

PROYECTO FINAL DE PASANTIA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN QUE PERMITA LA
REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES, PROVENIENTES DE LA PLANTA
DE PROCESOS DE C.I. OCEANOS S.A**





INFORME FINAL PASANTIAS REALIZADAS

KAREN CECILIA ALTAMAR LUNA

ZUGEIDYS CABARCAS CARDALES

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA DE ALIMENTOS

CARTAGENA

2011



INFORME FINAL PASANTIAS

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECIRCULACION QUE PERMITA LA
REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES, PROVENIENTES DE LA PLANTA
DE PROCESOS DE C.I. OCEANOS S.A**

KAREN CECILIA ALTAMAR LUNA

ZUGEIDYS CABARCAS CARDALES

**Pasantías realizadas en C.I. OCEANOS S.A como requisito para optar el título de
Ingeniero de Alimentos**

Docente Tutor: Luis Guzmán Carrillo

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA DE ALIMENTOS

CARTAGENA

2011

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado 1

Firma del jurado 2

Cartagena D. T. y C., Junio de2011.

A Dios por ser la razón de mi existir, por la salud y la sabiduría que ha depositado sobre mi vida.

A mis padres Rafael Suarez y Ivonne Luna por el apoyo, los consejos que siempre me han brindado para alcanzar mis metas, por su esfuerzo.

A mis hermanos Bea, Rafi y Wily por la compañía, el apoyo y el cariño brindado.

A mis familiares, amigos y profesores que contribuyeron a mi desarrollo personal y profesional.

KAREN CECILIA ALTAMAR LUNA

A todos.... GRACIAS

ZUGEYDIS CABARCAS CARDALES

AGRADECIMIENTOS

Las autoras expresan sus agradecimientos a:

Ingeniero Luis Enríquez Guzmán, profesor de la Universidad de Cartagena, por la orientación y seguimiento en la realización de estas Pasantías.

A todo el personal administrativo y operativo de la empresa C.I Océanos S.A que compartieron parte de su tiempo para brindarnos la información solicitada durante la investigación.

A todos los profesores de la Universidad de Cartagena que nos aportaron los conocimientos necesarios para la realización de este proyecto.

INDICE

LISTA DE TABLAS	i
LISTA DE FIGURAS.....	ii
LISTA DE ANEXOS	iii
ABREVIATURAS Y SIMBOLOS.....	iv
RESUMEN.....	vi
INTRODUCCION.....	19
1. OBJETIVOS DE LA PASANTIA.....	20
1.1 Objetivo general.....	20
1.2 Objetivos específicos.....	20
2. JUSTIFICACIÓN.....	21
3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	23
4. ANTECEDENTES.....	24
5. MARCO LEGAL.....	26
6. MARCO TEORICO.....	27
6.1 Descripción de la Empresa.....	27
6.1.1 Localización de la Empresa.....	28
6.2 Descripción del Proceso Productivo del Camarón.....	29
6.2.1 Área de Recepción.....	29
6.2.2 Área de Clasificación.....	29
6.3 Caracterización del agua residual.....	31

6.3.1 Sólidos Totales.....	31
6.3.2 Sólidos Disueltos.....	31
6.3.3 Sólidos Suspendedos.....	31
6.3.4 Turbiedad.....	32
6.3.5 Color.....	32
6.3.6 Olor.....	32
6.3.7 Sabor.....	33
6.3.8 Temperatura.....	33
6.3.9 Densidad.....	33
6.3.10 pH.....	33
6.3.11 DQO.....	33
6.3.12 DBO.....	34
6.3.13 Organismos Patógenos.....	34
6.4 Criterios de calidad del agua.....	34
7. METODOLOGIA.....	37
8. RESULTADOS.....	38
8.1. Cálculos.....	62
8.2. Análisis y Discusión de los resultados.....	71
9. DISEÑO DEL SISTEMA DE RECIRCULACION DEL AGUA DEL PROCESO DE C.I OCEANOS S.A.....	74
10. CONCLUSIONES.....	80
11. RECOMENDACIONES.....	81
REFERENCIAS.....	82

ANEXOS.....84

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Criterios organolépticos y físicos de la calidad del agua potable.....	35
Tabla 2. Criterios microbiológicos de la calidad del agua potable.....	36
Tabla 3. Caracterización del agua de la muestra del mes de Agosto.....	38
Tabla 4. Caracterización del agua de la muestra del mes de Septiembre.....	39
Tabla 5. Caracterización del agua de la muestra del mes de Octubre.....	39
Tabla 6. Caracterización del agua de la muestra del mes de Noviembre.....	40
Tabla 7. Caracterización del agua de la muestra del mes de Diciembre.....	40
Tabla 8. Resumen caracterización de las muestras tomadas del agua de entrada a las maquinas clasificadoras.....	41
Tabla 9. Resumen caracterización de las muestras tomadas del agua de salida de los rodillos de las maquinas clasificadoras.....	42
Tabla 10. Resultados muestras de Sólidos Totales.....	43
Tabla 11. Resultados muestras de Sólidos Disueltos.....	44
Tabla 12. Resultados muestras de Sólidos Suspendidos.....	45
Tabla 13. Resultados muestras de la Turbiedad.....	46
Tabla 14. Resultados muestras del Color.....	47
Tabla 15. Resultados muestras del pH.....	48
Tabla 16. Resultados muestras del Cloro Residual.....	49
Tabla 17. Resultados muestra de la DQO.....	50
Tabla 18. Resultados muestra de la DBO.....	51

Tabla 19. Resultados muestras de Coliformes Totales.....	52
Tabla 20. Resultados muestras de Coliformes Fecales.....	53
Tabla 21. Tabla de comparación de promedio del agua de entrada y salida de las maquinas clasificadoras con la norma.....	54
Tabla 22. Caracterización del agua de la muestra de los destiladores.....	55
Tabla 23. Tabla de comparación de promedio del agua de los destiladores con la norma.....	56
Tabla 24. Consumo del agua de las maquinas clasificadoras N°1, N°3 y los destiladores de los laboratorios de análisis industrial, de alimentos y control ambiental GESTIONA.....	57
Tabla 25. Consumo del agua de las maquinas clasificadoras N°1, N°2 y los destiladores de los laboratorios de análisis industrial, de alimentos y control ambiental GESTIONA.....	58
Tabla 26. Consumo del agua de las maquinas clasificadoras N°1, N°2, N°3 y los destiladores de los laboratorios de análisis industrial, de alimentos y control ambiental GESTIONA.....	59
Tabla 27. Determinación de los costos del sistema de recirculación del agua de la planta de C.I OCEANOS S.A.....	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Grupo empresarial Manuelita.....	27
Figura 2. Ubicación del mercado de C.I Océanos S.A.....	28
Figura 3. Diagrama de flujo del proceso productivo del camarón.....	30
Figura 4. Resultado grafico de las muestras de Sólidos Totales.....	43
Figura 5. Resultado grafico de las muestras de Sólidos Disueltos.....	44
Figura 6. Resultado grafico de las muestras de Sólidos Suspendidos.....	45
Figura 7. Resultado grafico de las muestras de la Turbiedad.....	46
Figura 8. Resultado grafico de las muestras del Color.....	47
Figura 9. Resultado grafico de las muestras del pH.....	48
Figura 10. Resultado grafico de las muestras del Cloro Residual.....	49
Figura 11. Resultado grafico de las muestras del DQO	50
Figura 12. Resultado grafico de las muestras de la DBO	51
Figura 13. Resultado grafico de las muestras de Coliformes Totales.....	52
Figura 14. Resultado grafico de Coliformes Fecales.....	53

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Manual de Calidad; Procedimiento del proceso productivo de la planta; Consumo de agua en planta. Manuales de la Maquinas Clasificadoras; Plano Hidráulico de la Planta de Proceso de C.I Océanos S.A.

Anexo 2. Fotos Planta de Proceso de C.I OCEANOS S.A.

Anexo 3. Pruebas de los laboratorios de análisis industrial, de alimentos y control ambiental GESTIONA y laboratorio de la facultad de química y farmacia de la Universidad de Cartagena.

Anexo 4. Cartillas de los filtros, Clorinador y tanque de almacenamiento.

Anexo 5. Plano Hidráulico de la Planta de Procesos de C.I Océanos S.A con el diseño del sistema de recirculación del agua.

ABREVIATURAS Y SIMBOLOS

°C: Grado Celsius.	Ø: Diámetro.
cm ³ : centímetro cúbico.	V: Velocidad.
DQO: Demanda química de oxígeno.	J: perdida unitaria.
H ₂ O _{desp} : Agua que se desperdicia	L _A : Longitud accesorios.
m ³ /d: Metro cubico por día.	L _R : Longitud real.
mg/L: Miligramos por Litro.	L _T : Longitud total.
NMP: Coliformes.	H _j : Cabeza de perdida.
T: Temperatura.	H _e : Cabeza estática.
pH: Potencial del ion hidronio, H ⁺ .	H _v : Cabeza de velocidad.
Q: Caudal	H _{ds} : Cabeza dinámica de succión.
Q _{dest} : Caudal destiladores	H _{dI} : Cabeza dinámica de impulsión.
Q _{DC} : Caudal Maquina de Descabece.	Ĵ: Perdida unitaria.
Q _{MC} : Caudal Maquina Clasificadora de Camarón Entero.	
Q _T : Caudal total.	
Q _{Trec} : Caudal del agua total recirculada.	
L: Litro	
ST: Sólidos Totales.	
SS: Sólidos Suspendidos.	
µm: Tasa de crecimiento específica máxima.	

GLOSARIO

Agua Potable: Apta para el consumo humano y que cumple con los requisitos físicos, químicos y microbiológicos establecidos en la norma.

Aguas residuales: Aguas cuya composición y calidad original han sido afectadas como resultado de su utilización. Estas aguas provienen de uso municipal, industrial, agropecuario y otros. El uso al que han sido sometidas ha degradado su calidad original al cambiar su contenido en materiales disueltos y/o suspendidos.

Calidad del agua: Conjunto de características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas propias del agua.

Caudal: Volumen de fluido por unidad de tiempo que pasa a través de una sección transversal a la corriente.

Filtración: Proceso en el cual las partículas sólidas que se encuentran en un fluido líquido o gaseoso se separan mediante un medio filtrante, o filtro, que permite el paso del fluido a su través, pero retiene las partículas sólidas.

Carbón activado: Util en el tratamiento de agua, ya que actúa como un adsorbente, y puede eliminar eficazmente las partículas y compuestos orgánicos del agua. El carbono absorbe una gran variedad de impurezas y contaminantes, como el cloro, olores, y los pigmentos.

Clorador: Dispositivo que añade cloro, en forma de gas o líquido, agua o aguas residuales para eliminar las bacterias infecciosas.

Tratamiento de agua: Conjunto de operaciones unitarias de tipo físico, químico o biológico cuya finalidad es la eliminación o reducción de la contaminación o las características no deseables de las aguas, bien sean naturales, de abastecimiento, de proceso o residuales.

Reusó: Utilización por otra aplicación diferente a la previa, utilizada para un propósito benéfico teniendo en cuenta las reglas aplicables para cada caso.

Melanosis: Alteración caracterizada por una coloración oscura de los tejidos orgánicos producida por acumulación de melanina.

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN QUE PERMITA LA
REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES, PROVENIENTES DE LA PLANTA
DE PROCESOS DE C.I. OCEANOS S.A**

En el presente estudio se elaboro el diseño de un sistema de recirculación el cual permite la reutilización de las aguas residuales, provenientes de la planta de procesos de C.I. OCEANOS S.A y laboratorio de análisis industrial, de alimentos y control ambiental GESTIONA.

Para dar cumplimiento con el objetivo planteado se realizo un estudio complementario de todo lo concerniente con el tratamiento de aguas residuales en las industrias alimentarias, se ejecuto la caracterización del agua seleccionada para recircular. Los parámetros que se tuvieron en cuenta fueron: Sólidos totales (ST), sólidos disueltos (SD), sólidos suspendidos (SS), turbiedad, color, olor y sabor, temperatura, densidad, pH, cloro residual, demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), coliformes totales y coliformes fecales.

Además se elaboraron Balances de materia los cuales constituyeron la base para el diseño del sistema de recirculación que se presenta en este informe.

Los procesos elegidos para el tratamiento fueron filtración y como proceso final el paso a través de un Clorinador.

Palabras claves: Recirculación, Tratamiento de agua, Filtración, Clorinador.

INTRODUCCION

El agua es un recurso natural, indispensable para el desarrollo de las actividades humanas, que al ser utilizadas se combinan con otras sustancias convirtiéndose en aguas residuales. Si éstas no se manejan apropiadamente, la materia orgánica disuelta se descompone generando gases, malos olores y desarrollándose numerosos microorganismos que pueden ser patógenos causantes de enfermedades (Angarita y Ortega, 2002). Esta es una de las razones por la cual las aguas residuales deben ser recogidas y sometidas a un tratamiento para luego ser vertidos a cuerpos de aguas, al suelo, destinadas a riego, reusó o cualquier otro proceso.

Los múltiples usos a que se destina el agua (para consumo urbano, agricultura, ganadería, producción de energía, la industria) y la creciente demanda la han convertido en un recurso limitado más no escaso. Por otra parte, las aguas residuales pueden ser la causa de un impacto ambiental cuyo control forma parte de entidades gubernamentales las cuales adoptan medidas cada vez más rigurosas para el vértigo en cuerpos de agua y suelos (Rigola, 1990).

Este trabajo surge de la necesidad de buscar una alternativa de reutilización del agua residual de C.I OCEANOS S.A, provenientes de la planta de proceso y los destiladores del laboratorio de análisis industrial de alimentos y control ambiental GESTIONA, con el fin de darle un tratamiento al agua residual para utilizarla en otra aplicación o en la misma dentro de la planta, y de esta manera reducir los costos administrativos de la empresa y obtener un buen desempeño mediante su gestión ambiental.

