

ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD SOCIOECONÓMICA EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL REÚSO DE AGUAS RESIDUALES CON DESTINO A LA INDUSTRIA DE BAHÍA BLANCA

SCHMIDT, M. PATRICIA.¹; ESANDI, JUAN I.² Y SARTOR, ALOMA S.¹

1: Grupo de Estudio de Ingeniería Ambiental
Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Bahía Blanca
11 de abril 461 – (8000) Bahía Blanca
e-mail: pschmidt@frbb.utn.edu.ar; asartor@frbb.utn.edu.ar

2: Departamento de Ciencias de la Administración
Universidad Nacional del Sur (UNS)
12 de Octubre y San Juan, 8° Piso – (8000) Bahía Blanca
e-mail: juaniesandi@gmail.com

Resumen. *El presente trabajo forma parte de una tesis de Maestría en el eje que investiga sobre la viabilidad socioeconómica en la implementación del reúso de aguas residuales con destino a las industrias a gran escala de la zona industrial portuaria de Bahía Blanca, en el marco de la perspectiva de la Gestión Integrada de los Recursos Hídrico (GIRH). Actualmente el complejo industrial portuario consume casi un 25% del total del agua suministrada. Un proyecto de recuperación y tratamiento del efluente de salida de líquidos cloacales de la Planta de Tratamiento Bahía Blanca, podría reemplazar este porcentaje de agua dulce, actualmente de uso industrial, para mejorar la oferta de agua para consumo urbano. La metodología que se utilizará para elaborar este trabajo consistirá en el análisis Costo – Beneficio y para ello será necesario realizar un diagnóstico de la situación actual en materia de agua y saneamiento, proyectar las aguas residuales provenientes de la Planta de Tratamiento Bahía Blanca de la Primera Cuenca, describir el proyecto que se propone con su análisis de costos privados y realizar una evaluación en términos sociales de ponerlo en marcha, con la proyección de los costos y beneficios sociales para la situación incremental, es decir la situación con proyecto versus la situación sin proyecto, emitiendo una respuesta basada en los indicadores de rentabilidad social.*

Palabras clave: Reúso de Aguas Residuales, Costo Beneficio, evaluación socioeconómica.

1. INTRODUCCION

Una gestión sostenible del agua implica, no sólo atender las demandas de agua, sino también proteger las aguas superficiales y subterráneas, así como conseguir el equilibrio y la armonización del desarrollo regional y sectorial. Para ello, es preciso cambiar el modelo de gestión de forma que fomente el ahorro y la eficiencia del uso buscando fuentes alternativas de agua como la reutilización de la misma.

El desarrollo de actividades de reúso de aguas residuales destinadas al sector industrial tiene sentido en la participación que este representa en el consumo total del recurso (59%) [1]. En Bahía Blanca, esta participación es igualmente representativa, debido a que se caracteriza por

ser una ciudad portuaria e industrial de escala nacional e internacional, con un desarrollo químico y petroquímico importante y cuya demanda de agua (más del 25% del total que se consume en la ciudad) entra en conflicto potencialmente con las demandas urbanas. Además, destinar el agua residual tratada al Complejo Químico y Petroquímico se fundamenta en la significativa participación de este sector sobre el valor agregado total local (casi 24 % del ingreso total generado en el partido de Bahía Blanca) [2] y en su proyecto de crecimiento dado que la compañía Dow anunció que invertirá 450 Millones de Pesos para la ampliación de su Complejo Productivo en Bahía Blanca, entre otras.

En este contexto, un proyecto de recuperación y tratamiento de efluentes urbanos, que reemplace el caudal de agua potable y/o cruda que actualmente es derivado a las grandes industrias del sector portuario, sería clave para afianzar y sostener el desarrollo industrial de dicho sector, contribuyendo además a reducir los efectos negativos de las crisis hídricas que han castigado a la región en los últimos años y que amenazan profundizarse en el futuro si no se toman medidas concretas para avanzar hacia una gestión integrada de los recursos hídricos. La reutilización de los efluentes urbanos no solo mejoraría las posibilidades de suministro a la población, sino que evitaría fuentes de contaminación del Estuario de Bahía Blanca, como son los vuelcos de las plantas de tratamientos de líquidos cloacales en las condiciones actuales de funcionamiento.

