

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales para reducir el impacto ambiental de la planta láctea La Conga EIRL**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR**

**Diana Jackeline Gavidia Vasquez**

**ASESOR**

**Danny Adolfo Bustamante Sigueñas**

**<https://orcid.org/0000-0001-9166-8169>**

**Chiclayo, 2023**

**Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales para  
reducir el impacto ambiental de la planta láctea La Conga EIRL**

PRESENTADA POR:

**Diana Jackeline Gavidia Vasquez**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO INDUSTRIAL**

APROBADA POR:

Sonia Mirtha Salazar Zegarra

PRESIDENTE

Annie Mariella Vidarte Llaja

SECRETARIO

Danny Adolfo Bustamante Sigueñas

VOCAL

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a Dios por permitirme llegar hasta esta etapa de mi vida. A mi familia por todo el apoyo moral y económico que me han brindado. También, a mis compañeros, amigos y profesores que han estado en mi etapa de formación profesional.

## **Agradecimientos**

Agradezco a mis padres por su apoyo incondicional. A mis primos Dolfer y Margarita por los momentos compartidos, su consejo y su guía. A mi Asesor Danny Adolfo Bustamante Sigueñas por su guía y comprensión para realizar este trabajo. También, agradezco a mis amigas Leticia Quispe, Ceshia Flores y Karol Astolingón por su amistad sincera y su apoyo incondicional, y por todos los momentos compartidos en toda esta universitaria.

## Gavidia Vásquez V5

### INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

|   |  |     |
|---|--|-----|
| 1 | <a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a><br>Fuente de Internet                 | 11% |
| 2 | <a href="http://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a><br>Fuente de Internet           | 3%  |
| 3 | <a href="http://dspace.esPOCH.edu.ec">dspace.esPOCH.edu.ec</a><br>Fuente de Internet     | 1%  |
| 4 | <a href="http://www.grafiati.com">www.grafiati.com</a><br>Fuente de Internet             | 1%  |
| 5 | <a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a><br>Fuente de Internet                     | 1%  |
| 6 | <a href="http://repositorio.uss.edu.pe">repositorio.uss.edu.pe</a><br>Fuente de Internet | 1%  |
| 7 | Submitted to Universidad Cesar Vallejo<br>Trabajo del estudiante                         | 1%  |
| 8 | <a href="http://vdocumento.com">vdocumento.com</a><br>Fuente de Internet                 | 1%  |
| 9 | <a href="http://idoc.pub">idoc.pub</a><br>Fuente de Internet                             | <1% |

## Índice

|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| <b>Resumen.....</b>                 | <b>6</b>  |
| <b>Abstract.....</b>                | <b>7</b>  |
| <b>Introducción. ....</b>           | <b>8</b>  |
| <b>Revisión de literatura.....</b>  | <b>9</b>  |
| <b>Materiales y métodos. ....</b>   | <b>11</b> |
| <b>Resultados y discusión .....</b> | <b>12</b> |
| <b>Discusión. ....</b>              | <b>25</b> |
| <b>Conclusiones. ....</b>           | <b>26</b> |
| <b>Recomendaciones. ....</b>        | <b>26</b> |
| <b>Anexos .....</b>                 | <b>29</b> |

## Resumen

La empresa Lácteos la Conga EIRL se dedica a la elaboración de queso suizo, esta procesa un promedio de 94 425 litros de leche mensual. Además, descarga un total 544,7 m<sup>3</sup> agua residual sin tratar por mes en un terreno; ocasionando impactos negativos al medio físico como el suelo, agua, y viviendas y servicios. Por ello, se planteó como objetivo principal diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales para reducir el impacto ambiental generado por dicha empresa. La metodología utilizada para determinar el impacto ambiental fue la matriz de Leopold, en la cual se obtuvo que el proceso de fabricación de queso suizo sin la aplicación de un tratamiento, genera un impacto negativo severo en la calidad suelo, agua, calidad de aire y servicios y viviendas. Posteriormente, se elaboró una matriz de enfrentamiento para la selección del tratamiento apropiado, el cual estuvo conformado por desbaste, homogenización, reactor UASB y biofiltración. Mediante la aplicación de este sistema de tratamiento se obtendrá 16,1 m<sup>3</sup>/día que cumplen con los LMP, esta agua será reutilizada en la limpieza de la planta y finalmente será utilizada en riego de plantas de tallo corto. Mediante Guerchet se calculó que el área requerida es de 210,52 m<sup>2</sup>. Finalmente, el proyecto es viable económicamente porque el TIR es 31%, un VAN de S/. 43 883 y un C/B de por cada S/. 1,8; es decir que por cada S/.1 invertido se gana S/. 0,8. Además, es viable ambientalmente ya que en la nueva matriz de Leopold los factores ambientales como el agua y el suelo se redujeron los impactos negativos severos a moderados.

**Palabras claves:** sistema de tratamiento, impacto ambiental, biofiltración, reactor UASB, industria láctea.

## Abstract

The company Lácteos la Conga EIRL is dedicated to the production of Swiss cheese, it processes an average of 94 425 liters of milk per month. In addition, it discharges a total of 544,7 m<sup>3</sup> raw wastewater per month. Therefore, the main objective was to design a wastewater treatment system to reduce the environmental impact generated by said company. The methodology used to determine the environmental impact was an important matrix, in which it was obtained that the Swiss cheese manufacturing process without the application of a treatment, generates a severe negative impact on the quality of water and soil. Subsequently, a confrontation matrix was elaborated for the selection of the appropriate treatment, which consisted of roughing, homogenization, UASB reactor and biofiltration. Through the application of this treatment system, 16.1 m<sup>3</sup> / day will be obtained that comply with the LMP, this water will be reused in the cleaning of the plant and finally it will be used in the irrigation of short-stemmed plants. Using Guerchet, the required area was calculated to be 210.52 m<sup>2</sup>. Finally, the project is economically viable because the TIR S/ 43 883 is 31%, a NPV of and a C / B of for each S /. 1.80, that is, for every S / .1 invested, S /. 0.80. In addition, it is environmentally viable since in the new important matrix, environmental factors such as water and soil reduced severe to moderate negative impacts.

**Keywords:** treatment system, environmental impact, biofiltration, UASB reactor, dairy industry.

## Introducción.

El uso de agua ha ido creciendo en un aproximadamente del 1% anual desde 1980, esto se debe al aumento de la población y desarrollo socioeconómico [1]. Según las Naciones Unidas la agricultura; la ganadería y la acuicultura consumen el 69% del agua extraída anualmente, el sector industria (incluyendo el energético) representa el 19% y solo un 12% consumen los hogares. Además, indica que más del 80% de las aguas residuales generadas por las actividades humanas no reciben ningún tratamiento y son vertidas en los ríos o en el mar [2]. Dentro de estas actividades se encuentra industria láctea y según investigaciones indican que esta genera hasta 10 L de agua residual por cada litro de leche procesada [3].

Según el INEI en el año 2016, a nivel nacional se descargaron 308 208 000 m<sup>3</sup> de aguas residuales sin tratamiento al alcantarillado. En ese mismo año hubo un vertimiento de aguas residuales industriales autorizadas es de 377 424 000 m<sup>3</sup> [4]. En el departamento de Cajamarca hubo un vertimiento 4 971 058 m<sup>3</sup> de aguas residuales domésticas sin tratamiento. Por otro lado, se vertió 87 388 000 m<sup>3</sup> de aguas residuales industriales autorizadas, de las cuales solo 154 038 m<sup>3</sup> pertenecen al sector alimentario [5].

El vertimiento de aguas residuales sin tratamiento impacta negativamente en el medio ambiente porque deteriora el paisaje (flora y fauna), disminuye la calidad de aguas y suelos. Además, desprenden gases que generan malos olores, los cuales ocasionan problemas en la salud como: dolor de cabeza, malestar, mareos, diarreas, alergias [6].

La Planta Láctea la Conga EIRL ubicada en el departamento de Cajamarca, Chota, Lajas se dedicada a la producción de queso suizo. Esta procesa un promedio de 94 425 litros de leche por mes y utiliza un promedio de 5,8 litros de agua por cada litro de leche, esta es utilizada en las etapas de calentamiento de cuajado, salado; y en la limpieza y desinfección, con un total de 485 345 litros agua por mes. Por otro lado, el 80% del suero es utilizado para alimento de cerdos; pero un aproximado del 20% de este se desperdicia (13 219 L/mes) y se mezcla junto con el agua residual del proceso, generando una cantidad total de 544 793 L de efluentes por mes. Esta agua residual contiene componentes químicos como: cuajo, cloruro de calcio, cultivo y detergentes; y es vertida a un terreno(suelo) sin ningún tipo de tratamiento. Por ello se planteó la siguiente pregunta ¿En cuánto reducirá el impacto ambiental generado por la Planta Láctea la Conga EIRL con el diseño de un sistema de tratamientos de aguas residuales?

Ante este problema esta investigación se plantea como objetivo general diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales para reducir el impacto ambiental generado por la Planta Láctea la Conga EIR. Para lograr este objetivo se plantearon los siguientes objetivos específicos: determinar el impacto ambiental y las características físico- químicas de las aguas residuales generadas por la empresa; evaluar el mejor sistema de tratamiento de aguas residuales; elaborar el diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales y finalmente evaluar la viabilidad económica y ambiental del diseño.

El tratamiento de efluente lácteo permitirá que la Planta Láctea la Conga EIRL cumpla con la normativa de la Ley N° 28611, debido a que permite reutilizar el agua residual y cumplir con el ECA. Además, se disminuirá el DBO, DQO, SST y pH del efluente, y de esta forma reducir el impacto generado por el vertimiento de agua residual a los terrenos. Esta investigación contribuirá a disminuir el impacto ambiental generado por el agua residual de la fabricación de queso la planta láctea mediante el diseño de un sistema de tratamiento. Además, el agua que se obtendrá podrá ser utilizada para cultivo como papa y pasto.

## Revisión de literatura.

El queso suizo, es un tipo de queso con costra y para su obtención se deja madurar de uno a quince días. Este es de origen extranjero y fue introducido en la zona de Cajamarca en 1975. Su producción comienza con la recepción de leche, colado, pausterizado, enfriamiento, cuajado, corte, reposo, primer batido, primer desuerado, adición de agua y sal, segundo batido, reposo, segundo desuerado, moldeado, prensado y finalmente la maduración [7]. Y los insumos utilizados para la obtención de este son: cloruro de calcio, cuajo, cultivo. Así mismo, la fabricación de dicho producto lácteo genera impactos ambientales negativos y positivos. Se define como impacto ambiental cuando una acción o actividad de un programa, proyecto de ingeniería, un plan, una ley o una disposición administrativa ambiental; genera una alteración positiva o negativa en alguno de los componentes del medio. Estos se clasifican de acuerdo a los siguientes criterios: variación, intensidad, extensión, recuperación y causa-efecto [8].

Por consiguiente, el agua residual es un aspecto que genera un impacto negativo que ocasiona la industria láctea, por ello se debe caracterizar dicho efluente teniendo en cuenta los parámetros físico - químicos los cuales son: Demanda Biológica de oxígeno (DBO), mide la cantidad de bacterias aerobias que se requieren para descomponer el material orgánico; La Demanda Química de Oxígeno (DQO), indica que cantidad de un agente químico oxida al material orgánico; el potencial de Hidrogeniones (pH) dentro del agua y los sólidos sedimentables totales (SST) [9].

Por ello, se minimizará dicho impacto negativo; aplicando un sistema de tratamiento de agua residuales. El cual, estará conformado por pretratamientos, tratamientos primarios, secundarios y terciarios. Los pretratamientos, sirven para retener sólidos de mayor tamaño entre estos están sedimentadores, trituradores, trampa de grasas, desarenadores, tamizadores, desbastes. Los tratamientos primarios, se utiliza para separar sólidos sedimentables mediante procesos químicos y físicos, son: coagulación, tanque Imhoff, reacción UASB y digestión primaria de lodos. Los tratamientos secundarios (lagunas) y finalmente los tratamientos terciarios o avanzados (electrocoagulación, adsorción, oxidación avanzada, filtros biológicos) [10]. El desbaste, busca eliminar objetos gruesos y finos que por su tamaño pueda interferir en los tratamientos posteriores [11]. El Reactor UASB o RAFA tiene un proceso de depuración anaeróbica, la cual elimina lodos y gases contaminantes [12]. Los filtros biológicos o biofiltros, es un tipo de tratamiento secundario que busca degradar biológicamente efluentes utilizando microorganismos en un sustrato [12].

Por medio de la aplicación dicho tratamiento se estaría cumpliendo con la Ley General del ambiente, N° 28611, se encuentra el artículo 120, el cual indica que la protección de la calidad del agua, a través de la Autoridad nacional del agua (ANA), por ello promueve el tratamiento de las aguas residuales con fines de su reutilización. En el artículo 121: Este da a conocer que el Estado emite una autorización de vertimiento de agua residuales (industriales, domesticas, etc.) en base a la capacidad de carga de los cuerpos receptores, [13].

Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338. Esta tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en gestión, así como en los bienes asociados a esta [14].

A continuación, se presentan algunas investigaciones que contienen la misma problemática que la presente investigación.

Tirado. *et al* [9] en su investigación identificaron que los efluentes de la industria láctea generan contaminación en el punto donde son descargados y en los alrededores. Por ello, tuvo como objetivo consultar, analizar y concluir sobre los principales tratamientos de las aguas residuales de la industria láctea. Su metodología fue no experimental, ya que solamente se realizó revisiones bibliográficas sobre los tratamientos de las aguas residuales como: los métodos biológicos y fisicoquímicos, microalgas, coagulantes y microorganismos benéficos. Obteniendo como resultados obtuvo que el sistema más apropiados para el tratamiento de aguas residuales agroindustriales (como los sueros de queserías) son los reactores UASB. Ya que permite obtener eficiencias de remoción de DBO/DQO, superiores al 90 % con velocidades de carga orgánica de alrededor de 10 a 20 g DQO/L/d. Además de ofrecer ventajas como: poco espacio, baja producción de lodos, bajo costos de operación y energía.

Pacurucu. A [15] es su investigación estudió la contaminación ambiental generada industria Láctea “Productos San Salvador”- Ecuador. Su objetivo principal fue elaborar Plan de Manejo Ambiental para la Industria. La metodología aplicada fue de tipo descriptiva. Para ello realizó un diagnóstico inicial de la Industria Láctea; luego elaboró la evaluación de impacto ambiental, para utilizo la matriz de Leopold; posteriormente el plan de manejo ambiental. Los resultados obtenidos del análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras de aguas residuales fueron de 1200, 12000 y 9060 mg/L de sólidos sedimentables, DQO y DBO5 respectivamente. Además, se obtuvo que los factores ambientales, el agua es el más afectado debido a impactos negativo con un puntaje de (-79) y la reducción del recurso hídrico (-39), obteniendo una calificación de impactos negativos moderados. Por otro lado, también se encuentra los impactos positivos sobre el factor socio- económico con un puntaje de 24 a 42, ya que generan empleo y apoyo a proveedores de leche, por ello son calificados como severos positivos.

