



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Estudios Superiores

Aragón

División de Ingeniería Mecánica e Industrial

*Evaluación Financiera para la Optimización del Uso
del Agua en una Refinería de Petróleo*

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

PRESENTA:

PEDRO MEZA JURADO

DIRECTOR DE TESIS:

M. en I. FERNANDO MACEDO CHAGOLLA

FES Aragón, México 2012





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Evaluación Financiera para la Optimización del Uso del Agua en una Refinería de Petróleo

A mi Familia:

A mis padres por todo el apoyo incondicional hasta el día de hoy. Por los consejos y las palabras que impulsaron el término de este ciclo. Todas las gracias no serán suficientes para demostrar lo agradecido por todo.

A mis Amigos:

Muchas gracias a todos mis compañeros de la carrera a Luis, Rodrigo, Raúl, Oscar, Alfonso, Manuel y mis amigas de otras carreras como Alejandra, Mónica, Angélica, Wendoline.

A los que conocí en el trabajo como Frantz, David, Marco, Paula y Nadia.

Por todo su apoyo y por enseñarme muchas mas cosas y por tenerme mucha paciencia.

A todos los que me faltaron de mencionar

Índice

1. INTRODUCCIÓN	5
2. OBJETIVO	6
3. ALCANCE	7
4. METODOLOGÍA	8
5. DESARROLLO	14
6. CONCLUSIONES	56
7. ANEXOS	57
8. BIBLIOGRAFÍA	81

Índice de Figuras

Figura 1. Metodología empleada, para el desarrollo de la actividad	8
Figura 2. Análisis de sensibilidad para la propuesta 1 de condensados.....	27
Figura 3. Análisis de sensibilidad de la TIR para la propuesta 1 de condensados	28
Figura 4. Análisis de sensibilidad del VPN de la propuesta 2 de condensados	33
Figura 5. Análisis de sensibilidad de la TIR de la propuesta 2 de condensados	34
Figura 6. Análisis del VPN de la propuesta 3 de condensados	38
Figura 7. Análisis de sensibilidad de la TIR de la propuesta 3 de condensados	39
Figura 8. Análisis de sensibilidad de la propuesta 4 de condensados	43
Figura 9. Análisis de sensibilidad de la TIR de la propuesta 4 de condensados	44
Figura 10. Análisis de sensibilidad del VPN de la propuesta 5 de condensados	48
Figura 11. Análisis de sensibilidad de la TIR de la propuesta 5 de condensados	49

Índice de Tablas

Tabla 1.	Listado de todas las propuestas para la Refinería	11
Tabla 2.	Propuestas técnicas para evaluación económica	14
Tabla 3.	Consumo y costo de químicos de la propuesta 2 de pretratamiento	15
Tabla 4.	Consumo diario y costo anual de la propuesta 2 de pretratamiento.....	16
Tabla 5.	Beneficios con la propuesta 2 de pretratamiento	16
Tabla 6.	Programa de inversión de la propuesta 2 de Pretratamiento	17
Tabla 7.	Indicadores financieros de la propuesta 2 de Pretratamiento	18
Tabla 8.	Consumo y costo de agua clarificada por sistema	19
Tabla 9.	Consumo y costo de químicos de la propuesta 1 de UDA's	19
Tabla 10.	Consumo y costo de energía de la propuesta 1 de UDA's	20
Tabla 11.	Ahorro de químicos por instalación de ósmosis más EDI	21
Tabla 12.	Costo de agua desmineralizada por sistema.....	21
Tabla 13.	Beneficio de la propuesta 1 de UDA's	22
Tabla 14.	Programa de inversión de la propuesta 1 de UDA's	22
Tabla 15.	Indicadores financieros de la propuesta 1 de UDA's	23
Tabla 16.	Ahorros y beneficios de la propuesta 1 para condensados	25
Tabla 17.	Programa de inversión de propuesta 1 de condensados.....	25
Tabla 18.	Indicadores financieros de la propuesta 1 de condensados	26
Tabla 19.	Consumo y costo de energía de la propuesta 2 de condensados.....	29
Tabla 20.	Beneficio de la propuesta 2 de condensados.....	30
Tabla 21.	Programa de inversión de la propuesta 2 de condensados.	30
Tabla 22.	Indicadores de financieros de la propuesta 2 de condensados	32
Tabla 23.	Consumo y costo de energía de la propuesta 3 de condensados.....	35
Tabla 24.	Beneficios de la propuesta 3 de condensados	36
Tabla 25.	Programa de inversiones de la propuesta 3 de condensados	36
Tabla 26.	Indicadores financieros de la propuesta 3 de condensados	37
Tabla 27.	Consumo y costo de energía de la propuesta 4 de condensados.....	40
Tabla 28.	Beneficios de la propuesta 4 de condensados	41
Tabla 29.	Programa de inversiones de la propuesta 4 de condensados	41
Tabla 30.	Indicadores financieros de la propuesta 4 de condensados	42
Tabla 31.	Consumo y costo de energía de la propuesta 5 de condensados.....	45
Tabla 32.	Beneficios de la propuesta 5 de condensados	46
Tabla 33.	Programa de inversión de la propuesta 5 de condensados	46
Tabla 34.	Indicadores financieros de la propuesta 5 de condensados	47
Tabla 35.	Productos químicos y reactivos para el tren PTAN-PTAR	50
Tabla 36.	Consumo y costo de servicio adicional para la propuesta 1 y 2 de PTAR	50
Tabla 37.	Consumo y costo de energía eléctrica de la propuestas 1 y 2 de efluentes	51
Tabla 38.	Personal requerido para la propuesta 1 y 2 de PTAR.....	52
Tabla 39.	Programa de inversión de las propuestas 1 y 2 de PTAR	53
Tabla 40.	Indicadores financieros de las propuestas 1 y 2 de PTAR	54
Tabla 41.	Resumen de propuestas evaluadas.....	55

1. INTRODUCCIÓN

Debido a los altos consumos de agua en un Centro de Refinación de petróleo ubicado en el estado de Veracruz y a la entrada en vigor de nuevas leyes en materia de aguas residuales para la protección del río Coatzacoalcos, el área encargada de protección ambiental y ecología pidió un análisis para incrementar la optimización en el uso de agua en dicho centro lo cual permitiría una reducción en el consumo de agua de primer uso y limitar la descarga de aguas residuales al río y la cantidad de contaminantes contenidos en ésta.

Una vez realizado el análisis de la situación actual, se elaboraron propuestas conceptuales para optimizar el uso de agua, en las siguientes especialidades: pretratamiento de agua, unidades de desmineralización, potabilización, generación de vapor, torres de enfriamiento, agua residuales de los procesos de refinación y tratamiento de aguas residuales; los cuales fueron sometidos a la aprobación de cada jefe de especialidad. El número de propuestas autorizadas fue de 19.

Con la autorización de las propuestas se realizó la cotización de cada una de ellas con la finalidad de conocer el monto total de inversión.

Al mismo tiempo que la elaboración de los costos también se identificaron los beneficios con la implementación de cada una de las propuestas principalmente las que ahorran, reusan o reciclan agua, también se identificaron beneficios adicionales como el ahorro por consumo de químicos, por consumo de electricidad y/o ahorro por multas. Con base en los beneficios anteriores sólo 9 propuestas obtuvieron beneficios económicos favorables.

Las 9 propuestas fueron evaluadas en términos financieros para cumplir con los lineamientos marcados por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), respecto al apartado Proyectos de Inversión para Infraestructura Pública. Los principales indicadores mostrados en la presente tesis son: Valor Presente Neto (VPN), Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE), Tasa Interna de Retorno (TIR), Razón Costo Beneficio (RCB) y se emplea como auxiliar el Valor Presente de la Inversión (VPI) para obtener la relación entre el Valor Presente Neto y el Valor Presente de la Inversión.

La presente tesis muestra los resultados de las evaluaciones financieras para cada una de las opciones y sus principales resultados. Con el fin de emitir la mejores opciones para el centro de refinación de petróleo.

2. OBJETIVO

Elaborar una evaluación financiera de las propuestas técnicas para optimizar el uso agua en las diferentes áreas de la Refinería con el fin de determinar los indicadores de rentabilidad como VPN, TIR, PRI.

Determinar la factibilidad económica de la construcción o instalación de dispositivos que permitan incrementar el ahorro, el reúso y la recuperación de agua en la Refinería.

Realizar un análisis financiero de dichas propuestas en las áreas de proceso, en los sistemas de recuperación y tratamiento de condensado, torres de enfriamiento, sistemas contra incendio, en sistemas de pretratamiento de agua, sistemas de tratamiento de agua para la generación de vapor y en los sistemas de tratamiento de efluentes, de las plantas de tratamiento de aguas residuales, utilizando los procedimientos aceptados por la Secretaria de Hacienda y Crédito Público para un horizonte de inversión de veinte años.

Realizar una evaluación financiera para las diversas propuestas mediante corridas en hoja de cálculo electrónica con los criterios y las premisas económicas generalmente aceptadas para proyectos de obra pública.

Determinar los indicadores financieros tales como la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Valor Presente Neto (VPN) y el Período de Recuperación de la Inversión (PRI).

Elaboración de un análisis de sensibilidad para las variables económicas relacionadas con los costos de los insumos, de inversión, de operación y mantenimiento.

3. ALCANCE

Realizar una corrida financiera tomando en cuenta todas las propuestas económicamente y técnicamente viables de la Refinería.

Para la determinación de la factibilidad económica de las propuestas, éstas fueron conjuntadas y analizadas para los sistemas en las áreas de proceso, en los sistemas de recuperación y tratamiento de condensado, de torres de enfriamiento y sistemas contra incendio, en sistemas de pretratamiento y tratamiento de agua para generación de vapor y en los sistemas de tratamiento de efluentes, de las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Para la realización del análisis financiero de dichas propuestas, se determinaron los costos y los beneficios directos e indirectos generados por cada una de las propuestas.

Para la evaluación financiera de las diversas propuestas se diseñó una herramienta en hoja de cálculo electrónica la cual permite la evaluación financiera para cada una de las propuestas. La alimentación a la hoja de cálculo consiste en los datos de los balances de masa, costos, beneficios directos e indirectos y los criterios y premisas económicas generalmente aceptadas para proyectos de obra pública.

Cuando exista más de una opción técnicamente viable, se recomendará la que presente mejores indicadores financieros

4. METODOLOGÍA

La metodología de cálculo de la evaluación financiera está basada en los requerimientos de la Secretaria de Hacienda y Crédito Público para la aprobación de proyectos de inversión.

La presente es la metodología aplicada a la evaluación financiera de las propuestas para cada uno de los sistemas, así como de la propuesta integral para el centro de trabajo (Figura 1).

- I. Definir las premisas económicas para la evaluación financiera.
- II. Determinar los costos de operación del proceso: materias primas, servicios y químicos para cada propuesta.
- III. Determinar los ingresos o ahorros para cada una de las propuestas como del escenario que integra todas las propuestas.
- IV. Cálculo de indicadores financieros del conjunto de propuestas y del escenario integral.
- V. Análisis de sensibilidad del proyecto a los cambios en la Inversión, Costos de Operación y Mantenimiento así como los costos de los insumos del proyecto

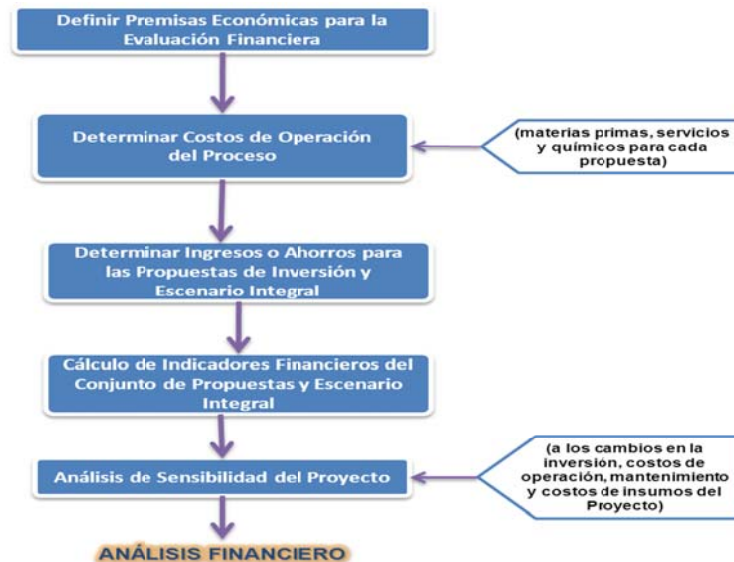


Figura 1 Metodología empleada, para el desarrollo de la actividad

4.1. FÓRMULAS PARA LA EVALUACIÓN FINANCIERA

Para cumplir con los requerimientos de la Secretaria de Hacienda y Crédito Público para las evaluaciones se emplearon las fórmulas las cuales se describen a continuación:

VPN: Valor Presente Neto

$$VPN = -F_0 + \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1+i)^j}$$

Donde:

j, Año calendario, en donde el año 0 corresponde al inicio de las erogaciones.

n, Número de años del horizonte de evaluación.

F_0, Flujo neto inicial del proyecto.

F_j, Flujos netos del proyecto en los siguientes períodos.

i, Tasa Social de Descuento.

CAUE (CAE): Costo Anual Uniforme Equivalente (Costo Anual Equivalente)

$$CAUE = VPN \cdot \frac{(1+i)^n \cdot i}{(1+i)^n - 1}$$

Todos los flujos de efectivo llevados a valor presente, se convierten en una cantidad anual equivalente uniforme. Es decir, el VPN se transforma en flujos iguales para cada uno de los años del horizonte de evaluación.

El CAUE es un costo para toda la vida del proyecto, si el ciclo de vida se repite, el CAUE se mantiene constante. Si el proyecto es perpetuo ($n \rightarrow \infty$), $CAUE = VPN \cdot i$.

TIR: Tasa Interna de Retorno

$$0 = -F_0 + \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1+TIR)^j}$$

Corresponde a aquella tasa de descuento que hace que el VPN del proyecto sea exactamente igual a cero.

Relación **VPN** y **VPI**

$$IVPN = \frac{VPN}{\sum_{j=0}^n \frac{I_j}{(1+i)^j}}$$

Consiste en obtener una relación entre el dinero que genera el proyecto y los montos de inversión requeridos para ejecutarlo.

Donde:

I_j , Inversiones en cada período durante el horizonte de evaluación.

RCB: Razón Costo Beneficio

$$RCB = \frac{\sum_{j=0}^n \frac{B_j}{(1+i)^j}}{\sum_{j=0}^n \frac{C_j}{(1+i)^j}}$$

Consiste en obtener la razón entre los beneficios actualizados del proyecto y los costos actualizados de proyecto (incluyendo las inversiones).

Donde:

"B" j , Beneficios totales en el año j .

"C" j , Costos totales en el año j .

Si esta razón es mayor que uno, es decir que los beneficios actualizados son mayores que los costos actualizados, entonces el proyecto es económicamente factible.

Indica la decisión de emprender o no un determinado proyecto.

No determina cuál es el proyecto más rentable.

4.2. PREMISAS TÉCNICAS

Las premisas técnicas son los beneficios obtenidos adicionales a los económicos con la implementación de los proyectos. Antes de realizar la evaluación financiera de cada una de las propuestas, primero se seleccionó aquellas que tienen beneficios económicos que impactan de manera directa en el ahorro, el reúso y la recuperación de agua.

Las propuestas presentadas además de optimizar el uso de agua en la Refinería de petróleo, también abarcan áreas que tienen un impacto en el manejo de ella, pero carecen de beneficios económicos, los beneficios son de tipo operativo, ambientales o para el sostenimiento de la producción.

Los beneficios de las propuestas están ligados a conceptos como son: vida útil, operación, eficiencia o ambientales, los cuales se describen a continuación:

- Vida útil: Sistemas, plantas o equipos que ya cumplieron o están por cumplir con su vida útil.
- Operación: el sistema, planta o equipo ya no desempeña la función para la cual se diseñó.
- Eficiencia: sistemas, plantas o equipos que tienen una baja eficiencia respecto de su diseño.
- Ambiental: el sistema, plantas o equipos incumplen con el marco normativo en materia de agua.

Como se menciona anteriormente para el análisis hay 19 propuestas así como sus costos y beneficios que son la base de la evaluación financiera, la Tabla 1 muestra el total de propuestas presentadas.

Tabla 1. *Listado de todas las propuestas para la Refinería*

No.	ÁREA	PROPUESTAS	ESTIMADO DE INVERSIÓN (USD)
		TOTAL:	104'026,338
1	PROCESO	Recuperación de agua amarga descargada a drenaje	72,566
2	PROCESO	Instalación de sistema de vaciado, Sistemas cerrados	5'241,293
3	PTAR	Construcción de nuevo clarificador	2'693,174
4	PTAR	Instalación de sistema de deshidratación de lodos	17'459,443
5	DESCARGAS	Instalación de Sistema de Electrodeionización	1'488,408
6	EFLUENTES	Instalación de nueva Planta Potabilizadora	2'712,978
7	PRETRATAMIENTO	Disminución de pérdidas de agua en red contra incendio	10'939,580
8	PRETRATAMIENTO	Sistema de pre-separación de grasas y aceites	4'747,500

No.	ÁREA	PROPUESTAS	ESTIMADO DE INVERSIÓN (USD)
		TOTAL:	104'026,338
9	DRENAJES	Modernización de los drenajes aceitosos	11'187,083
10	DRENAJES	Rehabilitación de sistemas de recuperación de efluentes	35'584,701
11	UDA's	Rehabilitación del cárcamo de agua negra	6'526,069
12	UDA's	Instalación de una PTAN-PTAR	1'068,988
13	CONTRA INCENDIO	Recuperación de descargas no declaradas	287,390
14	CONDENSADOS	Sistema de recuperación de condensados	631,907
15	CONDENSADOS	Instalación de tanque flash en U-400	312,576
16	CONDENSADOS	Instalación de tanque de recuperación de condensados	684,260
17	CONDENSADOS	Sustituir el tanque flash FA-808	517,844
18	CONDENSADOS	Instalación de un aerocondensador	1'676,095
19	CONDENSADOS	Instalación de un intercambiador de calor	194,483

El costo total de las 19 propuestas asciende a 104'026,338 USD, sin embargo solo se evaluaron 9 de ellas, ya que las nueve propuestas presentan beneficios económicos relacionados de manera directa con la optimización del uso de agua.

4.3. PREMISAS ECONÓMICAS

Importancia de las premisas económicas

A continuación se listan las premisas económicas utilizadas en este documento para la evaluación financiera de las propuestas para cada sistema y para la propuesta integral de la Refinería de petróleo.

1. El horizonte del proyecto es a 20 años.
2. La paridad peso dólar se tomará de acuerdo al valor de referencia que utilice la SHCP para estimar los ingresos del 2011 y corresponde a un valor de 12.90 pesos (MXN) por dólar americano (USD).
3. La tasa de descuento para el proyecto es de 12%.
4. Todos los plazos de la estimación de flujos serán anualizados.
5. Se considerará un estimado de costo Clase IV, a nivel de ingeniería conceptual.

6. De forma adicional al estimado de inversión de cada especialidad, se adicionará un 10% de contingencias.
7. Se utilizará un costo por mantenimiento del 3% de la inversión, correspondiente al mantenimiento general y al mantenimiento mayor, considera mantenimiento de equipo electromecánico.
8. Se considerarán las reinversiones necesarias para mantener la operatividad de las nuevas instalaciones durante el horizonte de evaluación del proyecto.
9. Para instalaciones nuevas y cuando así haga falta, se propondrá la inclusión de personal adicional para cubrir tres turnos de operación.
10. Se considerará depreciación lineal del equipo mayor a 20 años.
11. Para el capital de trabajo se considerará el inventario de químicos por un mes.
12. No se considerará valor de rescate para ningún equipo.
13. Para la evaluación financiera se considera ISR del 30%.
14. Los indicadores financieros serán evaluados después de impuestos.
15. Para el análisis de sensibilidad se utilizarán las variables de Inversión, Costos de operación y mantenimiento así como los costos de los insumos del proyecto.
16. Para la estimación de ahorros o erogaciones, se utilizarán sólo los costos variables.
17. De acuerdo a la calidad de agua, se considerará como ingreso el valor igual al tipo de agua que sustituye, ejemplo, condensado recuperado a costo de agua desmineralizada con un valor de 53.1 pesos por metro cubico (4.12 USD/m³) o agua como repuesto a torres de enfriamiento con un costo de 35.9 pesos por metro cubico (2.79 USD/m³) proveniente de la PTAR.
18. Se considerarán los ahorros en la extracción de agua y el costo de su pretratamiento.
19. Se considerarán ahorros por disposición de agua.
20. Se considerarán todos los beneficios al proceso productivo.
21. Otros beneficios y ahorros identificados en casos particulares.

5. DESARROLLO

Una vez que tenemos los elementos necesarios para las evaluaciones financieras y después de conocer los beneficios económicos, las premisas técnicas y las económicas, de las 19 propuestas solo 9 propuestas reúnen los criterios antes mencionados.

De las propuestas presentadas en la Tabla 1, se seleccionaron 9, para la evaluación financiera con la finalidad de incrementar el ahorro, el reúso y la recuperación de agua en la Refinería de petróleo, la Tabla 2 muestra las propuestas que fueron evaluadas.

