

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

*Facultad de Ingeniería Económica, Estadística y Ciencias Sociales*



*“ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN HEDÓNICA COMO INFLUENCIA EN EL  
VALOR DE LAS VIVIENDAS DE LA CIUDAD DE PUNO”*

**TESIS**

*PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE MAESTRO EN  
CIENCIAS CON MENCIÓN EN PROYECTOS DE INVERSIÓN*

**ELABORADO POR:**

*JOSÉ JOAQUIN HUANCA CUTIMBO*

**ASESOR:**

*Dr. ALIPIO FRANCISCO ORDOÑEZ MERCADO.*

LIMA – PERÚ 2016

## **DEDICATORIA**

A mis padres, porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ellos, hoy puedo ver alcanzada una meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final.

A mis hermanos, tíos, abuelos y amigos. Gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

A Leny Robles C. por haber estado en los momentos difíciles y apoyarme cuando más lo necesitaba al darme palabras de aliento y animo incondicional.

A mi querido abuelo Valentín Cutimbo Ilaquita (Q.E.P.D) por sus sabios consejos, por haber creído siempre en mí y por guiarme siempre a ser mejor persona y profesional.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi gratitud, principalmente está dirigida al Dios por haberme dado la existencia y permitido llegar al final de la carrera.

A los docentes de la Maestría en Proyectos de Inversión que me han acompañado durante el largo camino, brindándome siempre su orientación con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos y afianzando mi formación.

Los resultados de este proyecto, están dedicados a todas aquellas personas que, de alguna forma, son parte de su culminación. A mi familia por siempre brindarme su apoyo, tanto sentimental, como económico. Pero, principalmente a mi maestro asesor el Dr. Alipio Ordoñez quien me ha orientado en todo momento en la realización de este proyecto que enmarca un escalón hacia un futuro en donde sea partícipe en el mejoramiento de mi país.

Gracias Dios, gracias padres y hermanos.

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
RESÚMEN	07
INTRODUCCIÓN	08
<b>CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	10
1.1. El problema General, problemas específicos.	12
1.2. Objetivo general y objetivos específicos.	13
1.3. Importancia.	14
1.4. Limitaciones y alcances	15
<b>CAPÍTULO II: EL MARCO TEÓRICO</b>	17
2.1. Antecedentes.	17
2.2. Bases Teóricas Generales.	28
2.3. Bases Teóricas Especializadas.	46
2.4. Hipótesis, Variables, Definición conceptual y Operacionalización, Matriz de consistencia	61
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA</b>	67
3.1. Tipo, Nivel y Diseño de Investigación.	67
3.2. Población y Muestra, Tamaño muestral y Unidad de análisis.	69
3.3. Técnicas de recolección de datos, Validación y Confiabilidad.	77
3.4. Técnicas de análisis e interpretación de datos.	79
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	83
4.1. Características importantes para cada Variable.	83
4.2. Contraste de Hipótesis.	88
4.3. Discusión de los Resultados.	97
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	112
<b>REFERENCIAS</b>	114
<b>ANEXOS</b>	116

## INDICE DE TABLAS, ILUSTRACIONES Y CUADROS

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<i>Lista de Cuadros</i>	
CUADRO N° 01: Matriz de Consistencia	67
CUADRO N° 02: Distribución Muestral por zona de estudio	74
CUADRO N° 03: Área de los Predios	81
CUADRO N° 04: Correlación de Pearson entre las Variables del Sistema	85
CUADRO N° 05: Regresión de Variables	93
CUADRO N° 06: Análisis de Covarianza.	94
CUADRO N° 07: Nueva Regresión	95
CUADRO N° 08: Regresión CAGUA vs LOG (VPREDIOL5)	96
CUADRO N° 09: Regresión FOCO vs LOG (VPREDIOL5)	96
CUADRO N° 10: Regresión AVERDE vs LOG (VPREDIOL5)	97
CUADRO N° 11: Regresión EUTROFIZACION vs LOG (VPREDIOL5)	97
CUADRO N° 12: Cronograma de Inversiones Planta de Tratamiento	102
CUADRO N° 13: Costo de Operación y Mantenimiento PTAR a Precios de Mercado	103
CUADRO N° 14: Costo de Operación y Mantenimiento PTAR a Precios Sociales	103
CUADRO N° 15: Flujo de Caja PTAR a Precios de Mercado	104
CUADRO N° 16: Flujo de Caja PTAR a Precios Sociales	105
CUADRO N° 17: Indicadores de Rentabilidad del PTAR	106
<i>Lista de Figuras</i>	
FIGURA N° 01: Inversión Pública Ejecutada En La Universidad Nacional del Altiplano (2004-2014).	11
FIGURA N° 02: Determinación del precio de la Vivienda.	33
FIGURA N° 03: Función de Demanda	40
FIGURA N° 04: Disponibilidad a Pagar	41
FIGURA N° 05: Disponibilidad Marginal a Pagar	41
FIGURA N° 06: Excedente del Consumidor	42

FIGURA N <sup>0</sup> 07: Función de Oferta	43
FIGURA N <sup>0</sup> 08: Variación Compensatoria (VA), Variación Equivalente (VE) y el Excedente del Productor.	45
FIGURA N <sup>0</sup> 09: La Demanda (DAP) y la Oferta de Mercado (DAA).	46
FIGURA N <sup>0</sup> 10: Metodologías de estimación de Beneficios.	60
FIGURA N <sup>0</sup> 11: Sistema de variables.	66
FIGURA N <sup>0</sup> 12: Tipo, Nivel y Diseño de Investigación.	68
FIGURA N <sup>0</sup> 13: Plano de la Bahía Interior del lago Titicaca.	73
FIGURA N <sup>0</sup> 14: Precio por Metro Cuadrado de los Predios.	82
FIGURA N <sup>0</sup> 15: Frecuencia del Valor de los Predios.	83
FIGURA N <sup>0</sup> 16: Disposición a Pagar.	99
FIGURA N <sup>0</sup> 17: Disposición a Pagar.	100
FIGURA N <sup>0</sup> 18: Diseño de la Planta de Tratamiento.	101

## RESÚMEN

El presente trabajo tiene como objetivo determinar el impacto de la contaminación del lago Titicaca en el valor de los predios de la bahía de la ciudad Puno en el año 2015, así como la disponibilidad de pago de los habitantes de la ciudad de Puno por el tratamiento de aguas servidas. Para la estimación del impacto de la contaminación en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno se utilizó el método de Precios Hedónicos, el cual permitió, a través de la aplicación de encuestas a posibles beneficiarios de la mejora en la calidad ambiental, obtener el valor económico que tiene para el individuo promedio el beneficio que le generaría la construcción y puesta en marcha del sistema de tratamiento de aguas servidas. El 76.67% de la población está dispuesta a pagar (DAP) mensualmente por familia S/. 2.214 este monto indica el valor que una familia asigna al beneficio que el proyecto le generaría. Para el cálculo del valor de los predios se utilizó un modelo Box-Cox, según este modelo las variables que inciden en esta decisión son: la calidad de Agua del Lago Titicaca, Distancia al foco contaminador, Existencia de Áreas Verdes y Eutrofización del Lago. Los resultados obtenidos para cada variable comprueban las hipótesis planteadas, por lo que para la primera variable, se muestra que efectivamente, la distancia al foco de la contaminación afecta en el valor de los predios de la ciudad de Puno, igualmente para la segunda variable se comprueba que la calidad del agua incide en el valor de los predios de la bahía a de la ciudad de Puno, mientras que para la tercera variable se obtiene también que La existencia de áreas verdes influye en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno, y por último, para la cuarta variable se demuestra también la que la hipótesis propuesta es verdadera, ya que La Eutrofización ambiental afecta en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno, todas estas comprobadas estadísticamente y que han sido desarrolladas y explicadas ampliamente en el desarrollo de la presente investigación

Adicionalmente se muestra que los problemas ambientales afectan el bienestar de los Puneños, en donde, la descontaminación de la bahía interior del Lago Titicaca tuvo la primera prioridad seguido por las obras destinadas a mejorar la salud.

## INTRODUCCION

La ciudad de Puno se localiza en las riberas del Lago Titicaca, sobre la bahía menor de Puno, sus limitantes topográficos han determinado que la ciudad adopte un plano alargado, con una orientación general de norte a sur. Según el último censo de población y vivienda el distrito de Puno cuenta con una población de 125,663 habitantes, el mismo que en relación al censo de 2007 representa un crecimiento poblacional de 23,70%.(Fuente: INEI censo 2007)

El crecimiento acelerado de población Puneña durante los últimos años se debe en parte al proceso de migración, el cual genera desplazamientos de pobladores de las zonas rurales que buscan mejoras en el ingreso y en el acceso a servicios básicos. En efecto, el incremento poblacional también ha generado mayor consumo de agua potable y por consiguiente la generación de un mayor volumen de aguas residuales domésticas.

La descarga actual de las aguas servidas a la bahía interior de Puno, ha provocado su eutrofización caracterizada por un excesivo crecimiento de vegetación acuática (lenteja de agua), que cubre un gran porcentaje del espejo de agua de la bahía interior, provocando su desequilibrio ecológico. Las causas de este desequilibrio tiene su origen en la descarga de nutrientes (nitrógeno y fósforo principalmente). Dichos nutrientes están contenidos en descargas de aguas servidas, la basura que se arroja al lago y la escorrentía de las aguas de lluvias. Las consecuencias de este fenómeno de eutrofización provocado por la actividad humana (eutrofización antropogénica), son variables, desde el deterioro de las condiciones estéticas del lago, malos olores, pérdida del valor de los terrenos aledaños, mortalidad de peces y plantas, deterioro de la salud, aumentos en la morbilidad, hasta la reducción en la calidad de vida de los pobladores que habitan en las zonas circundantes de la bahía interior.

La relevancia del tema de investigación se sustenta en que hasta ahora no existe un estudio que determine en cuanto incide el problema de las aguas servidas en el valor de los predios aledaños a la zona, con base en los resultados del presente estudio, la

Municipalidad Provincial de Puno y EMSAPUNO pueden tomar decisiones sobre la viabilidad financiera de las alternativas que existen para descontaminar la bahía interior del Lago Titicaca, es decir, conociendo los costos del proyecto y las disponibilidades a pagar por el servicio ambiental que se les ofrece, saber cuál es la alternativa más viable desde el punto de vista financiero y económico, por otro lado, se podría proponer de manera consensuada el incremento tarifario en el servicio de alcantarillado y cubrir los costos operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas servidas para la ciudad de Puno.

El estudio es viable desde el punto de vista económico, ya que el problema de la contaminación de la bahía del lago Titicaca es de importancia pública en la región de Puno, es por eso que se puede contar con diversas fuentes de información donde obtener los datos necesarios y suficientes para desarrollar la tesis.

## **CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.**

### **1.1. El problema General, problemas específicos.**

La Bahía Interior de Puno, de 17,3 km<sup>2</sup> de extensión, es un espejo de agua de forma elíptica y mide 2,4 km de ancho abarca desde Isla Esteves hasta la Isla Espinar y una longitud de 3,5 km desde el Puerto Puno hasta la boca del canal hacia Chimú. La ciudad de Puno se desarrolla a lo largo de la bahía interior del Lago Titicaca, sobre un terreno accidentado, con zonas bajas, y rodeada de cerros y quebradas. Actualmente tiene una población de 120,790 habitantes<sup>1</sup>. El volumen promedio de residuos sólidos que se producen actualmente en la ciudad de Puno es de 70 TM al día, el mismo que ha sobrepasado la capacidad de recolección, ya que la cobertura de atención diaria de recojo de residuos sólidos por parte de la división de saneamiento ambiental alcanza el 58% que corresponde al área urbana y la población urbano marginal no atendida representa el 42%<sup>2</sup>

Esto ha generado un manejo inadecuado de los residuos sólidos, constituyéndose en un problema de contaminación de la bahía interior del lago Titicaca. En una caracterización de residuos sólidos de la ciudad de Puno, realizada en un taller para la elaboración del PIGARS (2008) identificaron una generación total de residuos sólidos en la ciudad de Puno de 74.71 TM día,

---

<sup>1</sup> Según Censo INEI 2007

<sup>2</sup> CIED 2002

cuya composición fue de 59.8 TM (80%) de residuos sólidos orgánicos y 14.29 TM (20%) de residuos sólidos inorgánicos; identificando como residuos orgánicos: residuos de comida (36.67), papel (6.55), cartón (1.33), plásticos (10.25), textiles (0.55), jebes (0.39), cuero (0.16), residuos de jardín (1.98), madera (0.21) y orgánicos misceláneos (1.72). Como residuos inorgánicos: vidrio (1.11), latas de hojalata (1.31), aluminio (0.11), otros metales (0.21) y suciedad, cenizas et. (12.16) TM respectivamente. Diversos estudios realizados en el ámbito de la cuenca, en la ciudad de Puno, específicamente en la Bahía Interior, advierten sobre los altos niveles de contaminación.

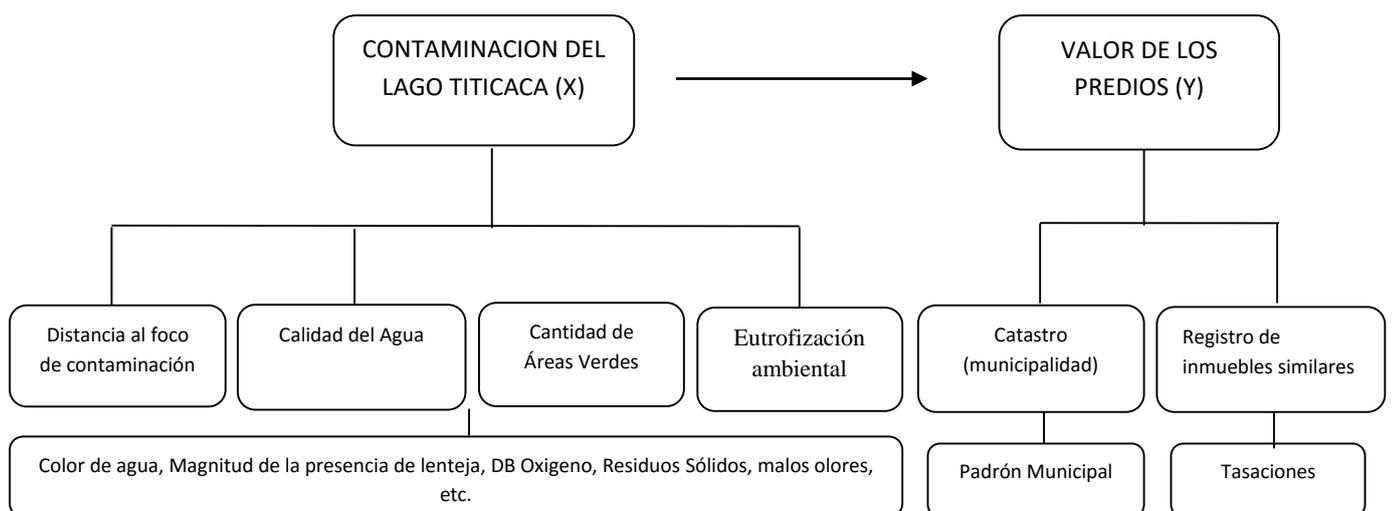
La profundidad máxima encontrada es de 8m y la profundidad promedio es de aproximadamente 2,4 m; el área de superficie menor a 2m de profundidad corresponde al 50% del área total de la Bahía Interior de Puno. Al Este de la Bahía, el acceso se encuentra bloqueado por extensos totorales dejando abierto un canal de aproximadamente 30 m de ancho, cerca de Chimú que la une a la Bahía Exterior; este canal tiene una profundidad entre 6 a 7m. Asimismo, existe otro canal de navegación que conduce hacia las islas flotantes de Los Uros, localizado en la parte nor este de la Bahía en las proximidades de la Isla Esteves, que tiene una profundidad media variable de 2 a 4m.

La dinámica, dominada por la sedimentación bioclástica en la bahía de Puno, ha generado cinco unidades de acumulación cuaternario, que se extienden desde la zona fluvio-lacustre (Qr-fl) en la zona litoral, hasta la acumulación en el fondo de la bahía (Qr – llb). Estos depósitos están formados por arcillas, arenas y materia orgánica abundante depositada por las corrientes lacustres, los canales de riada fluvio-lacustre (río Willy) y el desarrollo de las macrófitas, cuando la profundidad acuática es menor a los 2,50 m por efecto de la sedimentación y retroceso lacustre. La sedimentación ha producido la colmatación en gran parte de la bahía de Puno, produciendo la separación de la bahía interior, donde la sedimentación es más avanzada.

Las estadísticas recogidas por diversas entidades de la preservación y del cuidado de la flora y fauna de nuestro Lago nos dicen que en época de lluvia la bahía interior del Lago Titicaca se contamina más que en épocas secas.<sup>3</sup> Por lo que la contaminación de la bahía interior del Lago Titicaca va en crecimiento durante los últimos años, de modo que el principal contaminante es la misma Laguna de Espinar y no se hace nada por hacer una planta de tratamiento para que se traten las aguas servidas y no se contamine la bahía interior del Lago Titicaca.<sup>4</sup>

El principal problema que enfrentan los vecinos de la bahía interior de la ciudad de Puno; es la EXISTENCIA DE CONTAMINACION EN EL LAGO TITICACA, ocasionando varios factores principalmente externos, tales como: disminución del valor de los predios aledaños a la zona y entre los factores internos se tiene: la Eutrofización, daño ambiental entre otros. En resumen la contaminación del lago Titicaca ha provocado que los predios aledaños disminuyan su valor, así como el daño de imagen turístico que tiene el lago hecho que es descrito en mayor detalle en el siguiente esquema grafico;

**FIGURA N°01**



<sup>3</sup> Véase anexo N° 02

<sup>4</sup> Véase Anexo N° 03

O equivalentemente, planteamos las siguientes interrogantes como problema general y específicos:

### **PROBLEMA GENERAL**

¿IMPACTA LA CONTAMINACIÓN DEL LAGO TITICACA EN EL VALOR DE LOS PREDIOS EN LA BAHIA DE LA CIUDAD DE PUNO EN EL AÑO 2015?

### **PROBLEMA ESPECIFICO 1**

¿La distancia al foco de contaminación afecta en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno?

### **PROBLEMA ESPECIFICO 2**

¿La calidad de agua incide en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno?

### **PROBLEMA ESPECIFICO 3**

¿La existencia de áreas verdes influyen en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno?

### **PROBLEMA ESPECIFICO 4**

¿La Eutrofización ambiental afecta en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno?

## **1.2. Objetivo general y objetivos específicos.**

### ***Objetivo General:***

Determinar el IMPACTO DE LA CONTAMINACION DEL LAGO TITICACA EN EL VALOR DE LOS PREDIOS DE LA CIUDAD PUNO EN EL AÑO 2015

***Objetivos Específicos:***

***Primer objetivo específico.-***

Comprobar que la distancia al foco de contaminación afecta en el valor de los predios de la ciudad de Puno

***Segundo objetivo específico.-***

Demostrar que la calidad de agua incide en el valor de los predios de la ciudad de Puno

***Tercer objetivo específico.-***

Determinar que la existencia de áreas verdes influye en el valor de los predios de la ciudad de Puno.

***Cuarto objetivo específico.-***

Comprobar que la Eutrofización ambiental afecta en el valor de los predios de la ciudad de Puno.

**1.3. Importancia.**

El presente trabajo de investigación tendrá una relevancia académica, ya que aplica la teoría económica, a un caso específico de la realidad, la contaminación orgánica que sufre la Bahía interior de Puno, constituye un aspecto de riesgo para la salud humana y principalmente el valor de los predios de la bahía del Lago Titicaca. Si bien el agua potable que se consume, no presenta infestación de Coliformes totales y fecales, por cuanto la captación de agua para la planta de tratamiento de agua potable, está en las afueras de la bahía, en cambio las especies hidrobiológicas que se pescan en la bahía, podrían significar riesgo para la salud, por cuanto la alta contaminación que sufre la bahía, así lo determinaría.

La eutrofización ha causado cambios negativos sobre el comportamiento de la flora acuática y por consiguiente ha afectado la fauna lacustre y más del 98 % del fondo de la bahía interior de Puno es casi anóxico con niveles de oxígeno disuelto bajos, que determina la extinción de los organismos bentónicos. En la actualidad, existe más concientización acerca de la escasez real y la importancia de los activos naturales. A tal punto que en cualquier actividad que se emprenda se deben analizar, valorar y mitigar aquellos impactos ambientales que repercuten negativamente en la cantidad y calidad de los recursos naturales.

Precisamente uno de los problemas más relevantes en Puno, viene siendo la contaminación de las orillas del lago Titicaca y es que los habitantes de esta zona consideran que si esto prosigue puede generar un impacto negativo con consecuencias económicas desastrosas, debido a que gran parte de la zona contaminada se encuentra el acceso principal hacia la ciudad lo cual se convierte en mala imagen para los turistas nacionales y extranjeros quienes no solamente tienen que percibir los malos olores sino además no pueden disfrutar de la belleza del lago Titicaca, porque las aguas se encuentran cubiertas por una capa de lenteja verde. Varios fueron los intentos por abordar este tema complicado, pero no fueron llevados a cabo por muchas razones, dentro de las cuales la principal limitante que impide lograr la descontaminación es la asignación insuficiente de recursos de parte del Estado, Gobierno Regional y Local.

El estudio es viable desde el punto de vista económico, ya que el problema de la contaminación de la bahía del lago Titicaca es de importancia pública en la región de Puno, es por eso que se puede contar con diversas fuentes de información donde obtener los datos necesarios y suficientes para desarrollar la tesis.

A nivel personal, el presente trabajo de investigación cobra relevancia, ya que afianza los conocimientos teóricos y los plasma en la práctica para lograr entender el proceso en el que las inversiones públicas que se ejecutan

por parte del estado, logran generar un impacto en el capital humano y coadyuvar al desarrollo humano sostenible.

#### **1.4. Limitaciones y alcances**

La principal limitación radica en la falta de información en el Perú, en la mayoría de casos los datos son tomados de la información disponible más que de la deseable. La falta de cultura en el país de registrar la información ha sido un gran limitante en el proceso de la investigación.

Es así que para el cálculo de la variable dependiente (Valor de los Predios) se tuvo que utilizar una aproximación confiable del valor de este, por lo que no se cuenta con información acerca del COSTO REAL por metro cuadrado en la bahía interior del lago Titicaca, es así que se consideró como costo por metro cuadrado el valor predial aproximado por zona según la R.M. 182-2011 de la Municipalidad Provincial de Puno.

En cuanto a los sesgos que pueden existir en el trabajo se menciona el sesgo de comportamiento estratégico por parte de los entrevistados, esto particularmente porque en la actualidad existe creciente conciencia ambiental para recuperar la bahía interior del Lago Titicaca, esto puede ser producto de la creciente publicidad en los últimos años, este fenómeno se pudo notar en que el 77% de la población indico estar dispuesto a pagar por el tratamiento de aguas servidas.

Finalmente, es importante tener en cuenta que debido al tamaño muestral, el valor de la DAP encontrado debe ser tomado con mucha cautela al momento de implementar políticas de incremento tarifario.

## CAPÍTULO II: EL MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes.

En la literatura económica existen una gran variedad de estudios empíricos sobre valoración de bienes y servicios ambientales, referidos principalmente a la identificación y estimación en términos monetarios de los beneficios y daños derivados del uso de recursos naturales, los principales trabajos que destacan en el Perú y en Latinoamérica son los de Galarza y Gómez (2005), Gonzáles (2001), Sanhueza (2003), Mendieta, et.al (2002) y Bermúdez (1997). Entre las principales investigaciones y estudios investigados, tenemos:

**Bermúdez (1997)** hace la valoración económica del cambio en la calidad del agua generada por la construcción de una planta de tratamiento primario y secundario para el Río el Salitre, en Bogotá-Colombia. A partir de las estimaciones calcula la contribución al bienestar total de los habitantes de la zona por la reducción de la contaminación del agua del Río. En este trabajo de investigación se utiliza el método de valoración contingente para estimar la disponibilidad a pagar de los habitantes de la zona por diferentes niveles de calidad relacionados con diferentes niveles de flujos de servicios provistos por el Río una vez ya este descontaminado. Se encuentra que a mayor nivel de calidad ambiental, la disponibilidad a pagar de los hogares es mayor, indicativa que las personas perciben los problemas ambientales y saben que estos

problemas los pueden impactar negativamente. En general, los hogares están dispuestos a pagar por mejoras ambientales, porque saben que éstas impactarán de manera positiva sus niveles de bienestar.

**Condori U. (1997)** en la tesis valoración de los costos de salud causados por la contaminación de bahía de Puno, utiliza el método delphi para determinar las enfermedades más frecuentes que son: enfermedades diarreicas, de la piel y fiebre tifoidea entre las principales, la función dosis respuesta muestra la incidencia en la tasa de morbilidad ante una variación de los indicadores de la contaminación, donde se demostró que un incremento en los indicadores de contaminación tiene relación directa con la morbilidad, luego de definir esta relación se utilizó el método de costos de tratamiento para valorarlo económicamente los costos de la morbilidad en la ciudad de Puno en 1996 fue de S/. 334 Nuevos soles, que representa el 2.6% de su ingreso anual en las familias afectadas. Asimismo para determinar el valor monetario de un cambio en el bienestar toma como instrumento el método de valoración contingente, determinando que el ciudadano estaría dispuesto a pagar ante un cambio en la bahía de Puno S/.7.63 Nuevos soles mensualmente representando el 1.73% de su ingreso mensual.

**Ducci J. (1998)** basándose en el esquema teórico propuesto por Haneman (1984) para el proyecto de saneamiento ambiental de Montevideo (Uruguay), propone la aplicación de esta metodología para la cuantificación de beneficios del proyecto antes mencionado, utilizando para ello el método de valoración contingente, al caso de saneamiento y drenaje pluvial propuesto para varias cuencas de la ciudad, como Malvin, Chacarita y Nacientes de Chacarita y Canteras, se tomó una muestra representativa de 250 familias de los beneficiarios del proyecto.

**González (2001)** estima el valor económico que la población le asigna al ecosistema del manglar de San Pedro-Sechura, para este propósito utiliza el método de valoración contingente. Por otro lado, determina costos y beneficios

económicos de la alternativa de declarar el área del manglar un Área Natural Protegida de desarrollo turístico y de recreación frente a la alternativa de desarrollo de la actividad acuícola. El autor, llega a la conclusión de que el ecosistema del manglar genera grandes beneficios netos como Área Natural Protegida, determinándose una elevada rentabilidad económica, social y ambiental, en relación al uso alternativo de desarrollo de la actividad acuícola.