Prócel, Posligua y Banchón [3] en su investigación identificaron que en la planta láctea San Miguel de Nono (Ecuador) uno de los mayores aspectos que genera impactos negativos es la generación de efluentes, los cuales contienen una carga contaminante de 10 000 mg/L en términos de demanda química de oxígeno y turbidez de 799 NTU. Por ello su objetivo fue la implementación de la biofiltración de efluentes en dicha planta lechera. Su metodología fue experimental, para ello primero se midió la turbidez del agua, el pH y el DQO, utilizando una nefelometría, un potenciómetro y una espectrofotometría respectivamente. Luego desde el tanque de almacenamiento (T1) mediante una bomba centrífuga pasaron los 55 litros de agua residual por tres biofiltros en serie y clarificación asistida con zeolita activada. Obtuvieron como resultado que la degradación orgánica alcanzó porcentajes de 98,9%; la remoción de turbidez fue de 95,2%, de nitrógeno 94,4% y de fósforo 89,1%. Además, la eficiencia de la infiltración no se disminuyó con la grasa de leche y el tiempo más adecuado para realizar este proceso es de 6 horas en condiciones aerobias.

Akansha. *et al* [16] en su investigación, Treatment of dairy industry wastewater by combined aerated electrocoagulation and phytoremediation process; indican que las industrias lácteas se han convertido en una de las industrias de más rápido desarrollo, tanto en pequeñas como a gran escala, el volumen de efluente generado es muy elevado. Por ello el presente estudio se realizó la electrocoagulación aireada combinada con el tratamiento de fitorremediación en las aguas residuales de la industria láctea. En la electrocoagulación se utilizó, electrodos de aluminio y hierro y efecto de varios parámetros operativos como combinación de electrodos, pH y voltaje. El resultado fue eficaz a pH neutro y su eficacia aumentó con el aumento del voltaje aplicado. Se obtuvo una remoción de DQO del 86,4% en el caso de la combinación de electrodos AlFe con aireación a 120 minutos de tiempo de reacción, pH inicial 7, voltaje 5 V. Se produjo un crecimiento significativo de *Canna indica* observado en aguas residuales tratadas por electrocoagulación en comparación con aguas residuales de productos lácteos crudos.

La eliminación de DQO del 97% se logró cuando se utilizó un proceso combinado de electrocoagulación y fitorremediación. Por lo tanto, demuestra ser un método eficaz para el tratamiento de aguas residuales de la industria láctea.

Morales. E [17] en su investigación identificó como problema que la Universidad Nacional Agraria La Molina, cuenta con Planta Lechera Piloto, donde se produce yogurt y el queso. Dicha planta genera efluentes cargados de materia orgánica, los cuales son una fuente de contaminación debido a que son vertidos al alcantarillado público sin tratamiento previo. Por ello tuvo como objetivo fue evaluar la tratabilidad del efluente genera. El tipo de investigación es experimental y su metodología, fue Caracterizar el efluente de la planta para poder elegir un tipo de tratamiento anaerobio, luego diseño y construyó un reactor UASB a escala piloto. Posteriormente se seleccionó el tipo de lodo inoculador, después se realizó la puesta en marcha del reactor UASB y finalmente realizo un control y monitoreo de los parámetros en la etapa de arranque y de operación del reactor. Obteniendo como resultados que el Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente, fue eficiente debido a que alcanzo los valores promedios superiores al 70% en términos de DQO.

### **Materiales y métodos.**

Para realizar la presente investigación primero se determinó el impacto ambiental generado por la Planta Láctea la Conga EIRL. Para ello, se describió el proceso de fabricación de queso; lo cual dio un alcance de los insumos que se utiliza; además de residuos y efluentes generados por cada etapa (anexo 2). Posteriormente se utilizaron hojas de campo para recolectar información (anexo 1). La metodología utilizada para valorizar el impacto ambiental generado fue la Matriz de Leopold, la cual se encuentra detallada en el anexo 2 y 3. Posteriormente se realizó la caracterización físico - químico del agua, para lo cual se tomó las muestras del agua residual de la planta láctea utilizando el material y las instrucciones del laboratorio "SANTA FE" referido al muestreo, conservación y envío de muestras al laboratorio. Se utilizó un muestreo simple del agua residual, porque se tomó en un punto fijo o determinado (anexo 3). Las muestras fueron recolectadas en dos botellas de polietileno y una de vidrio esterilizadas, de 1 L cada una. Además, estas fueron ubicadas dentro de un cooler junto a los refrigerantes para mantener la muestra. Y finalmente, se realizó un análisis respectivo en el laboratorio SANTA FE EIRL.

Luego, se seleccionó el mejor sistema de tratamiento de aguas residuales de la producción de queso suizo, para ello se revisó los antecedentes y otras bibliografías. En base a esta información se realizó una Matriz de factores ponderados tomando en cuenta la eficiencia de remoción de DBO, DQO, SST, SV, SF; tiempo de retención del agua residual, disponibilidad de tecnología, generación de desechos, costo de operación y energía (anexos 7).

Posteriormente se realizó el diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales, tomando en consideración los resultados del análisis físico-químico y la evaluación de tratamiento. Para ello, se tomó en cuenta la información brindada por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento y norma técnica de edificación: OS.090 Plantas de tratamiento de aguas residuales. También, se utilizó el AutoCAD (versión 2019) para dibujar y modelar la infraestructura del sistema de tratamientos (planos).

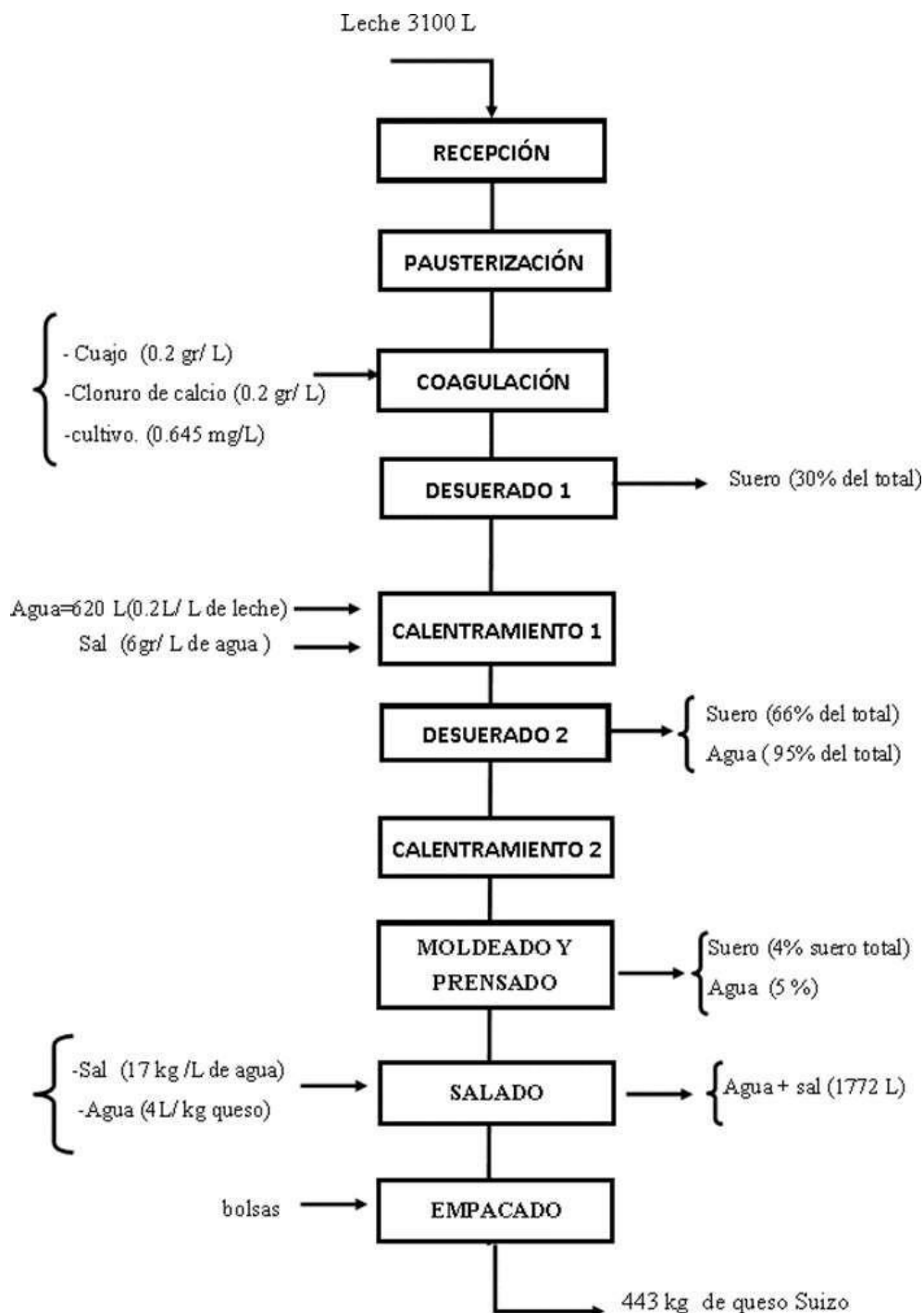
Finalmente se realizó una evaluación económica y ambiental, como ingresos se tuvo en cuenta, ganancia de la siembra de cultivos donde actualmente se vierte los efluentes y las multas según las leyes ambientales. Como egresos se tomó los costos de construcción del sistema de tratamiento. Una vez obtenido lo ingresos y egresos se analizará los indicadores de VAN, TIR, y el Beneficio Costo del sistema. Con respecto a lo ambiental se comparó los resultados del DBO,

DQO, SST y turbidez. Teniendo en cuenta la propuesta, se realizó un análisis de reducción de los impactos ambientales negativo mediante la matriz de Leopoldo.

### **Resultados y discusión**

La Planta láctea la Conga EIRL con RUC 20492380459, se encuentra ubicada en el CP. Cadmalca Alto, distrito de Lajas, provincia de Chota y departamento de Cajamarca. Inicio sus actividades en el año 2008, esta se dedica a la producción y comercialización de queso suizo. Cuenta con un punto de venta en la Calle 29 de septiembre MZ. A lote 9 Ate-Lima. La empresa cuenta con 6 pailas, 5 operarios, 2 choferes, 2 vendedores y 1 administrador; esta trabaja 8 horas diarias de lunes a domingo. En la figura 4 se encuentra el plano de la empresa, la cual cuenta con un área total de 4 284 m<sup>2</sup>; la planta ocupa 1 984 m<sup>2</sup> y el resto es área verde.

Como se observa en la figura 3, esta procesa un promedio de 3 100 L de leche por lote y 94 425 L por mes. Para la obtención del queso suizo utilizan un promedio de 5,1 L de agua por cada litro de leche procesada, esta ingresa a las etapas de calentamiento de cuajado, salado. Pero más del 50% del agua consumida va para la limpieza y desinfección de la planta (camión que transporta leche y de las herramientas). Además, se emplea de 6 litro de lejía, 4 litros de ayudín líquido; 1,5 kg de detergente. En base a lo mencionado se calcula que se el volumen requerido de agua, es de 15 200 L por día y 485 435 L agua por mes. Por otro lado, el 80% del suero es utilizado para alimento de cerdos; pero un aproximado del 20% de este se desperdicia (12 768 L/mes) y se mezcla junto con el agua residual del proceso, generando una cantidad total de 544 793 L de efluentes por mes. Esta agua residual contiene componentes químicos como: cuajo, cloruro de calcio, cultivo y detergentes; y es vertida a un terreno sin ningún tipo de tratamiento (anexo 6).



**Figura 1. Diagrama de proceso de fabricación del queso**

Fuente: Planta Láctea la Conga EIRL

En la tabla 1, se observa los valores obtenidos mediante el análisis del agua residual de la Planta Láctea, realizado por el laboratorio Santa Fé. Estos se compararán con los valores máximos admisibles de descargas al sistema de alcantarillado dados por el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento- SEDAPAL [18]. Como se puede evidenciar, el agua no cumple con dicha normativa, por lo cual podría ser sancionada con una multa que se encuentra entre 2UIT y 5UIT dependiendo de la evaluación que tenga SUNASS. Además, también se comparó estándares para riego de vegetales de tallo alto, tallo corto dados por SEDAPAL [18], ya que el objetivo es reutilizar el agua para riego de cultivos y se observa que no se cumple con dichos parámetros por lo que se debe realizar un tratamiento antes de ser reutilizada como tal.

**Tabla 1: Comparación de los resultados obtenidos del laboratorio Santa Fe con VMA y parámetros para riego de vegetales**

| Parámetro        | Unidad | Resultado agua residual de Planta Láctea La Conga | Estándares para riego de vegetales de tallo alto, tallo corto | VMA para el sistema de alcantarillado |
|------------------|--------|---|---|---------------------------------------|
| DBO              | mg/l   | 887,5   | 15  | 500,0                                 |
| DQO              | mg/l   | 1165,0  | 40  | 1000,0                                |
| SST              | mg/l   | 101,0   |   | 500,0                                 |
| SS               | mg/l   | 23,0  |   | 8,5                                   |
| Aceites y grasas | mg/l   | 50,1  | 1   | 100,0                                 |
| Cloruros         | mg/l   | 157,0   | 100 -700  |                                       |
| Ph               |        | 4,4   | 6,5-8,4   | 6 - 9                                 |

Fuente: Laboratorio Santa Fé, SEDAPAL [18], MINAM [19]

Se realizó una evaluación mediante con la matriz de Leopold, donde se obtiene los impactos ambientales negativos y positivos. Para ello, se toma en cuenta la magnitud e importancia. hoja de campo (anexo 1), los datos del proceso (anexo 2), el medio afectado y tipos de impactos y el cuadro de componentes ambientales.