Tabla 2. *Propuestas técnicas para evaluación económica*

No.	NOMBRE
PR-2	Recuperación de agua de purga de lodos de Clarificadores del área de pretratamiento
UD-1	Evaluar la implementación de la tecnología de electrodeionización para sustitución de UDA's.
CN-1	Instalar sistema de recuperación de condensados proveniente de equipos de trampeo de cabezales de vapor.
CN-2	Instalar tanque flash en U-400 para recuperar condensado de rehervidores.
CN-3	Instalar tanque de recuperación de condensados proveniente de rehervidores, en U-600.
CN-4	Sustituir el tanque FA-808.
CN-5	Instalar aerocondensador para recuperar 29.7 toneladas de condensados de la red de vapor de 3.5 kg/cm ² .
PT-1	Asegurar el envío de agua negra municipal a la PTAR actual, con la rehabilitación y adecuaciones en el cárcamo de agua negra, en la Refinería de Petróleo.
PT-2	Incremento del uso de agua tratada en sustitución de agua cruda, mediante la construcción de nueva PTAR-PTAN, para la recuperación y tratamiento de efluentes residuales no recuperados, y el tratamiento de agua negra municipal adicional

5.1. RECUPERACIÓN DE AGUA DE PURGA DE LODOS DE CLARIFICADORES DEL ÁREA DE PRETRATAMIENTO

5.1.1. Costos de la propuesta

5.1.1.1. Costos variables

Materia prima

Los lodos provenientes de los clarificadores son la materia prima de esta propuesta y carecen de valor.

Químicos y reactivos

La propuesta emplea Polielectrólito con un costo de 14 pesos por kilogramo (1.09 USD/kg), el consumo diario y el costo anual se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Consumo y costo de químicos de la propuesta 2 de pretratamiento

No.	CONCEPTO	COSTO UNITARIO (USD/kg)	CONSUMO (kg/d)	COSTO ANUAL (USD/a)
PR-2	Polielectrólito	1.09	295	117,366

Servicios auxiliares

Para esta propuesta no se requiere de servicios auxiliares adicionales.

Energía eléctrica

Con la implementación de la propuesta el consumo de energía eléctrica aumentara a 14 kWh con un costo de 1.67 pesos por kWh (0.13 USD/kWh), el consumo diario y el costo anual por la energía se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Consumo diario y costo anual de la propuesta 2 de pretratamiento

No.	COSTO UNITARIO (USD/kWh)	CONSUMO DIARIO (kWh/d)	COSTO ANUAL (USD/a)
PR-2	0.13	342	16,160

5.1.1.2. Costos fijos directos

Mantenimiento

El mantenimiento preventivo anual para cada propuesta, se estima como un 3% de la inversión del equipo principal.

Mano de obra directa

Esta propuesta no requiere de mano de obra directa adicional.

5.1.1.3. Costos fijos indirectos

Para este rubro sólo aplica la depreciación de los equipos, la cual se calculó de manera lineal a partir del inicio de operaciones de la planta, y hasta el término del proyecto (20 años)

5.1.2. Beneficios ahorros e impactos

Beneficios cuantificables

El beneficio es ahorro de agua clarificada como lo muestra Tabla 5.

Tabla 5. Beneficios con la propuesta 2 de pretratamiento

No.	BENEFICIO	PRECIO UNITARIO (USD/m ³)	FLUJO (m ³ /d)	BENEFICIO (USD/a)
PR-2	Agua clarificada	0.36	3,067	402,657

5.1.3. Programa de inversiones y reinversiones

Programa de inversiones.

Para la realización del proyecto se considera el programa de inversión de la Tabla 6.

Tabla 6. Programa de inversión de la propuesta 2 de Pretratamiento

PROPUESTA	2011	2012	2013	INVERSIÓN DE LA PROPUESTA (USD)
PR-2	----	-----	4'747,500	4'747,500

Programa de reinversiones por equipo.

En cuanto al rubro de reinversiones para el proyecto se considerarán ciertos porcentajes sobre el estimado de inversión y en las frecuencias que a continuación se indican para cada grupo de equipos.

Equipos Dinámicos (EQD): Para este grupo de equipos se consideró una reinversión del 40% sobre su monto de inversión cada 5 años.

Equipos Estáticos (EST): Para este grupo de equipos se consideró que tengan reinversiones cada 20 años por lo que dentro del periodo de evaluación del proyecto (20 años), no se consideran.

Tanques y Recipientes (TNK): Para este grupo de equipos se consideran reinversiones, cada 20 años al 100%, por lo que dentro del horizonte de evaluación del proyecto no se consideraron costos de reinversión.

Equipos de Transferencia Térmica (HEX): Para este grupo de equipo se consideró una reinversión del 30% cada 10 años durante el horizonte de evaluación del proyecto. Sin embargo, dentro de las propuestas para proceso no se consideraron estos equipos.

Maquinaria de Proceso (MAQ): Para este grupo de equipos, las reinversiones que se consideraron fueron incluidas de acuerdo a recomendaciones de los tecnólogos y proveedores de tales equipos. No se consideraron para las propuestas de proceso.

Equipos o Sistemas Paquete (SIS): se consideraron de acuerdo a recomendaciones de los tecnólogos y proveedores, o como requerimientos especiales de la tecnología. En el caso particular de las propuestas para proceso, dentro de estos equipos paquete sólo se consideró la parte proporcional del equipo de bombeo incluido y de acuerdo a lo indicado previamente para este grupo de equipos.

5.1.4. Indicadores de rentabilidad

Como se muestra la Tabla 7, el VPN tiene un valor negativo de -4'030,899 USD, la TIR tiene un valor menor a cero y no hay un PRI para el horizonte de evaluación de 20 años, lo cual indica que los beneficios no cubren el monto de la inversión y no hay ganancias desde el punto de vista económico.

Tabla 7. *Indicadores financieros de la propuesta 2 de Pretratamiento*

INDICADORES DE LA PROPUESTA	
Inversión Directa (USD)	5'222,250
Capital de Trabajo (USD)	9,795
Inversión Total (USD)	5'232,045
Valor Presente Neto (USD)	-4'030,899
Valor Presente de la Inversión (USD)	5'249,926
Índice de Rentabilidad (VPN/VPI)	< 0
Tasa Interna de Retorno	< 0
Recuperación (años de operación)	> 20

5.1.5. Análisis de sensibilidad

Debido a los resultados del análisis financiero no hay gráficos para el comportamiento del VPN y de la TIR.

5.2. EVALUAR LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE ELECTRODEIONIZACIÓN PARA SUSTITUCIÓN DE UDA'S.

5.2.1. Costos de la propuesta

5.2.1.1. Costos variables

Materia prima

Para la comparación del sistema de osmosis inversa más EDI, se comparó contra una UDA nueva de lechos empacados, la comparación técnica se realizó en como actividad preliminar a esta tesis.

La materia prima para ambos sistemas es agua clarificada proveniente del TV-52, con un costo de 4.64 pesos por metro cubico (0.36 USD/m³), la Tabla 8 muestra el consumo por sistema.

Tabla 8. Consumo y costo de agua clarificada por sistema

SISTEMA	COSTO UNITARIO (USD/ m ³)	CONSUMO DIARIO (m ³ /d)	COSTO ANUAL (USD/a)
UDA LECHOS EMPACADOS	0.36	6,168	809,777
ÓSMOSIS + EDI	0.36	11,029	1'447,962

Químicos y reactivos

Para el caso de la UDA nueva esta requiere de ácido sulfúrico al 98% y sosa caustica al 50%, para el sistema de ósmosis más EDI, este requiere de anti-incrustante, los consumos el costo anual para cada sistema se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9. Consumo y costo de químicos de la propuesta 1 de UDA's

SISTEMA	REACTIVO	COSTO UNITARIO (USD/kg)	CONSUMO DIARIO (kg/d)	COSTO ANUAL (USD/a)
UDA LECHOS EMPACADOS	Ácido Sulfúrico 98%	0.16	2,132	120,648
	Sosa caustica 50%	0.93	1,288	437,321

SISTEMA	REACTIVO	COSTO UNITARIO (USD/kg)	CONSUMO DIARIO (kg/d)	COSTO ANUAL (USD/a)
ÓSMOSIS + EDI	Ácido Sulfúrico 98%	0.16	0	0
	Sosa caustica 50%	0.93	0	0
	Polielectrólito	0.94	29.6	10,152.3

Servicios auxiliares

La propuesta no requiere de servicios adicionales.

Energía eléctrica

El consumo de energía eléctrica por sistema se muestra en la Tabla 10, así como el costo anual de cada una de ellas.

Tabla 10. Consumo y costo de energía de la propuesta 1 de UDA's

SISTEMA	COSTO UNITARIO (kWh)	CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA (kWh/d)	COSTO ANUAL (USD/a)
UDA LECHOS EMPACADOS	0.13	2,704	127,788
ÓSMOSIS + EDI	0.13	8,179	386,451

5.2.1.2. Costos fijos directos

Mantenimiento

El mantenimiento preventivo anual para cada propuesta, se estima como un 3% de la inversión del equipo principal.

Mano de obra directa

La propuesta no contempla el incremento de mano de obra adicional a la existente.

5.2.1.3. Costos fijos indirectos

Para este rubro sólo aplica la depreciación de los equipos, la cual se calculó de manera lineal a partir del inicio de operaciones de la planta, y hasta el término del proyecto (20 años)

5.2.2. Beneficios ahorros e impactos

Beneficios cuantificables

Con la implementación del sistema de ósmosis inversa más EDI, se elimina el consumo de químicos para la regeneración como lo muestra la Tabla 11.

Tabla 11. Ahorro de químicos por instalación de ósmosis más EDI

No.	AHORROS	PESO (kg/d)	PRECIO UNITARIO (USD/kg)	BENEFICIO (USD/a)
UD-1	Ácido sulfúrico al 98%	2,132	0.15	120,648
UD-1	Sosa caustica al 50%	1,288	0.93	437,321

Con el análisis del flujo de agua clarificada demandado por sistema, el consumo y costo de químicos, el consumo y costo por energía eléctrica; así como los costos de operación, se obtuvo el costo por metro cubico por sistema analizado, el cual se muestra en la Tabla 12, cabe señalar que estos costos no incluyen el costo por inversión.

Tabla 12. Costo de agua desmineralizada por sistema

SISTEMA	COSTO AGUA DESMINERALIZADA (USD/m ³)
UDA LECHOS EMPACADOS	1.24
ÓSMOSIS + EDI	1.08
AGUA DE PERMEADO DE OSMOSIS INVERSA	4.12

Con la implementación del sistema de osmosis inversa más EDI, el beneficio es el costo por el cambio de agua para suministro a la UDA, como lo muestra la Tabla 13.

Tabla 13. *Beneficio de la propuesta 1 de UDA's*

No.	BENEFICIO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (USD/d)	BENEFICIO (USD/a)
UD-1	Cambio por suministro de agua	1	21,422	7'819,073

5.2.3. Programa de inversiones y reinversiones

Programa de inversiones.

Para la realización del proyecto se considera el programa de inversión mostrado en la Tabla 14, donde se ejerce el monto de la inversión en un año.

Tabla 14. *Programa de inversión de la propuesta 1 de UDA's*

PROPUESTA	2013	2014	2015	INVERSIÓN DE LA PROPUESTA (USD)
UD-2	----	-----	6'526,069	6'526,069

Programa de reinversiones por equipo.

En cuanto al rubro de reinversiones para el proyecto se considerarán ciertos porcentajes sobre el estimado de inversión y en las frecuencias que a continuación se indican para cada grupo de equipos.

Equipos Dinámicos (EQD): Para este grupo de equipos se consideró una reinversión del 40% sobre su monto de inversión cada 5 años.

Equipos Estáticos (EST): Para este grupo de equipos se consideró que tengan reinversiones cada 20 años por lo que dentro del periodo de evaluación del proyecto (20 años), no se consideran.

Tanques y Recipientes (TNK): Para este grupo de equipos se consideran reinversiones, cada 20 años al 100%, por lo que dentro del horizonte de evaluación del proyecto no se consideraron costos de reinversión.

Equipos de Transferencia Térmica (HEX): Para este grupo de equipo se consideró una reinversión del 30% cada 10 años durante el horizonte de evaluación del proyecto. Sin embargo, dentro de la propuesta no se consideraron estos equipos.

Maquinaria de Proceso (MAQ): Para este grupo de equipos, las reinversiones que se consideraron fueron incluidas de acuerdo a recomendaciones de los tecnólogos y proveedores de tales equipos. No se consideró para la propuesta.

Equipos o Sistemas Paquete (SIS): se consideraron de acuerdo a recomendaciones de los tecnólogos y proveedores, o como requerimientos especiales de la tecnología. El equipo de esta propuesta opera como un sistema.

5.2.4. Indicadores de rentabilidad

Como se muestra la Tabla 15, el VPN tiene un valor de 26'336,559 USD, la TIR tiene un valor de 62.97% y el PRI muestra que la inversión es cubierta a partir del cuarto año.

Tabla 15. *Indicadores financieros de la propuesta 1 de UDA's*

INDICADORES DE LA PROPUESTA	
Inversión Directa (USD)	7,178,675
Capital de Trabajo (USD)	530
Inversión Total (USD)	7,179,205
Valor Presente Neto (USD)	-5,087,381
Valor Presente de la Inversión (USD)	4,322,284
Índice de Rentabilidad (VPN/VPI)	<0
Tasa Interna de Retorno	<0
Recuperación (años de operación)	>20

5.2.5. Análisis de sensibilidad

Debido a los resultados del análisis financiero no hay gráficos para el comportamiento del VPN y de la TIR.

5.3. INCREMENTAR LA RECUPERACIÓN DE CONDENSADO DEL SISTEMA DE TRAMPEO DE LOS SECTORES 1, 2 Y 4, MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN CABEZAL.

5.3.1. Costos de la propuesta

5.3.1.1. Costos variables

Materia prima

La materia prima para esta propuesta es el condensado recuperado con un costo de 6.96 pesos por metro cubico (0.54 USD/m³).

Químicos y reactivos

Esta propuesta no requiere de químicos ni reactivos.

Servicios auxiliares

Esta propuesta no requiere de servicios auxiliares.

Energía eléctrica

Esta propuesta no requiere de energía eléctrica.

5.3.1.2. Costos fijos directos

Mantenimiento

El mantenimiento preventivo anual para cada propuesta, se estima como un 3% de la inversión del equipo principal.

Mano de obra directa

La propuesta en este estudio para el sistema de recuperación de condensados no requiere de mano de obra directa adicional

5.3.1.3. Costos fijos indirectos

Para este rubro sólo aplica la depreciación de los equipos, la cual se calculó de manera lineal a partir del inicio de operaciones de la planta, y hasta el término del proyecto (20 años)

5.3.2. Beneficios ahorros e impactos

Beneficios cuantificables

Aumento en la recuperación de condensado en un flujo de 129.6 m³/d, lo cual reducirá el consumo de agua desmineralizada en la misma proporción como lo muestra la Tabla 16.

Tabla 16. Ahorros y beneficios de la propuesta 1 para condensados

No.	BENEFICIO	FLUJO (m ³ /d)	PRECIO UNITARIO (USD/m ³)	BENEFICIO (USD/a)
CN-1	Condensado recuperado	129.6	4.12	194,716

5.3.3. Programa de inversiones y reinversiones

Programa de inversiones.

Para la realización de la propuesta se considera el programa de inversión para un año como lo muestra la Tabla 17.

Tabla 17. Programa de inversión de propuesta 1 de condensados

PROPUESTA	2011	2012	2013	INVERSIÓN DE LA PROPUESTA (USD)
CN-P1	631,907	----	----	631,907

Programa de reinversiones por equipo.

En cuanto al rubro de reinversiones para el proyecto se considerarán ciertos porcentajes sobre el estimado de inversión y en las frecuencias que a continuación se indican para cada grupo de equipos.

Equipos Dinámicos (EQD): Para este grupo de equipos se consideró una reinversión del 40% sobre su monto de inversión cada 5 años, para esta propuesta no se emplea este concepto.

Equipos Estáticos (EST): Para este grupo de equipos se consideró que tengan reinversiones cada 20 años por lo que dentro del periodo de evaluación del proyecto (20 años), para esta propuesta no se emplea este concepto.

Tanques y Recipientes (TNK): Para este grupo de equipos se consideran reinversiones, cada 20 años al 100%, por lo que dentro del horizonte de evaluación del proyecto no se consideraron costos de reinversión.

Equipos de Transferencia Térmica (HEX): Para este grupo de equipo se consideró una reinversión del 30% cada 10 años durante el horizonte de evaluación del proyecto. Sin embargo, para propuesta no se consideró ningún equipo.

Maquinaria de Proceso (MAQ): Para este grupo de equipos, las reinversiones que se consideraron fueron incluidas de acuerdo a recomendaciones de los tecnólogos y proveedores de tales equipos. No se consideró para esta propuesta.

Equipos o Sistemas Paquete (SIS): se consideraron de acuerdo a recomendaciones de los tecnólogos y proveedores, o como requerimientos especiales de la tecnología. Para esta propuesta las trampas de vapor se consideran como un sistema

Requerimientos especiales.

No se tiene ningún requerimiento especial relacionado la propuesta de mejora para el sistema de recuperación de condensado de trampas de vapor.

5.3.4. Indicadores de rentabilidad

Como se muestra la Tabla 18, el VPN 165,511 USD, la TIR tiene un valor de 15.68% y el PRI es de 13 años, con los variables descritas anteriormente el proyecto es económicamente viable.

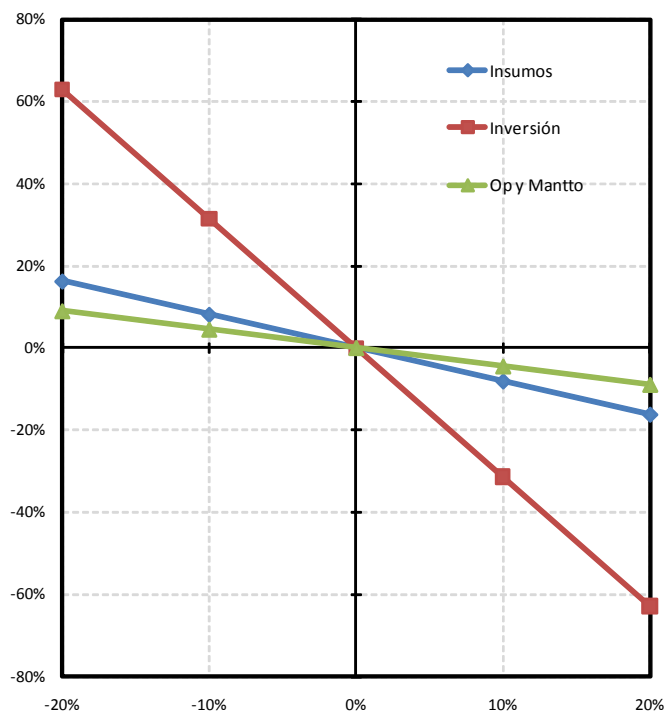
Tabla 18. *Indicadores financieros de la propuesta 1 de condensados*

INDICADORES DE LA PROPUESTA	
Inversión Directa (USD)	695,097
Capital de Trabajo (USD)	0
Inversión Total (USD)	695,097
Valor Presente Neto (USD)	165,511
Valor Presente de la Inversión (USD)	697,089
Índice de Rentabilidad (VPN/VPI)	0.24
Tasa Interna de Retorno	15.68%

Recuperación (años de operación)	13
----------------------------------	----

5.3.5. Análisis de sensibilidad

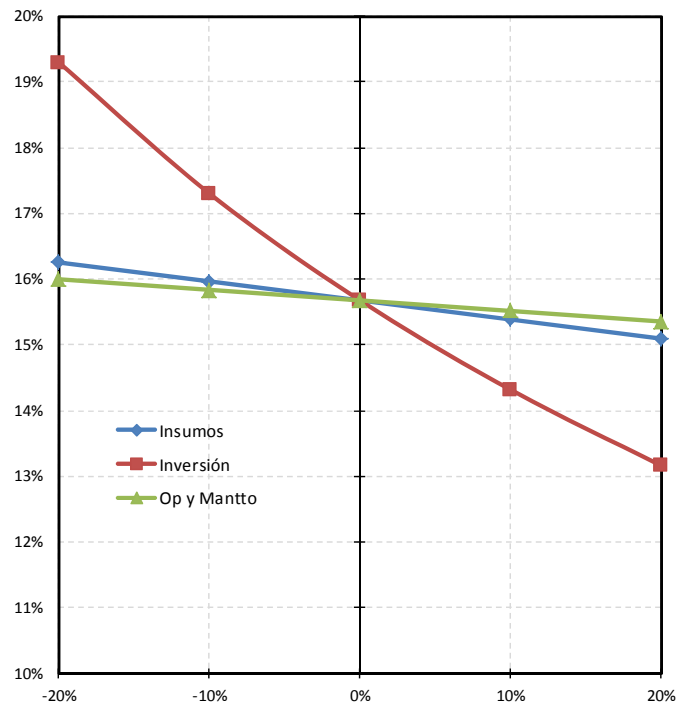
En la Figura 2 se muestra el análisis de sensibilidad para la propuesta 1 de condensados donde la inversión es el concepto susceptible a las variaciones, pero aún con ellas el valor de VPN, no muestra valores negativos.



ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA VPN (USD\$)					
	-20%	-10%	0%	10%	20%
Insumos	\$192,359	\$178,935	\$165,511	\$152,087	\$138,663
Inversión	\$269,505	\$217,508	\$165,511	\$113,514	\$61,517
O y Manto	\$180,389	\$172,950	\$165,511	\$158,072	\$150,633

Figura 2 Análisis de sensibilidad para la propuesta 1 de condensados

La Figura 3 muestra el análisis de sensibilidad de la TIR, nuevamente la inversión es el valor que mayor variación presenta, sin embargo el valor mínimo de TIR es superior al 13%, lo cual la ubica por encima del valor mínimo del 12% que requiere la propuesta.



ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA TIR (porcentual)					
	-20%	-10%	0%	10%	20%
Insumos	16.25%	15.97%	15.68%	15.39%	15.09%
Inversión	19.30%	17.30%	15.68%	14.32%	13.16%
Op y Mantto	16.00%	15.84%	15.68%	15.52%	15.35%

Figura 3 Análisis de sensibilidad de la TIR para la propuesta 1 de condensados

5.4. INCREMENTAR UNA RECUPERACIÓN DE CONDENSADOS MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE UNA TANQUE FLASH EN LA PLANTA U-400 DEL SECTOR 5.

5.4.1. Costos de la propuesta

5.4.1.1. Costos variables

Materia prima

La materia prima para esta propuesta es el condensado recuperado con un costo de 6.96 pesos por metro cubico (0.54 USD/m³).

Químicos y reactivos

La propuesta no requiere de químicos.

Servicios auxiliares

La propuesta no requiere de servicios auxiliares.

Energía eléctrica

El cálculo del consumo eléctrico se realizó a partir de la potencia de los motores en su operación normal, la cual tiene un consumo de 4 kWh con un costo de 0.13 USD/kWh, la Tabla 19 muestra el consumo diario y el costo anual por consumo de energía.

Tabla 19. Consumo y costo de energía de la propuesta 2 de condensados.

No.	COSTO UNITARIO (kWh)	CONSUMO DIARIO (kWh/d)	COSTO ANUAL (USD/a)
CN-2	0.13	96	4,536

5.4.1.2. Costos fijos directos

Mantenimiento

El mantenimiento preventivo anual para cada propuesta, se estima como un 3% de la inversión del equipo principal.

Mano de obra directa

La propuesta en este estudio para el sistema de recuperación de condensados no requiere de mano de obra directa adicional

5.4.1.3. Costos fijos indirectos

Para este rubro sólo aplica la depreciación de los equipos, la cual se calculó de manera lineal a partir del inicio de operaciones de la planta, y hasta el término del proyecto (20 años).

5.4.2. Beneficios ahorros e impactos

Beneficios cuantificables

El condensado aceitoso recuperado es el principal beneficio como lo muestra la Tabla 20, y este a su vez se traduce en ahorro de agua desmineralizada.

Tabla 20. Beneficio de la propuesta 2 de condensados.

No.	BENEFICIO	FLUJO (m ³ /d)	PRECIO UNITARIO (USD/m ³)	BENEFICIO (USD/a)
CN-2	Condensado recuperado	112.8	4.12	169,475

5.4.3. Programa de inversiones y reinversiones

Programa de inversiones.

Para la realización de la propuesta la Tabla 21, muestra la inversión necesaria a ser ejercida en un año para la realización de la misma.

Tabla 21. Programa de inversión de la propuesta 2 de condensados.

PROPUESTA	2011	2012	2013	INVERSIÓN DE LA PROPUESTA (USD)
CN-P2	312,576	----	----	312,576

Programa de reinversiones por equipo.

En cuanto al rubro de reinversiones para el proyecto se considerarán ciertos porcentajes sobre el estimado de inversión y en las frecuencias que a continuación se indican para cada grupo de equipos.

Equipos Dinámicos (EQD): Para este grupo de equipos se consideró una reinversión del 40% sobre su monto de inversión cada 5 años.

Equipos Estáticos (EST): Para este grupo de equipos se consideró que tengan reinversiones cada 20 años por lo que dentro del periodo de evaluación del proyecto (20 años), no se consideran para esta propuesta.

Tanques y Recipientes (TNK): Para este grupo de equipos se consideran reinversiones, cada 20 años al 100%, por lo que dentro del horizonte de evaluación del proyecto no se consideraron costos de reinversión.

Equipos de Transferencia Térmica (HEX): Para este grupo de equipo se consideró una reinversión del 30% cada 10 años durante el horizonte de evaluación del proyecto. Sin embargo, dentro de la propuesta para condensados no se consideraron estos equipos.

Maquinaria de Proceso (MAQ): Para este grupo de equipos, las reinversiones que se consideraron fueron incluidas de acuerdo a recomendaciones de los tecnólogos y proveedores de tales equipos. No se consideró para la propuesta de condensado.

Equipos o Sistemas Paquete (SIS): se consideraron de acuerdo a recomendaciones de los tecnólogos y proveedores, o como requerimientos especiales de la tecnología. La propuesta no incluye sistemas paquete.

Requerimientos especiales.

No se tiene ningún requerimiento especial relacionado la propuesta de mejora para el sistema de recuperación de condensado de la planta U-400.

5.4.4. Indicadores de rentabilidad

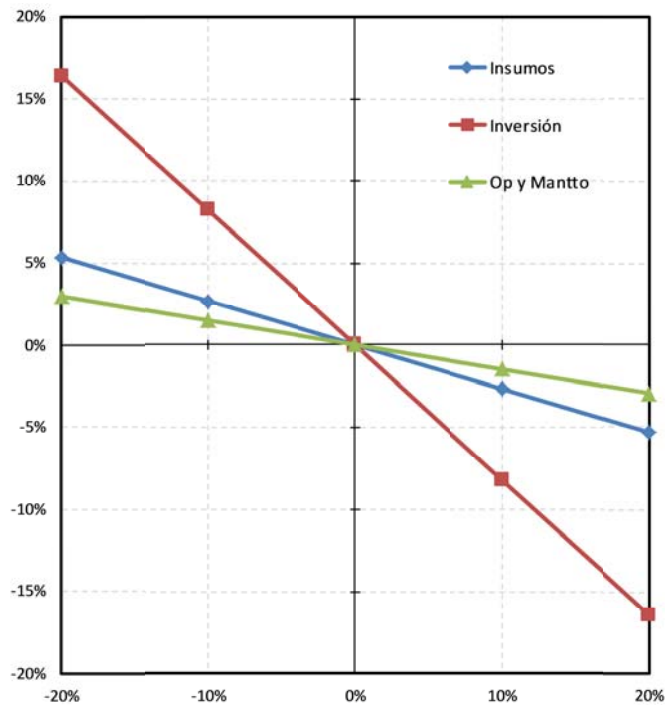
La Tabla 22 muestra los indicadores financieros de la propuesta 2 de condensados, donde el VPN tiene un valor de 371,677 USD, la TIR es del 27.99% y finalmente el PRI tiene un valor de 8 años.

Tabla 22. Indicadores de financieros de la propuesta 2 de condensados

INDICADORES DE LA PROPUESTA	
Inversión Directa (USD)	343,834
Capital de Trabajo (USD)	0
Inversión Total (USD)	343,834
Valor Presente Neto (USD)	371,677
Valor Presente de la Inversión (USD)	383,867
Índice de Rentabilidad (VPN/VPI)	0.97
Tasa Interna de Retorno	27.99%
Recuperación (años de operación)	8

5.4.5. Análisis de sensibilidad

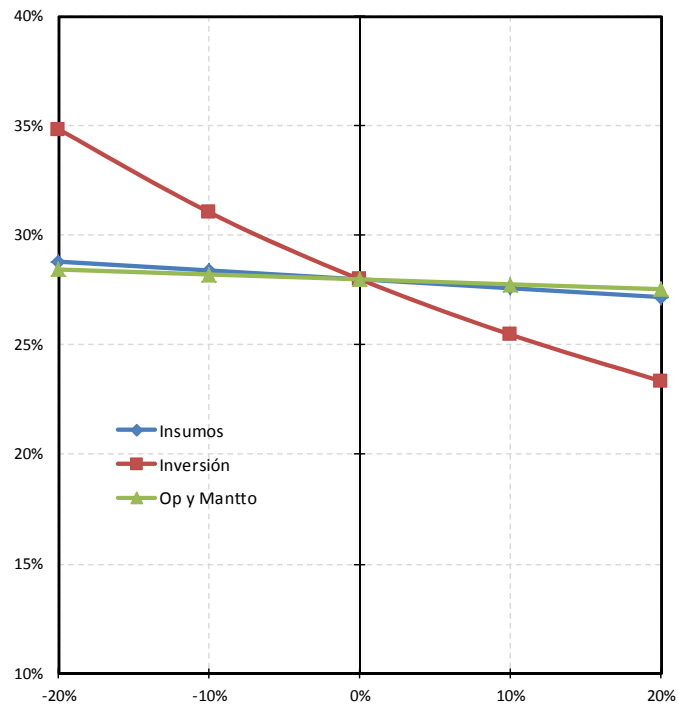
La inversión es la variable que muestra una mayor fluctuación en el análisis de sensibilidad del VPN, la Figura 4 muestra lo descrito, sin embargo cabe señalar que aun con la variación del 20% el VPN presenta números positivos.



ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA VPN (USD\$)					
	-20%	-10%	0%	10%	20%
Insumos	\$391,503	\$381,590	\$371,677	\$361,763	\$351,850
Inversión	\$432,690	\$402,183	\$371,677	\$341,170	\$310,664
Op y Mantto	\$382,694	\$377,185	\$371,677	\$366,168	\$360,660

Figura 4 Análisis de sensibilidad del VPN de la propuesta 2 de condensados

Para el caso del análisis de sensibilidad de la TIR, la Figura 5 muestra que aún con la variación del 20%, la propuesta presenta un valor mínimo de 23%, lo cual la ubica por encima del 12% que requiere la propuesta para su factibilidad.



	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA TIR (porcentual)				
	-20%	-10%	0%	10%	20%
Insumos	28.80%	28.39%	27.99%	27.58%	27.18%
Inversión	34.83%	31.04%	27.99%	25.47%	23.34%
Op y Mantto	28.44%	28.21%	27.99%	27.76%	27.54%

Figura 5 Análisis de sensibilidad de la TIR de la propuesta 2 de condensados

5.5. INCREMENTAR LA RECUPERACIÓN DE CONDENSADO EN LA PLANTA U-600 MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE UNA TANQUE ACUMULADOR.

5.5.1. Costos de la propuesta

5.5.1.1. Costos variables

Materia prima

La materia prima para esta propuesta es el condensado recuperado con un costo 6.96 pesos por metro cubico (0.54 USD/m³).

Químicos y reactivos

Esta propuesta no requiere de químicos ni reactivos.

Servicios auxiliares

Esta propuesta no requiere de servicios auxiliares.

Energía eléctrica

El cálculo del consumo eléctrico se realizó a partir de la potencia de los motores en su operación normal la cual tiene un consumo de 23 kWh con un costo de 0.13 USD/kWh, la Tabla 23 muestra el consumo diario y el costo anual por consumo de energía.

Tabla 23. Consumo y costo de energía de la propuesta 3 de condensados

No.	COSTO UNITARIO (kWh)	CONSUMO DIARIO (kWh/d)	COSTO ANUAL (USD/a)
CN-3	0.13	552	26,083

5.5.1.2. Costos fijos directos

Mantenimiento

El mantenimiento preventivo anual para cada propuesta, se estima como un 3% de la inversión del equipo principal.

Mano de obra directa

La propuesta en este estudio para el sistema de recuperación de condensados no requiere de mano de obra directa adicional

5.5.1.3. Costos fijos indirectos

Para este rubro sólo aplica la depreciación de los equipos, la cual se calculó de manera lineal a partir del inicio de operaciones de la planta, y hasta el término del proyecto (20 años).

5.5.2. Beneficios ahorros e impactos

Beneficios cuantificables

El principal beneficio con la implementación de la propuesta es el ahorro de agua desmineralizada como lo muestra la Tabla 24.

Tabla 24. Beneficios de la propuesta 3 de condensados

No.	BENEFICIO	FLUJO (m ³ /d)	PRECIO UNITARIO (USD/m ³)	BENEFICIO (USD/a)
CN-3	Condensado recuperado	336	4.12	504,820

5.5.3. Programa de inversiones y reinversiones

Programa de inversiones.

Para la realización de la propuesta se proyecta ejercer el monto el monto en un año como lo muestra la Tabla 25.

Tabla 25. Programa de inversiones de la propuesta 3 de condensados

PROPUESTA	2011	2012	2013	INVERSIÓN DE LA PROPUESTA (USD)
CN-P3	684,260	----	----	684,260

Programa de reinversiones por equipo.

En cuanto al rubro de reinversiones para el proyecto se considerarán ciertos porcentajes sobre el estimado de inversión y en las frecuencias que a continuación se indican para cada grupo de equipos.

Equipos Dinámicos (EQD): Para este grupo de equipos se consideró una reinversión del 40% sobre su monto de inversión cada 5 años.

Equipos Estáticos (EST): Para este grupo de equipos se consideró que tengan reinversiones cada 20 años por lo que dentro del periodo de evaluación del proyecto (20 años), no se consideran.

Tanques y Recipientes (TNK): Para este grupo de equipos se consideran reinversiones, cada 20 años al 100%, por lo que dentro del horizonte de evaluación del proyecto no se consideraron costos de reinversión.

Equipos de Transferencia Térmica (HEX): Para este grupo de equipo se consideró una reinversión del 30% cada 10 años durante el horizonte de evaluación del proyecto. Sin embargo, dentro de la propuesta para proceso no se consideraron estos equipos.

Maquinaria de Proceso (MAQ): Para este grupo de equipos, las reinversiones que se consideraron fueron incluidas de acuerdo a recomendaciones de los tecnólogos y proveedores de tales equipos. No se consideró para la propuesta de recuperación de condensado de la planta U-600.

Equipos o Sistemas Paquete (SIS): se consideraron de acuerdo a recomendaciones de los tecnólogos y proveedores, o como requerimientos especiales de la tecnología. La propuesta no incluye sistemas paquete.

Requerimientos especiales.

No se tiene ningún requerimiento especial relacionado la propuesta de mejora para el sistema de recuperación de condensado de la planta U-600.

5.5.4. Indicadores de rentabilidad

La Tabla 26, muestra los indicadores financieros de la propuesta 3 de condensados, donde el VPN tiene un valor de 1'332,282 USD, la TIR tiene un valor de 37.28% y un PRI de 6 años.

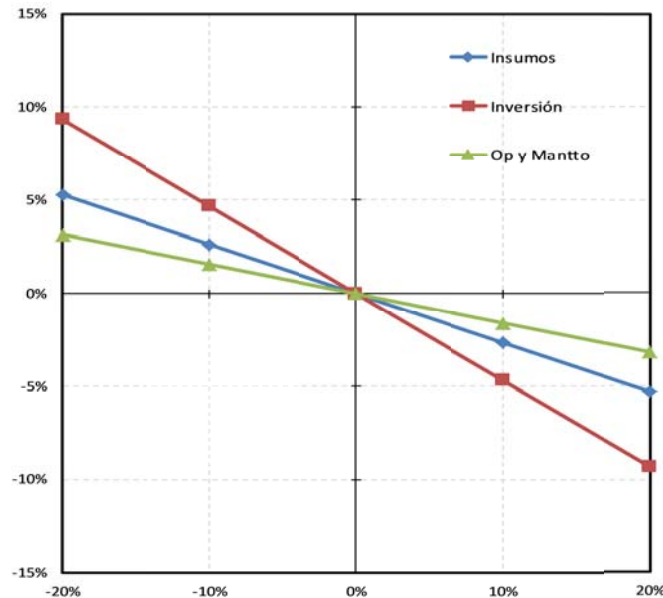
Tabla 26. *Indicadores financieros de la propuesta 3 de condensados*

Indicadores de la Propuesta	
Inversión Directa (USD)	752,686
Capital de Trabajo (USD)	0
Inversión Total (USD)	752,686
Valor Presente Neto (USD)	1'332,282
Valor Presente de la Inversión (USD)	796,960

Indicadores de la Propuesta	
Índice de Rentabilidad (VPN/VPI)	1.67
Tasa Interna de Retorno	37.28%
Recuperación (años de operación)	6

5.5.5. Análisis de sensibilidad

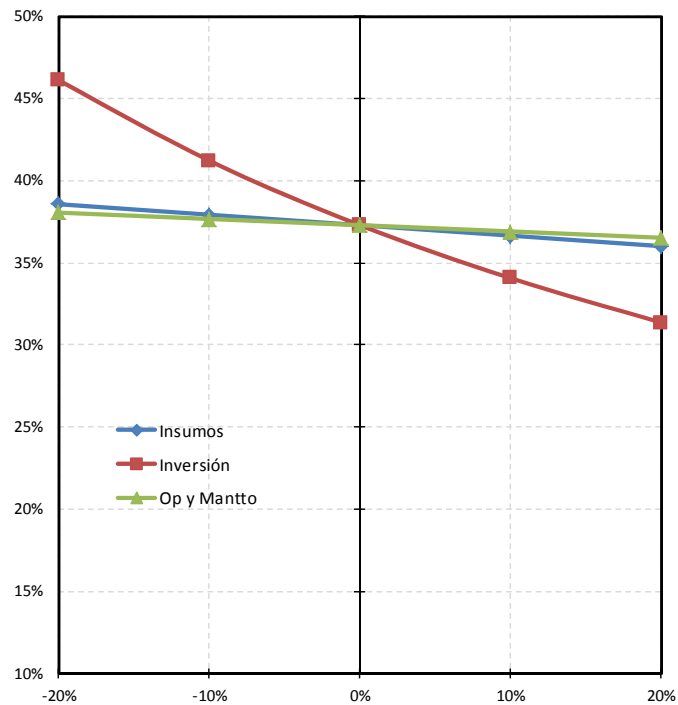
El análisis de sensibilidad del VPN de la propuesta 3 de condensados, muestra que la inversión es la variable con mayor fluctuación como lo ilustra la Figura 6, sin embargo aun con variaciones del 20% no hay valores negativos.



	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA VPN (USD\$)				
	-20%	-10%	0%	10%	20%
Insumos	\$1,402,707	\$1,367,495	\$1,332,282	\$1,297,069	\$1,261,857
Inversión	\$1,456,639	\$1,394,461	\$1,332,282	\$1,270,103	\$1,207,925
Op y Mantto	\$1,374,421	\$1,353,351	\$1,332,282	\$1,311,213	\$1,290,144

Figura 6 Análisis del VPN de la propuesta 3 de condensados

Para el caso del análisis de sensibilidad de TIR, la Figura 7 muestra que aún con la variación del 20%, el valor mínimo es 31% el cual está representado por la inversión, y esta por el valor mínimo requerido del 12%.



ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA TIR (porcentual)					
	-20%	-10%	0%	10%	20%
Insumos	38.56%	37.92%	37.28%	36.64%	36.01%
Inversión	46.09%	41.21%	37.28%	34.06%	31.36%
Op y Mantto	38.04%	37.66%	37.28%	36.90%	36.52%

Figura 7 Análisis de sensibilidad de la TIR de la propuesta 3 de condensados

5.6. INCREMENTAR LA RECUPERACIÓN DE CONDENSADO ACEITOSO DE LA PLANTA AGUA AMARGAS 1, AGUAS AMARGAS 2 Y AZUFRE MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN DEL TANQUE FA-808.

5.6.1. Costos de la propuesta

5.6.1.1. Costos variables

Materia prima

La materia prima para esta propuesta es el condensado recuperado con un costo 6.96 pesos por metro cubico (0.54 USD/m³).

Químicos y reactivos

La propuesta no requiere de servicios adicionales.

Servicios auxiliares

Esta propuesta no requiere de servicios auxiliares.

Energía eléctrica

El cálculo del consumo eléctrico se realizó a partir de la potencia de los motores en su operación normal la cual tiene un consumo de 37 kWh con un costo de 0.13 USD/kWh, la Tabla 27 muestra el consumo diario y el costo anual de la energía.

Tabla 27. Consumo y costo de energía de la propuesta 4 de condensados

No.	COSTO UNITARIO (kWh)	CONSUMO DIARIO (kWh/d)	COSTO ANUAL (USD/a)
CN-4	0.13	888	41,960

5.6.1.2. Costos fijos directos

Mantenimiento

El mantenimiento preventivo anual para cada propuesta, se estima como un 3% de la inversión del equipo principal.

Mano de obra directa

La propuesta en este estudio para el sistema de recuperación de condensados no requiere de mano de obra directa adicional

5.6.1.3. Costos fijos indirectos

Para este rubro sólo aplica la depreciación de los equipos, la cual se calculó de manera lineal a partir del inicio de operaciones de la planta, y hasta el término del proyecto (20 años).

5.6.2. Beneficios ahorros e impactos

Beneficios cuantificables

Con la implementación de la propuesta el beneficio es el ahorro de agua desmineralizada como lo muestra la Tabla 28.

Tabla 28. Beneficios de la propuesta 4 de condensados

No.	BENEFICIO	FLUJO (m ³ /d)	PRECIO UNITARIO (USD/m ³)	BENEFICIO (USD/a)
CN-4	Condensado recuperado	393.6	4.12	591,361

5.6.3. Programa de inversiones y reinversiones

Programa de inversiones.

Para la realización de la propuesta se considera el programa de inversión de la Tabla 29, donde se ejerce el total del monto de la inversión en un año.