1. OBJETIVOS DE LAS PASANTIAS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de recirculación que permita la reutilización de aguas residuales, provenientes de la planta de procesos de C.I. OCEANOS S.A.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Cuantificar o estimar los volúmenes de agua obtenidos en el proceso, para visualizar sus posibles usos dentro de la planta con el fin de proponer cambios y medidas correctivas a realizar en la empresa.
- Determinar las posibilidades de reutilización o reciclaje del agua del sistema dentro de la planta.
- Realizar las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas correspondientes para determinar los parámetros necesarios para el uso que se la dará al agua recuperada dentro de la planta.
- Diseñar el sistema de reutilización, realizando la red de distribución hidráulica del agua obtenida, con el fin de utilizar este subproducto dentro de la planta.

2. JUSTIFICACIÓN

En las últimas épocas, la consecución de agua en muchas partes del país está siendo cada vez más difícil. Las reservas de agua dulce están disminuyendo día a día. Una persona de cada cinco ya no tiene acceso al agua potable. Casi una de cada tres no dispone de medios de saneamiento adecuados, por ello, las entidades ambientales han incrementado sus esfuerzos para garantizar la disponibilidad del suministro de agua para los diferentes usuarios basados en normas de carácter legal (Fano, 2008).

El gobierno nacional, buscando alternativas para que nuestro país mantenga sus recursos hídricos con una buena calidad y que además sean usados de una forma eficiente ha hecho vigente varias normas que son de gran importancia y que establecen las condiciones básicas del agua, su importancia, la reutilización, precisando la calidad exigibles, según los usos previstos para esta.

El agua es uno de los principales tesoros con los que contamos, precisamente por ello, debemos cuidarla, mediante su reutilización; en otras palabras, usándola repetidamente y para distintos usos y de diferentes formas estaremos ahorrando, y además reduciendo el consumo de materias primas y de energías. Es importante resaltar que la ejecución de un sistema de recirculación de agua que permita la reutilización del agua de proceso dentro de la planta, no solo determinaría un buen desempeño de la empresa a través de su gestión ambiental; además disminuirá el consumo de agua de la empresa.

La reutilización de agua residual puede tener múltiples beneficios, Mujeriego (2005) indica los siguientes:

- Disminución de los costes de tratamiento y de vertido del agua residual.
- Reducción del aporte de contaminantes a los cursos naturales de agua.

- Ahorro energético, al evitar la necesidad de aportes adicionales de agua desde zonas más alejadas a la que se encuentra la planta de regeneración de agua.

- Mayor fiabilidad y regularidad del caudal de agua disponible. El flujo de agua residual es generalmente mucho más fiable que el de la mayoría de los cauces naturales de agua.

Todo lo anterior, es lo que genera el interés en buscar una alternativa que nos permita reutilizar el agua residual de la planta de procesos y de los laboratorios de C.I OCÉANOS S.A, en la misma aplicación o en otra dentro de la planta, para que de esta manera pueda darse un propósito benéfico de este recurso tan importante, obteniendo así una reducción de costos y gastos operacionales.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Este proyecto surgió de la problemática que actualmente se presenta por el elevado consumo de agua potable en la empresa C.I OCEANOS S.A. Las condiciones propiciadoras de esta problemática son; uso inadecuado del agua de los destiladores del laboratorio de análisis industrial de alimentos y control ambiental GESTIONA, y maquinas clasificadoras, la cual puede ser reutilizable en el mismo proceso u otro dentro de la planta.

A partir de lo planteado anteriormente surgen las siguientes preguntas, en torno a las cuales se centró este proyecto ¿Es posible diseñar un sistema de recirculación, que permita la reutilización de aguas residuales, provenientes de la planta de procesos de C.I. OCEANOS S.A? ¿Puede la creación y puesta en marcha del sistema de recirculación del agua conducir a la reducción de gastos administrativos de la empresa?

4. ANTECEDENTES

Desde hace mucho tiempo se han venido realizando estudios sobre tratamiento de agua en las industrias de pescados y mariscos; a continuación se mencionan varios trabajos realizados que sirvieron de base a este proyecto.

4.1 Diseño de un sistema de tratamiento de agua para su recirculación en laboratorios de larvas de camarón.

La finalidad de este trabajo fue diseñar una planta de tratamiento para reutilizar el agua en los laboratorios y permitir tener una calidad constante de la misma. El laboratorio que tomaron como modelo contenía 10 tanques de producción, de 25 toneladas cada uno, con un porcentaje de recambio diario del 40%. El objetivo, fue determinar las características de calidad del agua en el efluente de los tanques de producción a lo largo de una corrida. Así se comprobó que el agua saliente estaba dentro de los rangos permitidos según la norma, y que con procesos unitarios adecuados de depuración podía ser reutilizada. Los procesos elegidos fueron la sedimentación, diseñado según las necesidades de tiempo y volumen del sistema, al igual que un filtro biológico con sustrato de carbón activado; y como proceso final el paso de agua a través de un ozonificador.

4.2 Diseño conceptual de una planta de tratamiento de aguas residuales para langostera.

Este proyecto presenta los datos generales de los diferentes procesos de depuración de aguas residuales y el diseño conceptual de una planta tratamiento de aguas residuales para una granja acuícola donde se realiza un policultivo de tilapias y langostas de agua dulce. El diseño está basado en la información generada por los datos tomados en los efluentes del canal de drenaje y luego procesados según la metodología descrita por MELTCAFT & EDDY. En este proyecto se realizaron mediciones en el campo para establecer las condiciones de contaminación que provocaban los cultivos de la muestra al

entorno, sin embargo, los resultados presentados en este trabajo fueron principalmente enfocados al diseño conceptual y a largo plazo, por factores políticos.

4.3 Tratamiento biológico de aguas residuales industriales: Efluente camaronero en reactores RBC.

En este estudio se evaluó el comportamiento de un reactor biológico rotativo de contacto (RBC) al tratar el efluente de una industria camaronera (planta procesadora) de la región zuliana, Venezuela, aplicando diferentes tiempos de retención hidráulico (TRH) en condiciones mesófilas. La carga orgánica aplicada fue de 4,0; 2,3; 6,7; 6,3 y 16,4 g DQO /m².d, correspondientes a los TRH de 24, 16, 12, 8 y 6 h. El reactor poseía un volumen útil de 9,7 L y un área total de contacto de los discos de 24.430 cm². Los parámetros evaluados fueron los siguientes: pH, alcalinidad total, demanda química de oxígeno total (DQO_T), ortofosfatos (P-PO₄⁻³) y las formas de nitrógeno (NO₂⁻+NO₃⁻, NH₄⁺ y N-Kjeldahl), según la metodología estándar. El sistema mostró una alta eficiencia en la remoción de la materia orgánica presente, obteniéndose porcentajes de remoción de DQO de 74,5; 71,9; 92,3; 73,3 y 44,6% con respecto a los TRH. El sistema exhibió la más alta eficiencia en la remoción de materia orgánica, en términos de DQO (92,3%), a TRH de 12 h (6,7 ± 1,8 g DQO/m².d). Para este mismo TRH, los valores de DQO y pH del efluente se mostraron por debajo de los valores permisibles de descarga a cuerpos de aguas superficiales, exigidos por la normativa venezolana, con lo cual se estableció la viabilidad de este tipo de tratamiento biológico para efluentes camaroneros.

5. MARCO LEGAL

Este trabajo de Pasantía se elaboro tomando como base el marco legal de las siguientes Normas, Decretos y Resoluciones:

5.1 Normas técnicas colombianas. NTC-ISO 5667-10 Calidad de agua. Muestreo de aguas residuales. Esta norma contiene detalles sobre muestreo de aguas residuales domésticas e industriales. Cubre las aguas residuales industriales y las aguas residuales domésticas tratadas y sin tratar.

5.2 Decreto 475 de 1998 del 10 de Marzo. Por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable.

5.3 Decreto 1594 de 1984 del 26 de Junio. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.

5.4 Resolución 2115 de 2007 del 22 de Junio. Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencia del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

6. MARCO TEORICO

6.1 Descripción de la empresa

C.I. Océanos S.A. es una empresa dedicada al cultivo, procesamiento y comercialización de camarón. Hace parte del Grupo Manuelita desde 1987. Es la mayor compañía colombiana productora de camarones de cultivo. Cuenta con 1.052 hectáreas en cultivos y con una planta de procesos capaz de procesar más de 7.000 toneladas anuales de camarón. Su principal mercado es el europeo, mediante canales de distribución de grandes superficies y mayoristas (Figura 1).



Figura 1. Grupo empresarial Manuelita.

(Fuente C.I.OCEANOS S.A)

C.I. Océanos S.A. está ubicada en Cartagena, ciudad que cuenta con el puerto más importante del país que le ofrece la posibilidad de atender eficazmente a los mercados de Estados Unidos y la Unión Europea (Figura 2).



Figura 2. Ubicación del mercado de C.I Océanos S.A.

(Fuente C.I.OCEANOS S.A)

6.1.1 Localización de la empresa

La Planta de Proceso de C.I. OCEANOS S.A se encuentra en el Departamento de Bolívar, ubicada sobre el casco urbano de la ciudad de Cartagena, en el barrio Albornoz, vía mamonal (Zona Industrial), con un área total de 11.000 m², en terreno consolidado.

Esta sede tiene dos (2) vías de acceso, una terrestre sobre la carretera a mamonal, y el otro acceso es acuático a través de la bahía de Cartagena. La dirección comercial es: Barrio Albornoz, carretera Mamonal, N°1 – 504.

6.2 Descripción del proceso productivo del camarón

6.2.1 Área de recepción. Esta zona está conformada por una maquina de lavado del camarón, la cual consta de un tanque de recibo del producto a granel y de una banda transportadora donde se encuentran a lado y lado operarios encargados de realizar la primera inspección del producto procedente de la finca de cultivo.

A esta zona son llevadas todas las tinas con camarón que suministran a diario las diferentes fincas cultivadoras a las cuales se les va a realizar proceso en la planta. Posteriormente, el camarón ya limpio es recogido en canastas al final de la máquina de lavado, donde termina la banda transportadora, y luego pasa a la báscula para ser pesadas y a su vez comprobar el reporte que emite la finca (proveedora), respecto al peso de la tina y del camarón despachado desde ella. Finalmente las canastas son transportadas hacia los tanques de las maquinas clasificadoras para llevar a cabo el proceso respectivo. Ver anexo 2.

6.2.2 Área de clasificación. Esta área está conformada por dos maquinas clasificadoras las cuales se componen de un tanque de recibo del camarón, una primera banda transportadora, un tanque de lavado, una segunda banda transportadora más pequeña y la zona de clasificación de la maquina.

El contenido de las canastas es vaciado en el tanque de recibo que contiene una solución de agua potable, hielo y bisulfito si se requiere. El producto va saliendo del tanque de recibo del camarón por la primera banda transportadora, seguidamente se lleva a cabo la inspección del producto que se está procesando, se selecciona y retira de la banda el camarón que tiene con destino ser descabezado ya que no cumple con los criterios (camarón degollado, camarón bajo de pigmentación, camarón con melanosis), establecidos por el departamento de control de calidad.

Por la banda sigue el camarón que cumple con las especificaciones, cayendo en el tanque de lavado, el cual se encuentra con una temperatura del agua de 10°C. El camarón sube por la banda elevadora pasando por los rodillos clasificadores y saliendo por las diferentes bocas ya clasificado por talla, allí el camarón es recogido en canastillas, las cuales al ser llenadas pasan a ser pesadas por las operarias donde le colocan un tiquete indicando su peso y talla para finalmente ser empacado en las plegadizas. Ver anexo 2.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

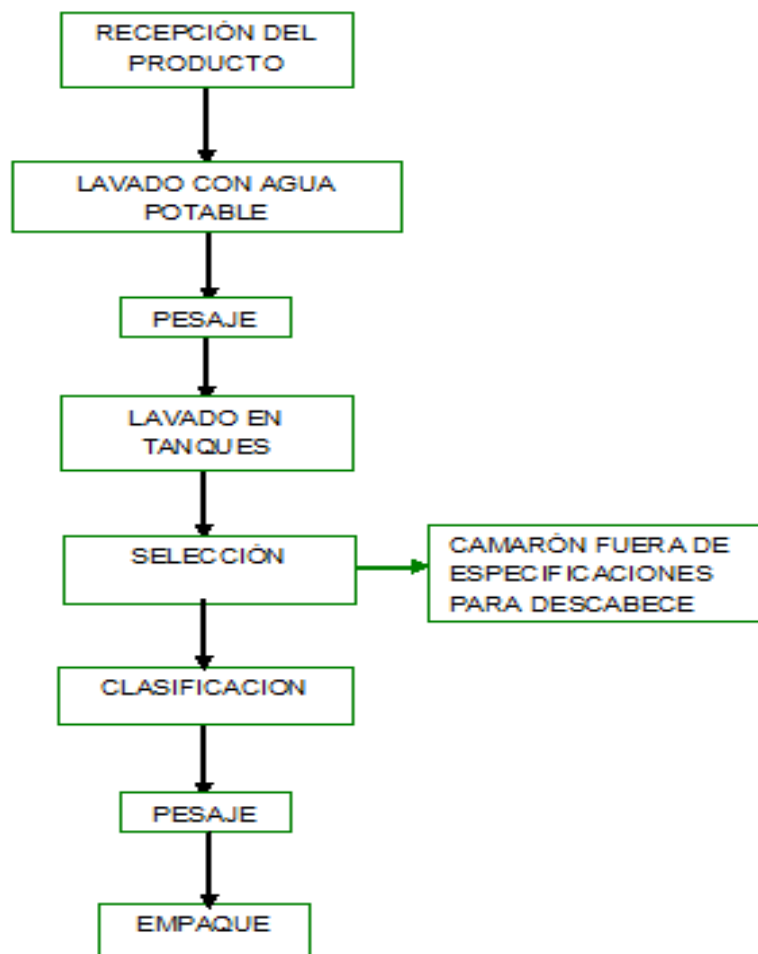


Figura 3. Diagrama de flujo del proceso productivo del camarón.

(Fuente C.I.OCEANOS S.A).

6.3 Caracterización del agua Residual

Los parámetros que deben tenerse en cuenta para medir la calidad de las aguas residuales son: Sólidos totales (ST), sólidos disueltos (SD), sólidos suspendidos (SS), turbiedad, color, olor y sabor, temperatura, densidad, pH, cloro residual, demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), coliformes totales y coliformes fecales.