**Mendieta, et.al. (2002)** estiman la disponibilidad a pagar de los habitantes del área metropolitana de Pereira y Dos Quebradas – Colombia, por el tratamiento primario de sus aguas residuales, aplicando el método de valoración contingente. En este trabajo se estiman tarifas a través de la disponibilidad a pagar, en efecto, se encuentra evidencia empírica que demuestra que los habitantes están dispuestos a pagar por el tratamiento de aguas residuales y por ende financiar este tipo de proyectos, porque problemas de saneamiento afectan directamente su bienestar. En este trabajo se estiman disponibilidades a pagar para diferentes estratos socioeconómicos, de esta manera se logra establecer límites mínimos y máximos en el rango de precios.

**Sanhueza (2003)**, identifica los beneficios del Plan de Saneamiento de Aguas Servidas de la Cuenca Maipo-Mapocho, Chile. A través de la aplicación de los conceptos de Valor Económico Total (VET) y Sistema Ambiental. Del trabajo se puede referenciar algunos aspectos importantes, en primer lugar queda claro que el enfoque del VET como herramienta de trabajo, sirve para demostrar la existencia de valores económicos en elementos del medio ambiente y permitió en este caso identificar los beneficios del Plan de Saneamiento, tomando en cuenta los valores de uso directo, valores de uso indirecto, valores de opción y cuasi opción para identificar el valor de uso, y por otro lado los valores de legado y existencia para identificar los valores de no uso, para finalmente identificar el valor económico total que resume los beneficios del plan de saneamiento. En segundo lugar, es necesario precisar que en el trabajo no se cuantifica los beneficios del Plan de Saneamiento, solamente se detallan los métodos que existen para cuantificar estos beneficios, por lo tanto, al evaluar

económicamente los beneficios del Plan de Saneamiento, esto es, desarrollar el diseño y aplicación de los métodos que fueron seleccionados en este trabajo, se hubiera obtenido una buena aproximación al valor de estos beneficios, no sobra enfatizar, que uno de los métodos que cuantifica el VET es el método de valoración contingente.

**Galarza y Gómez (2005)** estiman un aproximado del valor económico del área verde del valle del río Lurín en la zona de Pachacamac, utilizando el método de valoración contingente revelan que el área verde de Pachacamac tiene un valor aproximado de US\$ 475.194 anuales, con esta cifra llevada a perpetuidad se obtiene un valor de conservación del área verde de US\$ 5.279.931. Este resultado ayuda a conocer más a fondo el tema de conservación de los recursos naturales y servicios ambientales, así como a encontrar alternativas de solución al problema que enfrentan las áreas verdes frente al crecimiento urbano acelerado. Es decir, cualquier política de expansión urbana debería tomar en cuenta el anterior resultado y hacer una elección de manera tal que maximice el bienestar social. Es importante indicar que el valor de conservación encontrado se basa principalmente en la revelación de la disponibilidad a pagar de la población por la conservación del área verde de Pachacamac.

**Tudela W. (2007)**, quien cuantifico la disponibilidad de pago de los habitantes de la ciudad de Puno utilizando el Método de la Valoración Contingente, con 390 encuestas, argumentó las siguientes conclusiones. Revelo que el 57,18% de la población está dispuesta a pagar (DAP) mensualmente por familia S/. 4.21 para viabilizar e impulsar la construcción y puesta en marcha del sistema de tratamiento de aguas servidas, este monto indica el valor que una familia asigna al beneficio que el proyecto le generaría.

Por otro lado, teniendo como variables al precio hipotético a pagar, el ingreso, nivel de educación, percepción de malos olores, distancia, padecimiento de enfermedades gastrointestinales, parasitarias y dermatológicas, género, número de hijos menores de 18 años que viven en el

hogar y la edad del jefe de familia. Respecto a los resultados obtenidos señalo que los problemas ambientales afectan el bienestar de los Punoños, en donde, la descontaminación de la bahía interior del Lago Titicaca tuvo la prioridad seguido por las obras destinadas a mejorar la salud.

Asimismo la Empresa Municipal de Saneamiento Básico de Puno EMSA Puno, (1972) construyó la laguna de estabilización de aguas residuales de Espinar con un área aproximada de 21 has., diseñada para trabajar con una tirante de agua de 150m. y con una capacidad de 285 m<sup>3</sup>; la laguna de estabilización fue construida con diques de tierra y no existía la laguna de estabilización secundaria. La inundación de 1986 dejó inoperativo el sistema, ya que el nivel del Lago Titicaca superó la cota de los diques, cuya interrupción duró aproximadamente 9 años para que entre 1995 y 1997 esta sea rehabilitada permitiendo dividir el sistema en dos lagunas (primaria y secundaria contando con ingresos de interconexión múltiples).

Para la realización del estudio de aguas servidas se considera que los procesos de contaminación pueden ser reducidos significativamente siempre y cuando los sistemas de tratamiento de aguas residuales adoptados garanticen un efluente con calidad aceptable en relación a la calidad del receptor, bajo estas consideraciones el sistema de estabilización espinar, es un sistema en operación pero que desde su construcción en 1972 y su posterior rehabilitación en 1995 no se han establecido ni ejecutado planes de monitoreo de la calidad del receptor (Bahía Interior Puno) ni mucho menos se ha realizado programas rutinarios de una evaluación completa que haya permitido determinar el nivel de eficiencia, así como la identificación de impacto y los efectos sobre la estructura del receptor.

Asimismo la evaluación del sistema lagunar Espinar de nuestra ciudad por instituciones como el Proyecto Especial Lago Titicaca PELT, Dirección General de Saneamiento Ambiental DIGESA y otros con la intención de prevenir algún tipo de contaminación en nuestro ecosistema por el tratamiento

de aguas residuales en dichas lagunas destacando principalmente su relación con los procesos de deterioro de la calidad ambiental de la Bahía Interior de Puno como consecuencia de los efluentes derivados de las lagunas, así como la incidencia de contaminación en la población aledaña a dicho sistema lagunar se puede mencionar también el impacto causado en los animales que se pastan cerca de la zona de tratamiento.

## **INVERSION PÚBLICA**

La inversión pública es la capacidad del estado de aumentar la capacidad económica del país, en la prestación de servicios, mediante la asignación de recursos disponibles a través proyectos de inversión pública

### *PROYECTOS DE INVERSIÓN.*

**BACA URBINA, Gabriel**, nos da una introducción sobre los proyectos de inversión

Descrito en forma general, un proyecto es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendente a resolver, entre muchas, una necesidad humana.

En esta forma puede haber diferentes ideas, inversiones de diverso monto, tecnología y metodologías con diverso enfoque, pero todas ellas destinadas a resolver las necesidades del ser humano en sus facetas, como pueden ser: Educación, Alimentación, Salud, MEDIO AMBIENTE, Cultura, etc.

El “proyecto de inversión” puede describirse como un plan que, si se le asigna determinado monto de capital y se le proporciona insumos de varios tipos, podrá producir un bien o un servicio, útil al ser humano o a la sociedad en general

La evaluación de un proyecto de inversión, cualquiera que este sea, tiene por objetivo conocer su rentabilidad económica y social, de tal manera que asegure resolver una necesidad humana en forma eficiente, segura y rentable. Solo así es posible asignar los escasos recursos económicos a la mejor alternativa.

Siempre que exista una necesidad humana será necesario invertir, pues hacerlo es la única forma de producir un bien o servicio. En la actualidad una inversión inteligente requiere una base que lo justifique. Dicha base es precisamente un proyecto bien estructurado y evaluado que indique una pauta que debe seguirse.

El ciclo de proyectos de inversión pública está compuesto, normalmente, por las siguientes etapas:

- a. Elaboración del Perfil de Proyecto.
- c. Elaboración del estudio de Factibilidad.
- d. Período de Ejecución del Proyecto.
- e. Evaluación *Ex Post* del Proyecto. (MEF 2012)

#### *TIPOS DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS*

A este respecto, también *Beltran, A. y Cueva, H (2009)* nos dicen que la evaluación de un proyecto, puede ser privada y social. En el primer caso, el objetivo primordial es la misma es determinar las ganancias extraordinarias que el inversionista privado puede obtener de la realización del proyecto, es decir, se evalúa desde el punto de vista del inversionista, porque lo que interesa es la valoración de las actividades del proyecto a precios de mercado.

La evaluación social de un proyecto consiste en cambio en determinar la rentabilidad del mismo para la sociedad en su conjunto, siempre por encima de otras alternativas de inversión que se tenga. La determinación de la rentabilidad social involucra la realización de una serie de correcciones con el objetivo de incorporar correctamente los costos y beneficios sociales del

proyecto bajo análisis. En primer lugar, implica valorar las actividades del proyecto a precios sociales o a precios sombra, los que miden el valor que tienen para la sociedad los recursos que el proyecto utiliza y/o produce, y que dependen de su escasez relativa; por lo mismo, no tienen por qué coincidir con los precios privados. Así mismo en la evaluación social, aparece la necesidad de corregir distorsiones, vinculadas con la valoración de las externalidades positivas o negativas, que el proyecto genera y con el costo de oportunidad de los recursos que utilizan, sean o no privadamente remunerados. Por último, la existencia de impuesto o subsidios genera la necesidad de una corrección, debido a que, socialmente, se consideran transferencias de recursos dentro de la misma sociedad y no una salida o entrada efectiva de dinero para el proyecto, aunque veremos que el resultado final depende de la contribución del proyecto a la producción nacional.

También *Fontaine, E (2002)* nos dice acerca de las distintas evaluaciones de proyectos: Privada y Social.

Para la definición de los costos y beneficios del proyecto que son pertinentes para su evaluación, es necesario definir una situación base o situación sin proyecto; la comparación de lo que sucede con proyecto versus lo que hubiera sucedido sin proyecto, definirá los costos y beneficios pertinentes del mismo.

La evaluación financiera, económica y social se efectúan “conjuntamente” con la que podríamos llamar evaluación técnica del proyecto, que consiste en cerciorarse de la factibilidad técnica del mismo: que no se venga abajo el puente, que no se quemé el motor, o que sea posible completar la desviación del río durante el otoño. Asimismo, la evaluación económica presupone una adecuada formulación y evaluación administrativa –que se tenga una organización propicia y una gerencia capacitada- como también una adecuada formulación y evaluación institucional y legal: que sea posible expropiar los terrenos, que sea posible patentar el invento, o que no se contravengan reglamentaciones ecológicas.

La evaluación privada de proyectos incluye (i) una evaluación financiera y (ii) una evaluación económica. La primera contempla, en su análisis, a todos los flujos financieros del proyecto, distinguiendo entre capital “propio” y prestado. Esta evaluación es pertinente para determinar la llamada “capacidad financiera” del proyecto y la rentabilidad del capital propio invertido en el proyecto. La evaluación económica en cambio, supone que todas las compras y ventas son al contado riguroso y que todo el capital es “propio”; es decir, la evaluación privada económica desestima el problema financiero.

Para la evaluación social o socioeconómica, interesa el flujo de recursos reales (de los bienes y servicios) utilizados y producidos por el proyecto. Para la determinación de los costos y beneficios pertinentes, la evaluación social definirá la situación del país con versus sin la ejecución del proyecto en cuestión, Así los costos y beneficios sociales podrán ser distintos de los contemplados por la evaluación privada económica, porque: (i) los valores (precios) sociales de bienes y servicios difieren del que paga o recibe el inversionista privado, o (ii) parte de los costos o beneficios recaen sobre terceros (el caso de las llamadas externalidades o efectos indirectos).

La evaluación social persigue justamente medir la verdadera contribución de los proyectos al crecimiento económico del país. Esta información por tanto debe ser tomada en cuenta por los encargados de tomar decisiones para así poder programar las inversiones de una manera que la inversión tenga su mayor impacto en el producto nacional.

A este respecto también *Mokate K, Castro R. (1994)* nos dice que la evaluación social se ha diseñado para el análisis de la contribución que un proyecto o una política hace al bienestar nacional. Como tal, tiene por objeto medir el aporte neto de un proyecto o política al bienestar de toda la colectividad nacional. Así, en estos tipos de evaluación se mide la bondad del proyecto o programa para la economía nacional en su conjunto, el valor de

cualquier bien, factor o recurso a ser generado o utilizado por el proyecto se valora según su contribución al bienestar nacional.

Los criterios de rentabilidad empleados en la evaluación económica y social de proyectos son similares a los utilizados en la evaluación financiera de proyectos, solo que el objetivo que buscan reflejar es diferente.

En la evaluación financiera el objetivo es analizar la viabilidad (rentabilidad) del proyecto con base en los precios de mercado y su énfasis es la perspectiva del inversionista privado.

En la evaluación económica (social) se busca determinar la rentabilidad o el impacto que sobre el bienestar social a nivel nacional o regional ejerce el proyecto.

Los proyectos de inversión, tienen como fin último, elevar el crecimiento económico, con el fin de que contribuya a propiciar una mejora en la calidad de vida de la población.

Continuando con lo que es específicamente la evaluación social, tenemos también en ***PAUTAS GENERALES PARA LA EVALUACIÓN EX POST DE PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA (MEF – 2012)***, nos dice:

Una evaluación en general, es la recolección y análisis sistemático de evidencias con el propósito de mejorar el entendimiento del objetivo evaluado, así como tener la capacidad de emitir opiniones respecto al mismo.

En el contexto del sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), la evaluación ex post se define como una evaluación objetiva y sistemática sobre un proyecto cuya fase de inversión ha concluido o está en la fase de post inversión. El objetivo es determinar la pertinencia, eficiencia, efectividad, impacto y la sostenibilidad a la luz de los objetivos específicos que se plantearon en la pre inversión. Una evaluación ex post debe proveer información útil y verosímil. Es una herramienta de aprendizaje y de gerencia para mejorar los procesos de análisis, planificación y ejecución de proyectos,

así como la toma de decisiones.

La evaluación ex post tiene dos objetivos principales:

i) Retroalimentación a través de las lecciones y recomendaciones para mejorar la administración y desempeño de la inversión pública, para el mismo proyecto evaluado, proyectos similares y políticas del sector.

ii) Transparencia del proceso y los resultados de la inversión pública a través de la evaluación de los éxitos y fracasos, se genera valiosa información la cual puede retroalimentar y ayudar a mejorar la inversión pública. En tanto se disponga del mayor número de experiencias documentadas posibles, se contribuirá a optimizar el uso de recursos de inversión pública.

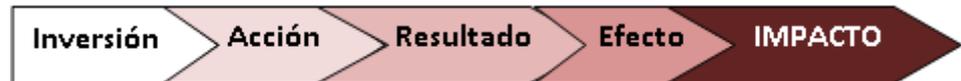
La noción de transparencia de la evaluación ex post contribuye a que la población y los beneficiarios en particular, tengan un conocimiento claro sobre los procesos, los resultados y el impacto de la inversión pública. La información acerca de los resultados e impactos de la inversión pública debe de ser preparada para el público y las autoridades.

Es importante señalar que la evaluación ex post no es sinónima de control o fiscalización; se trata de analizar los resultados de los PIP y obtener lecciones aprendidas para mejorar la calidad de la inversión pública, así como proveer de información a las autoridades y población.

#### **IMPACTO DE LOS PROYECTOS:**

A consideración de Castro R. en su libro “Evaluación Social de Proyectos”, explica que la generación de los resultados o productos del proyecto, puede desencadenar muchos efectos, donde efecto se define como todo comportamiento o acontecimiento del que puede razonablemente decirse que ha sido influido por algún aspecto del proyecto, y donde IMPACTO es el resultado de los efectos del proyecto, constituye la expresión de los resultados realmente producidos habitualmente a nivel de objetivos más amplios de largo alcance.

La visión de la cadena que generan las inversiones y acciones de un proyecto son:



Esta cadena servirá de pauta general en el proceso de identificación de impacto del proyecto, pues indica que el análisis del proyecto no se puede quedar en las acciones que realiza o los resultados o productos que genera.

Es necesario continuar el análisis del proyecto hasta llegar a la observación o proyección de sus verdaderos impactos

Como consecuencia en el proceso de identificación de impactos se busca identificar todos los cambios que el proyecto genera sobre los elementos que crean bienestar.

Por lo tanto los estudios anteriores ilustran la importancia de la valoración económica. En la estimación de la disponibilidad a pagar no se puede generalizar el comportamiento de los habitantes, así se evalúen con el mismo método de valoración, por lo que resulta, necesario generar evidencia empírica, afín de conocer de qué manera los problemas de contaminación afectan el nivel de bienestar de los Puneños.

## **2.2. Bases Teóricas Generales.**

Examinado el planteamiento del tema de investigación, se ha fundamentado el problema, los objetivos e hipótesis y sustentado la importancia del tema, la investigación se ha sustentado en teorías principales, los que sirven como base teórica para el desarrollo y análisis de la investigación, y que además encaminan el estudio y se exponen a continuación:

### **Teoría sobre Tratamiento de Aguas Residuales en Zonas Urbanas.**

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos

presentes en el agua efluente del uso humano. El objetivo del tratamiento es producir agua limpia (o efluente tratado) o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado biosólido o lodo) convenientes para su disposición o re-uso. Es muy común llamarlo depuración de aguas residuales para distinguirlo del tratamiento de aguas potables. Las aguas residuales son generadas por residencias, instituciones y locales comerciales e industriales. Éstas pueden ser tratadas dentro del sitio en el cual son generadas (por ejemplo: tanques sépticos u otros medios de depuración) o bien pueden ser recogidas y llevadas mediante una red de tuberías - y eventualmente bombas – a una planta de tratamiento municipal. Los esfuerzos para recolectar y tratar las aguas residuales domésticas de la descarga están típicamente sujetos a regulaciones y estándares locales, estatales y federales (regulaciones y controles). A menudo ciertos contaminantes de origen industrial presentes en las aguas residuales requieren procesos de tratamiento especializado. Típicamente, el tratamiento de aguas residuales comienza por la separación física inicial de sólidos grandes(basura) de la corriente de aguas domésticas o industriales empleando un sistema de rejillas (mallas), aunque también pueden ser triturados esos materiales por equipo especial; posteriormente se aplica un desarenado(separación de sólidos pequeños muy densos como la arena) seguido de una sedimentación primaria (o tratamiento similar) que separe los sólidos suspendidos existentes en el agua residual. Para eliminar metales disueltos se utilizan reacciones de precipitación, que se utilizan para eliminar plomo y fósforo principalmente. A continuación sigue la conversión progresiva de la materia biológica disuelta en una masa biológica sólida usando bacterias adecuadas, generalmente presentes en estas aguas. Una vez que la masa biológica es separada o removida (proceso llamado sedimentación secundaria), el agua tratada puede experimentar procesos adicionales (tratamiento terciario) como desinfección, filtración, etc. El efluente final puede ser descargado o reintroducido de vuelta a un cuerpo de agua natural (corriente, río o bahía) u otro ambiente (terreno superficial, subsuelo, etc.). Los sólidos biológicos segregados experimentan un tratamiento y neutralización adicional antes de la descarga o reutilización apropiada.

## **Teoría: de Formulación de Precios de Vivienda**

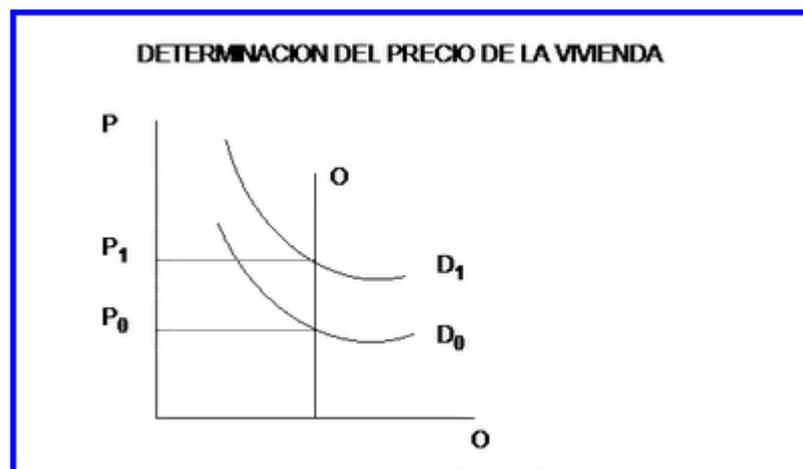
### **¿Cómo se forman el precio de la vivienda?**

En los últimos años el precio de la vivienda ha experimentado un incremento importante tanto en términos cuantitativos como en la apreciación subjetiva de las personas. A menudo se escucha la opinión de que el precio de los pisos está demasiado alto.

El objetivo es dar una explicación teórica a este fenómeno para comprender lo que ha pasado en este mercado a corto plazo.

La teoría de la formación del precio de la vivienda parte de considerar la demanda stock de viviendas existentes tal como aparece en el siguiente gráfico.

**FIGURA N°02:**



Donde:

P = precio por metro cuadrado, o por vivienda.

O = oferta stock de vivienda

D = curva demanda stock de vivienda.

La demanda  $D_0$  de vivienda es función decreciente de su precio. A menor precio mayor demanda de viviendas. La oferta stock de viviendas, O, es rígida a corto plazo debido al tiempo necesario desde que se proyecta hasta que se construye una vivienda. El precio, expresado por metro cuadrado o por

unidades, se determina por la interacción de la demanda y la oferta. Dado que la oferta no puede cubrir la demanda de inmediato, durante este tiempo la posición de la curva de demanda  $D_0$  puede cambiar, debido a numerosas variables, desplazándose sobre la curva de oferta, por ejemplo a  $D_1$ , formando un nuevo precio de la vivienda. Las variables que intervienen en este desplazamiento pueden ser las siguientes:

- Variación en las variables financieras, principalmente interés de las hipotecas. Una disminución del tipo de interés de las hipotecas desplazará la curva de  $D_0$  a  $D_1$ .
- Variación de la riqueza. Un incremento de la renta desplazará la curva  $D_0$  a  $D_1$ .
- El rendimiento real de otros activos alternativos a la vivienda. Dado que la vivienda constituye una forma de mantener riqueza, si varía el rendimiento de otros activos como puede ser la bolsa o los bonos la curva de demanda  $D_0$  sufrirá desplazamientos.
- Variación en los rendimientos que se obtiene por la posesión de la vivienda, bien en forma de renta, si está alquilada, o alquiler implícito si es utilizada por el propietario. Un incremento en los alquileres desplazará la curva de  $D_0$  a  $D_1$ .
- Por incremento rápido de la población demandante. Por ejemplo la emancipación de grandes bloques de población procedentes de un baby boom, o la entrada masiva de inmigración. Los incrementos desplazarán la curva de  $D_0$  a  $D_1$ .
- También genera cambios en la posición de la curva de demanda stock de vivienda las variaciones en los costes de posesión de la misma, como pueden ser los impuestos sobre los inmuebles.

## **TASACIÓN DE INMUEBLES: CÓMO SE DETERMINA EL VALOR**

Habitualmente, el valor de tasación no se corresponde con el precio real del inmueble, sino que tiende a ser menor. Para poder calcular este índice, el

tasador evalúa el estado del inmueble, los equipamientos que posee y cualquier otro punto que pueda marcar el valor de la vivienda. Al mismo tiempo, tiene en cuenta otros condicionantes, como por ejemplo el precio de venta de inmuebles similares o la ubicación de la propiedad.

De acuerdo a la teoría, el tasador debe estudiar la vivienda in situ, aunque no todos los agentes trabajan de esta forma. Muchas veces, las tasaciones se concretan únicamente teniendo en cuenta datos como el precio de venta, la zona y otras informaciones que pueda aportar el comprador.

La primera acción del tasador es solicitar al propietario los planos de la vivienda. Al tasar una vivienda libre se tiene en cuenta la superficie total construida, mientras que en el caso de una vivienda de protección oficial (VPO), solamente se consideran los metros útiles.

Otros parámetros importantes son la antigüedad de la vivienda y su conservación, si la misma está alquilada o en ella reside actualmente el propietario, la conservación de las instalaciones de carpintería, alicatado y pintura, la ubicación del inmueble, la cantidad de habitaciones y ambientes y otros puntos más.

También se consideran los **servicios** anexos a la vivienda, como por ejemplo si el inmueble cuenta con portero automático, línea telefónica, conexión a Internet, agua caliente, calefacción, aire acondicionado, espacios exteriores, etc. En el caso de un edificio, se tiene en cuenta la cantidad de ascensores y los espacios comunes que posee el mismo.

En todos los casos, además de la presencia de estos elementos, será un condicionante importante la calidad de la construcción, de los equipamientos y de los servicios. Todos estos factores terminarán constituyendo un conjunto de información que determinará finalmente el valor de tasación de la vivienda.

Los estudios anteriores ilustran la importancia de la valoración económica. En la estimación de la disponibilidad a pagar no se puede generalizar el comportamiento de los habitantes, así se evalúen con el mismo método de valoración, por lo que resulta, necesario generar evidencia empírica, afín de conocer de qué manera los problemas de contaminación afectan el nivel de bienestar de los Puneños.

### **Método de los precios hedónicos (MPH)**

La teoría de los precios hedónicos fue inicialmente formulada por Rosen (1974), basándose en una alternativa a la teoría neoclásica del consumidor planteada por Lancaster (1966), según la cual una clase de productos diferenciados puede ser completamente descrita en base a una serie de características objetivamente medibles. De este modo, los bienes y servicios están compuestos por una serie de atributos y características, de forma que sus precios reflejan esas diferencias.

El modelo hedónico se aplica frecuentemente a diversos mercados como el inmobiliario, pero también es posible extender su empleo a otros como el mercado de trabajo o el de los automóviles, donde el bien tiene características significativas que influyen el precio de mercado. En el caso de, por ejemplo, un coche, existe un modelo básico al cual se le pueden añadir una serie de características. Cada opción de características implicará un pago adicional diferente, de forma que es fácil discernir cuál es el precio que se paga por cada atributo. No obstante, cuando los bienes y servicios tienen una dimensión no recogida por el mercado, es difícil establecer cuál es el precio del atributo de no mercado en sí mismo, ya que está insertado en el precio total. En este caso, los precios observados, junto con los niveles de los diversos atributos, de mercado y de no mercado, contenidos en cada bien o servicio pueden ayudar a obtener una medida del valor implícito que los consumidores ponen en cada atributo que forma el bien o servicio, incluyendo el atributo de no mercado. Este enfoque es similar al MCV explicado anteriormente, puesto que ambos se

basan en una relación de complementariedad entre un bien o servicio de mercado y otro de no mercado. Sin embargo, ambos difieren en que el MPH opera a través de cambios en los precios de los bienes privados más que a través de cambios en sus cantidades (número de viajes) como hace el MCV.

Objetivos de la Metodología:

- Intenta descubrir todos los atributos de un bien que explican su precio, a la vez que se desea discriminar la importancia cuantitativa de cada uno de ellos.
- Determinar los precios implícitos de cada característica o atributo, con lo cual se obtiene la disposición marginal a pagar (DMAP) por una unidad adicional de atributo.
- Estimación de los impactos, por ejemplo, de una externalidad sobre el precio de una propiedad.

Supuestos de la Metodología:

- El consumidor maximiza su utilidad sujeto a la restricción del ingreso.
- Existe un mercado competitivo, donde oferentes y demandantes del bien se ponen de acuerdo en una transacción.
- El precio de mercado reflejará el vector de atributos y este será una relación razonablemente constante, que dependerá del número de compradores y vendedores y de sus características.
- Existe complementariedad débil entre el bien privado y sus características o atributos.

