

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA**

**Escuela de Posgrado**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

**ESTUDIO DE LA VALORACIÓN CONTINGENTE POR EL  
SERVICIO DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE  
LA YARADA - LOS PALOS. TACNA 2016**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**ING. EVERTH CASTRO Y CÉSPEDES**

**Para optar el Grado Académico de:**

**MAESTRO EN CIENCIAS (*MAGISTER SCIENTIAE*) CON MENCIÓN  
EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

**TACNA - PERÚ**

**2017**

# UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA

Escuela de Posgrado

## MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE

### “ESTUDIO DE LA VALORACIÓN CONTINGENTE POR EL SERVICIO DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE LA YARADA-LOS PALÓS. TACNA 2016”

Tesis sustentada y aprobada el 31 de octubre del 2017; estando el  
Jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE

:   
Dr. Osear Octavio Fernández Cutire

SECRETARIA

:   
Dra. Rosario Elena Zegarra Vda. de Chávez

MIEMBRO

:   
M.Sc. Edwin Ismael Palza Chambe

ASESORA

:   
Dra. Nelly Arévalo Solsol

## **DEDICATORIA**

A Dios Todopoderoso por darme esta segunda oportunidad de vida.

A la memoria de mis padres Alejandro Castro y Lorenza Céspedes quienes me enseñaron el valor del estudio como prioridad para nuestra superación.

A mi adorada hija Nelly Consuelo Castro Arévalo una bendición de Dios.

A mi esposa Nelly mi eterna compañera en este largo camino de la vida.

Finalmente, a todos los familiares y amigos que me brindan su apoyo en esta segunda etapa de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi asesora de tesis Dra. Nelly Arévalo Solsol por sus valiosos aportes y sugerencias.

A mis profesores y compañeros virtuales del curso a distancia Métodos de Valoración del Agua y del Ambiente. 2da Edición. Red Argentina de Capacitación y Fortalecimiento en Gestión Integrada de los Recursos Hídricos del INSTITUTO NACIONAL DEL AGUA y CENTRO DE ECONOMÍA, LEGISLACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL AGUA de Argentina.

A mis asistentes Milton Céspedes, Glen Ramos y otros amigos que me ayudaron en la realización del trabajo de campo y gabinete.

A los agricultores de La Yarada Los Palos que laboran en el acuífero Valle Caplina que colaboraron en las encuestas.

A mis compañeros de trabajo de la Administración Local de Agua Caplina-Locumba de la Autoridad Nacional del Agua por su apoyo, paciencia y tolerancia en esta etapa de la vida.

## CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b>	ii
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	iv
<b>RESUMEN</b>	xii
<b>ABSTRACT</b>	xiii
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	
1.1 Descripción del problema	3
1.1.1 Antecedentes del problema	4
1.1.2 Problemática de la investigación	5
1.2 Formulación del problema	6
1.3 Justificación e importancia	6
1.4 Alcances y limitaciones	8
1.5 Objetivos	8
1.5.1 General	8
1.5.2 Específicos	8

1.6	Hipótesis	9
1.6.1	General	9
1.6.2	Específicas	9
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>		
2.1	Antecedentes del estudio	10
2.2	Bases Teóricas	17
2.2.1	El modelo de regresión simple lineal y la función logit	21
2.2.2	La modelación estadística	27
2.2.3	El modelo lineal general (MLG)	31
2.2.4	El valor del agua	35
2.3	Definición de términos	51
2.3.1	Agua potable	51
2.3.2	Métodos de valoración económica	52
<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO</b>		
3.1	Tipo y diseño de la investigación	56
3.1.1	Tipo de investigación	56
3.1.2	Diseño de investigación	56
3.2	Población y muestra	57
3.2.1	Población	57

3.2.2	Muestra	59
3.2.3	Unidad de análisis	59
3.2.4	Vehículo de pago	59
3.3	Operacionalización de variables	59
3.3.1	Descripción de variables	59
3.3.2	Operacionalización de variables	61
3.4	Técnicas e instrumentos para recolección de datos	63
3.4.1	Encuesta abierta	65
3.4.2	Encuesta cerrada	65
3.5	Procesamiento y análisis de datos	66

#### **CAPÍTULO IV: RESULTADOS**

4.1	Valor económico por el servicio de agua potable en la población beneficiaria.	69
4.2	Valor económico del agua (valor uso y no uso) en la población beneficiaria y población no beneficiaria.	75

#### **CAPÍTULO V: DISCUSIÓN**

5.1	Encuesta abierta por el servicio de agua potable en la población beneficiaria.	78
5.2	Vectores de pago (BID) por el servicio de agua potable en la población beneficiaria.	80

5.3	Valor de uso del agua en la población beneficiaria.	80
5.4	Valor de uso y no uso del agua en la población beneficiaria y población no beneficiaria.	82
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>84</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>86</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>87</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>97</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Costos de inversión por niveles de servicio (en dólares).	44
Tabla 2.	Estimación del costo de bombeo de un pozo de agua.	48
Tabla 3.	Operacionalización de variables.	62
Tabla 4.	Características ambientales y de salud de la población beneficiaria en el distrito La Yarada-Los Palos. Tacna 2016.	69
Tabla 5.	Variables socioeconómicas y ambientales por el servicio de agua potable en la población beneficiaria en el distrito La Yarada-Los Palos. Tacna 2016.	71
Tabla 6.	Proporción de Respuestas Positivas a los Vectores de pago (BID) de la población beneficiaria por el servicio de agua potable en el distrito La Yarada-Los Palos. Tacna 2016.	72
Tabla 7.	Coeficientes de todas las Variable del Modelo Logístico en la población beneficiaria por el servicio	73

de agua potable en el distrito La Yarada- Los Palos.  
Tacna 2016.

Tabla 8.	Proporción de Respuesta Positivas a los BID por el servicio de agua potable en la población beneficiaria y no beneficiaria. Tacna 2016.	75
Tabla 9.	Coeficiente de todas las variables del modelo Logístico por el servicio de agua en la población beneficiaria y población no beneficiaria. Tacna 2016.	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo logit y Modelo logit pendiente negativa	26
Figura 2. Ubicación de la cuenca Caplina	58
Figura 3. Área de Estudio	58

## RESUMEN

Actualmente la irrigación La Yarada-Los Palos que abarca el distrito del mismo nombre no cuenta con el servicio de agua potable teniendo que cubrir esta necesidad tomando el agua de los pozos de explotación agrícola y que estos se encuentran expuestos a microorganismos perjudiciales y contaminados naturalmente por la presencia de arsénico y otros minerales como Boro, Niquel y otros elementos, sin embargo es importante valorar económicamente este servicio usando el método de la valoración contingente en vista que el recurso hídrico del acuífero se encuentra en veda por la sobreexplotación agrícola pero al mismo tiempo existe una población mayoritariamente dedicada a la actividad agrícola que requiere contar con este servicio de agua potable. El objetivo de la investigación fue determinar el valor económico que el poblador de la Yarada-Los Palos estaría dispuesto a pagar por contar con el servicio de agua potable. Los resultados indican que el poblador beneficiario y no beneficiario estaría dispuesto a pagar hasta 48,39 soles porque valoran este recurso para las generaciones futuras.

**Palabras clave:** Agua potable, Valoración contingente, regresión logística, Disposición a pagar.

## **ABSTRACT**

At the moment the irrigation Yarada-Los Palos that includes the district of the same name does not count on the service of potable water having to cover this necessity taking the water of the wells of agricultural operation and that these are exposed to harmful microorganisms and contaminated naturally by the presence of arsenic and other minerals such as boron, nickel and other elements, however it is important to value this service economically using the contingent valuation method in view of the fact that the water resource of the aquifer is closed due to agricultural overexploitation but at the same time there is a population mainly dedicated to agricultural activity that requires this potable water service. The objective of the investigation was to determine the economic value that the resident of Yarada-Los Palos would be willing to pay for having potable water service. The results indicate that the beneficiary and non-beneficiary would be willing to pay up to 48.39 soles because they value this resource for future generations.

**Keywords:** Drinking water, Contingent valuation, logistic regression, Willingness to pay.

## INTRODUCCIÓN

En el Perú, según la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2013) en el año 2012, 7 millones de personas no tenían acceso al agua potable y 10 millones de personas sin acceso al saneamiento básico. Asimismo, solamente 38,3 % del sector rural tenía cobertura del agua potable. Según la SUNASS (2013), Tacna tiene una cobertura de agua potable de 91,1 % y de saneamiento de 87,7 %. Sin embargo, el nuevo distrito La Yarada- Los Palos eminentemente agrícola no cuenta con estos servicios básicos de agua potable y saneamiento. El servicio de agua potable en la irrigación La Yarada-Los Palos adquiere un grande interés ya que este servicio tendría como fuente de agua el acuífero del valle Caplina que se encuentra en veda por la sobreexplotación del acuífero ya que la recarga de agua que ingresa es menor a la extracción considerando que las agua subterráneas es un recurso muy valioso en Tacna ubicado en la cabecera del desierto de Atacama y que actualmente su volumen viene disminuyendo y deteriorando. Por lo que se hace necesario investigar el verdadero valor de este importante servicio de agua potable en la irrigación La Yarada-Los Palos usando el método de la valoración contingente y poder determinar el verdadero valor económico de este servicio considerado su valor de uso y valor ambiental para las generaciones futuras teniendo en cuenta la gestión

sostenible y racional del acuífero del valle Caplina.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1 Descripción del problema**

En la irrigación La Yarada-Los Palos el servicio de agua para el consumo doméstico está limitado al uso del agua de riego agrícola que lo usan directamente sin ningún tratamiento de potabilización, las cuales exponen a los agricultores a enfermedades diarreicas agudas (EDAs) presentando problemas de salud con síntomas y signos que involucran el sistema digestivo y el abdomen, todo esto como consecuencia de la falta de acceso al agua potable y saneamiento básico. Para contar con el servicio de agua potable en la irrigación distrito, la fuente natural de captación para el agua potable es el acuífero del valle Caplina. El propósito es investigar con el método de valoración contingente (MVC) el valor económico de los cambios en el bienestar del agricultor que significa para el agricultor de la irrigación La Yarada-Los Palos ya lo que significa contar con el servicio de agua potable de las aguas subterráneas de un acuífero que se encuentra en veda por la sobreexplotación de uso agrícola.

### **1.1.1 Antecedentes del problema**

La irrigación La Yarada-Los Palos cuenta con una población de 1 300 agricultores aproximadamente legalmente con licencia de uso de aguas subterráneas provenientes del acuífero del valle Caplina, ubicado en la parte baja de la Cuenca Caplina al sur del Perú, frontera con Chile, usan las aguas subterráneas provenientes del acuífero para la explotación agrícola teniendo básicamente al olivo como cultivo principal, existiendo una sobre explotación de recurso hídrico. Así se tiene que en el año 2009, según la Autoridad Nacional del Agua, había un total de 214 pozos dedicados al uso agrícola, solo 90 son pozos legalmente reconocidos. En el uso doméstico se detectaron 27 pozos, 3 de uso pecuario y 1 de uso industrial. El volumen total de agua subterránea explotada mediante pozos ascendía a 111,74 millones de metros cúbicos (MMC) que equivale a un caudal continuo de explotación de 3,51 m<sup>3</sup>/s. Del total explotado 105,00 MMC fueron utilizados en la agricultura, seguido en importancia por el uso doméstico con 4,67 MMC. Actualmente según el Google Earth se observa que más del 80 % del área que abarca el acuífero está siendo sobre explotada.

Es necesario precisar que la Autoridad Nacional del Agua considera al acuífero del valle Caplina en veda desde 1980 ya que la

recarga del acuífero es de 37 MMC permitiéndose levantar la veda solo en el caso de fines poblacionales.

En el año 2015, el gobierno peruano crea el distrito La Yarada-Los Palos, que no tienen acceso al servicio de agua potable, solamente limitado al uso del agua del riego de las aguas subterráneas para su consumo doméstico diario que sin embargo no ofrecen ninguna seguridad y garantía que están libre de microorganismos patógenos y otros elementos perjudiciales. Por lo que existe el riesgo de contraer enfermedades diarreicas agudas (EDAs) básicamente en las poblaciones vulnerables como son los niños y ancianos.

### **1.1.2 Problemática de la investigación**

Actualmente, la irrigación La Yarada-Los Palos que abarca el distrito del mismo nombre, no cuenta con el servicio de agua potable teniendo que cubrir esta necesidad tomando el agua de los pozos de explotación agrícola y que estos se encuentran expuestos a microorganismos perjudiciales y contaminados naturalmente por la presencia de arsénico y otros minerales como Boro, Niquel y otros elementos.

Es necesario mencionar que el acuífero se encuentra en veda desde 1980, pero a raíz de la reciente creación del nuevo distrito La

Yarada-Los Palos se hace necesario contar con este servicio, por ello es importante valorar económicamente este servicio usando el método de la valoración contingente en vista que el recurso hídrico del acuífero se encuentra en veda por la sobreexplotación agrícola, pero al mismo tiempo existe una población mayoritariamente dedicada a la actividad agrícola que requiere contar con este servicio de agua potable.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Cuál será el valor económico que el poblador de la Yarada-Los Palos estaría dispuesto a pagar por el servicio de agua potable?

## **1.3 Justificación e importancia**

El acceso al servicio de agua potable en la irrigación La Yarada-Los Palos está limitado al uso del agua del riego de las aguas subterráneas que no ofrecen ninguna seguridad y garantía que no están libre de microorganismos patógenos y contaminados naturalmente por la presencia del arsénico y otros elementos. Por lo que existe el riesgo de contraer enfermedades diarreicas agudas (EDAs) básicamente en las poblaciones vulnerables como son los niños y ancianos.

Es necesario precisar según la información estadística proporcionada por el Centro de Salud de La Yarada el año 2016 el 49 %

de la población adulta de 30-59 años presentaba enfermedades infecciosas intestinales, asimismo, el 41 % de la población adulta presenta enfermedades del esófago, estómago y duodeno, además el 10 % de niños entre 0 a 11 años presentan síntomas y signos que involucran el sistema digestivo y el abdomen.

Además, indicar que las aguas de los pozos subterráneos de La Yarada-Los Palos que proporcionan agua potable a algunos centros poblados poseen arsénico que exceden los valores establecidos de Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua) para la categoría 1-A1 (0,01 mg/l) y del CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – Valores máximos permitidos (CONAMA CONAMA-VM) consumo humano (0,01 mg/l) tales como los pozos IRHS-99A y el pozo IRHS-135, como se puede observar en el Anexo 3.

Siendo el agua potable un servicio muy importante en la salud y alimentación de las personas, la irrigación de La Yarada-Los Palos no cuentan con este servicio limitándose al uso de las aguas subterráneas que son de uso agrícola.