6.3.1 Sólidos Totales

Se define el contenido de ST al material que se obtiene como residuo después de someter el agua a un proceso de evaporación. Los sólidos totales están compuestos por materia flotante y materia en suspensión, en dispersión coloidal y en disolución. Los sólidos totales se expresan en mg/l (Metcalf y Eddy: 1985).

6.3.2 Sólidos Disueltos

Los sólidos disueltos o salinidad total, es una medida de la cantidad de materia disuelta en el agua, determinada por evaporación de un volumen de agua previamente filtrada. Corresponde al residuo seco con filtración previa. El origen puede ser orgánico e inorgánico (Rigola: 1990).

6.3.3 Sólidos Suspendidos

Los SS se determinan como la cantidad de material retenido después de realizar la filtración de un determinado volumen de muestra (Salazar: 1985).

6.3.4 Turbiedad

La turbiedad de un agua se puede definir como la reducción de la transparencia de una muestra debida a la presencia de materia en ella. La turbiedad es una expresión de la propiedad óptica de una muestra que hace que los rayos luminosos se dispersen y se absorban, en lugar de que se transmitan en línea recta o a través de ella. La turbiedad del agua es debida a la presencia de sólidos suspendidos, tales como arcillas, limos, materia orgánica dividida y otros organismos microscópicos. Estas impurezas disminuyen la claridad del agua y puede ser de origen inorgánico o de naturaleza orgánica. La turbiedad es un parámetro para indicar la calidad de las aguas vertidas (Metcalf y Eddy: 1985).

6.3.5 Color

El agua residual reciente suele ser gris; sin embargo, como quiera que los compuestos orgánicos son descompuestos por las bacterias, el oxígeno disuelto en el agua residual se reduce a cero, el color cambia a gris oscuro y luego a negro. El color en aguas residuales puede indicar el origen de la polución, así como el buen estado o deterioro de los procesos de tratamiento (Romero: 1999).

6.3.6 Olor

Las aguas residuales frescas tienen un olor característico desagradable, mientras que las aguas residuales sépticas tienen un olor ofensivo, producido por H_2S proveniente de la descomposición anaerobia de los sulfatos o sulfuros. Las aguas residuales industriales tienen, a veces, olores característicos específicos del proceso industrial del cual provienen. Los olores de las aguas residuales constituyen una de las principales objeciones ambientales y su control en plantas de tratamiento es muy importante (Romero: 1999).

6.3.7 Sabor

El sabor esta dado por las sales disueltas en ella. Las aguas adquieren un sabor salado a partir de los 300 ppm Cl⁻ y un gusto salado y amargo con más de 450 ppm de SO₄. El CO₂ le da un gusto picante. Trazas de fenoles u otros compuestos orgánicos le confieren un sabor desagradable. En las calificaciones de un agua desempeñan un papel importante, pudiendo ser agradables u objetable (Rigola: 1990).

6.3.8 Temperatura

La temperatura de agua residual es un parámetro muy importante por su efecto en la vida acuática, en las reacciones químicas y velocidades de reacción. La temperatura del agua es generalmente más alta que la del agua del suministro (Metcalf y Eddy: 1985).

6.3.9 Densidad

Se define como su masa por unidad de volumen. Se expresa en Kg/m³. La densidad depende de la temperatura y varía en función de la concentración total de sólidos en el agua residual (Metcalf y Eddy: 1985).

6.3.10 pH

Se refiere a la concentración de iones de hidrogeno, la cual define si la naturaleza de la solución acuosa, es acida o básica. la mayoría de las aguas naturales tienen un pH de 6 y 8 (Rigola: 1990).

6.3.11 Demanda Química de Oxígeno (DQO).

La DQO es una prueba ampliamente utilizada para determinar el contenido de materia orgánica de las aguas residuales (Salazar: 1986). Mide la cantidad de consumo de un

oxidante químico dicromato o permanganato, por las materias oxidables contenidas en el agua y también se expresan en ppm de O₂. Su valor siempre será mayor o igual al obtenido en los ensayos de DBO (Rigola: 1990).

6.3.12 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

La DBO es la cantidad de oxígeno requerida por las bacterias en el proceso de estabilización de la materia orgánica descomponible bajo condiciones aeróbicas. La materia orgánica servirá como alimento a las bacterias, las cuales derivan energía del proceso de descomposición u oxidación (Salazar: 1986). Se refiere al oxígeno consumido en 5 días (DBO₅) y se mide en ppm de O₂ (Rigola: 1990).

6.3.13 Organismos Patógenos

La bacteria *Escherichia Coli* y el grupo de coliformes en su conjunto, son los organismos más comunes utilizados como indicadores de la contaminación fecal. (Rigola: 1990).

6.4 Criterios de calidad

El Decreto 475 del 10 de Marzo de 1998, expide las normas técnicas de calidad para el agua potable las cuales rigen para todo el territorio nacional y deben cumplirse para cualquier punto de la red de distribución de un sistema de suministro de agua potable.

Los criterios organolépticos y físicos de la calidad del agua potable son los siguientes:

Tabla 1. Criterios organolépticos y físicos de la calidad del agua potable.

CARACTERISTICAS	EXPRESADAS EN	VALOR ADMISIBLE
Color Verdadero	Unidades de Platino Coblato (UPC)	15
OLOR Y SABOR		Aceptable
Turbiedad	Unidades nefelométricas de turbidez (UNT)	5
Sólidos Totales	mg/L	500
Conductividad	micromhos/cm	50 - 1000
Sustancias Flotantes		Ausentes

(Fuente Decreto 475 del 10 de Marzo de 1998)

El valor admisible de cloro residual libre en cualquier punto de la red de distribución de agua potable, deberá estar comprendido entre 0.2 y 1.0 mg/L.

El valor para el potencial de hidrogeno, pH, para el agua potable deberá estar comprendido entre 6.5 y 9.0.

Los métodos aceptados para análisis microbiológico del agua son los siguientes:

Para Escherichia Coli: Filtración por membrana y sustrato definido.

Para Coliformes Totales: Filtración por membrana y sustrato definido.

El agua debe cumplir con los valores admisibles presentes en la tabla 2, desde el punto de vista microbiológico.

Tabla 2. Criterios microbiológicos de la calidad del agua potable.

Técnica utilizada	Filtración por membrana	Sustrato definido
MICROORGANISMOS		
INDICADORES		
Coliformes totales	0 UFC/100 cm ³	0 microorganismos/100 cm ³
Escherichia coli	0 UFC/100 cm ³	0 microorganismos/100 cm ³

(Fuente Decreto 475 del 10 de Marzo de 1998)

Los resultados de los análisis microbiológicos se deben reportar en las unidades de NMP/100 cm³, si se utiliza la técnica del número más probable o la técnica enzimática de sustrato definido y en UFC/100 cm³, si se utiliza la técnica de filtración por membrana. Se recomienda un valor máximo admisible de 100 Unidades Formadoras de Colonias (U.F.C) por 100 centímetros cúbicos (cm³), para microorganismos mesofilos, como prueba complementaria de la calidad del agua desde el punto de vista microbiológico.

7 METODOLOGIA

Para llevar a cabo satisfactoriamente el desarrollo de este proyecto se procedió de la siguiente manera:

- Recopilación de la información primaria, la cual fue suministrada por la empresa C.I Océanos S.A, información que consta de la descripción de procedimientos, planos de la planta de procesos; manuales de las maquinarias utilizadas dentro de la planta de proceso. Véase anexo 1.
- Compilación de la información bibliográfica pertinente y reglamentos establecidos.
- Medición de caudales.
- Caracterización del agua de entrada y salida de los rodillos de las maquinas clasificadoras y de los destiladores del laboratorio de análisis industrial, de alimentos y control ambiental GESTIONA.
- Elaboración de los Balances de Materia.
- Diseño hidráulico de la planta de procesos de C.I Océanos S.A.
- Finalmente, se hizo un análisis de los datos y resultados obtenidos acerca del sistema de recirculación, con el fin de realizar las conclusiones y recomendaciones de esta Pasantía.

8. RESULTADOS

Los análisis Físicoquímicos del agua de entrada y de salida de las maquinas clasificadoras fueron realizados por el laboratorio de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de Cartagena; y los Microbiológicos por el laboratorio de análisis industrial de alimentos y control ambiental GESTIONA.

Los resultados de los análisis de las muestras obtenidas de la caracterización del agua proveniente de la planta de procesos de C.I. Océanos S.A, se encuentran en el Anexo 2 y se resumen así:

Tabla 3. Caracterización del agua de la muestra del mes de Agosto

MUESTRA 1				
PARAMETROS	Unidad	Método	Agua de Entrada	Agua de Salida
Sólidos Totales	mg/L	Termogravimetría	120	133
Sólidos Disueltos	mg/L	Termogravimetría	120	130
Sólidos Suspendidos	mg/L	Termogravimetría	0	3
Turbiedad	UNT	Nefelometría	0,3	0,7
Color	-	Comparación Visual	10	15
Olor	-	Organoléptico	aceptable	aceptable
Sabor	-	Organoléptico	aceptable	aceptable
pH	-	Peachimetro	6,5	7,09
Cloro Residual	mg/L	Clorometria	0,5	0,05
DQO	mg/L	Digestión y Titulación	0,04	21
DBO5	mg/L	Incubación y respirometria	0,04	16
Coliformes Totales	ufc/100ml	Filtración por Membrana Estándar	0	30
Coliformes Fecales	ufc/100ml	Filtración por Membrana Estándar	0	0

Tabla 4. Caracterización del agua de la muestra del mes de Septiembre

MUESTRA 2				
PARAMETROS	Unidad	Método	Agua de Entrada	Agua de Salida
Sólidos Totales	mg/L	Termogravimetría	130	148
Sólidos Disueltos	mg/L	Termogravimetría	130	140
Sólidos Suspendidos	mg/L	Termogravimetría	0	8
Turbiedad	UNT	Nefelometría	0,6	6
Color	-	Comparación Visual	9,81	15
Olor	-	Organoléptico	aceptable	aceptable
Sabor	-	Organoléptico	aceptable	aceptable
pH	-	Peachimetro	6,7	6,9
Cloro Residual	mg/L	Clorometría	0,1	0,03
DQO	mg/L	Digestión y Titulación	0	18
DBO ₅	mg/L	Incubación y respirometría	0	12
Coliformes Totales	ufc/100ml	Filtración por Membrana Estándar	0	28
Coliformes Fecales	ufc/100ml	Filtración por Membrana Estándar	0	0

Tabla 5. Caracterización del agua de la muestra del mes de Octubre

MUESTRA 3				
PARAMETROS	Unidad	Método	Agua de Entrada	Agua de Salida
Sólidos Totales	mg/L	Termogravimetría	125	145
Sólidos Disueltos	mg/L	Termogravimetría	124,9	135
Sólidos Suspendidos	mg/L	Termogravimetría	0,1	10
Turbiedad	UNT	Nefelometría	0,06	3
Color	-	Comparación Visual	10	14
Olor	-	Organoléptico	aceptable	aceptable
Sabor	-	Organoléptico	aceptable	aceptable
pH	-	Peachimetro	6,85	7,8
Cloro Residual	mg/L	Clorometría	0,6	0,05
DQO	mg/L	Digestión y Titulación	0	20
DBO ₅	mg/L	Incubación y respirometría	0	14
Coliformes Totales	ufc/100ml	Filtración por Membrana Estándar	0	30
Coliformes Fecales	ufc/100ml	Filtración por Membrana Estándar	0	0

Tabla 6. Caracterización del agua de la muestra del mes de Noviembre

MUESTRA 4				
PARAMETROS	Unidad	Método	Agua de Entrada	Agua de Salida
Sólidos Totales	mg/L	Termogravimetría	120	141
Sólidos Disueltos	mg/L	Termogravimetría	120	135
Sólidos Suspendidos	mg/L	Termogravimetría	0	6
Turbiedad	UNT	Nefelometría	0,3	0,9
Color	-	Comparación Visual	9,9	15
Olor	-	Organoléptico	aceptable	aceptable
Sabor	-	Organoléptico	aceptable	aceptable
Ph	-	Peachimetro	6,85	7,54
Cloro Residual	mg/L	Clorometría	0,5	0,02
DQO	mg/L	Digestión y Titulación	0,05	16
DBO ₅	mg/L	Incubación y respirometría	0,05	10
Coliformes Totales	ufc/100ml	Filtración por Membrana Estándar	0	29
Coliformes Fecales	ufc/100ml	Filtración por Membrana Estándar	0	0

Tabla 7. Caracterización del agua de la muestra del mes de Diciembre

MUESTRA 5				
PARAMETROS	Unidad	Método	Agua de Entrada	Agua de Salida
Sólidos Totales	mg/L	Termogravimetría	130	220
Sólidos Disueltos	mg/L	Termogravimetría	129,9	190
Sólidos Suspendidos	mg/L	Termogravimetría	0,1	20
Turbiedad	UNT	Nefelometría	0,04	22
Color	-	Comparación Visual	10	15
Olor	-	Organoléptico	aceptable	aceptable
Sabor	-	Organoléptico	aceptable	aceptable
pH	-	Peachimetro	6,8	7,2
Cloro Residual	mg/L	Clorometría	0,7	0,01
DQO	mg/L	Digestión y Titulación	0,05	12,7
DBO ₅	mg/L	Incubación y respirometría	0,05	8
Coliformes Totales	ufc/100ml	Filtración por Membrana Estándar	0	29
Coliformes Fecales	ufc/100ml	Filtración por Membrana Estándar	0	0

Tabla 8. Resumen de la caracterización de las muestras tomadas del agua de entrada a las maquinas clasificadoras.