La construcción de funciones de precios hedónicos involucra la construcción de funciones lineales y no lineales del precio en función del conjunto de características y/o atributos.

- Las funciones lineales implican que los precios implícitos de las diferentes características analizadas permanecerán constantes, cualquiera que fuese el nivel de partida de la misma.

- Las funciones no lineales suponen que el precio implícito de cada característica cambia con la cantidad de referencia de la misma.

Dado que no se tiene certeza de la forma funcional que nos garantice los resultados esperados, lo interesante es analizar el comportamiento que cada una de las especificaciones posibles (logarítmicas, semilogarítmicas, cuadráticas y transformaciones tipo Box-Cox) supone con respecto a su precio implícito, esto por cuánto.

Para la estimación del modelo de precios hedónicos se utilizo la forma Funcional Box-Cox Cuadrática sin restricciones:

$$P(Z)^{\theta} = \alpha_0 + \sum_i \alpha_i Z_i^{(\gamma)} + \sum_i \sum_j \beta_{ij} Z_i^{(\gamma)} Z_j^{(\gamma)}$$

$$Z^{(\gamma)} = \frac{Z^{\gamma} - 1}{\gamma} \text{ para } \gamma \neq 0, \text{ y } Z^{(0)} = \ln(Z)$$

## **METODO DE BOX-COX**

La familia de transformaciones de Box-Cox arregla problemas de normalidad y heterocedasticidad (no homogeneidad de varianzas). Suponga que tenemos los datos  $(Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n)$  para una variable respuesta  $Y$ . Si el cociente entre el valor más grande observado de  $Y$  y la más pequeña es considerablemente grande, por decir, 10 o más, se debe considerar la posibilidad de transformar la variable respuesta  $Y$ . Existen muchos tipos de transformaciones:

Método 1.

Una idea útil en muchas aplicaciones es considerar transformar los datos de la respuesta  $Y$  en la potencia,  $Y^{\lambda}$  por decir, y encontrar el mejor valor de  $\lambda$ , pero si el mejor valor de  $\lambda$  fuera  $\lambda=0$ , entonces  $Y^0=1$ , lo cual produciría que al transformar los datos, todos serían iguales, lo cual no es deseable. Por esto este método no es recomendado

Método 2.

Otro método consiste en transformar la variable Y en la variable W

$$W = \begin{cases} \frac{Y^{\lambda-1}}{\lambda}, & \text{si } \lambda \neq 0 \\ \ln Y, & \text{si } \lambda = 0 \end{cases}$$

y así el problema  $\lambda=0$  en el método 1, ya no se tiene, porque  $\ln Y$  es el apropiado límite, cuando  $\lambda$  tiende a cero, y así la familia es continua en  $\lambda$ .

¿Cuál es la desventaja?

La desventaja es que así como  $\lambda$  varia, el tamaño de los valores transformados de Y; es decir los W's pueden cambiar demasiado, lo que conllevaría a problemas menores en el análisis y requeriría un programa especial para obtener el mejor valor de  $\lambda$ .

Método 3

En este método se transforma la variable Y en la variable V:

$$V = \begin{cases} \frac{Y^{\lambda-1}}{\lambda Y^{\lambda-1}}, & \text{si } \lambda \neq 0 \\ Y \ln Y, & \text{si } \lambda = 0 \end{cases}$$

Donde:

La cantidad Y es la media geométrica de las  $Y_i$ ,

$$Y = \sqrt{Y_1 Y_2 \cdots Y_n}$$

La cual es una constante y debe ser calculada al inicio de los procedimientos de cálculo de  $\lambda$ , usualmente por antilogaritmo (exponencial) de la fórmula

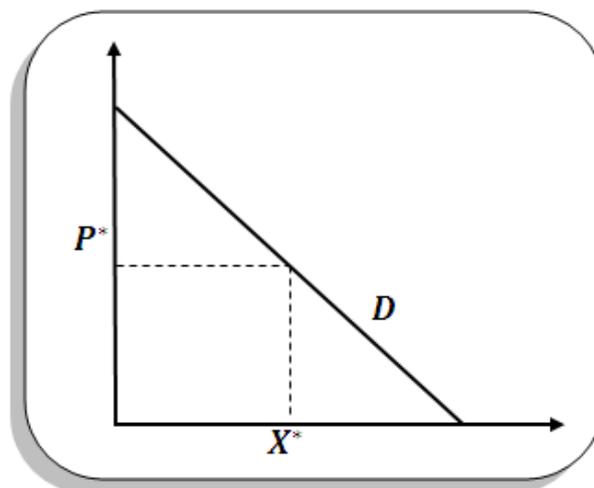
$$\ln Y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln Y_i \quad (2)$$

### **FUNCIÓN DE DEMANDA:**

Esta es una función que relaciona las cantidades demandadas de un determinado bien con los precios que una persona está dispuesta a pagar por esas cantidades. La curva de demanda resulta de mucha utilidad para aproximarse gráficamente a lo que en economía se conoce como “el bienestar del consumidor”.

La disponibilidad a pagar es la cantidad de dinero que un consumidor está dispuesto a pagar por una determinada cantidad de un bien. La disponibilidad marginal a pagar es un concepto que se desprende de la disponibilidad total a pagar, representando la cantidad de dinero que un individuo está dispuesto a pagar por una unidad adicional de un bien, ya que entre mayor sea la cantidad que un individuo demanda de un bien, menor será la disponibilidad marginal a pagar por una unidad adicional de ese bien.

**FIGURA N°03: FUNCIÓN DE DEMANDA**



### **Demanda individual:**

A partir de esta función, podemos definir una serie de conceptos que sirven para medir el bienestar del consumidor. Estas medidas son:

Disponibilidad a Pagar Total

Disponibilidad a Pagar Marginal

Excedente del Consumidor

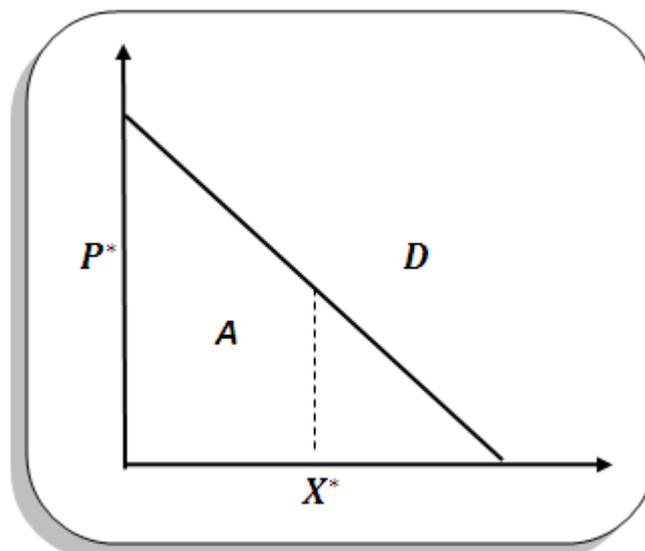
Variación Compensatoria

Variación Equivalente

Disponibilidad total a pagar, es la cantidad de dinero total que está dispuesto a pagar el consumidor por una determinada cantidad de un bien en el mercado (área A). La justificación para medir la disponibilidad a pagar total de un individuo a partir de su función de demanda radica en el hecho de que la función de demanda representa las preferencias del individuo por el bien en cuestión.

Es por esta razón que la disponibilidad a pagar total se define como el área bajo la curva de demanda tomando como referencia la cantidad demandada del bien.

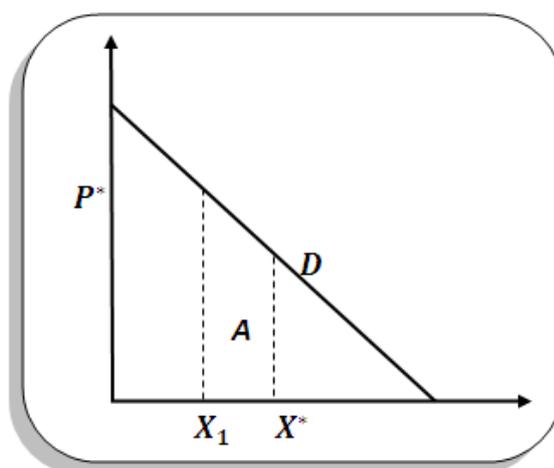
**FIGURA N°04: DISPONIBILIDAD A PAGAR**



### **Disponibilidad marginal a pagar:**

Representa la cantidad de dinero que el individuo está dispuesto a pagar por una unidad adicional de un bien. Esto se define como el área A, entre  $X_1$  y  $X^*$  en la figura 5

**FIGURA N°05: DISPONIBILIDAD MARGINAL A PAGAR**



### **LAS MEDIDAS DE CAMBIO EN EL BIENESTAR:**

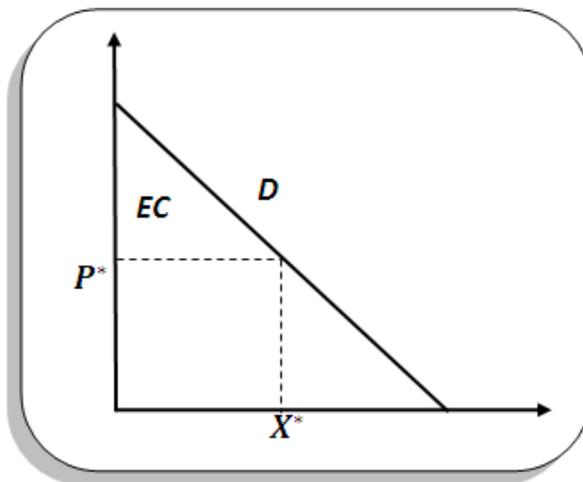
El problema que se plantea ahora es el siguiente: ante la mejora en la calidad de un bien ambiental, el agua, pongamos por caso, suponemos que la persona experimenta un aumento en su bienestar. Se siente mejor. Ahora bien, esta es una sensación puramente subjetiva, y de lo que se trata es de expresarla en algún tipo de unidad de medida que resulte fácil de entender y, además que permita comparar lo que le ocurre a una persona con lo que está experimentando otra cualquiera. El empeño no es sencillo, pero el análisis económico ofrece algunas alternativas para expresar en dinero, estos cambios subjetivos en el bienestar personal.

#### *Excedente del consumidor:*

Este representa las ganancias netas que obtiene un consumidor al hacer una transacción en el mercado; corresponde a la diferencia entre la

disponibilidad total a pagar por un nivel dado de consumo y lo que efectivamente se paga por él. Es importante tener en cuenta que entre más amplio es el excedente del consumidor, mayor es el nivel de bienestar que está obteniendo implícitamente el consumidor, pues efectivamente está pagando menos de lo que estaría dispuesto a pagar por el bien.

**FIGURA N°06: EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR**

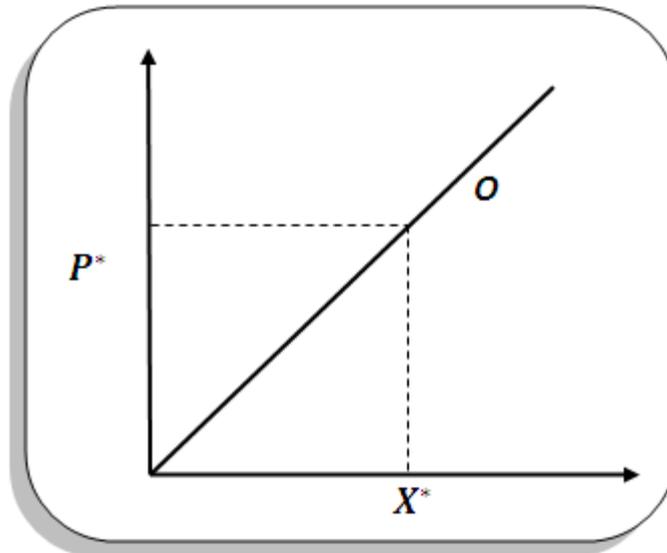


### **FUNCIÓN DE OFERTA:**

Esta función tiene una pendiente positiva y relaciona las cantidades ofrecidas con sus respectivos precios, es decir a mayor precio del bien, mayor cantidad de él se tiende a ofertar y viceversa.

La disponibilidad marginal a aceptar es la cantidad de dinero que él está dispuesto a aceptar por producir una unidad adicional, es decir que cada vez que un productor decide aumentar su producción en una unidad dado un nivel de tecnología y un nivel de insumos, los costos variables asociados a esa producción serán cada vez mayores.

**FIGURA N°07: FUNCION DE OFERTA**



A partir de una función de oferta se pueden definir las medidas de bienestar del productor.

*Disponibilidad a aceptar total:*

Es la cantidad de dinero que está dispuesto a aceptar un productor por producir una determinada cantidad de bienes que ofrece en un mercado.

*Disponibilidad a aceptar marginal:*

Es la cantidad de dinero que el productor está dispuesto a aceptar por producir una unidad adicional de un bien.

*Variación Compensatoria para el productor:*

Para el caso del productor, sería la cantidad de dinero que éste está dispuesto a pagar por acceder al nuevo nivel de ganancias que resultaría de un incremento en el precio.

*Variación Equivalente del productor.*

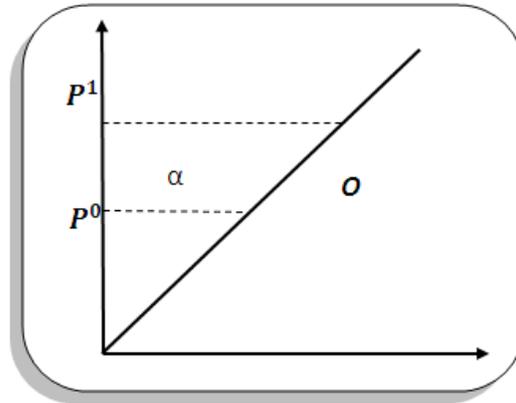
Viene a ser la cantidad de dinero que el productor está dispuesto a aceptar por renunciar al cambio en ganancias que se generaría por un incremento en el precio.

*Excedente del productor:*

Se explica como el área por encima de la curva de oferta y por debajo de la recta de precio y define las ganancias de los productores por participar en los mercados.

Un aspecto interesante en el caso del productor es que el bienestar se mide directamente por el nivel de ganancias, esto evita el problema que teníamos al medir el bienestar del consumidor (la utilidad era no observable). En la figura 07 se muestra que la VC, la VE y el EP, para el caso del productor, se encuentran representados por la misma área. Ante una subida de precio desde  $P^0$  hasta  $P^1$ , la VC sería el área  $a$ , es decir, lo que el productor estaría dispuesto a pagar por acceder a los beneficios derivados del alza en el precio. En cambio, si el precio baja desde  $P^1$  hasta  $P^0$ , el productor estaría dispuesto a aceptar el área  $a$  como compensación por la baja en su nivel de ganancias derivada de la caída en el precio, por último, el EP también sería igual al área  $a$  (área por encima de la curva de oferta y entre los precios). Por consiguiente, las tres medidas son iguales.

**FIGURA N°08:**  
**VARIACION COMPENSATORIA (VA), VARIACION**  
**EQUIVALENTE (VE) Y EXCEDENTE DEL PRODUCTOR**



**EQUILIBRIO DE MERCADO:**

El modelo establece que en un mercado libre, la cantidad de productos ofrecidos por los productores y la cantidad de productos demandados por los consumidores dependen del precio de mercado del producto. La ley de la oferta indica que la oferta es directamente proporcional al precio; cuanto más alto sea el precio del producto, más unidades se ofrecerán a la venta. Por el contrario, la ley de la demanda indica que la demanda es inversamente proporcional al precio; cuanto más alto sea el precio, menos demandarán los consumidores. Por tanto, la oferta y la demanda hacen variar el precio del bien.

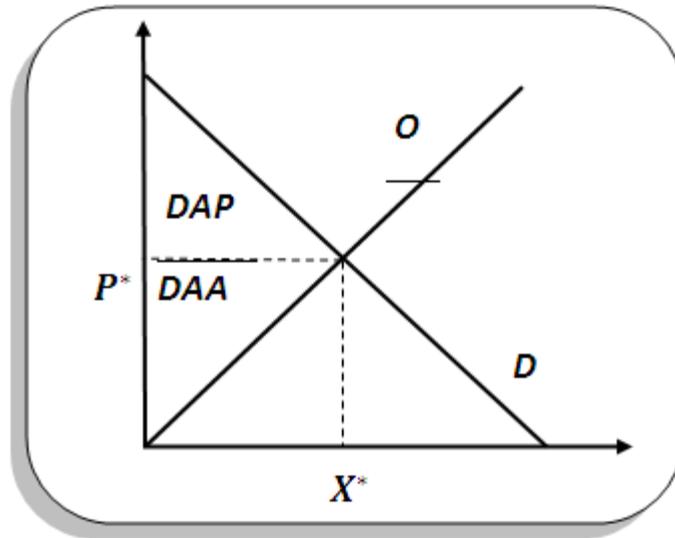
$X^*$  = Es la cantidad demandada del bien o servicio.

$P^*$  = Precio del bien o servicio.

D = Función de demanda.

O = Función de oferta.

**FIGURA N°09: LA DEMANDA (DAP) Y LA OFERTA DE MERCADO (DAA)**



En el mercado, el precio de equilibrio surge de la convergencia de las decisiones de los consumidores y los productores, así los consumidores están dispuestos a pagar dinero por conseguir bienes, mientras que los productores están dispuestos a aceptar dinero por proveerlos.

Cuando la  $DAP=DAA$ , entonces se obtiene el precio de equilibrio, ese precio representa un acuerdo entre consumidores y productores que actúan individualmente de forma racional buscando, cada uno, obtener el mayor beneficio individual posible.

Las ganancias en bienestar de la sociedad en su conjunto, serían equivalentes a la sumatoria de los EC de todos los consumidores más la sumatoria de los EP de todos los productores.

## **FALLAS DE MERCADO E INEFICIENCIA ECONÓMICA:**

El mercado es una institución capaz de hacer que las decisiones económicas en la sociedad se tomen de manera coordinada y eficiente, por ende viene a ser la confluencia de personas o agentes que actúan como consumidores, como productores o como ambos.

El éxito de los mercados depende de la ausencia de fallas de mercado, pero normalmente el mercado está plagado de fallas, por lo tanto su funcionamiento dista mucho de ser perfecto. Una falla de mercado ocurre cuando los sistemas de precios vigentes o la carencia de éstos hacen que los recursos se asignen a usos ineficientes.

Cuando el mercado es incapaz de proveer un sistema eficiente de precios que pueda poner de acuerdo a consumidores y productores falla y se genera ineficiencia económica, siendo el caso de los bienes y recursos ambientales, a los cuales el mercado no asigna precios que reflejen su escasez. Cuando el mercado no puede asignarles precios, esos bienes ambientales y los recursos naturales terminan siendo subvalorados, conllevando a su degradación, deterioro y eventual agotamiento.

La presencia de esas fallas justifica la intervención del Estado diseñando políticas y estableciendo regulaciones públicas, para contrarrestar los potenciales efectos de las fallas de mercado.

Las principales fallas de mercado están relacionadas con:

- Información incompleta
- Información asimétrica
- Monopolios
- Existencia de bienes públicos
- Externalidades

### *Externalidades:*

Las externalidades son un caso especial de mercados incompletos para activos de naturaleza no mercadeables, como los activos ambientales. Una externalidad se presenta cuando el consumo de un individuo o la producción de una empresa afectan la utilidad de cualquier otra persona o la función de producción de cualquier otra empresa hasta que las condiciones de optimalidad de Pareto para la asignación de recursos no puedan ser cumplidas.

Las externalidades son efectos directos o indirectos provocados por las actividades de producción o de consumo de unas personas sobre las actividades de producción o consumo de otras, sin que entre esas personas exista una relación económica.

Las externalidades pueden ser:

- Positivas, porque generan beneficios externos a la sociedad, por ejemplo un agricultor que haga labores de conservación de bosques en su predio.
- Negativas, porque causan efectos negativos por parte de empresas, individuos, entre otros a agentes externos generando costos externos, por ejemplo una empresa que genera desechos y los vierte a un río.

### *Monopolios.*

Son estructuras de mercado que no operan bajo condiciones de competencia perfecta; bajo un monopolio solo un agente provee todas las unidades de un determinado bien o servicio. Al poder controlar las cantidades producidas la empresa puede aducir o crear una situación de escasez, subir los precios y aumentar sus ganancias; en estas condiciones las cantidades ofrecidas son sub-óptimas desde el punto de vista social.

Los monopolios son dañinos para la eficiencia, en la medida en que al limitar las cantidades ofrecidas y al elevar los precios evitan que los consumidores puedan tomar decisiones de consumo conducentes a generar para ellos y a la economía beneficios adicionales.

### 2.3. Bases Teóricas Especializadas.

Continuando con las bases teóricas en las que se sustenta la investigación, se presenta a continuación las bases teóricas especializadas,

#### **Tratamiento de Aguas Servidas**

Las aguas servidas o aguas negras son los desechos líquidos provenientes del uso doméstico, comercial e industrial. Llevan disueltas o en suspensión una serie de materias orgánicas e inorgánicas. Proviene de la descarga de sumideros, fregaderos, inodoros, cocinas, lavanderías (detergentes), residuos de origen industrial (aceites, grasas, curtiembres, etc.). Donde existen sistemas de alcantarillado todas confluyen a un sistema colector de aguas cloacales, que debería terminar en una planta de tratamiento.

El contenido orgánico susceptible de ser descompuesto en forma natural (biodegradación) puede llegar al 80% de las sustancias de las aguas servidas. En su depuración natural (autodepuración) o artificial (plantas de tratamiento de aguas residuales) ese contenido es eliminado o transformado, incluyendo parte de las sustancias inorgánicas.

La parte de la materia orgánica contaminadora se mide internacionalmente en términos de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), que es la cantidad de oxígeno absorbida por la oxidación biológica de los componentes orgánicos biodegradables de una muestra de agua. Se expresa en partes por millón (ppm) o miligramos por litro (mg/l) de oxígeno consumido. El ciudadano urbano, normalmente, produce entre 40 y 60 gramos DBO/día.

El tratamiento de las aguas servidas se divide en cuatro etapas principales:

- **Tratamiento primario:** consiste en la separación de la materia suspendida por medios mecánicos (cribado, coagulación, floculación y sedimentación). Se

obtiene una purificación del 30 al 50%. Se puede hacer mediante una laguna artificial, donde converge el agua servida.

- **Tratamiento secundario:** después del tratamiento primario, las aguas son sometidas a la acción de microorganismos a través de Iodos activados, filtros percoladores y del lecho de contacto o lecho bacteriano. La eficiencia lograda oscila entre 85 y 93%. “eficiencia en la eliminación de sales minerales (fósforo, nitrógeno) es baja. En poblados pequeños y medianos se puede lograr esto con una segunda laguna artificial a continuación de una primera.

- **Tratamiento terciario o tratamiento avanzado:** es el procedimiento final, capaz de remover contaminantes reacios como las sales solubles (fosfatos y nitratos). Se usan diversos procedimientos, según el uso posterior que se quiera dar al agua. La adición de alúmina férrica y cloración produce agua limpia, libre de bacterias, adecuada para la industria. Con filtros rápidos y coaguladores (sulfato de aluminio, polielectrolitos, sustancias orgánicas poliméricas) se logran eliminar las sales minerales. Este proceso es capaz de eliminar el 98% de los contaminantes.

- **Tratamiento de los lodos:** los restos sedimentados o Iodos, provenientes de las aguas servidas, deben ser tratados y transformados en abonos orgánicos.

Hoy en día existen tecnologías muy adecuadas para estos tratamientos. Para poblados pequeños bastan tres lagunas contiguas, en lugares especiales y seguros. En esas lagunas se dejan crecer plantas (totora, carrizo, lirio de agua) que ayudan a purificar el agua.

### **Eutrofización**

Enriquecimiento de las aguas con nutrientes a un ritmo tal que no puede ser compensado por su eliminación definitiva por mineralización, de manera que el exceso de materia orgánica producida hace disminuir enormemente el oxígeno en las aguas profundas. Estado de un cuerpo de agua con un gran

aporte de nutrientes y, por tanto, con una gran producción de materia orgánica. Viene a significar un enriquecimiento indeseable del agua. Acumulación de nutrientes en un área.

### **Lagunas de Estabilización**

Las lagunas de estabilización son lugares de almacenamiento de aguas residuales, relativamente grandes y de poca profundidad, provistas de estructuras en tierra abiertas al sol y al aire y cuyo fin es el de lograr el tratamiento de las aguas residuales a través de procesos naturales, pero controlados (Metcalf y Eddy, 1998).

En la implantación de esta tecnología se han definido como objetivos fundamentales, remover de las aguas residuales la materia orgánica que ocasiona la contaminación en la fuente receptora y eliminar los microorganismos potencialmente patógenos que representan un grave peligro para la salud. Aunque en muchas ocasiones se presenta un tercer objetivo y es utilizar su efluente con otras finalidades, como agricultura o piscicultura (España. MOPT, 1991).

La laguna de estabilización es aparentemente un método simple de tratamiento de las aguas residuales pero los mecanismos de purificación involucrados son complejos. Estos involucran procesos de sedimentación, digestión, oxidación, síntesis, fotosíntesis, respiración endógena, intercambio de gases, aireación, evaporación, corrientes térmicas y filtración (Rolim, 2000).

**Factores de influencia.** La eficiencia de una laguna, medida como el grado de estabilización de la materia orgánica que entra, es dependiente no sólo de la cinética de los procesos biológicos, sino también, de las características hidráulicas del sistema. El comportamiento hidráulico y biológico de todas las lagunas de estabilización es afectado por diferentes factores, algunos son controlables por el hombre y otros no. Sin embargo, todos deben ser tenidos en cuenta en el diseño del proyecto, cuidando de minimizar el impacto ambiental

que pueden ocasionar los factores no controlables por el hombre. Estos factores comunes son:

*Temperatura.* Las reacciones físicas, químicas y bioquímicas que ocurren en las lagunas de estabilización son influenciadas notoriamente por la temperatura.

Es una variable que se relaciona con la radiación solar y afecta tanto a la velocidad de la fotosíntesis como el metabolismo de las bacterias responsables de la remoción de la materia orgánica. Esos fenómenos son retardados por las bajas temperaturas.

Dentro de la cinética del proceso biológico es necesario determinar la tasa de remoción de la materia orgánica, la cual depende a su vez de la constante de velocidad de reacción ( $k$ ), que varía con la temperatura de acuerdo con la siguiente relación:

$$k_t/k_{20^\circ\text{C}} = \theta^{(T-20)}$$

Donde,

$K_T$  = coeficiente de velocidad de reacción a  $T^\circ\text{C}$

$K_{20^\circ\text{C}}$  = coeficiente de velocidad a  $20^\circ\text{C}$

$\theta$  = constante para corrección de temperatura

El coeficiente  $k$  puede encontrarse a partir de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO).