Por lo que es necesario e importante que la irrigación La Yarada-Los Palos cuente con el servicio de agua potable y lógicamente esto implicaría un valor económico que el poblador estaría dispuesto a pagar

por este servicio, por lo que se plantea la presente investigación, determinar lo que realmente estaría dispuesto a pagar el poblador de La Yarada-Los Palos por contar con el servicio de agua potable usando el método de la valoración contingente.

#### **1.4 Alcances y limitaciones**

Los alcances de la presente investigación se limitan a los pobladores del distrito La Yarada-Los Palos que no tienen acceso al servicio de agua potable en el acuífero valle Caplina que se encuentra en veda por la sobreexplotación.

#### **1.5 Objetivos**

##### **1.5.1 General**

Determinar el valor económico que el poblador de La Yarada-Los Palos estaría dispuesto a pagar por contar con el servicio de agua potable.

##### **1.5.2 Específicos**

- Determinar el valor económico que el poblador beneficiario estaría dispuesto a pagar por el servicio de agua potable en la irrigación La Yarada-Los Palos.
- Determinar el monto económico que el poblador beneficiario y no

beneficiario estaría dispuesto a pagar por el servicio de agua potable en la irrigación La Yarada-Los Palos.

## **1.6 Hipótesis**

### **1.6.1 General**

Los pobladores de La Yarada-Los Palos tiene la disposición a pagar por poseer el servicio de agua potable.

### **1.6.2 Específicas**

- El poblador beneficiario tiene la disposición a pagar por poseer el servicio de agua potable en la irrigación La Yarada-Los Palos.
- El poblador beneficiario y no beneficiario tiene la disposición a pagar por poseer el servicio de agua potable en la irrigación La Yarada-Los Palos.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes del estudio**

Garzón (2013) refiere que los bienes y servicios ambientales no pueden ser valorados económicamente a través de mercados definidos, por lo que ha sido necesario la implementación de metodologías como la valoración contingente para dicho fin. Este método fue planteado hace 66 años y desde entonces ha sido ampliamente empleado en diversos campos como la conservación de áreas protegidas. En los años sesenta y setenta la valoración contingente comenzó a adquirir más importancia para la estimación de valores de no uso; posteriormente hubo una integración de elementos transdisciplinarios para fortalecer la elaboración de encuestas y en los años noventa surgieron críticas sobre su validez. Asimismo, los estudios de valoración contingente en países latinoamericanos han tenido resultados positivos en la determinación de la disposición a pagar por aspectos como valor recreativo, valor de servicios ambientales, beneficios sociales y gestión pública de espacios protegidos.

Bockor *et al.*, (2005) estudiaron elementos de valoración del agua en función del bosque que presta servicio ambiental como regulador del sistema de agua potable del casco urbano en la localidad de San Jerónimo (Guatemala). En la parte alta de la cuenca, donde se capta el agua para San Jerónimo, más del 50 % de la micro cuenca posee cobertura forestal y la agricultura de subsistencia (maíz y frijol) son el principal uso de la tierra, en un área con un alto potencial productivo agrícola y forestal. La tierra es propiedad de la comunidad y un alto porcentaje de la misma está cubierto por vegetación característica de las zonas de vida de bosque húmedo y pluvial, que contribuyen en la captación y regulación del agua. Por otro lado, respecto al sistema de agua potable urbano debe indicarse que es muy antiguo, por lo que presenta serias deficiencias como la contaminación por causa de la tubería de asbesto cemento (más de 43 % de la red), fugas, distribución y funcionamiento irregulares, así como la falta de sistema de medición (no hay contadores) y tarifas proporcionales al consumo. La población mostró una apertura a pagar más en la factura de agua potable, por la reforestación/protección del micro cuenca; mientras que a la vez, percibe como justo el pago por el actual servicio de agua (Q.6,00/mes), ya que el servicio no brinda la calidad adecuada de agua. Sin embargo, si mejora el servicio, las personas estarían dispuestas a pagar más.

Herrador y Dimas (2001), estudiaron la Valoración Económica del Agua para el Área Metropolitana de San Salvador (AMSS) (San Salvador) indicando que los resultados están relacionados al valor de uso indirecto que los bosques y agroecosistemas de la parte alta de la cuenca del río Lempa, proporcionan a las familias del AMSS, a través del suministro de agua proveniente del río Lempa en el San Salvador. Este valor refleja solamente parte del valor económico total del servicio ambiental, ya que la metodología empleada captó uno de los beneficios que implica la protección del recurso hídrico, quedando fuera el beneficio que percibe la industria, así como la misma empresa de acueducto al reducir los costos de obtención de agua por vías más caras. Concluyendo que un 42 % de las respuestas ante la pregunta de DAP resultaron ser negativas, a pesar de que un 78 % de los entrevistados consideran que la presencia de cobertura vegetal es importante en la protección del recurso agua, lo que pone de manifiesto que la apropiación del concepto “servicios ambientales” y el de “pago” por los mismos es aún incipiente. Evidenciando la necesidad de toda una estrategia de difusión y promoción como un elemento clave en el proceso.

González y Leal (2010), estimaron la disposición a pagar (DAP) del consumo de agua potable de los hogares en la ciudad de Aguascalientes (México). Los resultados indican que las mujeres tienen una más alta DAP

por el servicio de agua potable; asimismo, a pesar de que a mayor ingreso de las familias, mayor es su DAP, son los hogares de menores ingresos los que en su mayoría respondieron afirmativamente en su DAP. Se infiere que los jóvenes en comparación con los adultos tienen una más elevada DAP por el servicio.

Brunett *et al.*,(2010), estudiaron el potencial hídrico del Parque Nacional Nevado de Toluca (México) que recarga el acuífero Toluca que abastece al agua potable de los habitantes de Toluca y que se ha visto disminuido por numerosos impactos antrópicos, lo que exige crear estrategias para su conservación. Este estudio tuvo como objetivo estimar la disposición a pagar por los usuarios del Valle de Toluca en el marco de un programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos. Los resultados muestran que los usuarios dispuestos a pagar rebasan el 50 %, con cantidades que oscilan entre 30 y 80 pesos mensuales, sin embargo hay un sector de los encuestados que no estarían dispuestos a contribuir, pero realizarían acciones enfocadas al cuidado del medio ambiente.

Rivas y Ramoni (2007), estimaron la disposición y el monto a pagar por parte de los habitantes de Mérida (Venezuela) para el saneamiento del río Albarregas, que presenta un deterioro de sus aguas debido principalmente al vertido directo de aguas servidas en su cauce, mediante

la aplicación de la técnica de valoración contingente. Los resultados sugieren una amplia receptividad de la población hacia este proyecto, con una contribución promedio equivalente a un quinto de la factura mensual por servicio de agua.

Asimismo Ayala y Abarca (2014), estudiaron la disposición a pagar de los habitantes de la zona metropolitana La Piedad, Michoacán-Santa Ana Pacueco, Guanajuato (México) para el saneamiento del río Lerma cuyas condiciones propician fuertes problemas ambientales y de salud pública. Para ello se utilizó el Método de Valoración Contingente. La disposición a pagar (DAP) por el saneamiento fue estimado en 12 224,42 pesos anuales y la cuota mensual doméstica propuesta es de 23,89 pesos.

Martínez y Dimas (2007), en un estudio que tiene como objetivo la valoración económica y un análisis de costo - beneficio que demuestre la viabilidad financiera de un esquema de compensación por servicios hidrológicos en la subcuenca del río Teculután (Guatemala). Para ello fue necesario determinar la disponibilidad de pago de las comunidades usuarias de los servicios hidrológicos que proveen la parte media y alta de esta subcuenca. En relación con la valoración contingente se puede decir que el 67 % de los entrevistados respondió afirmativamente a la pregunta

de la DAP, y a medida que los montos contenidos en la pregunta de DAP aumentaban la probabilidad de obtener respuestas positivas iba disminuyendo. La DAP de los entrevistados fue de Q26,30 familia/mes (US\$3,46 familia/mes), y la suma de las disposiciones a pagar de los habitantes de un total de Q1 millón/año (US\$132 mil/año). Al momento de iniciar la negociación de un esquema de Pagos por Servicios Ambientales (PSA) la suma de las DAP de los habitantes es de mucha importancia ya que representa el valor que los teculutecos asignan, en términos monetarios, al servicio ambiental, la regulación y el almacenamiento. Pero debe quedar claro que este no es el valor que se utilizará al momento de establecer una tarifa de cobro por el servicio ambiental, y que tampoco representa el valor de todos los servicios ambientales proporcionados por el bosque. También se debe resaltar que este monto tiene una validez temporal y que puede cambiar a lo largo del tiempo.

Avilés-Polanco *et al.*, (2010), realizaron la valoración económica del acuífero de La Paz (Bolivia) que brinda el servicio de provisión de agua potable a la ciudad de La Paz. Para la cual se utilizó el método de valoración contingente (MVC). Los resultados muestran evidencia consistente de que el consumo diario de agua determina la disponibilidad a pagar, en el sentido de que incrementos en consumo diario de agua representan una disminución en la disponibilidad a pagar de los hogares,

para que éstos implementen medidas que contribuyan en el mantenimiento y mejoramiento del servicio hidrológico de provisión del acuífero de La Paz. Asimismo, los resultados revelan, también de manera consistente, que la probabilidad de pagar por conservar el servicio de provisión del acuífero es mayor para hogares que reciben algunas horas de agua y están dispuestos a pagar cuatro pesos más que hogares que no cuentan con restricción.

También, Barrantes y Flores (2013) realizaron un estudio para estimar la disponibilidad a pagar (DAP) para la implementación de un programa de conservación y mejoramiento de pastizales (PCMP) en la Región Pasco (Perú), mediante el método de valoración contingente. Para estimar la DAP se aplicó una encuesta preliminar de tipo abierta a 30 pobladores y otra cerrada en formato binario a otros 105. Los resultados de la encuesta preliminar abierta permitieron definir siete vectores de pagos (BID) (S/. 1; 5; 10; 20; 25; 30 y 40), a partir de los cuales se aplicó una encuesta cerrada a razón de 15 personas por BID. Los resultados de la encuesta cerrada así obtenida se vaciaron en el programa NLOGIT 3.0 para su corrida utilizando una distribución LOGIT, en tres etapas. La primera con todas las variables de la encuesta, la segunda con las variables socioeconómicas y la tercera con el ingreso familiar mensual. Los outputs de las tres etapas produjeron resultados similares en los signos, negativo

para BID y positivo para los ingresos familiares. La DAP fue S/. 3,94/familia/mes, revelando que la Región Pasco podría recaudar anualmente aproximadamente 1,95 millones de soles para la implementación del Programa de Conservación y Mejoramiento de Pastizales (PCMP).

## **2.2 Bases Teóricas**

Gonzales y Leal (2010), refieren que para estimar los beneficios sociales totales de los cambios en los precios, la cantidad o calidad de los recursos naturales y ambientales existen los métodos de mercado indirecto y los métodos de preguntas directas. El primer método, basado en las preferencias reveladas deduce el valor de los recursos naturales y ambientales mediante las transacciones de mercado de los bienes relacionados con estos recursos, Prato 1998, citado por Gonzáles y Leal (2010). Es así que dentro de los métodos indirectos para medir los beneficios del cambio en el precio, cantidad o calidad del servicio del agua, se encuentra el ahorro por costos derivados del mal servicio, costos de protección y valor hedónico de la propiedad, Soto (2007), citado por Gonzales y Leal (2010).

El método de preguntas directas consiste en cuestionar a las familias su DAP o su disposición a ser compensada por específicos

cambios en los precios, cantidades o calidades de los recursos naturales y ambientales. Esta técnica es conocida como método de valoración contingente (MVC) Prato (1998), citado por Gonzales y Leal (2010). En 1979, en Estados Unidos, el *Water Resource Council* recomendó el Método de Valoración Contingente (MVC) para evaluar ciertos beneficios de las inversiones públicas y en 1986 en la *Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act* se le confió como una metodología apropiada para valorar beneficios y perjuicios ambientales (Azqueta, 2007). En 1992, en Estados Unidos la Administración Nacional Atmosférica y de Océanos (NOAA, por sus siglas en inglés), integró un grupo de destacados economistas e investigadores para que evaluaran el MVC (Kolstad 2001).

Prato (1998), citado por Gonzales y Leal (2010), distingue seis elementos que son relevantes para mantener la confiabilidad de las encuestas y resultados del MVC:

Conocer qué y cuáles valores podrían ser estimados. El MVC tiene la ventaja de aplicarse a los valores de uso –valores que las personas perciben al consumir un bien, por ejemplo, el uso recreacional de un bosque- y valores de no uso –valores

independientes del uso del recurso, por ejemplo, conocer que la vida salvaje en un parque africano está protegida.

Proporcionar a los encuestados una descripción clara, precisa y concisa del bien, ya que se incrementaría la confianza de sus respuestas. Usar un método de pago realista y neutral en las preguntas referentes a la DAP. Por ejemplo, si el bien evaluado es el aire limpio y si se propone como método de pago un impuesto a la propiedad, el entrevistado podría subestimar su DAP como una protesta contra futuros aumentos en los impuestos a la propiedad.

Seleccionar un formato de preguntas que proporcione valores confiables; existen los siguientes formatos de entrevistas:

- a) Subasta (bidding game), al entrevistado se le presenta una cantidad y se le pregunta su DAP, si es positiva la respuesta, la cantidad inicial se eleva a un monto determinado hasta alcanzar la máxima DAP, y si es negativa, se sigue un proceso idéntico.
- b) Preguntas abiertas, se cuestiona de manera directa al entrevistado su DAP.

c) Dicotómico o binario, el entrevistado responde sí o no sobre su DAP.

Incluir información y otros factores que afecten los valores. Con base en la teoría la DAP se obtiene de la función de demanda Hicksiana o de la función de gasto, y por lo tanto, es afectada por las mismas variables que influyen en esta demanda o gasto. Dentro de estos factores se incluyen: edad, sexo, ingreso, preferencias, tipo de familia, lugar de residencia, etc.

Analizar los datos, usando procedimientos estadísticos válidos. Diferentes técnicas estadísticas, como el análisis de regresión estándar o los análisis de regresión probit o logit, son utilizados para estimar la DAP.

El INA (INSTITUTO NACIONAL DEL AGUA)-CELA (CENTRO DE ECONOMÍA, LEGISLACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL AGUA) de Argentina (2016) refiere que para inferir el valor promedio de la máxima disposición a pagar, o el mínimo resarcimiento exigido, por el cambio ambiental de la acción o proyecto que se evalúa, se utiliza la función logit dentro del marco del análisis de la regresión. La respuesta es la variable binaria, No, Si, que se cuantifica como 0 y 1 respectivamente y el precio por el que responde cada entrevistado es la variable independiente o estímulo. El modelo pronostica la probabilidad de rechazar la oferta para

diferentes precios. El valor de máxima disposición a pagar que corresponde al 50 % de la probabilidad ( $P_i=0,50$ ) implica el 50 % de la población y corresponde a la estimación del valor medio de disposición a pagar de la población bajo estudio. Este monto multiplicado por el número de beneficiarios se utiliza como el monto del beneficio (o del costo) del proyecto.