CARECTERIZACION DE LAS MUESTRAS TOMADAS DEL AGUA DE ENTRADA A LAS MAQUINAS CLASIFICADORAS								
PARAMETROS	Unidad	Método	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	PROMEDIO
Sólidos Totales	mg/L	Termogravimetría	120	130	125	120	130	125
Sólidos Disueltos	mg/L	Termogravimetría	120	130	124,9	120	129,9	124,96
Sólidos Suspendidos	mg/L	Termogravimetría	0	0	0,1	0	0,1	0,04
Turbiedad	UNT	Nefelometría	0,3	0,6	0,06	0,3	0,04	0,26
Color	-	Comparación Visual	10	9,81	10	9,9	10	9,942
Olor	-	Organoléptico	aceptable	aceptable	aceptable	aceptable	aceptable	aceptable
Sabor	-	Organoléptico	aceptable	aceptable	aceptable	aceptable	aceptable	aceptable
pH	-	Peachimetro	6,5	6,7	6,85	6,85	6,8	6,74
Cloro Residual	mg/L	Clorometria	0,5	0,1	0,6	0,5	0,7	0,48
DQO	mg/L	Digestión y Titulación	0,04	0	0	0,05	0,05	0,028
DBO5	mg/L	Incubación y respirometria	0,04	0	0	0,05	0,05	0,028
Coliformes Totales	ufc/100ml	Filtración por Membrana Estándar	0	0	0	0	0	0
Coliformes Fecales	ufc/100ml	Filtración por Membrana Estándar	0	0	0	0	0	0

Tabla 9. Resumen de la caracterización de las muestras tomadas del agua de salida de los rodillos de las maquinas clasificadoras.

CARECTERIZACION DE LAS MUESTRAS TOMADAS DEL AGUA DE SALIDA DE LOS RODILLOS DE LAS MAQUINAS CLASIFICADORAS								
PARAMETROS	Unidad	Método	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	PROMEDIO
Sólidos Totales	mg/L	Termogravimetría	133	148	145	141	220	157,4
Sólidos Disueltos	mg/L	Termogravimetría	130	140	135	135	190	146
Sólidos Suspendidos	mg/L	Termogravimetría	3	8	10	6	20	9,4
Turbiedad	UNT	Nefelometría	0,7	6	3	0,9	22	6,52
Color	-	Comparación Visual	15	15	14	15	15	14,8
Olor	-	Organoléptico	aceptable	aceptable	aceptable	aceptable	aceptable	aceptable
Sabor	-	Organoléptico	aceptable	aceptable	aceptable	aceptable	aceptable	aceptable
pH	-	Peachimetro	7,09	6,9	7,8	7,54	7,2	7,306
Cloro Residual	mg/L	Clorometria	0,05	0,03	0,05	0,02	0,01	0,032
DQO	mg/L	Digestión y Titulación	21	18	20	16	12,7	17,54
DBO5	mg/L	Incubación y respirometria	16	12	14	10	8	12
Coliformes Totales	ufc/100ml	Filtración por Membrana Estándar	30	28	30	29	29	29,2
Coliformes Fecales	ufc/100ml	Filtración por Membrana Estándar	0	0	0	0	0	0

Tabla 10. Resultados muestras de Sólidos Totales.

SOLIDOS TOTALES		
FECHA	Agua de Entrada de las Maquinas	Agua Salida de las Maquinas
ago-10	120	133
sep-10	130	148
oct-10	125	145
nov-10	120	141
dic-10	130	220
PROM.	125	157,4

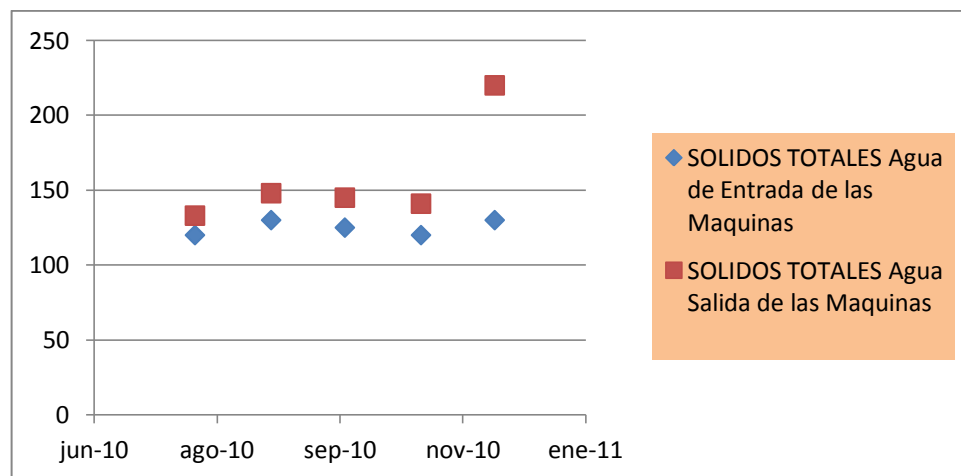


Figura 4. Resultado grafico de las muestras de Sólidos Totales.

Tabla 11. Resultados muestras de Sólidos Disueltos

SOLIDOS DISUELTOS (mg/L)		
FECHA	Agua de Entrada de las Maquinas	Agua Salida de las Maquinas
ago-10	120	130
sep-10	130	140
oct-10	124,9	135
nov-10	120	135
dic-10	129,9	190
PROM.	124,96	146

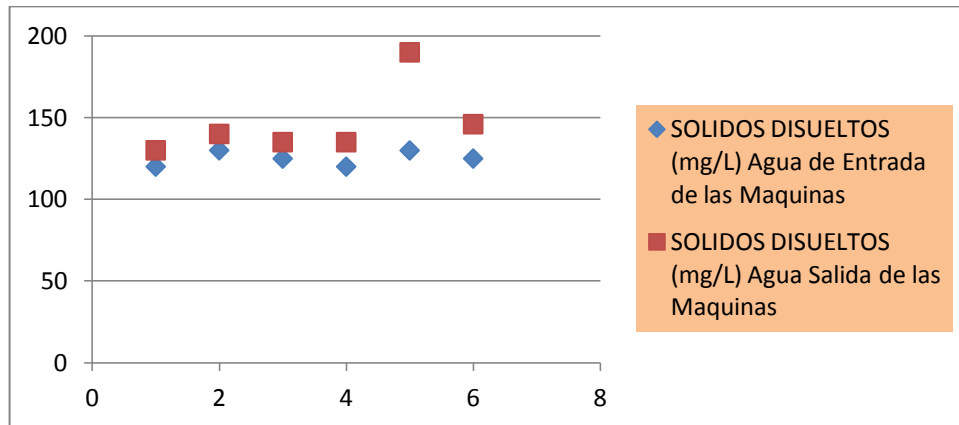


Figura 5. Resultado grafico de las muestras de Sólidos Disueltos

Tabla 12. Resultados muestras de Sólidos Suspendedos

SOLIDOS SUSPENDIDOS (mg/L)		
FECHA	Agua de Entrada de las Maquinas	Agua Salida de las Maquinas
ago-10	0	3
sep-10	0	8
oct-10	0,1	10
nov-10	0	6
dic-10	0,1	20
PROM.	0,04	9,4

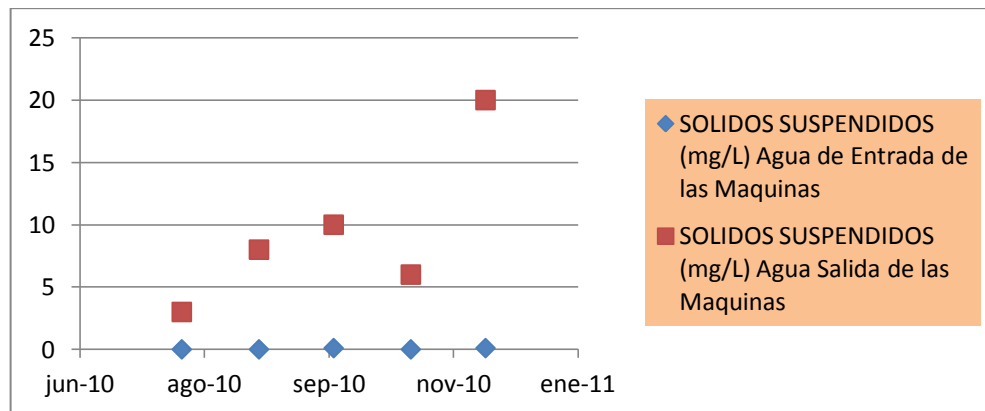


Figura 6. Resultado grafico de las muestras de Sólidos Suspendedos

Tabla 13. Resultados muestras de la Turbiedad

TURBIEDAD		
FECHA	Agua de Entrada de las Maquinas	Agua Salida de las Maquinas
ago-10	0,3	0,7
sep-10	0,6	6
oct-10	0,06	3
nov-10	0,3	0,9
dic-10	0,04	22
PROM.	0,26	6,52

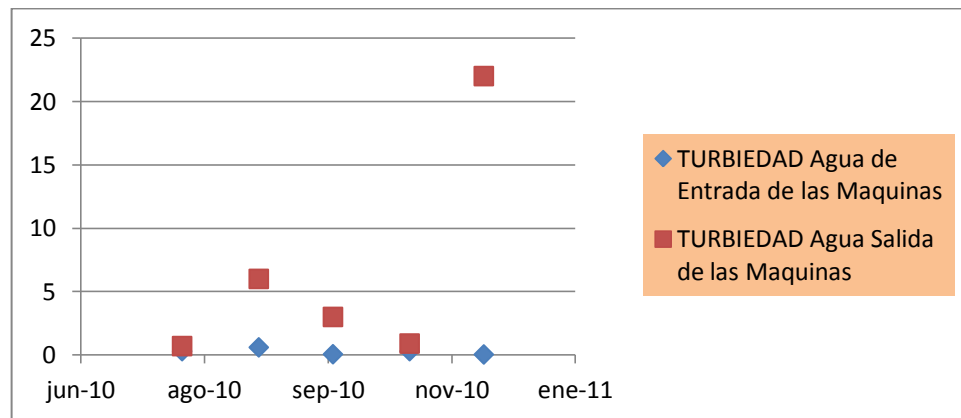


Figura 7. Resultado grafico de las muestras de la Turbiedad

Tabla14. Resultados muestras del Color

COLOR		
FECHA	Agua de Entrada de las Maquinas	Agua Salida de las Maquinas
ago-10	10	15
sep-10	9,81	15
oct-10	10	14
nov-10	9,9	15
dic-10	10	15
PROM.	9,942	14,8

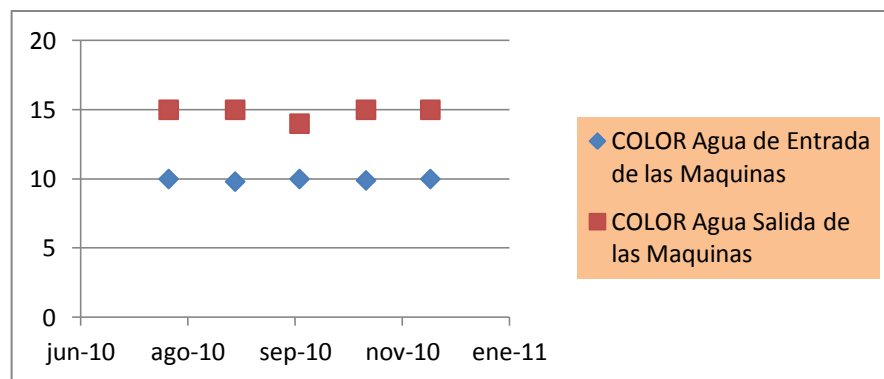


Figura 8. Resultado grafico de las muestras del Color

Tabla 15. Resultados muestras de pH

pH		
FECHA	Agua de Entrada de las Maquinas	Agua Salida de las Maquinas
ago-10	6,5	7,09
sep-10	6,7	6,9
oct-10	6,85	7,8
nov-10	6,85	7,54
dic-10	6,8	7,2
PROM.	6,74	7,306

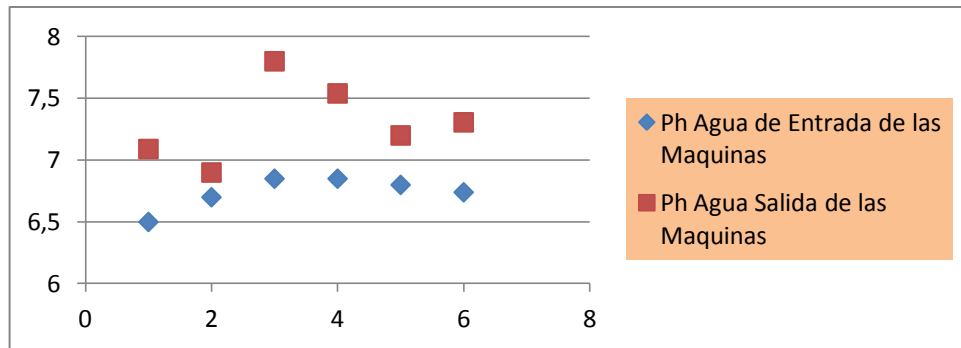


Figura 9. Resultado grafico de las muestras de pH

Tabla 16. Resultados muestras del Cloro Residual

CLORO RESIDUAL (mg/L)		
FECHA	Agua de Entrada de las Maquinas	Agua Salida de las Maquinas
ago-10	0,5	0,05
sep-10	0,1	0,03
oct-10	0,6	0,05
nov-10	0,5	0,02
dic-10	0,7	0,01
PROM.	0,48	0,032

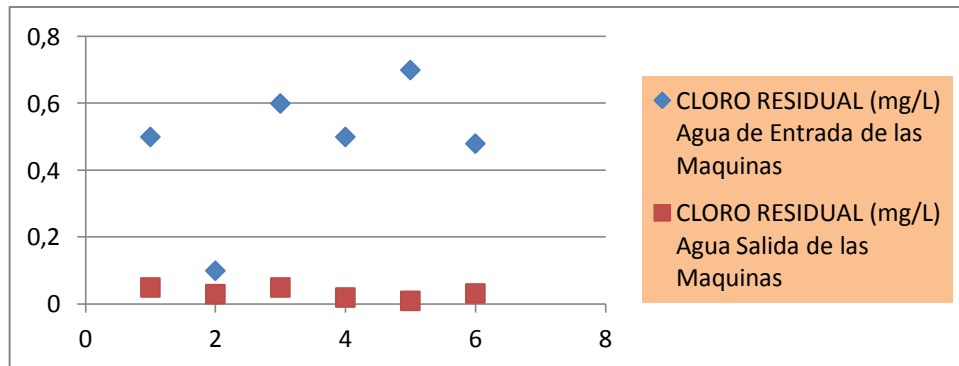


Figura 10. Resultado grafico de las muestras del Cloro Residual

Tabla 17. Resultados muestra de la DQO

DQO (mg/L)		
FECHA	Agua de Entrada de las Maquinas	Agua Salida de las Maquinas
ago-10	0,04	21
sep-10	0	18
oct-10	0	20
nov-10	0,05	16
dic-10	0,05	12,7
PROM.	0,028	17,54