El objetivo de este trabajo es mostrar la evaluación socioeconómica del proyecto de construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) para la reutilización de las mismas en las industrias de gran escala del sector portuario industrial de la ciudad de Bahía Blanca.

Se considera como área de estudio a la ciudad de Bahía Blanca (cabecera del partido) con su complejo químico y petroquímico, incluyendo las localidades de General Daniel Cerri e Ingeniero White, correspondientes al Partido de Bahía Blanca y a la ciudad de Punta Alta (cabecera del partido), con la Base Naval Puerto Belgrano, correspondientes al partido Coronel de Marina L. Rosales. Ambas ciudades, con sus localidades incluidas, guardan vinculación directa con el proyecto de regeneración y reutilización de aguas residuales, pues se proveen del mismo sistema de abastecimiento de agua y un proyecto de esta naturaleza, plantea la alternativa de una “fuente de agua” a partir del tratamiento de aguas residuales urbanas, como una opción necesaria desde la perspectiva de la sustentabilidad.

Para desarrollar la evaluación socioeconómica se debe comenzar con la realización de un diagnóstico de la situación actual, luego incorporar optimizaciones y llegar a la situación sin proyecto.

2. SITUACION SIN PROYECTO

A los fines del presente trabajo se ha considerado una simplificación de la situación actual en materia de agua y saneamiento. Partiendo que ha de definirse la situación sin proyecto para la oferta y demanda de agua y saneamiento sin proyecto, se optó por describir la situación de la proyección de aguas residuales en la primera cuenca.

2.1. Proyección de aguas residuales en la primera cuenca

La estimación de la proyección de aguas residuales se realiza únicamente para la 1° Cuenca (1° C) por las siguientes razones:

- El proyecto propone tratar los efluentes cloacales que salen de la Planta Depuradora Bahía Blanca (1° C) donde solo se realiza un pretratamiento - separación de sólidos -. Por lo tanto, se debe contar con el insumo que se estima saldrá de esta Planta hacia la nueva PTAR propuesta.

- Se debe establecer la situación sin proyecto para luego contrastarla con la situación con proyecto. Para el presente análisis, solo afectará a esta cuenca. La Tabla N° 1 muestra la proyección de la demanda de saneamiento sin proyecto para la 1° C, dividida en tres etapas:

1° Etapa.- Se estima la participación de la población de la 1° C en relación a la población total, partiendo de una población total de 311.000 hab. en el año 2010 y una población de 175.303 hab. en ese año correspondiente a la 1° C [3], resultando una participación del 56,37 %, constante para todo el período de proyección. Luego se estima la población servida para la 1° C (considerando cobertura cloacas 83%, constante, al igual que en la situación actual) y por último, teniendo en cuenta el caudal promedio de la PTAR 1° C (1.750 m³ /h) y la población servida de la 1° C, se estima el caudal promedio por habitante para dicha cuenca, constante para el período de proyección: aprox. 0,012 m³/hab-hora. Este valor fijo se multiplica por la población servida estimada de la 1° C, resultando el caudal promedio de la 1° C.

2° Etapa.- Partiendo de la situación actual, que considera un caudal promedio de 1.750 m³/h de la Planta Depuradora Bahía Blanca de la 1° C y de 350 m³/h de la Planta Depuradora de la Tercera Cuenca, se obtiene que del total de las aguas residuales en dichas plantas, el 83 % corresponde a la Planta Depuradora Bahía Blanca 1° C. Con esta participación y teniendo en cuenta la proyección total de aguas residuales generadas a partir del consumo residencial de agua potable en la situación actual, se proyectan las aguas residuales crudas (ARC) que llegarían a la Planta Depuradora Bahía Blanca 1° C. La diferencia entre este caudal y el estimado en la 1° Etapa, se atribuye a pérdidas en el sistema de conducción de las aguas residuales que se vierten a la red cloacal correspondiente a la 1° C.