En el siguiente punto se desarrolla un breve repaso de los conceptos incluidos en la teoría de la regresión y cómo se deriva la función logit.

### **2.2.1 El modelo de regresión simple lineal y la función logit**

El análisis de la regresión simple lineal (RSL) está dirigido a estimar o predecir el valor medio o promedio poblacional de una variable dependiente (Y) con base a valores fijos de la variable independiente (X). Es así que el concepto de RSL de la población es el siguiente:

$$\mu_{y=} E (Y/X_i) = f(X_i) \quad (\text{Ecuación 01})$$

En donde  $E(Y / X_i)$  representa el trazado sobre las medias condicionales de Y dado  $X_i$  (esperanza o valor promedio de la variable dependiente para valores fijos de la variable independiente). Es decir que la media  $\mu_y$  función de X. Si  $f$  es una función lineal se puede esquematizar en la siguiente expresión:

$$E(Y/X_i) = \beta_0 + \beta_1 X_i$$

Ó simplemente

$$\mu = \beta_0 + \beta_1 X \quad (\text{Ecuación 02})$$

El término de la derecha se conoce como el predictor lineal.

En el caso de que Y sea variable dicotómica (con valores 0,1), la esperanza de Y dado  $X_i$ , puede interpretarse como la probabilidad condicional de que el evento ocurra ( $Y=1$ ) dado  $X_i$ , o sea,  $E(Y/X_i) = P(Y_i=1/X_i)$ .

Si  $P_i$  es la probabilidad de que  $Y=1$ , entonces  $(1-P_i)$  es la probabilidad de que  $Y=0$  lo que corresponde a una distribución de probabilidades de tipo binomial:

$Y_i$	0	1
Probabilidad	$(1-P_i)$	$P_i$

$$\text{Entonces, } E(Y/X_i) = [0 \times (1-P_i)] + [1 \times P_i] = P_i$$

Y entonces,

$$P_i = \beta_0 + \beta_1 X_i \quad (\text{Ecuación 03})$$

De este modo la esperanza condicionada de  $Y$  dado  $X_i$  puede interpretarse como la probabilidad condicionada de que  $Y=1$  dado  $X_i$ . O sea que da la probabilidad de que el evento ocurra para cada valor de la variable dependiente.

Por ejemplo, Si  $Y$  representa la variable *Tiene Auto* y  $X$  el Nivel de Ingreso, la  $E(Y = 1 / X_i)$  representa la probabilidad de que una familia tenga Auto, dado un Nivel de Ingreso,  $X_i$ . La encuesta para la recolección de datos originaría la variable dicotómica  $Y_i$  (tiene, 1; no tiene, 0) y la variable cuantitativa, ingreso familiar del encuestado,  $X_i$ . Para que esto sea veraz, es necesario que:

$0 < E(Y = 1/X_i) < 1$ , para satisfacer el 1<sup>ro</sup> y 2<sup>do</sup> axioma de probabilidad, o sea que  $Y$  esté entre 0 y 1 para que represente un valor de probabilidad.

Ahora, si para varios niveles de ingreso y varias respuestas de  $Y$  (0,1), se desea ajustar un modelo lineal, como en (3) la probabilidad, resultará para algunos ingresos con valores negativos y para otros valores superiores a 1. Podría pensarse en un modelo truncado en 1; Sin embargo, tampoco satisface el hecho de que la tasa marginal de la probabilidad para cambios en el ingreso,  $\beta_1$  sea constante, como ocurre en el modelo lineal. Se necesita un modelo que, al igual que el lineal, la  $E(Y= 1/X_i)$ , o sea la probabilidad de tener auto, aumente cuando el ingreso  $X_i$  aumenta.

Pero se necesita además que la relación entre la probabilidad de tener un auto y el ingreso no sea lineal; es decir que la tasa de crecimiento de la probabilidad no sea constante. Esto significa que la probabilidad se acerca a 0 a tasas cada vez menores, cuando el ingreso  $X_i$  es muy pequeño, y se acerca a 1 a tasas muy pequeñas, cuando  $X_i$  es muy grande.

En definitiva, se trata de un modelo de tasa de crecimiento no constante, con un techo en 1. Este esquema puede proporcionarlo la función logística. En el caso de que  $Y$  sea variable dicotómica (0,1) el modelo se reconoce como logit y está representado en la Fig.1a su función es la siguiente:

$$P_i = E(Y = 1 / X_i) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_i)}} \quad (\text{Ecuación 04})$$

En el ejemplo visto representa la probabilidad de tener auto, dado un nivel de ingreso,  $X_i$ .

Puede interpretarse como una función de distribución acumulativa, que proviene de una función de densidad simétrica y en donde la mediana es igual a la media. La mediana  $X_{md}$  puede despejarse de la ecuación cuando el valor de probabilidad es 0,5:

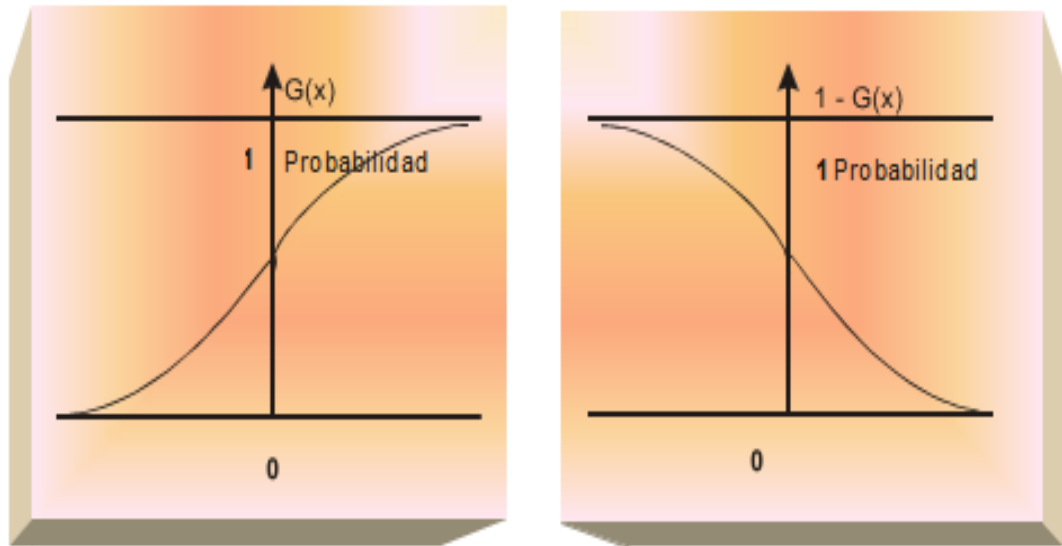
$$0,5 = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_{md})}}$$

Despejando  $X_{md}$  se obtiene:

$$X_{md} = -\frac{\beta_0}{\beta_1} \quad (\text{Ecuación 05})$$

La mediana es a su vez la media, en el modelo logit. Por lo tanto, habrá que obtener las estimaciones de  $\beta_0$  y  $\beta_1$  para derivar la mediana del ingreso de las personas

En el enfoque de la respuesta dicotómica del MVC, se le pregunta al encuestado si está dispuesto a pagar un determinado monto por el bien ambiental y su respuesta será sí o no; los valores que se fijan para  $X_i$  se originan a partir de un rango de diseño que surge del focus grup. En este caso cuando aumenta el precio o impuesto,  $X_i$ , disminuye, teóricamente, la probabilidad de aceptación del monto ofertado, o sea que la curva logit tendrá pendiente negativa, como en la Fig 1.



**Figura 1. Modelo logit y Modelo logit pendiente negativa**

Fuente: Fasciolo, G. 2002

En la práctica, la encuesta brinda la base de datos correspondientes a cada valor ofertado y a su respuesta, a partir de los cuales deben obtenerse las estimaciones de  $\beta_0$  y  $\beta_1$  para derivar la media de la máxima disposición a pagar por el bien ambiental.

Se presenta un breve resumen de los pasos que se deben seguir para realizar una modelación estadística para la aplicación segura de la misma en la inferencia de valores poblacionales a partir de datos muestrales.

## 2.2.2 La Modelación estadística

Los pasos para obtener una ecuación predictiva para aplicar a un fenómeno económico o social, que responde a un modelo teórico, son los siguientes:

### 2.2.2.1 La postulación de un modelo teórico

El modelo estadístico combina una parte sistemática con una parte aleatoria. Así para cada valor de la variable  $Y_i$  será:

$$Y_i = f(x) + e_i \quad (\text{Ecuación 06})$$

O sea que la variable aleatoria  $Y$  se descompuso en una parte sistemática, que es la función o ecuación matemática y en una parte aleatoria. Entre los supuestos importantes para el modelo de RSL se destaca el que hace referencia a la distribución de probabilidades de  $Y$  por lo tanto del error  $e_i$ . Para éste se acepta que tiene la misma distribución que  $Y$ , y que ésta es normal con media 0 y varianzas constante.

Por lo tanto, al enunciar el modelo, es importante especificar la distribución de probabilidades de la variable respuesta  $Y$ . Las distribuciones que más se utilizan en los modelos estadísticos son:

a) *Distribución binomial*. Las observaciones son binarias o

dicotómicas en cada unidad de análisis (éxito o fracaso, sí o no, defectuoso o no defectuoso, etc).

b) *Distribución de Poisson*. Las observaciones provienen de recuentos o “conteos”, en cada unidad de análisis (0,1, 2, 3,...).

c) *Distribución normal*. Las observaciones provienen de variables cuantitativas.

Como se dijo, el modelo logit está basado en la distribución binomial.

En el método de respuesta dicotómica, se postula que la probabilidad de pagar un monto determinado por un bien ambiental disminuye a medida que el monto aumenta, pero no a una tasa constante sino a tasa variable, según un modelo logit, cuya función  $f(x)$  es (4) y  $b_1$  es negativa.

#### **2.2.2.2 La estimación de los parámetros del modelo teórico**

La función o parte sistemática del modelo contiene constantes  $b_0, b_1, \dots$ , que son los parámetros del modelo y que hasta el momento son desconocidos. El paso siguiente es estimarlos. Los valores que se obtienen se conocen como las estimaciones y las funciones que se utilizan para obtenerlos como estimadores.

Se utilizan principalmente dos métodos de estimación: a) el Método de Mínimos Cuadrados (MC) y el Método de Máxima Verosimilitud (MV). Para algunos modelos este último es mejor pero en muchos casos se obtiene con ambos el mismo resultado. Los dos procedimientos derivan fórmulas o funciones (estimadores de los  $\beta_j$ ) que permitirán obtener las estimaciones.

El método de MC obtiene los estimadores de  $\beta_0$ ,  $\beta_1$  minimizando la suma de cuadrados entre los valores observados y los valores estimados.

El método de MV parte de la función de verosimilitud. Esta es la función de densidad de probabilidad conjunta que da la probabilidad de un conjunto de datos observados, expresada en función de los parámetros, función de máxima verosimilitud. Los estimadores de MV son aquellos que permiten obtener los valores de los parámetros (estimaciones) que maximizan la probabilidad (de que se presenten esos valores) para los datos observados. Para obtenerlos se maximiza el logaritmo de la función de verosimilitud mediante las derivadas parciales con respecto a los parámetros.

### **2.2.2.3 La verificación del modelo mediante inferencia estadística**

Habiendo obtenido las estimaciones de los parámetros, es decir, una vez que se ha cuantificado la parte sistemática de la ecuación dándole

valores a  $\beta_0$  y  $\beta_1$  la tarea siguiente consiste en desarrollar los criterios apropiados para determinar si las estimaciones obtenidas están de acuerdo con lo que se espera de la teoría. La refutación o confirmación se fundamenta en la rama de la teoría estadística conocida como inferencia estadística.

Se puede particionar la variabilidad total observada en los datos en la porción atribuible a la parte sistemática (mediante un proceso algebraico que involucre a todas las observaciones) y el resto se atribuye a la parte aleatoria, según (6). Un buen modelo será aquel que explique gran parte de la variabilidad de  $Y$ . O sea que la variabilidad de la parte sistemática sea muy grande con relación a la de la parte aleatoria.

Esto debe balancearse con el hecho deseado de tener un modelo "simple". A veces se consiguen modelos muy complejos que explican gran parte de la variabilidad, pero en la práctica no son fáciles de manejar. Una regla en estadística aplicada es preferir modelos simples, que describan adecuadamente los fenómenos.

El proceso para obtener criterios que permitan tomar decisiones con respecto a la utilidad del modelo requiere de la inferencia estadística.

Se pueden clasificar las pruebas para la verificación de los modelos en dos grandes grupos:

- a) Pruebas de bondad de ajuste para el modelo global; la hipótesis estadística comprende a todos los parámetros.
- b) Pruebas de hipótesis para cada uno de los parámetros.

Para cada método de estimación se han desarrollado una serie de pruebas de hipótesis (o de significancia como se las conoce comúnmente) y cada paquete estadístico presenta alguna de ellas, generalmente con referencias bibliográficas para poder interpretarlas.

Se presenta el modelo lineal general debido a que éste es el enfoque actual para tratar el modelo logit y el que utilizan los softwares estadísticos, los que son necesarios para obtener, tanto las estimaciones de los parámetros del modelo como las pruebas de inferencia.

### **2.2.3 El modelo lineal general (MLG)**

El modelo de regresión Simple Lineal (RSL) como se indicó postula que la variable dependiente  $Y$  tiene distribución Normal. Se vió que en el modelo logit, ésta es binomial. Los recientes avances en la teoría estadística y en los softwares de computación han permitido usar métodos análogos a aquellos desarrollados para el modelo de RLS en las siguientes situaciones:

- a) Cuando las variables respuestas tienen distribuciones

diferentes que las de la distribución normal y resultan ser categóricas en lugar de continuas. Este avance se ha producido al reconocer que muchas de las importantes propiedades de la distribución normal se dan también en una amplia clase denominada la familia exponencial. Esta familia comprende, además de la distribución normal la distribución binomial y la distribución de Poisson.

- b) Cuando la variable respuesta no es necesariamente, función lineal (en los parámetros), pero puede obtenerse una función de aquella que sí es lineal. Esto permite estimar parámetros de funciones de una combinación lineal.

Por otro lado, estas estimaciones que comprenden una gran cantidad de cálculos hoy en día son posibles con el sofisticado software estadístico para PC.

Dentro de este contexto, la unicidad de muchas técnicas estadísticas que comprenden combinaciones lineales de los parámetros la da este modelo lineal general (MLG). Comprende una amplia clase de modelos que van desde la regresión lineal ordinaria, ponderada y el análisis de la varianza (ANOVA) para variables continuas (datos cuantitativos), hasta modelos para otras variables de tipo discreta (datos categóricos).

