desarrollo económico regional	No son suficientes para compensar a las comunidades afectadas por los impactos que genera	Son suficientes para compensar a las comunidades afectadas por los impactos que genera
13	Benef_2 = ¿Considera usted que la construcción de la presa pueda mejorar las actividades de pesca para las comunidades?	Cualitativa	Nominal
Codificación			
0	1	2	3
Nada	Muy poco	Poco	Mucho
14	Benef_3 = ¿Qué opina usted acerca de las mejoras en la energía de luz suministrada a las comunidades que pueda traer la construcción de la central hidroeléctrica?	Cualitativa	Nominal
Codificación			
0	1	2	3
No es necesario para las comunidades y el desarrollo económico regional	Si es necesario para las comunidades y el desarrollo económico regional	No es suficientes para compensar a las comunidades afectadas por los impactos que genera	Si es suficiente para compensar a las comunidades afectadas por los impactos que genera
15	Benef_4 = ¿Qué opina usted acerca de las mejoras en las actividades agrícolas que pueda traer consigo la construcción de la presa en caso de favorecer el suministro de agua a estas actividades en las comunidades?	Cualitativa	Nominal
Codificación			
0	1	2	3
No es necesario para las comunidades y el	Si es necesario para las comunidades y el	No es suficientes para compensar a las	Si es suficiente para compensar a las

	desarrollo económico regional	desarrollo económico regional	comunidades afectadas por los impactos que genera	comunidades afectadas por los impactos que genera	
16	Benef_5 = ¿Qué opina usted acerca de las mejoras en las actividades ganaderas que pueda traer consigo la construcción de la presa en caso de favorecer el suministro de agua a estas actividades en las comunidades?			Cualitativa	Nominal
	Codificación				
	0	1	2	3	
	No es necesario para las comunidades y el desarrollo económico regional	Si es necesario para las comunidades y el desarrollo económico regional	No es suficientes para compensar a las comunidades afectadas por los impactos que genera	Si es suficiente para compensar a las comunidades afectadas por los impactos que genera	
17	Benef_6 = ¿Qué opina usted acerca de la disminución de los costos de servicio de luz y agua que pueda traer consigo la construcción de la presa y la central hidroeléctrica en las comunidades?			Cualitativa	Nominal
	Codificación				
	0	1	2	3	
	No es necesario para las comunidades y el desarrollo económico regional	Si es necesario para las comunidades y el desarrollo económico regional	No es suficientes para compensar a las comunidades afectadas por los impactos que genera	Si es suficiente para compensar a las comunidades afectadas por los impactos que genera	
18	Benef_7 = Si la empresa encargada de llevar a cabo el proyecto le ofreciera empleo durante la construcción de la presa o la central hidroeléctrica a través de un programa de capacitación y condiciones laborales favorables, ¿participaría usted en dicho programa?			Cualitativa	Nominal 1 = [illegible] 0 = [illegible]
19	Benef_8 = ¿Considera usted que el empleo temporal que pudiera promover el proyecto para los habitantes de las comunidades puede al mismo tiempo promover el desarrollo económico regional de las comunidades?			Cualitativa	Nominal 1 = [illegible] 0 = [illegible]

	Variables acerca de la percepción de los cotos del proyecto Propósitos Múltiples Xalapa	**Tipo**	**Escala**
20	Cost_1 = ¿Cree usted que el proyecto traiga consigo efectos negativos al medio ambiente?	Cualitativa	Nominal 1 = [illegible] 0 = [illegible]
21	Cost_2 = ¿De llevarse a cabo el proyecto, cree que exista el riesgo de inundación y colapso de la presa?	Cualitativa	Nominal 1 = [illegible] 0 = [illegible]
22	Cost_3 = ¿Cómo considera usted este riesgo?	Cualitativa	Ordinal 1=Muy alto 2=Alto 3=Medio

			4=Bajo
23	Cost_4 = ¿De existir el riesgo de inundaciones, cree usted que pueda inundarse algunas de las siguientes opciones?	Cualitativa	Nominal 1=Casas 2=Ranchos de ganado 3=Carreteras 4=Tierras agrícolas y cultivos 5=Negocios y/o empresas
24	Cost_5 = ¿De existir el riesgo de inundaciones, considera usted que puedan morir personas ahogadas?	Cualitativa	Nominal 1=si 0=no
25	Cost_6 = ¿Cree usted que la construcción de la presa y central hidroeléctrica pueda traer efectos negativos en la salud?	Cualitativa	Nominal 1=si 0=no
26	Cost_7 = ¿Sabía usted que la construcción y operación de la presa pone en riesgo la existencia de especies endémicas como la Nutria, el Ocelote y el Venado Cola Blanca?	Cualitativa	Nominal 0 = Si 1 = No
27	Cost_8 = ¿Sabía usted que la construcción de la presa implicaría la devastación de algunas especies de flora como el Pino Colorado el Pino Estrobos y Pata de Elefante entre otros?	Cualitativa	Nominal 0 = Si 1 = No