De acuerdo a la cinética bioquímica una variación de  $10^\circ\text{C}$  en la temperatura produce cambios de aproximadamente 50% en la actividad biológica. Igual consideración debe hacerse para la actividad que se ejerce en los lodos sedimentados, donde la digestión anaerobia es mucho más sensible a las bajas temperaturas, especialmente por debajo de los  $17^\circ\text{C}$ . Sin embargo, esta actividad aumenta en proporción de cerca de cuatro veces por cada  $5^\circ\text{C}$  de elevación para temperaturas por debajo de  $22^\circ\text{C}$  (Colombia. OPS, 1999).

En los modelos empleados para el diseño de las lagunas de estabilización, el problema radica en asignar un valor apropiado para dicha constante. Para un agua residual en particular, esta constante depende fundamentalmente de la carga orgánica por unidad de área, características de las aguas residuales, temperatura, energía solar disponible, tipo probable de microorganismos, deficiencias nutricionales, presencia de tóxicos, fuente de oxígeno y otros parámetros biológicos (Yáñez, 1982).

La temperatura también tiene influencia en la tasa de reducción bacteriana, implicando que la tasa de mortalidad de coliformes fecales en lagunas de estabilización es altamente dependiente de la temperatura, donde a mayor temperatura mayor será la remoción de estos microorganismos (España. MOPT, 1991).

*Fotosíntesis.* En las lagunas facultativas, la materia orgánica del agua residual doméstica es oxidada por las bacterias heterotróficas, utilizando el oxígeno producido por las algas. Las algas, utilizando energía solar, con el CO<sub>2</sub> y el amoníaco producido por las bacterias, sintetizan materia orgánica y producen oxígeno. Durante el día, las algas pueden producir oxígeno en exceso del requerido para la respiración y crear condiciones de sobresaturación y pérdida de OD a la atmósfera. La oxidación fotosintética permite cargas de DBO de hasta 25 g DBO/m<sup>3</sup> d; pero en ausencia de oxigenación fotosintética, la oxigenación atmosférica sólo permite cargas de hasta 5 g DBO/m<sup>3</sup> d, para condiciones aeróbicas (Romero, 2005).

En muchos casos, las algas obtienen el carbón necesario para su crecimiento a partir del ión bicarbonato, cambiando los componentes de la alcalinidad y haciendo que predominen los carbonatos y los hidróxidos. Si el agua contiene concentraciones altas de calcio, el calcio se precipitará como carbonato y ayudará a prevenir el aumento continuo de pH. En lagunas anaeróbicas, con penetración de luz solar, las bacterias rojas del azufre son

capaces de efectuar fotosíntesis, usando H<sub>2</sub>S en vez de H<sub>2</sub>O como donante de hidrógeno (Romero, 2005).

*Precipitaciones.* El efecto inmediato de la lluvia es provocar un aumento del caudal de entrada, por lo que el tiempo de residencia del agua disminuye. Lluvias intensas pueden diluir el contenido de las lagunas rasas, afectando el alimento disponible para la biomasa. El aumento repentino del caudal podrá generar en el efluente grandes cantidades de sólidos, arrastre significativo de la población de algas y el acarreamiento de materiales inorgánicos, principalmente arcilla. Para evitar estos problemas, es conveniente la construcción de estructuras con rebose lateral para desviar los excesos de agua afluente y además deben construirse zanjas desviadoras de aguas lluvias para contener inundaciones (Rolim, 2000).

*Área superficial.* El área superficial de una laguna de estabilización está determinada en función de la carga orgánica, usualmente expresada en términos de DBO<sub>5</sub>, aplicada por día, principalmente para las lagunas facultativas. En climas cálidos, cargas orgánicas variando de 150 a 400 Kg. DBO<sub>5</sub>/ha.día, han sido usadas con éxito para las lagunas facultativas. Las cargas más bajas se aplican a temperaturas del aire en torno a 20 °C y las más altas temperaturas próximas a 30°C. Las cargas superficiales que exceden de 200 a 250 Kg. DBO<sub>5</sub>/ha.día, han sido objeto de problemas ocasionales de malos olores, en cuanto que las cargas que excedan 400 Kg. DBO<sub>5</sub>/ha.día, probablemente llevan a la anaerobiosis, esto es, ausencia de oxígeno disuelto y/o a una caída brusca en la eficiencia total del sistema (Colombia. OPS, 1999).

Aunque las lagunas anaerobias son dimensionadas en función de las tasas volumétricas y de la relación que existe entre el tiempo de detención, temperatura y eficiencia de remoción, la tasa de aplicación por unidad de superficie puede ser considerada de gran importancia, debido a que puede dar una buena indicación para que la laguna permanezca totalmente anaerobia. Este

valor debe estar por encima de un mínimo de unos 1000 Kg DBO/ha/día (Cuervo, en prensa).

**PH.** La actividad fotosintética demanda un consumo grande de CO<sub>2</sub> por las algas. Además, el uso factible de carbono, a partir del ión bicarbonato y la producción de ión OH<sup>-</sup> hace que se obtengan períodos de pH altos en las lagunas facultativas o aeróbicas. Durante las últimas horas diurnas se pueden observar valores de pH superiores a 9. El desarrollo de un pH demasiado alto hace que la actividad bacteriana disminuya, se reduce la producción de CO<sub>2</sub> y se limita el proceso simbiótico (Romero, 2005).

En países de clima tropical, las lagunas anaeróbicas con tiempo de retención de 1 a 5 días y profundidades superiores de 3 metros, tienen funcionamiento satisfactorio, con pH óptimo variando de 7 a 7.2, con predominio de la fase metánica sobre la fase ácida de formación de ácidos volátiles (Colombia. OPS, 1999).

*Oxígeno disuelto.* Las concentraciones de oxígeno disuelto, OD, en la laguna, son el reflejo de la intensa actividad fotosintética. Dependiendo de cada estanque, en una laguna facultativa la capa oxigenada superficial presenta una variación diaria de OD y puede que el oxígeno disminuya notablemente durante la noche; pero también puede ocurrir que se observe concentraciones de sobresaturación de OD durante el día, hasta valores determinados, en algunos estudios, de 36 mg/l (Romero, 2005).

Además de las variaciones diarias en el contenido en oxígeno disuelto, éste presenta también variaciones importantes en profundidad. La profundidad a la que se anula el oxígeno disuelto se llama oxipausa, y su posición depende de la actividad fotosintética, el consumo de oxígeno por las bacterias, la temperatura y el grado de mezcla inducido por el viento (España. MOPT, 1991).

**Alcalinidad.** La alcalinidad en el agua es la medida de la capacidad de neutralizar los ácidos, y se debe principalmente, a sales de ácidos débiles o bases fuertes; estas sustancias actúan como amortiguadores para resistir la caída del pH, resultante de la adición de ácidos.

Una de las características más sobresalientes de las aguas residuales domésticas, es su contenido ácido o alcalino que es regulado o amortiguado por el sistema dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) – bicarbonato (HCO<sub>3</sub>).

A diferencia del pH que es un factor intensivo, la acidez o la alcalinidad en el agua es el resultado de la disociación o la hidrólisis de sus solutos. Estrictamente hablando, la acidez y/o la alcalinidad no pueden considerarse como contaminantes directos o específicos, sino más bien como una medida de los efectos de una combinación de sustancias y condiciones en el agua.

En otras palabras, la concentración del ión H<sup>+</sup> depende de la concentración de los iones bicarbonato y carbonato, donde el efecto del bicarbonato y carbonato es reducir un cambio en el pH. Esta resistencia o capacidad amortiguadora alcanza su máximo nivel cuando las concentraciones del carbonato y bicarbonato son iguales.

*DBO y sólidos suspendidos.* La demanda 'bioquímica' de oxígeno (DBO), es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión. Se utiliza para medir el grado de contaminación, normalmente se mide transcurridos cinco días de reacción (DBO<sub>5</sub>), y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO<sub>2</sub>/l). El método de ensayo se basa en medir el oxígeno consumido por una población microbiana en condiciones en las que se ha inhibido los procesos fotosintéticos de producción de oxígeno en condiciones que favorecen el desarrollo de los microorganismos. La curva de consumo de oxígeno suele ser al principio débil y después se eleva

rápidamente hasta un máximo sostenido, bajo la acción de la fase logarítmica de crecimiento de los microorganismos.

Es un método aplicable en aguas continentales (ríos, lagos o acuíferos), aguas negras, aguas pluviales o agua de cualquier otra procedencia que pueda contener una cantidad apreciable de materia orgánica. Este ensayo es muy útil para la apreciación del funcionamiento de las estaciones depuradoras. No es aplicable, sin embargo, a las aguas potables, ya que al tener un contenido tan bajo de materia oxidable la precisión del método no sería adecuada. En este caso se utiliza el método de oxidabilidad con permanganato potásico.

Según McKinney (1962), «El test de la DBO fue propuesto por el hecho de que en Inglaterra ningún curso de agua demora más de cinco días en desaguar (desde nacimiento a desembocadura). Así la DBO es la demanda máxima de oxígeno que podrá ser necesario para un curso de agua inglés».

El método pretende medir, en principio, exclusivamente la concentración de contaminantes orgánicos. Sin embargo, la oxidación de la materia orgánica no es la única causa del fenómeno, sino que también intervienen la oxidación de nitritos y de las sales amoniacales, susceptibles de ser también oxidadas por las bacterias en disolución. Para evitar este hecho se añade N-alitiourea como inhibidor. Además, influyen las necesidades de oxígeno originadas por los fenómenos de asimilación y de formación de nuevas células. También se producen variaciones significativas según las especies de gérmenes, concentración de estos y su edad, presencia de bacterias nitrificantes y de protozoos consumidores propios de oxígeno que se nutren de las bacterias, entre otras causas. Es por todo esto que este test ha sido constantemente objeto de discusión: sus dificultades de aplicación, interpretación de los resultados y reproductibilidad se deben al carácter biológico del método.

La producción de efluentes, con DBO alta, en muchas lagunas de estabilización, es el resultado de crecimiento de biomasa suspendida en la laguna y no al escape de DBO del afluente a través de ella; como lo confirman los ensayos de DBO sobre efluentes filtrados y no filtrados.

Esto realza la capacidad de las lagunas para tratar aguas residuales, pero también enfatiza la necesidad de separar apropiadamente la biomasa algal y bacteriana del efluente, si se desean efluentes de alta calidad en términos de DBO y sólidos suspendidos totales (Romero, 2005).

La reducción de sólidos en suspensión en el tratamiento anaerobio es del orden del 70%. Estos sólidos se acumulan en el fondo de las lagunas y dan lugar a la formación de una capa de fangos. A medida que aumenta el tiempo de almacenamiento de los fangos en las lagunas, su contenido en materia orgánica disminuye debido a la degradación anaerobia a la que están sometidos (España. MOPT, 1991).

**Potencial redox.** Igual como ocurre en las reacciones de ácido base, solubilidad, o formación compleja, las reacciones de oxidación- reducción tienden hacia un estado de equilibrio. Así como los ácidos y bases han sido interpretados como protones donadores y protones aceptores, las reducciones y oxidaciones son definidas como electrones donadores y electrones aceptores.

El entendimiento del equilibrio oxidación-reducción, puede ayudar a indicar si una reacción particular es posible bajo condiciones ambientales dadas. Esto no expresará si la reacción en hecho ocurrirá, pero sin embargo tal entendimiento es útil en la evaluación de cómo las condiciones podrían ser modificadas para fomentar las transformaciones deseables, o para prevenir aquellas que no se desean. Las reacciones de oxidación- reducción pueden ser demasiado complejas, pero aproximaciones gráficas pueden ser útiles para reducir esta complejidad, además que ilustran el significado de factores involucrados para un caso particular (Sawyer y McCarty, 1978).

El estado de oxidación-reducción de ambientes acuáticos en equilibrio, puede ser expresado en términos de su potencial redox (E). A dicho potencial corresponde unidades en voltios, o también puede ser expresado como el logaritmo negativo de la actividad de los electrones, pE. Estos términos son

también directamente relacionados con la energía libre del sistema. En forma análoga ocurre en las reacciones ácido-base, donde el pH se expresa como el logaritmo negativo de la actividad del protón (H<sup>+</sup>).

Los potenciales redox que pueden presentarse en la naturaleza van desde un mínimo de -0.42 voltios hasta un máximo de +0.82 voltios. El límite inferior corresponde a un ambiente muy reductor, rico en hidrógeno gas, y por tanto, apropiado para el crecimiento de microorganismos anaerobios estrictos, como son las bacterias metanógenas. El límite máximo se produce en ambientes muy oxigenados, y por tanto, oxidantes (España. MOPT, 1991).

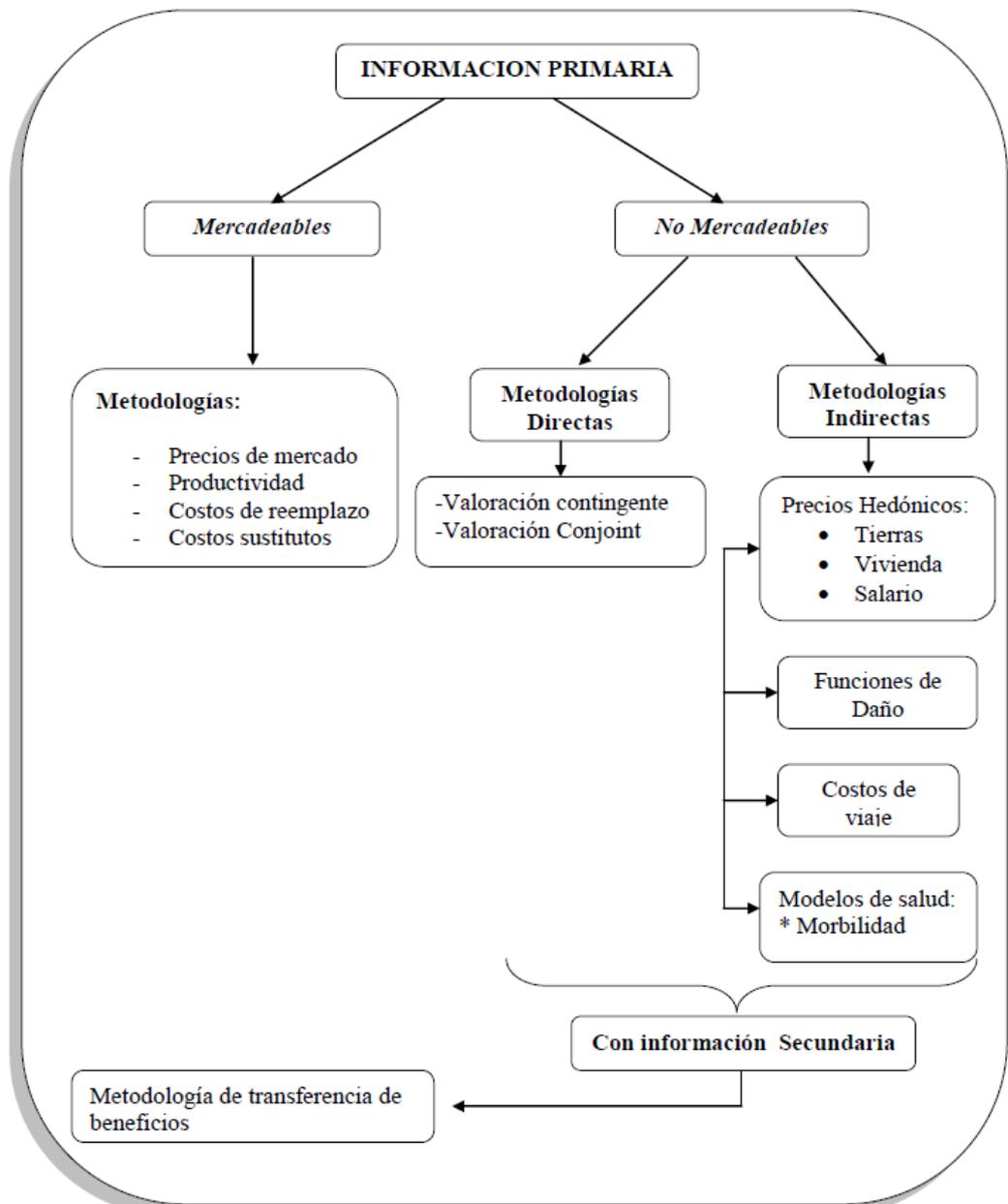
#### **MÉTODOS DE VALORACIÓN:**

Las metodologías empleadas para la valoración económica buscan cuantificar, en términos monetarios, el valor que la sociedad estaría dispuesto a pagar (DAP) por cierta mejora en la calidad ambiental o lo que estaría dispuesto a aceptar (DAA) por un empeoramiento. Para valorar los bienes ambientales o los recursos naturales y los flujos de bienes y servicios que ellos proveen, puede usarse información relevante de mercados de bienes transables que estén asociados a esos bienes o recursos naturales; en este caso se utilizan las técnicas de valoración conocidas como indirectas, llamadas así porque utilizan información de otros mercados. De otra parte están los métodos directos que son útiles en los casos en que no existe información de otros mercados que pueda ser útil para hacer la valoración de bienes ambientales, siendo así resulta necesario crear mercados hipotéticos a través de encuesta, para los bienes ambientales que se quiere valorar. En este sentido es importante tomar en cuenta que cuando el beneficio ya tiene un precio de mercado, en muchas ocasiones los individuos estarían dispuestos a pagar una cantidad mayor a la que realmente pagan para disfrutar de ese beneficio, este exceso se denomina excedente del consumidor. Por ende para aquellos beneficios que tienen precios de mercado la disposición a pagar será:

DAP bruta = Precios de mercado + Excedente del consumidor

Sin embargo, debido a que los activos ambientales son en su mayoría bienes no mercadeables, se tiene que buscar una medida de bienestar económica que reemplace al precio del bien; esta medida se denomina disponibilidad marginal a pagar y representa la cantidad de dinero que un individuo está dispuesto a pagar por una unidad adicional de un bien o servicio ambiental.

**FIGURA N°10: METODOLOGIAS DE ESTIMACION DE BENEFICIOS**



## **CÓMO CALCULAR EL VALOR DE UN TERRENO**

Analizar ventas recientes similares, para lotes urbanos, y su probable rendimiento económico, para los rurales, son la forma adecuada de definir el precio de un terreno.

Aunque es difícil determinar el precio de un terreno por las peculiaridades de cada uno en cuanto a tamaño, situación y distribución, existen algunos métodos que nos permiten conocer con bastante exactitud cuánto se debe pagar o cobrar por un lote determinado, asegurando que se concrete un buen negocio.

### *Lotes urbanos*

Lo más certero es buscar en el registro de la propiedad inmuebles similares, que hayan sido vendidos recientemente. Si no son exactamente iguales, puede calcularse el precio por metro cuadrado y aplicarlo al lote cuyo precio se quiere establecer, aunque no pueden ser demasiado distintos en tamaño, pues el terreno cuanta más extensión tenga puede costar menos por metro cuadrado.

Asimismo, es fundamental que el uso permitido para dicho terreno sea el mismo que el de los inmuebles que se vayan a comparar. No cuesta lo mismo un lote donde solo se permite construir un galpón industrial que otro donde puede construirse un edificio de varios pisos, por ejemplo.

Para terrenos donde se piensa construir una vivienda, una de las formas de calcular su valor es estableciendo el coste total del proyecto de obra, que incluya todos sus elementos, tanto los permisos, el proyecto de arquitecto, las obras de saneamiento y la construcción en sí. En estos casos, no debería pagarse por el terreno más del quince por ciento del coste total del proyecto.

### *Fincas rurales*

Si no es un lote urbanizable, cuyo uso permitido es solo agrícola, forestal o pecuario, esto es, que tiene que dedicarse a una actividad primaria productiva, la forma de calcular su valor varía significativamente. Aunque puede usarse el método comparativo señalado al comienzo de este artículo, lo usual es que sea difícil encontrar inmuebles similares vendidos recientemente.

Por ello puede utilizarse el método de rendimiento económico, esto es, cuánto produciría de ganancia dicho terreno si se cultiva determinado producto. Existen cooperativas e instituciones públicas que asesoran a los agricultores, y que gustosamente suministran la información necesaria para realizar dicho cálculo.

### **MÉTODO DE LOS PRECIOS HEDÓNICOS (MPH):**

Es otra metodología indirecta de valoración de activos ambientales. El término “hedónico” nace del análisis de los precios y de la demanda por los distintos atributos de un bien, los cuales generan distintos niveles de placer; ya que a su vez permite valorar económicamente características no mercadeables como la calidad del aire, el silencio, la oferta hídrica, el paisaje, etc., ya que están asociadas a bienes transables como una vivienda o una finca.

La premisa que rige este método, nos dice que en la economía se tiene una clase de bienes llamados heterogéneos, ya que se refiere a un bien cuyo valor se explica en parte por las cualidades implícitas más que por su cantidad.

Este método se desarrolla mediante el planteamiento de relaciones o regresiones hedónicas; ya que ellas relacionan el precio de un bien con sus atributos, incluidos los ambientales. Aunque estas regresiones se han aplicado en el mercado de vivienda urbana, su uso también se ha extendido a otros casos de bienes inmuebles, como la propiedad rural, a los cuales también les son inherentes atributos ambientales

*Objetivos de la metodología:*

Los objetivos son estimar el precio implícito de una característica o de un atributo, incluyendo los ambientales, calculando el valor económico o disponibilidad a pagar por atributos ambientales que son determinantes en el precio de las viviendas o de la tierra.

Estimar el impacto que tienen diferentes niveles de atributos sobre el precio de bienes como la vivienda o la propiedad rural.

Obtener una medida agregada del bienestar ante cambios en la calidad o cantidad de un atributo ambiental de un bien.

*Supuestos del modelo:*

El escoger el lugar de un bien de propiedad raíz, como la vivienda, depende de las preferencias y del ingreso del individuo, de los precios y de los atributos ambientales de esos bienes.

El precio de los bienes de propiedad raíz y de propiedad rural, es una función de las características o atributos ambientales de su entorno.

El rango de las características o atributos de un bien es continuo.

*Modelo de precios hedónicos:*

Es necesario establecer la relación entre el precio de un bien mercadeable y los atributos ambientales como el paisaje, aire limpio, presencia de parques.

$$P = p(E, A, V)$$

Donde:

P = Precio de un bien mercadeable

E = Características estructurales

A = Características del entorno

V = Características del mismo vendedor.

La regresión Hedónica permite pues estimar el efecto marginal de cada una de las características y atributos del bien inmueble sobre su precio y una medida de la disponibilidad a pagar por características y por atributos.

#### **2.4. Hipótesis, Variables, Definición conceptual y Operacionalización, Matriz de consistencia**

##### **Hipótesis de la investigación:**

##### *Hipótesis General:*

LA CONTAMINACIÓN DEL LAGO TITICACA IMPACTA EN EL VALOR DEL LOS PREDIOS DE LA CIUDAD DE PUNO EN EL AÑO 2015.

Esta hipótesis se puede expresar como Hipótesis estadística:

H<sub>0</sub>: LA CONTAMINACIÓN DEL LAGO TITICACA NO IMPACTA EN EL VALOR DEL LOS PREDIOS DE LA CIUDAD DE PUNO.

H<sub>1</sub>: LA CONTAMINACIÓN DEL LAGO TITICACA SI IMPACTA EN EL VALOR DEL LOS PREDIOS DE LA CIUDAD DE PUNO.

##### *Hipótesis específicas*

##### *Primera Hipótesis Específica:*

La distancia al foco de la contaminación afecta en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.

Esta hipótesis específica se puede expresar como Hipótesis estadística:

H<sub>0</sub>: La distancia al foco de la contaminación NO afecta en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.

H<sub>1</sub>: La distancia al foco de la contaminación SI afecta en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.

### ***Segunda Hipótesis Específica***

La Calidad de Agua incide en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.

Esta hipótesis específica se puede expresar como Hipótesis estadística:

H<sub>0</sub>: La Calidad de Agua NO incide en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.

H<sub>1</sub>: La Calidad de Agua SI incide en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.

### ***Tercera Hipótesis Específica:***

La existencia de Áreas Verdes influye en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.

Esta hipótesis específica se puede expresar como Hipótesis estadística:

H<sub>0</sub>: La existencia cantidad de Áreas Verdes NO influye en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.

H<sub>1</sub>: La existencia de Áreas Verdes SI influye en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.

### ***Cuarta Hipótesis Específica:***

La Eutrofización ambiental afecta en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.

Esta hipótesis específica se puede expresar como Hipótesis estadística:

H<sub>0</sub>: La Eutrofización ambiental NO afecta en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.

H<sub>1</sub>: La Eutrofización ambiental SI afecta en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.

### **Identificación de las variables.**

Para la investigación se consideran dos tipos de variables, las dependientes y las independientes, con el fin de obtener respuesta a los problemas planteados.

#### **VARIABLE DEPENDIENTE:**

Es la variable explicada, que es definida dentro del modelo por las variables independientes, para la presente investigación, la variable dependiente considerada es el valor de los predios(Y), ubicados en la bahía del lago Titicaca, el cual será calculado derivado del catastro municipal y del registro de propiedad.

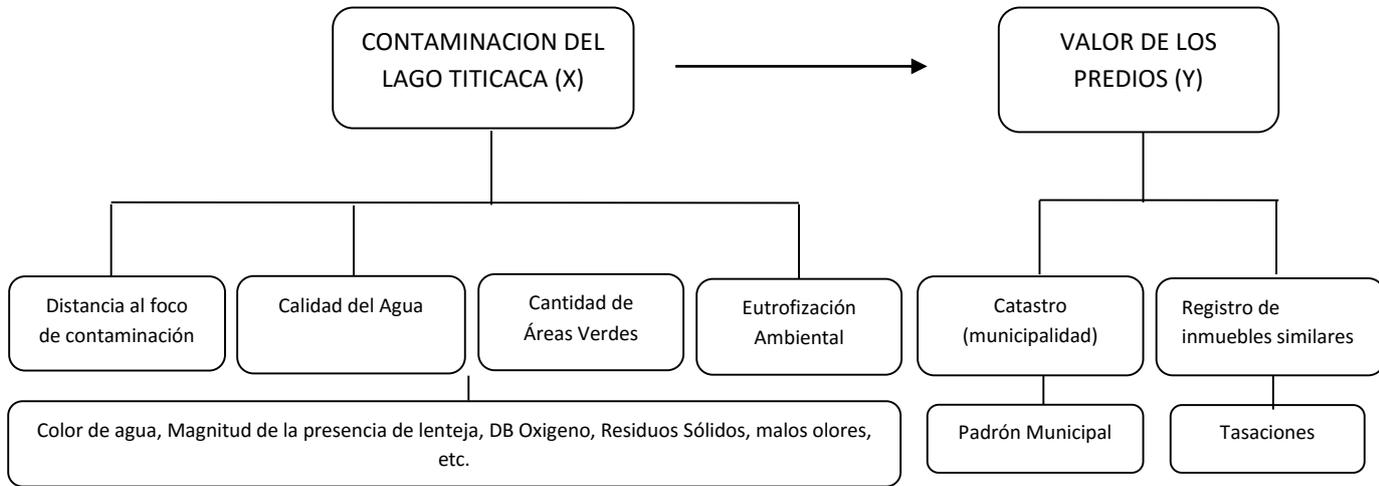
#### **VARIABLES INDEPENDIENTES**

En este estudio la contaminación del lago Titicaca (X), juega el rol de generar las variables explicativas, y son las definen o influyen al valor de los predios ubicados en la bahía del lago Titicaca, y son identificadas como las siguientes:

- Distancia al foco de contaminación (X1)
- Calidad de Agua(X2)
- Existencia de áreas Verdes (X3)
- Eutrofización (X4).