3° Etapa.- A partir de las aguas residuales no tratadas en la 1° C atribuidas a pérdidas, obstrucciones, desbordes cloacales, etc. y considerando el impacto de las optimizaciones en el sistema de conducción de las mismas, se estima una recuperación del 30 % para el primer año, incrementándose un 10 % anual a partir del segundo año hasta alcanzar el máximo a recuperar correspondiente al 100 % de las pérdidas. Esta agua residual recuperada por optimizaciones se suma a la de la 1° Etapa, obteniéndose así el ARC a tratar con optimizaciones, insumo del proyecto.

| Año | 1° Etapa | | | | 2° Etapa | | | 3° Etapa | |
|------|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|---------------------|---------------------------|
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) |
| | Población Total (hab.) | Población Total 1° C | Población Servida 1° C | Caudal Prom. PTAR 1° C | ARC vertido a sist. cloacal | ARC vertido a 1° C | ARC no tratada en 1° C | ARC recuperada 1° C | ARC a tratar con Optimiz. |
| 2014 | 322.170 | 181.599 | 150.727 | 1.871 | 3.346 | 2.788 | 917 | 275 | 2.147 |

| | | | | | | | | | |
|---|---------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2015 | 325.025 | 183.208 | 152.063 | 1.888 | 3.371 | 2.809 | 921 | 369 | 2.257 |
| 2016 | 327.905 | 184.832 | 153.410 | 1.905 | 3.397 | 2.831 | 926 | 463 | 2.368 |
| 2017 | 330.584 | 186.342 | 154.664 | 1.920 | 3.422 | 2.851 | 931 | 559 | 2.479 |
| 2018 | 333.284 | 187.864 | 155.927 | 1.936 | 3.447 | 2.872 | 936 | 655 | 2.591 |
| 2019 | 336.007 | 189.399 | 157.201 | 1.952 | 3.472 | 2.893 | 941 | 753 | 2.705 |
| 2020 | 338.752 | 190.946 | 158.485 | 1.968 | 3.497 | 2.914 | 947 | 852 | 2.820 |
| 2021 | 341.520 | 192.506 | 159.780 | 1.984 | 3.523 | 2.936 | 952 | 952 | 2.936 |
| 2022 | 344.310 | 194.079 | 161.086 | 2.000 | 3.549 | 2.957 | 957 | 957 | 2.957 |
| 2023 | 347.123 | 195.665 | 162.402 | 2.016 | 3.575 | 2.979 | 962 | 962 | 2.979 |
| 2024 | 349.959 | 197.263 | 163.728 | 2.033 | 3.601 | 3.001 | 968 | 968 | 3.001 |
| 2025 | 352.818 | 198.875 | 165.066 | 2.050 | 3.627 | 3.023 | 973 | 973 | 3.023 |
| 2026 | 355.701 | 200.500 | 166.415 | 2.066 | 3.654 | 3.045 | 979 | 979 | 3.045 |
| 2027 | 358.275 | 201.951 | 167.619 | 2.081 | 3.677 | 3.064 | 983 | 983 | 3.064 |
| 2028 | 360.868 | 203.412 | 168.832 | 2.096 | 3.701 | 3.084 | 988 | 988 | 3.084 |
| 2029 | 363.480 | 204.885 | 170.054 | 2.111 | 3.725 | 3.104 | 992 | 992 | 3.104 |
| 2030 | 366.110 | 206.367 | 171.285 | 2.127 | 3.748 | 3.124 | 997 | 997 | 3.124 |
| 2031 | 368.760 | 207.861 | 172.525 | 2.142 | 3.772 | 3.144 | 1.002 | 1.002 | 3.144 |
| 2032 | 371.429 | 209.365 | 173.773 | 2.158 | 3.797 | 3.164 | 1.006 | 1.006 | 3.164 |
| 2033 | 374.117 | 210.881 | 175.031 | 2.173 | 3.821 | 3.184 | 1.011 | 1.011 | 3.184 |
| 2034 | 376.825 | 212.407 | 176.298 | 2.189 | 3.846 | 3.205 | 1.016 | 1.016 | 3.205 |
| 2035 | 379.552 | 213.944 | 177.574 | 2.205 | 3.870 | 3.225 | 1.021 | 1.021 | 3.225 |
| 2036 | 382.299 | 215.492 | 178.859 | 2.221 | 3.895 | 3.246 | 1.025 | 1.025 | 3.246 |
| Notas: | | | | | | | | | |
| (1) Población Total de Bahía Blanca, General Daniel Cerri e Ingeniero White | | | | | | | | | |
| (2) Considera constante la proporción de pob. de la 1° C respecto a la pob. total (56,37 %), con base en datos ABSA, 2010. | | | | | | | | | |
| (3) Considera constante cob. actual de cloacas del sistema para la 1° C (83 %). Dato inicial 2010 con cob INDEC, 2010 (80,4 %). | | | | | | | | | |
| (4) Considera constante sit. actual de generación AR/hab servido (0,012 m3/hab-h.) para estimar la generación de AR de la 1°C | | | | | | | | | |
| (5) Considera el caudal total generado a partir del consumo de agua potable. | | | | | | | | | |
| (6) Considera const. el % de agua que se vuelca a la 1° C (83 %) respecto del total que se vuelca al sist (1.750/(1.750 + 350)) | | | | | | | | | |
| (7) Se estima por diferencia entre el caudal que se vuelca a la 1° C y el caudal que se trata en la PTAR 1° Cuenca (pérdidas). | | | | | | | | | |
| (8) Se estima el ARC recuperada por optimizaciones al sistema de conducción de las mismas (30 % el 1er. Año + 10 % anual a partir del 2do. año hasta alcanzar 100%) | | | | | | | | | |
| (9) Se estima el ARC que podría tratarse en la PTAR de la 1°C con optimizaciones al sistema de conducción de las mismas. | | | | | | | | | |