| COMPONENTES AMBIENTALES |            |                      | ACTIVIDADES         |                                  |                    |                |                         |  |                                     |                    |                                 |                         |   |   |      | PROMEDIOS POSITIVOS | PROMEDIOS NEGATIVOS | IMPACTO POR SUBCOMPONENTES | IMPACTO POR COMPONENTE | IMPACTO TOTAL DEL PROYECTO |      |     |      |      |      |  |      |
|-------------------------|------------|----------------------|---------------------|----------------------------------|--------------------|----------------|-------------------------|--|-------------------------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------------|---|---|------|---------------------|---------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|------|-----|------|------|------|--|------|
|                         |            |                      | TRANSPORTE DE LECHE | LLENADO DE AGUA EN TANQUE Y POZO | RECEPCIÓN DE LECHE | PAUSTERIZACIÓN | COAGULACIÓN DE LA LECHE | AGREGAR AGUA PARA EL CALENTAMIENTO DEL CUAJADO | DESCARGA DEL SUERO Y AGUA DEL QUESO | MOLDEADO DEL QUESO | REMOJO DEL QUESO EN LA SALMUERA | DESCARGA DE LA SALMUERA | LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE PAILAS Y PISOS |   |      |                     |                     |                            |                        |                            |      |     |      |      |      |  |      |
| MEDIO                   | COMPONENTE | FACTOR               |                     |                                  |                    |                |                         |  |                                     |                    |                                 |                         |   |   |      |                     |                     |                            |                        |                            |      |     |      |      |      |  |      |
| FÍSICO                  | AIRE       | Calidad de aire      | -2                  | 4                                |                    |                | -1                      | 1  | -1                                  | 1                  | -1                              | 1                       | -4  | 6 |      |                     |                     |                            |                        | 5                          | -35  | -88 |      |      |      |  |      |
|                         |            | presencia de obras   | -2                  | 4                                |                    |                |                         |  |                                     |                    |                                 |                         | -5  | 6 |      |                     |                     |                            | 3                      | -53                        |      |     |      |      |      |  |      |
|                         | AGUA       | Calidad de agua      |                     |                                  |                    |                | -1                      | 1  |                                     |                    | -4                              | 6                       | -6  | 6 | -3   | 4                   | -4                  | 5                          | -8                     | 6                          | -8   | 6   | 6    | -189 | -189 |  |      |
|                         | SUELO      | Calidad de suelo     |                     |                                  |                    |                |                         |  | -5                                  | 6                  |                                 |                         | -8  | 6 | -3   | 4                   | -6                  | 5                          | -6                     | 6                          | -4   | 6   | 6    | -180 | -180 |  |      |
| BIOLÓGICO               | VEGETACIÓN | Flora y vegetación   |                     |                                  |                    |                |                         |  |                                     |                    |                                 |                         | -5  | 6 |      |                     | -5                  | 6                          | -6                     | 6                          |      |     | 3    | -96  | -96  |  |      |
| SOCIO ECONÓMICO         | SOCIAL     | Vivienda y servicios |                     |                                  | -8                 | 5              |                         |  |                                     |                    |                                 |                         |   |   | -6   | 5                   |                     |                            | -6                     | 6                          |      |     | 2    | -106 | -100 |  |      |
|                         |            | Económico            |                     |                                  |                    |                |                         |  | 3                                   | 4                  |                                 |                         |   |   |      |                     |                     |                            |                        |                            |      |     | 2    | 18   |      |  |      |
|                         |            | Salud                |                     |                                  | -2                 | 3              |                         |  |                                     |                    |                                 |                         | -2  | 3 |      |                     |                     |                            |                        |                            |      |     | 2    | -12  |      |  |      |
| PROMEDIOS POSITIVOS     |            |                      | 1                   |                                  |                    |                | 1                       |  | 1                                   |                    |                                 |                         |   |   |      |                     |                     |                            |                        |                            |      |     |      |      |      |  |      |
| PROMEDIOS NEGATIVOS     |            |                      | 4                   |                                  | 1                  |                | 2                       |  | 1                                   |                    | 3                               |                         | 2   |   | 5    |                     | 2                   |                            | 4                      |                            | 5    |     |      |      |      |  |      |
| PROMEDIOS ARIMÉTICOS    |            |                      | -16                 |                                  | -40                |                | -1                      |  | -1                                  |                    | -43                             |                         | -1  |   | -174 |                     | -24                 |                            | -80                    |                            | -114 |     | -159 |      |      |  | -653 |

**Figura 2. Matriz de Leopold del proceso fabricación de queso.**

Fuente: Planta Láctea la Conga EIRL.

la figura 2, se observa que la actividad de desuerado ocasiona un impacto negativo severo a la calidad del agua (-189), el suelo (-180) y servicios y viviendas (-106). Las actividades como descarga de salmuera, limpieza y desinfección generan impactos negativos severos en la calidad desuelo, ya que el agua utilizada para estas actividades del proceso se emite

directamente al suelo (observar anexo 14). También, dañan la calidad de agua ya que el efluente contaminado se filtra en pozos y acequias. Además, en la etapa de llenado de agua de pozos y tanques genera un impacto negativo severo a lo que es vivienda y servicios, debido al elevado consumo de agua ( $15 \text{ m}^3/\text{d}$ ), afectando a los hogares del sector la conga con el servicio de agua (anexo 15). También genera impactos positivos en el aspecto socioeconómicos, debido a la generación de empleo.

A continuación, se describen los impactos ambientales identificados por la industria láctea:

Afectación a la calidad de agua. El agua residual que es vertida sin tratamiento se está filtrando en algunos pozos que se utilizan para la ganadería.

Afectación a la calidad de suelo. El agua residual es descargada a un terreno, el cual esta infértil debido al exceso de componente químicos utilizados para el cuajado de leche, detergentes y sal.

Afectación a la vivienda y servicios. La industria láctea en la sierra causa escasez de agua viviendas debido a que se utiliza el agua de la población, ya que no se obtener agua subterránea.

Afectación a los cultivos. El agua residual descargada al terreno afecta a los cultivos, pastos y otro tipo de vegetación, debido al exceso de químicos las plantas se queman.

Afectación a la calidad de aire, Debido a que agua contienen suero, partículas de queso, estos con el paso de los días emiten malos olores que dañan la calidad del aire.

Generación de empleo. Este es un impacto positivo, ya que genera empleo a los operarios en planta, a los choferes que transportan materia prima, y a los proveedores que se dedican a la ganadería.

Para la elección del mejor sistema de tratamiento se tomó en cuenta los criterios de evaluación que se encuentran en el anexo 10, los cuales son: el tiempo de retención (el periodo de tiempo que demora el tratamiento); tecnología (disponibilidad y costos de tecnología); eficiencia (La cantidad de DBO, DQO y SST que remueve el sistema), Generación de desechos (Cantidad y olor de lodos que genera el sistema) y costos de operación (energía e insumos).

Los pre tratamientos a evaluar son: desbaste, tamizado, desaceitado y desengrasado, la información sobre estos se encuentra en el anexo 7. Y en las tablas 2 y 3 se encuentra los tratamientos primarios y terciarios respectivamente. Esta información se evaluó a través de las matrices de enfrentamiento que se encuentra anexo 9, a través de ello se obtuvo que el mejor sistema de tratamiento estará conformado por: Desbaste (2,15); homogenización; reacción UASB (2,62) y biofiltración (2,67).

**Tabla 2: Pre –tratamientos para la industria láctea.**

|                            | <b>DESBASTE</b>  | <b>TAMIZADO</b>  | <b>DESACEITADO Y DESENGRASADOR</b>   |
|----------------------------|--|--|--|
| <b>OBJETIVO</b>            | Busca eliminar objetos grueso y finos pasar el agua residual a través de una reja [11].  | Eliminación de materia que por su tamaño pueda interferir en los tratamientos posteriores [11].                                | Busca eliminar grasas, aceites, espumas y demás materiales flotantes. Cuando se busca separar líquido otro líquido se llama desaceitado, y el desengrase consiste en separar sólido-líquido [11].  |
| <b>TECNOLOGIA y DISEÑO</b> | Se utilizarán barras de sección rectangular de 5 a 15 mm. El espaciamiento entre barras estará entre 20 y 50 mm. El ángulo de inclinación será entre 45 y 60 grados con respecto a la horizontal [20]. | Macro tamizado, puede ser una chapa perforada, su paso superior a los 0,2 mm. Micro tamizado, paso es menor a 100 micras [11]. | La entrada del agua residual a la trampa debe tener forma T, debe estar ubicada debajo del nivel de agua y medir de 2 pulgadas de diámetro como minimo. En caso que estos sean prefabricados deben cumplir con la normativa ASME A112.14.3 [30]. |
| <b>TIEMPO DE RETENCIÓN</b> | La velocidad a través de las barras limpias debe mantenerse entre 0,60 a 0,75 m/s (basado en caudal máximo horario) [20].  | Paso immediate del agua  | El tiempo de retención es de 3 minutos de 2 para un flujo de entrada de 9 l/s y 5 minutos para una entrada mayor a 20 l/s [30].  |
| <b>EFICIENCIA</b>          | SS=10%<br>DBO <sub>s</sub> =5%<br>Gruesos = 5%<br>Finos = 25% [11]   | Puede llegar a retener hasta el 30% de arenas gruesas y grasas en suspensión [11]  | Los porcentajes de remoción en el desengrasado son: DBO (28%), DQO (18%), SST (15%) [11]   |
| <b>VENTAJA</b>             | Rejas de limpieza manual y automática. Tiene costos bajos en su instalación, mantenimiento y operación [20].   | El proceso es estrictamente físico   | Tiene costos bajos en su instalación, mantenimiento y operación. [30].   |

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 3: Tratamientos terciarios.**

| <b>Criterios</b>                                     | <b>FILTROS BIOLÓGICOS o BIOFILTROS</b>  | <b>ELECTROCOAGULACIÓN</b>   |
|--|---|---|
| <b>OBJETIVO</b>                                      | Es un tratamiento secundario que busca degradar biológicamente los efluentes. Para lo cual utiliza microorganismos.   | Es un tratamiento que utiliza electricidad para eliminar contaminantes en el agua, suspendidos, disueltos o emulsificados                                     |
| <b>Tiempo de retención</b>                           | El tiempo de retención hidráulica 3 días.   | 60 min para 55 L, este varía según el volumen y la cantidad de placas que se utilizan.  |
| <b>Tecnología.</b>                                   | Está compuesto por un sistema de distribución, de drenaje, una estación de bombeo, y un medio filtrante[24]   | Conformado por una placa electroquímica con un ánodo y un cátodo dispuesto en forma vertical. Solo funciona, conectada a una fuente de energía.[11]           |
| <b>Eficiencia</b>                                    | DQO = 96%<br>DBO5 = 89%<br>SST = 99% [25]   | DQO = 95%<br>DBO5 = 98 %<br>SST= 99 % [25]  |
| <b>Consumo de operación (energía, mantenimiento)</b> | Los costos anuales de operación son de S/ 17 301 anuales para un biofiltro con capacidad de 20 000 m <sup>3</sup> /h [26].  | Los costos de operación son aproximado S/ 31 400 anuales m <sup>3</sup> /h, debido al uso de electricidad varía entre los 0,1 a 1,0 kWh/m <sup>3</sup> [26].. |
| <b>Generación de desechos</b>                        | Generalmente no producen olores desagradables. Perfecta integración a el medio rural y urbano, como parques y jardines. El sistema es eficiente para la remoción de materia orgánica. | Menor producción de lodos<br>Permite el reciclaje del agua<br>Su tiempo de retención es menor a los convencionales  |

Fuente: elaboración propia

El **desbaste**, será el primer tratamiento ingresará donde ingresará el efluente residual con un caudal 0.64 L/s y con una velocidad promedio de 0,45 m/s. En esta etapa se

removerá SS=10%, DBO<sub>5</sub>=5%, se retiene entre un 5% de grueso y un 25% finos de sólidos en suspensión. Es decir, eliminará materia como pedazos de quesos, retazos de plástico los cuales pueden interferir en los tratamientos posteriores. Las especificaciones técnicas y el diseño se encuentran en el anexo 11.

Posteriormente el agua pasará a un tanque de **almacenamiento** después del desbaste el efluente residual se almacenará en un tanque para pasar a la siguiente etapa.

Luego pasa a la **homogenización** en este proceso es necesario porque, según la investigación de Morales. E [27] indica que el rango óptimo de trabajo para el Reactor USB es en condiciones de pH neutro, se tiene buenos niveles de actividad cuando se trabaja en un rango de 6,5 a 8,2. Cuando el pH tiene valores menores a 6 pueden provocar la inestabilidad del sistema. Por ello se utilizará el 1,62 kg de hidróxido de sodio (NaOH) se ajustará el pH de 4 a 7 y obtener una mayor eficiencia. Los cálculos respectivos se encuentran en el anexo 13.

Luego, mediante las tuberías y un sistema de bombeo pasa al **Reactor UASB O RAFA**. El afluente ingresa desde el fondo del tanque y atraviesa el manto de lodos constituido por microorganismos donde se realiza el proceso de la degradación de los contaminantes orgánicos. Luego pasa al separador GLS de tres fases; en esta se colecta el biogás producido por las bacterias, además promueve la sedimentación de los sólidos. Finalmente, el agua tratada sale por la parte superior y los lodos en exceso generados por el fondo del reactor. Según la investigación de tiempo de retención de detención hidráulica. 6 – 9 h [12].

Como último tratamiento se aplicará la **Biofiltración**. Aquí se separan los sólidos más pequeños y el agua fluye lentamente, lo que aumenta el tiempo de retención del filtro. Considerar que entre más tiempo pase el agua dentro del filtro, mayor será su tratamiento. El tipo de biofiltro a utilizar será el de flujo superficial, porque tiene la ventaja que el agua residual fluye por debajo de la superficie de un medio poroso, y se utilizarán plantas acuáticas que flotan sobre la superficie del agua, estas serán lenteja de agua (*Lemna spp*). Con la aplicación de este tratamiento se eliminará el DBO<sub>5</sub>: 99%, DQO: 96% y Sólidos Suspendidos Totales: 99%.

**Almacenamiento final**, Luego el agua tratada se almacena en los tanques, para su reutilización en la limpieza de la planta (se reutilizará una vez). y su disposición final será para regar plantas de tallo corto. Además, los lodos generados en el sistema de tratamiento serán tratados a través de los siguientes procesos: digestión anaerobia, digestión aerobia, composteo y finalmente adición de cal.

En la figura 3, se encuentra el balance de masa, donde se observa que después de aplicar dicho tratamiento si se cumple con los VMA y con los parámetros requeridos para regar plantas de tallo corto (tabla 4); los cuales son: DQO: 30,7 mg/L; DBO: 14,2 mg/L y SST: 3,43 mg/L. La eficiencia del sistema conformado por el desbaste, homogenización, reactor UASB y biofiltración es del 98%, ya que busca tratar 16,18 m<sup>3</sup>/día de efluente residual y saldrá 16,124 m<sup>3</sup>/día de agua tratada.