El esquema grafico del sistema de variables en este estudio es presentado en el siguiente esquema:

**FIGURA N°11:**



Algunas de las variables tienen valores cuantitativos y son simples, otras son las complejas y requieren de un proceso de operacionalización de varios de sus indicadores como la calidad del agua, que puede ser determinados observando el color de las aguas, residuos sólidos, malos olores, análisis organoléptico, etc.

**CUADRO N°01: MATRIZ DE CONSISTENCIA Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLES**

<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
<p><b>PROBLEMA GENERAL:</b> ¿Impacta la contaminación del lago Titicaca en el valor de los predios de la ciudad de Puno en el año 2015?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b> Determinar el impacto de la contaminación del Lago Titicaca en el valor de los predios de la ciudad de Puno en el año 2015.</p>	<p><b>HIPOTESIS GENERAL:</b> La contaminación del Lago Titicaca afecta al valor de los predios de la ciudad de Puno en el año 2015.</p>	<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Valor de los predios alrededor del Lago Titicaca</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precio del metro cuadrado de los predios alrededor del Lago Titicaca</li> </ul>	<p>Monetaria (Soles)</p>
<p><b>PROBLEMA ESPECIFICO 1:</b> ¿La distancia al foco de contaminación afecta en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno?</p>	<p><b>OBJETIVO ESPECIFICO 1:</b> Comprobar que la distancia al foco de contaminación incide en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.</p>	<p><b>HIPOTESIS ESPECIFICA 1:</b> La distancia al foco de contaminación afecta en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE CONTAMINACION DEL LAGO TITICACA:</b> 1.- Distancia al foco contaminador</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia del predio hasta el foco contaminador</li> </ul>	<p>Metros (m)</p>
<p><b>PROBLEMA ESPECIFICO 2:</b> ¿La calidad de agua incide en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno?</p>	<p><b>OBJETIVO ESPECIFICO 2:</b> Demostrar que la calidad de agua influye en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.</p>	<p><b>HIPOTESIS ESPECIFICA 2:</b> La calidad de agua incide en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.</p>	<p>2.- Calidad de Agua</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mal olor Agua</li> <li>• Mal aspecto visual del agua</li> <li>• Proliferación de insectos</li> </ul>	<p>Ordinal (Del 1 al 5)</p>

				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemas de Salud</li> </ul>	
<p><b>PROBLEMA ESPECIFICO 3:</b> ¿Las áreas verdes influye en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno?</p>	<p><b>OBJETIVO ESPECIFICO 3 :</b> Determinar que las áreas verdes afecta en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.</p>	<p><b>HIPOTESIS ESPECIFICA 3:</b> La existencia de áreas verdes influye en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno</p>	3.- Áreas verdes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencia de áreas verdes cerca al predio.</li> </ul>	Dicótoma (0 y 1)
<p><b>PROBLEMA ESPECIFICO 4</b> ¿La Eutrofización ambiental afecta al valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno?</p>	<p><b>OBJETIVO ESPECIFICO 4:</b> Comprobar que la Eutrofización ambiental afecta en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.</p>	<p><b>HIPOTESIS ESPECIFICA 4:</b> La Eutrofización ambiental afecta al valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.</p>	4.- Eutrofización Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mal ambiente olor</li> </ul>	Ordinal (Del 1 al 5)

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.

### 3.1. Tipo, Nivel y Diseño de Investigación.

El tipo, nivel y diseño de este estudio es esquematizado en el siguiente grafico

**FIGURA N°12:**



- El tipo de Investigación es **APLICADA** porque se trata de aplicar las diversas teorías existentes a fin de encontrar y/o mejorar el precio de las viviendas aledañas al lago Titicaca, usando como indicadores la distancia al foco de la contaminación, calidad de agua, la cantidad de áreas verdes y la diversidad biológica.
- El diseño de la investigación es **TRANSVERSAL** pues no se hará variar intencionalmente las variables independientes y lo que se efectuará es observar el

fenómeno tal y como se da en su contexto natural a través del tiempo, para después efectuar el análisis respectivo.

Además este tipo de diseños se recolectan los datos en un solo momento; esto es, en un único tiempo, se recolectan las informaciones que se quieren estudiar, su propósito es la de describir las variables y analizar su incidencia ó correlación entre las variables. En un momento dado, es como tomar una fotografía de algo que sucede en parte de la población bajo estudio. Por ejemplo estudiar la relación entre la auto estima y el temor al logro de éxito en una competencia atlética. Estos diseños pueden ser complejos, en el sentido que pueden abarcar muchas variables en el estudio, tratando de buscar sus relaciones y causalidades, ó tener estructuras y/o modelos complejos hasta del tipo no lineal. En cuanto al punto de corte este periodo puede abarcar de un día hasta 01 semana, dependiendo de la dificultad de acceso para llevar a cabo la observación sobre la realidad del proceso en investigación.

Para recolectar los datos sobre las variables de interés, se diseña un cuestionario para luego ser aplicado a los jefes de hogares cuyas viviendas se encuentran aledaños al lago Titicaca<sup>5</sup>, las ventajas de aplicar esta encuesta son las siguientes:

1. Su conocimiento de la realidad es primario, no mediado, y por lo tanto menos engañoso. Al acudir directamente a la gente a los actores sociales para conocer su situación, sus opiniones o su conducta, nos precavemos contra una multiplicidad de distorsiones y nos ponemos a salvo de interpretaciones que pueden estar altamente teñidas de subjetividad.
2. Como es posible agrupar los datos en forma de cuadros estadísticos se hace más accesible la medición de las variables en estudio. De esta forma se puede cuantificar una serie de variables y se opera con ellas con mayor precisión, permitiendo el uso de medidas de correlación y de otros recursos matemáticos.

---

<sup>5</sup> Ver Anexo N°01

Se supera así una de las dificultades básicas bien conocidas de la investigación social: su limitada rigurosidad y la alta posibilidad de errores por un tratamiento poco exacto de los fenómenos.

3. La encuesta es un método de trabajo relativamente económico y rápido. Si se cuenta con un equipo de entrevistadores y codificador convenientemente entrenado resulta fácil llegar rápidamente a una multitud de personas y obtener una gran cantidad de datos en poco tiempo. Su costo, para los casos más simples, es sensiblemente bajo.

En el diseño de la investigación, se usan las zonas delimitadas según los barrios de la ciudad de Puno que se encuentran en la ribera del Lago Titicaca para ello se delimito 06 zonas los mismos que se detallan a seguir:

Zona 1: Bellavista

Zona 2: Progreso

Zona 3: Magisterial

Zona 4: Laykakota

Zona 5: Chanu Chanu

Zona 6: Chejoña

- El nivel de investigación es **CORRELACIONAL** pues tiene como propósito medir el grado de influencia que tiene el tratamiento de las agua servidas en el valor de los predios aledaños en la ciudad de Puno. Los cuales tienen como propósito primordial la de establecer el grado de relación ó asociación entre dos ó más variables formuladas en la investigación, sin tener que especificar las causas y los efectos respectivos, es decir se busca conocer cómo se comporta una variable o concepto, cuando se conoce el comportamiento de otra variable relacionada, entonces a partir de esta asociación se quiere saber cómo se puede comportar un concepto o variable, conociendo a priori el comportamiento de otras variables o variables relacionadas. Tiene un grado explicativo, aunque parcial, el peligro es que se pueden establecer relaciones espurias.

### **3.2. Población y Muestra, Tamaño muestral y Unidad de análisis.**

#### **Población**

Para esta investigación, la población está formada por el número total de viviendas ubicadas en la ribera del lago Titicaca, cuyo número no es conocido, pero este número es finito dado que podemos identificarlos geográficamente en mapa correspondiente de la zona de estudio, para advertir sobre su número por ejemplo observemos algunas de las características del departamento levantadas en el último censo del año 2007:

- Área o superficie del departamento: 71,999 km<sup>2</sup>.
- Población del departamento: 1'268,441 habitantes, 1566,64 Hectáreas de extensión, y 21273 Viviendas particulares con conexión de agua y 12845 sin conexión de agua potable, según los censos del 2007 y estimados al 2010.
- Capital del departamento: Puno distrito ciudad tiene 125,663 habitantes
- Número de provincias: 13 provincias,
- Número de distritos: 108 distritos.

El departamento de Puno se encuentra ubicado en la zona sudoriental del Perú. No obstante su topografía accidentada, la mayoría de sus ciudades están situadas en zonas altas de la sierra. Limita por el norte con Madre de Dios, por el sur con Tacna, por el este con Bolivia y por el oeste con Cusco, Arequipa y Moquegua.

Tiene una extensión de 72 382 km<sup>2</sup> y una población que supera el millón de habitantes. Posee un clima frío y semiseco con una temperatura promedio anual de 9°C y de 3° C durante el invierno.

Su capital es Puno, ubicada a orillas del lago Titicaca y sobre los 3 827 msnm. Entre las ciudades más importantes figuran: Juliaca, Azángaro, Huancané, Lampa y Yunguyo.

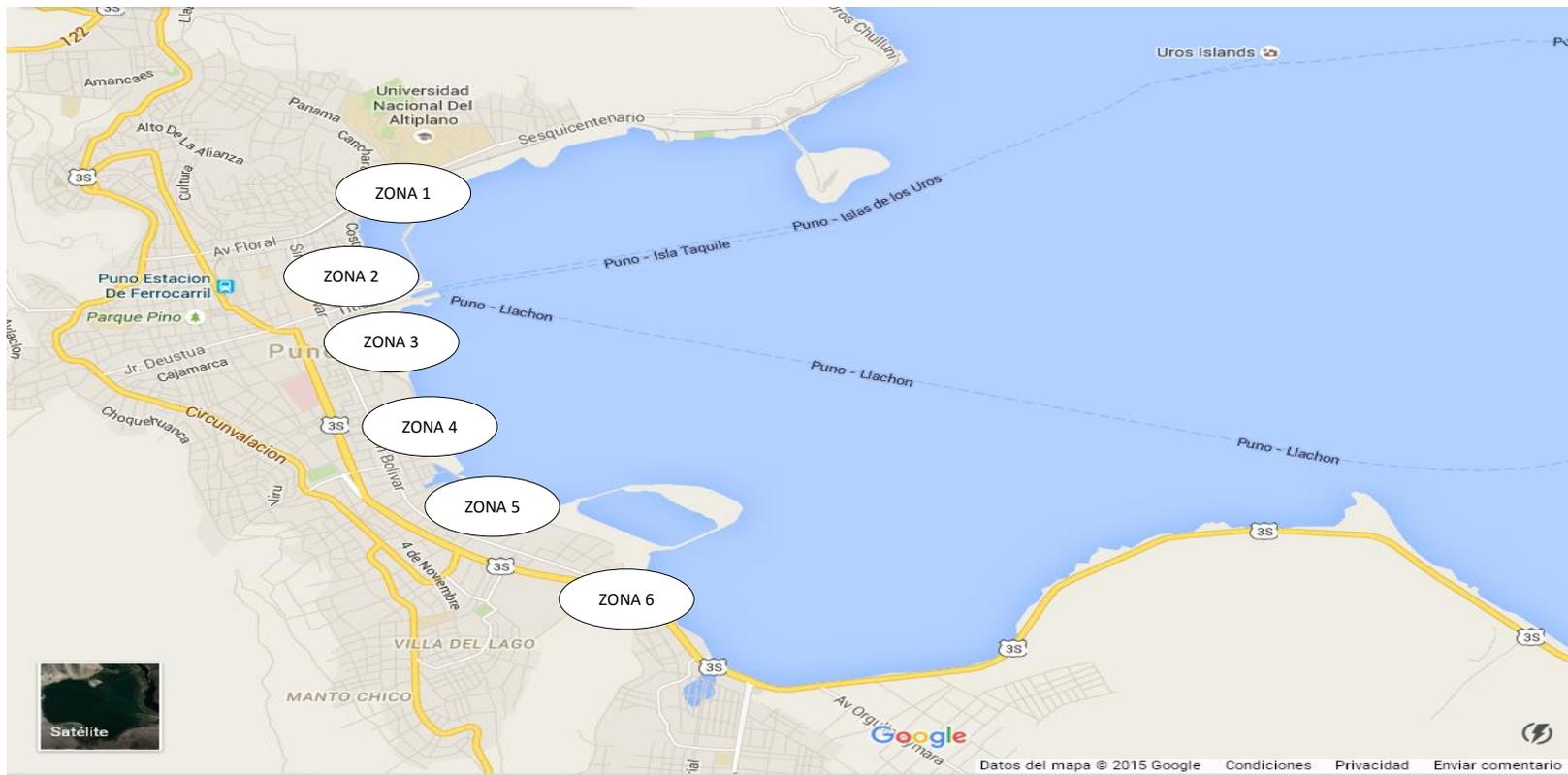
## Muestra

No se cuenta con información sobre el número de viviendas que han sido construidas en las riberas del Lago Titicaca, sin embargo el número de viviendas según el Censo del 2007 y actualizadas a enero del 2010, por EMSA PUNO, se sabe que el número total de hogares conectados al sistema de agua potable y alcantarillado de EMSA PUNO alcanza un total de 21,273, y existen otras 12843 viviendas sin conexión de agua, usando estas cantidades y asumiendo una densidad poblacional de viviendas constante en la ciudad de PUNO, se aproxima que el número de viviendas en las riberas del lago Titicaca alcanza a un total de 572 viviendas, a partir de los cuales se puede determinar el tamaño muestral mediante su ecuación derivada desde el estadístico de prueba del coeficiente de correlación Este valor es dado por :

$$n_0 = \left( \frac{Z_{1-\frac{\alpha}{2}} + Z_{1-\beta}}{\frac{1}{2} \ln \left( \frac{1+r}{1-r} \right)} \right)^2$$
$$n_0 = \left( \frac{1.96 + 0.9154}{\frac{1}{2} \ln \left( \frac{1+0.25}{1-0.25} \right)} \right)^2$$
$$n_0 = 126.73$$

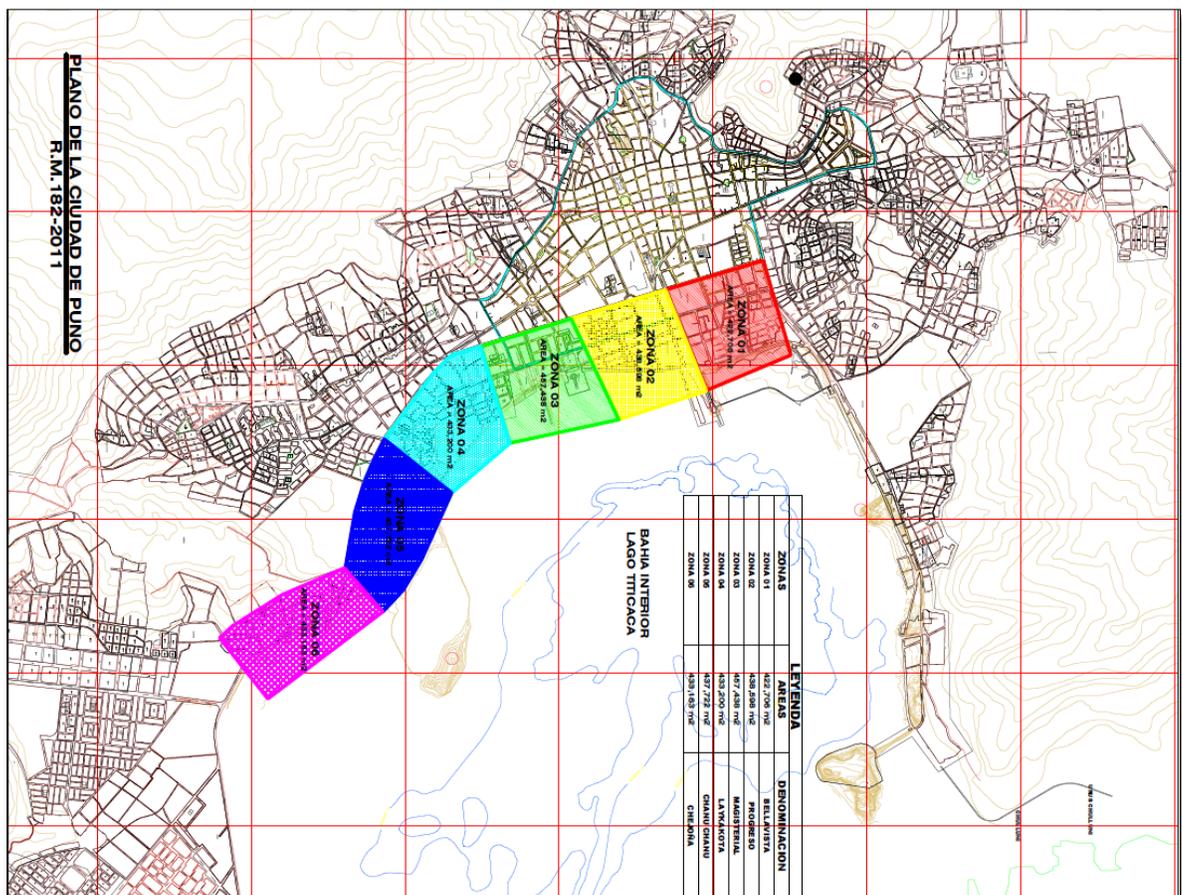
Este valor preliminar, ajustado por poblaciones finitas, y porcentaje de no repuesta del 10%, ajusta el tamaño muestral en n=120 viviendas, este total será repartido entre las 06 zonas de estudio cuyas extensiones son aproximadamente iguales (vea cuadro N°.02 y figura 14). De esta manera para cada zona se seleccionará 20 viviendas, para su aplicación de la encuesta.

**FIGURA N° 13:**  
**PLANO DE LA BAHIA INTERIOR DEL LAGO TITICACA**



Sin embargo el presente estudio solo se vio a los barrios de la rivera del lago Titicaca, es ahí donde no se conoce con exactitud el número de hogares, por eso es que se determinó tomar como muestra 20 encuestas por zona, teniendo que cada zona identificada de muy similar área en metros cuadrados, tal como se puede apreciar en la figura N° 14: Plano de la Ciudad de Puno R.M. 182-2011, en donde se señaló las seis zonas haciendo un total de 120.

**FIGURA N° 14:**  
**PLANO DE LA CIUDAD DE PUNO R.M.182-2011**



Tomando en consideración que muchos de los jefes de hogar generalmente se encuentran realizando sus labores cotidianas fuera del hogar, se ha decidido aplicar el cuestionario a las primeras 20 viviendas, en las cuales el jefe del hogar se encuentra presente en el momento de la visita para aplicar la encuesta por tanto la muestra total

suman 120 viviendas, repartidas a 20 viviendas por cada una de las 06 zonas de estudio, las cuales son presentadas en la siguiente figura.

De acuerdo a la Figura N°14: PLANO DE LA BAHIA INTERIOR DEL LAGO TITICACA se pudo zonificar en seis partes las cuales perteneces a barrios de la ciudad de Puno, los cuales se encuentran en la bahía interior del Lago Titicaca, se realizado la distribución muestra, tal como se ve en el cuadro N°02

**CUADRO N° 02: Distribución Muestral por zona de estudio**

Zona de estudio	AREA	Tamaño Muestral	Porcentaje
ZONA 1: Bellavista	422,706 m <sup>2</sup>	20	16.67
ZONA 2: Progreso	438,598 m <sup>2</sup>	20	16.67
ZONA 3: Magisterial	457,438 m <sup>2</sup>	20	16.67
ZONA 4: Laykakota	433,200 m <sup>2</sup>	20	16.67
ZONA 5: Chanu Chanu	437,722 m <sup>2</sup>	20	16.67
ZONA 6: Chejoña	433,163 m <sup>2</sup>	20	16.67
Total	2'622,827 m <sup>2</sup>	120	100.00

Zona N° 01: Bellavista; esta zona tiene un área de 422,706 m<sup>2</sup> que está constituida desde la avenida el sol, avenida Floral, avenida costanera, avenida el puerto. Esta zona de la ciudad las viviendas son de carácter domestica a diferencia de las que se encuentran en la avenida costanera ya que estas son más dedicadas al comercio por el turismo que genera el Lago Titicaca.

Zona N° 02: Progreso; esta zona tiene un área de 438,598 m<sup>2</sup> que está constituida desde la avenida el puerto, avenida el sol, avenida costanera, avenida Ricardo Palma. Esta zona de la ciudad las viviendas son de carácter domestica a diferencia de las que se encuentran en la avenida sol ya que estas son más dedicadas al comercio de repuestos automotrices.

Zona N° 03: Magisterial; esta zona tiene un área de 457,438 m<sup>2</sup> que está constituida desde la avenida Ricardo Palma, avenida el sol, avenida costanera, Jirón Branden. Esta zona de la ciudad las viviendas son de carácter domestica por lo general docentes del magisterio.

Zona N° 04: Laykakota; esta zona tiene un área de 433,200 m<sup>2</sup> que está constituida desde la Jirón Branden, avenida el sol, avenida Simón Bolívar, jirón ciudad de la Paz. Esta zona de la ciudad las viviendas son de carácter domestica a diferencia de las que se encuentran en la avenida Simón Bolívar ya que estas son más dedicadas al sector de madera (Barracas).

Zona N° 05: Chanu Chanu; esta zona tiene un área de 437,722 m<sup>2</sup> que está constituida desde el jirón ciudad de la Paz, avenida Ejercito, avenida Simón Bolívar, avenida villa del Lago. Esta zona de la ciudad las viviendas son de carácter domestica a diferencia de las que se encuentran en la avenida Simón Bolívar ya que estas son más dedicadas al sector automotriz.

Zona N° 06: Chejoña; esta zona tiene un área de 433,163 m<sup>2</sup> que está constituida desde la avenida Villa el Lago, avenida Ejercito, avenida Simón Bolívar, avenida el estudiante. Esta zona de la ciudad las viviendas son de carácter domestica a diferencia de las que se encuentran en la avenida Simón Bolívar ya que estas son más dedicadas al sector automotriz.

Como se puede notar por la descripción de las zonas encuestadas son de áreas muy similares en cuanto a su tamaño, y en cuanto a sus características también se encuentra similitudes entre ellas, ya que estas por su denominación son de carácter doméstico y comercial.

### *DISEÑO MUESTRAL*

Para este estudio, se usa un muestreo simple aleatorio en cada zona, no hay un punto de inicio fijado, el encuestador puede empezar la encuesta en cual vivienda en donde el jefe del hogar está presente, y luego continuar hasta completar el 20 ava. Vivienda de la zona, y continuar con las otras zonas de estudio..

### **3.3. Técnicas de recolección de datos, Validación y Confiabilidad.**

#### **A. Técnicas de recolección de datos.**

Las técnicas utilizadas en el presente trabajo de investigación son:

- Encuesta
- Entrevista
- Revisión de fuentes documentales

Encuesta.- Esta técnica se empleó directamente a los ciudadanos del distrito de Puno, mediante visitas programadas a cada zona de trabajo.

Entrevista.- Esta técnica acompañada de la anterior se realizó en el ámbito de estudio directamente a los ciudadanos.

Fuentes Documentales.- Para la presente investigación se utilizó diferentes documentos que fueron proporcionados por la Municipalidad Provincial de Puno y entidades externas como:

- Resolución Municipal 182-2011, valor del metro cuadrado en la ciudad de Puno el mismo que se utilizó para el cálculo del valor de los predios en la bahía interior del Lago Titicaca (Variable Independiente)

#### **B. Instrumentos de recolección de datos**

Como instrumento en la recolección de datos para el logro de los objetivos y para el contraste de las hipótesis se realizó:

- La aplicación de una encuesta<sup>6</sup>, logrando una información obtenida a partir de la aplicación a 120 familias del área de estudio, con el que se lograron obtener resultados para:
  1. La variable dependiente (Valor de los predios)  
Se obtuvo la cantidad de Metros Cuadrados de los terrenos de la Bahía del lago Titicaca, (pregunta N° 05 encuesta)
  2. La variable independiente general (contaminación ambiental)  
Se obtuvo la distancia al foco de contaminación, (pregunta N° 09 encuesta)  
Se obtuvo la calidad de agua medida por:
    - Malos olores (pregunta N° 07.1 encuesta)
    - Proliferación de insectos (pregunta N° 07.2 encuesta)
    - Aspecto Visual (pregunta N° 07.3 encuesta)
    - Problemas de Salud (pregunta N° 07.5 encuesta)  
Se obtuvo la existencia de áreas verdes (pregunta N° 10 encuesta)  
Se obtuvo la Eutrofización ambiental medido por:
    - Percepción de la contaminación ambiental (pregunta N° 07.4 encuesta)
    - Grado de percepción de malos olores (pregunta N° 09.1 encuesta)
  
- Adema para el cálculo de la variable dependiente (Valor de los Predios) se utilizó como fuente secundaria la R.M. 182-2011 de La Municipalidad Provincial de Puno brinda la información del Precio por metro cuadrado en la Bahía del Lago Titicaca

---

<sup>6</sup> Ver Anexo N° 01

### **3.4. TÉCNICAS DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.**

#### Materiales

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron como materiales de trabajo, las siguientes fuentes de información principalmente:

- Encuestas y entrevistas estructurales previamente a la población de Puno.
- Encuestas y entrevistas a funcionarios y analistas de la Municipalidad de Puno.
- Información estadística de la Municipalidad de Puno.
- Informes Técnicos, textos de Economía, Finanzas y otros.

#### Método

Por las características de la presente investigación y para el proceso ordenado que has de seguirse y establecer lo significativo de los hechos, o fenómenos a fin de alcanzar los objetivos puntualizados se utilizará el método deductivo y analítico sintético.

El método deductivo consiste en estudiar el todo concreto y abstracto partiendo de los datos generales para llegar a sus hechos particulares que nos permitirá conocer sus características y componentes en forma sistemática.

Llamamos analítico aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo concreto en sus componentes o que trata de describir las causas, la naturaleza de los efectos de un fenómeno descomponiéndolos en sus elementos, el fin es conocer con exactitud y en todo sus detalles, el fin es conocer con exactitud y en todo sus detalles y características; el objeto que se somete a estudio, finalmente el método es analítico-sintético con un enfoque económico.

Corroborando a lo anterior la investigación analítica sintética a analizar debe ser conducida sistemáticamente a través de varias etapas de escala descendente, esto para el mejor desarrollo de nuestro trabajo de investigación. Así mismo, empozarnos con la observación y sistematización de un hecho o fenómeno que ha motivado nuestro interés.