### 2.2.3.1 Componentes

El *modelo lineal general* (MLG) tiene tres componentes básicos:

- a) El componente aleatorio o variable respuesta,  $Y$ .- Su distribución de probabilidades debe pertenecer a la familia exponencial: distribución Normal, Binomial o Poisson, originando cada una de ellas el tipo de datos que se mencionó previamente.
- b) El componente sistemático.- Es una combinación lineal de las variables explicativas del tipo:  $\beta_0, \beta_1 X + \dots$  y se lo conoce como el predictor lineal (en los parámetros).
- c) El link o enlace.- Une el componente aleatorio con el componente sistemático. Específica a que es igual la media  $\mu$  para cada valor observado. En RL se dijo que la media  $\mu$  es igual a la  $E(Y)$ . El MLG permite que el componente sistemático se relacione con la media  $\mu$  a través de una función  $g(\mu)$ , de la misma y el link es la función especificada para la media. De esta manera.

$g(m) = \beta_0 + \beta_1 X_i + \dots$ , siendo  $g(m)$  la función link o enlace

La más simple de las funciones link es cuando  $g(m)$  es la media misma o sea:

$g(m) = m = E(Y)$  y se llama link identidad ó identity link

Otros link permiten que la media se relacione en forma no lineal con el predictor.

Cuando  $g(m) = \log(m) = \log E(Y)$ . En este caso  $m$  no puede ser negativo.

Este modelo se llama loglineal y se utiliza en datos de recuentos provenientes de distribución Poisson.

La función link  $g(m) = \log \frac{m}{(1-m)}$  (7) modela el logaritmo natural de los *odds* que es la relación entre la probabilidad favorable y la desfavorable. En este caso  $m = P$ , probabilidad. Se conoce como el *logit link* porque permite modelar la función logística (4) cuando la variable respuesta es binomial con respuestas 0,1 y se pronostican valores de probabilidad,  $P(Y=1/X)$  2.

### 2.2.3.2 Linealización del modelo logit

El modelo logit es parte del MLG. El componente aleatorio responde a una variable respuesta binomial, y la función link toma la forma expresada en (7), en donde log es logaritmo natural.

Expresa la relación entre la probabilidad favorable y la desfavorable. En este caso  $m = P$ , la probabilidad de respuesta positiva. Su ecuación de predicción,  $\log\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_i$  (8), permite pronosticar valores de probabilidad. Esta función link surge de una transformación logarítmica de la función logit. Mediante un poco de álgebra en (4) se llega a la ecuación (8). Esta ecuación representa una función lineal en los parámetros. Actualmente son muchos del software estadísticos que permiten ajustar esta función logit. En el MVC la base de información aportada por la encuesta provee las respuestas de las personas en valores 0, 1 y los precios ofertados en cada una de ellas. La salida de este análisis brindará los valores estimados para  $\beta_0$  y para  $\beta_1$ . El cociente entre ambos, según (6), es la estimación promedio de la máxima disposición a pagar.

### 2.2.4 El valor del agua

Garrido *et al.*, (2004), refieren que el valor del agua tiene dimensiones sociales, económicas, culturales, e incluso estéticas y

espirituales. En esta nos centramos principalmente en la dimensión económica del valor del agua, pero con ello no se niega ni se resta importancia a las otras dimensiones que el agua lleva asociadas.

#### **2.2.4.1 El valor económico del agua**

Soto (2007), indica que, de acuerdo con la teoría neoclásica, el individuo es originador de preferencias y, por tanto, de valor. Para un consumidor, el valor de cualquier bien o servicio es la cantidad máxima que estaría dispuesto a pagar por él. Debido a que el concepto está determinado por la *disposición de pago* y que ésta a su vez se relaciona de manera fundamental con la capacidad de pago, la distribución del ingreso está implícita en el análisis.

Asimismo, Garrido *et al.*, (2004) reportan que el valor del agua puede ser económico, social e incluso dar lugar a fenómenos perjudiciales. Asimismo, Azqueta (2002), distingue entre tres tipos de valores del agua:

- Valores de uso
- Valores de no uso
- Valores intrínsecos y otros valores de orden superior (culturales, simbólicos,)

Los valores de uso o valores extractivos, son aquellos ligados a la utilización directa o indirecta del recurso para la satisfacción de una necesidad (consumo humano como bebida o para la higiene), para la obtención de un beneficio económico (producción de alimentos y demás productos agrarios, generación hidroeléctrica).

Azqueta (2002) distingue también entre el valor de uso actual del recurso y el valor de opción. El valor de uso actual vendría dado como la suma de los valores de uso directo e indirecto. El concepto de valor de opción se refiere al valor que para un individuo tiene la posibilidad de utilizar el recurso agua en algún momento futuro, aunque no la utilice en el presente. Ejemplos son el valor futuro del agua de un acuífero fósil cuando la demanda del agua haya aumentado o el valor estratégico de un río con potencial hidroeléctrico. El valor total de uso del recurso viene dado por la suma de su valor de uso actual, su valor de opción y su valor *in situ* para actividades recreativa, como fuente de vida acuática y para el disfrute estético.

Por lo tanto, el valor económico del agua es la suma del valor total de uso y de los valores de no uso, intrínsecos, etc., engloba todos los beneficios económicos que puede proporcionar a una sociedad, tanto monetarios como aquellos que son menos tangibles como el bienestar

económico de las personas. Esta definición concuerda con lo señalado anteriormente, que divide el valor del agua en su valor en extracción y su valor.

Cuanto más amplia sea la acepción de valor económico contemplada, más difícil será evaluar su magnitud. La ciencia económica ha desarrollado teórica y empíricamente un cuerpo de conocimiento dirigido a evaluar económicamente recursos naturales para los que no existen precios ni mercados. En principio, es posible estimar el valor económico del agua, si bien la aplicación de métodos diferentes siempre arrojaría resultados discrepantes. Obviando en cierta medida la complejidad de cualquier tarea valorativa, puede aproximarse al valor del agua mediante su costo de oportunidad.

#### **2.2.4.2 Valor económico de los atributos del recurso hídrico**

De igual manera Garrido *et al.*, (2004), comentan que el agua es un recurso caracterizado por una serie de atributos que determinan su valor económico. A la cantidad de agua disponible hay que añadir otras dimensiones del recurso como la calidad, la garantía de suministro, la ubicación espacial y la ubicación temporal. Cuando se habla de valor del agua generalmente se suele hacer referencia a la cantidad disponible. Si bien ésta es la principal dimensión del recurso, no hay que olvidar la

relevancia que los restantes atributos tienen en el valor del agua. En general, el valor del agua en términos unitarios suele disminuir a medida que crece la disponibilidad de la misma.

Soto (2007) indica que el valor del agua como recurso natural se basa en la distinción entre *utilidad total* y *utilidad marginal* obtenida de una unidad adicional de agua. Dada su naturaleza, la utilidad total que un individuo obtiene del agua es infinita, ya que sin una cantidad mínima el ser humano no puede existir. Una vez que la persona satisface sus necesidades de sobrevivencia, que de acuerdo con estándares internacionales es de 20 litros, la utilidad marginal que obtiene de las siguientes unidades disminuye. Los primeros 20 litros de agua *per cápita* por día son inmensamente valiosos, ya que se requieren para sostener la vida y satisfacen la necesidad mínima para cocinar y bañarse. Dejando de lado esta cantidad mínima, el valor marginal del agua para cada litro adicional tiende a reducirse de manera paulatina, puesto que el individuo la utiliza en usos con menor valor, como lavar trastes o ropa, letrinas, etc. En publicaciones internacionales se recomienda, para zonas urbanas, consumir entre 120 y 200 litros

El valor de la calidad del agua está relacionado con las exigencias de los distintos usos del recurso (Ferreiro, 1994). En el regadío, será de

mayor valor económico el agua con un menor contenido salino o de metales pesados que otra con una mayor concentración de los mismos. Igualmente, una elevada BOD (Demanda Biológica de Oxígeno) resultará en un menor valor del agua.

Un atributo directamente relacionado con la dimensión temporal del recurso es la garantía de suministro, que se refiere a la seguridad que el regante tiene de disponer de la cantidad de agua que necesita. Las variaciones interanuales de la disponibilidad de agua hacen que el regante esté sujeto a riesgos que tienen influencia en su beneficio y por tanto en la valoración que se haga del agua que utiliza.

La dimensión espacial del valor del agua tiene también una gran relevancia. La distinta ubicación espacial de los recursos y de los distintos usos y usuarios de éstos, genera diferencias en el valor del agua. Para un regante será más valioso un recurso cercano que uno lejano y que requiere de unos mayores costes de regulación y transporte para poder ser utilizado.

También es de gran importancia la dimensión temporal del recurso. Por un lado, en la mayoría de los usos las variaciones temporales (estacionales) de la demanda resultan difíciles de ajustar a la evolución rígida o incluso contracíclica de la oferta” (Ferreiro, 1994), por lo que cambios en la distribución temporal de la disponibilidad de agua darán lugar

a un distinto valor económico. El valor del agua en la agricultura tiene un atributo esencial derivado del momento de uso a lo largo de la campaña de riego. Por otro lado, el horizonte temporal considerado en la valoración del agua también determinará los valores que se obtengan.

#### **2.2.4.3 El costo del agua**

El concepto de costo del agua hace referencia a las inversiones necesarias para proveer el servicio. Teóricamente, siempre se puede tener acceso a más agua a un precio adicional o marginal, ya que es un recurso abundante en el planeta aunque no está distribuido de manera homogénea ni tampoco según las necesidades de la población. De esta forma, el costo marginal de brindar más agua a diferentes consumidores varía de acuerdo con la ubicación, patrones de consumo, tipos de servicio, etc. (Hirshleifer *et al.*, 1960). Por ejemplo, el costo marginal puede ser muy alto cuando se transporta de fuentes distantes, si requiere bombeo extensivo de pozos profundos, si se transporta agua arriba por distancias largas o se afecta significativamente el ambiente social y natural de otras comunidades.

El costo económico del líquido está relacionado con tres tipos diferentes de costos en los que se incurre para abastecer a un hogar o terreno: costo directo, costo de oportunidad y el costo por externalidades.

**Costo total = costo directo + costo de oportunidad + costo por externalidades**

El costo directo del sistema de agua potable tiene los siguientes componentes (Noll, 2002), citado por Soto (2007):

- a) Capturar y almacenar el recurso natural (desviación, almacenamiento y pozos),
- b) Transportar el agua hacia las áreas donde se demanda (acueductos y tuberías),
- c) Tratar el agua para mejorar su calidad,
- d) Entregar el agua a los usuarios (tuberías y tomas),
- e) Deshacerse del agua residual a través de sistemas adecuados (servicios sanitarios) y
- f) Tratar las aguas residuales.

Estos componentes requieren inversiones fijas de largo plazo en bienes de capital. Esto significa que la mayoría de las inversiones antes mencionadas tienen una vida útil larga y por ello implican un componente de depreciación menor. En este tipo de infraestructura, los costos de capital fijos generalmente son mucho mayores que los costos variables; los costos

variables más importantes en los sistemas de agua son la energía consumida por los equipos de bombeo y purificación, la reparación y el mantenimiento de la red y los servicios asociados con mercadotecnia, monitoreo y cobro.

Tomando como referencia varios proyectos financiados por el Banco Mundial en diferentes países, se estimó que en algunas ciudades el costo directo del m<sup>3</sup> de agua se duplica conforme se ofrece una opción mejorada o bien se tiene que acceder a una fuente externa. Los costos que suponen diferentes tipos de inversiones varían de manera sustancial cuando se genera infraestructura de bombeo para abastecer a hogares en el medio rural, aproximadamente de 10 dólares, a cuando se instalan tomas públicas en ciudades, subiendo a 100 dólares, y después se duplica cuando se instalan tomas domésticas urbanas, alcanzando los 200 dólares. Sin embargo, este costo es significativamente menor si se compara con el de la instalación de servicios sanitarios, donde la inversión para construir letrinas es de 104 dólares en el medio rural y 255 dólares en el urbano, pero cuando se construye drenaje entubado con tratamiento el costo llega a los 3 056 dólares.

Tabla 1.

Costos de inversión por niveles de servicio (en dólares)

	Rural	Urbano	
	Bajo	Intermedio	Alto
Agua potable	10 <sup>a</sup>	100 <sup>b</sup>	200 <sup>c</sup>
Saneamiento	104 <sup>d</sup>	255 <sup>d</sup>	3 056 <sup>e</sup>

Fuente: Serageldin, 1994 citado por Soto (2007).

Nota: a: bombeo b: toma pública c: conexión doméstica d: drenaje e: drenaje entubado con tratamiento

Otro aspecto relacionado con la economía del agua es el costo de extraerla de una fuente de abastecimiento y entregarla a la parcela donde se utilizará. El costo de la extracción, se relaciona con el costo de la infraestructura que deberá amortizarse, así como los costos directos de la operación y mantenimiento de la infraestructura para entregarla en el sitio donde se utilizará.

Desde el punto de vista conceptual el costo del agua se refiere a aquello a lo que se renuncia para satisfacer los usos del agua. La dificultad reside en elegir el ámbito en el que se considera las renunciaciones u oportunidades perdidas que se desea valorar. Fundamentalmente existen tres opciones:

El ámbito financiero, según el cual se valora el flujo de caja que nos ocasiona la satisfacción de un uso del agua, por ejemplo, el costo de

extracción y aplicación del agua. Los conceptos a valorar se expresan en magnitudes monetarias, sin la menor dificultad, salvando eso sí la asignación de costos de infraestructuras multi-propósito;

El ámbito económico, que trasciende el financiero porque incluye todos los efectos externos o externalidades, positivas y negativas, incorporando la consideración tanto de los impactos ambientales como de los impactos multiplicadores de rentas;

El ámbito social, que trasciende el económico porque se tiene también en cuenta el impacto que el uso en cuestión tiene sobre el bienestar de todos los miembros de la sociedad. En ninguna de estas categorías de costos se incluyen los impactos sobre los valores superiores del agua.

A medida que se pasa desde el ámbito financiero al ámbito social, más difícil es descubrir el verdadero costo de utilización del agua ya que los impactos del uso del agua son más difíciles de conocer y cuantificar. Sin embargo, que no puedan valorarse algunos de los impactos no quiere decir que no haya que tenerlos en cuenta en las decisiones relativas a los usos del recurso.

A veces ocurre que el costo de extracción y entrega del agua para el riego no siempre se relaciona con el valor económico o social del agua.

Incluso se puede encontrar con que el costo del agua puede ser mayor que su valor económico, en cuyo caso suele no usarse para el riego, como se verá más adelante.

#### **2.2.4.4 Cálculo del costo del agua de un pozo de agua**

Como ejemplo del costo del agua, se presentará la evaluación de lo que cuesta extraer agua del subsuelo para riego. El supuesto se caracteriza por la necesidad de hacer un pozo profundo para extraer el agua del subsuelo y luego bombearla para su uso en el riego de un cultivo.