Tabla 29. Programa de inversiones de la propuesta 4 de condensados

PROPUESTA	2011	2012	2013	INVERSIÓN DE LA PROPUESTA (USD)
CN-P4	517,844	----	----	517,844

Programa de reinversiones por equipo.

En cuanto al rubro de reinversiones para el proyecto se considerarán ciertos porcentajes sobre el estimado de inversión y en las frecuencias que a continuación se indican para cada grupo de equipos.

Equipos Dinámicos (EQD): Para este grupo de equipos se consideró una reinversión del 40% sobre su monto de inversión cada 5 años.

Equipos Estáticos (EST): Para este grupo de equipos se consideró que tengan reinversiones cada 20 años por lo que dentro del periodo de evaluación del proyecto (20 años), no se consideran.

Tanques y Recipientes (TNK): Para este grupo de equipos se consideran reinversiones, cada 20 años al 100%, por lo que dentro del horizonte de evaluación del proyecto no se consideraron costos de reinversión.

Equipos de Transferencia Térmica (HEX): Para este grupo de equipo se consideró una reinversión del 30% cada 10 años durante el horizonte de evaluación del proyecto. Sin embargo, dentro de la propuesta para condensados no se consideró estos equipos.

Maquinaria de Proceso (MAQ): Para este grupo de equipos, las reinversiones que se consideraron fueron incluidas de acuerdo a recomendaciones de los tecnólogos y proveedores de tales equipos. No se consideró para esta propuesta.

Equipos o Sistemas Paquete (SIS): se consideraron de acuerdo a recomendaciones de los tecnólogos y proveedores, o como requerimientos especiales de la tecnología. La propuesta no incluye sistemas paquete.

Requerimientos especiales.

No se tiene ningún requerimiento especial relacionado la propuesta de mejora para el sistema de recuperación de condensado de las plantas Aguas Amargas 1, 2 y Azufre.

5.6.4. Indicadores de rentabilidad

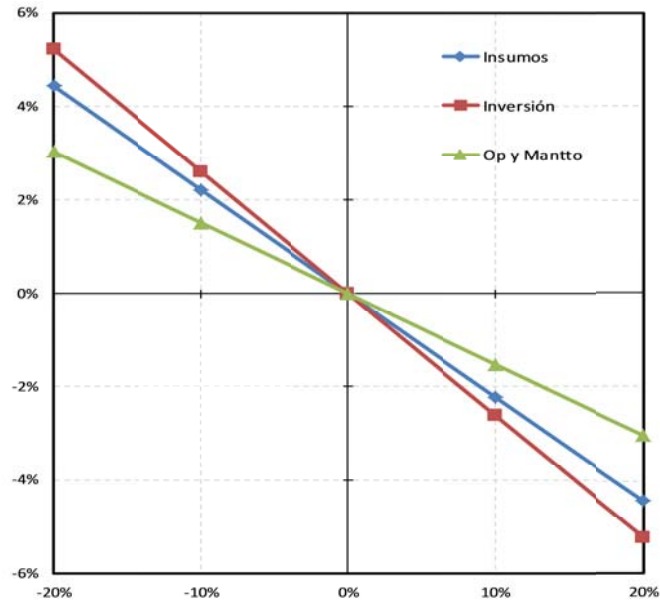
La Tabla 30, contiene la información de los indicadores financieros de la propuesta 4 de condensados, el VPN tiene un valor de 1'832,957 USD, la TIR es del 57.03% y el PRI es de cuatro años.

Tabla 30. *Indicadores financieros de la propuesta 4 de condensados*

INDICADORES DE LA PROPUESTA	
Inversión Directa (USD)	569,628
Capital de Trabajo (USD)	0
Inversión Total (USD)	569,628
Valor Presente Neto (USD)	1'832,957
Valor Presente de la Inversión (USD)	614,748
Índice de Rentabilidad (VPN/VPI)	2.98
Tasa Interna de Retorno	57.03%
Recuperación (años de operación)	4

5.6.5. Análisis de sensibilidad

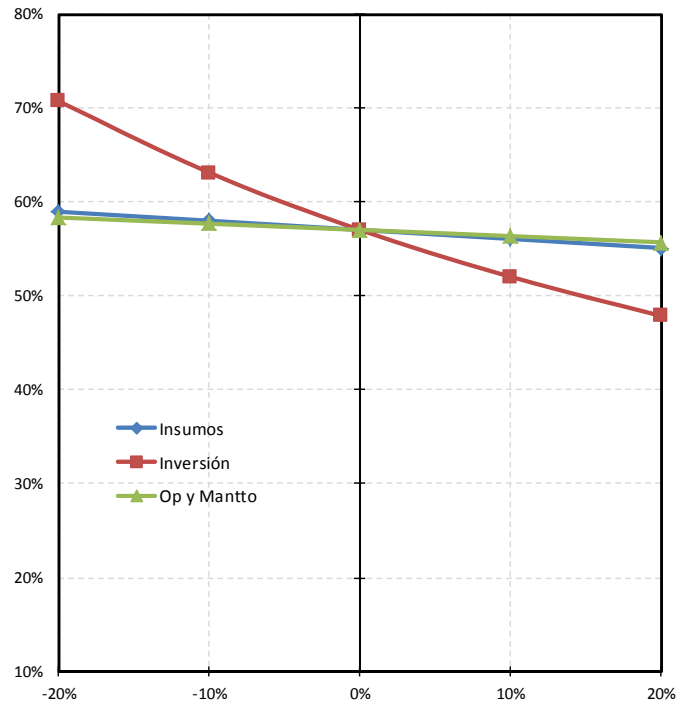
Del análisis de sensibilidad del VPN, se muestra en la Figura 8, que la inversión es la variable con mayor fluctuación de las tres evaluadas, sin embargo ninguna de ellas muestra valores negativos aun con variaciones del 20%.



ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA VPN (USD\$)					
	-20%	-10%	0%	10%	20%
Insumos	\$1,914,328	\$1,873,643	\$1,832,957	\$1,792,272	\$1,751,586
Inversión	\$1,928,714	\$1,880,836	\$1,832,957	\$1,785,079	\$1,737,200
Op y Mantto	\$1,888,602	\$1,860,780	\$1,832,957	\$1,805,135	\$1,777,312

Figura 8 Análisis de sensibilidad de la propuesta 4 de condensados

Para el análisis de sensibilidad de la TIR, la Figura 9 muestra que el menor valor es 47%, perteneciente a la variable de inversión, sin embargo está por encima de valor mínimo requerido del 12%.



ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA TIR (porcentual)					
	-20%	-10%	0%	10%	20%
Insumos	58.96%	57.99%	57.03%	56.06%	55.10%
Inversión	70.72%	63.12%	57.03%	52.04%	47.87%
Op y Mantto	58.35%	57.69%	57.03%	56.37%	55.71%

Figura 9 Análisis de sensibilidad de la TIR de la propuesta 4 de condensados

5.7. ELIMINAR LOS VENDEOS DE LA REFINERÍA DE PETRÓLEO, MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE UN AEROCONDENSADOR

5.7.1. Costos de la propuesta

5.7.1.1. Costos variables

Materia prima

La materia prima para esta propuesta es el condensado limpio recuperado con un costo 6.96 pesos por metro cubico (0.54 USD/m³).

Químicos y reactivos

La propuesta no requiere de servicios adicionales.

Servicios auxiliares

Esta propuesta no requiere de servicios auxiliares

Energía eléctrica

El cálculo del consumo eléctrico se realizó a partir de la potencia de los motores en su operación normal la cual tiene un consumo de 147 kWh con un costo de 0.13 USD/kWh, la Tabla 31 muestra el consumo diario y el costo anual por consumo de energía eléctrica.

Tabla 31. Consumo y costo de energía de la propuesta 5 de condensados.

No.	COSTO UNITARIO (kWh)	CONSUMO DIARIO (kWh/d)	COSTO ANUAL (USD/a)
CN-5	0.13	3,528	167,403

5.7.1.2. Costos fijos directos

Mantenimiento

El mantenimiento preventivo anual para cada propuesta, se estima como un 3% de la inversión del equipo principal.

Mano de obra directa

La propuesta de este estudio para el sistema de recuperación de condensados no requiere de mano de obra directa adicional

5.7.1.3. Costos fijos indirectos

Para este rubro sólo aplica la depreciación de los equipos, la cual se calculó de manera lineal a partir del inicio de operaciones de la planta, y hasta el término del proyecto (20 años).

5.7.2. Beneficios ahorros e impactos

Beneficios cuantificables

La propuesta tiene como beneficio la eliminación del venteo de vapor hacia la atmosfera y recuperarlo como condensado limpio para retornarlo al sistema de generación de vapor, el beneficio económico se muestra en la Tabla 32.

Tabla 32. Beneficios de la propuesta 5 de condensados

No.	BENEFICIO	FLUJO (m ³ /d)	PRECIO UNITARIO (USD/m ³)	BENEFICIO (USD/a)
CN-5	Condensado recuperado	669.6	4.12	1'006,035

5.7.3. Programa de inversiones y reinversiones

Programa de inversiones.

Para la realización de la propuesta se considera la inversión de la Tabla 33, a ejercerse en dos años y de manera proporcional.

Tabla 33. Programa de inversión de la propuesta 5 de condensados

PROPUESTA	2011	2012	2013	INVERSIÓN DE LA PROPUESTA (USD)
CN-5	838,048	838,048	----	1'676,095

Programa de reinversiones por equipo.

En cuanto al rubro de reinversiones para el proyecto se considerarán ciertos porcentajes sobre el estimado de inversión y en las frecuencias que a continuación se indican para cada grupo de equipos.

Equipos Dinámicos (EQD): Para este grupo de equipos se consideró una reinversión del 40% sobre su monto de inversión cada 5 años.

Equipos Estáticos (EST): Para este grupo de equipos se consideró que tengan reinversiones cada 20 años por lo que dentro del periodo de evaluación del proyecto (20 años), no se consideran.

Tanques y Recipientes (TNK): Para este grupo de equipos se consideran reinversiones, cada 20 años al 100%, por lo que dentro del horizonte de evaluación del proyecto no se consideraron costos de reinversión.

Equipos de Transferencia Térmica (HEX): Para este grupo de equipo se consideró una reinversión del 30% cada 10 años durante el horizonte de evaluación del proyecto. Sin embargo, dentro de la propuesta para condensados no se consideraron estos equipos

Maquinaria de Proceso (MAQ): Para este grupo de equipos, las reinversiones que se consideraron fueron incluidas de acuerdo a recomendaciones de los tecnólogos y proveedores de tales equipos. No se consideró para la propuesta de condensados.

Equipos o Sistemas Paquete (SIS): se consideraron de acuerdo a recomendaciones de los tecnólogos y proveedores, o como requerimientos especiales de la tecnología. La propuesta no incluye sistemas paquete.

5.7.4. Indicadores de rentabilidad

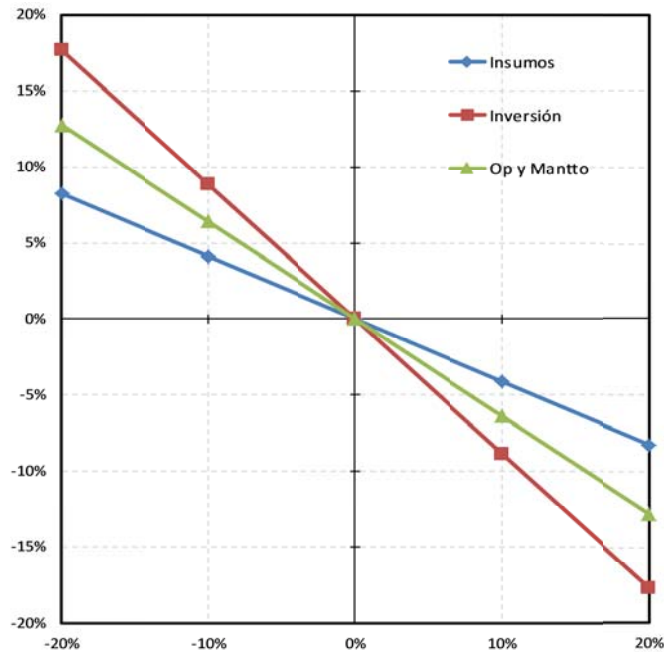
La Tabla 34, muestra los indicadores financieros de la propuesta 5 de condensados donde el VPN tiene un valor de 1'498,376 USD, la TIR es de 23.27% y el periodo de recuperación es de 8 años.

Tabla 34. *Indicadores financieros de la propuesta 5 de condensados*

INDICADORES DE LA PROPUESTA	
Inversión Directa (USD)	1'843,705
Capital de Trabajo (USD)	0
Inversión Total (USD)	1'843,705
Valor Presente Neto (USD)	1'498,376
Valor Presente de la Inversión (USD)	1'751,055
Índice de Rentabilidad (VPN/VPI)	0.86
Tasa Interna de Retorno	23.27%
Recuperación (años de operación)	8

5.7.5. Análisis de sensibilidad

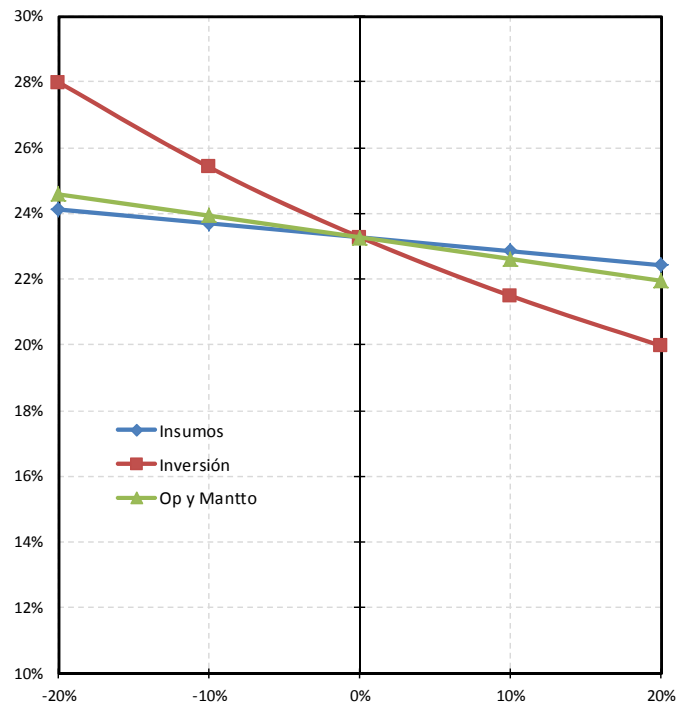
Con base en el análisis de sensibilidad del VPN, la variable con mayor fluctuación es la inversión, como lo muestra la Figura 10, sin embargo aun con la variación de 20%, los valores se muestran positivos.



ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA VPN (USD\$)					
	-20%	-10%	0%	10%	20%
Insumos	\$1,621,923	\$1,550,149	\$1,498,376	\$1,436,602	\$1,374,829
Inversión	\$1,763,310	\$1,630,843	\$1,498,376	\$1,365,909	\$1,233,442
Op y Mantto	\$1,689,841	\$1,594,109	\$1,498,376	\$1,402,643	\$1,306,911

Figura 10 Análisis de sensibilidad del VPN de la propuesta 5 de condensados

Para el análisis de sensibilidad de la propuesta 5 de condensas, la Figura 11, que la TIR tiene un valor por encima del 46%, razón por la cual es aptamente recomendable, para su implementación



ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA TIR (porcentual)					
	-20%	-10%	0%	10%	20%
Insumos	24.12%	23.70%	23.27%	22.85%	22.42%
Inversión	27.98%	25.40%	23.27%	21.49%	19.97%
Op y Mantto	24.58%	23.93%	23.27%	22.61%	21.95%

Figura 11 Análisis de sensibilidad de la TIR de la propuesta 5 de condensados

5.8. INCREMENTO DEL USO DE AGUA TRATADA EN SUSTITUCIÓN DE AGUA CRUDA, MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE NUEVA PTAR-PTAN, PARA LA RECUPERACIÓN Y TRATAMIENTO DE EFLUENTES RESIDUALES NO RECUPERADOS, Y EL TRATAMIENTO DE AGUA NEGRA MUNICIPAL ADICIONAL

La propuesta 1 y 2 de tratamiento de efluentes son complementarias, razón por la cual se evalúan de manera conjunta.

5.8.1. Costos de la propuesta

5.8.1.1. Costos variables

Materia prima

El agua negra urbana es una de las materias primas para esta propuesta y carece de valor.

El agua de drenaje pluvial es la otra materia prima y también carece de valor.

Químicos y reactivos

Para el tratamiento de las dos diferentes calidades de agua se va a utilizar reactivos químicos y productos químicos, de los cuales se describen en la Tabla 35.

Tabla 35. *Productos químicos y reactivos para el tren PTAN-PTAR*

CONCEPTO	CONSUMO (kg/d)	COSTO UNITARIO (USD/kg)	COSTO ANUAL (USD/a)
Carbonato de sodio	511.4	0.62	115,723
UREA	851.0	0.22	68,335
Fosfato diamonico	322.0	0.59	69,343
Cal	1,399.0	0.25	127,659
Polielectrólito	4.0	1.09	1,591
Sulfato de aluminio	22.1	0.32	2,581
Cloro gas	139.8	0.70	35,719
Coagulante polímero	80.3	0.31	9,086

Servicios auxiliares

Agua para dilución: El costo de agua para dilución de químicos en la Refinería “Gral. Lázaro Cárdenas” es de 5.07 pesos por metro cubico (0.39 USD/m³), la Tabla 36 muestra el consumo y el costo de anual por el uso del servicio adicional.

Tabla 36. *Consumo y costo de servicio adicional para la propuesta 1 y 2 de PTAR*

CONCEPTO	CANTIDAD (m ³ /d)	COSTO UNITARIO (USD/m ³)	COSTO ANUAL (USD/a)
----------	------------------------------	--------------------------------------	---------------------

CONCEPTO	CANTIDAD (m ³ /d)	COSTO UNITARIO (USD/m ³)	COSTO ANUAL (USD/a)
Agua para dilución	72	0.39	10,249

Energía eléctrica

Para el cálculo estimado de los costos de energía eléctrica se tomaron en cuenta los motores eléctricos de las bombas nuevas a instalar. El costo base de energía eléctrica suministrada a la Refinería es 1.67 pesos por kWh (0.13 USD/kWh). En la Tabla 37 se muestra el costo anual por consumo de energía eléctrica.

Tabla 37. Consumo y costo de energía eléctrica de la propuestas 1 y 2 de efluentes

No.	COSTO UNITARIO (kWh)	CONSUMO DIARIO (kWh/d)	COSTO ANUAL (USD/a)
PT-1 y 2	0.13	20,664	976,414

5.8.1.2. Costos fijos directos

Mantenimiento

El mantenimiento preventivo anual para cada propuesta, se estima como un 3% de la inversión del equipo principal.

Mano de obra directa

Para la propuesta 2 de PTAR se requiere de mano de obra adicional para la operación de la nueva planta propuesta, el personal de operación requerido se muestra en la Tabla 38, así como su costo anual, cabe mencionar que no se incluye el costo por el jefe de planta, pues se considera un puesto de administración.

Tabla 38. Personal requerido para la propuesta 1 y 2 de PTAR

NIVEL	PUESTO	TURNOS	PERSONAL OPERATIVO	COSTO DIARIO (USD/d)	COSTO POR AÑO (USD/a)
9	Ayudante de Operación	3	6	136	297,433
12	Operador	3	3	148	161,884
34	Jefe de turno	3	3	315	345,052

5.8.1.3. Costos fijos indirectos

Para este rubro sólo aplica la depreciación de los equipos, la cual se calculó de manera lineal a partir del inicio de operaciones de la planta, y hasta el término del proyecto (20 años)

5.8.2. Beneficios ahorros e impactos

Beneficios cuantificables

Dar cumplimiento con el requerimiento 100 L/s de acuerdo a lo estipulado, en el convenio PTAR-Refinería. Se evitan multas y sanciones administrativas.

Beneficios de difícil cuantificación

Evitar la contaminación del Río Coatzacoalcos, aprovechando el agua negra del Municipio de Minatitlán, Veracruz.

5.8.3. Programa de inversiones y reinversiones

Programa de inversiones

La Tabla 39 muestra el programa de inversión planteado para las propuestas 1 y 2 de PTAR.

Tabla 39. Programa de inversión de las propuestas 1 y 2 de PTAR

PROPUESTA	2012	2013	2014	INVERSIÓN DE LA PROPUESTA (USD)
PT-1 y 2	2'693,174	5'634,551	5'634,551	13'962,277

Programa de reinversiones por equipo.

En cuanto al rubro de reinversiones para el proyecto se considerarán ciertos porcentajes sobre el estimado de inversión y en las frecuencias que a continuación se indican para cada grupo de equipos.

Equipos Dinámicos (EQD): Para este grupo de equipos se consideró una reinversión del 40% sobre su monto de inversión cada 5 años.

Equipos Estáticos (EST): Para este grupo de equipos se consideró que tengan reinversiones cada 20 años por lo que dentro del periodo de evaluación del proyecto (20 años), no se consideran.

Tanques y Recipientes (TNK): Para este grupo de equipos se consideran reinversiones, cada 20 años al 100%, por lo que dentro del horizonte de evaluación del proyecto no se consideraron costos de reinversión.

Equipos de Transferencia Térmica (HEX): Para este grupo de equipo se consideró una reinversión del 30% cada 10 años durante el horizonte de evaluación del proyecto. Sin embargo, dentro de las propuestas para proceso no se consideraron estos equipos.