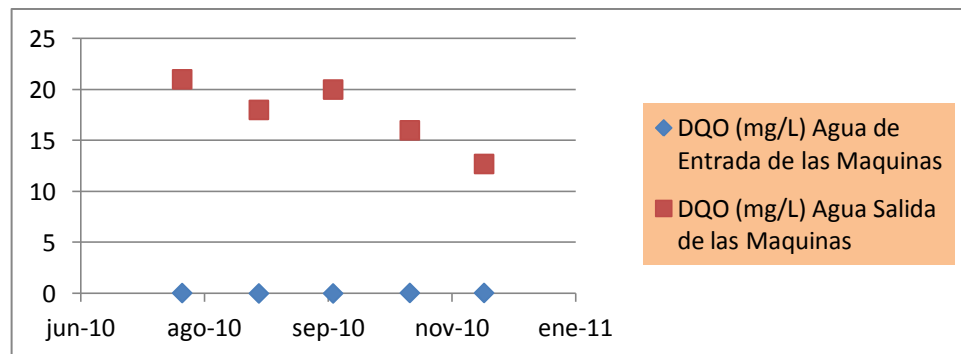


Figura 11. Resultado grafico de las muestras de la DQO

Tabla 18. Resultados muestra de la DBO

DBO (mg/L)		
FECHA	Agua de Entrada de las Maquinas	Agua Salida de las Maquinas
ago-10	0,04	16
sep-10	0	12
oct-10	0	14
nov-10	0,05	10
dic-10	0,05	8
PROM.	0,028	12

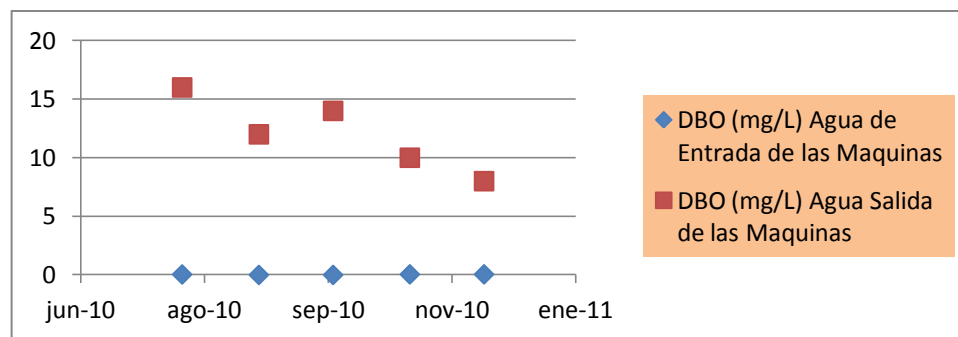


Figura 12. Resultado grafico de las muestras de la DBO

Tabla 19. Resultados muestra de Coliformes Totales

COLIFORMES TOTALES		
FECHA	Agua de Entrada de las Maquinas	Agua Salida de las Maquinas
ago-10	0	30
sep-10	0	28
oct-10	0	30
nov-10	0	29
dic-10	0	29
PROM.	0	29,2

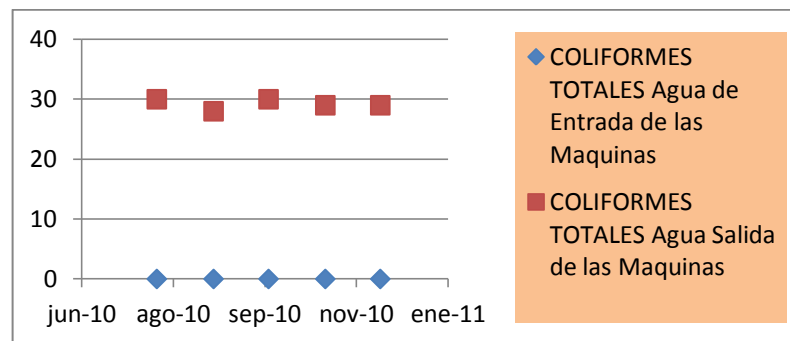


Figura 13. Resultado grafico de Coliformes Totales

Tabla 20. Resultados muestra de Coliformes Fecales

COLIFORMES FECALES		
FECHA	Agua de Entrada de las Maquinas	Agua Salida de las Maquinas
ago-10	0	0
sep-10	0	0
oct-10	0	0
nov-10	0	0
dic-10	0	0
PROM.	0	0

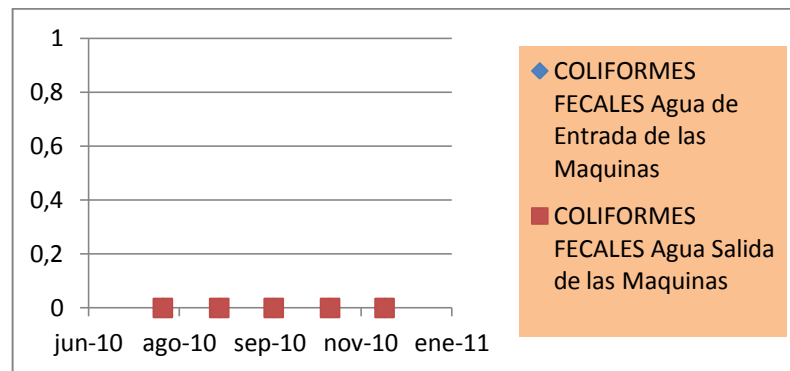


Figura 14. Resultado grafico de Coliformes Fecales.

Tabla 21. Tabla de comparación de promedio del agua de entrada y salida de las maquinas clasificadoras con la norma.

PARAMETROS	Unidad	Método	Prom. agua de entrada	Prom. agua de salida	Valor en la norma agua potable
Sólidos Totales	mg/L	Termogravimetría	125	157,4	500
Sólidos Disueltos	mg/L	Termogravimetría	124,96	146	500
Sólidos Suspendidos	mg/L	Termogravimetría	0,04	9,4	500
Turbiedad	UNT	Nefelometría	0,26	6,52	5
Color	-	Comparación Visual	9,942	14,8	15
Olor	-	Organoléptico	aceptable	aceptable	aceptable
Sabor	-	Organoléptico	aceptable	aceptable	aceptable
pH	-	Peachimetro	6,74	7,306	6,5 - 9,0
Cloro Residual	mg/L	Clorometría	0,48	0,032	0,2 - 1,0
DQO	mg/L	Digestión y Titulación	0,028	17,54	>20%
DBO5	mg/L	Incubación y respirometría	0,028	12	>20%
Coliformes Totales	ufc/100ml	Filtración por Membrana Estándar	0	29,2	0
Coliformes Fecales	ufc/100ml	Filtración por Membrana Estándar	0	0	0

Tabla 22. Caracterización del agua de la muestra de los destiladores

CARACTERIZACION DE LA MUESTRA TOMADA DE LOS DESTILADORES			
PARAMETROS	Unidad	Método	AGUA DESTILADA
Sólidos Totales	mg/L	Termogravimetría	104
Sólidos Disueltos	mg/L	Termogravimetría	101,8
Sólidos Suspendidos	mg/L	Termogravimetría	2.2
Turbiedad	UNT	Nefelometría	2
Color	-	Comparación Visual	15
Olor	-	Organoléptico	Aceptable
Sabor	-	Organoléptico	Aceptable
pH	-	Peachimetro	7,56
Cloro Residual	mg/L	Clorometria	0
Coliformes Totales	ufc/100ml	Filtración por Membrana Estándar	0
Coliformes Fecales	ufc/100ml	Filtración por Membrana Estándar	0

Tabla 23. Tabla de comparación de promedio del agua de los destiladores con la norma.

PARAMETROS	Unidad	Método	PROMEDIO	VALOR ADMISIBLE agua potable
Sólidos Totales	mg/L	Termogravimetría	104	500
Sólidos Disueltos	mg/L	Termogravimetría	101,8	500
Sólidos Suspendidos	mg/L	Termogravimetría	2.2	500
Turbiedad	UNT	Nefelometría	2	5
Color	-	Comparación Visual	15	15
Olor	-	Organoléptico	aceptable	aceptable
Sabor	-	Organoléptico	aceptable	aceptable
pH	-	Peachimetro	7,56	6,5 - 9,0
Cloro Residual	mg/L	Clorometria	0	0,2 - 1,0
Coliformes Totales	ufc/100ml	Filtración por Membrana Estándar	0	0
Coliformes Fecales	ufc/100ml	Filtración por Membrana Estándar	0	0

Tabla 24. Consumo del agua de las maquinas clasificadoras N°1, N°3 y los destiladores de los laboratorios de análisis industrial, de alimentos y control ambiental GESTIONA.

CONSUMO DE AGUA DE LAS MAQUINAS CLASIFICADORAS Y DESTILADORES DE C.I OCEANOS S.A.								
MESES	DIAS	QT= 104,7m³/día QT*días	CARGO FIJO (CF)	CONSUMO BASICO (CB)	GASTO TOTAL (QT*CB+CF)	QT_{REC}= 37m³/día QT_{REC}*días	GASTO TOTAL (QT_{REC}*CB+CF)	AHORRO
Enero	31	3245,7	12527,26	1829,19	\$ 5.949.529,24	1147	\$ 3.838.921,05	\$ 2.110.608,19
Febrero	28	2931,6	12527,26	1829,19	\$ 5.374.980,66	1036	\$ 3.467.412,56	\$ 1.907.568,10
Marzo	31	3245,7	12527,26	1829,19	\$ 5.949.529,24	1147	\$ 3.838.921,05	\$ 2.110.608,19
Abril	30	3141	12527,26	1829,19	\$ 5.758.013,05	1110	\$ 3.715.084,89	\$ 2.042.928,16
Mayo	31	3245,7	12527,26	1829,19	\$ 5.949.529,24	1147	\$ 3.838.921,05	\$ 2.110.608,19
Junio	30	3141	12527,26	1829,19	\$ 5.758.013,05	1110	\$ 3.715.084,89	\$ 2.042.928,16
Julio	31	3245,7	12527,26	1829,19	\$ 5.949.529,24	1147	\$ 3.838.921,05	\$ 2.110.608,19
Agosto	31	3245,7	12527,26	1829,19	\$ 5.949.529,24	1147	\$ 3.838.921,05	\$ 2.110.608,19
Septiembre	30	3141	12527,26	1829,19	\$ 5.758.013,05	1110	\$ 3.715.084,89	\$ 2.042.928,16
Octubre	31	3245,7	12527,26	1829,19	\$ 5.949.529,24	1147	\$ 3.838.921,05	\$ 2.110.608,19
Noviembre	30	3141	12527,26	1829,19	\$ 5.758.013,05	1110	\$ 3.715.084,89	\$ 2.042.928,16
Diciembre	31	3245,7	12527,26	1829,19	\$ 5.949.529,24	1147	\$ 3.838.921,05	\$ 2.110.608,19
				costo total	\$ 70.053.737,57	costo total	\$ 45.200.199,50	\$ 24.853.538,07

Tabla 25. Consumo del agua de las maquinas clasificadoras N°1, N°2 y los destiladores de los laboratorios de análisis industrial, de alimentos y control ambiental GESTIONA.

CONSUMO DE AGUA DE LAS MAQUINAS CLASIFICADORAS Y DESTILADORES DE C.I OCEANOS S.A.								
MESES	DIAS	QT= 133,4m³/día QT*días	CARGO FIJO (CF)	CONSUMO BASICO (CB)	GASTO TOTAL (QT*CB+CF)	QT_{REC}= 44m³/día QT_{REC}*días	GASTO TOTAL (QT_{REC}*CB+CF)	AHORRO
Febrero	28	3735,2	12527,26	1829,19	\$ 6.844.917,75	1232	\$ 4.578.828,41	\$ 2.266.089,34
Marzo	31	4135,4	12527,26	1829,19	\$ 7.576.959,59	1364	\$ 5.069.417,17	\$ 2.507.542,42
Abril	30	4002	12527,26	1829,19	\$ 7.332.945,64	1320	\$ 4.905.887,58	\$ 2.427.058,06
Mayo	31	4135,4	12527,26	1829,19	\$ 7.576.959,59	1364	\$ 5.069.417,17	\$ 2.507.542,42
Junio	30	4002	12527,26	1829,19	\$ 7.332.945,64	1320	\$ 4.905.887,58	\$ 2.427.058,06
Julio	31	4135,4	12527,26	1829,19	\$ 7.576.959,59	1364	\$ 5.069.417,17	\$ 2.507.542,42
Agosto	31	4135,4	12527,26	1829,19	\$ 7.576.959,59	1364	\$ 5.069.417,17	\$ 2.507.542,42
Septiembre	30	4002	12527,26	1829,19	\$ 7.332.945,64	1320	\$ 4.905.887,58	\$ 2.427.058,06
Octubre	31	4135,4	12527,26	1829,19	\$ 7.576.959,59	1364	\$ 5.069.417,17	\$ 2.507.542,42
Noviembre	30	4002	12527,26	1829,19	\$ 7.332.945,64	1320	\$ 4.905.887,58	\$ 2.427.058,06
Diciembre	31	4135,4	12527,26	1829,19	\$ 7.576.959,59	1364	\$ 5.069.417,17	\$ 2.507.542,42
costo total					\$ 81.638.457,82	costo total	\$ 54.618.881,72	\$ 27.019.576,10

Tabla 26. Consumo del agua de las maquinas clasificadoras N°1, N°2, N°3 y los destiladores de los laboratorios de análisis industrial, de alimentos y control ambiental GESTIONA.

