

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**Caracterización de las aguas residuales
provenientes del camal de Quicapata vertidas al
sistema de alcantarillado de la EPSASA, Ayacucho-
2011.**

TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE: BIÓLOGO

ESPECIALIDAD EN BIOTECNOLOGÍA

PRESENTADO POR:

BACH. CORAS CAMPOS, Julio César

AYACUCHO-PERÚ

2012

A la memoria de mi

querida abuela Fidela.

**A mis padres, hermanos,
cuñados, sobrinos y amigos
por su apoyo y comprensión
en mi formación profesional.**

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, mi *alma máter*.

A la Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento de Ayacucho S.A. (EPSASA), por su apoyo, sin el cual no hubiera sido posible la materialización y conclusión de este trabajo de investigación.

A la Facultad de Ciencias Biológicas por haberme acogido durante mi formación profesional.

A los docentes de la Escuela de Formación Profesional de Biología quienes me brindaron sus conocimientos y sabiduría durante mi formación académica, humanitaria y científica.

Mi más profundo agradecimiento a la Blga. Sonia Pafomino Felices y al Ing. Julio Hinostroza Molero, asesores del presente trabajo de investigación, por su valiosa colaboración, su enseñanza, su paciencia y dedicada orientación que hizo posible la materialización del presente.

Al personal de la EPSASA, Ing. Edwin Rodríguez Quispe Jefe del área de redes, Ing. Wilson Lázaro Sacca, Asistente de Control de Calidad de Agua Potable y a todas y cada una de las personas que apoyaron desinteresadamente en la culminación del presente trabajo.

Al Blgo. Reynan Córdor Alarcón y a la Blga. Katherine Taco Quispe.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	MARCO TEÓRICO.....	4
2.1.	Antecedentes.....	4
2.2.	Generalidades.....	9
2.2.1.	Industrias cá m i c a s.....	9
2.2.1.1	Actividades de las industrias cá r n i c a s	10
2.2.2.	Aguas residuales.....	13
2.2.2.1	Clasificación de las aguas residuales de acuerdo a su origen...	15
2.2.2.1.1	Aguas residuales domésticas.....	15
2.2.2.1.2	Aguas residuales industriales.....	15
2.2.2.1.3	Infiltración y caudales adicionales.....	16
2.2.2.1.4	Aguas pluviales.....	16
2.2.2.2	Características de las aguas servidas.....	16
2.2.2.3	Efecto de contaminación por las aguas residuales.....	17
2.2.3	Materia orgánica.....	19
2.2.4	Indicadores de contaminación en aguas residuales no domésticas.....	19
2.2.4.1	Demanda bioquímica de oxígeno.....	19
2.2.4.2	Demanda química de oxígeno.....	21
2.2.4.3	Sólidos suspendidos totales.....	21
2.2.4.4	Aceites y grasas.....	22
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
IV.	RESULTADOS.....	33
V.	DISCUSIÓN.....	50
VI.	CONCLUSIONES.....	63
VII.	RECOMENDACIONES.....	65
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
	ANEXOS.....	72

RESÚMEN

Las aguas residuales de la industria cárnica (camal) contienen altas concentraciones de materia orgánica, sólidos suspendidos, grasas, etc. la composición y concentración de estas aguas varían dependiendo del número de animales sacrificados, eficiencia en la separación de vísceras y trozos de grasas del agua residual, manejo y consumo de agua por animal sacrificado. Por ello el vertido de las aguas residuales del camal sin tratamiento hacia el sistema de alcantarillado causa un impacto ambiental negativo. Debido a ello y en base al anexo N° 01 del Decreto Supremo 021-2009-VIVIENDA se planteó el presente trabajo de investigación, el cual se realizó durante los meses de noviembre, diciembre del 2011, enero y febrero del 2012, con la finalidad de caracterizar y determinar la calidad del agua residual vertido al sistema de alcantarillado.

Los análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) y Aceites y Grasas (AyG) se realizaron tanto en los laboratorios de la PTAR - Totorá y el laboratorio de la PTAP - Quicapata, para la determinación de aceites y grasas se utilizó el método de extracción en Soxhlet (Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, 1992) y para determinar la demanda bioquímica de oxígeno se realizó por el método respirométrico con el equipo OXITOP. Mientras que los parámetros denominados Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST) fueron determinados por el laboratorio Certi Min S.A. acreditado por la INDECOPI.

En la investigación se obtuvo los valores promedios para: DBO_5 de 2 710,00 mg/L, para AyG de 108,67 mg/L, para DQO de 5 477,00 mg/L y para SST de 1 042,62 mg/L. Estos resultados indican que el camal de Quicapata no cumple con los valores máximos admisibles establecido en el D.S. 021-2009-VIVIENDA porque los cuatro parámetros exceden lo establecido en las normas.

Palabra clave: PTAR, PTAP, DBO_5 , DQO, SST, aguas residuales, A y G.

I. INTRODUCCIÓN

En nuestra sociedad, es común la presencia de camales o centros de beneficio de animales, los cuales brindan servicios a los ganaderos y expendedores de carnes con el fin de abastecer de estos productos a la población de influencia. Se sabe que en estos centros se utilizan agua potable en grandes volúmenes, del mismo modo entendemos que la descarga que se realiza hacia el sistema de alcantarillado también debe ser considerable.

Hoy en día la industria dedicada a la comercialización de la carne, ha sufrido un incremento en cuanto a la producción, debido al incremento de la población, por lo que la cantidad de animales sacrificados aumentó en comparación a años anteriores.