Como contrapartida del método analítico aparece la síntesis, como modo de ver su fenómeno en conjunto, la labor de volver a reunir las partes divididas por el análisis será precisamente la función sintética de la investigación. Ello significa que con éste procedimiento habremos demostrado el fenómeno desde el punto de vista global. En las Ciencias económicas, la aplicación del método sintético es un elemento inseparable de todo trabajo de investigación y sistematización, en realidad tanto el análisis como la síntesis no son fenómenos excluyentes sino más bien complementarios, la síntesis, será la meta final del análisis.

### Metodología

El desarrollo de la presente investigación requiere de una serie de pasos sucesivos y secuenciales (procesos), el que se inicia con la recopilación de datos mediante la encuesta y otros, como también de la compilación y toma de información de diversos documentos oficiales y/o confiables de la Municipalidad Provincial de Puno y otros, que me permitió elaborar una estructura de análisis de datos con la ayuda de técnicas, métodos, instrumentos de análisis y conceptos teóricos referente al tema, para desarrollar los objetivos planteados.

El método analítico se usará en el proceso de análisis e interpretación cuantitativa y cualitativa de la información obtenida y desarrollada, así como en la interpretación de resultados, la síntesis servirá para sintetizar lo analizado previamente y explicarle finalmente a través de las conclusiones y recomendaciones.

## Trabajo de gabinete

En áreas de desarrollo y demostrar el primer objetivo de la investigación se realizará la recopilación, sistematización, regresión, análisis, interpretación econométrica de la información y resultados obtenidos de las encuestas. Para lo cual se analizó la situación actual.

El proceso de investigación realizado en el presente trabajo, se puede resumir de la siguiente manera:

### *Proceso secuencial*

#### Planteamiento

- Elaboración del diseño de investigación.
- Definición de las variables relevantes y parámetros de estudio.
- Precisión de los métodos y técnicas de análisis y contrastación de hipótesis.

#### Levantamiento de la información

- Recopilación bibliográfica.
- Recopilación de datos fuentes secundarias.

#### Análisis de datos y resultados (contrastación de hipótesis)

- Procesamiento de datos.
- Elaboración de datos cuadros y datos estadísticos.
- Análisis cuantitativo y cualitativo de resultados.
- Comprobación de hipótesis

#### Redacción del informe

- Elaboración del borrador del documento
- Revisión del informe (asesor)
- Elaboración del informe final

Para el logro de los objetivos de la investigación se realizará la recopilación, sistematización, regresión en el programa E-Views, análisis, interpretación econométrica de la información.

En el análisis de los datos obtenidos, indican una relación entre las variables independientes versus la variable dependiente, la cual será medida en la regresión econométrica, estableciendo así parámetros más precisos con los que se puede hacer una valoración y por lo tanto una mejor obtención de resultados.

Si bien es cierto que el análisis cuantitativo es importante, lo es también el análisis cualitativo, el cual también es descrito en la investigación, que se realiza en base a la información secundaria, observación directa y análisis de la realidad.

## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.

### 4.1. Características importantes para cada Variable.

Para el desarrollo de los objetivos propuestos, la presente investigación plantea como metodología la descripción de cada variable en el estudio, y una descripción de la posible relación econométrica de las variables usando un modelo lineal, la cual permita establecer el impacto de cada factor independiente, sobre el valor de los predios ubicados en la riberas del lago Titicaca en la ciudad de Puno, recogiendo las características internas y externas de su contexto, y que este modelo sea el que mejor se adapte al comportamiento de las variables que la determinan el comportamiento de la variable endógena, por lo cual podemos tener:

$$V_{pre5} = f_h(\text{Calidadagua}, \text{Foco}, \text{Averde}, \text{Eutrofización})$$

Dónde:

- $V_{pre5}$ -es el valor del predio
- $\text{Calidadagua}$ -Vector de calidad de agua que presenta el Lago Titicaca
- $\text{Foco5}$ - Vector que explica la distancia al foco de contaminación
- $\text{A verde}$ -Vector áreas verdes existentes en la zona de estudio
- $\text{Eutrofización}$ -Vector que mide el nivel de contaminación ambiental

Viendo estas especificaciones de las características de los predios, planteamos un modelo teórico más acorde para nuestro trabajo de investigación.

Especificación del Modelo Teórico Lineal:

$$P_h = B_0 + B_1 S_h + B_2 N_h + B_3 X_h + U_i$$

Dónde:

$B_0$  = Es la constante.

$B_i$  = Son los parámetros estimados

$U_i$  = Es el termino de perturbación.

**EL VALOR DE LOS PREDIOS (Y)**

La mayoría de viviendas (75.8%) tienen áreas que fluctúan entre 100 y 120 metros cuadrados, el 10.8% de viviendas tienen un metraje por debajo de 100 metros cuadrados, y el 13.3% de viviendas tienen un metraje por encima de los 120 metros al cuadrados, siendo que una mayoría de viviendas tienen 120 y 110 metros cuadrados.

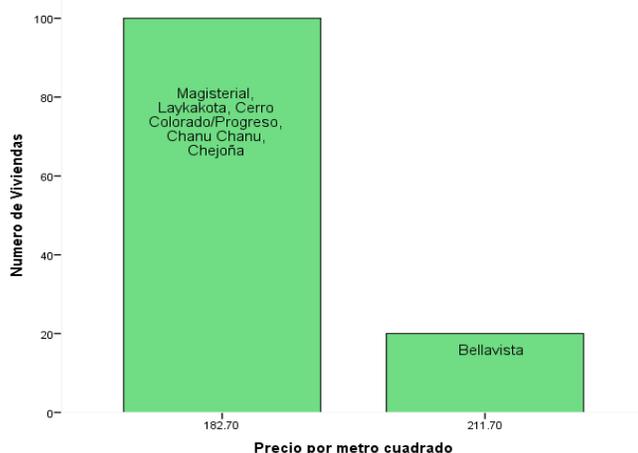
En el cuadro N 03 se presenta el cuadro del Área de los predios, que fluctúan entre los 85 metros cuadrados y los 140 metros cuadrados:

**CUADRO N°03: AREA DE LOS PREDIOS**

Área del Terreno	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
85.00	2	1.7	1.7
89.00	1	.8	2.5
90.00	3	2.5	5.0
95.00	6	5.0	10.0
96.00	1	.8	10.8
100.00	17	14.2	25.0
105.00	10	8.3	33.3
110.00	23	19.2	52.5
115.00	14	11.7	64.2
120.00	27	22.5	86.7
125.00	2	1.7	88.3
130.00	9	7.5	95.8
135.00	2	1.7	97.5
140.00	3	2.5	100.0
Total	120	100.0	

Para el cálculo del valor total de los predios se utilizó la información del cuadro anterior como es el área total del terreno y el precio por metro cuadrado de cada predio según la distribución que tiene la Municipalidad Provincial de Puno en su área de para los barrios Magisterial, Laykakota, Progreso, Chanu Chanu y Chejoña el precio del m<sup>2</sup> es de 182.70 y en el barrio Bellavista el precio del m<sup>2</sup> es de 211.70 según R.M. 182-2011, lo cual se muestra en la siguiente figura:

**FIGURA N°14: PRECIO POR METRO CUADRADO DE LOS PREDIOS**

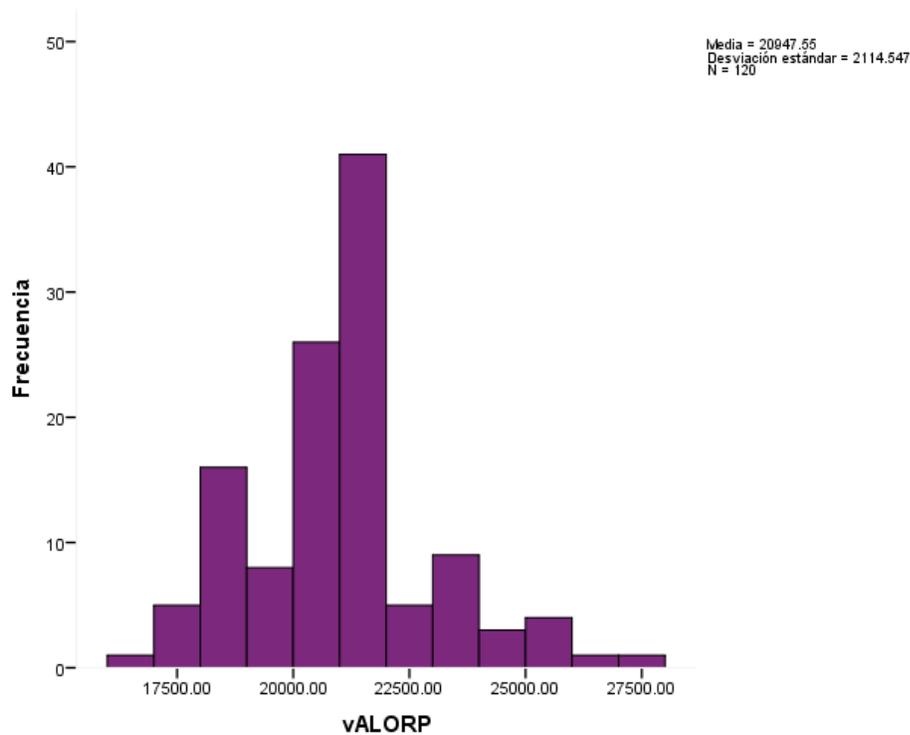


**FIGURA N°15: FRECUENCIA DEL VALOR DE LOS PREDIOS**

Sin embargo estos valores de los predios no reflejan la realidad de los valores de los predios a consecuencia de la contaminación del lago Titicaca. En esta investigación se usara la proximidad del foco de contaminación como determinante de los efectos de contaminación que se reflejan en la calidad del agua del lago, y los malos olores que circunda en el medio ambiente de las riberas del Lago Titicaca, en consecuencia, usando la correlación existente entre el valor de la tasación y la proximidad del foco de contaminación cuantificado en  $r = -0.10$  ( otra forma de indagar este efecto, fue en preguntar a los propietarios sobre los porcentajes aproximados del efecto de la contaminación sobre el valor de sus predios, el cual en promedio es el 10%). Y para cuantificar la magnitud de los efectos de contaminación se usa el promedio de los puntajes de contaminación del agua y el mal olor del ambiente, en consecuencia el valor de los predios con ajuste de la contaminación del lago Titicaca es obtenido por la ecuación:

$$\text{ValorP} = (1 - 0.10 * \text{Cont.ambiente}) * \text{Valor Tasación}$$

Estos valores a su vez son llevados a la escala de 5 puntos, obteniéndose VPre5, con cuyos valores se realizó el contraste de las hipótesis.



**VARIABLE INDEPENDIENTE (X)**

Teniendo como variable independiente general la contaminación ambiental, la cual fue medida por:

Distancia al Foco de Contaminación: Medido en m2, dato que se obtuvo con la encuesta (pregunta N°09), siendo este un dato dado por el encuestado y utilizado como un aproximación al foco de contaminación.

Calidad de Agua: Es una variable Ordinal (del 1 a 5), medido por datos recogidos de la encuesta y con indicadores como mal olor de agua (pregunta N°07.1), Mal aspecto visual del agua (pregunta N°07.3), Proliferación de insectos (pregunta N°07.2), Problemas de Salud (pregunta N°07.5)

Existencia de Áreas Verdes: Variable Dicotómica (0 y 1), medido por datos recogidos de la encuesta y con indicadores como la existencia de Áreas Verdes (pregunta N°10),

cabe mencionar que esta variable se consideró como área verde, área de parques y jardines

La Eutrofización: Es una variable Ordinal (del 1 a 5), medido por datos recogidos de la encuesta y con indicadores como Contaminación ambiental (pregunta N°07.4), Malos olores provenientes de la Planta de Tratamiento (pregunta N°09.3)

#### 4.2. Contraste de Hipótesis.

La verificación de las hipótesis de investigación formuladas en este trabajo de investigación son realizadas, siguiendo la metodología estándar de todo trabajo de investigación científica; es decir, en primer lugar se formularan las hipótesis estadísticas, se determinaran los estadísticos de prueba, y finalmente se tomara la decisión correspondiente según las regiones críticas establecidas, para cada una de las hipótesis específicas. Una información importante para llevar a cabo esta verificación, es la matriz de correlación de orden cero entre cada par de variables del sistema en estudio, los cuales se muestran en el siguiente cuadro, los valores de los  $t_{CAL}$  son todos mayores que “2” en valor absoluto, por lo que se puede concluir que tienen efectos distintos de cero sobre el valor de los predios respectivos.

En la regresión lineal múltiple se utiliza más de una variable explicativa; esto ofrece la ventaja de utilizar más información en la construcción del modelo y, consecuentemente, realizar estimaciones más precisas

El modelo ejecutado en la investigación es el siguiente:

Representación del Modelo Teórico.

$$VPREL5 = \beta_0 + \beta_1 FOCO5 + \beta_2 CAGUA + \beta_3 AREAVERDE + \beta_4 EUTROFIZACION + \varepsilon$$

Donde:

VARIABLE DEPENDIENTE:

**VPREL5** : Valor del Predio.

VARIABLES INDEPENDIENTES:

**FOCO5** : Distancia al foco de contaminación.

**CAGUA** : Calidad de Agua.

**AREAVERDE** : Existencia de Áreas Verdes.

**EUTROFIZACION** : Eutrofización.

$\varepsilon$  : término error

Para la estimación se consideró como la variable dependiente el valor de los predios del Lago Titicaca y la variable Independiente la Contaminación del Lago Titicaca entre sus factores se tuvo la calidad del Agua (Malos olores, Mal aspecto visual del Agua, Proliferación de insectos y Problemas de Salud), Distancia al foco contaminador, Existencia de áreas Verdes y Eutrofización Ambiental (Mal olor del ambiente), lo cual podemos explicar en el siguiente cuadro

**CUADRO N°04: CORRELACION DE PEARSON ENTRE LAS VARIABLES DEL SISTEMA**

VARIABLES	Función	VPREDIOL5		AREAVERDE		CAGUA		EUTROFIZACION	
		r	t <sub>CAL</sub>	r	t <sub>CAL</sub>	r	t <sub>CAL</sub>	r	t <sub>CAL</sub>
VPREDIOL5	Lineal	1.000	.....						
	<i>Log</i>	1.000	.....						
AREAVERDE	Lineal	0.276	<b>3.097</b>	1.000	.....				
	<i>Log</i>	<b>0.277</b>	<b>3.105</b>	1.000	.....				
CAGUA	Lineal	-0.434	<b>-5.190</b>	-0.363	-4.204	1.000	.....		

	<i>Log</i>	<i>-0.453</i>	<i>-5.477</i>	<i>-0.363</i>	<i>-4.204</i>	1.000	.....		
EUTROFIZACION	Lineal	-0.443	<b>-5.330</b>	-0.086	-0.935	0.381	4.442	1.000	.....
	<i>Log</i>	<i>-0.447</i>	<i>-5.380</i>	<i>-0.086</i>	<i>-0.935</i>	<i>0.381</i>	<i>4.442</i>	1.000	.....
FOCO5	Lineal	0.208	<b>2.289</b>	-0.118	-1.279	-0.078	-0.845	-0.719	-11.157
	<i>Log</i>	<i>0.206</i>	<i>2.265</i>	<i>-0.118</i>	<i>-1.279</i>	<i>-0.078</i>	<i>-0.845</i>	<i>-0.719</i>	<i>-11.157</i>

## **CONTRASTE DE HIPOTESIS**

### ***HIPÓTESIS ESPECÍFICAS***

#### ***Primera Hipótesis Específica:***

La distancia al foco de la contaminación afecta en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.

Para realizar una verificación de la hipótesis específica 1, se formula las hipótesis estadísticas correspondientes, las mismas que son puestas como:

H<sub>0</sub>: La distancia al foco de la contaminación NO afecta en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.

H<sub>1</sub>: La distancia al foco de la contaminación SI afecta en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.

Para determinar su estadístico de prueba se halla el coeficiente de correlación lineal de la variable dependiente, valor del predio( logaritmo del valor del predio según el modelo hedónico), versus su distancia al foco de contaminación correspondiente, estos valores son presentados en el cuadro anterior y alcanzan los valores de  $r=208$ ,  $r=0.206$  respectivamente, luego sus estadísticos de prueba son calculados mediante la ecuación;

$$t_{cal} = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}} = \frac{0.208}{\sqrt{\frac{1-0.208^2}{118-2}}} = \frac{0.208}{0.0908} = 2.289$$

Este valor es comparado con los valores tabulares correspondientes de la distribución tabular de la t-Student con 116 grados de libertad el cual es encontrado como  $t_{TABULAR}$  con 116 grados de libertad = 1.9806, el cual resulta ser menor, que el valor de estadístico de prueba  $t_{CAL} = 2.289$ , de esta forma se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la alternativa de que la distancia del foco de contaminación entre la planta de tratamiento Espinar y la ubicación del predio es importante para determinar el precio del predio. Su ecuación de regresión es la siguiente con valores en la escala de Likert de 05 puntos, y que permite calcular por cada kilómetro de cercanía al foco de contaminación, el precio del predio disminuye en 819 soles.

$$\text{Valor Predio} = 3.338 + 0.0944 \text{ Distancia Foco}; R^2 = 0.0636$$

Para el caso del modelo hedónico, se considera,

$$\text{Log(Valor del Predio)} = c + b \text{ Distancia al foco} + \text{error},$$

Luego su estadístico de prueba y ecuación de regresión son dados por:

$$t_{cal} = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}} = \frac{0.206}{\sqrt{\frac{1-0.206^2}{118-2}}} = \frac{0.206}{0.0908562} = 2.265$$

$$\text{Log(Valor Predio)} = 1.217 + 0.0252 \text{ Distancia Foco}; R^2 = 0.0525$$

Esta ecuación permite calcular que por cada kilómetro de cercanía al foco de contaminación el precio del predio se desvaloriza en mil nuevos soles.

***Segunda Hipótesis Específica:***

La Calidad de Agua incide en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.

Esta hipótesis específica es verificada mediante la formulación de las siguientes hipótesis estadísticas:

H<sub>0</sub>: La Calidad de Agua NO incide en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.

H<sub>1</sub>: La Calidad de Agua SI incide en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.

Los valores del coeficiente de correlación para las variables valor del predio( logaritmo del valor del predio según el modelo hedónico), versus la calidad del agua son calculados por los valores  $r=-0.434$ ,  $r=-0.453$  respectivamente, luego sus estadísticos de prueba son calculados mediante la ecuación;

$$t_{cal} = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}} = \frac{-0.434}{\sqrt{\frac{1-0.434^2}{118-2}}} = \frac{-0.434}{0.083647} = -5.190$$

Este valor es comparado con los valores tabulares correspondientes de la distribución tabular de la t-Student con 116 grados de libertad el cual es encontrado como  $t_{TABULAR}$  con 116 grados de libertad =1.9806, el cual resulta ser menor, que el valor de estadístico de prueba  $t_{CAL} = -5.190$ , de esta forma se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la alternante de que la calidad del agua es muy importante para determinar el precio del predio, cuantificándose por cada unidad de cambio en la calidad del agua en la escala de Likert de 05 puntos, el precio del predio varía en 1613 nuevos soles.

$$\text{Valor Predio} = 4.477 - 0.3723 \text{ Calidad Agua}; R^2 = 0.1884$$

Para el caso del modelo hedónico, se considera,

$\text{Log(Valor del Predio)} = c + b \text{ Calidad de Agua} + \text{error}$ ,

Cuyo estadístico de prueba y ecuación de regresión son dados por:

$$t_{cal} = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}} = \frac{-0.453}{\sqrt{\frac{1-0.453^2}{118-2}}} = \frac{0.208}{0.0827746} = -5.477$$

$$\text{LOG(Valor Predio)} = 1.5209 - 0.1049 \text{ Calidad Agua}; R^2 = 0.2055$$

Calculándose que por cada nivel de mala calidad de agua en la escala de Likert de 05 puntos el precio del predio disminuye en 900

### ***Tercera Hipótesis Específica:***

La existencia de Áreas Verdes influye en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.

Esta hipótesis específica se puede expresar como Hipótesis estadística:

H<sub>0</sub>: La existencia de Áreas Verdes NO influye en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.

H<sub>1</sub>: La existencia de Áreas Verdes SI influye en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.

El estadístico de prueba para verificar que coeficiente de correlación lineal entre las variables dependiente, valor del predio( logaritmo del valor del predio según el

modelo hedónico), versus la existencia de áreas verdes en las zonas de estudio, es calculado usando el coeficiente de correlación  $r=0.276$ ,  $r=0.277$  respectivamente, luego sus estadísticos de prueba son calculados mediante la ecuación;

$$t_{cal} = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}} = \frac{0.276}{\sqrt{\frac{1-0.276^2}{118-2}}} = \frac{0.276}{0.089241} = 3.097$$

Este valor es comparado con los valores tabulares correspondientes de la distribución tabular de la t-Student con 116 grados de libertad el cual es encontrado como  $t_{TABULAR}$  con 116 grados de libertad = 1.9806, el cual resulta ser menor, que el valor de estadístico de prueba  $t_{CAL} = 3.097$ , de esta forma se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la alternativa de que la existencia de áreas verdes en las zonas en donde se ubican los predios tienen un efecto distinto de cero y es estadísticamente significativo, por lo que es importante para determinar el precio del predio. Su ecuación de regresión usando variables que toman valores en la escala de Likert de 05 puntos, y que permite calcular el precio por tener áreas verdes es de 1103 nuevos soles.

$$\text{Valor Predio} = 3.5301 + 0.25460 \text{Áreas verdes}; R^2 = 0.0674$$

Para el caso del modelo hedónico, se considera,

$\text{Log (Valor del Predio)} = c + b \text{ Áreas Verdes} + \text{error}$ ,

Luego su estadístico de prueba y ecuación de regresión son dados por:

$$t_{cal} = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}} = \frac{0.277}{\sqrt{\frac{1-0.277^2}{118-2}}} = \frac{0.277}{0.08845} = 3.105$$

$$\text{Log(Valor Predio)} = 9.6290 + 0.0693 \text{ Areas Verdes}; R^2 = 0.0688$$

Esta ecuación permite calcular que por cada kilómetro de cercanía al foco de contaminación el precio del predio se desvaloriza en 1072 nuevos soles.

***Cuarta Hipótesis Específica:***

La Eutrofización ambiental afecta en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.

Esta hipótesis específica se puede expresar como la Hipótesis estadística:

H<sub>0</sub>: La Eutrofización ambiental NO afecta en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.

H<sub>1</sub>: La Eutrofización ambiental SI afecta en el valor de los predios de la bahía de la ciudad de Puno.

Calculándose el estadístico de prueba mediante sus correlaciones lineales entre la variable dependiente, valor del predio( logaritmo del valor del predio según el modelo hedónico), versus s el grado de contaminación del lago cuyos valores son: r=-0.443, r=-0.447 respectivamente, luego sus estadísticos de prueba son calculados mediante la ecuación;

$$t_{cal} = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}} = \frac{-0.443}{\sqrt{\frac{1-0.443^2}{118-2}}} = \frac{-0.443}{0.083224} = -5.330$$

Este valor es comparado con los valores tabulares correspondientes de la distribución tabular de la t-Student con 116 grados de libertad el cual es encontrado como  $t_{TABULAR}$  con 116 grados de libertad =1.9806, el cual resulta ser menor, que el valor de estadístico de prueba  $t_{CAL} = -5.330$ , de esta forma se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la alternante de que la Eutrofización del ambiente es importante para determinar el precio del predio. Su ecuación de regresión usando valores de las variables en la escala de Likert de 05 puntos, y que permite determinar la variación del valor del predio según el grado de contaminación del lago Titicaca, su efecto es calculado en menos 1236 nuevos soles.

$$\text{Valor Predio} = 9.8593 - 0.0772 \text{ Contaminacion Ambiental}; R^2 = 0.2186$$

Para el caso del modelo hedónico, se considera,

$$\text{Log(Valor del Predio)} = c + b \text{ Contaminación Ambiental} + \text{error},$$

Luego su estadístico de prueba y ecuación de regresión son dados por:

$$t_{cal} = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}} = \frac{-0.447}{\sqrt{\frac{1-0.447^2}{118-2}}} = \frac{-0.447}{0.08305} = -5.380$$

$$\begin{aligned} \text{Log(Valor Predio)} &= 9.8593 - 0.0772 \text{ Contaminacion Ambiental}; R^2 \\ &= 0.2206 \end{aligned}$$

Esta ecuación permite calcular que por unidad de cambio en la Eutrofización ambiental el precio del predio se desvaloriza en 926 nuevos soles.

### **4.3. Discusión de los Resultados.**

Conforme a lo desarrollado durante la investigación, se ha dejado claro que existen muchos investigadores sobre el tema de valoración económica

Dada a su complejidad, existe un consenso entre los investigadores en lo difícil de identificarlo, debido a las diferentes variables que afectan al valor de los predios.

**Galarza y Gómez (2005)** estiman un aproximado del valor económico del área verde del valle del río Lurín en la zona de Pachacamac, utilizando el método de valoración contingente revelan que el área verde de Pachacamac tiene un valor aproximado de US\$ 475.194 anuales, con esta cifra llevada a perpetuidad se obtiene un valor de conservación del área verde de US\$ 5.279.931. Este resultado ayuda a conocer más a fondo el tema de conservación de los recursos naturales y servicios ambientales, así como a encontrar alternativas de solución al problema que enfrentan las áreas verdes frente al crecimiento urbano acelerado. Es decir, cualquier política de expansión urbana debería tomar en cuenta el anterior resultado y hacer una elección de manera tal que maximice el bienestar social. Es importante indicar que el valor de conservación encontrado se basa principalmente en la revelación de la disponibilidad a pagar de la población por la conservación del área verde de Pachacamac.

#### **Análisis de efectos de la contaminación ambiental del Lago Titicaca sobre el Valor de los Predios en la bahía del mismo**

Cuando se ajusta todas las variables explicativas juntas, se observa que existe colinealidad entre la distancia al foco de contaminación y la Eutrofización, por lo que la distancia al foco de contaminación resulta no significativa, pues su efecto es absorbido por la variable Eutrofización.