Tabla N° 1.- Estimación de la Demanda de Saneamiento sin proyecto – 1° Cuenca B Bca.

3. DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto propone la construcción de una PTAR, utilizando como insumo los efluentes cloacales de la Planta de Tratamiento Bahía Blanca 1° C, donde actualmente solo reciben un pretratamiento, para luego ser reutilizadas en las industrias a gran escala de la zona industrial portuaria de Bahía Blanca. Los principales componentes del proyecto son:

- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).
- Interconexión de colectores y emisores entre la Planta de Tratamiento Bahía Blanca y la PTAR propuesta.
- Infraestructura necesaria para conducir el agua regenerada desde la PTAR propuesta a las industrias del sector portuario industrial para su reúso.

La PTAR propuesta consistirá en una etapa de pretratamiento mejorada con igualación de flujo y un tratamiento secundario avanzado que combine oxidación biológica de los contaminantes orgánicos con eliminación de nutrientes. Posteriormente, se realizaría un tratamiento terciario mediante ultrafiltración, seguido de ósmosis inversa (desalinización 100

%). Para el tratamiento de lodos, se dispondrá un tanque de almacenamiento, unidades de espesamiento, unidades de deshidratación y digestores aeróbicos.

Se prevé la localización de la nueva PTAR en el predio de la actual Planta de Tratamiento Bahía Blanca (PTBB), propiedad del organismo operador ABSA S.A. Entre las condiciones que favorecen dicha localización se pueden citar: la disponibilidad de terrenos en el área de la actual PTBB, la distancia entre la entrada al predio de la PTBB y la del predio de las industrias (Profertil, por ej) es de 5.050 metros (trazado en línea recta), el abastecimiento de agua cruda y potable al área industrial utiliza un sistema por gravedad (inicia aprox. a 70 msnm descendiendo hasta los 5 msnm) y el tendido del ducto que lleva los efluentes de la Planta de Ing. White a la PTBB por bombeo constituye una traza existente para tender un nuevo ducto en paralelo y en sentido contrario por gravedad, conectar la planta de tratamiento al área de abastecimiento en la zona industrial.