Maquinaria de Proceso (MAQ): Para este grupo de equipos, las reinversiones que se consideraron fueron incluidas de acuerdo a recomendaciones de los tecnólogos y proveedores de tales equipos. No se consideraron para las propuestas de proceso.

Equipos o Sistemas Paquete (SIS): se consideraron de acuerdo a recomendaciones de los tecnólogos y proveedores, o como requerimientos especiales de la tecnología. En el caso particular de las propuestas para proceso, dentro de estos equipos paquete sólo se consideró la parte proporcional del equipo de bombeo incluido y de acuerdo a lo indicado previamente para este grupo de equipos.

5.8.4. Indicadores de rentabilidad

La Tabla 34, muestra los indicadores financieros de las propuestas 1 y 2 de PTAR donde el VPN tiene un valor de 86'846,818 USD, la TIR es de 67.76% y el periodo de recuperación es de 2 años.

Tabla 40. *Indicadores financieros de las propuestas 1 y 2 de PTAR*

Indicadores de la Propuesta	
Inversión Directa (USD)	15'358,505
Capital de Trabajo (USD)	36,669
Inversión Total (USD)	15'395,174
Valor Presente Neto (USD)	-2,094,065
Valor Presente de la Inversión (USD)	11,297,477
Índice de Rentabilidad (VPN/VPI)	N/A
Tasa Interna de Retorno	8.5%
Recuperación (años de operación)	18

5.8.5. Análisis de sensibilidad

Debido a los resultados del análisis financiero no hay gráficos para el comportamiento del VPN y de la TIR.

5.9. RESUMEN DE PROPUESTAS

La siguiente tabla muestra el resumen con los resultados de las evaluaciones financieras de cada una de las propuestas evaluadas. Cabe mencionar que de las nueve evaluadas solo cinco muestran indicadores favorables. Las cuatro propuestas a pesar de los beneficios económicos estos no cubren el monto de la inversión en 20 años, por ello no se puede determinar la Tasa Interna de Retorno.

Tabla 41. Resumen de propuestas evaluadas

No.	NOMBRE	BENEFICIOS (USD/a)	INVERSIÓN TOTAL (USD)	VPN (USD)	TIR (%)	PRI (Años)
PR-2	Recuperación de agua de purga de lodos de Clarificadores del área de pretratamiento	403,003	5'232,045	-2'869,115	N/D	N/R
UD-1	Evaluar la implementación de la tecnología de electrodeionización para sustitución de UDA's.	8,128	7'179,205	-5'087,381	N/D	N/R
CN-1	Instalar sistema de recuperación de condensados proveniente de equipos de trampeo de cabezales de vapor.	332,961	695,097	797,959	30.5%	7
CN-2	Instalar tanque flash en U-400 para recuperar condensado de rehervidores.	289,800	343,834	692,081	44.2%	5
CN-3	Instalar tanque de recuperación de condensados proveniente de rehervidores, en U-600.	863,233	752,686	2'922,723	72%	3
CN-4	Sustituir el tanque FA-808.	1'011,216	569,628	3'601,420	109%	2
CN-5	Instalar aerocondensador para recuperar 29.7 toneladas de condensados de la red de vapor de 3.5 kg/cm ² .	1'720,301	1'843,705	4'319,334	43.9%	4
PT-1	Asegurar el envío de agua negra municipal a la PTAR actual, con la rehabilitación y adecuaciones en el cárcamo de agua negra, en la Refinería.	3'189,341				
PT-2	Incremento del uso de agua tratada en sustitución de agua cruda, mediante la construcción de nueva PTAR-PTAN, para la recuperación y tratamiento de efluentes residuales no recuperados, y el tratamiento de agua negra municipal adicional	666,399	15'394,959	-2'094,065	8.5%	18

6. CONCLUSIONES

Con base en los resultados de las evaluaciones financieras, de las nueve propuestas evaluadas se aprecia que cuatro presentan indicadores con valores negativos lo cual no hace viable la asignación de recursos para la implementación de ellas en el Centro de Refinación.

De las cuatro propuestas con valores negativos, las propuestas *“Asegurar el envío de agua negra municipal a la PTAR actual, con la rehabilitación y adecuaciones en el cárcamo de agua negra, en la Refinería”* e *“Incremento del uso de agua tratada en sustitución de agua cruda, mediante la construcción de nueva PTAR-PTAN, para la recuperación y tratamiento de efluentes residuales no recuperados, y el tratamiento de agua negra municipal adicional”* las cuales fueron evaluadas de manera conjunta, muestran en los resultados de la evaluación financiera un comportamiento particular. En el cual el Periodo de Retorno de la Inversión (PRI) tiene un valor de 18 años que es menor a los 20 años solicitados por la SHCP lo que la hace viable y en contraparte la Tasa Interna de Retorno (TIR) tiene un valor de 8.5% el cual es inferior al 12% solicitado, lo que la hace inviable; por tal razón estas propuestas no pueden ser llevadas a cabo.

En las otras dos propuestas con valores negativos se observa de manera clara que los beneficios no cubren el monto de inversión, razón por la cual no se recomienda su implementación.

Y finalmente de las cinco propuestas que tienen indicadores favorables, el monto requerido para llevarlas a cabo asciende a 2'361,245 USD, con beneficios económicos anuales de 1'485,994 USD y periodos de retorno de las inversiones que van desde 2 hasta 7 años por lo que son altamente recomendables de ejecutar.

7. ANEXOS

7.1. ANEXO "A". DIAGRAMAS DE BALANCE DE INSUMOS, PRODUCTOS Y SERVICIOS AUXILIARES.

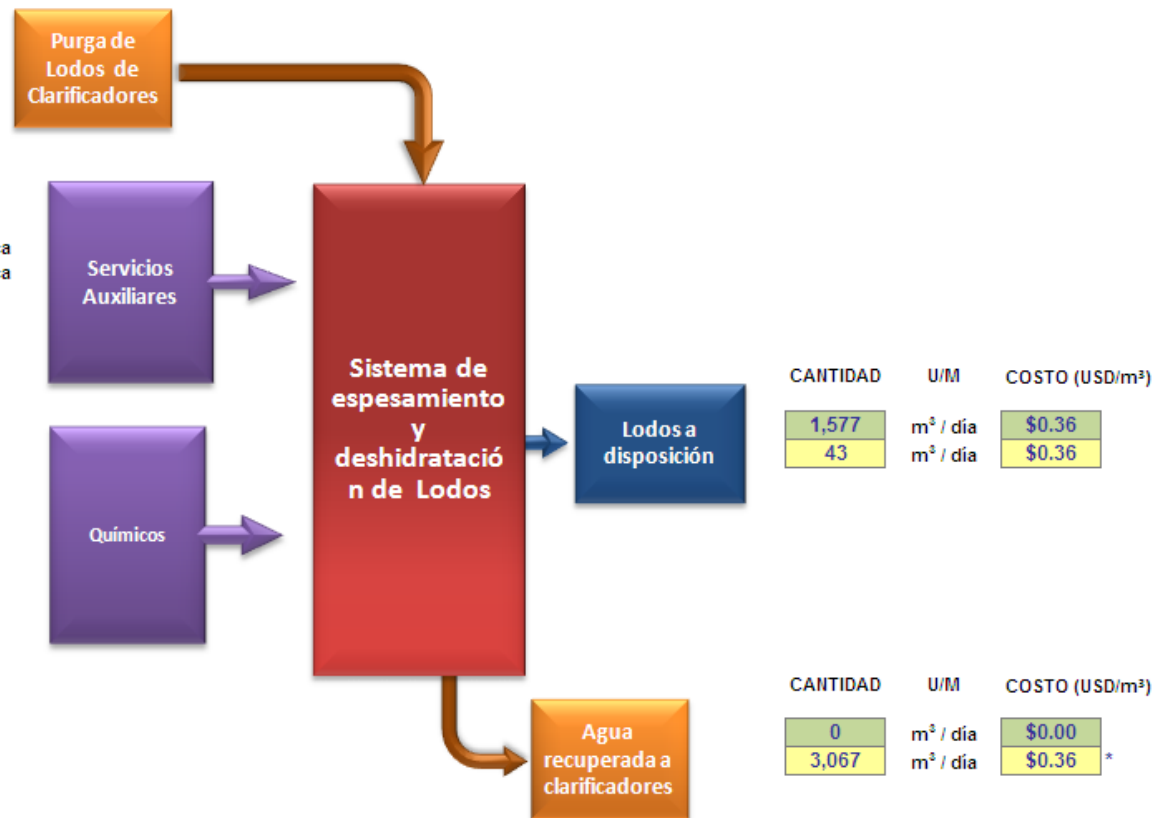
7.1.1. Diagrama de la propuesta 2 de pretratamiento.

CANTIDAD	U/M	COSTO (USD/m ³)
1,577	m ³ / día	\$0.00
3,110	m ³ / día	\$0.00

CANTIDAD	U/M	COSTO (USD/kWh)	
0	kWh/ día	\$0.13	Energía Eléctrica
342	kWh/ día	\$0.13	Energía Eléctrica

CANTIDAD	U/M	COSTO (USD/kg)	
0	kg / día	\$1.09	Polimero floculante en espesamiento
78	kg / día	\$1.09	Polimero floculante en espesamiento
0	kg / día	\$1.09	Polimero floculante en deshidratación
218	kg / día	\$1.09	Polimero floculante en deshidratación

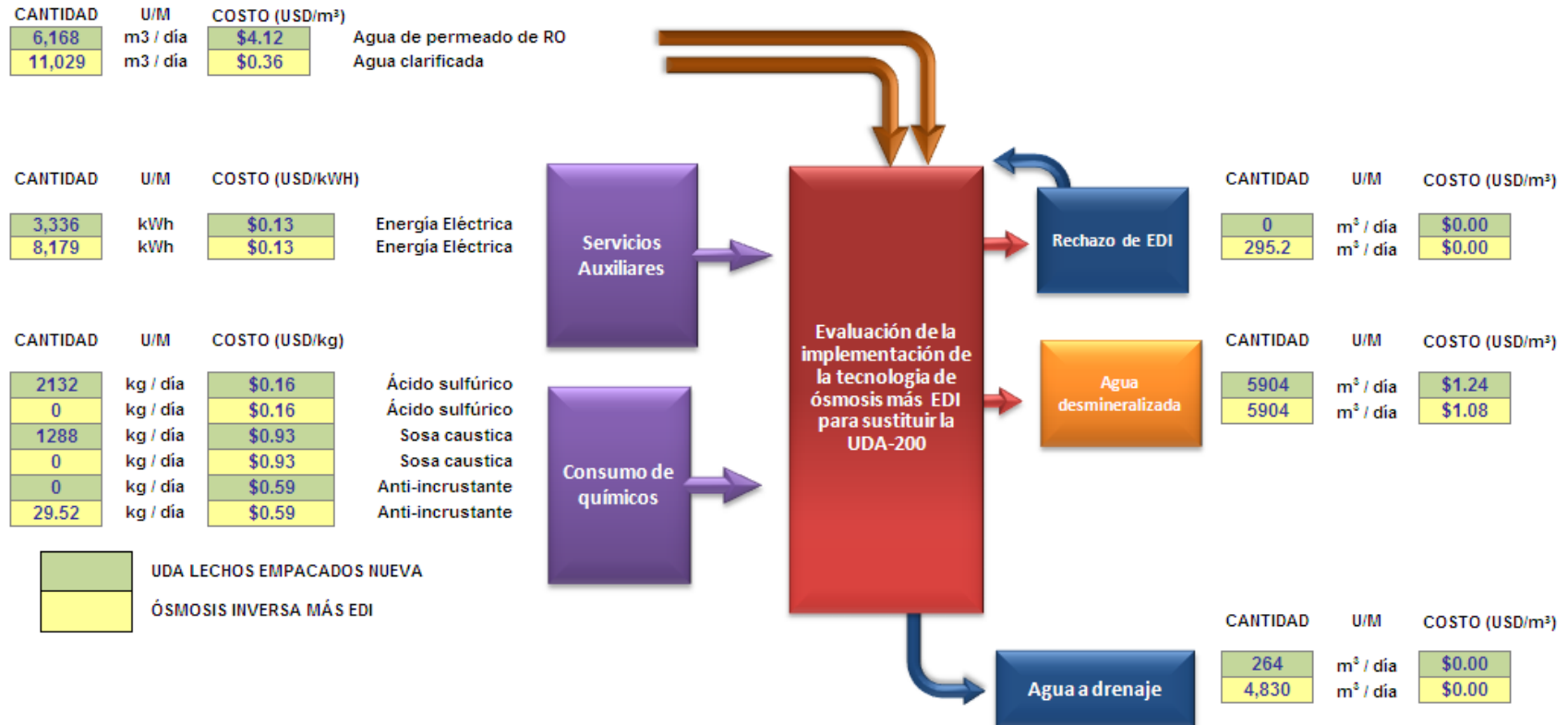
	CASO DE ACTUAL
	PROYECCIÓN CON INVERSIÓN



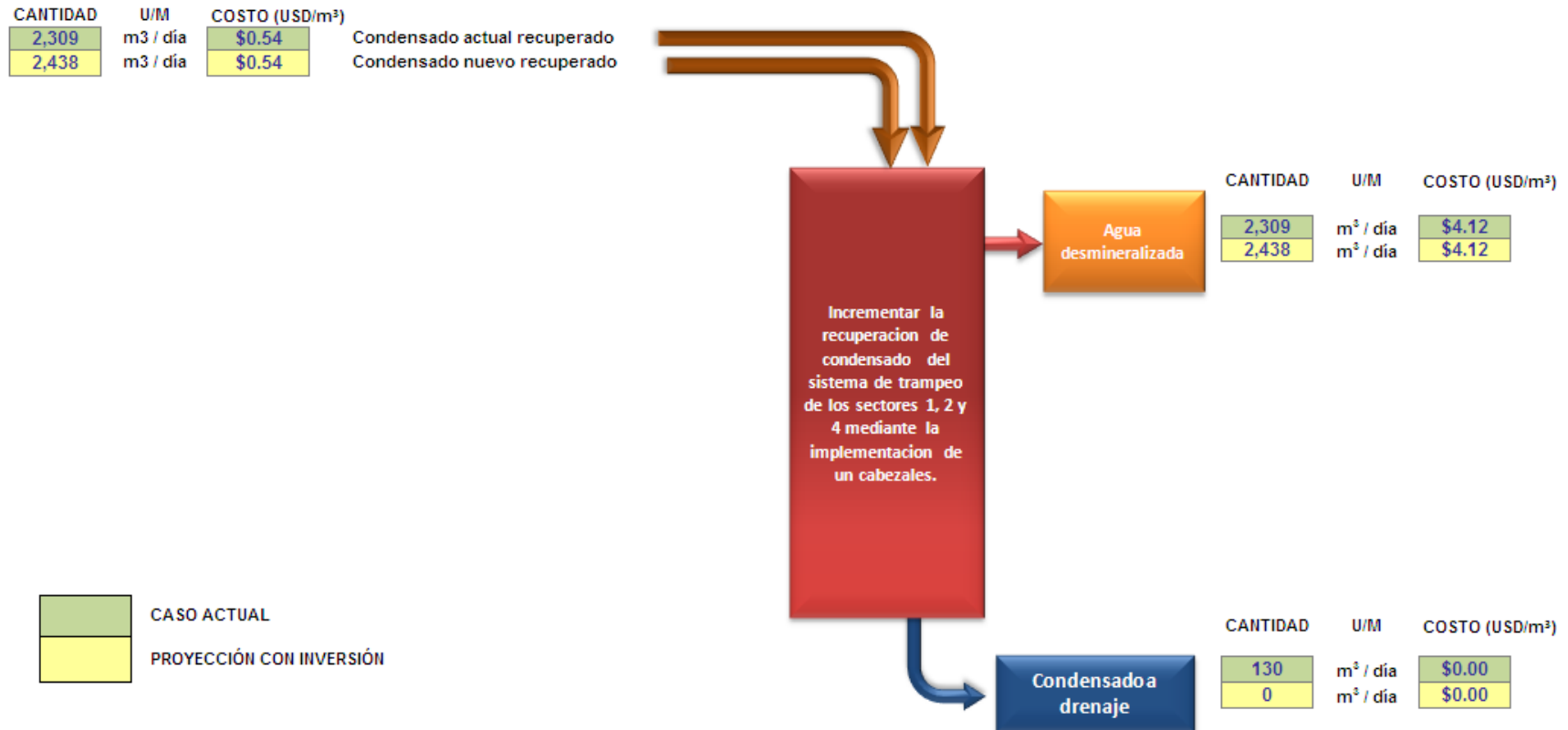
CANTIDAD	U/M	COSTO (USD/m ³)
1,577	m ³ / día	\$0.36
43	m ³ / día	\$0.36

CANTIDAD	U/M	COSTO (USD/m ³)
0	m ³ / día	\$0.00
3,067	m ³ / día	\$0.36 *

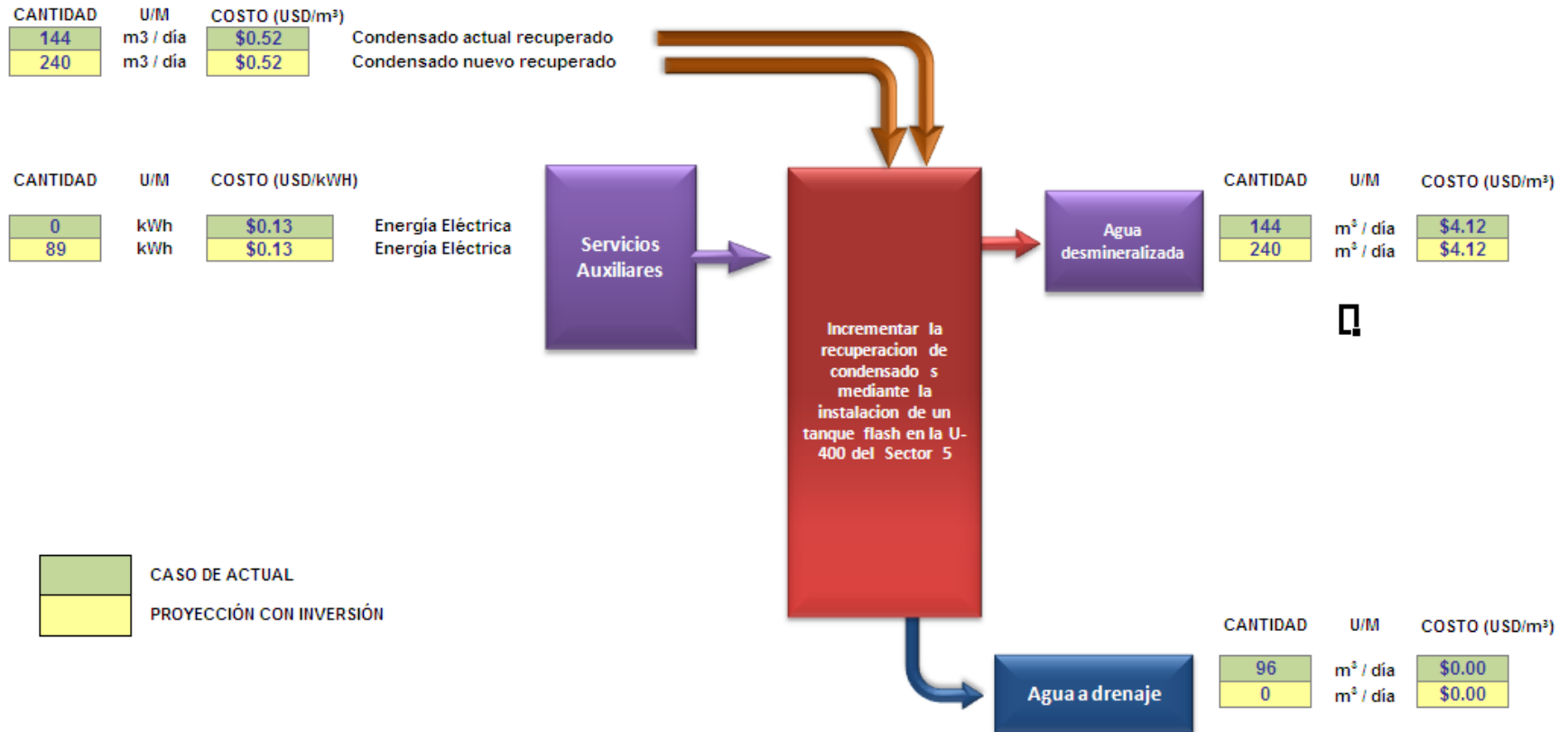
7.1.2. Diagrama de la propuesta 1 de UDA's.