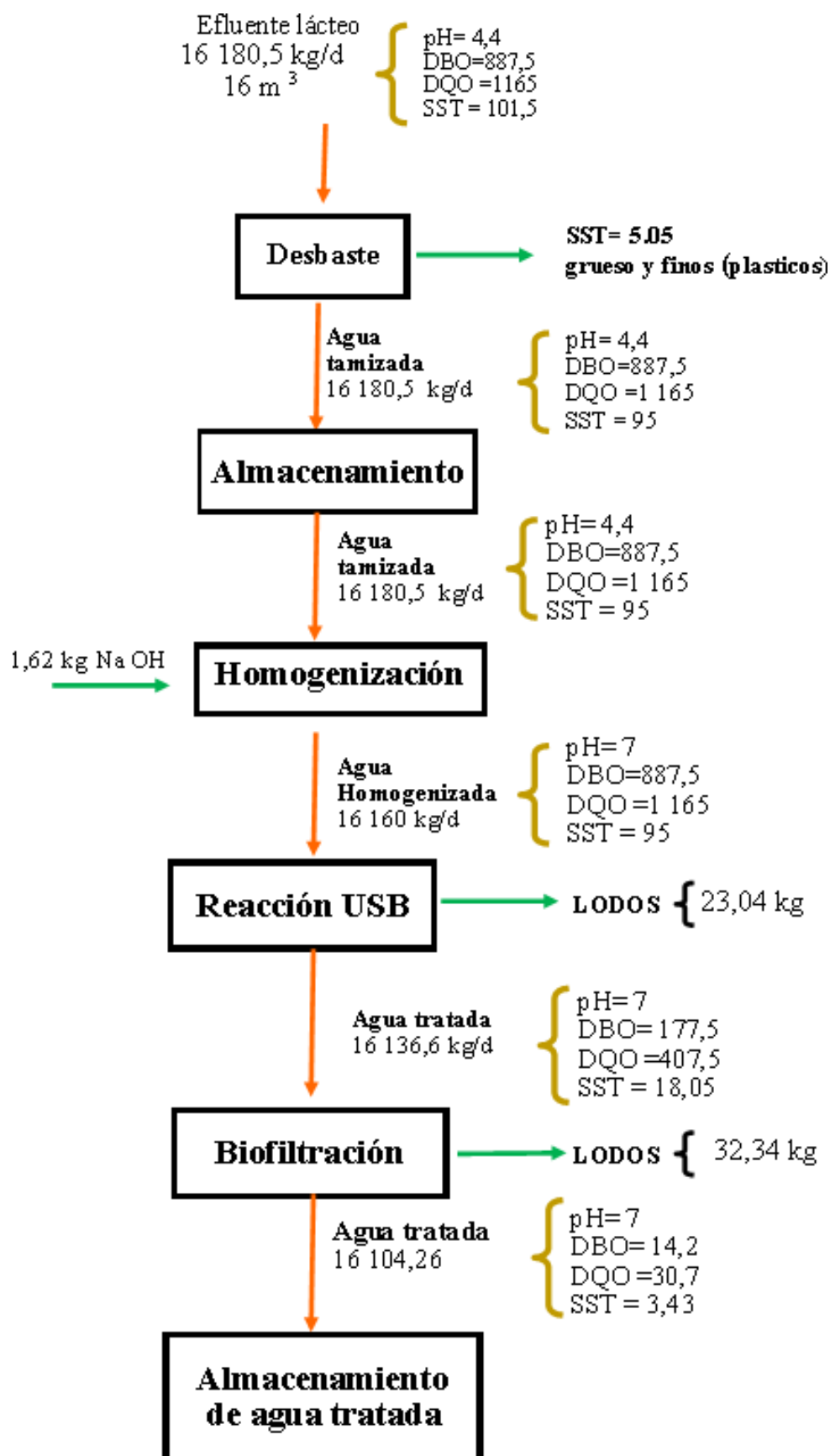


Figura 3. Balance de masa del flujo del sistema de tratamiento.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4: Comparación de los resultados obtenidos del agua tratada, con los VMA y parámetros para riego de vegetales**

| Parámetro | Unidad | Valores del agua tratada de la Planta Láctea La Conga | Estándares para riego de vegetales de tallo alto, tallo corto | VMA para el sistema de alcantarillado |
|-----------|--------|---|---|---------------------------------------|
| DBO       | mg/l   | 14,2  | 15  | 500,0                                 |
| DQO       | mg/l   | 30,7  | 40  | 1000,0                                |
| SST       | mg/l   | 3,43  |   | 500,0                                 |
| Ph        |        | 7   | 6,5-8,4   | 6 - 9                                 |

Fuente: Laboratorio Santa Fé, SEDAPAL [18], MINAM [19]

Luego se realizó el pronóstico (tabla 5) de la producción, cantidad de agua consumida, cantidad de efluente residual (agua y suero). Para ello también se utilizó el modelo de la proyección lineal, debido a que presenta una tendencia creciente como se encuentra en el anexo 9 y el coeficiente de correlación es de 0,96. Además, se analizó la producción histórica desde el año 2017.

**Tabla 5. Proyección de la cantidad de agua residual descargada en los años 2021-2024**

| Año  | Leche (L) | Leche (m <sup>3</sup> ) | Queso Suizo (kg) | Suero (L) | Agua total utilizada (L) | Total, de efluente descargado | Total, de efluente descargado (m <sup>3</sup> ) |
|------|-----------|-------------------------|------------------|-----------|--------------------------|-------------------------------|---|
| 2021 | 1 249 920 | 1 250                   | 178 560          | 874 944   | 6 249 600                | 6 424 589                     | 6 424,6   |
| 2022 | 1 362 654 | 1 363                   | 194 665          | 953 858   | 6 813 270                | 7 004 042                     | 7 004,0   |
| 2023 | 1 475 388 | 1 475                   | 210 770          | 1 032 772 | 7 376 940                | 7 583 494                     | 7 583,5   |
| 2024 | 1 588 122 | 1 588                   | 226 875          | 1 111 685 | 7 940 610                | 8 162 947                     | 8 162,9   |

Fuente: Planta Láctea la Conga EIRL.

En la tabla 6 se encuentra el área requerida para implementar el sistema de tratamiento, este fue calculado mediante el método de Guerchet, donde se obtuvo como resultado 210,52 m<sup>2</sup>, teniendo en cuenta las especificaciones técnicas de diseño que se encuentra en el anexo 12. Lo cual esto servirá para realizar el plano de la figura 6.

Tabla 6. Cálculo del área requerida para el sistema.

| Elemento                 | n | N | Largo (L) | Ancho (L) | SS    | SG    | Altura (h) | SE    | S                       | ST     |
|--------------------------|---|---|-----------|-----------|-------|-------|------------|-------|-------------------------|--------|
| <b>Elementos móviles</b> |   |   |           |           |       |       |            |       |                         |        |
| Personas                 | 1 |   | 0,5       | 1         | 0,5   |       | 1,65       |       |                         |        |
| <b>Elementos fijos</b>   |   |   |           |           |       |       |            |       |                         |        |
| Tamizador                | 1 | 1 | 0,52      | 0,63      | 0,33  | 0,33  | 0,70       | 0,38  | 1,03                    | 1,03   |
| Reactor USB              | 1 | 1 | 3,00      | 3,00      | 9,00  | 9,00  | 5,49       | 10,38 | 28,38                   | 28,38  |
| Biofiltro                | 1 | 1 | 12,40     | 4,60      | 57,04 | 57,04 | 0,80       | 65,81 | 179,89                  | 179,89 |
| Bombas                   | 3 | 1 | 0,42      | 0,18      | 0,08  | 0,08  | 0,39       | 0,09  | 0,24                    | 0,72   |
| Tubos                    | 2 | 1 | 4,00      | 0,02      | 0,08  | 0,08  | 0,02       | 0,09  | 0,25                    | 0,50   |
|                          |   |   |           |           |       |       |            |       | <b>Superficie Total</b> |        |
|                          |   |   |           |           |       |       |            |       | <b>m2</b>               |        |
|                          |   |   |           |           |       |       |            |       | <b>210,52</b>           |        |

Fuente: elaboración propia.

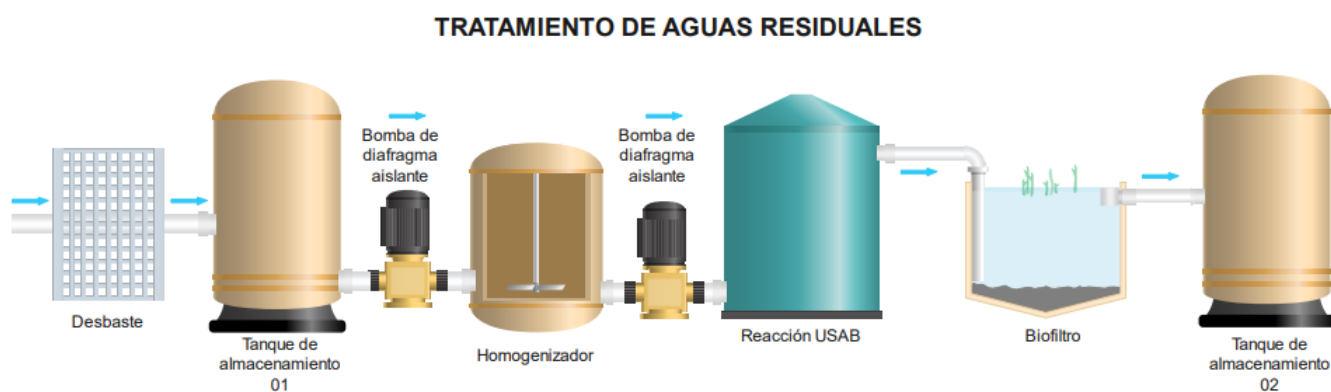


Figura 4. Esquema del sistema de tratamiento de aguas residuales de la planta láctea.

Fuente: Elaboración propia.

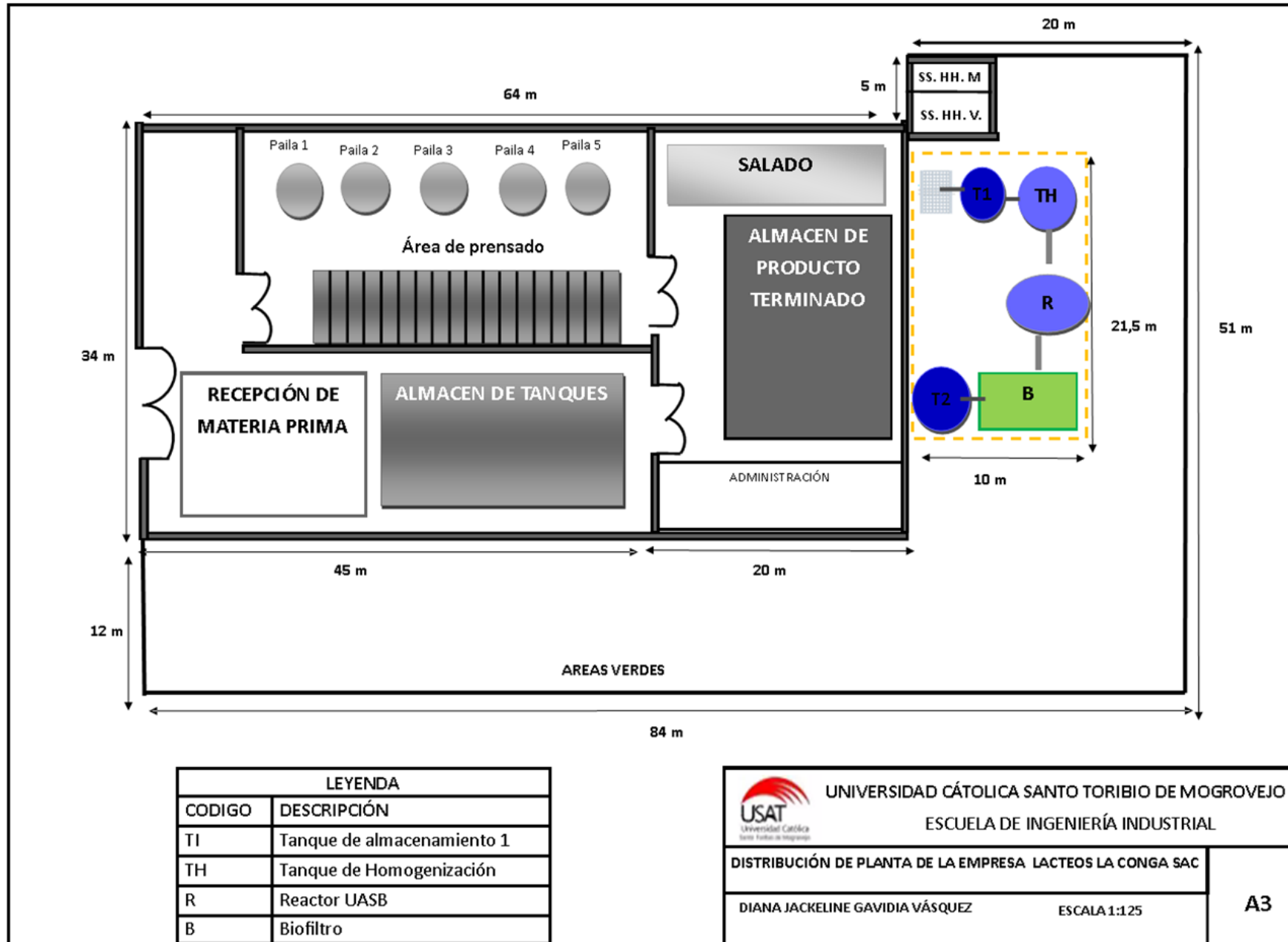


Figura 5. Plano de la planta Láctea incluyendo el sistema de tratamiento.

Fuente: elaboración propia

Tabla 7. Costos de inversión inicial.

| Descripción                   | Cantidad | Costo unitario (S/.) | Costo total (S/.) |
|-------------------------------|----------|----------------------|-------------------|
| Rejillas de desbaste          | 2        | 450,00               | 900,00            |
| Tanque de almacenamiento      | 2        | 7741,15              | 15482,30          |
| Tanque de homogenización      | 1        | 13703,90             | 13703,90          |
| Reactor USB                   | 1        | 15397,10             | 15397,10          |
| Biofiltro                     | 1        | 5230,10              | 5230,10           |
| Bomba centrífuga              | 3        | 485,00               | 1455,00           |
| Bomba de transporte de lodos  | 2        | 1500,00              | 3000,00           |
| Tubos de PVC                  | 5        | 9,80                 | 49,00             |
| Codo 90°                      | 2        | 4,20                 | 8,40              |
| Adaptador de 1" a 3"          | 2        | 9,10                 | 18,20             |
| Adaptador de 3" a 1"          | 2        | 9,10                 | 18,20             |
| Otros (MO y EPP)              |          |                      | 21381,00          |
| Equipo de protección personal |          |                      | 381,00            |
| Imprevistos (5%)              |          |                      | 3735,11           |
| <b>Costo total</b>            |          |                      | <b>78437,31</b>   |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 7, se encuentra los costos totales de equipos, accesorios, mano de obra, imprevistos y todos los gastos utilizados para instalar el sistema de tratamiento del agua residual.