3.1. Costos Privados

La inversión inicial incluye todos los procesos de operación (tratamiento preliminar, secundario, terciario, cuaternario y de lodos) y la infraestructura para conducir el agua desde la PTAR al Polo Petroquímico. Los costos privados de la inversión inicial fueron de 96.020.074 dólares de Junio 2016, sin considerar el Impuesto al Valor Agregado (IVA).

En cuanto a los costos de operación y mantenimiento se pueden dividir en fijos y variables. Para la estimación de los costos variables se tienen en cuenta la energía eléctrica, productos químicos y transporte y disposición final de lodos. El consumo de energía eléctrica anual estimado para una planta con similar caudal de tratamiento e idénticos procesos a fin de alcanzar agua con la calidad requerida para reúso en la industria es de 29.121.890 kWh (79.786 kWh/día), considerando un caudal de 21.681.000 m³/año (caudal del cuaternario). Por lo tanto, el consumo por m³ de agua tratada se estima en 1,343 kWh/m³. El precio de referencia de la energía eléctrica que se utiliza es la que paga una industria en Bahía Blanca (categoría Gran Usuario Mayor) y que compra al Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), debido a que puede asimilarse la misma categoría para la nueva PTAR que se propone. El valor informado es de 77 USD/MWh (Junio 2016), es decir 0,077 USD/KWh. Por lo tanto, el costo de la energía eléctrica por m³ de agua tratada, resulta:

$$1,343 \text{ kWh/m}^3 * 0,077 \text{ USD/KWh} = 0,1034 \text{ USD/m}^3 \text{ (2.242.386 USD/año).}$$

Para la estimación de la tasa de consumo de productos químicos para todos los tratamientos se consideró la información de una planta con similar caudal de tratamiento e idénticos procesos. Para estimar los costos de productos químicos, se solicitó un presupuesto a una empresa de la ciudad de Bahía Blanca (Química Industrial Bahiense S.A.). El costo total por adición química se estima en 1.331.012 USD/año, siendo el costo unitario de 0,061 USD/m³.

Para estimar el costo del transporte y de disposición final de lodos se parte de que la cantidad de lodos generados es de 41 ton/día, lo que significa una producción anual de lodos de 14.965 toneladas, el cual contiene 20 % de sólidos secos. El costo del transporte y disposición final de los lodos hasta el IPES (Centro de Disposición Final de Residuos Industriales -Relleno de Seguridad-) es de 140,45 USD/ton. Por lo tanto, el costo total anual previsto para el transporte y disposición final de lodos es de 2.101.834 USD/año (0,097 USD/m³). Sumados todos los

costos variables arroja un valor de 0,262 USD/m³.

En cuanto a la estimación de los gastos fijos, se tuvo en cuenta el mantenimiento de la obra civil y de los equipos, la mano de obra y los gastos generales, considerando un caudal del cuaternario de 21.681.000 m³/año, totalizaron 1.265.600 dólares de Junio 2016, lo que hace un gasto fijo de 0,058 USD/m³.

En resumen, el costo total medio unitario es de 0,32 USD Junio 2016/m³.

4. SITUACION CON PROYECTO

En este punto se describe cómo se modifica la situación sin proyecto una vez que entra en operación el proyecto propuesto. Esta situación con proyecto será la base sobre la cual se realice la identificación, cuantificación y valoración de costos y beneficios atribuibles al proyecto.

4.1.- Oferta de agua y saneamiento con proyecto

En cuanto a la oferta de agua y saneamiento, las variables relevantes que cambian en la situación con proyecto, respecto a la situación sin proyecto, son:

- el incremento en la oferta de saneamiento aportado por la capacidad de tratamiento de la nueva PTAR (3.300 m³ /hora).
- la oferta de agua regenerada con calidad adecuada para ser reutilizadas en el sector portuario industrial, luego del tratamiento cuaternario.
- la oferta de agua potable/cruda liberada por ser sustituida por agua regenerada.