Así, se supone que se construirá un pozo profundo, cuyo nivel piezométrico se encuentra a 51 metros de profundidad, mediante un equipo de bombeo, que se operará con un motor eléctrico. Se considera que el equipo motor-bomba tiene una eficiencia electromecánica de 0,5 y que el usuario del agua ha obtenido una concesión para la extracción anual de 700 000 m<sup>3</sup>/año. El equipo de bombeo tiene la capacidad para extraer un caudal de 66 litros por segundo (l/s) y está equipado con un motor eléctrico de 90 H.P.

Se considera que el pozo y el ademe tienen una vida útil de 25 años, el equipo de bombeo una vida útil de 20 años con un valor residual del 5 % y la subestación eléctrica una vida útil de 12 años con un valor residual también del 5 %.

Dado que el equipo de bombeo puede extraer 66 l/s en una hora extraerá un volumen de 237,6 m<sup>3</sup> y por lo tanto, considerando que la concesión es por 700 000 m<sup>3</sup>/año, en un año trabajará 700 000/237,6 = 2 946 horas. Por otra parte, el consumo de energía eléctrica puede estimarse en función de la carga dinámica que para el caso es de 51 + 4 =55 m, donde los 4 m es la carga de fricción, luego su consumo eléctrico será aproximadamente de:

$$KW = \frac{HQ}{102\eta} = \frac{66*55}{102*0.5} = 71,2$$

El consumo horario (trabajo), será de 71,2 KWH. Como el KWH cuesta US \$ 0,02, el costo por hora será de US \$ 1 424. Por otra parte, se ha estimado que cada 5 años se requiere una reparación general del equipo, cuyo costo se estima en 5 000 dólares, por lo que el costo anual de las reparaciones sería del orden de los 1 000 dólares. La estimación del costo de bombeo se resume en el cuadro siguiente.

Tabla 2.

Estimación del costo de bombeo de un pozo de agua

CONCEPTO DE COSTO	INVERSIÓN US dll	ANUAL dll/año	POR HORA dll/hr
<b>1. INVERSIONES</b>	50 000		
POZO	24 000	960	0,326
EQUIPO BOMBEO	20 000	950	0,322
SUBESTACIÓN ELECTR.	6 000	475	0,161
TOTAL INDIRECTOS			0,810
<b>2. COSTOS DIRECTOS</b>			
ENERGÍA			1,424
REPARACIONES		1000	0,339
ACEITE		150	0,051
GRASA		70	0,024
OPERADOR		2000	0,679
<b>TOTAL DIRECTOS</b>			2,517
<b>COSTO POR HORA</b>			<b>3,327</b>
Volumen bombeado por hora 237.6 m <sup>3</sup>			
Costo por mil m <sup>3</sup>			14,00

Fuente: Garrido *et al.*,(2004)

El costo por una hora de operación es de US \$ 3,327 pero usualmente se estima que una lámina de riego de 10 cm equivale a un millar de m<sup>3</sup>/ha, por lo cual se requieren de 4.21 h de bombeo y el millar de m<sup>3</sup>, costará US \$ 14, si la lámina de riego aplicada fuera de 15 cm, el costo se elevaría a US \$ 21.

#### **2.2.4.5 El precio del agua**

Soto (2007), indica que existe un debate en el nivel internacional sobre cómo determinar los precios correctos del servicio de agua. Algunos se han centrado en el argumento de que el gobierno debe brindar el abasto suficiente para cubrir las necesidades del individuo. Como una posición aparentemente encontrada, otros discuten la necesidad de establecer precios eficientes que reflejen el costo económico y ambiental de proveer el servicio para la proporción del consumo que está por encima de los propósitos esenciales. Sin duda, es difícil encontrar soluciones ideales que cubran los diferentes objetivos económicos y sociales involucrados.

Desde la perspectiva teórica, los precios eficientes tienen como objeto alcanzar el mayor nivel de bienestar, definido como la suma del excedente del consumidor y el excedente del productor (Hirshleifer *et al.*, 1960), de manera que se equilibra el lado de la demanda (beneficios marginales) y la oferta (costos marginales).

Al considerar tanto costos como beneficios se puede llegar a una distribución eficiente de este recurso. Cuando esta condición no se cumple, y los precios se establecen por debajo del costo marginal, el efecto producido es un incremento en el excedente del consumidor y, como consecuencia, el individuo puede decidir utilizar más agua. No es

casualidad, entonces, que los precios bajos del agua fomentan el sobreuso y el desperdicio del recurso natural. De hecho, como indica Gibbons (1986), cuando se presenta esta situación, las actitudes de conservación del individuo sólo tendrán lugar como resultado de consideraciones morales o regulaciones directas.

Por el lado de los productores, en cambio, los precios por debajo del costo marginal, que provocan un aumento en la demanda de agua, llevan a los organismos operadores a satisfacer la demanda mediante la explotación de nuevas fuentes más costosas, pero que no corresponden al valor que le otorgan los consumidores. El resultado es un consumo excesivo para usos con bajo valor, que no justifica el alto costo de abastecimiento y, además, donde el resto de la sociedad subsidia a aquellos que reciben agua barata. Por esta razón, diversos autores resaltan la importancia de diseñar e implementar políticas eficientes de precios con base en el costo marginal del servicio, pero otra vez este enfoque deja fuera el rol que juega el tema del valor o la disposición a pagar.

En general, no deben confundirse tarifas con precios. Un precio es el derivado de un intercambio entre un comprador y un vendedor. Sin embargo, una tarifa es un precio público y es establecido por una institución, pública o privada, que presta un servicio. En sentido estricto, no

debe emplearse la palabra 'precio' para referir lo que paga el regante por emplear el agua. En todo caso, la literatura habla de 'precios administrados' refiriéndose más bien a las tasas, tarifas, cánones o exacciones que han de sufragarse para poder ejercer el derecho de uso del agua.

Por lo tanto, para un agricultor existirán dos costos financieros derivados del uso del agua: el costo de aplicación del agua y la tarifa o precio institucional o administrado del agua.

Cuando se dice que el precio del agua es de una cierta cantidad, en general se está considerando el costo del servicio de entregar el agua desde una fuente de abastecimiento hasta donde se utilizará. Esto implica, en la mayoría de los casos, que debería haber una infraestructura para la captación y conducción del agua. El costo de la infraestructura generalmente tiene que amortizarse, pero además se requiere mantener en buen estado la infraestructura y pagar al personal que la operará, lo cual desde luego implica un costo.

## **2.3 Definición de términos**

### **2.3.1 Agua potable**

Según Ecured (2017), se denomina agua potable al agua "bebible" es decir, que puede ser ingerida por personas y animales sin peligro de

enfermarse, el término se aplica al agua que ha sido tratada para consumo humano según los estándares de calidad determinados por las autoridades locales e internacionales.

### **2.3.2 Métodos de valoración económica**

Según Field y Field (2005), Azqueta (2002) mencionados por Martínez y Dimas (2007) y Toledo y Toledo (2010), los métodos de valoración se dividen en tres grandes grupos. En el primero están los métodos basados en los precios de mercado donde los recursos naturales tienen un precio en los mercados locales o internacionales, caso del agua embotellada o la madera en pie. Dentro de estos métodos se contemplan los cambios en la productividad y las pérdidas de ingresos (o de la ganancia).

En el segundo están los métodos basados en precios indirectos, en los que la estimación del costo de un bien o servicio se realiza a través de sustitutos imperfectos, como por ejemplo, la determinación del valor de un lago con base en la estimación del valor de un balneario, que puede brindar un bienestar similar a las personas que deseen recrearse en él. Estos métodos contemplan costos de reemplazo, gastos preventivos, costos de restauración, costo de oportunidad y bienes sustitutos.

Por último, están los métodos basados en mercados hipotéticos, que se basan en construir un mercado en el que se introduce a los usuarios de ese bien o servicio, con el fin de medir el bienestar que aporta. Se fundamentan en la aplicación de encuestas, mediante las que se determina la disposición a pagar o a ser compensado por el desarrollo de un proyecto o por un bien o servicio específico o las modificaciones a este. Aquí se contemplan los costos de viaje, precios hedónicos y valoración contingente.

a) Métodos basados en precios de mercado

- Cambios en la productividad: se evalúan los cambios en la producción y en los insumos, asignándoles un precio de mercado.
- Pérdida de ingresos (o de ganancia): estimación por medio del cálculo de los ingresos que se dejan de percibir a causa de cambios en los medios de producción, ocasionados por los servicios ambientales o la falta de estos.

b) Métodos basados en precios indirectos

- Costo de reemplazo: mide los beneficios mediante la estimación de los costos de reproducir el beneficio original.
- Gastos o costos de prevención o mitigación: técnica que

estima el valor mínimo que las personas están dispuestas a pagar para conservar la calidad ambiental.

- Costos de restauración: con este método se calculan los costos de la restauración de las estructuras o activos físicos que se ven dañados por la potencial degradación ambiental.
- Costo de oportunidad: utiliza los costos de producción como una aproximación rudimentaria del valor de los servicios ambientales.
- Bienes sustitutos: asignación del valor a través del valor de la mejor alternativa o bien sustituto.

c) Métodos que crean mercados hipotéticos

- Costo de viaje: se usa en la valoración de bienes que requieren movilización para su consumo. En este caso el mercado indirecto existente es el del transporte (espacios naturales, espacios recreativos, parques, zonas de interés paisajístico, reservas, etc.) y se basa en el supuesto de que los consumidores valoran un servicio ambiental en no menos que el costo de acceso al recurso, incluyendo todos los costos directos del transporte y el costo de oportunidad del

tiempo gastado en viajar al sitio

- Precios hedónicos: consiste en aislar la influencia específica de un servicio ambiental sobre el precio de mercado de un bien o servicio. Se basa principalmente en el hecho de que algunos bienes o factores de producción no son homogéneos y pueden diferenciarse debido a sus numerosas características.
- Valoración contingente: se simula, por medio de encuestas y escenarios hipotéticos, un mercado para un bien o conjunto de bienes para los que no existe mercado.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Tipo y diseño de la investigación**

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

Descriptivo porque describen los hechos como son observados y es Correlacional porque estudian las relaciones entre variables dependientes e independientes.

##### **3.1.2 Diseño de investigación**

El diseño de la investigación es no experimental resultado de un proceso que tiene lugar en la sociedad. Su objetivo fue describir hechos y analizar relaciones entre ellos mediante la aplicación de encuestas, a través de cuestionarios a muestras representativas utilizando técnicas estadísticas descriptivas (tendencia central, variabilidad, regresión, etc.). El modelo de las encuestas se observa en los anexos.

Se utilizó el método de la valoración contingente para valorar el servicio de agua potable a través de un mercado hipotético, para lo cual

Se utilizó en una primera etapa, encuestas abiertas previamente validadas y posteriormente encuestas cerradas.

### **3.2 Población y muestra**

El muestreo y el diseño de la encuesta son aspectos claves para aplicar el Método de Valoración Contingente. En proyectos que tienen impactos ambientales se hace difícil, a veces, delimitar la población a encuestar (población de estudio, usuarios de un proyecto ambiental, receptores de los costos de un proyecto, etc, según el caso) es decir, decidir hasta dónde llega el impacto o al menos hasta dónde es significativo tenerlo en cuenta. Además del impacto en sí, hay que considerar qué tipo de valor (de uso – directo o indirecto – o de no uso) se está otorgando pues ello también incide en la identificación de la población a encuestar.

#### **3.2.1 Población**

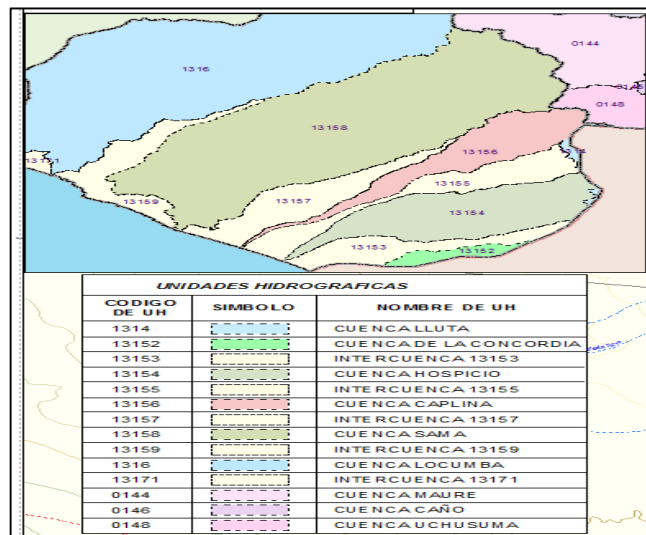
El estudio estima una población de 1 233 agricultores (población beneficiaria) que conforman los usuarios de agua subterránea de La Yarada-Los Palos legalmente reconocidos que son los que usarán directamente el servicio de agua potable. Además se ha considerado en la investigación a los agricultores del valle Caplina 828 usuarios vecinos de la irrigación La Yarada-Los Palos (población no beneficiaria) que no usarán el servicio de agua potable. Haciendo una población total de estudio

de 2061 agricultores. La ubicación del área de estudio se indica en la Figura 2 y Figura 3.



**Figura 2. Ubicación de la cuenca Caplina**

Fuente: Google Earth



**Figura 3. Área de Estudio**

Fuente: Google Earth

### 3.2.2 Muestra

El tamaño de la muestra fue calculado de acuerdo al muestreo aleatorio al azar haciendo una muestra de 96 agricultores. La fórmula utilizada para hallar el tamaño de la muestra fue  $n = \frac{N p(1-p)}{N-1 - \frac{B^2}{Z^2_{\alpha/2}}} + p(1-p)$  con una probabilidad de 95,44 %, una precisión del 5 %.

### 3.2.3 Unidad de análisis

La unidad de análisis fueron los usuarios que utilizan el agua subterránea de la irrigación La Yarada-Los Palos.

### 3.2.4 Vehículo de pago

El medio de pago fue el recibo mensual por el uso de agua potable.

## 3.3 Operacionalización de variables

### 3.3.1 Descripción de variables

Variable dependiente:

- Disposición a pagar (DAP). Variable dependiente dicotómica que toma el valor de (1) si la respuesta es Sí a la pregunta de Disponibilidad a Pagar, y (0) en el caso contrario.

Variable independiente:

- Vectores de pago (BID): Variable independiente cuantitativa discreta, representa el monto de pago. Toma los diferentes valores de la serie de montos seleccionados, los cuales fueron distribuidos proporcionalmente dentro del total de encuestas.
- Edad: Variable independiente cuantitativa discreta. Toma el valor de la edad de cada entrevistado.
- Sexo: Variable independiente. Toma el valor de 1 si la persona encuestada es mujer y cero si la persona encuestada es hombre.
- Integrantes de familia: Variable independiente discreta. Representa el número de miembros en la familia.
- Hectáreas en producción (ha): Variable independiente cuantitativa. Representa el número de hectáreas totales por agricultor.
- Ingresos mensuales familiares totales. Variable independiente discreta representa el nivel de ingreso mensual por agricultor.
- Pago conservación acuífero. Variable independiente cuantitativa discreta, representa el monto de pago. Toma los diferentes valores de la serie de montos seleccionados del 1 a 5 nuevos soles.