Tabla 8. Flujo de caja del proyecto (S/.)

| Descripción  | Año 0            | 2021            | 2022            | 2023            | 2024            | 2025            |
|--|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Multa por infracción   |                  | 22000,00        | 22000,00        | 22000,00        | 22000,00        | 22000,00        |
| Costos por perder a clientes del sector la conga                 |                  | 36300,00        | 36300,00        | 36300,00        | 36300,00        | 36300,00        |
| Costo de aprovechamiento del terreno donde se vierte el efluente |                  | 12620,00        | 12620,00        | 12620,00        | 12620,00        | 12620,00        |
| Costos de agua   |                  | 1800,00         | 1800,00         | 1800,00         | 1800,00         | 1800,00         |
| <b>Ingresos Totales</b>  |                  | <b>72720,00</b> | <b>72720,00</b> | <b>72720,00</b> | <b>72720,00</b> | <b>72720,00</b> |
| Costo de inversión   | 78437,31         |                 |                 |                 |                 |                 |
| Costo de energía del sistema                                     |                  | 2515,97         | 2515,97         | 2515,97         | 2515,97         | 2515,97         |
| Depreciación   |                  | 6107,62         | 6107,62         | 6107,62         | 6107,62         | 6107,62         |
| Costo de insumos (NaOH)  |                  | 2515,97         | 2515,97         | 2515,97         | 2515,97         | 2515,97         |
| Costo de mano de obra  |                  | 21000,00        | 21000,00        | 21000,00        | 21000,00        | 21000,00        |
| Costos de tratamiento de lodos                                   |                  | 10000,00        | 10000,00        | 10000,00        | 10000,00        | 10000,00        |
| <b>Costo total</b>   |                  | <b>39623,59</b> | <b>39623,59</b> | <b>39623,59</b> | <b>39623,59</b> | <b>39623,59</b> |
| <b>Flujo corriente</b>   | <b>-78437,31</b> | <b>33096,41</b> | <b>33096,41</b> | <b>33096,41</b> | <b>33096,41</b> | <b>33096,41</b> |
| Flujo corriente acumulado  |                  | -45340,90       | -12244,49       | 20851,93        | 53948,34        | 87044,75        |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 8, se encuentra el flujo de caja donde se ha considerado como ingresos la multa por infracción (grave) de 5 UIT debido a que la empresa descarga directamente el agua residual al cuerpo receptor(terreno) sin autorización según la Ley de recursos hídricos. Además, se consideró los ingresos que si se aprovechamiento del terreno donde se vierte el efluente, el cual este se encuentra improductivo en la actualidad. También, se consideró las utilidades perdidas debido a que algunos proveedores de materia prima (leche) son perjudicados por el alto consumo de agua de esta planta. Esto se encuentra detallado en el anexo 13.

**VAN = 14 490**, Para el cálculo de este se tuvo en cuenta una tasa de ganancia de 11%, teniendo en cuenta que la tasa de interés promedio de los bancos (9%).

**TIR = 18%, B/C = 1,8**. Como se observa se obtuvo un TIR mayor a las de descuento del VAN. y respecto al costo beneficio indica ganara 0.8 centavos por cada sol invertido.

En la figura 6 (nueva matriz de Leopoldo) en comparación con la figura 2 (matriz de Leopoldo inicial), se observa que la actividad de desuerado ocasiona un impacto negativo severo a la calidad del agua (-189) paso a moderado (-48), ya que el agua tratada será utilizada para riego y eso evitará la filtración de agua contaminada en sequias y pozos. Respecto a la calidad de suelo inicialmente se tenía un impacto negativo severo de (-180) paso a (-32), debido a que el agua contaminada ya no será vertida directamente al terreno. Además, inicialmente se tenía un impacto negativo a los servicios y viviendas de (-106) este paso a (-12), ya que el agua se reutilizará y disminuirá el consumo de agua de la planta láctea. Por otro lado, los impactos positivos aumentan ya que se necesita de mano de obra el mantenimiento de planta de tratamiento.

| COMPONENTES AMBIENTALES<br>ACTIVIDADES |            |                      | TRANSPORTE DE LECHE | LLENADO DE AGUA EN TANQUE Y POZO | RECEPCIÓN DE LECHE | PAUSTERIZACIÓN | COAGULACIÓN DE LA LECHE | AGREGAR AGUA PARA EL CALENTAMIENTO DEL CUAJADO | DESCARGA DEL SUERO Y AGUA DEL QUESO | MOLDEADO DEL QUESO | REMOJO DEL QUESO EN LA SALMUERA | DESCARGA DE LA SALMUERA | LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE PAILAS Y PISOS | PROMEDIOS POSITIVOS | PROMEDIOS NEGATIVOS | IMPACTO POR SUBCOMPONENTES | IMPACTO POR COMPONENTE | IMPACTO TOTAL DEL PROYECTO |       |
|--|------------|----------------------|---------------------|----------------------------------|--------------------|----------------|-------------------------|--|-------------------------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------------|---|---------------------|---------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|-------|
|  |            |                      |                     |                                  |                    |                |                         |  |                                     |                    |                                 |                         |   |                     |                     |                            |                        |                            | MEDIO |
| FÍSICO                                 | AIRE       | Calidad de aire      | -1 / 2              |                                  |                    | -1 / 1         | -1 / 1                  | -1 / 1   | -2 / 3                              |                    |                                 |                         |   |                     | 5                   | -11                        | -23                    | -119                       |       |
|  |            | presencia de olores  | -1 / 4              |                                  |                    |                |                         |  | -2 / 3                              |                    |                                 |                         | -2 / 1                                    |                     | 3                   | -12                        |                        |                            |       |
|  | AGUA       | Calidad de agua      |                     |                                  |                    |                | -3 / 6                  |  | -2 / 2                              | -3 / 4             | -1 / 1                          | -3 / 3                  | -2 / 2                                    |                     | 6                   | -48                        |                        |                            | -48   |
|  |            | SUELO                | Calidad de suelo    |                                  |                    |                | -3 / 2                  |  | -3 / 2                              | -1 / 4             | -4 / 2                          | -3 / 2                  | -1 / 2                                    |                     | 6                   | -32                        |                        |                            | -32   |
| BIOLÓGICO                              | VEGETACIÓN | Flora y vegetación   |                     |                                  |                    |                |                         | -2 / 2   |                                     |                    | -3 / 2                          | -1 / 2                  |   | 3                   | -12                 | -12                        |                        |                            |       |
| SOCIO ECONÓMICO                        | SOCIAL     | Vivienda y servicios |                     | -4 / 2                           |                    |                |                         |  |                                     |                    | -2 / 1                          |                         | -1 / 2                                    |                     | 2                   | -12                        | -4                     |                            |       |
|  |            | Económico            | 2 / 3               |                                  |                    | 3 / 4          |                         | 1 / 4  |                                     |                    |                                 |                         |   |                     | 4                   | 22                         |                        |                            |       |
|  |            | Salud                | -2 / 4              |                                  |                    |                |                         |  | -2 / 3                              |                    |                                 |                         |   |                     | 2                   | -14                        |                        |                            |       |
| PROMEDIOS POSITIVOS                    |            |                      | 1                   |                                  | 1                  |                | 1                       |  |                                     |                    |                                 |                         |   |                     |                     |                            |                        |                            |       |
| PROMEDIOS NEGATIVOS                    |            |                      | 4                   | 1                                | 2                  | 1              | 3                       | 2  | 5                                   | 2                  |                                 | 4                       | 5   |                     |                     |                            |                        |                            |       |
| PROMEDIOS ARIMÉTICOS                   |            |                      | -8                  | -8                               |                    | -1             | -13                     | -1   | -28                                 | -16                | -11                             | -21                     | -12                                       |                     |                     | -119                       |                        |                            |       |

**Figura 6: Nueva Matriz de Leopold**  
Fuente: elaboración propia.

## Discusión.

La empresa láctea La Conga EIRL utiliza un promedio de 5,1 litros de agua por cada litro de leche que es procesada. Según la investigación de Iza y Toapanta [28] indica que la planta láctea Pastolac consume 3,7 litros de agua por cada litro de leche que es transformada en queso. Como se puede observar existe una ligera variación ya que la planta láctea La Conga procesa un mayor volumen de leche (3 000 L/día) que Pastolac (100 L/día) por lo que utiliza mayor cantidad de agua en limpieza y desinfección de tanques y moto cargueras que transportan leche.

En la presente investigación se identificaron los impactos ambientales, mediante la matriz de Leopold, obteniendo como resultado que los factores más afectados es el suelo con puntaje de (-64), y la disminución del recurso hídrico es de (-56), es decir ambos son calificados como impactos negativos como severos. Pacurucu. A [29] en su investigación realizada en la empresa “PRODUCTOS SAN SALVADOR”, también aplica la misma metodología, he indica que el agua es uno de los factores ambientales más afectados debido a impactos negativos como la contaminación del cuerpo receptor (-79) y la disminución del recurso hídrico (-39), los cuales son calificados como severos y moderado. Como se observa en la presente investigación la planta láctea “La Conga” contamina el agua el alto consumo de esta y suelo porque vierte el efluente residual a un terreno; a diferencia de la planta láctea “PRODUCTOS SAN SALVADOR” contamina en mayor proporción solo el agua ya que vierte al alcantarillado. Pero en ambas investigaciones, coinciden que las etapas más contaminantes del proceso son: el calentado, salado, escurrido y limpieza.

Como resultado del análisis físico químico del agua residual se obtuvo un DBO:887,5 mg/l; DQO:1 165,0 mg/L; pH: 4,4 y Sólidos Suspendidos Totales: 69 mg/l. Morales. E [17] en su investigación realizada en la Planta Lechera Piloto de la universidad Agraria La Molina, obtuvo como resultados un DBO:547,5 mg/L; DQO:1 420 mg/L pH: 7,04 y Sólidos Suspendidos Totales: 354 mg/L. Los resultados son similares, pero existe una variación en el pH; esto puede ser debido a que la muestra obtenida de la presente investigación contenía restos de detergente, y eso altera el pH y en cambio la muestra de la planta piloto de la UNALM solo contenía efluente lácteo, sin detergentes.

Los parámetros obtenidos después de aplicar sistema de tratamiento (devaste, homogenización, reactor UASB y biofiltración) son: DQO: 30,7 mg/L; DBO:14,2 mg/L y SST:3,43 mg/L. En el caso de la investigación realizada por Prócel, Posligua y Banchón [3] en la cual aplicaron la biofiltración (3 biofiltros) como tratamiento, los parámetros de agua tratada fueron DQO:109 mg/L; DBO:35 mg/L y SST:39 mg/L. Esta diferencia de sus valores se debe a los parámetros inicialmente eran más elevados (10000, 4000 y 799 mg/L respectivamente) que el de la presente investigación. Además, trabajaron con un Ph 4,4 y 5; a diferencia de la presente investigación que se trabajó con Ph:7.

La eficiencia del sistema conformado por del devaste, homogenización, reactor UASB y biofiltración es del 98%, ya que busca tratar 16,18 m<sup>3</sup>/día de efluente residual y saldrá 16,124 m<sup>3</sup>/día de agua tratada. En el caso de la investigación realizada por Morales. E [17] utilizaron un sistema conformado solo por un reactor UASB, y se obtuvo una eficiencia de 70%. La diferencia de eficiencias se debe a que, en dicha investigación, no reutilizaran el agua, y solo deben cumplir con los VMA, por ello solo utilizan un solo tratamiento. En cambio, en la presente investigación se optó por agregar la biofiltración para poder reutilizarlo el agua para riego de cultivos.

## **Conclusiones.**

En conclusión, con la implementación del sistema de tratamiento de aguas residuales en la planta láctea La Conga, reduce el impacto ambiental negativo en un 82%, ya que la valorización inicial de la matriz de Leopold es de -653 y la final es de -119. Debido a que el agua tratada será utilizada para riego y eso evitará la contaminación del suelo, filtración de agua contaminada en sequias y pozos.

Mediante la matriz de enfrentamiento se concluye que el mejor sistema de tratamiento del efluente residual está conformado por el desbaste, reacción UASB y biofiltración. Llegando a tener una eficiencia remoción total del sistema de 98%. Además, con la aplicación de tratamiento se reduce el DBO 84%, DQO 97%, SST 96 % y el pH paso de 4,4 a 7, cumpliendo así con los LMP.

Se concluye, que el volumen final del agua tratada es de 16,124 m<sup>3</sup>/día y su disposición final será para riego de plantas de tallo corto ya que se cumple con los valores de DQO: 30,7 mg/L; DBO:14,2 mg/L y SST:3,43 mg/L.

Finalmente, se concluye que el proyecto es viable económicamente porque que el valor del TIR (18%) es mayor tasa de descuento del VAN (11%). Además, que se obtuvo un valor actual neto (VAN) de S/ 14 490 y el costo beneficio es de S/. 1,8; es decir que por cada S/. 1 invertido se gana S/. 0,8.

## **Recomendaciones.**

Se recomienda realizar una investigación más profunda del tratamiento de lodos que genera el proceso. Los cuales, se pueden convertir en biogás para ser capturado y usado como combustible y/o electricidad. Esto se puede obtener mediante la digestión anaeróbica de los lodos, generando reacciones bioquímicas, y obteniendo como resultado el biogás, conformado principalmente por metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

También se recomienda realizar futuras investigaciones sobre cómo aprovechar o dar un valor agregado al lacto suero que genera la planta láctea.

## Referencias


- [1] Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, «Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos,» Naciones Unidas, place de Fontenoy, 2019.
- [2] Organización de las Naciones Unidas, «Agua limpia y saneamiento: ¿Porque es importante?,» Organización de las Naciones Unidas, Paris, 2016.
- [3] D. Prócel, P. Posligua y C. Banchón, «Biodegradación de contaminantes orgánicos de la industria láctea,» *Enfoque UTE*, vol. 7, n° 1, pp. 22 - 32, 2016.
- [4] Instituto Nacional de Estadística e Informática, «Anuario de Estadísticas ambientales 2017,» Instituto Nacional de Estadística e Informática, Lima, 2017.
- [5] Sistema Nacional de información ambiental, «Descargas de aguas residuales domésticas sin tratamiento,» Ministerio del Ambiente, Lima, 2016.
- [6] Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria, «Parámetros organolépticos,» Ministerio de salud, Lima, 2017.
- [7] M. G. Francois Boucher, «Queserías Rurales en Cajamarca,» Intermediate Technology Development Group, Lima, 2004.
- [8] V. Conesa Fernandez, «Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental,» MUNDI-PRENSA, Madrid, 1993.
- [9] D. Tirado, L. A. Gallo, D. Acevedo y A. Mouthon, «Biotratamientos de aguas residuales en la industria láctea,» *Producción + Limpia*, vol. 1, n° 1, pp. 171-184, 2016.
- [10] M. G. Rossi Luna, «Oportunidades de mejoras ambientales por el tratamiento de aguas residuales en el Perú.,» Fondo Nacional del Ambiente - Perú, Lima, 2010.
- [11] M. G. Rossi Luna, «Oportunidades de mejoras ambientales por el tratamiento de aguas residuales en el Perú.,» Fondo Nacional del ambiente, Lima, 2010.
- [12] Sistema Nacional de Información Ambiental, «tratamiento y rehusó de aguas residuales,» SINIA, Lima, 2015.
- [13] Congreso de la Republica, Ley General del Ambiente, Lima: Ministerio del ambiente, 2017.
- [14] Autoridad Nacional del Agua, «Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos Ley N° 29338,» Ministerio de agricultura y riego, Lima, 2010.
- [15] M. Osejos, M. Merino y M. Merino, «Impacto Ambiental del Sistema de Alcantarillado en la Ciudadela «3 de mayo» de la Ciudad de Jipijapa - Ecuador,» *Revista del Instituto de Investigación FIDMMG-UNMSM*, vol. 21, n° 41, pp. 61-74, 2018.
- [16] Akansha, Nidheesh, Ashitha, Anupama y Suresh, «Treatment of dairy industry wastewater by combined aerated electrocoagulation and phytoremediation process,» *Elsevier*, vol. 253, n° 126652, pp. 0045-6535, 2020.
- [17] E. Morales Chuquimantari, «Evaluación de la tratabilidad del efluente generado por la planta piloto de leche UNALM aplicando un reactor UASB,» *Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima - Perú*, vol. 2, n° 777, pp. 147-154, 2016.
- [18] Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento-SEDAPAL, «DECRETO SUPREMO N° 001-2015-VIVIENDA,» El Peruano, Lima, 2015.
- [19] Ministerio del Ambiente, «Aprueban Estándares nacionales para la Calidad del Agua,» El Peruano, Lima, 2008.
- [20] «Norma.OS.020 - Plantas de tratamiento de agua para consumo humano,» Salud Arequipa, Lima, 2009.
- [21] Organización Panamericana de la Salud, «Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques imhoff y lagunas de estabilización,» OPS, Lima, 2005.
- [22] J. M. Patiño Gómez, «Costos de inversión inicial, operación y mantenimiento de tratamientos naturales de aguas residuales para pequeñas comunidades en Colombia,»

Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 202.