### CUADRO N°05: REGRESION DE VARIABLES

Dependent Variable: VPREDIOL5				
Method: Least Squares				
Date: 02/19/16 Time: 09:38				
Sample: 1 120				
Included observations: 118				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.780761	0.306322	15.60698	0.0000
CAGUA	-0.201377	0.080324	-2.507057	0.0136
EUTROFIZACION	-0.245674	0.079151	-3.103847	0.0024
FOCO5	-0.032809	0.049270	-0.665907	0.5068
AREAVERDE	0.143041	0.083398	1.715157	0.0891
R-squared	0.302876	Mean dependent var		3.593273
Adjusted R-squared	0.278199	S.D. dependent var		0.438571
S.E. of regression	0.372605	Akaike info criterion		0.904853
Sum squared resid	15.68829	Schwarz criterion		1.022255
Log likelihood	-48.38631	Hannan-Quinn criter.		0.952521
F-statistic	12.27365	Durbin-Watson stat		1.560680
Prob(F-statistic)	0.000000			

Teniendo en cuenta que tomamos variables independientes como calidad de agua, distancia al foco de contaminación, áreas verdes y el nivel de eutrofización, se resumen en:

$$VPREL5 = 4.780761 - 0.201377 CAGUA - 0.032809 FOCO5 + 0.143041 AREAVERDE - 0.245674 EUTROFIZACION$$

Por lo antes señalado se realizó un análisis de covarianza sacando logaritmo a la variable dependiente log (vprediol5) teniendo los siguientes resultados, los cuales mostramos en el siguiente cuadro:

**CUADRO N°06: ANALISIS DE COVARIANZA**

Covariance Analysis: Ordinary					
Date: 02/21/16 Time: 15:49					
Sample: 1 120					
Included observations: 118					
Balanced sample (listwise missing value deletion)					
Correlation					
t-Statistic	LOG(VPREDIOL5)	AREAVERDE	CAGUA	EUTROFIZACION	FOCO5
LOG(VPREDIOL5)	1.000000				
	-----				
AREAVERDE	0.276992	1.000000			
	3.104777	-----			
CAGUA	-0.453290	-0.363591	1.000000		
	-5.477102	-4.203704	-----		
EUTROFIZACION	-0.446884	-0.086508	0.381276	1.000000	
	-5.380203	-0.935225	4.442006	-----	
FOCO5	0.205811	-0.117970	-0.078272	-0.719462	1.000000
	2.265144	-1.279514	-0.845610	-11.15692	-----

Teniendo en cuenta que tomamos variables independientes como calidad de agua, distancia al foco de contaminación, áreas verdes y el nivel de eutrofización, y la variable dependiente lo expresamos en Log( VPREDIOL5) se resumen en:

$$\text{LOG(VPREL5)} = 1.605234 - 0.059763 \text{ CAGUA} - 0.009156 \text{ FOCO5} + 0.036514 \text{ AREAVERDE} - 0.065812 \text{ EUTROFIZACION}$$

**CUADRO N°07: NUEVA REGRESIÓN**

Dependent Variable: LOG(VPREDIOL5)				
Method: Least Squares				
Date: 02/21/16 Time: 15:52				
Sample: 1 120				
Included observations: 118				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.605234	0.081916	19.59599	0.0000
CAGUA	-0.059763	0.021480	-2.782224	0.0063
EUTROFIZACION	-0.065812	0.021167	-3.109258	0.0024
FOCO5	0.009156	0.013176	0.694908	0.4885
AREAVERDE	0.036514	0.022302	1.637235	0.1044
R-squared	0.315494	Mean dependent var		1.271988
Adjusted R-squared	0.291263	S.D. dependent var		0.118358
S.E. of regression	0.099642	Akaike info criterion		-1.733020
Sum squared resid	1.121920	Schwarz criterion		-1.615618
Log likelihood	107.2482	Hannan-Quinn criter.		-1.685352
F-statistic	13.02062	Durbin-Watson stat		1.599488
Prob(F-statistic)	0.000000			

A continuación en los siguientes cuadros se muestra el comportamiento de cada variable independiente con la variable dependiente:

**CUADRO N°08: REGRESIÓN CAGUA VS LOG (VPREDIOL5)**

Dependent Variable: LOG(VPREDIOL5)				
Method: Least Squares				
Date: 02/21/16 Time: 15:54				
Sample: 1 120				
Included observations: 118				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.520950	0.046490	32.71585	0.0000
CAGUA	-0.104919	0.019156	-5.477102	0.0000
R-squared	0.205472	Mean dependent var		1.271988
Adjusted R-squared	0.198623	S.D. dependent var		0.118358
S.E. of regression	0.105954	Akaike info criterion		-1.634817
Sum squared resid	1.302248	Schwarz criterion		-1.587857
Log likelihood	98.45422	Hannan-Quinn criter.		-1.615750
F-statistic	29.99865	Durbin-Watson stat		1.548501
Prob(F-statistic)	0.000000			

**CUADRO N°09: REGRESIÓN FOCO5 VS LOG (VPREDIOL5)**

Dependent Variable: LOG(VPREDIOL5)				
Method: Least Squares				
Date: 02/21/16 Time: 15:55				
Sample: 1 120				
Included observations: 120				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.216769	0.024914	48.83784	0.0000
FOCO5	0.025187	0.009851	2.556805	0.0118
R-squared	0.052492	Mean dependent var		1.274342
Adjusted R-squared	0.044463	S.D. dependent var		0.119495
S.E. of regression	0.116808	Akaike info criterion		-1.440038
Sum squared resid	1.610015	Schwarz criterion		-1.393580

Log likelihood	88.40226	Hannan-Quinn criter.	-1.421171
F-statistic	6.537250	Durbin-Watson stat	1.551781
Prob(F-statistic)	0.011832		

**CUADRO N°10: REGRESIÓN AVERDE VS LOG (VPREDIOL5)**

Dependent Variable: LOG(VPREDIOL5)				
Method: Least Squares				
Date: 02/21/16 Time: 15:56				
Sample: 1 120				
Included observations: 120				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.254717	0.012487	100.4825	0.0000
AREAVERDE	0.069265	0.023459	2.952616	0.0038
R-squared	0.068798	Mean dependent var		1.274342
Adjusted R-squared	0.060906	S.D. dependent var		0.119495
S.E. of regression	0.115799	Akaike info criterion		-1.457397
Sum squared resid	1.582308	Schwarz criterion		-1.410938
Log likelihood	89.44379	Hannan-Quinn criter.		-1.438530
F-statistic	8.717939	Durbin-Watson stat		1.655016
Prob(F-statistic)	0.003803			

**CUADRO N°11: REGRESIÓN EUTROFIZACION VS LOG (VPREDIOL5)**

Dependent Variable: LOG(VPREDIOL5)				
Method: Least Squares				
Date: 02/21/16 Time: 15:55				
Sample: 1 120				
Included observations: 120				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.484966	0.037702	39.38657	0.0000
EUTROFIZACION	-0.077175	0.013352	-5.779886	0.0000
R-squared	0.220644	Mean dependent var		1.274342
Adjusted R-squared	0.214039	S.D. dependent var		0.119495
S.E. of regression	0.105938	Akaike info criterion		-1.635405
Sum squared resid	1.324290	Schwarz criterion		-1.588947
Log likelihood	100.1243	Hannan-Quinn criter.		-1.616538
F-statistic	33.40708	Durbin-Watson stat		1.579921
Prob(F-statistic)	0.000000			

Dado que la presente investigación tiene como objetivo general, Determinar el impacto de la contaminación del Lago Titicaca en el valor de los predios de la ciudad de Puno en el año 2015, en base a la teoría en la que se sustenta la investigación y a los resultados obtenidos, se puede afirmar que las variables expuestas anteriormente si influyen en el valor de los predios.

En la aplicación del modelo, tenemos que dos de los coeficientes de las tres variables independientes, son positivas, por lo tanto lo interpretamos como que un incremento en las variables, incide positivamente al valor de los predios y dos coeficientes son negativos, por lo que lo interpretamos como que un incremento en estas variables afectará negativamente al valor de los predios.

Adicionalmente en la encuesta realizada se le pregunto a la población de la bahía del Lago Titicaca si estarían dispuestos a pagar por tratamiento de las aguas servidas, en su mayoría (76.67%) dijeron que si estarían dispuestos a pagar. Lo cual se puede ver en la siguiente figura:

**FIGURA N°16:**



De la cantidad de encuestados que dijeron que si estarían dispuesto a pagar con un total de 92 personas, se desprende que en 64.13% (59 encuestados) dijeron que pagarían S/. 0.5, en un 15.22% (14 encuestados) dijeron que pagarían S/. 2.00, en un 10.87% (10 encuestados) dijeron que pagarían S/. 1.00, en un 5.43% (5 encuestados) dijeron que pagarían S/. 3.00, en un 2.17% (2 encuestados) dijeron que pagarían S/. 3.00, en un 2.17% (2 encuestados) dijeron que pagarían S/. 1.50, en un 1.09% (1 encuestado) dijo que pagaría S/. 2.5 y en un 1.09% (1 encuestado) dijo que pagaría S/. 5.00. Lo cual se puede ver en la siguiente figura:

**FIGURA N° 17:**



Por lo tanto, la mediana de DAP es de S/.2.214 Soles por mes, es decir la disposición a pagar por familia es de S/ 2.214 Soles por mes, para poder tener un mejor sistema de descontaminación más eficiente, para dar una solución a este problema ambiental, la disponibilidad a pagar de la ciudadanía Puneña se ve reflejado en la preocupación ante este problema ambiental, en este caso si se conoce la población usuaria (población beneficiaria) se puede calcular el beneficio anual del proyecto, los resultados obtenidos constituyen una aproximación a la identificación del valor dispuesto a pagar de la población cuya consideración es recomendable por parte de los responsables de formular políticas medioambientales.

## *APROXIMACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A PARTIR DE LA DISPONIBILIDAD A PAGAR<sup>7</sup>*

### *Diseño de la planta de tratamiento para aguas residuales:*

El diseño para la construcción de una planta de tratamiento ubicada en la zona sur de Puno, consistiría en un área aproximada de 5 ha y que tratará el 100% de las aguas residuales de la población de Puno, a través de un emisor de 0.851 km de longitud que parte desde el buzón de unión de los colectores hasta la planta. En esta planta se utilizará un proceso semi intensivo, con un caudal promedio de tratamiento de 403 l/s y máximo diario de 509 l/s. Considera los elementos básicos siguientes:

- Unidades RAFA (Reactores Anaerobios) con sistema de deshidratación de lodos.
- Filtros biológicos con recirculación interna.
- Sedimentadores secundarios con recirculación externa de lodos.
- Sistema de radiación UV (para remoción de patógenos)

### **FIGURA N°18: DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO**



<sup>7</sup> VER ANEXO N°04: FICHA SNIP

*Cronograma de inversiones para la planta de tratamiento*

La construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Puno tendría el siguiente cuadro de inversiones:

**CUADRO N° 12: CRONOGRAMA DE INVERSIONES PLANTA DE TRATAMIENTO**

COMPONENTES	SEMESTRES (Nuevos Soles)				
	1er Semestre	2do Semestre	3er Semestre	4to Semestre	Total Componente
Planta - Obras Civiles	0	5,709,410	5,709,410	5,091,175	16,509,995
Suministro e Instalación Energía	0	639,936	767,566	640,964	2,048,466
Equipos Electromecánicos	0	2,165,892	3,799,070	3,165,892	9,130,854
Emisor	0	1,089,600	1,289,027	0	2,378,627
Gastos Generales Fijos (4%)	0	384,194	462,603	355,921	1,202,718
Gastos Generales Variables (10%)	0	960,484	1,156,507	889,803	3,006,794
Contingencias (6%)	0	576,290	693,904	533,882	1,804,077
Utilidad (10%)	0	960,484	1,156,507	889,803	3,006,794
Puesta en Marcha	0	0	0	638,725	638,725
Educación Sanitaria	63,095	63,095	63,095	63,095	252,380
Diseño (3%)	487,485	974,971	16,2495	0	1,624,951
Supervisión (5%)	0	942,751	992,222	773,279	2,708,252
Impuesto General a las Ventas (18%)	100,964	3,955,164	3,998,181	3,215,091	11,269,400
Total por periodo	651,544	18,422,270.4	20,250,587.9	16,257,630.3	55,582,033

FUENTE: FICHA SNIP PROYECTO CONSTRUCCION PTAR

*Costos de operación y mantenimiento del proyecto PTAR a precios de mercado:*

Los costos de operación y mantenimiento a precios de mercado durante el horizonte de evaluación se dan como menciona el siguiente cuadro

**CUADRO N°13: COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PTAR A  
PRECIOS DE MERCADO**

<b>COSTOS</b>		<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>	<b>AÑO 6</b>	<b>AÑO 7</b>	<b>AÑO 8</b>	<b>AÑO 9</b>	<b>AÑO 10</b>
<b>Sin PIP</b>	Operación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Con PIP</b>	Operación	1241577	1263255	1284932	1306612	1516790	1538467	1560145	1581825	1603503	1625180
	Mantenimiento	493708	493708	493708	493708	608449	608449	608449	608449	608449	608449

FUENTE: FICHA SNIP PROYECTO CONSTRUCCION PTAR-ANEXO N°04

*Costos de operación y mantenimiento del proyecto PTAR a precios sociales:*

Los costos de operación y mantenimiento a precios sociales durante el horizonte de evaluación se dan como menciona el siguiente cuadro

**CUADRO N°14: COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PTAR A  
PRECIOS SOCIALES**

<b>COSTOS</b>		<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>	<b>AÑO 6</b>	<b>AÑO 7</b>	<b>AÑO 8</b>	<b>AÑO 9</b>	<b>AÑO 10</b>
<b>Sin PIP</b>	Operación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Con PIP</b>	Operación	1128593	1128593	1128593	1128593	1128593	1128593	1128593	1128593	1128593	1128593
	Mantenimiento	428045	428045	428045	428045	428045	428045	428045	428045	428045	428045

FUENTE: FICHA SNIP PROYECTO CONSTRUCCION PTAR-ANEXO N°04

A continuación se presentara los cuadros de flujo de caja a precios de mercado y precios sociales, para poder evaluar la inversión

**CUADRO N°15: FLUJO DE CAJA PTAR A PRECIOS DE MERCADO**

RUBROS	AÑO 0 *	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
<b>INGRESOS DE OPERACIÓN</b>		<b>9710682</b>	<b>10166084</b>	<b>10654624</b>	<b>11179106</b>	<b>11742581</b>	<b>12348371</b>	<b>13000089</b>	<b>13701667</b>	<b>14457386</b>	<b>15271906</b>
Precio S/. DAP familias		76.8	76.8	76.8	76.8	76.8	76.8	76.8	76.8	76.8	76.8
Cantidad en familias		68867.1984	69996.6205	71144.565	72311.3359	73497.2418	74702.5966	75927.7192	77172.9337	78438.5699	79724.9624
Precio S/. DAP turistas nacionales		81.6	81.6	81.6	81.6	81.6	81.6	81.6	81.6	81.6	81.6
Cantidad de arribo de turistas nacionales		8973.3	9421.965	9893.06325	10387.7164	10907.1022	11452.4573	12025.0802	12626.3342	13257.6509	13920.5335
Precio S/. DAP turistas extranjeros		229.2	229.2	229.2	229.2	229.2	229.2	229.2	229.2	229.2	229.2
Cantidad de arribo de turistas extranjeros		16097.12	17545.8608	19124.9883	20846.2372	22722.3986	24767.4144	26996.4817	29426.1651	32074.52	34961.2267
<b>A.-CON PROYECTO.</b>	<b>-56693674</b>	<b>1743961</b>	<b>1765748</b>	<b>1787533</b>	<b>1809322</b>	<b>2135865</b>	<b>2157651</b>	<b>2179437</b>	<b>2201225</b>	<b>2223012</b>	<b>2244797</b>
INVERSIÓN	-55582033										
INVERSIÓN PREVENCIÓN DE RIESGOS 2%	-1111641										
OPERACIÓN		1241577	1263255	1284932	1306612	1516790	1538467	1560145	1581825	1603503	1625180
MANTENIMIENTO		493708	493708	493708	493708	608449	608449	608449	608449	608449	608449
OPERACIÓN PREVENCIÓN DE RIESGOS 0.5%		6208	6316	6425	6533	7584	7692	7801	7909	8018	8126
MANTENIMIENTO PREVENCIÓN DE RIESGOS 0.5%		2469	2469	2469	2469	3042	3042	3042	3042	3042	3042
<b>B.-SIN PROYECTO</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
INVERSIÓN	0										
OPERACIÓN Y MANT.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>COSTOS INCREMENTALES (A-B)</b>		<b>1743961</b>	<b>1765748</b>	<b>1787533</b>	<b>1809322</b>	<b>2135865</b>	<b>2157651</b>	<b>2179437</b>	<b>2201225</b>	<b>2223012</b>	<b>2244797</b>
<b>FLUJO DE FONDOS NETO</b>	<b>-56693674</b>	<b>7966721</b>	<b>8400336</b>	<b>8867091</b>	<b>9369784</b>	<b>9606716</b>	<b>10190721</b>	<b>10820652</b>	<b>11500442</b>	<b>12234375</b>	<b>13027109</b>

FUENTE: FICHA SNIP PROYECTO CONSTRUCCION PTAR-ANEXO N°04

**CUADRO N°16: FLUJO DE CAJA PTAR A PRECIOS SOCIALES**

RUBROS	AÑO 0 *	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
<b>INGRESOS DE OPERACIÓN</b>		9710682	10166084	10654624	11179106	11742581	12348371	13000089	13701667	14457386	15271906
Precio S/. DAP familias		76.8	76.8	76.8	76.8	76.8	76.8	76.8	76.8	76.8	76.8
Cantidad en familias		68867.1984	69996.6205	71144.565	72311.3359	73497.2418	74702.5966	75927.7192	77172.9337	78438.5699	79724.9624
Precio S/. DAP turistas nacionales		81.6	81.6	81.6	81.6	81.6	81.6	81.6	81.6	81.6	81.6
Cantidad de arribo de turistas nacionales		8973.3	9421.965	9893.06325	10387.7164	10907.1022	11452.4573	12025.0802	12626.3342	13257.6509	13920.5335
Precio S/. DAP turistas extranjeros		229.2	229.2	229.2	229.2	229.2	229.2	229.2	229.2	229.2	229.2
Cantidad de arribo de turistas extranjeros		16097.12	17545.8608	19124.9883	20846.2372	22722.3986	24767.4144	26996.4817	29426.1651	32074.52	34961.2267
<b>A-CON PROYECTO.</b>	<b>-44504534</b>	<b>1564422</b>	<b>1564520</b>	<b>1564619</b>	<b>1564717</b>	<b>1566170</b>	<b>1566268</b>	<b>1566367</b>	<b>1566465</b>	<b>1566564</b>	<b>1566662</b>
INVERSIÓN	-43631896										
INVERSIÓN PREVENCIÓN DE RIESGOS 2%	-872638										
OPERACIÓN		1128593	1128593	1128593	1128593	1128593	1128593	1128593	1128593	1128593	1128593
MANTENIMIENTO		428045	428045	428045	428045	428045	428045	428045	428045	428045	428045
OPERACIÓN PREVENCIÓN DE RIESGOS 0.5%		5643	5741	5840	5939	6894	6992	7091	7189	7288	7386
MANTENIMIENTO PREVENCIÓN DE RIESGOS 0.5%		2140	2140	2140	2140	2638	2638	2638	2638	2638	2638
<b>B-SIN PROYECTO</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
INVERSIÓN	0										
OPERACIÓN Y MANT.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>COSTOS INCREMENTALES (A-B)</b>		<b>1564422</b>	<b>1564520</b>	<b>1564619</b>	<b>1564717</b>	<b>1566170</b>	<b>1566268</b>	<b>1566367</b>	<b>1566465</b>	<b>1566564</b>	<b>1566662</b>
<b>FLUJO DE FONDOS NETO</b>	<b>-44504534</b>	<b>8146261</b>	<b>8601564</b>	<b>9090005</b>	<b>9614389</b>	<b>10176412</b>	<b>10782103</b>	<b>11433722</b>	<b>12135202</b>	<b>12890823</b>	<b>13705243</b>

FUENTE: FICHA SNIP PROYECTO CONSTRUCCION PTAR-ANEXO N°04

*Indicadores de rentabilidad:*

Para la evaluación del proyecto de la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales, se utilizó la metodología de beneficio costo ya que el proyecto durante el horizonte de evaluación generara beneficios monetarios por la Disponibilidad a pagar de las familias puneñas, también por la Disponibilidad a pagar de los turistas nacionales y extranjeros, como se muestra en el siguiente cuadro:

**CUADRO N°17: INDICADORES DE RENTABILIDAD DEL PTAR**

<b>INDICADORES</b>	<b>P. MERCADO</b>	<b>P. SOCIALES</b>
<b>VAN 10%</b>	<b>S/. 3,399,132.54</b>	<b>S/. 18,090,468.01</b>
<b>TIR</b>	<b>11%</b>	<b>18%</b>
<b>R B/C</b>	<b>1.05</b>	<b>1.33</b>

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES:

PRIMERA: Se ha probado que la hipótesis general es VERDADERA, por lo tanto se puede afirmar que existe evidencia que demuestre que la variable independiente (contaminación del Lago Titicaca), tiene un impacto sobre el valor de los predios de la bahía del Lago Titicaca, por lo que el modelo planteado es consistente ( $R^2=0.315494$ )

SEGUNDA: Se ha determinado que la primera hipótesis específica es VERDADERA, ya que es estadísticamente significativa en el modelo, por lo tanto se afirma que la distancia al foco del problema afecta efectivamente al valor de los predios, por cada kilómetro de cercanía al foco de contaminación el precio del predio se desvaloriza en S/. 1000.00 (mil soles).

TERCERA: Se ha determinado que la segunda hipótesis específica es VERDADERA, ya que es estadísticamente significativa en el modelo, por lo tanto se afirma que la distancia al foco del problema afecta efectivamente al valor de los predios, Calculándose que por cada nivel de mala calidad de agua en la escala de Likert de 05 puntos el precio del predio disminuye en 900

CUARTA: Según el análisis realizado, se puede afirmar que la tercera hipótesis específica es VERDADERA, de tal modo, se puede asegurar que la cantidad de áreas verdes si incide sobre el valor de los predios, por cada kilómetro de cercanía al foco de contaminación el precio del predio se desvaloriza en 1072 nuevos soles.

QUINTA: Según el análisis realizado, se puede afirmar que la cuarta hipótesis específica es VERDADERA, de tal modo, se puede asegurar que la cantidad de eutrofización si incide sobre el valor de los predios, por unidad de cambio en la Eutrofización ambiental el precio del predio se desvaloriza en 926 nuevos soles.

## **RECOMENDACIONES**

**PRIMERA:** Realizar investigaciones similares en la línea de servicios sociales de forma que permita conocer medir y difundir el impacto de la contaminación ambiental en la sociedad, y consecuentemente incentivar una inversión más eficiente para mejorar la actual situación negativa.

**SEGUNDA:** La Municipalidad Provincial de Puno, Gobierno Regional deben de priorizar la inversión en el tratamiento de Aguas Servidas del Lago Titicaca, ya que actualmente es un problema álgido de la ciudad de Puno.

**TERCERA:** Aunque resulte difícil cambiar la estructura de las inversiones, pues actualmente se ejecutan más proyectos en otros ámbitos, se deben priorizar aquellas que van dirigidas principalmente a mejorar la calidad de vida de la población, esto implicaría acciones como la instalación de una planta de tratamiento de aguas servidas en la ciudad de Puno.

**CUARTO:** Para garantizar la sostenibilidad del proyecto de la Planta de tratamiento, se pudo notar en el presente estudio que una gran mayoría de los encuestados si estarían dispuestos a pagar para el tratamiento de las aguas servidas.

## REFERENCIAS.

### A. BIBLIOGRAFIA ESPECIAL

1. Bermúdez M. (1997). Valoración Económica de los Beneficios Ambientales Directos de la Construcción de la Planta de Tratamiento de Agua Rio Salitre. Tesis Magíster PEMAR, Facultad de Economía, Universidad de los Andes, Bogotá-Colombia.
2. Cárdenas Nora, Makovski Pedro, Rodríguez Enrique, Vargas Lita, Vargas Rosana y Cordero Marisol. (2005). Construyendo Ciudadanía: El Derecho Humano al Agua. CIESObservatorio del Derecho a la Salud y CEDEP-Diagnostico y Propuesta
3. Galarza E. y Gómez R. (2005). Valorización Económica de Servicios Ambientales: El caso de Pachacamac, Lurín. Universidad del Pacífico-Centro de Investigación. Documento de trabajo 68
4. Gorfinkiel, D. (1999). La Valoración Económica de los Bienes Ambientales: Una Aproximación desde la Teoría y la Práctica. Departamento de economía, Facultad de Ciencias Sociales Universidad de la República, Tesis Maestría en Economía Internacional.
5. Hernández S. Roberto, Fernández C. Carlos y Batista L. Pilar. (1999). Metodología de la Investigación. Segunda Edición. Best Séller Internacional. McGraw-Hill.
6. Mendieta L. Juan Carlos, Uribe B. Eduardo, y Jaime R. Haider (2002). Estimación de la Disponibilidad a Pagar de los Habitantes del Área Metropolitana de Pereira y de Dos Quebradas, por el Tratamiento Primario de sus Aguas Residuales. Universidad de los Andes, CEDE, Bogotá-Colombia.
7. Pearce, David W. y Kerry Tuner R. (1995). Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente. Colegio de Economistas de Madrid. Hermsilla, 49.28001 Madrid
8. Sanhueza Díaz, Nancy (2003). Beneficios del Plan de Saneamiento de Aguas Servidas de la Cuenca Maipo - Mapocho: Aplicación de los Conceptos de Valor Económico Total y Sistema Ambiental. Universidad de Chile – Facultad de Ciencias. Santiago de Chile, Diciembre de 2003.

9. Serconsult S.A. (2002). Identificación y Evaluación de Soluciones para la Descontaminación de la Bahía Interior de Puno. Consultoría contratada por el Kreditanstalt fur Wiederaufbau - KfW, como parte de las actividades de asistencia brindada por la Cooperación Técnica Alemana.
10. Uribe B. Eduardo, Mendieta L. Juan Carlos, Jaime R. Haider y Carriazo O. Fernando (2003). Introducción a la Valoración Ambiental, y Estudios de Casos. Universidad de los Andes, Facultad de Economía, CEDE: Ediciones Uniandes. Bogotá-Colombia, Diciembre de 2003.
11. Vice Ministerio de Construcción y Saneamiento – Dirección Nacional de Saneamiento (2004). Análisis de las Soluciones Técnica Viables y la Propuesta de la Mejor Alternativa para el Tratamiento y Disposición Final de las Aguas Residuales de la Ciudad de Puno. Informe de Consultoría Nro 5. Comisión Técnica Multisectorial encargada de proponer el Plan de Recuperación Ambiental de la Bahía de Puno en el Lago Titicaca - D.S.Nº 007-2002- MINCETUR. Marzo de 2004.