4.2.- Demanda de agua y saneamiento con proyecto

En la situación con proyecto, la demanda de agua potable y/o cruda podría aumentar respecto a la situación sin proyecto, dada la sustitución del consumo del sector industrial por agua regenerada. Del mismo modo, cabría esperar que aumente la demanda de saneamiento por efecto de un mayor consumo residencial y consecuentemente una mayor generación de aguas residuales (también podría destinarse a reservas). La cantidad demandada de agua regenerada estará dada en principio por la demanda del Polo Petroquímico, que será de 620 m³/hora de agua potable y 1.250 m³/hora de agua cruda, lo que en total representa 1.870 m³/hora, constante hasta el año 2025. A partir del año 2026 aumentaría la demanda de agua regenerada un 20 % - constante para todo lo que resta del período – debido a las inversiones de crecimiento que se mencionara en la introducción.

4.2.1.- Demanda de Saneamiento Con Proyecto – 1° Cuenca

En cuanto a la demanda de saneamiento con proyecto en la 1° C, la Tabla N° 2 refleja el impacto que genera la nueva PTAR. Cabe aclarar, que en la Situación sin Proyecto se considera “cero” porque actualmente el tratamiento solo se restringe a un primario deficitario. Y recordemos que en la Situación con Proyecto, en el año 2036, estaría trabajando a su plena capacidad.

| Año | Situación Sin Proyecto | | | Situación Con Proyecto | | |
|------|--------------------------------|----------------------------|---|--------------------------------|----------------------------|---|
| | Agua Residual a tratar en 1° C | Agua Residual Tratada 1° C | Agua Residual cruda sin tratamiento en 1° C | Agua Residual a tratar en 1° C | Agua Residual tratada 1° C | Agua Residual Cruda sin tratamiento en 1° C |
| | m ³ /hora | | | m ³ /hora | | |
| 2016 | 2.368 | 0 | 2.368 | 2.368 | 0 | 2.368 |
| 2017 | 2.479 | 0 | 2.479 | 2.479 | 0 | 2.479 |
| 2018 | 2.591 | 0 | 2.591 | 2.591 | 2.591 | 0 |
| 2019 | 2.705 | 0 | 2.705 | 2.705 | 2.705 | 0 |
| 2020 | 2.820 | 0 | 2.820 | 2.820 | 2.820 | 0 |
| 2021 | 2.936 | 0 | 2.936 | 2.936 | 2.936 | 0 |
| 2022 | 2.957 | 0 | 2.957 | 2.957 | 2.957 | 0 |
| 2023 | 2.979 | 0 | 2.979 | 2.979 | 2.979 | 0 |
| 2024 | 3.001 | 0 | 3.001 | 3.001 | 3.001 | 0 |
| 2025 | 3.023 | 0 | 3.023 | 3.023 | 3.023 | 0 |
| 2026 | 3.045 | 0 | 3.045 | 3.045 | 3.045 | 0 |
| 2027 | 3.064 | 0 | 3.064 | 3.064 | 3.064 | 0 |
| 2028 | 3.084 | 0 | 3.084 | 3.084 | 3.084 | 0 |
| 2029 | 3.104 | 0 | 3.104 | 3.104 | 3.104 | 0 |
| 2030 | 3.124 | 0 | 3.124 | 3.124 | 3.124 | 0 |
| 2031 | 3.144 | 0 | 3.144 | 3.144 | 3.144 | 0 |
| 2032 | 3.164 | 0 | 3.164 | 3.164 | 3.164 | 0 |
| 2033 | 3.184 | 0 | 3.184 | 3.184 | 3.184 | 0 |
| 2034 | 3.205 | 0 | 3.205 | 3.205 | 3.205 | 0 |
| 2035 | 3.225 | 0 | 3.225 | 3.225 | 3.225 | 0 |
| 2036 | 3.246 | 0 | 3.246 | 3.246 | 3.246 | 0 |

Tabla N° 2. Demanda de saneamiento con proyecto en la 1° Cuenca

5. EVALUACION SOCIAL

En este apartado se trata de identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios sociales atribuibles al proyecto, comparando la situación sin proyecto con la situación con proyecto en términos monetarios, a lo largo del horizonte de evaluación de 20 años, considerando la vida útil de la infraestructura y utilizando una tasa de descuento social del 9 % anual. Todos los flujos del proyecto serán expresados a precios constantes (USD Junio 2016).