- [23] S. Pérez Castrejón, M. d. L. Rivera y A. Martín Domínguez, «Comparación técnico-económica entre coagulación química y electrocoagulación para remover arsénico del agua.,» *Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*, vol. 3, pp. 5-22, 2012.
- [24] J. . M. Montcel González, Los filtros biológicos aerobios como una alternativa para aumentar la eficiencia de las lagunas de oxidación., 2001.
- [25] Gobiern de Chile CONAMA, «Tecnologías de biofiltros,» Fundación Chile, Santiago, 2017.
- [26] S. Fernández Sé, «Evaluación de los costes de construcción y operación de un biofiltro,» Universidad Autónoma de Barcelona , Barcelona, 2015.
- [27] Instituto Nacional de Estadística e Informaática, «Anuario de Estadísticas Ambientales 2015,» INEI, Lima, 2015.
- [28] A. A. Iza y A. D. Toapanta, «Propuesta de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la industria láctea Pastolac,» UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI , Latacunga, 2019.
- [29] A. R. Pacurucu Reyes, «Plan de manejo ambiental para la industria láctea “ProductosSan Salvador”,» *Escuela superior politécnica de Chimborazo*, 2011.
- [30] Ministro de Salud, «Propuesta de reglamento técnico salvadoreño para el diseño y construcción de sistemas de tratamiento de agua residuales de residuales de tipoordinaria para la zona rural,» Organización Mundial de la Salud, 2015, 2015.
- [31] Dayna Yocum, Bren School of Environmental Science and Management, University, «Humedal Construido para el Tratamiento de las Aguas Grises por Biofiltración,» ECOTEC, 2016.
- [32] P. López y A. Harnisth, «Electrocoagulación de aguas residuales de la industria láctea,» *Enfoque UTE*, vol. 7, nº 1, pp. 13-21, 2016.
- [33] X. Borja, C. Almeida, K. Cuvi y R. Espinoza, «Caracterización de efluentes de las industrias láctea y confites y evaluación del crecimiento de la biomasa por el uso de polielectrolitos en reactores,» *Simposio Peruano de Energía Solar y del Ambiente*, vol. 13, 2017.
- [34] N. Henao y S. Ramirez, *TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR TEXTIL MEDIANTE PROCESO ACOPLADO ELECTRO-COAGULACIÓN-ELECTRO-OXIDACIÓN*, Medellín, 2016.

## Anexos

## Anexo 1: Hojas de campo

| HOJA DE CAMPO 2  |                 |  |                 |  |  |
|--|-----------------|--|-----------------|--|--|
| PLANTA LACTEA LA CONGA EIRL  |                 |  |                 |  |  |
| <b>REGIÓN:</b> Cajamarca   |                 | <b>LUGAR DE OCURRENCIA:</b>                          |                 |  |  |
| <b>PROVINCIA:</b> Chota  |                 |  |                 |  |  |
| <b>DISTRITO:</b> Lajas   |                 |  |                 |  |  |
|  |                 | <b>IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO SOBRE EL MEDIO</b> |                 |  |  |
|  |                 | Físico   | ●               |  |  |
|  |                 | Biológico  |                 |  |  |
|  |                 | Scioeconómico  | ●               |  |  |
|  |                 | <b>FASES DEL PROYECTO</b>                            |                 |  |  |
|  |                 | Construcción   |                 |  |  |
|  |                 | Operación  | ●               |  |  |
| <b>TIPO DE IMPACTO</b>   |                 | <b>Positivo</b>                                      | <b>Negativo</b> |  |  |
| ■  | <b>Alto</b>     |  |                 |  |  |
|  | <b>Moderado</b> |  | ●               |  |  |
|  | <b>Liger</b>    |  |                 |  |  |
| <b>PROBLEMA AMBIENTAL:</b> Escasez de agua   |                 |  |                 |  |  |
| <b>CAUSAS DEL PROBLEMA AMBIENTAL.</b>  |                 | <b>Tipo de impacto</b>                               | <b>Codigo</b>   |  |  |
| Caletamiento de la cuajada   |                 | Positivo alto  |                 |  |  |
|  |                 | Positivo moderado                                    |                 |  |  |
| <b>MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTIVAS Y/O DE MITIGACIÓN:</b>                         |                 | Positivo ligero                                      |                 |  |  |
|  |                 | Negativo ligero                                      |                 |  |  |
|  |                 | Negativo Moderado                                    |                 |  |  |
|  |                 | Negarivo alto  |                 |  |  |
| Utilización adecuada del agua y reutilización                                      |                 |  |                 |  |  |


**Figura 7. Hojas de campo de la etapa de calentamiento de agua**

Fuente: Planta Láctea la Conga EIRL

| HOJA DE CAMPO 3   |  |                   |   |
|---|--|-------------------|---|
| PLANTA LACTEA LA CONGA EIRL   |  |                   |   |
| <b>REGIÓN:</b> Cajamarca  | <b>LUGAR DE OCURRENCIA:</b> salado de queso Zuiso    |                   |   |
| <b>PROVINCIA:</b> Chota   |  |                   |   |
| <b>DISTRITO:</b> Lajas  |  |                   |   |
|   | <b>IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO SOBRE EL MEDIO</b> |                   |   |
|   | Físico   | ●                 |   |
|   | Biológico  |                   |   |
|   | Scioeconómico  |                   |   |
|   | <b>FASES DEL PROYECTO</b>                            |                   |   |
|   | Construcción   |                   |   |
|   | Operación  | ●                 |   |
| <b>TIPO DE IMPACTO</b>  | <b>Positivo</b>                                      | <b>Negativo</b>   |   |
| ■   | <b>Alto</b>  |                   |   |
|   | <b>Moderado</b>                                      |                   | ● |
|   | <b>Ligero</b>  |                   |   |
| <b>PROBLEMA AMBIENTAL:</b> Escasez de agua  |  |                   |   |
| <b>CAUSAS DEL PROBLEMA AMBIENTAL.</b><br>Remojo del queso zuiso en salmuera   | <b>Tipo de impacto</b>                               | <b>Codigo</b>     |   |
|   |  | Positivo alto     |   |
| <b>MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTIVAS Y/O DE MITIGACIÓN:</b><br>La actividad debe emplear buenas prácticas, y medidas preventivas como las siguientes:<br>No desperdiciar el agua al momento de preparar la salmuera y reutilizar el agua en otros procesos |  | Positivo moderado |   |
|   |  | Positivo ligero   |   |
|   |  | Negativo ligero   |   |
|   |  | Negativo Moderado |   |
|   |  | Negativo alto     |   |

**Figura 8. Hojas de campo de la etapa de salado**

Fuente: Planta Láctea la Conga EIRL

| HOJA DE CAMPO 4  |                 |  |               |  |  |
|--|-----------------|--|---------------|--|--|
| PLANTA LACTEA LA CONGA EIRL  |                 |  |               |  |  |
| <b>REGIÓN:</b> Cajamarca   |                 | <b>LUGAR DE OCURRENCIA:</b> limpieza                 |               |  |  |
| <b>PROVINCIA:</b> Chota  |                 |  |               |  |  |
| <b>DISTRITO:</b> Lajas   |                 |  |               |  |  |
|   |                 | <b>IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO SOBRE EL MEDIO</b> |               |  |  |
|  |                 | Físico   | ●             |  |  |
|  |                 | Biológico  |               |  |  |
|  |                 | Scioeconómico  |               |  |  |
|  |                 | <b>FASES DEL PROYECTO</b>                            |               |  |  |
|  |                 | Construcción   |               |  |  |
|  |                 | Operación  | ●             |  |  |
| <b>TIPO DE IMPACTO</b>   | <b>Positivo</b> | <b>Negativo</b>                                      |               |  |  |
| ■  | Alto            |  | ●             |  |  |
|  | Moderado        |  | ●             |  |  |
|  | Ligero          |  | ●             |  |  |
| <b>PROBLEMA AMBIENTAL:</b> Escasez de agua   |                 |  |               |  |  |
| <b>CAUSAS DEL PROBLEMA AMBIENTAL.</b>  |                 | <b>Tipo de impacto</b>                               | <b>Codigo</b> |  |  |
| Remojo del queso zuiso en salmuera   |                 | Positivo alto  |               |  |  |
|  |                 | Positivo moderado                                    |               |  |  |
| <b>MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTIVAS Y/O DE MITIGACIÓN:</b><br>La actividad debe emplear buenas prácticas, y medidas preventivas como las siguientes:<br>Uso adecuado del agua y utilizar cantidades necesarias de detergentes para ser reutilizada |                 | Positivo ligero                                      |               |  |  |
|  |                 | Negativo ligero                                      |               |  |  |
|  |                 | Negativo Moderado                                    |               |  |  |
|  |                 | Negativo alto  |               |  |  |

**Figura 9: Hojas de campo de limpieza y desinfección.**

Fuente: Planta Láctea la Conga EIRL.

## Anexo 2. Descripción del proyecto.

| ETAPA                   | COMPONENTE   | ACTIVIDADES  | ASPECTOS  |
|-------------------------|--|--|---|
| CONSTRUCCIÓN            |  |  |   |
| OPERACIÓN               | TRANSPORTE DE LECHE                                  | INGRESO DEL CAMIÓN                                 | Generación de ruido<br>Emisión de gases de combustión             |
|                         |  | DESCARGA DE LOS TANQUES CON LECHE                  | Derrame de leche al piso  |
|                         | LLENADO DE TANQUES Y POZO SUBTERANEO                 | PRENDER MOTO BOMBA                                 | Consumo de energá   |
|                         |  | LLENADO DE AGUA                                    | Disminución del recurso hídrico                                   |
|                         | RECEPCIÓN  | COLADO DE LA LECHE                                 | Generación de residuos sólidos<br>Generación de impurezas         |
|                         |  | MEDICIÓN DE LA DENSIDAD DE LA LECHE                | Generación de residuos sólidos<br>Generación de residuos lácteos  |
|                         | PAUSTERIZACIÓN                                       | ENCENDICO DE LAS HORNILLAS DE LAS PAILAS           | Emisión de gases de combustión<br>consumo de gas                  |
|                         |  | CALENTAMIENTO DE LAS PAILAS CON LECHE              | Consumo de gas  |
|                         | CUAGULACIÓN  | DISOLUCIÓN Y ADICIÓN DEL CUAJO Y CLORURO DE CALCIO | Generación de residuos sólidos<br>Generación de residuos químicos |
|                         |  | PIMER BATIDO DE LA CUAJADA CON LA LIRA             | Generación de residuos sólidos<br>Generación de residuos lácteos  |
|                         | DESUERADO  | EXTRACCIÓN DEL SUERO EN UN 30%                     | Generación de suero   |
|                         |  | PRIMER CALENTAMIENTO DEL SUERO Y QUESO             | consumo de gas  |
|                         |  | ADICIÓN DE AGUA                                    | Consumo del recurso hídrico                                       |
|                         |  | EXTARACCIÓN DEL SUERO A UN 70%                     | Generación de suero.<br>Generación de aguas residuales            |
|                         |  | ADICIÓN DE SAL AL SUERO CON QUESO                  | Generación de residuos sólidos                                    |
|                         |  | SEGUNDO CALENTAMIENTO DEL SUERO Y QUESO            | consumo de gas  |
|                         |  | EXTRACCIÓN TOTAL DEL SUERO                         | Generación de suero.  |
|                         | EXTRACCIÓN Y PRENSADO                                | SUSTRAER EL QUESO                                  | Generación de suero   |
|                         |  | COLOCACIÓN DEL QUESO EN UN MOLDE                   | Generación de residuos lácteos<br>Generación de residuos sólidos  |
|                         |  | PRENSADO DEL QUESO                                 | Generación de suero<br>Generación de residuos sólidos             |
| SALADO                  | PREPARACIÓN Y COLACION DEL QUESO A LA SALMUERA       | Generación de residuos de sal                      |   |
|                         | COLACION DEL QUESO A LA SALMUERA                     | Generación de agua residual                        |   |
| EMPACADO                | CONTROL DE CALIDAD                                   | Generación de impurezas                            |   |
|                         | EMPACADO EN BOLSA                                    | Generación de residuos sólidos                     |   |
| LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN | LAVADO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE LECHE Y SUERO | Generación de aguas residuales                     |   |
|                         | LIMPIEZA DE PAILAS Y HERRAMIENTAS                    | Generación de aguas residuales                     |   |
|                         | LMPIEZA DE SUELOS                                    | Generación de aguas residuales                     |   |
| CIERRE                  |  |  |   |