CONSUMO DE AGUA DE LAS MAQUINAS CLASIFICADORAS Y DESTILADORES DE C.I OCEANOS S.A.								
MESES	DIAS	QT= 166,4m ³ /día QT*días	CARGO FIJO (CF)	CONSUMO BASICO (CB)	GASTO TOTAL (QT*CB+CF)	QT _{REC} = 54 m ³ /día QT _{REC} *días	GASTO TOTAL (QT _{REC} *CB+CF)	AHORRO
Enero	31	5158,4	12527,26	1829,19	\$ 9.448.220,96	1674	\$ 6.373.629,64	\$ 3.074.591,32
Febrero	28	4659,2	12527,26	1829,19	\$ 8.535.089,31	1512	\$ 5.756.826,77	\$ 2.778.262,54
Marzo	31	5158,4	12527,26	1829,19	\$ 9.448.220,96	1674	\$ 6.373.629,64	\$ 3.074.591,32
Abril	30	4992	12527,26	1829,19	\$ 9.143.843,74	1620	\$ 6.168.028,68	\$ 2.975.815,06
Mayo	31	5158,4	12527,26	1829,19	\$ 9.448.220,96	1674	\$ 6.373.629,64	\$ 3.074.591,32
Junio	30	4992	12527,26	1829,19	\$ 9.143.843,74	1620	\$ 6.168.028,68	\$ 2.975.815,06
Julio	31	5158,4	12527,26	1829,19	\$ 9.448.220,96	1674	\$ 6.373.629,64	\$ 3.074.591,32
Agosto	31	5158,4	12527,26	1829,19	\$ 9.448.220,96	1674	\$ 6.373.629,64	\$ 3.074.591,32
Septiembre	30	4992	12527,26	1829,19	\$ 9.143.843,74	1620	\$ 6.168.028,68	\$ 2.975.815,06
Octubre	31	5158,4	12527,26	1829,19	\$ 9.448.220,96	1674	\$ 6.373.629,64	\$ 3.074.591,32
Noviembre	30	4992	12527,26	1829,19	\$ 9.143.843,74	1620	\$ 6.168.028,68	\$ 2.975.815,06
Diciembre	31	5158,4	12527,26	1829,19	\$ 9.448.220,96	1674	\$ 6.373.629,64	\$ 3.074.591,32
				costo total	\$ 111.248.010,96	costo total	\$ 75.044.348,94	\$ 36.203.662,02

Tabla 27. Determinación de los costos del sistema de recirculación del agua de la planta de C.I OCEANOS S.A.

ÍTEM	VALOR UNIDAD	CANTIDAD	VALOR TOTAL
Filtro Microbiológico	\$159.000	1	\$159.000
Filtro de Carbón	\$159.000	1	\$159.000
Sistema para el Clorinador	\$400.000	1	\$400.000
Carcaza 20’’	\$149.000	2	\$298.000
Tanque Superficial	\$4.407.900	1	\$4.407.900
Tanque Subterráneo	\$1.700.000	1	\$1.700.000
Tanque Wallmate 250Lt	\$ 121.900	1	\$121.900
Electrobomba 3/4	\$299.900	2	\$599.800
Bomba centrífuga 2HP	\$419.900	2	\$839.800
Tubería PVC ø1	\$650	10 (metros)	\$6.500
Tubería PVC ø1 $\frac{1}{4}$	\$1.300	13 (metros)	\$16.900
Tubería PVC 1 $\frac{1}{2}$	\$4.800	27 (metros)	\$172800
Tubería PVC ø3	\$13.500	27 (metros)	\$364.500
Tubería PVC ø4	\$20.380	15 (metros)	\$305.700
Tubería AC ø1 $\frac{1}{4}$	\$16.143	2 (metros)	\$32.286
Tubería AC ø1 $\frac{1}{2}$	\$19.816	6 (metros)	\$118.896
Tubería AC ø2	\$25.665	6 (metros)	\$153.990
Unión	\$2.000	5	\$100.000
Codo	\$9.730	8	\$77.840
Válvulas	\$39.900	17	\$678.300
Sifón	\$10.900	7	\$76.300

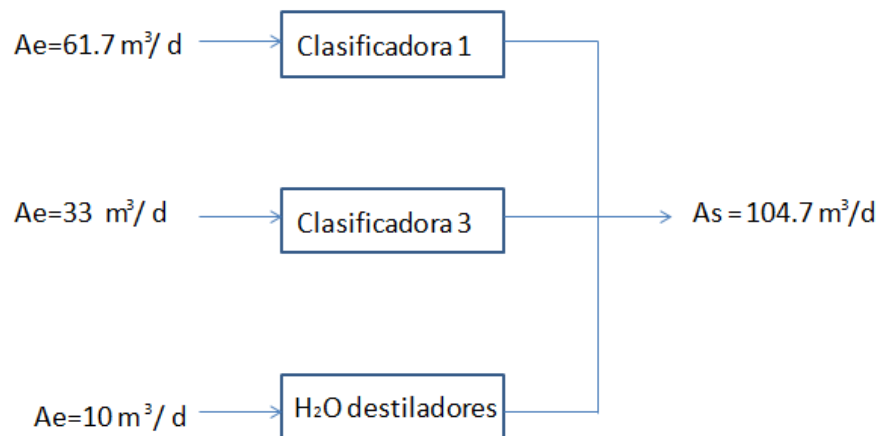
ÍTEM	VALOR UNIDAD	CANTIDAD	VALOR TOTAL
Bandejas recolectoras	\$1.850.000	3	\$5.550.000
Mano de Obra	\$3.000.000	1	\$3.000.000
Imprevistos	\$200.000	1	\$200.000
TOTAL			\$19.539.412

8.1 Cálculos

A continuación se ilustran los balances de materia de los tres casos particulares que se presentan en la planta de procesos de C.I OCEANOS S.A.

- a) Cuando están trabajando las maquinas clasificadoras N°1, N°3 y los destiladores de los laboratorios de análisis industrial.

Balance General



El caudal de las maquinas clasificadoras 1 y 3 es:

$$Q_{TC1-3} = 94.7 \text{ m}^3/\text{d}$$

La cantidad de agua que se va a recircular de los $94.7 \text{ m}^3/\text{d}$ es:

$Q_{TC1-3rec} = 27 \text{ m}^3/\text{d}$, es decir de la maquina 1, se recircula $17 \text{ m}^3/\text{d}$ y la maquina 3 $10 \text{ m}^3/\text{d}$.

Porcentaje del agua desperdiciada:

$$\%H_2O_{\text{desp}} = \frac{Q_{\text{TMC1-3}} - Q_{\text{TMC1-3rec}}}{Q_{\text{TMC1-3}}}$$

$$\%H_2O_{\text{desp}} = \frac{94.7\text{m}^3/\text{d} - 27\text{m}^3/\text{d}}{94.7\text{m}^3/\text{d}}$$

$$\%H_2O_{\text{desp}} = 0.7148 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$H_2O_{\text{desp}} = 71.48\%$$

Porcentaje del agua que se va a recircular:

$$100 - 71.48\% = 28.52\% H_2O_{\text{rec}}$$

Caudal total a recircular de las maquinas clasificadoras 1 y 3:

$$Q_{\text{TMC1-3 rec}} = Q_{\text{TMC1-3}} * \% H_2O_{\text{rec}}$$

$$Q_{\text{TMC1-3 rec}} = 94.7\text{m}^3/\text{d} * 28.52\% H_2O_{\text{rec}}$$

$$Q_{\text{TMC1-3 rec}} = 2700.844\%$$

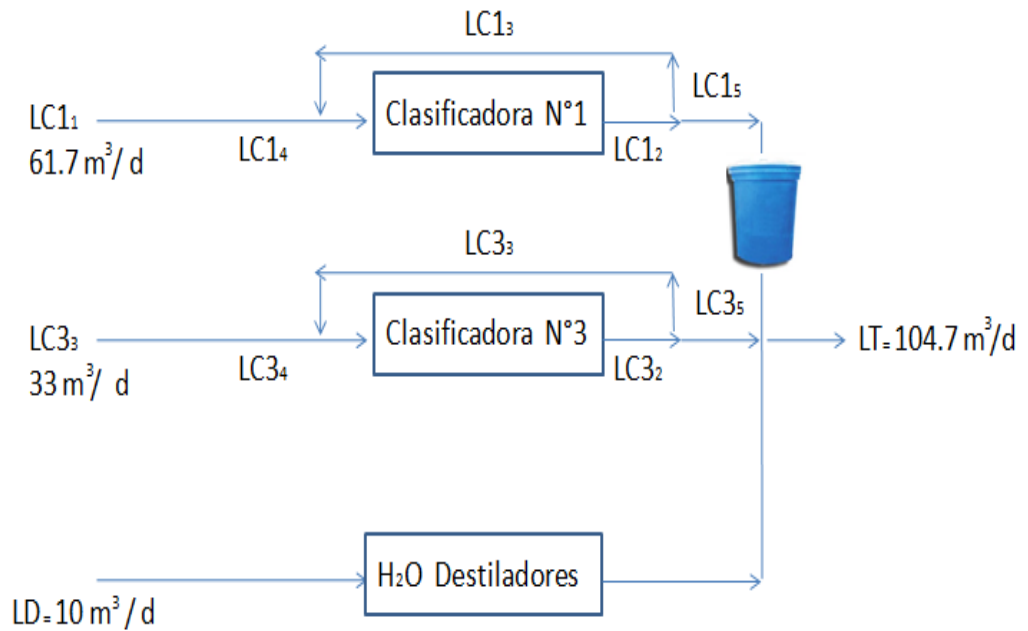
$$Q_{\text{TMC1-3 rec}} = 27\text{m}^3/\text{d}$$

Caudal total a recircular de las maquinas clasificadoras 1, 3 y agua de los destiladores:

$$Q_{\text{Trec}} = 27\text{m}^3/\text{d} + 10\text{m}^3/\text{d}$$

$$Q_{\text{Trec}} = 37\text{m}^3/\text{d}$$

Balance Global



$$LC1 + LC3 + LD = LT$$

Balance Maq. Clasificadora N°1

$$LC1_1 = LC1_5 = 61.7 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$LC1_3 = 17 \text{ m}^3/\text{d}$$

- Para la Unión

$$LC1_4 = LC1_1 + LC1_3$$

$$LC1_4 = 61.7 \text{ m}^3/\text{d} + 17 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$LC1_4 = 78.7 \text{ m}^3/\text{d}$$

- Para la Clasificadora

$$LC1_4 = LC1_2 = 78.7 \text{ m}^3/\text{d}$$

Balance Maq. Clasificadora N°3

$$LC3_1 = LC3_5 = 33 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$LC3_3 = 10 \text{ m}^3/\text{d}$$

- Para la union

$$LC3_4 = LC3_1 + LC3_3$$

$$LC3_4 = 33 \text{ m}^3/\text{d} + 10 \text{ m}^3/\text{d}$$

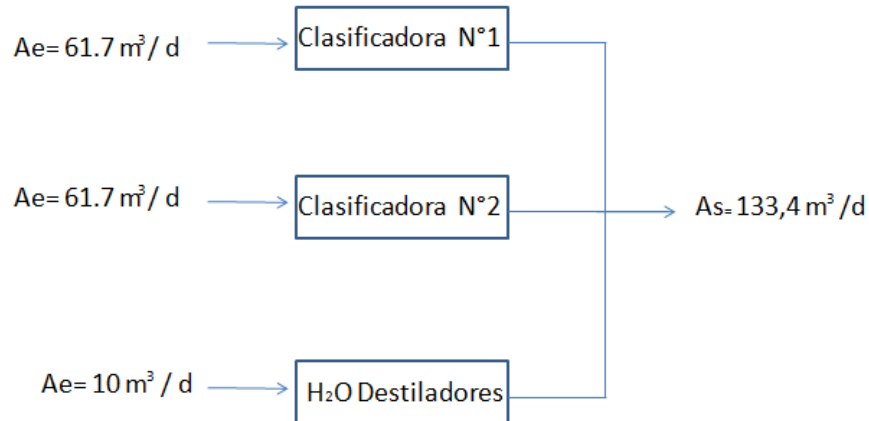
$$LC3_4 = 43 \text{ m}^3/\text{d}$$

- Para la Clasificadora

$$LC3_4 = LC3_2 = 43 \text{ m}^3/\text{d}$$

- b) Cuando están trabajando las maquinas clasificadoras N°1 y N°2 para camarón entero, y destiladores de los laboratorios de análisis industrial, de alimentos y control ambiental GESTIONA.

Balance General



El caudal de las maquinas clasificadoras 1 y 2 es:

$$Q_{TC1-2} = 123.4 \text{ m}^3/\text{d}.$$

La cantidad de agua que se va a recircular de los $123.4 \text{ m}^3/\text{d}$ es:

$Q_{TC1-2rec} = 34 \text{ m}^3/\text{d}$. La cantidad de agua recirculada de la Clasificadora 1 es de $17 \text{ m}^3/\text{d}$; y de la Clasificadora 2 es $17 \text{ m}^3/\text{d}$.