5.1. Identificación, cuantificación y valoración de los costos sociales

Para ajustar los precios privados o de mercado se eliminó el IVA y se afectaron por los factores de corrección social de la mano de obra y del tipo de cambio social, los cuales se observan dentro de los vigentes en los países latinoamericanos, de acuerdo al siguiente detalle:

- 0,725 (promedio entre Mano de Obra calificada y no calificada) para ajustar la Mano de

Obra de la inversión inicial.

- 0,80 (Mano de Obra Calificada) para ajustar Mano de Obra de gastos operativos y de mantenimiento.

El tipo de cambio social que se estimó es de 14,24 \$/dólar (junio 2016) como aproximación del tipo de cambio de mercado (RPC = 1).

El costo social de la inversión inicial resultó en 85.265.854 dólares. No se consideran ampliaciones en la capacidad de la PTAR durante el horizonte de evaluación, por lo tanto tampoco se considera ninguna inversión adicional.

El costo variable se discrimina en un costo por tratamientos primario, secundario y transporte y disposición final de lodos (0,14 USD/m³) de todo el efluente entrante a la planta y otro costo variable por tratamiento terciario y cuaternario (0,122 USD/m³) solo del caudal destinado a reúso por parte de las industrias. El gasto fijo resultó en 1.028.288 USD Junio 2016.

5.2. Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios sociales

Uno de los principales beneficios del proyecto es la producción de agua regenerada con la calidad requerida para sustituir el agua potable y el agua cruda que utilizan las industrias, liberando dichos volúmenes empleados en procesos e instalaciones. Esta sustitución del agua potable y cruda por agua regenerada permitirá generar los siguientes beneficios:

5.2.1. Consumo asociado a la aparición del mercado de agua regenerada

La aparición de la oferta de agua regenerada debido al proyecto permitirá la liberación de recursos por sustituir agua potable/cruda por agua regenerada para la industria. La manera de cuantificar este beneficio es por medio del número de m³ consumidos de agua regenerada, representado por el consumo de las industrias del Polo Petroquímico (620 m³ /hora de agua potable + 1.250 m³ /hora de agua cruda), que es el consumo actual, constante hasta el 2025, para luego crecer un 20 % por única vez en el 2026 y seguir proyectando hasta el 2036.

Para su valoración se debe considerar el precio social del agua regenerada. Como no existe un mercado de agua regenerada, se toma el valor del precio de agua regenerada que se usa en España, en un Polo Petroquímico del Camp de Tarragona en industrias de similares procesos, menos lo que pagan actualmente: 0,50 Euros/m³ = 0,68 USD/m³.

El valor del agua regenerada de 0,68 USD/m³ (26/06/2014) es equivalente al valor del agua en junio 2016 (tipo de cambio social), ya que la inflación es muy baja en dólares (0,12 % - Período junio 2014-junio 2015 y 1,00 % - Período junio 2015-junio 2016). Actualmente las tarifas que paga el sector son: Tarifa de agua cruda: 0,05 USD/m³ (Junio 2016). Tarifa de agua potable: 0,062 USD/m³ (Junio 2016).

5.2.2. Mayor disponibilidad de agua para consumo residencial

El beneficio enunciado anteriormente no refleja el beneficio de sustituir agua potable de consumo industrial por consumo residencial. Esto se debe a que el valor del metro cúbico de consumo residencial es más caro que el metro cúbico para uso industrial. Por lo tanto, los metros cúbicos de agua potable y cruda utilizados en la industria que se sustituyen en el

enunciado anterior, se valorizan al precio social del agua potable para consumo residencial. Se estima un valor conservador, tomando la tarifa inicial del cuadro tarifario vigente de ABSA de 5,74 \$/m³ (0,40 USD/m³, al tipo de cambio social 14,24 \$/USD) en lugar del valor promedio entre las 13 escalas de consumo establecidas en las facturaciones por ABSA (9,077 \$/m³ = 0,637 USD/m³, al tipo de cambio social 14,24 \$/USD).