**Figura 10: Descripción del proyecto.**

Fuente: Planta Láctea la Conga EIRL

### Anexo 3: Cuadro de Valorización de impactos según Matriz de Importancia.

| ACTIVIDAD                  | FACTOR               | Carácter del impacto | Rangos para Valorización de impactos |           |          |              |        |         |             |                 |                |             | IMPORTANCIA               |                             |                             |  |  |
|----------------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|-----------|----------|--------------|--------|---------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|--|
|                            |                      |                      | Intensidad                           | Expansión | Sinergia | Persistencia | Efecto | Momento | Acumulación | Recuperabilidad | Reversibilidad | Regularidad |                           |                             |                             |  |  |
| TRANSPORTE DE LA LECHE     | Calidad de aire      | +                    |                                      |           |          |              |        |         |             |                 |                |             |                           |                             |                             |  |  |
|                            |                      | -                    | 3                                    | 2         | 1        | 1            | 1      | 1       | 1           | 1               | 1              | 1           | 1                         | 13                          | Impacto Negativo compatible |  |  |
|                            | Presencia de olores  | +                    |                                      |           |          |              |        |         |             |                 |                |             |                           |                             |                             |  |  |
|                            |                      | -                    | 3                                    | 2         | 1        | 1            | 1      | 1       | 1           | 1               | 1              | 1           | 1                         | 13                          | Impacto Negativo compatible |  |  |
|                            | Económico            | +                    | 3                                    | 4         | 1        | 4            | 4      | 2       | 1           | 2               | 2              | 4           | 4                         | 27                          | Impacto positivo Moderado   |  |  |
|                            |                      | -                    |                                      |           |          |              |        |         |             |                 |                |             |                           |                             |                             |  |  |
| Salud                      | +                    |                      |                                      |           |          |              |        |         |             |                 |                |             |                           |                             |                             |  |  |
|                            | -                    | 3                    | 4                                    | 2         | 2        | 4            | 2      | 4       | 4           | 4               | 4              | 4           | 33                        | Impacto Negativo Moderado   |                             |  |  |
| LLENADO DE TANQUES Y POSOS | Vivienda y servicios | +                    |                                      |           |          |              |        |         |             |                 |                |             |                           |                             |                             |  |  |
|                            |                      | -                    | 24                                   | 8         | 4        | 4            | 4      | 4       | 4           | 4               | 4              | 4           | 4                         | 64                          | Impacto Negativo Moderado   |  |  |
| RECEPCIÓN DE LECHE         | Económico            | +                    | 6                                    | 4         | 2        | 4            | 4      | 2       | 4           | 1               | 1              | 2           | 30                        | Impacto positivo Moderado   |                             |  |  |
|                            |                      | -                    |                                      |           |          |              |        |         |             |                 |                |             |                           |                             |                             |  |  |
|                            | Salud                | +                    |                                      |           |          |              |        |         |             |                 |                |             |                           |                             |                             |  |  |
|                            |                      | -                    | 3                                    | 2         | 4        | 2            | 4      | 4       | 4           | 4               | 4              | 4           | 4                         | 35                          | Impacto Negativo Moderado   |  |  |
| PAUSTERIZACIÓN             | Calidad de aire      | +                    |                                      |           |          |              |        |         |             |                 |                |             |                           |                             |                             |  |  |
|                            |                      | -                    | 3                                    | 2         | 1        | 1            | 4      | 2       | 1           | 2               | 1              | 2           | 19                        | Impacto Negativo compatible |                             |  |  |
| COAGULACIÓN DE LECHE       | Calidad de aire      | +                    |                                      |           |          |              |        |         |             |                 |                |             |                           |                             |                             |  |  |
|                            |                      | -                    | 3                                    | 2         | 1        | 1            | 4      | 2       | 1           | 2               | 1              | 2           | 19                        | Impacto Negativo compatible |                             |  |  |
|                            | Calidad de agua      | +                    |                                      |           |          |              |        |         |             |                 |                |             |                           |                             |                             |  |  |
|                            |                      | -                    | 3                                    | 4         | 2        | 2            | 1      | 2       | 4           | 2               | 4              | 4           | 4                         | 28                          | Impacto Negativo Moderado   |  |  |
|                            | Calidad de suelo     | +                    |                                      |           |          |              |        |         |             |                 |                |             |                           |                             |                             |  |  |
|                            |                      | -                    | 6                                    | 8         | 4        | 2            | 1      | 4       | 4           | 2               | 4              | 4           | 4                         | 39                          | Impacto Negativo Moderado   |  |  |
| Económico                  | +                    | 6                    | 4                                    | 2         | 4        | 4            | 2      | 4       | 1           | 1               | 2              | 30          | Impacto positivo Moderado |                             |                             |  |  |
|                            | -                    |                      |                                      |           |          |              |        |         |             |                 |                |             |                           |                             |                             |  |  |
| CALENTAMIENTO DE CUAJADA   | Calidad de aire      | +                    |                                      |           |          |              |        |         |             |                 |                |             |                           |                             |                             |  |  |
|                            |                      | -                    | 3                                    | 2         | 1        | 1            | 4      | 2       | 1           | 2               | 1              | 2           | 19                        | Impacto Negativo compatible |                             |  |  |
|                            | Vivienda y Servicios | +                    |                                      |           |          |              |        |         |             |                 |                |             |                           |                             |                             |  |  |
|                            |                      | -                    | 6                                    | 8         | 4        | 2            | 4      | 8       | 4           | 4               | 2              | 2           | 44                        | Impacto Negativo Moderado   |                             |  |  |
| DESUERADO DE QUESO         | Calidad de aire      | +                    |                                      |           |          |              |        |         |             |                 |                |             |                           |                             |                             |  |  |
|                            |                      | -                    | 3                                    | 4         | 4        | 2            | 1      | 4       | 4           | 2               | 4              | 4           | 32                        | Impacto Negativo Moderado   |                             |  |  |
|                            | Presencia de olores  | +                    |                                      |           |          |              |        |         |             |                 |                |             |                           |                             |                             |  |  |
|                            |                      | -                    | 6                                    | 4         | 4        | 2            | 1      | 4       | 4           | 2               | 4              | 4           | 35                        | Impacto Negativo Moderado   |                             |  |  |
|                            | Calidad de agua      | +                    |                                      |           |          |              |        |         |             |                 |                |             |                           |                             |                             |  |  |
|                            |                      | -                    | 6                                    | 4         | 4        | 2            | 1      | 4       | 4           | 2               | 4              | 2           | 33                        | Impacto Negativo Moderado   |                             |  |  |
|                            | Calidad de suelo     | +                    |                                      |           |          |              |        |         |             |                 |                |             |                           |                             |                             |  |  |
|                            |                      | -                    | 12                                   | 8         | 4        | 2            | 4      | 4       | 4           | 4               | 4              | 4           | 50                        | Impacto Negativo Moderado   |                             |  |  |
| Flora y vegetación         | +                    |                      |                                      |           |          |              |        |         |             |                 |                |             |                           |                             |                             |  |  |
|                            | -                    | 3                    | 4                                    | 2         | 2        | 4            | 2      | 4       | 2           | 4               | 4              | 31          | Impacto Negativo Moderado |                             |                             |  |  |



## Anexo 5. Resultados obtenidos del agua residual.



**Laboratorio**  
**Santa Fe**  
LABORATORIO

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS, FÍSICOS  
QUÍMICOS, BROMATOLÓGICOS Y OTROS

Pág. 1 de 2

### INFORME DE ENSAYO N° Q11120

Expedido en Trujillo, 28 de Octubre del 2020

**I. DATOS DEL CLIENTE:**

|                       |   |  |
|-----------------------|---|--|
| Nombre                | : | DIANA JACKELINE GAVIDIA VASQUEZ  |
| Dirección             | : | Andrés Avelino Cáceres Cuadra 9 5/N. Distrito Lambayeque-<br>Provincia Lambayeque-Departamento Lambayeque. |
| R.U.C./DNI            | : | 73078633   |
| Persona de Contacto   | : | Diana Jackeline Gavidia Vásquez  |
| E-mail del Contacto   | : | Diajava.1820@gmail.com   |
| Teléfono del Contacto | : | 946150179  |

---

**II. DATOS DEL ENSAYO**

|   |   |  |
|---|---|--|
| Orden de análisis                       | : | Q11120   |
| Tipo de Ensayo solicitado               | : | Físico químico   |
| Responsable del muestreo                | : | El cliente, muestra recepcionada en el laboratorio<br>Dirección de muestreo: Centro Poblado de Cadmaba Alto-Lajas-<br>Chota-Cajamarca.   |
| Estado de la Muestra                    | : | Muestra conforme. Cumple las especificaciones de tamaño,<br>temperatura, preservación, tipo de envase y tiempo de<br>conservación. Procedimiento de manipulación de muestra PIL-13 |
| Temperatura de recepción                | : | 5.40 °C  |
| Fecha y hora de recepción de la muestra | : | 13-10-2020/9.25 horas  |
| Fecha y hora de ejecución de los ensayo | : | 13-10-2020/15:50 horas.  |

---

**III. DATOS DE LA MUESTRA:**

| Código de Laboratorio | Código del cliente | Tipo de Matriz           | Descripción de la muestra      | Lugar de muestreo      | Punto de muestreo                       | Fecha y hora de ejecución del muestreo |
|-----------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------------|------------------------|---|--|
| Q11120-1              |                    | Agua Residual Industrial | Agua Residual de Planta Láctea | Planta Láctea La Conga | Tubería de eliminación de agua residual | 13-10-2020/<br>14:00 horas             |

---

**IV. RESULTADOS:**

| Ensayo                        | Unidades            | Resultados |
|-------------------------------|---------------------|------------|
|                               |                     | Q11120-1   |
| DBO <sub>5</sub>              | mgO <sub>2</sub> /L | 887.50     |
| DQO                           | mg/L                | 1165.00    |
| Oxígeno disuelto              | mg/L                | 124.50     |
| Aceites y grasas              | mg/L                | 50.08      |
| Sólidos disueltos totales     | mg/L                | 69.99      |
| Sólidos sedimentables totales | mg/L                | 23.00      |
| Cloruros                      | mg/L                | 157.60     |
| Turbidez                      | NTU                 | 1100.00    |
| pH                            | -                   | 4.44       |

R-PIL-16/1. Rev.07, Emisión: 02-01-2019

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME

**Figura 13. Toma de muestra del agua residual.**

Fuente: Resultados de laboratorio “SANTA FE”

**Anexo 6:** Los materiales directos para fabricar el queso son cuajo, el cloruro de calcio, cultivo y sal.



**Figura 14: Insumos utilizados para la fabricación de queso.**

Fuente: Planta Láctea la Conga EIRL.



**Figura 15: Insumos de limpieza y desinfección.**

Fuente: Planta Láctea la Conga EIRL.

**Anexo 7:** Posibles tratamientos primarios para la industria láctea.

|   | <b>SEDIMENTACIÓN<br/>DECANTACIÓN</b>  | y/o | <b>COAGULACIÓN Y<br/>FLOCULACIÓN</b>  | <b>TANQUES IMHOFF</b>  | <b>REACTOR USB O RAFA</b>  |
|---|---|-----|---|--|--|
| <b>TIEMPO DE<br/>RETENCIÓN</b>                                  | El período de retención nominal será de 1,5 a 2,5 horas [30].   |     | La coagulación es de 0,3 a 5 min mientras que el tiempo de retención para los floculadores suele ser de 10 a 30 min. [30]                                       | El período de retención nominal será de 1,5 a 2,5 horas. [30]  | Tiempo de detención hidráulica. 6 – 9 h [33]   |
| <b>TECNOLOGIA</b>   | Un tanque de sedimentación la profundidad mínima que debe tener el tanque y sobre la forma y tamaño que este debe tener. [30]       |     | Compresor de aire, un tanque de retención donde se almacenan las aguas residuales presurizadas, una válvula reductora de presión y el tanque de flotación. [30] | Tienen tres compartimientos: cámara de sedimentación, cámara de digestión de lodos, área de ventilación y acumulación de natas. [30] | Compuesto por Cámara y concentrado de biogás, ductos del efluente, dispositivo de entrada de aguas residuales, manto de lodos, Afluentes[33] |
| <b>EFICIENCIA</b>   | DBO: 25-30%<br>SS: 40-70%<br>TURBIDEZ: 50% [31]   |     | DQO: 76.8 %<br>DBO: 55.4%<br>SST: 71.6% [33]  | SS= 40 al 50%<br>DBO =25 a 35%. [34]   | DQO = 50- 60 %,<br>DBO5 = 65-80 %,<br>SST = 67-81 %, [33]  |
| <b>COSTOS DE<br/>OPERACIÓN<br/>(ENERGÍA,<br/>MANTENIMIENTO)</b> | os costos de operación son de 1.39 \$/m <sup>3</sup> . Los costos de energía son bajos, pero tiene elevados costos de insumos [22]. |     | El costo de operación es de 1, 664 \$/m <sup>3</sup> [23].  | Costo de operación de 1.75 \$/m <sup>3</sup> , tiene elevados costos elevados de mantenimiento [22].                                 | El costo de operación es de 1,2 \$/m <sup>3</sup> ; ya que produce gas metano, y puede ser utilizado como fuente de energía. [12]            |

|                               |                          |   |                                      |      |                           |
|-------------------------------|--------------------------|---|--------------------------------------|------|---------------------------|
| <b>GENERACIÓN DE DESECHOS</b> | Alta generación de lodos | Los coagulantes generan lodo artificial el cual puede ser tratado con mayor facilidad y eficiencia. | Generación de lodos con malos olores | Baja | producción de fango. [12] |
|                               |                          |   |                                      |      |                           |

**Anexo 8.** Valorización de los factores de evaluación para la selección del tratamiento.

**Tabla 9: Criterios de puntuación para la selección del mejor tratamiento.**

| Pretratamiento                        |                      |         | tratamiento primario                  |                 |         | tratamiento terciario                 |                 |         |
|---------------------------------------|----------------------|---------|---------------------------------------|-----------------|---------|---------------------------------------|-----------------|---------|
| Factor                                | Criterio             | puntaje | Factor                                | Criterio        | puntaje | Factor                                | Criterio        | puntaje |
| Eficiencia de remoción                | Mayor a 15           | 3       | Eficiencia de remoción                | Mayor a 50      | 3       | Eficiencia de remoción                | Mayor a 95      | 3       |
|                                       | Entre 5-15           | 2       |                                       | Entre 25 y 50   | 2       |                                       | Entre 80 y 95   | 2       |
|                                       | Menor a 4            | 1       |                                       | Menor a 25      | 1       |                                       | Menor a 80      | 1       |
| Tiempo de retención del agua residual | Inmediato            | 3       | Tiempo de retención del agua residual | Menos de 1 hora | 3       | Tiempo de retención del agua residual | Menos de 1 hora | 3       |
|                                       | ente 30 y 60 minutos | 2       |                                       | ente 1y 5 horas | 2       |                                       | ente 1y 5 horas | 2       |
|                                       | 1 horas a más        | 1       |                                       | 5 horas a más   | 1       |                                       | 5 horas a más   | 1       |
| Disponibilidad de tecnología          | Buena                | 3       | Disponibilidad de tecnología          | Buena           | 3       | Disponibilidad de tecnología          | Buena           | 3       |
|                                       | Regular              | 2       |                                       | Regular         | 2       |                                       | Regular         | 2       |
|                                       | Mala                 | 1       |                                       | Mala            | 1       |                                       | Mala            | 1       |
| Generación de desechos                | Baja                 | 3       | Generación de desechos                | Baja            | 3       | Generación de desechos                | Baja            | 3       |
|                                       | Media                | 2       |                                       | Media           | 2       |                                       | Media           | 2       |
|                                       | Alta                 | 1       |                                       | Alta            | 1       |                                       | Alta            | 1       |
| Costo de operación y energía          | Bajo                 | 3       | COSTO DE OPERACION y energía          | Bajo            | 3       | Costo de operación y energía          | Bajo            | 3       |
|                                       | Medio                | 2       |                                       | Medio           | 2       |                                       | Medio           | 2       |
|                                       | Alto                 | 1       |                                       | Alto            | 1       |                                       | Alto            | 1       |