- Residencia: Variable categórica independiente, toma el valor de La Yarada=1, Los Palos=2, Tacna=0
- Educación: Variable categórica independiente, toma el valor de 0 si la persona no posee educación, 1 si posee educación primaria, 2 si posee secundaria, 3 si posee educación universitaria, 4 superior no universitario y 5 si tiene educación a nivel de posgrado.
- Conservación acuífero: Variable independiente categórica, representa la importancia que el agua tiene para el entrevistado.
- Acceso Agua potable: Variable independiente categórica, representa la importancia que el agua tiene para el entrevistado.

### **3.3.2 Operacionalización de variables**

La operacionalización de variables se observa en el Cuadro 3 siguiente:

**Tabla 3. Operacionalización de variables**

Hipótesis específica	Objetivos específicos	Tipo de variable	Indicador	Método	Prueba estadística
El poblador beneficiario tiene la disposición a pagar por poseer el servicio de agua potable en la irrigación La Yarada Los Palos.	Determinar el monto que el poblador beneficiario estaría dispuesto a pagar por el servicio de agua potable en la irrigación La Yarada Los Palos.	<p><b>Variable Dependiente:</b></p> <p>DAP=Disposición a pagar</p> <p><b>Variable Independiente:</b></p> <p><b>Cuantitativa</b>                      BID=Monto en soles ofrecido a pagar por mejorar el servicio de agua potable.                      Edad                      Integrantes de familia                      Has en producción                      Ingreso                      Pago conservación acuífero</p> <p><b>Cualitativa</b>                      Sexo                      Residencia                      Educación                      Conservación acuífero                      Acceso Agua potable</p>	<p>SI=1,NO=0</p> <p>10,20,30,40 y 50 soles</p> <p>Años</p> <p>Número</p> <p>Número</p> <p>Soles</p> <p>0,1,2,3,4, 5 soles</p> <p>Mujer=1, Hombre=0</p> <p>LaYarada=1, Los Palos=2,Tacna=0</p> <p>0=sin estudios,1=Primaria, 2=Secundaria, 3=Superior universitaria, 4=superior no universitaria , 5=Posgrado</p> <p>SI=1,NO=0</p> <p>SI=1,NO=0</p>	<p>Valoración Contingente:</p> <p>Muestras tomadas al azar a los pobladores beneficiarios con encuestas abiertas en formato binaria y encuestas cerradas formato binario</p>	<p>Análisis de Regresión Modelo Logit utilizando software estadístico Gretl(Gnu Regression, Econometrics and Time-series Library)</p> <p>Prueba de Chi cuadrado</p> <p>Prueba R2 Mc Fadden</p>
El poblador beneficiario y no beneficiario tiene la disposición a pagar por poseer el servicio de agua potable en la irrigación La Yarada Los Palos.	Determinar el monto que el poblador beneficiario y no beneficiario estaría dispuesto a pagar por el servicio de agua potable en la irrigación La Yarada Los Palos.	<p><b>Variable Dependiente:</b></p> <p>DAP=Disposición a pagar</p> <p><b>Variable Independiente:</b></p> <p><b>Cuantitativa</b>                      BID=Monto en soles ofrecido a pagar por mejorar el servicio de agua potable.                      Edad                      Integrantes de familia                      Has en producción                      Ingreso                      Pago conservación acuífero</p> <p><b>Cualitativa</b>                      Sexo                      Residencia                      Educación                      Conservación acuífero                      Acceso Agua potable</p>	<p>SI=1,NO=0</p> <p>10,20,30,40 y 50 soles</p> <p>Años</p> <p>Número</p> <p>Número</p> <p>Soles</p> <p>0,1,2,3,4, 5 soles</p> <p>Mujer=1, Hombre=0</p> <p>LaYarada=0, Los Palos=1,Ciudad=2</p> <p>0=sin estudios,1=Primaria, 2=Secundaria, 3=Superior universitaria, 4=superior no universitaria , 5=Posgrado</p> <p>1=Si , 0=No</p> <p>1=Si , 0=No</p>	<p>Valoración Contingente:</p> <p>Muestras tomadas al azar a los pobladores beneficiarios y no beneficiarios con encuestas abiertas en formato binaria y encuestas cerradas</p>	<p>Análisis de Regresión Modelo Logit utilizando software estadístico Gretl(Gnu Regression, Econometrics and Time-series Library)</p> <p>Prueba de Chi cuadrado</p> <p>Prueba R2 Mc Fadden</p>

### **3.4 Técnicas e instrumentos para recolección de datos**

Las encuestas fueron realizadas entre los meses de octubre, noviembre y diciembre 2016 entrevistando mediante muestreo probabilístico a los agricultores de La Yarada-Los Palos usando encuestas previamente validadas, mediante la técnica de la respuesta dicotómica o de “referéndum” que es uno de los enfoques más recomendado para encarar la valoración de un cambio ambiental, utilizando el Método de Valoración Contingente (MVC), el que se utiliza para realizar inferencia sobre la disposición a pagar de una población de usuarios o beneficiarios. En el enfoque de respuesta dicotómica se le pregunta al encuestado si está dispuesto o no a pagar un monto específico por el bien ambiental. Dicho monto corresponde a un valor puntual surgido de un rango de valores. Éste se diseña de manera de abarcar una gran gama de posibles valores para la máxima disposición a pagar. Se llama de respuesta dicotómica (o binaria) debido a que el encuestado tiene solo dos posibilidades de respuesta: SÍ o NO.

Dentro del rango de valores de precios se determinaron 5 valores fijos (10 soles, 20 soles, 30 soles, 40 soles y 50 soles). En forma aleatoria se asignó a cada entrevistado, uno de los montos fijos dentro del rango de valores.

La gama "o rango" de valores de precio se elige con la encuesta abierta en trabajo de campo con un pequeño número de participantes, heterogéneos en cuanto a sus opiniones y condiciones socioeconómicas. Se diseñan cuestionarios "preliminares" y se hace una discusión abierta para estimar el límite superior e inferior del rango. Este se divide en cierta cantidad de valores fijos que integraron el cuestionario, los que serán asignados en forma aleatoria a cada entrevistado y se le preguntará por la disposición a pagar (DAP) por ese precio en el momento de la encuesta.

Para realizar la valoración contingente se usó dos tipos de encuesta, una abierta y otra cerrada, para estimar la disponibilidad a pagar de los pobladores de La Yarada-Los Palos por el servicio de agua potable del acuífero del río Caplina, tomando en cuenta que en países en vías de desarrollo se recomienda elegir DAP más conservadora de las que arrojan las diferentes metodologías disponibles y que además esté cercana con las medidas de tendencia central como la media, mediana o moda. Para el presente estudio la DAP se comparó con la mediana, con la finalidad de tener un valor referencial que indican el 50 % de las familias, además, que no se ve afectado por valores extremos que arrojan las encuestas (Fasciolo, 2002).

### **3.4.1 Encuesta abierta**

En la primera etapa se utilizó una encuesta de carácter abierto compuesta de 9 preguntas, que se aplicó a 105 personas elegidas al azar sin distinción de sexo y con la única restricción de elección que fueran mayores de edad y contribuyan económicamente a la canasta básica familiar. Las primeras ocho preguntas fueron de carácter general y tuvieron que ver con el conocimiento del acuífero del río Caplina y servicios ambientales, mientras que la novena consistió en preguntar ¿Cuánto estarían dispuestos a pagar mensualmente como incremento para la conservación del acuífero del río Caplina evitando así la sobreexplotación del acuífero y beneficiándose de sus servicios ambientales.

Con esta encuesta inicial se pudo medir el nivel de conocimiento del acuífero río Caplina, cómo este influye en su estilo de vida y obtener cinco vectores de pagos o BID, que sirvieron posteriormente para diseñar la encuesta cerrada de formato binario (Riera *et al.*, 2005; Fasciolo, 2002).

### **3.4.2 Encuesta cerrada**

#### **3.4.2.1 Valor de uso del agua**

En una segunda etapa se aplicó una encuesta cerrada de formato binario a 10 pobladores por BID de la irrigación La Yarada-Los Palos

estimado en la primera etapa, haciendo un total de 50 encuestas, lo cual permitió estimar la DAP de los pobladores para el pago por el servicio del agua potable del acuífero río Caplina con nivel de confianza del 95 % y una precisión del 5 % del promedio (Chaves, 2008; Villena & Lafuente, 2012). La encuesta tenía 18 preguntas; siete fueron de carácter social (ingreso familiar mensual, estado civil, edad, sexo, nivel educativo y miembros de familia), nueve de carácter ambiental (conocimiento de la veda del acuífero valle Caplina, acceso al agua potable) y dos de carácter económica (si aceptaban o rechazaban el pago adicional mensual para la implementación de un Programa de Conservación del acuífero La Yarada) (Whitehead, 1990; Riera *et al.*, 2005; Villena & Lafuente, 2012).

#### **3.4.2.2 Valor de uso y no uso del agua**

En la segunda corrida se consideró tanto a la población de la Yarada (poblador beneficiario) como a los agricultores vecinos como es del Bajo Caplina (poblador no beneficiario) se estimó los coeficientes de regresión, pendientes de los coeficientes y la DAP.

### **3.5 Procesamiento y análisis de datos**

Para inferir el valor promedio de la máxima disposición a pagar, o el mínimo resarcimiento exigido, por el cambio ambiental de la acción o proyecto que se evalúa, se utiliza la función logit dentro del marco del

análisis de la regresión. La respuesta es la variable binaria o "dummy" NO, Sí que se cuantifica como 0, 1 respectivamente y el precio por el que responde cada entrevistado es la variable independiente (son los cinco valores que se incluyeron en el cuestionario a partir de las consultas en la encuesta abierta. El modelo pronostica la probabilidad de rechazar la oferta para diferentes precios y variables socioeconómicas y ambientales. El valor de máxima disposición a pagar que corresponde al 50 % de la probabilidad ( $P_i=0,50$ ), implica el 50 % de la población y corresponde a la estimación del valor medio de disposición a pagar de la población bajo estudio. Para el procesamiento de datos se utilizó el software estadístico Gretl(**Gnu Regression, Econometrics and Time-series Library**) Gretl, acrónimo de Gnu Regression Econometric y Time Series, es un paquete de software libre desarrollado en la Universidad de Wake Forest universidad privada ubicada en Winston-Salem, Carolina del Norte.

Para estimar la DAP, la información de las encuestas fue vaciadas en el programa económico GRETL, y corrida tres veces, en la primera se estableció las magnitudes de los signos y coeficientes de regresión para cada uno de las variables incorporadas al modelo LOGIT.

En todas las corridas se estimó la bondad de ajuste como el  $R^2$  Mc Fadden y Chi –Cuadrado, lo que permitió establecer la capacidad de

predicción correcta del modelo (Whitehead, 1990; Loomis *et al.*, 2008; Han *et al.*, 2011; Villena & Lafuente, 2012).

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 Valor económico por el servicio de agua potable en la población beneficiaria

Tabla 4.

Características ambientales y de salud de la población beneficiaria en el distrito La Yarada-Los Palos. Tacna 2016.

N°	Pregunta	Respuesta	
		%	
		SÍ	NO
1	¿Es importante para usted conservar las aguas del acuífero del valle Caplina?	96,88	3,12
2	¿Sabe usted que el acuífero del valle Caplina está en veda?	48,00	52,00
3	¿Usted conoce que para usar las aguas de La Yarada se necesita licencia?	79,20	20,80
4	¿En su predio toma agua de su pozo para su alimentación?	84,40	15,60
5	¿Existe desagüe en su predio?	4,32	95,68
6	¿Estas satisfecho con la calidad de agua para consumo humano en La Yarada?	35,52	64,48
7	¿Debe haber agua potable en el distrito La Yarada Los Palos?	96,88	3,12
8	¿Considera usted la falta de agua potable le ocasiona problemas a su salud?	82,32	17,68
9	¿En su opinión debe levantarse la veda de agua por el servicio de agua potable?	72,96	27,04
10	¿Pagaría adicionalmente usted mensualmente por la conservación del acuífero la Yarada?	75,00	25,00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4 se puede observar los resultados de la encuesta abierta en formato binario realizada a los beneficiarios del servicio de agua potable, los cuales arrojan que el 96,88 % de los encuestados considera la importancia que significa la conservación del acuífero del valle Caplina, el 79,20 % de los encuestados considera que se debe contar con licencia para usar las aguas, sin embargo solamente el 48,00 % sabe que el acuífero está en veda.

En cuanto al servicio de agua potable el 84,40 % toma agua de sus pozos agrícolas para abastecerse de este servicio, el 64,48 % no está satisfecho con la calidad del agua que consumen. Asimismo, el 96,88 % opina que debe haber agua potable en La Yarada. El 82,32 % de los encuestados considera que la falta de agua de agua potable le afecta la salud.

Por último, el 72,96 % considera que debe levantarse la veda para contar con el servicio de agua potable. Asimismo, el 75,00 % opina que pagaría adicionalmente para la conservación del acuífero.

Tabla 5.

Variables socioeconómicas y ambientales por el servicio de agua potable en la población beneficiaria en el distrito La Yarada-Los Palos. Tacna 2016.

VARIABLES	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Sexo	0,34	1	0	0,48
Edad	44,63	80	17	17,77
Zona de residencia	0,62	2	0	0,65
Integrantes de familia	4,63	10	0	1,87
Nivel de educación	2,53	5	1	0,94
Ingreso	1 640,24	6 996,00	0	1 857,34
Acuífero veda	0,64	1	0	0,48
Acceso agua potable	0,92	1	0	0,27
Levantar veda	0,53	1	0	0,50
Conservación del acuífero	2,48	5	0	1,81

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 se observa la descripción de las variables utilizadas en el modelo. Así se tiene que los entrevistados fueron mayoritariamente del sexo masculino y con un promedio de 44,63 años y tienen una residencia habitual en el distrito, con un promedio de 4,63 integrantes por familia, con un nivel de educación secundaria a universitaria, con un ingreso promedio de 1 640,24 soles, el 92 % están de acuerdo con contar con el servicio de agua potable y que el 53 % de los entrevistados opina

que se debe levantar la veda por el servicio de agua potable y que se debe pagar un promedio de 2,48 soles mensuales para conservar el acuífero.

Tabla 6.

Proporción de Respuestas Positivas a los Vectores de pago (BID) de la población beneficiaria por el servicio de agua potable en el distrito La Yarada-Los Palos. Tacna 2016.