5.2.3. Otros beneficios que no pueden ser cuantificados y valorados

Otros beneficios, aunque no pueden ser cuantificados y valorados, deben al menos identificarse. Entre ellos se pueden encontrar los siguientes:

- Beneficio ambiental por la eliminación de externalidades negativas en el medio ambiente.
- Beneficio por la venta de lodos secos estabilizados.
- Beneficio por el impacto positivo en la actividad económica de los pescadores, por la mejora de la calidad del agua del estuario.

6. CONCLUSIONES

Una vez identificados, cuantificados y valorados los costos y beneficios del proyecto dentro del horizonte de evaluación, se calcula el flujo de beneficios netos, para cada periodo del horizonte de evaluación del proyecto. Una vez estimado éste, se calculan indicadores de rentabilidad para determinar la conveniencia de llevar a cabo el proyecto. Estos indicadores de rentabilidad son el Valor Actual Neto Social (VANS) y la Tasa Interna de Retorno o Rendimiento Social (TIRS). El VANS indica el valor “al día de hoy” del flujo de efectivo generado por el proyecto en el horizonte de evaluación. Para convertir los valores futuros en actuales se utiliza la tasa de descuento. Dicha tasa representa el costo de oportunidad de los fondos invertidos, es decir cuánto se podría obtener en el mejor uso alternativo existente. La tasa social de descuento representa el costo para la sociedad de utilizar recursos hoy en día, para obtener beneficios en el futuro.

La TIRS representa cuál es el rendimiento del proyecto independientemente de la tasa de descuento que se tome en cuenta. Una definición formal de la TIRS, consiste en caracterizarla como aquella tasa de descuento que hace que el VANS de un proyecto sea igual a cero.

Para el proyecto propuesto, resulto el VANS en 12.237.614 dólares a Junio 2016 y la TIRS del 10,86 %. En esta etapa también deben excluirse consideraciones relativas al financiamiento del proyecto, debido a que como primer paso, debe demostrarse que el proyecto es rentable y después analizar la mejor forma de su financiamiento.

Por último, se puede decir que este tipo de evaluaciones socioeconómicas se concluyen con un análisis de sensibilidad y riesgos, para determinar la variación que puede tener un proyecto en sus parámetros de rentabilidad ante cambios en sus principales variables tanto de costos como de beneficios. Por ejemplo, se pueden presentar diferentes análisis de sensibilidad, que van desde la variación de hasta un 20 % de más y un 20 % de menos, tanto para el monto de la inversión inicial, el costo variable de la energía eléctrica, la demanda de agua regenerada por parte de las industrias, la tarifa de agua regenerada que pagan las industrias y la tasa de descuento social, entre otras.

7. REFERENCIAS

- [1] Naciones Unidas, “*Agua para todos, agua para la vida*”, Primer informe sobre el desarrollo recursos hídricos en el mundo, (2003).
- [2] Centro Regional de Estudios Económicos de Bahía Blanca (CREEBBA), “Estimación del Producto Bruto del partido de Bahía Blanca”, (2014).
- [3] Aguas Bonaerenses S.A. “Sistema Cloacal de Bahía Blanca y Alternativas de Reutilización de Aguas Residuales”. (2010)
- [4] Schmidt, Patricia. “Regeneración y reutilización de aguas residuales en el marco de la perspectiva de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH). Análisis de la viabilidad socioeconómica en la implementación del reúso de aguas residuales con destino a las industrias a gran escala de la zona industrial portuaria de Bahía Blanca”. Tesis de Maestría en Administración de Negocios. UTN FRBB, (2017)