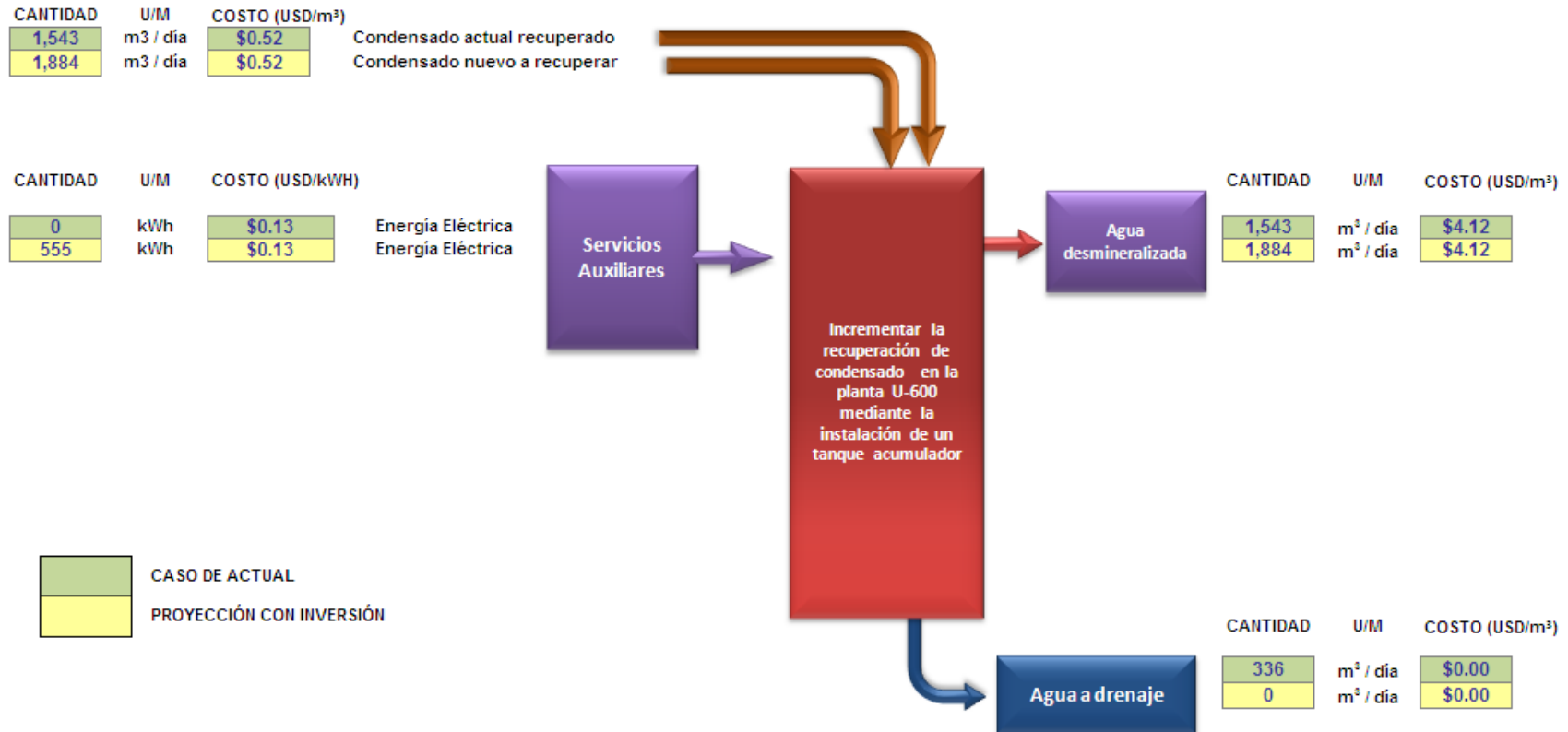
7.1.3. Diagrama de la propuesta 1 de condensados.



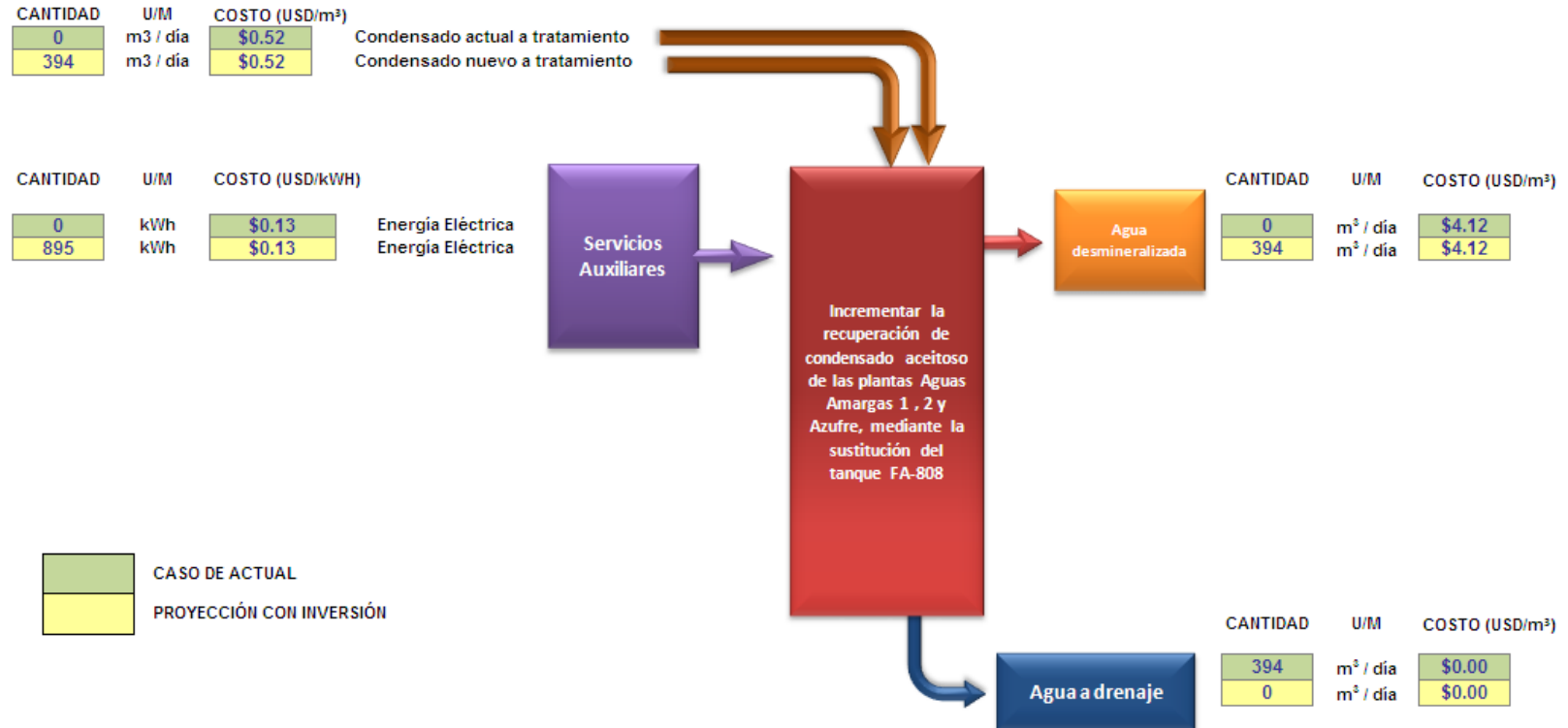
7.1.4. Diagrama de la propuesta 2 de condensados.



7.1.5. Diagrama de la propuesta 3 de condensados.



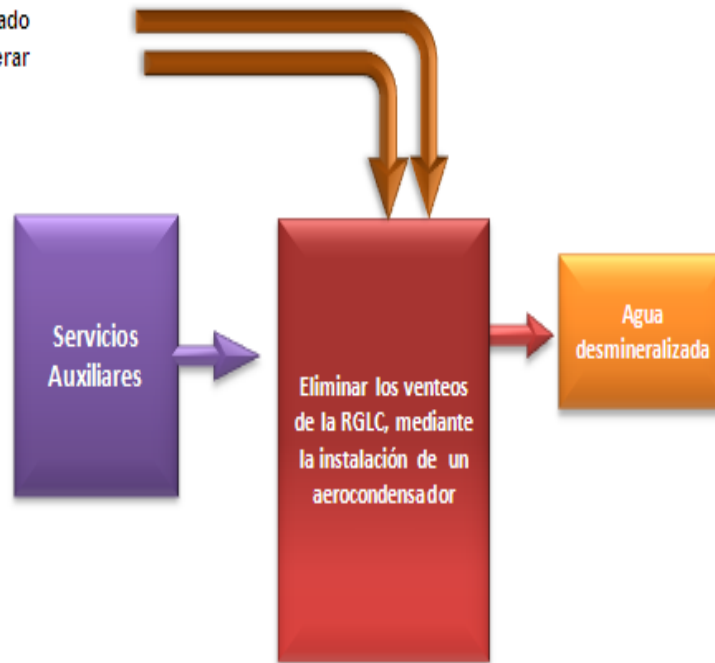
7.1.6. Diagrama de la propuesta 4 de condensados.



7.1.7. Diagrama de la propuesta 5 de condensados.

CANTIDAD	U/M	COSTO (USD/m ³)	
0	m ³ / día	\$0.54	Condensado recuperado
670	m ³ / día	\$0.54	Condensado a recuperar

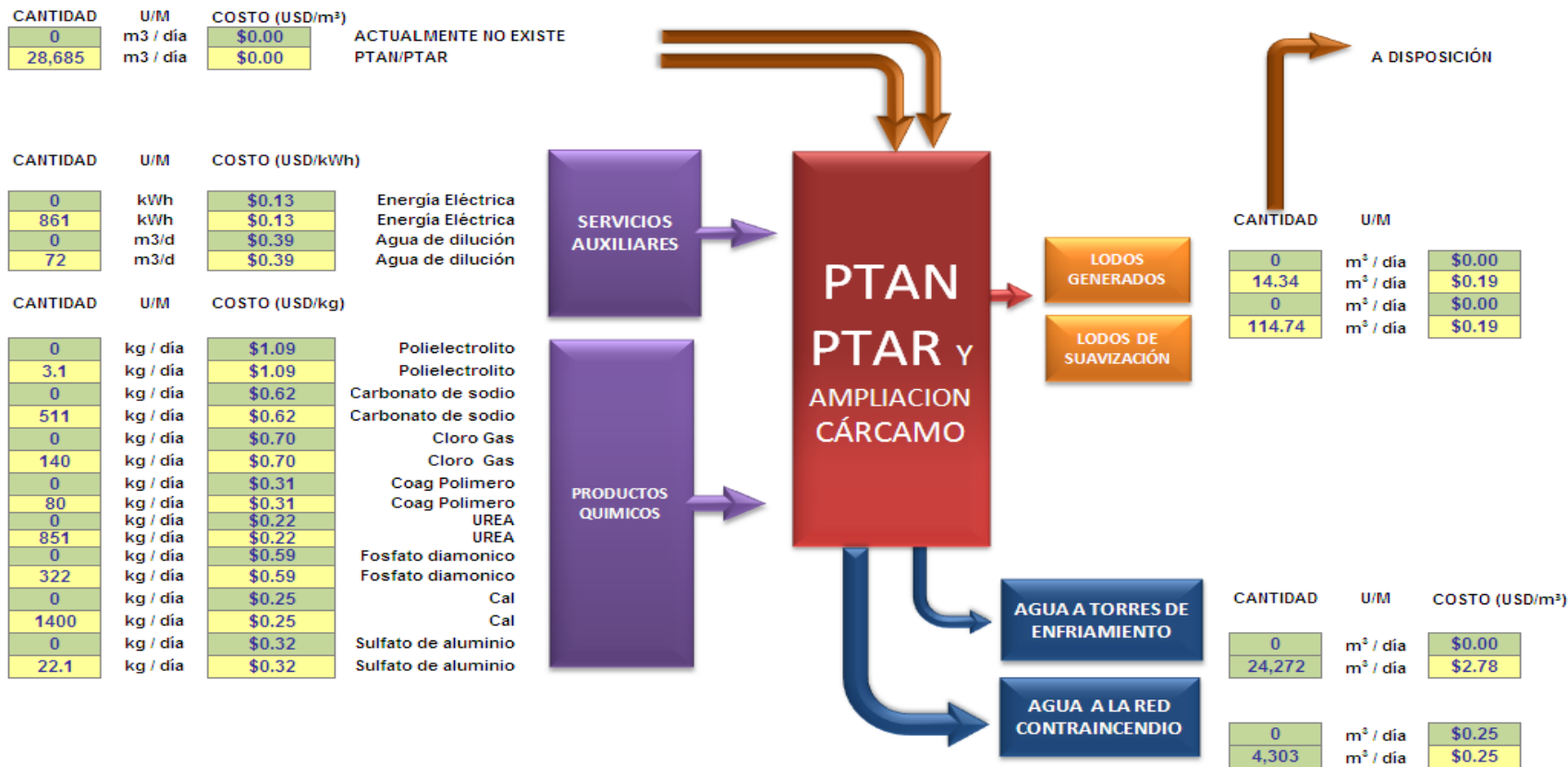
CANTIDAD	U/M	COSTO (USD/kWh)	
0	kWh	\$0.13	Energía Eléctrica
3,528	kWh	\$0.13	Energía Eléctrica



CANTIDAD	U/M	COSTO (USD/m ³)	
0	m ³ / día	\$7.04	
670	m ³ / día	\$7.04	

	CASO DE ACTUAL
	PROYECCIÓN CON INVERSIÓN

7.1.8. Diagrama de las propuestas 1 y 2 de PTAR.



7.2. ANEXO "B". PRECIOS, INVERSIONES Y COSTOS

COSTOS VARIABLES DE OPERACIÓN			Nota: Flujos de las variables económicas en base diaria										
INGRESOS	PRECIOS UNITARIOS		CN-P1	CN-P2	CN-P3	CN-P4	CN-P5	PR-P2	PT-P1	PT-P2	UD-P2	CONSUMO	
Agua desmineralizada	4.12 USD\$ / m3		129.60	112.80	336.00	393.60	669.60					599,184	m ³ / año
Agua cruda	0.25 USD\$ / m3									4,303		1,570,595	m ³ / año
Sosa caustica	0.93 USD\$ / kg										1,288	470,120	kg/año
Ácido sulfúrico	0.16 USD\$ / kg										2,132	778,180	kg/año
Agua clarificada	0.36 USD\$ / m3							3,067				1,119,455	m ³ / año
Ahorro por cambio origen UD	1.00 1/d										21,422	7,819,073	\$/año
TOTAL INGRESOS (\$USD)													
MATERIA PRIMAS			CN-P1	CN-P2	CN-P3	CN-P4	CN-P5	PR-P2	PT-P1	PT-P2	UD-P2	CONSUMO	
Condensado recuperado	0.54 USD\$ / m3		130	96	341	394	670					595,315	m ³ / año
Lodo de clarificadores	0.00 USD\$ / m3							1,533				559,545	m ³ / año
Agua clarificada	0.36 USD\$ / m3										11,029	4,025,585	m ³ / año
Agua negra	0.00 USD\$ / m3								28,685			10,470,025	m ³ / año
TOTAL MATERIAS PRIMAS (\$USD)													
QUÍMICOS, REACTIVOS Y CATALIZADORES			CN-P1	CN-P2	CN-P3	CN-P4	CN-P5	PR-P2	PT-P1	PT-P2	UD-P2	CONSUMO	
Polielectrolito	1.09 USD\$ / kg							295	3			108,971	kg / año
Anti-incrustante	0.59 USD\$ / kg										30	10,775	kg / año
Agua de dilución	0.39 USD\$ / kg								72			26,280	kg / año
Carbonato de sodio	0.62 USD\$ / kg								511			186,515	kg / año
Cloro gas	0.70 USD\$ / kg								140			51,100	kg / año
Coagulante polimero	0.31 USD\$ / kg								80			29,200	kg / año
UREA	0.22 USD\$ / kg								851			310,615	kg / año
Fosfato diamonico	0.59 USD\$ / kg								322			117,530	kg / año
Cal	0.25 USD\$ / kg								1,400			511,000	kg / año
Sulfato de aluminio	0.32 USD\$ / kg								22			8,067	kg / año
TOTAL COSTOS QUÍMICOS Y REACTIVOS (\$USD)													
SERVICIOS AUXILIARES, ENERGÍA ELÉCTRICA Y COMBUSTIBLES			CN-P1	CN-P2	CN-P3	CN-P4	CN-P5	PR-P2	PT-P1	PT-P2	UD-P2	CONSUMO	
Energía Eléctrica	0.13 USD\$ / kWh			89	555	895	3,528	342	861		8,179	5,273,885	kWh / año
TOTAL COSTOS SERVICIOS AUXILIARES, ENERGÍA ELÉCTRICA Y COMBUSTIBLES (\$USD)													

Evaluación Financiera para la Optimización del Uso del Agua en una Refinería de Petróleo

COSTOS FIJOS DE LA PLANTA (ANUALES)													
COSTOS FIJOS DIRECTOS			CN-P1	CN-P2	CN-P3	CN-P4	CN-P5	PR-P2	PT-P1	PT-P2	UD-P2	TOTALES	
Mantenimiento preventivo	3%		474,253	210,998	469,042	364,048	1,278,680	3,525,000	1,965,027	9,115,664	4,944,563	22,347,274	\$USD
Mano de Obra de Operación	Plantilla nueva								233,374			233,374	\$USD
Gastos de Laboratorio	5%											0	\$USD
TOTAL COSTOS FIJOS DIRECTOS (\$USD)													
COSTOS FIJOS INDIRECTOS			CN-P1	CN-P2	CN-P3	CN-P4	CN-P5	PR-P2	PT-P1	PT-P2	UD-P2	TOTALES	
Gastos de Administración	No se considera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Seguros	No se considera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Depreciación	Lineal a 20 años		474,253	210,998	469,042	364,048	1,278,680	3,525,000	1,965,027	9,115,664	4,944,563	22,347,274	\$USD
COSTOS FIJOS INDIRECTOS TOTALES s/DEPRECIACIÓN o COSTO TOTAL EN EFECTIVO DE PRODUCCIÓN													

INVERSIONES, REINVERSIONES Y CAPITAL DE TRABAJO													
			CN-P1	CN-P2	CN-P3	CN-P4	CN-P5	PR-P2	PT-P1	PT-P2	UD-P2	TOTALES	
Inversiones del Proyecto			695,097	343,834	752,686	569,628	1,843,705	5,222,250	2,962,492	12,396,013	7,178,675	31,964,379	\$USD
Capital de Trabajo			0	0	0	0	0	9,795	36,669	0	530	46,995	\$USD
Reinversiones EQD	5	40%	0	93,354	103,243	105,213	0	0	858,981	1,210,937	0	2,371,728	\$USD
Reinversiones EST	20	100%	0	0	0	0	0	0	100,482	5,352,453	0	5,452,935	\$USD
Reinversiones TNK	20	100%	102,651	117,644	365,798	258,835	0	0	0	2,099,866	0	2,944,794	\$USD
Reinversiones HEX	10	30%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	\$USD
Reinversiones MAQ	20	100%	0	0	0	0	0	0	904,816	452,408	0	1,357,225	\$USD
Reinversiones SIS	5	0.5%	371,602	0	0	0	1,278,680	3,525,000	100,748	0	4,944,563	10,220,593	\$USD
Reposiciones especiales	5	100%									384,000	384,000	\$USD
Otros	20	0%										0	\$USD
TOTAL DE INVERSIONES DEL PROYECTO (\$USD)													

7.3. ANEXO “C”. ESTADO DE RESULTADOS PROFORMA

7.3.1. Estado de resultados proforma de la propuesta 2 de pretratamiento.

Año	2013	2014	2015	2016	2017	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Horizonte de evaluación	0	1	2	3	4	14	15	16	17	18	19	20
% Operación	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
INGRESOS, AHORROS Y BENEFICIOS (\$USD ANUALES)												
Agua clarificada	-	402,657	402,657	402,657	402,657	402,657	402,657	402,657	402,657	402,657	402,657	402,657
INGRESO TOTAL ANUAL	-	402,657	402,657	402,657	402,657	402,657	402,657	402,657	402,657	402,657	402,657	402,657
COSTOS VARIABLES DE PRODUCCIÓN (USD\$ ANUALES)												
COSTO MATERIAS PRIMAS												
Lodo de clarificadores	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costo Anual de Materias Primas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COSTO QUÍMICOS Y REACTIVOS												
Polielectrolito	-	117,545	117,545	117,545	117,545	117,545	117,545	117,545	117,545	117,545	117,545	117,545
Costos Anuales de Químicos y Reactivos	-	117,545	117,545	117,545	117,545	117,545	117,545	117,545	117,545	117,545	117,545	117,545
COSTO SERVICIOS AUXILIARES												
Energía Eléctrica	-	16,160	16,160	16,160	16,160	16,160	16,160	16,160	16,160	16,160	16,160	16,160
Costo Anual de Servicios Auxiliares	-	16,160	16,160	16,160	16,160	16,160	16,160	16,160	16,160	16,160	16,160	16,160
TOTAL COSTOS VARIABLES DE PRODUCCIÓN	-	133,705	133,705	133,705	133,705	133,705	133,705	133,705	133,705	133,705	133,705	133,705
COSTOS FIJOS DE LA PLANTA (\$USD)												
Costos Fijos Directos												
Mantenimiento preventivo	3.0%	-	105,750	105,750	105,750	105,750	105,750	105,750	105,750	105,750	105,750	105,750
Mano de Obra de Operación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de Laboratorio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Costos Fijos Directos	-	105,750	105,750	105,750	105,750	105,750	105,750	105,750	105,750	105,750	105,750	105,750
Costos Fijos Indirectos												
Gastos de Administración	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Seguros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Depreciación	-	176,250	176,250	176,250	176,250	176,250	176,250	176,250	176,250	176,250	176,250	176,250
Total Costos Fijos Indirectos sin Depreciación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Costos Fijos Indirectos con Depreciación	-	176,250	176,250	176,250	176,250	176,250	176,250	176,250	176,250	176,250	176,250	176,250