BID	Respuestas			Proporción
S/.	Positivo	Negativo	Total	Respuesta positiva
10	07	03	10	0,70
20	10	02	12	0,83
30	06	04	10	0,60
40	01	07	08	0,13
50	01	07	08	0,12

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6 se observa los vectores de pago (BID) mencionados por los encuestados por el servicio de agua potable en el distrito La Yarada-Los Palos, muestran un rango de valores de 10; 20; 30; 40 y 50 nuevos soles siendo el rango de 20 soles el que arroja una mayor proporción de

respuestas positivas de 0,83 seguido del valor de 10 soles con una proporción de respuestas positivas de 0,70.

Tabla 7.

Coefficientes de todas las variables del modelo logístico en la población beneficiaria por el servicio de agua potable en el distrito La Yarada-Los Palos. Tacna 2016.

Variables	Coefficiente	Desviación típica	Z	Valor p
Constante	1,66	2,99	-0,55	0,58
BID	-0,09	0,04	-2,56	0,01**
Sexo	-0,14	0,83	-0,17	0,86
Edad	0,01	0,04	0,28	0,78
Integrantes	0,20	0,17	1,16	0,25
Nivel de educación	0,66	0,52	1,27	0,20
Ingreso	0,00	0,00	0,15	0,88
Acuífero en veda	1,37	1,12	1,22	0,22
Levantar veda	0,34	1,01	0,33	0,74

Fuente: Elaboración propia

DAP= 17,15

Tamaño de muestra:	47
Grados de libertad	8
R2 Mc Fadden	0,30
Chi Cuadrado	19,74*
Predicción Correcta (%)	78,87 %

## **Interpretación:**

### **Significatividad individual**

En la tabla 7 para contrastar si son o no estadísticamente relevantes los factores que se ha considerado como explicativos de la variable dependiente, se observa que la variable BID (Vectores de Pago) es significativa rechazando la hipótesis nula al 5 %, es decir, el coeficiente asociado a la variable BID sea igual a cero, mientras que las otras variables no son significativas, varían entre 20,08 % y 88,82 %.

### **Contraste de significación conjunta**

Asimismo, la prueba de Chi Cuadrado indica que es significativa al 5 % lo que significa que se rechaza la hipótesis nula existiendo al menos una variable en el modelo diferente a cero lo que indica que es un modelo con una predicción del 78,77 %. El pseudo  $R^2$  Mc Fadden es de 0,3030 lo que nos indica un modelo consistente.

Asimismo, el DAP fue de 17,15 soles para el modelo.

#### 4.2 Valor económico del agua (valor uso y no uso) en la población beneficiaria y población no beneficiaria.

Tabla 8.

Proporción de Respuestas Positivas a los BID por el servicio de agua potable en la población beneficiaria y no beneficiaria. Tacna 2016.

BID	Respuestas			Proporción
	Positivo	Negativo	Total	Respuesta positiva
S/.				
10	11	07	18	0,61
20	16	04	20	0,80
30	09	07	16	0,56
40	09	13	22	0,40
50	04	10	08	0,28

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8 se observa los vectores de pago (BID) mencionados por los encuestados por el servicio de agua potable en el distrito La Yarada-Los Palos, los cuales muestran un rango de valores de 10; 20; 30; 40 y 50 nuevos soles siendo el rango de 20 soles el que arroja una mayor proporción de respuestas positivas de 0,80 seguido del valor de 10 soles con una proporción de respuestas positivas de 0,61.

Tabla 9.

Coefficientes de todas las Variable del Modelo Logístico por el servicio de agua potable en la población beneficiaria y población no beneficiaria. Tacna 2016.

VARIABLES	Coeficiente	Desviación típica	Z	Valor p
Constante	2,46	2,05	1,20	0,23
BID	-0,05	0,02	-2,30	0,02*
Sexo	-0,35	0,62	-0,56	0,57
Edad	-0,02	0,02	-1,16	0,24
Zona de residencia	-0,63	0,53	-1,20	0,23
Integrantes de familia	0,03	0,16	0,23	0,81
Nivel de educación	-0,33	0,37	0,88	0,38
Hectáreas en producción	-0,01	0,15	-0,10	0,92
Hectáreas bajo riego	0,26	0,38	0,67	0,50
Ingreso	-0,79	1,00	-0,79	0,43
Acuífero en veda	-0,08	0,74	-0,11	0,91
Acceso agua potable	0,12	1,32	0,09	0,93
Levantar veda	0,05	0,63	0,07	0,94
Pago adicional	0,70	0,20	3,47	0,00**

Fuente: Elaboración propia

DAP=48.39

Tamaño de muestra: 84  
 Grados de libertad 13  
 R2 Mc Fadden 0,28

Chi Cuadrado	33,41 **
Predicción Correcta (%)	75,00 %

### **Interpretación:**

#### **Significatividad individual**

En la tabla 9 para contrastar si son o no estadísticamente relevantes los factores que se ha considerado como explicativos de la variable dependiente se observa que la variable BID (Vectores de Pago) es significativa rechazando la hipótesis nula al 5 %, es decir, el coeficiente asociado a la variable BID sea igual a cero. Asimismo, la variable pago adicional por la conservación es significativo al 1 %, mientras que las otras variables no son significativas variando entre 22,87 % y 94,27 %.

#### **Contraste de significación conjunta**

Asimismo, la prueba de Chi Cuadrado indica que es significativa al 5 % lo que significa que se rechaza la hipótesis nula existiendo al menos una variable en el modelo diferente a cero, lo que indica que es un modelo con una predicción del 75,00 %. El pseudo  $R^2$  Mc Fadden es de 0,28 lo que indica un modelo consistente.

Asimismo, el DAP fue de 48,39 soles estimado por el modelo.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN**

#### **5.1 Encuesta abierta por el servicio de agua potable en la población beneficiaria**

El análisis de los resultados de la encuesta preliminar abierta reveló que el 96,88 % de los pobladores consideran que es importante la conservación del acuífero río Caplina para el desarrollo de sus actividades agrícolas y económicas. Asimismo, solamente el 48 % de los agricultores conoce que el acuífero se encuentra en veda, el 79,2 % considera que para usar las aguas en la Yarada necesitan de licencia y que están bajo amenaza de la sobreexplotación indiscriminada, por lo que deberían protegerse, asimismo, el 72,2 % manifiestan que se debería levantar la veda para contar con el servicio de agua potable. Es importante resaltar que el acuífero del valle Caplina se encuentra en veda desde 1980 por contar con una limitada recarga como indica la Autoridad Nacional del Agua y actualmente el acuífero está siendo sobreexplotado y que puede colapsar perjudicando a los agricultores formalmente establecidos como sucede en los acuíferos de México reportado por Aragón *et al.*, (2015) que

indica que la sobreexplotación modifica las condiciones hidrogeológicas de los acuíferos lo que significa prácticas no sustentables (Soto, 2007).

Asimismo, cuando se les preguntó sobre la importancia de contar con el servicio de agua potable el 96,88 % considera que es necesario contar con este servicio, el 84,4 % manifiesta que toma las aguas de los pozos de uso agrícola siendo el 64,48 % insatisfecho por la calidad del agua y el 82,2 % manifiestan que le causa problemas en la salud lo que es corroborada con la información proporcionada por el Centro Salud de La Yarada (2016) y como se reporta en otros países como Argentina que mencionan que ocasiona cáncer a la piel por la presencia de arsénico en las aguas subterráneas como menciona Bocanegra *et al.*, (2002).

Asimismo, cuánto estarían dispuestos a pagar mensualmente por contar con el servicio de agua potable y efectuar un pago adicional para conservar el acuífero río Caplina y que sigan brindando servicios ambientales a la población, el 75 % contestó afirmativamente. Al respecto Barrantes y Flores (2013) en investigaciones similares revelan que la Región Pasco podría recaudar anualmente aproximadamente 1,95 millones de soles para la implementación del Programa de Conservación y Mejoramiento de Pastizales (PCMP). Así mismo Brunett *et al.*,(2010) mencionan que estarían dispuestos a pagar por los servicios ambientales

para la conservación del Parque Nacional Nevado de Toluca (México) que recarga el acuífero Toluca.

## **5.2 Vectores de pago (BID) por el servicio de agua potable en la población beneficiaria**

Cuando se les preguntó sobre su disposición a pagar por un determinado BID mensualmente por el servicio de agua potable variaba entre 10 a 50 soles, sugiriendo que los vectores de pago (BID) más adecuados para definir la función de pago serían de: 10; 20; 30; 40 y 50 soles. Al respecto se debe mencionar que se pueden considerar 5 valores o 6 valores (INA-CELA, 2016; Oaxaca, 1997). Se encontró que la proporción de respuestas positivas disminuía cuando el vector de pago aumentaba (Tabla 2) aspecto consistente con la teoría económica de la demanda por un bien o servicio; es decir, a menor vector de pago mayor la disposición a pagar como lo encontrado por Barrantes y Flores (2013) en investigaciones similares. También Avilés-Polanco *et al.*, (2010) refieren que existe una mayor disposición a pagar de la población beneficiaria por el servicio de agua potable pero conservando el acuífero.

## **5.3 Valor de uso del agua en la población beneficiaria**

Los resultados de la primera corrida del programa solamente con los agricultores que usan las aguas del acuífero Caplina (valor de uso)

encuesta cerrada a los pobladores de La Yarada-Los Palos con todas las variables en términos de valor de los coeficientes, desviación típica y significancia estadística se muestra en el Cuadro 3, observándose que el coeficiente de regresión de la BID para el modelo LOGIT fue negativa ( $p < 0,01$ ) mientras que el coeficiente para el ingreso mensual fue positiva, pero no significativa ( $p > 0,05$ ). Lo cual confirma que a mayor valor de un bien la disponibilidad a pagar por el mismo es menor, en tanto que a mayor ingreso familiar la tendencia es a pagar más por el mismo. Analizando el comportamiento de las otras variables se encuentra que los agricultores valoran el acuífero de la Yarada ya que solamente el 34 % considera que se debe levantar la veda para contar con el servicio de agua potable ya que el acuífero constituye la fuente de la actividad económica y si el encuestado tienen más años de estudio la DAP aumenta, mientras los que son de familia numerosa la DAP disminuye. En referencia a la bondad de ajuste del modelo, los valores de la  $R^2$  Mc Fadden ( $R^2 = 0,3030$ ) para una DAP de S/. 17,15, basada en variables en socioeconómicas, se observó que este fue superior a los encontrados en estudios ( $R^2$  Mc Fadden  $< 0,0779$ , Loomis *et al.*, 2008) y otros en que se utilizó Chi – cuadrado como indicador de la relación significativa entre el BID y el proporción de familias dispuestas a pagar por determinado BID (Villena & Lafuente, 2012). Es necesario precisar que en otros países latinoamericanos la tendencia es a

pagar para la conservación de las fuentes naturales que proveen del recurso hídrico a las ciudades como señala Bockor *et al.*, (2005)

#### **5.4 Valor de uso y no uso del agua en la población beneficiaria y población no beneficiaria**

En la segunda corrida se analizó con la población total (agricultores que usan las aguas subterráneas directamente y agricultores que no utilizan las aguas directamente) todas las variables en términos de valor de los coeficientes, desviación típica y significancia estadística se muestra en el Cuadro 5, observándose que el coeficiente de regresión de la BID para el modelo LOGIT fue negativa ( $p < 0,01$ ) mientras que el coeficiente para el ingreso mensual fue positiva pero no significativa ( $p > 0,05$ ). Lo cual confirma que a mayor el valor de un bien la disponibilidad a pagar por el mismo es menor, en tanto que a mayor ingreso familiar la tendencia es a pagar más por el mismo. Analizando el comportamiento de las otras variables se encuentra que los agricultores valoran el acuífero del valle Caplina ya que solamente el 8 % considera que se debe levantar la veda para contar con el servicio de agua potable ya que el acuífero constituye la fuente de la actividad económica y además un acuífero de reserva para la población de Tacna de un gran valor de legado en especial para las generaciones futuras. En referencia a la bondad de ajuste del modelo, los

valores de la R2 Mc Fadden ( $R^2 = 0,2814$ ) indican un modelo consistente para una DAP de S/. 48,39 por el servicio de agua potable, un valor económico alto a considerar cuando se toma decisiones en la gestión del agua potable de la irrigación La Yarada-Los Palos y considerar además un costo adicional mensual en el recibo de agua potable de 2 489 soles por la conservación del acuífero del valle Caplina. Al respecto podemos señalar que como mencionamos anteriormente existe la tendencia a pagar por los servicios ambientales que brindan los bosques, la reserva nacional y los acuíferos tal como indica Martínez y Dimas (2007) que refieren que la DAP de los entrevistados fue de US\$3,46 familia/mes, y la suma de las disposiciones a pagar de los habitantes de un total de US\$132 mil/año.

## **CONCLUSIONES**

Considerando que el acuífero del valle Caplina se encuentra sobrexplotado y que el nuevo distrito La Yarada-Los Palos necesita el servicio de agua potable se concluye en lo siguiente:

### **PRIMERA**

El valor económico de uso por el servicio de agua potable señalado por la población beneficiaria (agricultores de la Yarada Los Palos) encuestados es de 17,155 soles.

### **SEGUNDA**

El valor económico total (valor de uso y no uso) por el servicio de agua potable señalado por la población beneficiaria y no beneficiaria es de 48,39 soles.

### **TERCERA**

El pago adicional mensual señalado por la población beneficiaria y no beneficiaria para la conservación del acuífero del valle Caplina es de 2,48 soles.

#### CUARTA

Las variables sociales y ambientales estudiadas no fueron significativas en la población encuestada.

## **RECOMENDACIONES**

Ante el crecimiento insostenido de la actividad agrícola en la irrigación La Yarada-Los Palos por la sobreexplotación del acuífero del valle Caplina y la necesidad de dotar el servicio de agua potable a la población beneficiaria se recomienda lo siguiente:

### **PRIMERA**

Se recomienda fomentar la cultura del agua en los centros educativos estableciendo en la currícula del educando la importancia de preservar y cuidar el acuífero del valle Caplina.

### **SEGUNDA**

Se recomienda en el distrito La Yarada-Los Palos adicionar en el recibo mensual por el servicio de agua potable la cantidad 2.489 soles que servirá como un fondo para conservar el acuífero del valle Caplina.

### **TERCERA**

Se recomienda utilizar medidores domiciliarios para el control de la dotación de agua potable en el servicio de agua potable de La Yarada-Los Palos.

#### CUARTA

Se recomienda un tratamiento con filtros adecuados para el contenido de arsénico y otros elementos inorgánicos en la potabilización para el servicio de agua potable.

#### QUINTA

Se recomienda controlar el uso ilegal de las aguas subterráneas en coordinación entre la Autoridad Nacional del Agua y los propietarios de los terrenos vía administrativa y posteriormente vía judicial.

#### SEXTA

Investigar el valor económico que brinda el acuífero del valle Caplina a los agricultores de la irrigación La Yarada- Los Palos y establecer un fondo para la conservación del acuífero usando el método de la valoración contingente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aragón, M., Escolero, O., Navarro, S., y Ortiz, M. (2015). *Distribución geográfica de arsénico en acuífero de los Valles Centrales de Oaxaca, México*. Ingeniería hidráulica y ambiental, vol. XXXVI, N° 1, ene-abr, p.102-110. Recuperado en <http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v36n1/riha08115.pdf>.