Porcentaje del agua desperdiciada:

$$\%H_2O_{desp} = \frac{Q_{TC1-2} - Q_{TC1-2rec}}{Q_{TC1-2}}$$

$$\%H_2O_{desp} = \frac{123.4 \text{ m}^3/\text{d} - 34 \text{ m}^3/\text{d}}{123.4 \text{ m}^3/\text{d}}$$

$$\%H_2O_{desp} = 0.724 \text{ m}^3/\text{d}; \quad H_2O_{desp} = 72.4\%$$

Porcentaje del agua que se va a recircular:

$$100 - 72.4\% = 27.6\% \text{ H}_2\text{O}_{\text{rec}}$$

Caudal total a recircular de las maquinas clasificadoras 1 y 2:

$$Q_{\text{TC1-2 rec}} = Q_{\text{TMC1-2}} * \% \text{ H}_2\text{O}_{\text{rec}}$$

$$Q_{\text{TC1-2 rec}} = 123.4 \text{ m}^3/\text{d} * 27.6\% \text{ H}_2\text{O}_{\text{rec}}$$

$$Q_{\text{TC1-2 rec}} = 3405.84\%$$

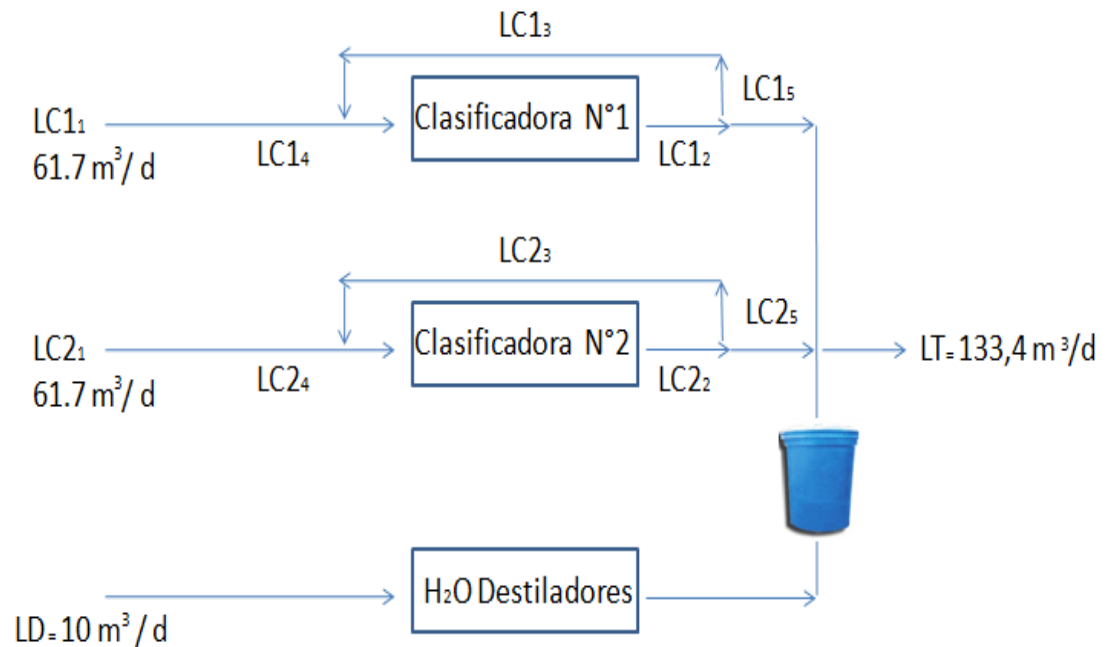
$$Q_{\text{TC1-2 rec}} = 34 \text{ m}^3/\text{d}$$

Caudal total a recircular de las maquinas clasificadoras 1, 2 y agua de los destiladores:

$$Q_{\text{Trec}} = 34 \text{ m}^3/\text{d} + 10 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Q_{\text{Trec}} = 44 \text{ m}^3/\text{d}$$

Balance Global



$$LC1 + LC2 + LD = LT$$

Balance Maq. Clasificadora 1

$$LC1_1 = LC1_5 = 61.7\text{m}^3/\text{d}$$

$$LC1_3 = 17\text{m}^3/\text{d}$$

- Para la Unión

$$LC1_4 = LC1_1 + LC1_3$$

$$LC1_4 = 61.7\text{m}^3/\text{d} + 17\text{m}^3/\text{d}$$

$$LC1_4 = 78.7\text{m}^3/\text{d}$$

- Para la Clasificadora

$$LC1_4 = LC1_2 = 78.7\text{m}^3/\text{d}$$

Balance Maq. Clasificadora 2

$$LC2_1 = LC2_5 = 61.7\text{m}^3/\text{d}$$

$$LC2_3 = 17\text{m}^3/\text{d}$$

- Para la union

$$LC2_4 = LC2_1 + LC2_3$$

$$LC2_4 = 61.7\text{m}^3/\text{d} + 17\text{m}^3/\text{d}$$

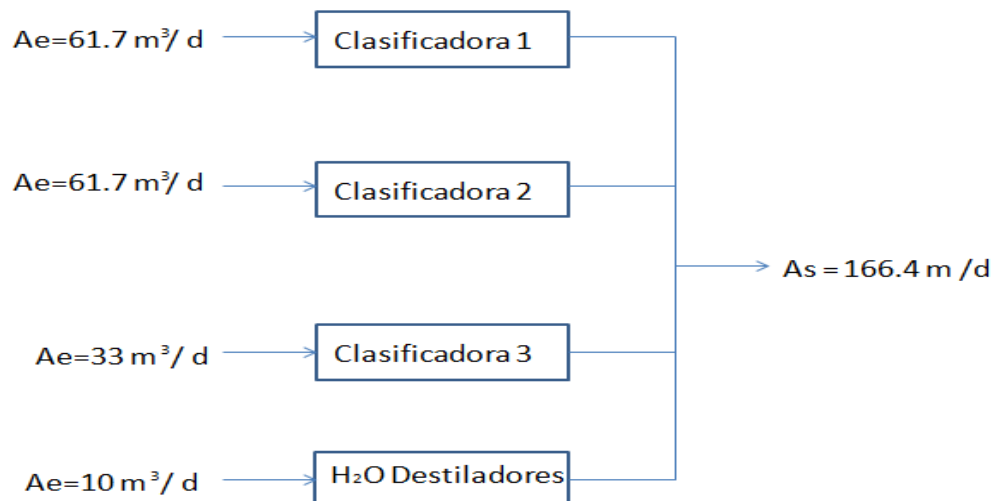
$$LC2_4 = 78.7\text{m}^3/\text{d}$$

- Para la Clasificadora

$$LC2_4 = LC2_2 = 78.7\text{m}^3/\text{d}$$

El balance de las maquinas clasificadoras 1 y 2 son iguales, puestos que las corrientes de entrada y de circulación son las mismas.

- c) Cuando están trabajando las maquinas clasificadoras N°1, N°2 para camarón entero y la maquina clasificadora N°3 para camarón cola y destiladores de los laboratorios de análisis industrial, de alimentos y control ambiental GESTIONA



El caudal de las maquinas clasificadoras 1, 2 y 3 es:

$$Q_{TC1-2-3} = 156.4 \text{ m}^3/\text{d}$$

La cantidad de agua que se va a recircular de los $156.4 \text{ m}^3/\text{d}$ es:

$Q_{TC1-2-3rec} = 44 \text{ m}^3/\text{d}$. Es decir de la maquina 1 se recircula $17 \text{ m}^3/\text{d}$; de la maquina 2 se recirculan $17 \text{ m}^3/\text{d}$; y de la maquina 3 se recirculan $10 \text{ m}^3/\text{d}$.

Porcentaje del agua desperdiciada:

$$\%H_2O_{desp} = \frac{Q_{TC1-2-3} - Q_{TC1-2-3rec}}{Q_{TC1-2-3}}$$

$$\%H_2O_{desp} = \frac{156.4 \text{ m}^3/\text{d} - 44 \text{ m}^3/\text{d}}{156.4 \text{ m}^3/\text{d}}$$

$$\%H_2O_{desp} = 0.718 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$H_2O_{desp} = 71.8\%$$

Porcentaje del agua que se va a recircular:

$$100 - 71.8\% = 28.2\% H_2O_{rec}$$

Caudal total a recircular de las maquinas clasificadoras N°1, N°2 y N°3:

$$Q_{TC1-2-3rec} = Q_{TC1-2-3} * \% H_2O_{rec}$$

$$Q_{TC1-2-3 rec} = 156.4 \text{ m}^3/\text{d} * 28.2\% H_2O_{rec}$$

$$Q_{TC1-2-3 rec} = 44.10, 48\%$$

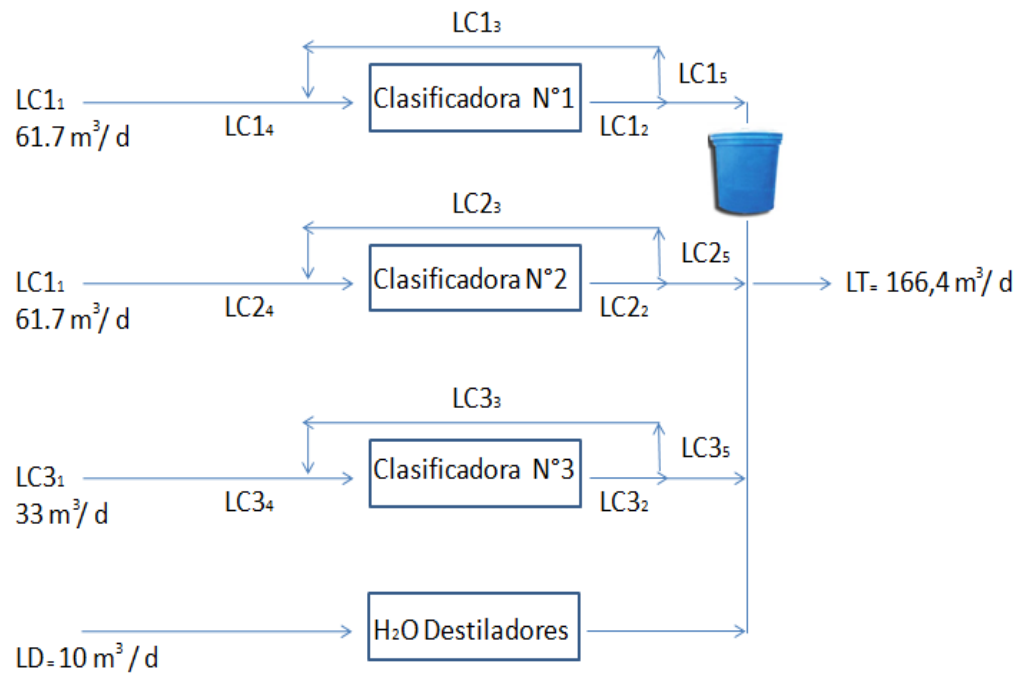
$$Q_{TC1-2-3rec} = 44 \text{ m}^3/\text{d}$$

Caudal total a recircular de las maquinas clasificadoras 1, 2, 3 y agua de los destiladores:

$$Q_{\text{Trec}} = 44\text{m}^3/\text{d} + 10\text{m}^3/\text{d}$$

$$Q_{\text{Trec}} = 54\text{m}^3/\text{d}$$

Balance Global



$$LC1 + LC2 + LC3 + LD = LT$$

Balance Maq. Clasificadora 1

$$LC1_1 = LC1_5 = 61.7\text{m}^3/\text{d}$$

$$LC1_3 = 17\text{m}^3/\text{d}$$

- Para la Unión

$$LC1_4 = LC1_1 + LC1_3$$

$$LC1_4 = 61.7\text{m}^3/\text{d} + 17\text{m}^3/\text{d}$$

$$LC1_4 = 78.7\text{m}^3/\text{d}$$

- Para la Clasificadora 2

$$LC1_4 = LC1_2 = 78.7\text{m}^3/\text{d}$$

Balance Maq. Clasificadora 2

$$LC2_1 = LC2_5 = 61.7\text{m}^3/\text{d}$$

$$LC2_3 = 17\text{m}^3/\text{d}$$

- Para la union

$$LC2_4 = LC2_1 + LC2_3$$

$$LC2_4 = 61.7\text{m}^3/\text{d} + 17\text{m}^3/\text{d}$$

$$LC2_4 = 78.7\text{m}^3/\text{d}$$

- Para la Clasificadora

$$LC2_4 = LC2_2 = 78.7\text{m}^3/\text{d}$$

El balance de las maquinas clasificadoras 1 y 2 son iguales, puestos que las corrientes de entrada y de circulación son las mismas.

Balance Maq. Clasificadora 3

$$LC3_1 = LC3_5 = 33\text{m}^3/\text{d}$$

$$LC3_3 = 10\text{m}^3/\text{d}$$

- Para la union

$$LC3_4 = LC3_1 + LC3_3$$

$$LC3_4 = 33\text{m}^3/\text{d} + 10\text{m}^3/\text{d}$$

$$LC3_4 = 43\text{m}^3/\text{d}$$

- Para la Clasificadora

$$LC3_4 = LC3_2 = 43\text{m}^3/\text{d}$$

8.2 Análisis y discusión de resultados

Las pruebas de caracterización se realizaron en un lapso de 5 meses, tomando una muestra por mes del agua de entrada y salida de las maquinas clasificadoras y una muestra de los destiladores de Gestiona.

La caracterización del agua de entrada a las maquinas clasificadoras se encuentra resumida en la tabla 8, observándose que los datos promedios son: Sólidos Totales 125 mg/L (120-130), Sólidos Disueltos 124.96 mg/L (120 - 130), Sólidos Suspendidos 0.04 mg/L (0.1 - 0), Color 9.94 UPC (9.81 - 10), Sabor y Olor aceptable, Cloro Residual 0.48 mg/L (0.1 - 0.7), DBO 0.028 mg/L (0.05 - 0), DQO 0.028 mg/L (0.05 - 0), Coliformes Totales 0 UFC, Coliformes Fecales 0 UFC.

La caracterización del agua de salida de los rodillos de las maquinas clasificadoras se encuentra resumido en la tabla 9, observándose que los datos promedios son: Sólidos Totales 157.4 mg/L (133-220), Sólidos Disueltos 146 mg/L (130 - 190), Color 14.8 UPC (14 - 15), Sabor y Olor aceptable, Cloro Residual 0.032 mg/L (0.05 - 0.01), DBO 12 mg/L (8 - 16), DQO 17.54 mg/L (12.7 - 21), Coliformes Totales 29.2 UFC (28 - 30), Coliformes Fecales 0 UFC. Estos valores son relativamente constantes, no sufren mayor variabilidad con excepción de los Sólidos Suspendidos: 9.4 mg/L (3 - 20); que tiene un incremento por arrastre de posibles contaminantes químicos. El valor de la Turbiedad 6.52 UNT (0.7 - 22), también tiene un incremento bastante mayor.

Con los datos de la caracterización del agua se justifica la necesidad de la utilización de los filtros y el Clorinador para remoción de Sólidos Suspendidos, Turbidez, Coliformes Totales, DQO y DBO.