Evaluación Financiera para la Optimización del Uso del Agua en una Refinería de Petróleo

BALANCE DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS (\$USD)												
Ingreso Total Anual	-	402,657	402,657	402,657	402,657	402,657	402,657	402,657	402,657	402,657	402,657	402,657
Costo Total en Efectivo de Operación	-	239,455	239,455	239,455	239,455	239,455	239,455	239,455	239,455	239,455	239,455	239,455
Costo Total de Operación	-	415,705	415,705	415,705	415,705	415,705	415,705	415,705	415,705	415,705	415,705	415,705
Utilidades antes de Impuestos	-	(13,048)	(13,048)	(13,048)	(13,048)	(13,048)	(13,048)	(13,048)	(13,048)	(13,048)	(13,048)	(13,048)
Impuestos (ISR) 30%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utilidades después de Impuestos	-	(13,048)	(13,048)	(13,048)	(13,048)	(13,048)	(13,048)	(13,048)	(13,048)	(13,048)	(13,048)	(13,048)
Inversiones Totales y Capital de Trabajo	5,232,045	-	-	-	-	-	17,625	-	-	-	-	(9,795)
Depreciación	-	176,250	176,250	176,250	176,250	176,250	176,250	176,250	176,250	176,250	176,250	176,250
FLUJO DE EFECTIVO DESPUÉS DE IMPUESTOS	(5,232,045)	163,202	163,202	163,202	163,202	163,202	145,577	163,202	163,202	163,202	163,202	172,997
FLUJO DE EFECTIVO ANTES DE IMPUESTOS	(5,232,045)	163,202	163,202	163,202	163,202	163,202	145,577	163,202	163,202	163,202	163,202	172,997

7.3.2. Estado de resultados proforma de la propuesta 1 de UDA's.

Año	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2031	2032	2033	2034	2035
Horizonte de evaluación	0	1	2	3	4	5	16	17	18	19	20
% Operación	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

INGRESOS, AHORROS Y BENEFICIOS (\$USD ANUALES)											
Sosa caustica	-	437,321	437,321	437,321	437,321	437,321	437,321	437,321	437,321	437,321	437,321
Ácido sulfúrico	-	120,648	120,648	120,648	120,648	120,648	120,648	120,648	120,648	120,648	120,648
Ahorro por cambio origen UD P2	-	7,819,073	7,819,073	7,819,073	7,819,073	7,819,073	7,819,073	7,819,073	7,819,073	7,819,073	7,819,073
INGRESO TOTAL ANUAL	-	8,377,042	8,377,042	8,377,042	8,377,042	8,377,042	8,377,042	8,377,042	8,377,042	8,377,042	8,377,042

COSTOS VARIABLES DE PRODUCCIÓN (USD\$ ANUALES)											
COSTO MATERIAS PRIMAS											
Agua clarificada	-	1,447,962	1,447,962	1,447,962	1,447,962	1,447,962	1,447,962	1,447,962	1,447,962	1,447,962	1,447,962
Costo Anual de Materias Primas	-	1,447,962	1,447,962	1,447,962	1,447,962	1,447,962	1,447,962	1,447,962	1,447,962	1,447,962	1,447,962
COSTO QUÍMICOS Y REACTIVOS											
Anti-incrustante	-	6,357	6,357	6,357	6,357	6,357	6,357	6,357	6,357	6,357	6,357
Costos Anuales de Químicos y Reactivos	-	6,357	6,357	6,357	6,357	6,357	6,357	6,357	6,357	6,357	6,357
COSTO SERVICIOS AUXILIARES											
Energía Eléctrica	-	386,474	386,474	386,474	386,474	386,474	386,474	386,474	386,474	386,474	386,474
Costo Anual de Servicios Auxiliares	-	386,474	386,474	386,474	386,474	386,474	386,474	386,474	386,474	386,474	386,474
TOTAL COSTOS VARIABLES DE PRODUCCIÓN	-	1,840,793	1,840,793	1,840,793	1,840,793	1,840,793	1,840,793	1,840,793	1,840,793	1,840,793	1,840,793

COSTOS FIJOS DE LA PLANTA (\$USD)											
Costos Fijos Directos											
Mantenimiento preventivo 3.0%	-	148,337	148,337	148,337	148,337	148,337	148,337	148,337	148,337	148,337	148,337
Mano de Obra de Operación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de Laboratorio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Costos Fijos Directos	-	148,337	148,337	148,337	148,337	148,337	148,337	148,337	148,337	148,337	148,337
Costos Fijos Indirectos											
Gastos de Administración	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Seguros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Depreciación	-	247,228	247,228	247,228	247,228	247,228	247,228	247,228	247,228	247,228	247,228
Total Costos Fijos Indirectos sin Depreciación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Costos Fijos Indirectos con Depreciación	-	247,228	247,228	247,228	247,228	247,228	247,228	247,228	247,228	247,228	247,228

Evaluación Financiera para la Optimización del Uso del Agua en una Refinería de Petróleo

BALANCE DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS (\$USD)												
Ingreso Total Anual	-	8,377,042	8,377,042	8,377,042	8,377,042	8,377,042	8,377,042	8,377,042	8,377,042	8,377,042	8,377,042	8,377,042
Costo Total en Efectivo de Operación	-	1,989,130	1,989,130	1,989,130	1,989,130	1,989,130	1,989,130	1,989,130	1,989,130	1,989,130	1,989,130	1,989,130
Costo Total de Operación	-	2,236,358	2,236,358	2,236,358	2,236,358	2,236,358	2,236,358	2,236,358	2,236,358	2,236,358	2,236,358	2,236,358
Utilidades antes de Impuestos	-	6,140,684	6,140,684	6,140,684	6,140,684	6,140,684	6,140,684	6,140,684	6,140,684	6,140,684	6,140,684	6,140,684
Impuestos (ISR) 30%	-	1,842,205	1,842,205	1,842,205	1,842,205	1,842,205	1,842,205	1,842,205	1,842,205	1,842,205	1,842,205	1,842,205
Utilidades después de Impuestos	-	4,298,479	4,298,479	4,298,479	4,298,479	4,298,479	4,298,479	4,298,479	4,298,479	4,298,479	4,298,479	4,298,479
Inversiones Totales y Capital de Trabajo	7,179,205	-	-	-	-	408,723	-	-	-	-	-	(530)
Depreciación	-	247,228	247,228	247,228	247,228	247,228	247,228	247,228	247,228	247,228	247,228	247,228
FLUJO DE EFECTIVO DESPUÉS DE IMPUESTOS	(7,179,205)	4,545,707	4,545,707	4,545,707	4,545,707	4,136,984	4,545,707	4,545,707	4,545,707	4,545,707	4,545,707	4,546,236
FLUJO DE EFECTIVO ANTES DE IMPUESTOS	(7,179,205)	6,387,912	6,387,912	6,387,912	6,387,912	5,979,189	6,387,912	6,387,912	6,387,912	6,387,912	6,387,912	6,388,442

7.3.3. Estado de resultados proforma de la propuesta 1 de condensados.

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Horizonte de evaluación	-1	0	1	2	3	4	5	16	17	18	19	20	21
% Operación	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Horizonte de evaluación	-1	0	1	2	3	4	5	16	17	18	19	20	21
% Operación	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%

BALANCE DE MATERIA														
PRODUCTOS														
Agua desmineralizada	m3 /año	0	0	47,304	47,304	47,304	47,304	47,304	47,304	47,304	47,304	47,304	47,304	0
MATERIAS PRIMAS														
Condensado recuperado	m3 /año	0	0	47,450	47,450	47,450	47,450	47,450	47,450	47,450	47,450	47,450	47,450	0
QUÍMICOS, REACTIVOS Y CATALIZADORES														
SERVICIOS AUXILIARES														
Energía Eléctrica	kWH / año	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PRECIOS (\$USD)														
PRODUCTOS														
Agua desmineralizada	USD\$ / m3	-	-	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	-
MATERIAS PRIMAS														
Condensado recuperado	USD\$ / m3	-	-	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	-
QUÍMICOS Y REACTIVOS														
SERVICIOS AUXILIARES														
Energía Eléctrica	USD\$ / kWH	-	-	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	-

IMPORTES ANUALES (\$USD)													
# Años	1	2	3	4	5	6	7	18	19	20	21	22	23
Horizonte de evaluación	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

INGRESOS, AHORROS Y BENEFICIOS (\$USD ANUALES)														
Agua desmineralizada	-	-	194,716	194,716	194,716	194,716	194,716	194,716	194,716	194,716	194,716	194,716	194,716	-
INGRESO TOTAL ANUAL	-	-	194,716	194,716	194,716	194,716	194,716	194,716	194,716	194,716	194,716	194,716	194,716	-

Evaluación Financiera para la Optimización del Uso del Agua en una Refinería de Petróleo

COSTOS VARIABLES DE PRODUCCIÓN (USD\$ ANUALES)													
COSTO MATERIAS PRIMAS													
Condensado recuperado	-	-	25,674	25,674	25,674	25,674	25,674	25,674	25,674	25,674	25,674	25,674	-
Costo Anual de Materias Primas	-	-	25,674	25,674	25,674	25,674	25,674	25,674	25,674	25,674	25,674	25,674	-
COSTO QUÍMICOS Y REACTIVOS													
Costos Anuales de Químicos y Reactivos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COSTO SERVICIOS AUXILIARES													
Energía Eléctrica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costo Anual de Servicios Auxiliares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL COSTOS VARIABLES DE PRODUCCIÓN	-	-	25,674	25,674	25,674	25,674	25,674	25,674	25,674	25,674	25,674	25,674	-
COSTOS FIJOS DE LA PLANTA (\$USD)													
Costos Fijos Directos													
Mantenimiento preventivo	3.0%	-	-	14,228	14,228	14,228	14,228	14,228	14,228	14,228	14,228	14,228	-
Mano de Obra de Operación		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de Laboratorio		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Costos Fijos Directos		-	-	14,228	14,228	14,228	14,228	14,228	14,228	14,228	14,228	14,228	-
Costos Fijos Indirectos													
Gastos de Administración		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Seguros		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Depreciación		-	-	23,713	23,713	23,713	23,713	23,713	23,713	23,713	23,713	23,713	-
Total Costos Fijos Indirectos sin Depreciación		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Costos Fijos Indirectos con Depreciación		-	-	23,713	23,713	23,713	23,713	23,713	23,713	23,713	23,713	23,713	-
BALANCE DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS (\$USD)													
Ingreso Total Anual		-	-	194,716	194,716	194,716	194,716	194,716	194,716	194,716	194,716	194,716	-
Costo Total en Efectivo de Operación		-	-	39,902	39,902	39,902	39,902	39,902	39,902	39,902	39,902	39,902	-
Costo Total de Operación		-	-	63,615	63,615	63,615	63,615	63,615	63,615	63,615	63,615	63,615	-
Utilidades antes de Impuestos		-	-	131,102	131,102	131,102	131,102	131,102	131,102	131,102	131,102	131,102	-
Impuestos (ISR)	30%	-	-	39,331	39,331	39,331	39,331	39,331	39,331	39,331	39,331	39,331	-
Utilidades después de Impuestos		-	-	91,771	91,771	91,771	91,771	91,771	91,771	91,771	91,771	91,771	-
Inversiones Totales y Capital de Trabajo		-	695,097	-	-	-	-	1,858	-	-	-	-	-
Depreciación		-	-	23,713	23,713	23,713	23,713	23,713	23,713	23,713	23,713	23,713	-
FLUJO DE EFECTIVO DESPUÉS DE IMPUESTOS		-	(695,097)	115,484	115,484	115,484	115,484	113,626	115,484	115,484	115,484	115,484	-
FLUJO DE EFECTIVO ANTES DE IMPUESTOS		-	(695,097)	154,814	154,814	154,814	154,814	152,956	154,814	154,814	154,814	154,814	-

7.3.4. Estado de resultados proforma de la propuesta 2 de condensados.

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2031	2032
Horizonte de evaluación	-1	0	1	2	3	4	5	16	17	18	19	20	21
% Operación	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%

Evaluación Financiera para la Optimización del Uso del Agua en una Refinería de Petróleo

BALANCE DE MATERIA														
PRODUCTOS														
Agua desmineralizada	m3 /año	0	0	41,172	41,172	41,172	41,172	41,172	41,172	41,172	41,172	41,172	41,172	0
MATERIAS PRIMAS														
Condensado recuperado	m3 /año	0	0	35,040	35,040	35,040	35,040	35,040	35,040	35,040	35,040	35,040	35,040	0
QUÍMICOS, REACTIVOS Y CATALIZADORES														
SERVICIOS AUXILIARES														
Energía Eléctrica	kWH / año	0	0	32,485	32,485	32,485	32,485	32,485	32,485	32,485	32,485	32,485	32,485	0
PRECIOS (\$USD)														
PRODUCTOS														
Agua desmineralizada	USD\$ / m3	-	-	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	-
MATERIAS PRIMAS														
Condensado recuperado	USD\$ / m3	-	-	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	-
QUÍMICOS Y REACTIVOS														
SERVICIOS AUXILIARES														
Energía Eléctrica	USD\$ / kWH	-	-	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	-
IMPORTES ANUALES (\$USD)														
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
# Años		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Horizonte de evaluación		0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
INGRESOS, AHORROS Y BENEFICIOS (\$USD ANUALES)														
Agua desmineralizada		-	-	169,475	169,475	169,475	169,475	169,475	169,475	169,475	169,475	169,475	169,475	-
INGRESO TOTAL ANUAL		-	-	169,475	169,475	169,475	169,475	169,475	169,475	169,475	169,475	169,475	169,475	-
COSTOS VARIABLES DE PRODUCCIÓN (USD\$ ANUALES)														
COSTO MATERIAS PRIMAS														
Condensado recuperado		-	-	18,960	18,960	18,960	18,960	18,960	18,960	18,960	18,960	18,960	18,960	-
Costo Anual de Materias Primas		-	-	18,960	18,960	18,960	18,960	18,960	18,960	18,960	18,960	18,960	18,960	-
COSTO QUÍMICOS Y REACTIVOS														
Costos Anuales de Químicos y Reactivos		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COSTO SERVICIOS AUXILIARES														
Energía Eléctrica		-	-	4,205	4,205	4,205	4,205	4,205	4,205	4,205	4,205	4,205	4,205	-
Costo Anual de Servicios Auxiliares		-	-	4,205	4,205	4,205	4,205	4,205	4,205	4,205	4,205	4,205	4,205	-
TOTAL COSTOS VARIABLES DE PRODUCCIÓN		-	-	23,165	23,165	23,165	23,165	23,165	23,165	23,165	23,165	23,165	23,165	-
COSTOS FIJOS DE LA PLANTA (\$USD)														
Costos Fijos Directos														
Mantenimiento preventivo	3.0%	-	-	6,330	6,330	6,330	6,330	6,330	6,330	6,330	6,330	6,330	6,330	-
Mano de Obra de Operación		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de Laboratorio		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Costos Fijos Directos		-	-	6,330	6,330	6,330	6,330	6,330	6,330	6,330	6,330	6,330	6,330	-
Costos Fijos Indirectos														
Gastos de Administración		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Seguros		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Depreciación		-	-	10,550	10,550	10,550	10,550	10,550	10,550	10,550	10,550	10,550	10,550	-
Total Costos Fijos Indirectos sin Depreciación		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Costos Fijos Indirectos con Depreciación		-	-	10,550	10,550	10,550	10,550	10,550	10,550	10,550	10,550	10,550	10,550	-

Evaluación Financiera para la Optimización del Uso del Agua en una Refinería de Petróleo

BALANCE DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS (\$USD)													
Ingreso Total Anual	-	-	169,475	169,475	169,475	169,475	169,475	169,475	169,475	169,475	169,475	169,475	-
Costo Total en Efectivo de Operación	-	-	29,495	29,495	29,495	29,495	29,495	29,495	29,495	29,495	29,495	29,495	-
Costo Total de Operación	-	-	40,045	40,045	40,045	40,045	40,045	40,045	40,045	40,045	40,045	40,045	-
Utilidades antes de Impuestos	-	-	129,431	129,431	129,431	129,431	129,431	129,431	129,431	129,431	129,431	129,431	-
Impuestos (ISR) 30%	-	-	38,829	38,829	38,829	38,829	38,829	38,829	38,829	38,829	38,829	38,829	-
Utilidades después de Impuestos	-	-	90,601	90,601	90,601	90,601	90,601	90,601	90,601	90,601	90,601	90,601	-
Inversiones Totales y Capital de Trabajo	-	343,834	-	-	-	-	37,341	-	-	-	-	-	-
Depreciación	-	-	10,550	10,550	10,550	10,550	10,550	10,550	10,550	10,550	10,550	10,550	-
FLUJO DE EFECTIVO DESPUÉS DE IMPUESTOS	-	(343,834)	101,151	101,151	101,151	101,151	63,810	101,151	101,151	101,151	101,151	101,151	-
FLUJO DE EFECTIVO ANTES DE IMPUESTOS	-	(343,834)	139,980	139,980	139,980	139,980	102,639	139,980	139,980	139,980	139,980	139,980	-

7.3.5. Estado de resultados proforma de la propuesta 3 de condensados.

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Horizonte de evaluación	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
% Operación	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%

BALANCE DE MATERIA													
PRODUCTOS													
Agua desmineralizada	m3 / año	0	0	122,640	122,640	122,640	122,640	122,640	122,640	122,640	122,640	122,640	0
MATERIAS PRIMAS													
Condensado recuperado	m3 / año	0	0	124,465	124,465	124,465	124,465	124,465	124,465	124,465	124,465	124,465	0
QUÍMICOS, REACTIVOS Y CATALIZADORES													
SERVICIOS AUXILIARES													
Energía Eléctrica	kWH / año	0	0	202,575	202,575	202,575	202,575	202,575	202,575	202,575	202,575	202,575	0

PRECIOS (\$USD)													
PRODUCTOS													
Agua desmineralizada	USD\$ / m3	-	-	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	-
MATERIAS PRIMAS													
Condensado recuperado	USD\$ / m3	-	-	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	-
QUÍMICOS Y REACTIVOS													
SERVICIOS AUXILIARES													
Energía Eléctrica	USD\$ / kWH	-	-	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	-

IMPORTES ANUALES (\$USD)													
# Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Horizonte de evaluación	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

INGRESOS, AHORROS Y BENEFICIOS (\$USD ANUALES)													
Agua desmineralizada	-	-	504,820	504,820	504,820	504,820	504,820	504,820	504,820	504,820	504,820	504,820	-
INGRESO TOTAL ANUAL	-	-	504,820	504,820	504,820	504,820	504,820	504,820	504,820	504,820	504,820	504,820	-

Evaluación Financiera para la Optimización del Uso del Agua en una Refinería de Petróleo

COSTOS VARIABLES DE PRODUCCIÓN (USD\$ ANUALES)														
COSTO MATERIAS PRIMAS														
Condensado recuperado	-	-	67,346	67,346	67,346	67,346	67,346	67,346	67,346	67,346	67,346	67,346	67,346	-
Costo Anual de Materias Primas	-	-	67,346	67,346	67,346	67,346	67,346	67,346	67,346	67,346	67,346	67,346	67,346	-
COSTO QUÍMICOS Y REACTIVOS														
Costos Anuales de Químicos y Reactivos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COSTO SERVICIOS AUXILIARES														
Energía Eléctrica	-	-	26,225	26,225	26,225	26,225	26,225	26,225	26,225	26,225	26,225	26,225	26,225	-
Costo Anual de Servicios Auxiliares	-	-	26,225	26,225	26,225	26,225	26,225	26,225	26,225	26,225	26,225	26,225	26,225	-
TOTAL COSTOS VARIABLES DE PRODUCCIÓN	-	-	93,571	93,571	93,571	93,571	93,571	93,571	93,571	93,571	93,571	93,571	93,571	-
COSTOS FIJOS DE LA PLANTA (\$USD)														
Costos Fijos Directos														
Mantenimiento preventivo	3.0%	-	-	14,071	14,071	14,071	14,071	14,071	14,071	14,071	14,071	14,071	14,071	-
Mano de Obra de Operación		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de Laboratorio		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Costos Fijos Directos		-	-	14,071	14,071	14,071	14,071	14,071	14,071	14,071	14,071	14,071	14,071	-
Costos Fijos Indirectos														
Gastos de Administración		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Seguros		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Depreciación		-	-	23,452	23,452	23,452	23,452	23,452	23,452	23,452	23,452	23,452	23,452	-
Total Costos Fijos Indirectos sin Depreciación		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Costos Fijos Indirectos con Depreciación		-	-	23,452	23,452	23,452	23,452	23,452	23,452	23,452	23,452	23,452	23,452	-
BALANCE DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS (\$USD)														
Ingreso Total Anual		-	-	504,820	504,820	504,820	504,820	504,820	504,820	504,820	504,820	504,820	504,820	-
Costo Total en Efectivo de Operación		-	-	107,642	107,642	107,642	107,642	107,642	107,642	107,642	107,642	107,642	107,642	-
Costo Total de Operación		-	-	131,094	131,094	131,094	131,094	131,094	131,094	131,094	131,094	131,094	131,094	-
Utilidades antes de Impuestos		-	-	373,726	373,726	373,726	373,726	373,726	373,726	373,726	373,726	373,726	373,726	-
Impuestos (ISR)	30%	-	-	112,118	112,118	112,118	112,118	112,118	112,118	112,118	112,118	112,118	112,118	-
Utilidades después de Impuestos		-	-	261,608	261,608	261,608	261,608	261,608	261,608	261,608	261,608	261,608	261,608	-
Inversiones Totales y Capital de Trabajo		-	752,686	-	-	-	-	41,297	-	-	-	-	-	-
Depreciación		-	-	23,452	23,452	23,452	23,452	23,452	23,452	23,452	23,452	23,452	23,452	-
FLUJO DE EFECTIVO DESPUÉS DE IMPUESTOS		-	(752,686)	285,060	285,060	285,060	285,060	243,763	285,060	285,060	285,060	285,060	285,060	-
FLUJO DE EFECTIVO ANTES DE IMPUESTOS		-	(752,686)	397,178	397,178	397,178	397,178	355,881	397,178	397,178	397,178	397,178	397,178	-