A

lto

1

**Anexo 9:** Matrices de enfrentamiento de pre – tratamientos, tratamientos primarios y terciarios.

**Tabla 10. Matriz de enfrentamiento de pre – tratamientos.**

| Criterios                             | porcentaje  | Desbaste  |               | Tamizado  |               | Desaceitado y desengrasado |               |
|---------------------------------------|-------------|-----------|---------------|-----------|---------------|----------------------------|---------------|
|                                       |             | puntaje   | puntaje total | puntaje   | puntaje total | puntaje                    | puntaje total |
| Eficiencia de remoción                | 23%         | 2         | 0,46          | 2         | 0,46          | 3                          | 0,69          |
| Tiempo de retención del agua residual | 8%          | 3         | 0,23          | 3         | 0,23          | 1                          | 0,08          |
| Disponibilidad de tecnología          | 23%         | 3         | 0,69          | 3         | 0,69          | 2                          | 0,46          |
| Generación de desechos                | 15%         | 3         | 0,46          | 1         | 0,21          | 2                          | 0,31          |
| Costo de operación y energía          | 31%         | 1         | 0,31          | 2         | 0,62          | 2                          | 0,62          |
| <b>Total</b>                          | <b>100%</b> | <b>12</b> | <b>2,15</b>   | <b>11</b> | <b>2,21</b>   | <b>10</b>                  | <b>2,15</b>   |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 11. Matriz de enfrentamiento de pre – tratamientos.**

| Criterios                             | porcentaje  | Sedimentación y/o decantación |               | Coagulación y floculación |               | Tanques de Imhoff |               | Reactor USB o RAFA |               |
|---------------------------------------|-------------|-------------------------------|---------------|---------------------------|---------------|-------------------|---------------|--------------------|---------------|
|                                       |             | puntaje                       | puntaje total | puntaje                   | puntaje total | puntaje           | puntaje total | puntaje            | puntaje total |
| Eficiencia de remoción                | 23%         | 2                             | 0,46          | 3                         | 0,69          | 2                 | 0,46          | 3                  | 0,69          |
| Tiempo de retención del agua residual | 8%          | 3                             | 0,23          | 2                         | 0,15          | 2                 | 0,15          | 1                  | 0,08          |
| Disponibilidad de tecnología          | 23%         | 2                             | 0,46          | 1                         | 0,23          | 2                 | 0,46          | 2                  | 0,46          |
| Generación de desechos                | 15%         | 2                             | 0,31          | 1                         | 0,15          | 1                 | 0,15          | 3                  | 0,46          |
| Costo de operación y energía          | 31%         | 2                             | 0,62          | 2                         | 0,62          | 2                 | 0,62          | 3                  | 0,92          |
| <b>Total</b>                          | <b>100%</b> | <b>11</b>                     | <b>2,08</b>   | <b>9</b>                  | <b>1,85</b>   | <b>9</b>          | <b>1,85</b>   | <b>12</b>          | <b>2,62</b>   |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 12. Matriz de enfrentamiento de tratamientos finales en la industria láctea.**

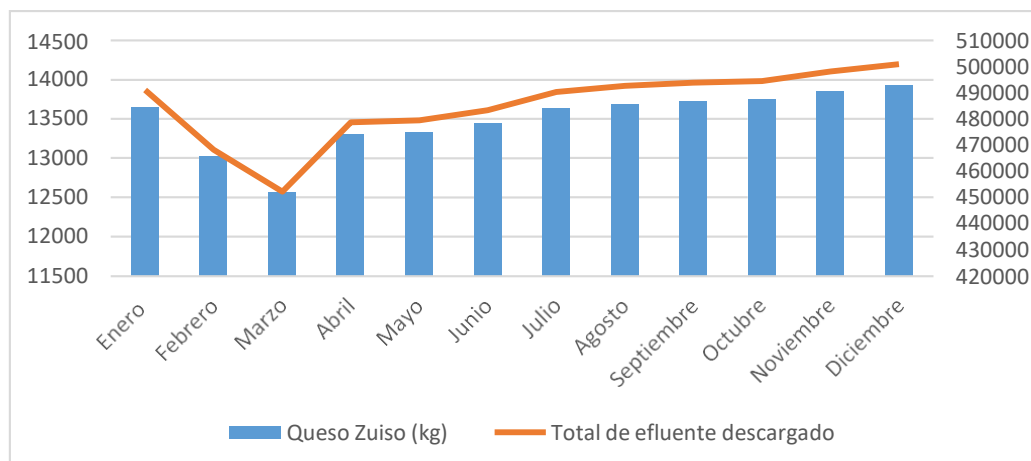
| Criterios                             | porcentaje  | Filtros biológicos<br>o Biofiltros |               | Electrocoagulación |               |
|---------------------------------------|-------------|------------------------------------|---------------|--------------------|---------------|
|                                       |             | puntaje                            | puntaje total | puntaje            | puntaje total |
| Eficiencia de remoción                | 23%         | 2                                  | 0,46          | 3                  | 0,69          |
| Tiempo de retención del agua residual | 8%          | 3                                  | 0,23          | 3                  | 0,23          |
| Disponibilidad de tecnología          | 23%         | 3                                  | 0,69          | 2                  | 0,46          |
| Generación de desechos                | 15%         | 3                                  | 0,46          | 2                  | 0,31          |
| Costo de operación y energía          | 31%         | 3                                  | 0,92          | 1                  | 0,31          |
| <b>Total</b>                          | <b>100%</b> | <b>14</b>                          | <b>2,77</b>   | <b>11</b>          | <b>2,00</b>   |

Fuente: elaboración propia.

**Anexo 10: Factores de evaluación.****Tabla 2: Factores de evaluación.**

| Factor                                | Matriz de ponderados |   |   |   |   | Conteo | Ponderado (%) |             |
|---------------------------------------|----------------------|---|---|---|---|--------|---------------|-------------|
|                                       | A                    | B | C | D | E |        |               |             |
| Eficiencia de remoción                | A                    | X | 1 | 1 | 0 | 1      | 3             | 23%         |
| Tiempo de retención del agua residual | B                    | 1 | X | 0 | 0 | 0      | 1             | 8%          |
| Disponibilidad de tecnología          | C                    | 1 | 1 | X | 0 | 1      | 3             | 23%         |
| Generación de desechos                | D                    | 1 | 0 | 0 | X | 1      | 2             | 15%         |
| Costo de operación y energía          | E                    | 1 | 1 | 1 | 1 | X      | 4             | 31%         |
| <b>Total</b>                          |                      |   |   |   |   |        | <b>13</b>     | <b>100%</b> |

Fuente: elaboración propi

**Anexo 11:** Cantidad de agua residual descargada por la planta láctea.**Figura 14. Comportamiento del agua descargada de la fabricación de queso.**

Fuente: Planta Láctea la Conga EIRL.

**Anexo 12:** Datos históricos de la descarga de agua residual por la planta láctea.**Tabla 16. cantidad de agua residual descargada del 2017 – 2020**

| Año  | Leche (L) | Leche (m3) | Queso Suizo (kg) | Suero (L) | Agua total utilizada (L) | Total de efluente descargado (L) | Total de efluente descargado (m3) |
|------|-----------|------------|------------------|-----------|--------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 2017 | 788 400   | 788,4      | 112 629          | 551 880   | 3 942 000                | 4 052 376                        | 4 052,4                           |
| 2018 | 928 800   | 928,8      | 132 686          | 650 160   | 4 644 000                | 4 774 032                        | 4 774,0                           |
| 2019 | 1 022 040 | 1 022,0    | 146 006          | 715 428   | 5 110 200                | 5 253 286                        | 5 253,3                           |
| 2020 | 1 133 100 | 1 133,1    | 161 871          | 793 170   | 5 665 500                | 5 824 134                        | 5 824,1                           |

Fuente: Planta Láctea la Conga EIRL.

**Anexo 13:** Especificaciones técnicas de los equipos utilizados para el tratamiento

**Tabla 15:** Especificaciones técnicas y diseño del desbaste.

| Descripción                              | medida | unidad |
|--|--------|--------|
| Ancho de las barras                      | 15     | mm     |
| Espesor de las barras                    | 15     | mm     |
| Altura de la las barras                  | 20     | mm     |
| Separación entre barra                   | 25     | mm     |
| Ángulo de inclinación de la barra        | 45°    |        |
| Ancho de la reja                         | 0,6    | m      |
| Largo de la reja                         | 0,8    | m      |
| Velocidad a través de las barras         | 0,45   | m/s    |
| Velocidad de entrada (Semi<br>limpia)    | 0,3    | m/s    |
| Velocidad de entrada (Semi<br>obstruida) | 0,6    | m/s    |
| Número de espacios reja 18               | 18     |        |
| Número de barras gruesa                  | 14     |        |

**Tabla 16.** Especificaciones del reactor USB.

|                        |                                 |  |
|------------------------|---------------------------------|--|
| <b>Capacidad</b>       | 20 800 L                        |  |
| <b>Altura</b>          | 5.49 m                          |  |
| <b>Diámetro</b>        | 3.00 m                          |  |
| <b>Peso aproximado</b> | Vacío: 1 ton<br>Lleno: 29.7 ton |  |
| <b>Flujo (l/s)</b>     | 0.75 - 1.2                      |  |

Fuente: Rotoplas.



Figura 6. Un sistema subterráneo típico de humedales construidos.

Fuente: Manual de Diseño: [31]

**Tabla 17. Dimensiones del biofiltro**

| Volumen de agua grises al humedal (m <sup>3</sup> /día = 1000L/día) | Tiempo pasado en el humedal construido (días) | Profundidad del sustrato (m) | Anchura (m) | Longitud (m) | Total Área (m <sup>2</sup> ) |
|---|---|------------------------------|-------------|--------------|------------------------------|
| 18,2  | 2   | 0,5                          | 4,6         | 12,4         | 57,04                        |

**Tabla 18. Especificaciones técnicas de tubo**

| Descripción       | Datos                         | Imagen |
|-------------------|-------------------------------|--------|
| Material          | Poli Cloruro de Vinilo (PVC). |        |
| Diámetro nominal  | 3 pulgadas (83 mm)            |        |
| Espesor           | 3,18 mm                       |        |
| Diámetro exterior | 90 mm                         |        |
| Diámetro interior | 80 mm                         |        |
| Peso/metro        | 0.2 kg.                       |        |
| Longitud          | 2 m                           |        |

**Tabla 19. Especificaciones técnicas de tubo**

|   |          |  |
|---|----------|--|
| Potencia                                | 1 HP     |  |
| Frecuencia                              | 60 hz    |  |
| Caudal máximo                           | 120 LPM  |  |
| Altura máxima de aspiración             | 5 m      |  |
| Altura máxima de descarga               | 29,7 m   |  |
| Velocidad de motor                      | 3450 RPM |  |
| Temperatura máxima del líquido bombeado | 50°C     |  |

**Tabla 18: Utilidades perdidas debido al retiro de algunos proveedores de leche.**

| Descripción                | Cantidad   |
|----------------------------|------------|
| Cantidad de proveedores    | 22         |
| Litros de leche por mes    | 3000       |
| Cantidad de queso          | 429        |
| Costo promedio/kg de queso | S/ 14,0    |
| Precio de venta            | S/ 25,0    |
| Utilidad / kg              | S/ 11,0    |
| Utilidad mensual           | S/ 275,0   |
| Utilidad anual             | S/ 3 300,0 |

**Tabla 18: Ingreso por aprovechamiento de terreno infértil, donde se vierte el efluente residual.**

| Descripción                             | Cantidad     |
|---|--------------|
| Área (m2)                               | 2130         |
| Rendimiento (sacos/m2)                  | 2049         |
| Cantidad total (sacos)                  | 81           |
| Precio de venta                         | S/ 90,00     |
| Ingresos                                | S/ 7 290,00  |
| Costos(semilla, tractor, abono, peones) | S/ 980,00    |
| Utilidad                                | S/ 6 310,00  |
| Nº de cosechas por año                  | 2            |
| Utilidad por año                        | S/ 12 620,00 |

**Tabla 19: Costos de operación y mantenimiento**

| Equipo                                | Potencia kW | Tiempo de consumo (h) | Energía (kW-h) | Costo unitario (kW/h) | Costo total (S/.)   |
|---------------------------------------|-------------|-----------------------|----------------|-----------------------|---------------------|
| Bomba centrífugas                     | 3,36        | 240                   | 806,4          | S/ 0,24               | S/ 193,54           |
| Descripción                           | Unidad      | Cantidad              | Costo unitario | Costo mensual         | Costo Anual         |
| Costo de energía (Bombas centrífugas) | KW-h        | 806,4                 | S/ 0,26        | S/ 209,66             | S/ 2 515,97         |
| Hidróxido de sodio.                   | kg          | 1,64                  | S/ 6,20        | S/ 10,17              | S/ 122,02           |
| Operario                              | personas    | 1                     | S/ 930,00      | S/ 930,00             | S/ 11 160,00        |
| Ingeniero Químico                     | personas    | 1                     | S/ 2 000,00    | S/ 2 000,00           | S/ 24 000,00        |
| Depreciación de equipos y accesorios  |             |                       |                |                       | S/ 6 107,62         |
| <b>Total</b>                          |             |                       |                | <b>S/ 3 149,83</b>    | <b>S/ 43 905,60</b> |

**Anexo 14:** Vertimiento del efluente al suelo

Figura 11: Terreno malgrado a causa del agua residual.

**Anexo 14:** Entrevista virtual realizada al comité agua del Centro poblado de Cadmalca.

**Cuestionarios de entrevistas.**

Cuestionario de entrevista a los integrantes del comité agua del centro poblado cadmalca.

¿Qué cargo ocupa en el comité de agua de Cadmalca?

¿Desde qué fecha viene ejerciendo usted dicho cargo?

¿Cuántos hogares hay en Cadmalca y en el sector la conga?

¿Qué usos le dan al agua de la red pública la población de Cadmalca?

¿En qué épocas del año la población tiene escasez de agua?

¿Cuáles es el sector de Cadmalca es el más afectado por la escasez de agua?

¿Cuál considera que son los principales motivos que genera la escasez de agua en dicho sector?



Figura 15: entrevista realizada por video llamada a los integrantes del comité del agua