## **B. INTERNET**

- <http://orbita.starmedia.com/>
- <http://www.monografias.com/>
- <http://www.eumed.net/libros/2007a/234/index.htm>
- <http://www.wikipedia.com>
- [http://unac.academia.edu/JuniorUrtecho/Teaching/24805/Valoracion\\_Economica\\_de\\_Bienes\\_y\\_Servicios\\_Ambientales\\_Metodo\\_de\\_Precios\\_Hedonicos](http://unac.academia.edu/JuniorUrtecho/Teaching/24805/Valoracion_Economica_de_Bienes_y_Servicios_Ambientales_Metodo_de_Precios_Hedonicos)

# ANEXOS

## ANEXO N°01: ENCUESTA REALIZADA

**INSTRUCCIONES:** se aplica el cuestionario a las personas de preferencia mayores de 18 años, que sean jefes de familia, es una entrevista completamente confidencial únicamente utilizada para obtener información de la contaminación en la ciudad de Puno. Se realizaran preguntas, con alternativas, que deberán elegir y/o responder de forma verídica y corta, según le vaya presentando el entrevistador y según sus indicaciones. Cualquier duda el entrevistado puede sentirse libre de realizarla. v el entrevistador la resolverá.

### A. INTRODUCCIÓN

“Buenos días/tardes/noches, mi nombre es ..... estamos realizando una entrevista para conocer la influencia de la contaminación de la bahía de Puno, el presente estudio realizado por la Universidad Nacional de Ingeniería nos permitira conocer los principales males de la contaminación respecto a la población de la ciudad de Puno, que puedan dar luz para poder planter una solución. Solamente le tomará unos minutos de su tiempo. gracias.”

**1.- Dirección de la vivienda**

- DISTRITO.....
- PROVINCIA.....
- DEPARTAMENTO.....
- ZONA.....

**2.- DATOS DE CLASIFICACION**

- ¿Ud. Cuántos años tiene? .....
- ¿Su estado civil?.....
- ¿Ud. tiene hijos? (Si) de que edades son ----- (No)
- ¿Su Ocupación es? -----
- Sexo (M) (F)

**3.- ¿Cuál es su nivel de educación?**

- |   |              |                |
|---|--------------|----------------|
| <input type="checkbox"/> Primaria               | ( ) completo | ( ) incompleta |
| <input type="checkbox"/> Secundaria             | ( ) completo | ( ) incompleta |
| <input type="checkbox"/> Superior Técnica       | ( ) completo | ( ) incompleta |
| <input type="checkbox"/> Superior universitaria | ( ) completo | ( ) incompleta |
| <input type="checkbox"/> Postgrado              | ( ) completo | ( ) incompleta |

**4.- En que rango se encuentra sus ingresos familiares mensuales (de todos los integrantes de la familia) aprox**

.....

### PARTE II

**5.- Datos de su vivienda**

- M2.....
- Material.....
- Número de Habitaciones.....
- Numero de baños.....
- Presenta los siguientes servicios básicos:
  - Agua
  - Luz
  - Desagüe

**6.- El colapso de las actuales Lagunas de estabilización El Espinar, ha generado que gran parte de las descargas de aguas servidas se viertan a la bahía interior del lago Titicaca, generando contaminación de este patrimonio natural. ¿Cree usted que este problema requiere una solución urgente?**

- |                                  |   |                   |
|----------------------------------|---|-------------------|
| <input type="checkbox"/> SI      | } | PASE A LA PGTA 09 |
| <input type="checkbox"/> NO      |   |                   |
| <input type="checkbox"/> NO SABE |   |                   |

**7.- Cuantifique el grado de percepción de la contaminación de la bahía interior del Lago Titicaca:**

	MENOS	MÁS			
	1	2	3	4	5
MALOS OLORES	1	2	3	4	5
PROLIFERACION DE INSECTOS	1	2	3	4	5
MAL ASPECTO VISUAL	1	2	3	4	5
CONTAMINACION AMBIENTAL	1	2	3	4	5
PROBLEMA DE SALUD	1	2	3	4	5

**8.- ¿Cuántos miembros de su familia han padecido de enfermedades gastrointestinales, parasitarias o dermatológicas durante el último año?**

0	1	2	3	4	+5
---	---	---	---	---	----

**9.- ¿A qué distancia se encuentra su vivienda de la planta de tratamiento el espinar?**  
.....

**9.1.- ¿Marque el grado de percepción de malos olores provenientes de la planta de tratamiento “El espinar”?**

NUNCA	A VECES	TEMPORALMENTE	CASI SIEMPRE	SIEMPRE
-------	---------	---------------	--------------	---------

**10.- En su zona existen:**

AREAS VERDES

CENTROS COMERCIALES

COLEGIOS

**10.1.- ¿EXISTE ALGUN TIPO DE PELIGRO EN SU ZONA? (asaltos, robos, etc)**  
.....

**11.- Marque el grado de impacto de un proyecto para descontaminar el lago Titicaca y un proyecto para mirador turístico en la bahía interior ¿Cuál elegiría?**

DESCONTAMINAR LA BAHIA INTERIOR DEL LAGO TITICACA

NADA IMPORTANTE	POCO IMPORTANTE	NEUTRAL	IMPORTANTE	MUY IMPORTANTE
-----------------	-----------------	---------	------------	----------------

CONTRUIR EL MIRADOR TURISTICO

NADA IMPORTANTE	POCO IMPORTANTE	NEUTRAL	IMPORTANTE	MUY IMPORTANTE
-----------------	-----------------	---------	------------	----------------

**PARTE III**

**Previa a la pregunta se menciona:** En el caso de que una organización internacional está evaluando la posibilidad de financiar un proyecto para descontaminar la bahía interior del lago Titicaca, para viabilizar el financiamiento de cualquiera de las alternativas se necesita el aporte de la población, este aporte será mensual y cubrirá los costos de operación y mantenimiento. Por ello, quisiéramos preguntarle lo siguiente:

**12.- Teniendo en cuenta sus ingresos, gastos y preferencias personales. ¿Estaría usted dispuesto a pagar la suma de S/..... mensuales por el tratamiento de agua servidas?**

SI (marque su opción y finalice la entrevista)

0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

NO (pase a la siguiente pregunta)

**13.- ¿Por qué motivo no estaría dispuesto a pagar?**

- EL GOBIERNO DEBE PAGAR, NO ES MI REPOSABILIDAD  
 NO TENGO SUFICIENTES RECURSOS ECONOMICOS  
 EL MUNICIPIO ES EL QUE DEBE PAGAR  
 NO CONFIO EN EL USO ADECUADO DE LOS FONDOS  
 OTROS, ESPECIFIQUE:

Muchas gracias por su tiempo,

**ANEXO N°02: DESCARGA DE CONTAMINANTES (KG/DIA)**

EPOCA	CONTAMINANTE	PLANTA DE TRATAMIENTO	CANALES DRENAJE	TOTAL
Época de lluvia	DBO <sub>5</sub>	3924 (94%)	246 (6%)	4170
	N – Inorgánico	1016 (90%)	110 (10%)	1126
	P – T	98,3 (91%)	10,2 (9%)	108,5
Época seca	DBO <sub>5</sub>	1514 (82%)	340 (18%)	1854
	N – Inorgánico	303 (68%)	142 (32%)	445
	P – T	29,0 (62%)	18,0 (38%)	47

Fuente: Laboratorio PELT – 2003.  
DBO = Demanda Bioquímica de Oxígeno.

**ANEXO N°03: MATRIZ DE FUENTES CONTAMINACION DE LA BAHIA INTERIOR DE PUNO**

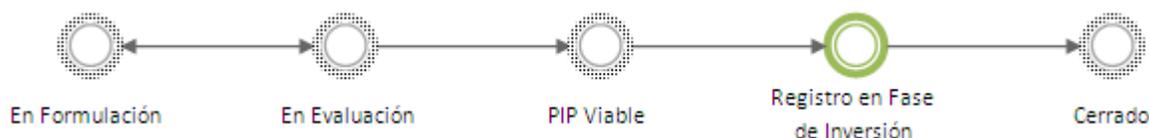
FUENTES DE CONTAMINACION VERIFICABLE	CONTAMINANTES	DESCARGA ANUAL (Kg./año)	ORDEN DE PRIORIZACION
Laguna Espinar	DBO <sub>5</sub> NT PT	992435 240717 23232	Primer orden
Aguas residuales crudas	DBO <sub>5</sub> NT PT	106945 45990 5147	Segundo orden
Aguas Pluviales	DBO <sub>5</sub> NT PT	N.D N.D N.D	Tercer orden
Residuos sólidos	Papel Materia orgánica Plástico	10628 44661 16352	Cuarto orden

Fuente: Laboratorio PELT- 2004.  
N.D = No determinado

## ANEXO N°04: FICHA SNIP PLANTA DE TRATAMIENTO

### FORMATO SNIP-03: FICHA DE REGISTRO - BANCO DE PROYECTOS

[La información registrada en el Banco de Proyectos tiene carácter de Declaración Jurada]



Fecha de la última actualización:

09/11/2010

#### 1. IDENTIFICACIÓN

1.1 **Código SNIP del Proyecto de Inversión Pública: 167951**

1.2 **Nombre del Proyecto de Inversión Pública:** CONSTRUCCION DEL EMISOR Y SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR DENOMINADO CONO NORTE DE AREQUIPA METROPOLITANA

1.3 **Responsabilidad Funcional del Proyecto de Inversión Pública:**

<b>Función</b>	18 SANEAMIENTO
<b>Programa</b>	040 SANEAMIENTO
<b>Subprograma</b>	0088 SANEAMIENTO URBANO
<b>Responsable Funcional (según Anexo SNIP 04)</b>	VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO

1.4 **Este Proyecto de Inversión Pública NO pertenece a un Programa de Inversión**

1.5 **Este Proyecto de Inversión Pública NO pertenece a un Conglomerado Autorizado**

1.6 **Localización Geográfica del Proyecto de Inversión Pública:**

Departamento	Provincia	Distrito	Localidad
AREQUIPA	AREQUIPA	YURA	
AREQUIPA	AREQUIPA	CERRO COLORADO	

1.7 **Unidad Formuladora del Proyecto de Inversión Pública:**

Sector:	VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
Nombre:	SEDAPAR S.A. - SEDAPAR
Persona Responsable de Formular:	Ing. Henry Bellido Morales
Persona Responsable de la Unidad Formuladora:	Ing. Henry Bellido Morales

1.8 **Unidad Ejecutora del Proyecto de Inversión Pública:**

Grupo:	Grupo II (EMPRESAS MUNICIPALES Y ORGANISMOS DESCENTRALIZADOS MUNICIPALES)
--------	---

SubGrupo:	EMPRESAS MUNICIPALES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
Nombre:	SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AREQUIPA S.A.
Persona Responsable de la Unidad Ejecutora:	Ing. Rossana Berolatti De la Cuba

## 2 ESTUDIOS

### 2.1 Nivel Actual del Estudio del Proyecto de Inversión Pública

Nivel	Fecha	Autor	Costo (Nuevos Soles)	Nivel de Calificación
PERFIL	05/11/2010	EPS Sedapar S.A.	0	APROBADO
FACTIBILIDAD	09/11/2010	EPS Sedapar S.A.	0	APROBADO

### 2.2 Nivel de Estudio propuesto por la UF para Declarar Viabilidad: FACTIBILIDAD

## 3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA

### 3.1 Planteamiento del Problema

Frecuentes Casos de Enfermedades Gastrointestinales, Parasitarias y Dérmicas y Alto Riesgo de Contaminación Ambiental.

### 3.2 Beneficiarios Directos

#### 3.2.1 Número de los Beneficiarios Directos 232,481 (N° de personas)

#### 3.2.2 Característica de los Beneficiarios

Los beneficiarios directos son los residentes de la Zona denominada Cono Norte de Arequipa Metropolitana y se encuentran bajo la administración de Sedapar, y cuentan con el servicio de Agua Potable en forma restringida, y al no contar con tratamiento de aguas servidas, el sistema de alcantarillado está colapsado. Las principales ocupaciones de los beneficiarios directos son: empleados dependientes principalmente del sector comercio, empleados independientes, obreros industriales, obreros de construcción civil así como vendedores en mercados e informales. Los niveles de ingreso familiar promedio son de S/: 900.00 soles /mes, razón por la que priorizan la alimentación y pago de los servicios básicos. Las viviendas de los beneficiarios se caracterizan por ser en un 90% independientes, principalmente construidas en material noble. Las principales causas de morbilidad de la población son causadas por enfermedades respiratorias, enfermedades infecciosas y parasitarias, enfermedades del sistema digestivo así como enfermedades de la piel. La población cuenta con los servicios básicos de electricidad y telefonía y otros complementarios en menor cantidad como son televisión por cable y servicios de Internet.

### 3.3 Objetivo del Proyecto de Inversión Pública

Disminución de Casos de Enfermedades Gastrointestinales, Parasitarias y Dérmicas y Bajo Riesgo de Contaminación Ambiental

### 3.4 Análisis de la demanda y oferta

Tramo	Longitud	IMD	Costo por tramo
-------	----------	-----	-----------------

#### 4 ALTERNATIVAS DEL PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA (Las tres mejores alternativas)

##### 4.1 Descripciones: (La primera alternativa es la recomendada)

Alternativa 1 (Recomendada)	Construcción de una Planta de Tratamiento ubicada en zonas eriazas en Pampa Escalerilla, distrito de Cerro Colorado, con un área aproximada de 5 ha y que tratará aproximadamente el 20% de las aguas residuales de la población de Arequipa Metropolitana, correspondientes al Cono Norte, a través de un emisor de 0.851 km de longitud que parte desde el buzón de unión de los colectores del Cono Norte (en proyecto) hasta la planta. En esta Planta se utilizará un proceso Semi-Intensivo, con un caudal promedio de tratamiento de 403 l/s y Máximo Diario de 509 l/s (para el 2036). Considera los elementos básicos siguientes: 1) Unidades RAFA (Reactores Anaerobios) con sistema de deshidratación de lodos. 2) Filtros biológicos con recirculación interna. 3) Sedimentadores secundarios con recirculación externa de lodos. y 4) Sistema de radiación UV (para remoción de patógenos).
Alternativa 2	No existe otra alternativa
Alternativa 3	No existe otra alternativa

##### 4.2 Indicadores

		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Monto de la Inversión Total (Nuevos Soles)	A Precio de Mercado	70,582,033	0	0
	A Precio Social	57,121,763	0	0
Costo Beneficio (A Precio Social)	Valor Actual Neto (Nuevos Soles)			
	Tasa Interna Retorno (%)			
Costos / Efectividad	Ratio C/E	220.59		
	Unidad de medida del ratio C/E (Ejms Beneficiario, alumno atendido, etc.)	beneficiario		

##### 4.3 Análisis de Sostenibilidad de la Alternativa Recomendada

La EPS SEDAPAR S.A. cuenta con la estructura y experiencia para realizar las fases de inversión y operación. En cuanto a la ejecución de las etapas de inversión y de operación del proyecto, SEDAPAR cuenta con trayectoria en administración sanitaria, habiendo contratado los servicios de empresas de ejecución de obra. Durante el ciclo del proyecto, SEDAPAR brindará y apoyará con información y personal calificado para las coordinaciones e inspección requeridas. El financiamiento de los costos de O&M durante la vida útil, serán cubiertos a través de la tarifa correspondiente

##### 4.4 GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES EN EL PIP (EN LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN RECOMENDADA)

###### 4.4.1 Peligros identificados en el área del PIP

PELIGRO	NIVEL
---------	-------

4.4.2 **Medidas de reducción de riesgos de desastres**

4.4.3 **Costos de inversión asociado a las medidas de reducción de riesgos de desastres**

5 **COMPONENTES DEL PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA  
(En la Alternativa Recomendada)**

5.1 **Cronograma de Inversión según Componentes:**

COMPONENTES	Semestres(Nuevos Soles)				Total por componente
	1er Semestre 2011	2do Semestre 2011	1er Semestre 2012	2do Semestre 2012	
Planta - Obras Civiles	0	9,709,410	9,709,410	8,091,175	27,509,995
Suministro e Instalación Energía Eléctrica	0	639,536	767,444	639,537	2,046,517
Equipos Electromecánicos	0	3,165,892	3,799,070	3,165,892	10,130,854
Emisor	0	989,027	989,027	0	1,978,054
Gastos Generales Fijos (4%)	0	580,155	610,598	475,864	1,666,617
Gastos Generales Variables (10%)	0	1,450,387	1,526,495	1,189,660	4,166,542
Contingencias (6%)	0	870,232	915,897	713,796	2,499,925
Utilidad (10%)	0	1,450,387	1,526,495	1,189,660	4,166,542
Puesta en Marcha	0	0	0	638,764	638,764
Educación Sanitaria	43,905	43,905	43,905	43,905	175,620
Diseño (3%)	487,485	974,971	162,495	0	1,624,951
Supervisión (5%)	0	942,751	992,222	773,279	2,708,252
Impuesto General a las Ventas (19%)	100,964	3,955,164	3,998,181	3,215,091	11,269,400
Total por periodo	632,354	24,771,817	25,041,239	20,136,623	70,582,033

5.2 **Cronograma de Componentes Físicos:**

COMPONENTES	Unidad de Medida	Semestres				Total por componente
		1er Semestre 2011	2do Semestre 2011	1er Semestre 2012	2do Semestre 2012	
Planta - Obras Civiles	Glb	0	35	35	30	100
Suministro e Instalación Energía Eléctrica	Glb	0	31	38	31	100
Equipos Electromecánicos	Glb	0	31	38	31	100
Emisor	Glb	0	50	50	0	100
Gastos Generales Fijos (4%)	Glb	0	35	36	29	100
Gastos Generales Variables (10%)	Glb	0	35	36	29	100
Contingencias (6%)	Glb	0	35	36	29	100
Utilidad (10%)	Glb	0	35	36	29	100
Puesta en Marcha	Glb	0	0	0	100	100
Educación Sanitaria	Glb	25	25	25	25	100

Diseño (3%)	Glb	30	60	10	0	100
Supervisión (5%)	Glb	0	35	36	29	100
Impuesto General a las Ventas (19%)	Glb	1	35	35	29	100

### 5.3 Operación y Mantenimiento:

COSTOS		Años (Nuevos Soles)									
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Sin PIP	Operación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con PIP	Operación	1,241,577	1,263,255	1,284,932	1,306,612	1,516,790	1,538,467	1,560,145	1,581,825	1,603,503	1,625,180
	Mantenimiento	493,708	493,708	493,708	493,708	608,449	608,449	608,449	608,449	608,449	608,449

### 5.4 Inversiones por reposición:

	Años (Nuevos Soles)										Total por componente
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Inversiones por reposición	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

### 5.5 Fuente de Financiamiento (Dato Referencial): DONACIONES Y TRANSFERENCIAS

## 6 ASPECTOS COMPLEMENTARIOS SOBRE LA VIABILIDAD DEL PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA

#### Viabilidad Técnica:

Es factible dar servicios de tratamiento de aguas servidas al Sector del Cono Norte de Arequipa Metropolitana por la facilidad de acceso a las áreas establecidas donde se construirán las futuras obras; porque las alternativas han sido planteadas con procesos adecuados para tratar las aguas servidas de la población, del comercio y de la industria (hasta niveles actuales que deberán irse adecuando a los límites máximos permisibles); diseñadas teniendo en cuenta todos los requerimientos técnicos que garantizan un adecuado y eficiente funcionamiento, y que los efluentes podrán ser reutilizados en la parte baja del Chili, en el riego de cultivos sin limitaciones considerando el cumplimiento de la normatividad en lo referente a Usos de Aguas de Clase III.

#### Viabilidad Ambiental:

Desde el punto de vista ambiental los impactos presentados durante la construcción serán tratados durante la etapa de inversión del proyecto, con medidas de mitigación ambiental, las cuales están incluidas en los presupuestos de construcción de las obras civiles; asimismo, prevé la recuperación del paisajismo en la zona de ubicación de la planta y la producción de calidad para cumplir los requerimientos de las normas en lo referente a DBO5 para su uso en riego sin restricción, que causará un impacto positivo. El proyecto permitirá recuperar el equilibrio en el ecosistema a través de la recuperación de la calidad del paisaje y la preservación de las especies de flora y fauna. Así mismo se cuenta con la Opinión Favorable Ambiental en este nivel de estudio, emitido por la DNS del VMCS - Oficio N 203-2010-VIVIENDA-VMCS-DNS. Con Resolución Directoral Nacional No. 931/INC de fecha 27.04.2010, se aprueba el Proyecto de Evaluación Arqueológica de la Planta de Aguas Servidas del Cono Norte, así como de su Emisor.

#### Viabilidad Sociocultural:

Con la realización del proyecto se mejorará la salubridad de la población de la ciudad debido a la disminución de la contaminación de las aguas, del medio ambiente y de los cultivos locales que abastecen los mercados de la ciudad; además, se recuperará el equilibrio en el ecosistema por el nuevo paisaje y la preservación de las especies de flora y fauna. En general, con la PTAR, la población de Arequipa Metropolitana mejorará su calidad y nivel de vida

**Viabilidad Institucional:**

La existencia de la EPS SEDAPAR S.A desde la década de los 60, como institución responsable del saneamiento de la ciudad, asegura la implementación del proyecto porque cuenta con cuarenta y nueve (49) años de experiencia, habiendo manejado créditos internacionales, formulado y ejecutado proyectos de saneamiento. Asimismo, se han realizado coordinaciones con diversas entidades, tales como: MEF, MVCS, INRENA, SUNASS, CONAM, DIGESA, DESA, SMCV y Municipalidades del ámbito de Arequipa Metropolitana, quienes han emitido su compromiso con el proyecto, dentro de sus facultades y atribuciones, a velar por su realización y/o garantizar su normal desarrollo durante su ciclo de vida.

**7 OBSERVACIONES DE LA UNIDAD FORMULADORA**

Sedapar cuenta con el Proyecto Integral Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Emisores y Tratamiento de Aguas Residuales de Arequipa Metropolitana, con Código SNIP N 93988, el mismo que cuenta con viabilidad a nivel de Factibilidad y contempla la ejecución de dos sistemas de tratamiento (Plantas y Emisores) que atenderían dos zonas de drenaje claramente diferenciadas y totalmente independientes: un sistema Menor (Pampa Escalerilla) que atendería la zona del Cono Norte de Arequipa, y un sistema Mayor (Pampa Los Hurtados) cuya cobertura se prevé la parte centro y sur de la ciudad. Mediante Oficio No. 861-2010/S-1010 de fecha 13.10.2010, Sedapar hace de conocimiento de la DGPM - MEF, los acuerdos llegados con sus funcionarios en reuniones de fecha 22 de julio y 06 de octubre del 2010; respecto a recomponer la viabilidad otorgada al proyecto integral, regresando a la etapa de formulación evaluación, e inscribiendo el Sistema Escalerilla con nuevo código SNIP, en razón de estar su financiamiento asegurado. Con Oficio No. 067-2010/S-1002 de fecha 21.10.2010, se comunica a la DGPM que el Directorio de la EPS SEDAPAR S.A., ha autorizado la ejecución del Sistema Escalerilla. La ejecución del presente proyecto se ha previsto ejecutar en cuatro etapas: la primera de las cuales se ejecutará durante los años 2011 y 2012 cubriendo el periodo 2013-2016, la segunda etapa se ejecutará durante el año 2016 y cubrirá la demanda de la población proyectada hasta el año 2024, es decir el periodo 2017-2024, la tercera etapa se ejecutará durante en el año 2024 y cubrirá la demanda del período 2025-2032 y la cuarta etapa se ejecutará durante en el año 2032 y cubrirá la demanda del período 2033-2036. La formulación del Estudio se ha realizado considerando las Cuatro Etapas del Proyecto, cuyo monto de Inversión Total asciende a S/. 94,695,718. Los Costos de Reposición se han considerado para los años 2026 y 2031.

**8 EVALUACIONES REALIZADAS SOBRE EL PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA**

Fecha de registro de la evaluación	Estudio	Evaluación	Unidad Evaluadora	Notas
05/11/2010 12:21 Hrs.	PERFIL	EN MODIFICACION	SEDAPAR S.A. - SEDAPAR	No se han registrado Notas
08/11/2010 17:24 Hrs.	PERFIL	APROBADO	SEDAPAR S.A. - SEDAPAR	El presente Estudio de Preinversión ha sido APROBADO a nivel de PERFIL mediante INFORME TECNICO

				N°020-2010/S-1013-OPI-SEDAPAR
09/11/2010 14:13 Hrs.	FACTIBILIDAD	EN MODIFICACION	SEDAPAR S.A. - SEDAPAR	No se han registrado Notas
09/11/2010 15:04 Hrs.	FACTIBILIDAD	EN MODIFICACION	SEDAPAR S.A. - SEDAPAR	No se han registrado Notas
09/11/2010 15:36 Hrs.	FACTIBILIDAD	APROBADO	SEDAPAR S.A. - SEDAPAR	El presente Estudio de Preinversión a nivel de FACTIBILIDAD ha sido evaluado mediante INFORME TECNICO N°021-2010/S-1013-OPI-SEDAPAR

## 9 DOCUMENTOS FÍSICOS

### 9.1 Documentos de la Evaluación

Documento	Fecha	Tipo	Unidad
Informe No. 1123-10/-1510	05/11/2010	SALIDA	SEDAPAR S.A. - SEDAPAR
Informe No. 1123-10/-1510	05/11/2010	ENTRADA	SEDAPAR S.A. - SEDAPAR
MEMORANDO N099-2010/S-1013-OPI-SEDAPAR	08/11/2010	SALIDA	SEDAPAR S.A. - SEDAPAR
MEMORANDO N099-2010/S-1013-OPI-SEDAPAR	08/11/2010	ENTRADA	SEDAPAR S.A. - SEDAPAR
Informe No. 1134-10/S-1510	09/11/2010	SALIDA	SEDAPAR S.A. - SEDAPAR
Informe No. 1134-10/S-1510	09/11/2010	ENTRADA	SEDAPAR S.A. - SEDAPAR
MEMORANDO N101-2010/S-1013-OPI-SEDAPAR	09/11/2010	SALIDA	SEDAPAR S.A. - SEDAPAR
INFORME TECNICO N°021-2010/S-1013-OPI-SEDAPAR	09/11/2010	SALIDA	SEDAPAR S.A. - SEDAPAR

### 9.2 Documentos Complementarios

Documento	Observación	Fecha	Tipo	Origen
MEMORANDO N°100-2010/S-1013-OPI-SEDAPAR	Documento que sustenta el salto.	08/11/2010	ENTRADA	
Oficio N° 934-2010-/S1010 (Empresa c/ facultades de Opi)	(COMUNICACIÓN DE VIABILIDAD) *	23/11/2010	ENTRADA	DGPM

## 10 DATOS DE LA DECLARATORIA DE VIABILIDAD

**N° Informe Técnico:** INFORME TECNICO N°021-2010/S-1013-OPI-SEDAPAR

**Especialista que Recomienda la Viabilidad:** ING° ANTONIO HURTADO PANTOS

**Jefe de la Entidad Evaluadora que Declara la Viabilidad:** ING° ANTONIO HURTADO PANTOS

**Fecha de la Declaración de Viabilidad:** 09/11/2010

## 11 COMPETENCIAS EN LAS QUE SE ENMARCA EL PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA

11.1 La Unidad Formuladora declaró que el presente PIP es de competencia Nacional.

Asignación de la Viabilidad a cargo de **UF SEDAPAR S.A. - SEDAPAR**