7.3.6. Estado de resultados proforma de la propuesta 4 de condensados.

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Horizonte de evaluación	-1	0	1	2	3	4	5	16	17	18	19	20	21
% Operación	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%

Evaluación Financiera para la Optimización del Uso del Agua en una Refinería de Petróleo

BALANCE DE MATERIA															
PRODUCTOS															
Agua desmineralizada	m3 /año	0	0	143,664	143,664	143,664	143,664	143,664	143,664	143,664	143,664	143,664	143,664	143,664	0
MATERIAS PRIMAS															
Condensado recuperado	m3 /año	0	0	143,810	143,810	143,810	143,810	143,810	143,810	143,810	143,810	143,810	143,810	143,810	0
QUÍMICOS, REACTIVOS Y CATALIZADORES															
SERVICIOS AUXILIARES															
Energía Eléctrica	kWH / año	0	0	326,675	326,675	326,675	326,675	326,675	326,675	326,675	326,675	326,675	326,675	326,675	0
PRECIOS (\$USD)															
PRODUCTOS															
Agua desmineralizada	USD\$ / m3	-	-	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	-
MATERIAS PRIMAS															
Condensado recuperado	USD\$ / m3	-	-	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	-
QUÍMICOS Y REACTIVOS															
SERVICIOS AUXILIARES															
Energía Eléctrica	USD\$ / kWH	-	-	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	-
IMPORTES ANUALES (\$USD)															
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
# Años		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Horizonte de evaluación		0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
INGRESOS, AHORROS Y BENEFICIOS (\$USD ANUALES)															
Agua desmineralizada		-	-	591,361	591,361	591,361	591,361	591,361	591,361	591,361	591,361	591,361	591,361	591,361	-
INGRESO TOTAL ANUAL		-	-	591,361	591,361	591,361	591,361	591,361	591,361	591,361	591,361	591,361	591,361	591,361	-
COSTOS VARIABLES DE PRODUCCIÓN (USD\$ ANUALES)															
COSTO MATERIAS PRIMAS															
Condensado recuperado		-	-	77,813	77,813	77,813	77,813	77,813	77,813	77,813	77,813	77,813	77,813	77,813	-
Costo Anual de Materias Primas		-	-	77,813	77,813	77,813	77,813	77,813	77,813	77,813	77,813	77,813	77,813	77,813	-
COSTO QUÍMICOS Y REACTIVOS															
Costos Anuales de Químicos y Reactivos		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COSTO SERVICIOS AUXILIARES															
Energía Eléctrica		-	-	42,290	42,290	42,290	42,290	42,290	42,290	42,290	42,290	42,290	42,290	42,290	-
Costo Anual de Servicios Auxiliares		-	-	42,290	42,290	42,290	42,290	42,290	42,290	42,290	42,290	42,290	42,290	42,290	-
TOTAL COSTOS VARIABLES DE PRODUCCIÓN		-	-	120,104	120,104	120,104	120,104	120,104	120,104	120,104	120,104	120,104	120,104	120,104	-
COSTOS FIJOS DE LA PLANTA (\$USD)															
Costos Fijos Directos															
Mantenimiento preventivo	3.0%	-	-	10,921	10,921	10,921	10,921	10,921	10,921	10,921	10,921	10,921	10,921	10,921	-
Mano de Obra de Operación		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de Laboratorio		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Costos Fijos Directos		-	-	10,921	10,921	10,921	10,921	10,921	10,921	10,921	10,921	10,921	10,921	10,921	-
Costos Fijos Indirectos															
Gastos de Administración		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Seguros		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Depreciación		-	-	18,202	18,202	18,202	18,202	18,202	18,202	18,202	18,202	18,202	18,202	18,202	-
Total Costos Fijos Indirectos sin Depreciación		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Costos Fijos Indirectos con Depreciación		-	-	18,202	18,202	18,202	18,202	18,202	18,202	18,202	18,202	18,202	18,202	18,202	-

Evaluación Financiera para la Optimización del Uso del Agua en una Refinería de Petróleo

BALANCE DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS (\$USD)														
Ingreso Total Anual	-	-	591,361	591,361	591,361	591,361	591,361	591,361	591,361	591,361	591,361	591,361	591,361	-
Costo Total en Efectivo de Operación	-	-	131,025	131,025	131,025	131,025	131,025	131,025	131,025	131,025	131,025	131,025	131,025	-
Costo Total de Operación	-	-	149,228	149,228	149,228	149,228	149,228	149,228	149,228	149,228	149,228	149,228	149,228	-
Utilidades antes de Impuestos	-	-	442,133	442,133	442,133	442,133	442,133	442,133	442,133	442,133	442,133	442,133	442,133	-
Impuestos (ISR) 30%	-	-	132,640	132,640	132,640	132,640	132,640	132,640	132,640	132,640	132,640	132,640	132,640	-
Utilidades después de Impuestos	-	-	309,493	309,493	309,493	309,493	309,493	309,493	309,493	309,493	309,493	309,493	309,493	-
Inversiones Totales y Capital de Trabajo	-	569,628	-	-	-	-	42,085	-	-	-	-	-	-	-
Depreciación	-	-	18,202	18,202	18,202	18,202	18,202	18,202	18,202	18,202	18,202	18,202	18,202	-
FLUJO DE EFECTIVO DESPUÉS DE IMPUESTOS	-	(569,628)	327,696	327,696	327,696	327,696	285,610	327,696	327,696	327,696	327,696	327,696	327,696	-
FLUJO DE EFECTIVO ANTES DE IMPUESTOS	-	(569,628)	460,336	460,336	460,336	460,336	418,250	460,336	460,336	460,336	460,336	460,336	460,336	-

7.3.7. Estado de resultados proforma de la propuesta 5 de condensados.

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Horizonte de evaluación	-2	-1	0	1	2	3	4	15	16	17	18	19	20	21
% Operación	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%

BALANCE DE MATERIA															
PRODUCTOS															
Agua desmineralizada	m3 / año	0	0	0	244,404	244,404	244,404	244,404	244,404	244,404	244,404	244,404	244,404	244,404	0
MATERIAS PRIMAS															
Condensado recuperado	m3 / año	0	0	0	244,550	244,550	244,550	244,550	244,550	244,550	244,550	244,550	244,550	244,550	0
QUÍMICOS, REACTIVOS Y CATALIZADORES															
SERVICIOS AUXILIARES															
Energía Eléctrica	kWH / año	0	0	0	1,287,720	1,287,720	1,287,720	1,287,720	1,287,720	1,287,720	1,287,720	1,287,720	1,287,720	1,287,720	0

PRECIOS (\$USD)															
PRODUCTOS															
Agua desmineralizada	USD\$ / m3	-	-	-	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	-
MATERIAS PRIMAS															
Condensado recuperado	USD\$ / m3	-	-	-	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	-
QUÍMICOS Y REACTIVOS															
SERVICIOS AUXILIARES															
Energía Eléctrica	USD\$ / kWH	-	-	-	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	-

IMPORTES ANUALES (\$USD)														
# Años	1	2	3	4	5	6	7	18	19	20	21	22	23	24
Horizonte de evaluación	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

Evaluación Financiera para la Optimización del Uso del Agua en una Refinería de Petróleo

INGRESOS, AHORROS Y BENEFICIOS (\$USD ANUALES)														
Agua desmineralizada	-	-	-	1,006,035	1,006,035	1,006,035	1,006,035	1,006,035	1,006,035	1,006,035	1,006,035	1,006,035	1,006,035	-
INGRESO TOTAL ANUAL	-	-	-	1,006,035	1,006,035	1,006,035	1,006,035	1,006,035	1,006,035	1,006,035	1,006,035	1,006,035	1,006,035	-
COSTOS VARIABLES DE PRODUCCIÓN (USD\$ ANUALES)														
COSTO MATERIAS PRIMAS														
Condensado recuperado	-	-	-	132,322	132,322	132,322	132,322	132,322	132,322	132,322	132,322	132,322	132,322	-
Costo Anual de Materias Primas	-	-	-	132,322	132,322	132,322	132,322	132,322	132,322	132,322	132,322	132,322	132,322	-
COSTO QUÍMICOS Y REACTIVOS														
Costos Anuales de Químicos y Reactivos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COSTO SERVICIOS AUXILIARES														
Energía Eléctrica	-	-	-	166,705	166,705	166,705	166,705	166,705	166,705	166,705	166,705	166,705	166,705	-
Costo Anual de Servicios Auxiliares	-	-	-	166,705	166,705	166,705	166,705	166,705	166,705	166,705	166,705	166,705	166,705	-
TOTAL COSTOS VARIABLES DE PRODUCCIÓN	-	-	-	299,027	299,027	299,027	299,027	299,027	299,027	299,027	299,027	299,027	299,027	-
COSTOS FIJOS DE LA PLANTA (\$USD)														
Costos Fijos Directos														
Mantenimiento preventivo 3.0%	-	-	-	38,360	38,360	38,360	38,360	38,360	38,360	38,360	38,360	38,360	38,360	-
Mano de Obra de Operación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de Laboratorio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Costos Fijos Directos	-	-	-	38,360	38,360	38,360	38,360	38,360	38,360	38,360	38,360	38,360	38,360	-
Costos Fijos Indirectos														
Gastos de Administración	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Seguros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Depreciación	-	-	-	63,934	63,934	63,934	63,934	63,934	63,934	63,934	63,934	63,934	63,934	-
Total Costos Fijos Indirectos sin Depreciación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Costos Fijos Indirectos con Depreciación	-	-	-	63,934	63,934	63,934	63,934	63,934	63,934	63,934	63,934	63,934	63,934	-
BALANCE DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS (\$USD)														
Ingreso Total Anual	-	-	-	1,006,035	1,006,035	1,006,035	1,006,035	1,006,035	1,006,035	1,006,035	1,006,035	1,006,035	1,006,035	-
Costo Total en Efectivo de Operación	-	-	-	337,388	337,388	337,388	337,388	337,388	337,388	337,388	337,388	337,388	337,388	-
Costo Total de Operación	-	-	-	401,322	401,322	401,322	401,322	401,322	401,322	401,322	401,322	401,322	401,322	-
Utilidades antes de Impuestos	-	-	-	604,713	604,713	604,713	604,713	604,713	604,713	604,713	604,713	604,713	604,713	-
Impuestos (ISR) 30%	-	-	-	181,414	181,414	181,414	181,414	181,414	181,414	181,414	181,414	181,414	181,414	-
Utilidades después de Impuestos	-	-	-	423,299	423,299	423,299	423,299	423,299	423,299	423,299	423,299	423,299	423,299	-
Inversiones Totales y Capital de Trabajo	-	921,852	921,852	-	-	-	-	6,393	-	-	-	-	-	-
Depreciación	-	-	-	63,934	63,934	63,934	63,934	63,934	63,934	63,934	63,934	63,934	63,934	-
FLUJO DE EFECTIVO DESPUÉS DE IMPUESTOS	-	(921,852)	(921,852)	487,233	487,233	487,233	487,233	480,840	487,233	487,233	487,233	487,233	487,233	-
FLUJO DE EFECTIVO ANTES DE IMPUESTOS	-	(921,852)	(921,852)	668,647	668,647	668,647	668,647	662,254	668,647	668,647	668,647	668,647	668,647	-

7.3.8. Estado de resultados proforma de las propuestas 1 y 2 de PTAR.

Evaluación Financiera para la Optimización del Uso del Agua en una Refinería de Petróleo

BALANCE DE MATERIA												
PRODUCTOS												
Agua cruda	m3 / año	0	1,570,595	1,570,595	1,570,595	1,570,595	1,570,595	1,570,595	1,570,595	1,570,595	1,570,595	0
Agua de repuesto a Torres	0	0	8,859,280	8,859,280	8,859,280	8,859,280	8,859,280	8,859,280	8,859,280	8,859,280	8,859,280	0
MATERIAS PRIMAS												
Agua negra	m3 / año	0	10,470,025	10,470,025	10,470,025	10,470,025	10,470,025	10,470,025	10,470,025	10,470,025	10,470,025	0
QUÍMICOS, REACTIVOS Y CATALIZADORES												
Polielectrolito	kg / año	0	1,132	1,132	1,132	1,132	1,132	1,132	1,132	1,132	1,132	0
Agua de dilución	kg / año	0	26,280	26,280	26,280	26,280	26,280	26,280	26,280	26,280	26,280	0
Carbonato de sodio	kg / año	0	186,515	186,515	186,515	186,515	186,515	186,515	186,515	186,515	186,515	0
Cloro gas	kg / año	0	51,100	51,100	51,100	51,100	51,100	51,100	51,100	51,100	51,100	0
Coagulante polimero	kg / año	0	29,200	29,200	29,200	29,200	29,200	29,200	29,200	29,200	29,200	0
UREA	kg / año	0	310,615	310,615	310,615	310,615	310,615	310,615	310,615	310,615	310,615	0
Fosfato diamonico	kg / año	0	117,530	117,530	117,530	117,530	117,530	117,530	117,530	117,530	117,530	0
Cal	kg / año	0	511,000	511,000	511,000	511,000	511,000	511,000	511,000	511,000	511,000	0
Sulfato de aluminio	kg / año	0	8,067	8,067	8,067	8,067	8,067	8,067	8,067	8,067	8,067	0
SERVICIOS AUXILIARES												
Energía Eléctrica	kWH / año	0	314,265	314,265	314,265	314,265	314,265	314,265	314,265	314,265	314,265	0

PRECIOS (\$USD)												
PRODUCTOS												
Agua desmineralizada	USD\$ / m3	-	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	-
Agua cruda	USD\$ / m3	-	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	-
Sosa caustica	USD\$ / kg	-	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	-
Ácido sulfúrico	USD\$ / kg	-	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	-
Agua clarificada	USD\$ / m3	-	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	-
Ahorro por cambio origen UD P2	0	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-
Agua de repuesto a Torres	0	-	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	-
MATERIAS PRIMAS												
Condensado recuperado	USD\$ / m3	-	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	-
Lodo de clarificadores	USD\$ / m3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agua clarificada	USD\$ / m3	-	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	-
Agua negra	USD\$ / m3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
QUÍMICOS Y REACTIVOS												
Polielectrolito	USD\$ / kg	-	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	-
Anti-incrustante	USD\$ / kg	-	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	-
Agua de dilución	USD\$ / kg	-	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	-
Carbonato de sodio	USD\$ / kg	-	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	-
Cloro gas	USD\$ / kg	-	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	-
Coagulante polimero	USD\$ / kg	-	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	-
UREA	USD\$ / kg	-	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	-
Fosfato diamonico	USD\$ / kg	-	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	-
Cal	USD\$ / kg	-	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	-
Sulfato de aluminio	USD\$ / kg	-	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	-
SERVICIOS AUXILIARES												
Energía Eléctrica	USD\$ / kWH	-	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	-

Evaluación Financiera para la Optimización del Uso del Agua en una Refinería de Petróleo

Año	2014	2015	2016	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Horizonte de evaluación	0	1	2	14	15	16	17	18	19	20	21
% Operación	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%

INGRESOS, AHORROS Y BENEFICIOS (\$USD ANUALES)												
Agua cruda	-	389,605	389,605	389,605	389,605	389,605	389,605	389,605	389,605	389,605	389,605	-
Agua de repuesto a Torres	-	24,654,896	24,654,896	24,654,896	24,654,896	24,654,896	24,654,896	24,654,896	24,654,896	24,654,896	24,654,896	-
INGRESO TOTAL ANUAL	-	25,044,500	25,044,500	25,044,500	25,044,500	25,044,500	25,044,500	25,044,500	25,044,500	25,044,500	25,044,500	-

COSTOS VARIABLES DE PRODUCCIÓN (USD\$ ANUALES)												
COSTO MATERIAS PRIMAS												
Agua negra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costo Anual de Materias Primas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COSTO QUÍMICOS Y REACTIVOS												
Poliectrolito	-	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233	-
Agua de dilución	-	10,329	10,329	10,329	10,329	10,329	10,329	10,329	10,329	10,329	10,329	-
Carbonato de sodio	-	115,639	115,639	115,639	115,639	115,639	115,639	115,639	115,639	115,639	115,639	-
Cloro gas	-	35,770	35,770	35,770	35,770	35,770	35,770	35,770	35,770	35,770	35,770	-
Coagulante polimero	-	9,052	9,052	9,052	9,052	9,052	9,052	9,052	9,052	9,052	9,052	-
UREA	-	68,335	68,335	68,335	68,335	68,335	68,335	68,335	68,335	68,335	68,335	-
Fosfato diamonico	-	69,343	69,343	69,343	69,343	69,343	69,343	69,343	69,343	69,343	69,343	-
Cal	-	127,750	127,750	127,750	127,750	127,750	127,750	127,750	127,750	127,750	127,750	-
Sulfato de aluminio	-	2,581	2,581	2,581	2,581	2,581	2,581	2,581	2,581	2,581	2,581	-
Costos Anuales de Químicos y Reactivos	-	440,033	440,033	440,033	440,033	440,033	440,033	440,033	440,033	440,033	440,033	-
COSTO SERVICIOS AUXILIARES												
Energía Eléctrica	-	40,684	40,684	40,684	40,684	40,684	40,684	40,684	40,684	40,684	40,684	-
Costo Anual de Servicios Auxiliares	-	40,684	40,684	40,684	40,684	40,684	40,684	40,684	40,684	40,684	40,684	-
TOTAL COSTOS VARIABLES DE PRODUCCIÓN	-	480,716	480,716	480,716	480,716	480,716	480,716	480,716	480,716	480,716	480,716	-

Evaluación Financiera para la Optimización del Uso del Agua en una Refinería de Petróleo

COSTOS FIJOS DE LA PLANTA (\$USD)												
Costos Fijos Directos												
Mantenimiento preventivo	3.0%	-	332,421	332,421	332,421	332,421	332,421	332,421	332,421	332,421	332,421	-
Mano de Obra de Operación		-	233,374	233,374	233,374	233,374	233,374	233,374	233,374	233,374	233,374	-
Gastos de Laboratorio		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Costos Fijos Directos		-	565,794	565,794	565,794	565,794	565,794	565,794	565,794	565,794	565,794	-
Costos Fijos Indirectos												
Gastos de Administración		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Seguros		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Depreciación		-	554,035	554,035	554,035	554,035	554,035	554,035	554,035	554,035	554,035	-
Total Costos Fijos Indirectos sin Depreciación		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Costos Fijos Indirectos con Depreciación		-	554,035	554,035	554,035	554,035	554,035	554,035	554,035	554,035	554,035	-
BALANCE DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS (\$USD)												
Ingreso Total Anual		-	25,044,500	25,044,500	25,044,500	25,044,500	25,044,500	25,044,500	25,044,500	25,044,500	25,044,500	-
Costo Total en Efectivo de Operación		-	1,046,511	1,046,511	1,046,511	1,046,511	1,046,511	1,046,511	1,046,511	1,046,511	1,046,511	-
Costo Total de Operación		-	1,600,545	1,600,545	1,600,545	1,600,545	1,600,545	1,600,545	1,600,545	1,600,545	1,600,545	-
Utilidades antes de Impuestos		-	23,443,955	23,443,955	23,443,955	23,443,955	23,443,955	23,443,955	23,443,955	23,443,955	23,443,955	-
Impuestos (ISR)	30%	-	7,033,187	7,033,187	7,033,187	7,033,187	7,033,187	7,033,187	7,033,187	7,033,187	7,033,187	-
Utilidades después de Impuestos		-	16,410,769	16,410,769	16,410,769	16,410,769	16,410,769	16,410,769	16,410,769	16,410,769	16,410,769	-
Inversiones Totales y Capital de Trabajo		6,234,676	-	-	-	828,471	-	-	-	-	(36,669)	-
Depreciación		-	554,035	554,035	554,035	554,035	554,035	554,035	554,035	554,035	554,035	-
FLUJO DE EFECTIVO DESPUÉS DE IMPUESTOS		(6,234,676)	16,964,803	16,964,803	16,964,803	16,136,332	16,964,803	16,964,803	16,964,803	16,964,803	17,001,472	-
FLUJO DE EFECTIVO ANTES DE IMPUESTOS		(6,234,676)	23,997,990	23,997,990	23,997,990	23,169,519	23,997,990	23,997,990	23,997,990	23,997,990	24,034,659	-

8. BIBLIOGRAFÍA

Lineamientos para la Elaboración y Presentación de los Análisis Costo y Beneficio de los Programas y Proyectos de Inversión SHCP, 2008.

White, Case, Pratt, Agee. Ingeniería Económica. Editorial Limusa Wiley, 2ª edición, 2001, 511 páginas.

Paridad Peso-Dólar para el año 2011.