Luego de las pruebas de trazabilidad se realizo una comparación del promedio del agua de entrada y salida de las maquinas clasificadoras con la norma del agua potable registrada en la tabla 21, determinándose que los resultados de los análisis se encuentran dentro de los

valores admisibles de la normativa del agua potable con excepción de la turbiedad con un valor de 6.52 UNT (Norma: 5 valor admisible) y Coliformes Totales con un promedio de 29.2 UFC (Norma: 0 UFC/100cm³).

La caracterización del agua de los destiladores se encuentra en la tabla 22, observándose que los datos son: Sólidos Totales 104 mg/L, Sólidos Disueltos 101.8 mg/L, Sólidos Suspendedos 2.2 mg/L, Color 15 UPC, Sabor y Olor aceptable, Cloro Residual 0 mg/L, Coliformes Totales 0 UFC, Coliformes Fecales 0 UFC.

En la tabla 23 se observa una comparación de los resultados de la muestra tomada de los destiladores con la norma del agua potable y agua residual, lo que indica que las pruebas se encuentran dentro de los parámetros establecidos en la normativa.

La tabla 24 ilustra el total del gasto anual del agua proveniente de las maquinas clasificadoras N°1, N°3 y los destiladores de los laboratorios de análisis industrial, de alimentos y control ambiental GESTIONA que actualmente la empresa C.I OCEANOS S.A. está consumiendo que es de \$ 70.053.737,57. De igual forma también se especifica el gasto anual que se tendrá si se reusa el agua del proceso que es \$ 45.200.199,50, lo que genera a la empresa un ahorro de \$ 24.853.538,07 pesos.

La tabla 25 muestra el total del gasto anual del agua proveniente de las maquinas clasificadoras N°1, N°2 y los destiladores de los laboratorios de análisis industrial, de alimentos y control ambiental GESTIONA que actualmente la empresa C.I OCEANOS S.A. está consumiendo y es de \$ 81.638.457,82. De igual forma también se especifica el gasto anual que se tendrá si se reusa el agua del proceso que es \$ 54.618.881,72 lo que genera a la empresa un ahorro de \$ 27.019.576,10 pesos.

La tabla 26 ilustra el total del gasto anual del agua proveniente de las maquinas clasificadoras N°1, N°2, N°3 y los destiladores de los laboratorios de análisis industrial, de alimentos y control ambiental GESTIONA que actualmente la empresa C.I OCEANOS

S.A. está consumiendo y es de \$ 111.248.010,96. De igual forma también se especifica el gasto anual que se tendrá si se reúsa el agua del proceso que es \$ 75.044.348,94 lo que genera a la empresa un ahorro de \$ 36.203.662,02 pesos.

La determinación de los costos de la ejecución del sistema de recirculación del agua para la planta de C.I OCEANOS S.A., se observa en la tabla 27, la cual es de \$19.539.412 pesos.

9. DISEÑO DEL SISTEMA DE RECIRCULACION DEL AGUA DE PROCESO DE C.I OCEANOS S.A.

El presente diseño se ha elaborado en base a las necesidades de la planta de proceso de C.I OCEANOS S.A., siendo necesario un caudal máximo de 54m³/día de agua a tratarse.

9.1 Generalidades

El diseño consiste en recolectar el agua de los rodillos de las maquinas clasificadoras N°1, N°2, N°3 y de los destiladores de los laboratorios de análisis industrial, de alimentos y control ambiental GESTIONA, a través de unas bandejas recolectoras que se encuentran por debajo de los rodillos de las maquinas.

El agua recuperada en las bandejas se dispondrá en un primer tanque que estará enterrado de 10.400 Lt, de este se bombeara a un segundo tanque cilíndrico vertical de 10.000 Lt. En el recorrido de esta impulsión se instalara un filtro microbiológico, el cual reduce la carga bacteriana, la turbiedad y sólidos totales; un filtro de carbón en bloque empleado en la absorción de químicos, compuestos orgánicos volátiles, mejorando el color, sabor y olor del agua.

De el segundo tanque succionara un equipo de presión que bombeara las aguas tratadas, pasando por el Clorinador y analizador de cloro, para posteriormente esta agua ser dirigida hacia las maquinas clasificadoras nuevamente.

9.2 Caudales

Los caudales a bombear en cada unidad son iguales y corresponden al caudal medio máximo de la planta con funcionamiento de 8 horas al día.

Volumen de agua tratada	54.000Lt/día
-------------------------	--------------

Caudal por hora	6.750 Lt/hora
Caudal por minuto	112.5 Lt/min

9.3 Tanques de reservas

Los tanques se diseñaron para un ciclo de 1 hora y un volumen adicional para amortiguar cualquier diferencia en el equilibrio. La hipótesis de distribución es que el caudal de suministros será igual al caudal recolectado en las bandejas es decir 6.750 Lt/hora.

9.3.1 Tanque N°1 (Enterrado)

Este tanque será de 2 x 4 x 1.3 metros, es decir un volumen total de 10.4 m² y un volumen efectivo de 10.000 Lt, este volumen es superior a los 6.750 Lt, lo que nos garantiza poder mantener el sistema.

Las bombas que succionan de este tanque se denominaron bomba N°1 y bomba N°2.

La bomba N°1 tendrá arranque y parada en niveles predispuestos en este tanque, mientras que la bomba N°2 su arranque como su parada se ejecutaran en el tanque superficial.

El volumen de bombeo será semejante a 30 minutos del consumo (3.375 Lt), cuadrándolo a 3.500 Lt entre el nivel de arranque y parada quedando un remanente en el tanque de 6.900 Lt para el consumo de la bomba N°2 y volumen de seguridad sumergente.

9.3.2 Tanque N°2

Este tanque comercial de construcción vertical tendrá un volumen de 10.000 Lt, por las mismas consideraciones del tanque N°1. Contendrá los suiches de nivel de arranque y parada de la bomba N°2 del tanque N°1 y tendrá el remanente necesario para la bomba N°1 y la sumergencia.

Del tanque succionara la bomba del equipo de presión denominada bomba N°3 que suministra el agua tratada de vuelta a las maquinas clasificadoras.

9.4 Bombas

9.4.1 Las bombas N°1 y N°2 succionan independientemente desde el tanque N°1 y pueden funcionar simultáneamente o una de ellas.

9.4.1.1 Bomba N°1

Caudal	$Q=56.25 \text{ Lt/min}$
Succión	$\varnothing 1 \frac{1}{4} \text{ Acero sch-40}$
Velocidad	$V=0.97 \text{ m/seg}$
Perdida unitaria	$J=3.88 \%$
Longitud real	$L_R=3.20 \text{ m}$
Longitud accesorios	$L_A=9.90 \text{ m}$
Longitud total	$L_T=13.10 \text{ m}$
Cabeza de perdida	$H_j=0.51 \text{ m}$
Cabeza de velocidad	$H_v=0.05 \text{ m}$
Cabeza estática	$H_e=0.67 \text{ m}$
Cabeza dinámica de succión	$H_{DS}=1.23 \text{ m}$
Impulsión	$\varnothing 1 \frac{1}{2} \text{ Acero sch-40}$
Caudal	$Q=112.5 \text{ m/seg}$
Velocidad	$1 \frac{1}{2} \text{ m/seg}$
Perdida unitaria	$\hat{J}=6.74 \%$

La impulsión se calculo con el caso crítico de la bomba N°1 y la bomba N°2, trabajando simultáneamente y presión necesaria para ejecutar el trabajo de pasar el flujo por el filtro microbiológico y de carbón en bloque.

La presión estimada es de 30 psI, como mínima necesaria para su funcionamiento $H_{dI}=24.10$.

9.4.1.2 Bomba N°2

Las características de esta bomba son iguales a la de la bomba N°1.

$H_T=25.35$ m.

9.4.2. Bomba N°3

Esta bomba funcionara en periodos de una semana cada una y trabajaran en conjunto con un tanque acumulador de membrana que trabajara a una presión entre 30 y 50 psI, la que se estima necesaria para suministrar de retorno a las maquinas clasificadoras.

Caudal	$Q=112$. Lt/min
Succión	ϕ 2'' Acero sch-40
Velocidad	$V=0.87$ m/seg
Perdida unitaria	$J=1.88$ %
Longitud real	$L_R=2.95$ m
Longitud accesorios	$L_A=11.20$ m
Longitud total	$L_T=14.15$ m
Cabeza de perdida	$H_J=0.27$ m
Cabeza de velocidad	$H_V=0.04$ m
Cabeza estática	$H_e= -0.15$ m

Cabeza dinámica de succión $H_{DS}=0.15$ m

Impulsión

a) $\phi 1\frac{1}{2}$ Acero sch-40

Velocidad 1.43 m/seg

Perdida unitaria $\hat{J}=6.74$ %

b) $\phi 1\frac{1}{2}$ PVC RDE 21

Velocidad 1.25 m/seg

Perdida unitaria $\hat{J}=3.62$ %

c) Cabeza dinámica de succión

$H_{ds}=22.07$

d) Cabeza dinámica total

$H_T=22.22$

9.5 Potencia de las bombas

9.5.1 Bombas N°1 y N°2

Potencia teórica 0.32 HP

Deficiencia electrónica 0.38 HP

Eficiencia de la bomba 0.54HP

Potencia a instalar $\frac{3}{4}$ HP

9.5.2 Bombas equipo de presión

Potencia teórica 0.56 HP

Deficiencia electrónica	0.67 HP
Eficiencia de la bomba	1.48 HP
Potencia a instalar	2 HP

10. CONCLUSIONES

Se realizó el diseño del sistema de recirculación, efectuando la red de distribución hidráulica del agua obtenida, con el fin de utilizarla en el mismo proceso dentro de la planta.

El proceso de tratamiento de agua incluye la eliminación física de los sólidos suspendidos, reducción de DBO, DQO y de agentes patógenos; obteniendo así los parámetros óptimos del agua para su recirculación en el proceso.

La implementación del sistema de recirculación de agua permite ahorrar aproximadamente un 34% de los costos administrativos en la empresa.

El costo del sistema de recirculación es de \$19.539.412. La inversión para la puesta en marcha del sistema puede ser recuperada en un lapso de 9 meses, por lo que no generara gastos administrativos adicionales a la empresa.

Recircular el agua del proceso de la planta de C.I OCEANOS S.A además de traerle beneficios económicos a la empresa, permite obtener una calidad óptima del agua de proceso y tener control sobre esta, además con la ventaja de no contribuir a la contaminación del medio.

11. RECOMENDACIONES

La empresa C.I OCEANOS S.A una vez implementado el sistema de recirculación debe realizar análisis microbiológicos periódicamente para observar que las características del agua estén acorde con lo establecido en la norma y además monitorear la eficiencia de los filtros.

Es necesario, hacerle limpieza y desinfección a los filtros y tanque de almacenamiento cada vez q sea necesario; asimismo estandarizar el mantenimiento.

Este estudio permitirá a otras empresas considerar la construcción y operación de un sistema de recirculación que reduzcan los costos administrativos de la empresa.

REFERENCIAS

- Afonso, M.D y Borquez, R. (2001). *Revisión del tratamiento de aguas residuales y procesamiento de mariscos en la recuperación de las proteínas en el mismo por procesos de separación por membranas y las perspectivas de la ultrafiltración de aguas residuales de los peces en la industria de la comida.* Obtenido de www.elsevier.com/locate/desal.
- Angarita, O.A y Ortega, H (2002). *Evaluación de un filtro de carbón vegetal en el tratamiento de aguas residuales industriales.* (Tesis). Universidad de Cartagena.
- Behling, E., Rincón, N., Díaz, A., Marín, J., Colina, G y Fernández, N.(2008). *Tratamiento biológico de aguas residuales industriales: Efluente camarero en reactores RBC.* Obtenido de www.revistas.luz.edu.ve/index.php.
- Fano S.A (2008). *Aprovechamiento de agua del sistema de extracción de nitrógeno, oxígeno y argón de la planta de gases de agá.* Obtenido de <http://www.docstoc.com/documents/education/most-recent>.
- Grupo Manuelita. C.I. Océanos S.A. *Camarones Colombia.* Obtenido en <http://www.simanuelita.com/>.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). *Gestión Ambiental. Calidad de Agua. Muestreo. Muestreo de aguas residuales.* Bogotá, D.C. Obtenido de www.lalibriadelau.com.

- Jaramillo, A., Armijos, F.L., Moreno, H., Viejo, L. y Matamoros, D.(1995). *Diseño conceptual de una planta de tratamiento de aguas residuales para langostera*. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle>.
- Metcalf y Eddy (1995). *Ingeniería de aguas residuales*. Madrid: MC GRAW HILL.
- Metcalf y Eddy., Tchbanoglous, G., Trillo, I y Trillo J. (1996). *Ingeniería de aguas residuales. Redes de alcantarillado y bombeo*. Madrid: MC GRAW HILL.
- Ministerio de la Presidencia.*REAL DECRETO 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas*. Obtenido de www.judicatura.com/Legislacion.
- Mujeriego, R (2005). *La reutilización, la regulación y desalación en la gestión integrada del agua*. Obtenido en www.ciccp.es/revistaIT/textos.
- República de Colombia Ministerio de Desarrollo Económico. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico. *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS – 2000*. Bogotá D.C. 2005. Obtenido en www.cempre.org.co/Documentos/RAS.
- Romero, J (1999). *Tratamiento de aguas residuales. Teoría y principios de diseño*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Salasar, A (1986). *Caracterización y pretratamiento de aguas residuales industriales*. En prensa.

ANEXO 1:

Manual de Calidad; Procedimiento del proceso productivo de la planta; Consumo de agua en planta; Manuales de la Maquinas Clasificadoras; Plano Hidráulico de la Planta de Proceso de C.I Océanos S.A

ANEXO 2:

Fotos Planta de Proceso C.I. OCEANOS S.A

ANEXO 3:

Pruebas de los laboratorios de análisis industrial, de alimentos y control ambiental
GESTIONA y laboratorio de la facultad de química y farmacia de la Universidad de
Cartagena.

ANEXO 4:

Cartillas de los filtros, tanque de almacenamiento y cotizaciones

ANEXO 5:

Plano Hidráulico de la Planta de Procesos de C.I Océanos S.A con el diseño del sistema de recirculación del agua.