Autoridad Nacional del Agua (2013). *Acuífero Caplina*. [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/comisiones/2012/com2012ciencia.nsf/0/42fcb88a2960f04c05257b5f00783c2d/\\$FILE/10\\_Acuifero\\_Caplina\\_Tacna.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/comisiones/2012/com2012ciencia.nsf/0/42fcb88a2960f04c05257b5f00783c2d/$FILE/10_Acuifero_Caplina_Tacna.pdf).

Autoridad Nacional del Agua (2013). *Situación actual y perspectivas en el sector agua y saneamiento en el Perú*. Seminario de “Tecnología alemana en el rubro de Agua y Saneamiento”. Recuperado <http://www.camara-alemana.org.pe/downloads/2-130311-ana.pdf>.

Autoridad Nacional del Agua (2014). *Informe Técnico del Primer Monitoreo Participativo de Calidad de Agua Subterránea del acuífero Caplina*. Realizado del 23 de junio 2014 al 27 junio

2014. Proyecto de Modernización de la Gestión de los Recursos Hídricos. Tacna.

Avilés-Polanco G, Leonardo Huato, L., Troyo-Diéguez, E. Murillo, B., García, J.L Beltrán, L.F (2010). *Valoración económica del servicio hidrológico del acuífero de La Paz, B.C.S.: Una valoración contingente del uso de agua municipal*. Frontera Norte, Vol . 22, Núm . 43, enero -junio de 2010.

Ayala, D. A. y Abarca, F. (2014). *Disposición a pagar por la restauración ambiental del río Lerma en la zona metropolitana de La Piedad, Michoacán*. Economía, Sociedad y Territorio, vol. xiv, núm. 46, 2014, 769-798.

Azqueta, D. (2007). *Introducción a la Economía Ambiental*. Madrid: McGraw- Hill p. 420.

Barrantes, C y Flores E. (2013). *Estimando la Disposición a Pagar por la conservación de los pastizales alto andinos*. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú. Ecología Aplicada, 12(2).

Bocanegra, O, Bocanegra, E. y Alvarez, A. (2002). *Arsénico en aguas subterráneas: Su impacto en la salud*. Recuperado

[http://www.cofes.org.ar/descargas/info\\_sector/Arsenico/Bocanegra\\_2\\_Alvarez\\_pdAs\\_Estudio\\_Bocanegra.pdf](http://www.cofes.org.ar/descargas/info_sector/Arsenico/Bocanegra_2_Alvarez_pdAs_Estudio_Bocanegra.pdf).

Bockor I., Escobedo, M., Sales, E., Ovando, M. (2005). *Valoración del agua como servicio ambiental para el abastecimiento de agua potable en el casco municipal de San Jerónimo, Baja Verapaz, Guatemala*. Cooperación Técnica Alemana Programa para la Descentralización y Desarrollo Municipal Gestión Ambiental y de Riesgo Componente implementado por: DDM/GTZ/ GFA Consulting Group.

Brunett, E; Baró, J. E.; Cadena, E; Esteller, M. V. (2010). *Pago por servicios ambientales hidrológicos: caso de estudio Parque Nacional del Nevado de Toluca, México*. Ciencia Ergo Sum, vol. 17, núm. 3, noviembre-febrero, 2010, pp. 286-294. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México.

Centro de Salud de la Yarada (2016). *Información Estadística*.

Chaves, E. (2008). *Valoración del agua en la cuenca del río Tempisque: Un ejemplo sobre el método de valoración contingente*. UNICIENCIA 22: 19-31.

ECURED (2017). *Agua potable*. Recuperado. [https://www.ecured.cu/Agua\\_potable](https://www.ecured.cu/Agua_potable).

Fasciolo G.(2002). *Valoración contingente. El Análisis de Datos en el Enfoque de la Respuesta Dicotómica. Mendoza. INA-CELA. Instituto Nacional del Agua. Recuperado [https://econamunsa.files.wordpress.com/2012/04/mvc\\_analisis\\_de\\_datos\\_fasciolo\\_2002.pdf](https://econamunsa.files.wordpress.com/2012/04/mvc_analisis_de_datos_fasciolo_2002.pdf).*

Fasciolo G. y Mendoza, V. (2002). *El método de la valoración contingente. Apuntes inéditos. INA. CELA. 6p.*

Field. B, Field. M. (2003). *Economía Ambiental. España: McGraw. Hill p. 556. 3ª ed.*

Gallego, A., (1999). *Valoración contingente de un espacio verde. Trabajo de investigación. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de Cuyo. 83 p*

Garrido, A. , Palacios E. , Calatrava, J. , Chavez, J, Exebio, A. (2004). *La Importancia del Valor, Costo y Precio de los Recursos Hídricos en su gestión. Pdf. Recuperado <http://191.98.188.189/Fulltext/7646.pdf>*

Ferreiro (1994). *Valoración económica del agua. Recuperado: [http://www.uach.cl/proforma/insitu/5\\_insitu.pdf](http://www.uach.cl/proforma/insitu/5_insitu.pdf).*

Garzón, L. (2013). *Revisión del método de valoración contingente: experiencias de la aplicación en áreas protegidas de América Latina y el Caribe*. Espacio y Desarrollo N° 25, 2013, pp. 65-78 (ISSN 1016-9148).

González, R. Leal, F.J. (2010). *Cómo valoran los hogares el servicio de agua potable en Aguascalientes*. Recuperado [http://www.uhu.es/IICIED/pdf/6\\_3\\_aguapot.pdf](http://www.uhu.es/IICIED/pdf/6_3_aguapot.pdf).

Hann, F. Yang, Z. , Wang H. Xu X (2011). *Estimating willingness to pay for environment conservation a contingent valuation study of Kanas Nature Reserve Xinjiang, China*. En: Environmental Monitoring and Assessment 180: 451-459.

Herrador, D y Dimas, L. (2001). *Valoración Económica del Agua para el Área Metropolitana de San Salvador Prisma*. pdf Recuperado <http://www.bionica.info/biblioteca/Herrador2001ValoracionEconomic a.pdf>.

INA-CELA (2016). *Curso a Distancia. Métodos de Valoración del Agua y del Ambiente. 2da Edición. Red Argentina de Capacitación y Fortalecimiento en Gestión Integrada de los Recursos Hídricos*.

INA-CELA (2016). *Introducción a la Estadística Aplicada a los aspectos socio-económicos de la GIRH. Curso a distancia*. Red Argentina de Capacitación y Fortalecimiento en Gestión Integrada de los Recursos Hídricos.

Kolstad, C. D. (2001). *Economía ambiental*: Oxford University Press.

Loomis J. Hung L. Gonzales, A. (2008). *Willingness to pay function for two fuel treatments to reduce wildfire acreage burned a scope test and comparison of White and Hispanic households*. En: General Technical Report PSW-GTR-227.168-176.

Martínez, M. y Dimas L. (2007) *Valoración Económica de los Servicios Hidrológicos: Subcuenca del Río Teculután Guatemala. Programa de Comunicaciones WWF Centroamérica*. Pdf. Recuperado [http://forest-trends.org/documents/files/doc\\_2477.pdf](http://forest-trends.org/documents/files/doc_2477.pdf).

Naciones Unidas, (2010). *Asamblea General de las Naciones Unidas*. Resolución A/RES/64/292. 2010. Recuperado [www.un.org/Depts/dhl/resguide/r64sp.shtml](http://www.un.org/Depts/dhl/resguide/r64sp.shtml).

Oaxaca, J. (1997). *Estimación de la Disposición a Pagar por Abasto de Agua para el Área Metropolitana de Monterrey*. Tesis para obtener el grado de maestría en Economía sustentada. Universidad Autónoma de Nuevo Leon. Facultad de Economía. Recuperado file:///E:/valoracion%20del%20agua/TESIS%20DEFINITIVO%202017/GLEN/1020120076.PDF.

Riera, et al. (2005), *Manual de Economía Ambiental y de los Recursos Naturales*, Thomson Editores Spain.

Rivas W. A y Ramoni, J. (2007). *Valoración contingente aplicada al caso del río Albarregas Mérida-Venezuela*. FERMENTUM Mérida - Venezuela - ISSN 0798-3069 - 478 AÑO 17 - Nº 49 - MAYO - AGOSTO - 2007 - 478-502.

Soto, G. M. de O (2007). *Tarifas, escasez y sustentabilidad en las mega ciudades. ¿Cuánto están dispuestos a pagar los habitantes de la ciudad de México?* México: Universidad Iberoamericana, Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial, Sistema de Aguas de la Ciudad de México y Centro de Estudios Jurídicos y Ambientales.

SUNASS (2013). EPS TACNA S.A. *Plan Maestro Optimizado Actualizado 2013-2043.pdf*. Recuperado

[http://www.sunass.gob.pe/websunass/index.php/eps/estudios-tarifarios/doc\\_download/2538-eps-tacna-s-a-entidad-prestadora-de-servicios-de-saneamiento-de-tacna-plan-maestro-optimizado-2013-2043](http://www.sunass.gob.pe/websunass/index.php/eps/estudios-tarifarios/doc_download/2538-eps-tacna-s-a-entidad-prestadora-de-servicios-de-saneamiento-de-tacna-plan-maestro-optimizado-2013-2043).

Toledo, J. Toledo, F. (2010). *Propuesta de aplicación de la metodología Beneficio Costo (B/C) para la evaluación económica de proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR): caso PTAR del Cusco*. Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias con mención en Proyectos de Inversión. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima. 213 p.

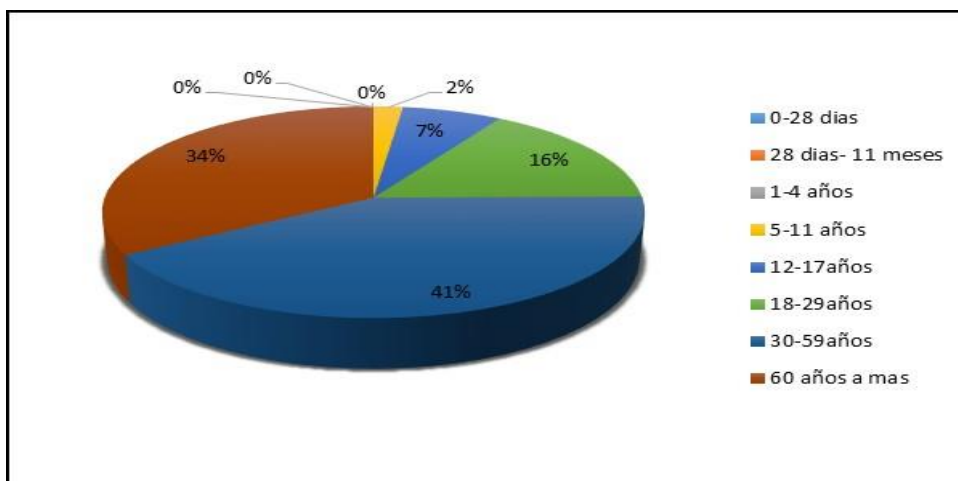
United Nations, (2016). Etpu - secretary-general-sdg-report-2016. Recuperado <https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2016/secretary-general-sdg-report-2016--EN.pdf>.

Villena, M & Lafuente, E. (2012). *Valoración económica de bienes ambientales por beneficiarios circundantes y no circundantes*. En: Cuadernos de Economía. Vol XXXI N° 56. 33 p.

Whitehead, J. (1990). *Measuring willingness-to-pay for wetlands preservation with the contingent valuation method*. En: *Wetlands Vol 10 N°2*. 187-201.

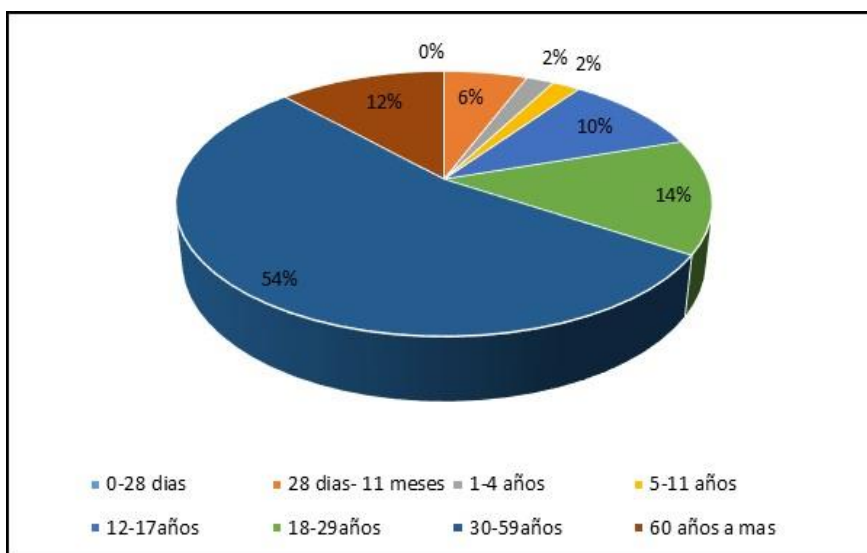
# **ANEXOS**

**Anexo 1. Enfermedades del esófago, estómago y duodeno en la irrigación La Yarada Los Palos. 2016.**



Fuente: MINSA Centro de Salud 28 de Agosto-La Yarada.

**Anexo 2. Síntomas y signos que involucran el Sistema digestivo y el abdomen en la irrigación La Yarada-Los Palos. 2016**



Fuente: MINSA Centro de Salud 28 de Agosto-La Yarada.

**Anexo 3. Evaluación del Arsénico en pozos de uso poblacional en la irrigación La Yarada-Los Palos. Tacna 2016**

Pozo	Coordenadas		pH	Temperatura °C	Conductividad uS/cm	Dureza total mg/l	As mg/l
	Este	Norte					
IRHS-99 <sup>a</sup>	361288	7975350	7,87	28,80	762	141,90	0,02
IRHS-135	333788	7985829	7,52	24,85	3030	871,00	0,04
IRHS 1 (POZO SOBRAYA 1 EPS)	372775	8009883	7,18	23,56	1296	596,80	0,02
PV-2 (POZO VIÑANI 2 EPS TACNA)	367472	7999679	7,11	27,11	476	172,00	0,01
PV-1 (POZO VIÑANI 1 EPS TACNA)	368758	8000240	7,10	26,79	471	176,60	0,01
PV-3(POZO VIÑANI 3 EPS TACNA)	366694	7998979	7,24	28,36	1252	572,60	0,00

Fuente: Autoridad Nacional del Agua 2014.

Anexo 4.Trabajo en campo de encuestas en Centro de Servicios de la Yarada con apoyo del técnico agropecuario.



Anexo 5. Trabajo de campo con la encuesta realizada en La Yarada-Los Palos.