La calidad de aguas residuales no domésticas vertidas hacia el sistema de alcantarillado, es regulada por Normas Legales, las cuales proporcionan Valores Máximos Admisibles (VMA) para la descarga al sistema de alcantarillado, tal es el caso del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA, que proporciona los Valores Máximos Admisibles para descargas, priorizando parámetros como: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Aceites y Grasas (AyG), Demanda Química de Oxígeno

(DQO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST), mencionados en el anexo N° 01 de dicho Decreto Supremo (El Peruano, 2009).

La norma mencionada, regula mediante Valores Máximos Admisibles las descargas de aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario a fin de evitar el deterioro de las instalaciones, infraestructura sanitaria, maquinarias, equipos y asegurar su adecuado funcionamiento, garantizando la sostenibilidad de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales.

Siendo este tema un problema de interés ambiental y que en la actualidad podría estar perjudicando al proceso de tratamiento de las aguas residuales o al sistema de alcantarillado, se planteó la siguiente investigación: Caracterización de las aguas residuales provenientes del camal de Quicapata vertidas al sistema de alcantarillado de la EPSASA. Ayacucho 2011. Teniendo el siguiente objetivo general:

- Caracterizar las aguas residuales del camal Quicapata vertidas al sistema de alcantarillado.

Objetivos específicos:

- Determinar la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) en mg/L, en las aguas residuales provenientes del camal Quicapata vertidas al sistema de alcantarillado.
- Determinar la concentración de aceites y grasas (AyG) en mg/L, en las aguas residuales provenientes del camal Quicapata vertidas al sistema de alcantarillado.
- Determinar la concentración de la demanda química de oxígeno (DQO) en mg/L, en las aguas residuales provenientes del camal Quicapata vertidas al sistema de alcantarillado.

- Determinar la concentración de sólidos suspendidos totales (SST) en mg/L en las aguas residuales provenientes del camal Quicapata vertidas al sistema de alcantarillado.
- Determinar si los valores obtenidos de estos parámetros exceden los Valores Máximos Admisibles (VMA) para la descarga al sistema de alcantarillado.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

Muñoz (2004), en su trabajo Sistema de tratamiento de aguas residuales de matadero para una población menor a 2 000 habitantes, caracteriza las agua residual proveniente del sacrificio de los animales previo al tratamiento de éstas aguas, priorizando parámetros como DBO₅, AyG, DQO y SST, en la cual determina que estas aguas residuales presentan las siguientes concentraciones DBO₅: 1 770,7mg/L, AyG 106,5 mg/L, SST: 376 mg/L y DQO: 3 379,3 mg/L.

La Comisión Nacional de Medio Ambiente (1998) de Chile, caracterizó las aguas residuales de cuatro diferentes centros de beneficio en la localidad de Santiago de Chile como parte de su investigación, reportando valores de parámetros característicos como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 01: Concentraciones de contaminantes en residuos líquidos de mataderos chilenos

COMPONENTES	UNIDADES	MATADEROS			
		1	2	3	4
DQO	mg/l		8.000	6.400	11.950
DBO	mg/l	1.204	1.700	1.100	7.000
SST	mg/l	965	920	890	1.100
Grasas y Aceites	mg/l	717	79	340	114
pH	--	10	7.9	7	7.2

FUENTE: CONAMA 1998 (Santiago - Chile).

Chaux en el 2009, en su trabajo: producción más limpia y viabilidad de tratamiento biológico para efluentes de mataderos en pequeñas localidades concluye que, después de la evaluación de las características físico químicas del efluente proveniente del proceso de sacrificio de reses y porcinos en el municipio de El Tambo (Colombia), obtiene las siguientes concentraciones para cada parámetro: DBO₅ (1 829±486,3 mg/L, 36 datos), DQO (9 024±945,5 mg/L, 24 datos), SST (1 357±153 mg/L, 16 datos) y AyG (79±13,4 mg/L, 16 datos), el resultado menciona que existe elevado nivel de contaminación de estas aguas residuales por lo que no debe ser vertido directamente al alcantarillado o a un cuerpo receptor.

López y col. En el 2008, realizaron el estudio comparativo entre un proceso fisicoquímico y uno biológico para tratar agua residual de camal, en este trabajo de investigación se caracterizó las aguas residuales del matadero municipal de Celaya (Guanajuato - México) previo a los tratamientos, obteniendo los siguientes valores promedios DQO: 6 363 mg/L, para la DBO₅: 5 143 mg/L, para AyG: 197 mg/L y para SST: 4 144 mg/L.

Jhoniers e Ignacio en el 2004 reportan, en el boletín electrónico informativo sobre manejo ambiental de residuos en mataderos de pequeños municipios, la caracterización de las aguas residuales del camal municipal de Marsella (Risaralda - Colombia) en una jornada de muestreo que fue realizada el día 30 de marzo del 2004, entre las 11:00 a.m. y las 3:00 p.m. en donde el valor obtenido para DQO: es 8 766 mg/L, para AyG:

141,9 mg/L, para SST: 1 242,9 mg/L y para DBO₅: 2 927,5 mg/L, estas concentraciones fueron obtenidos a partir de una muestra compuesta.

Los mataderos de aves producen gran cantidad de aguas residuales que contienen altas concentraciones de materia orgánica biodegradable, materia en suspensión y coloidal tales como proteínas y celulosa. Debido a las restricciones legales, incremento en los costos de tratamiento y conciencia ambiental de los consumidores, el tratamiento de aguas residuales ha emergido con mayor preocupación, no solamente en el procesamiento de aves sino también en la industria de la carne en general (Bayramoglu y col., 2006).

Los compuestos orgánicos e inorgánicos se encuentran en aguas residuales procedentes de instalaciones industriales diversas. A diferencia de las aguas residuales domésticas, los efluentes industriales contienen con frecuencia sustancias que no se eliminan por un tratamiento convencional, bien por estar en concentraciones elevadas, o bien por su naturaleza química. Muchos de los compuestos orgánicos e inorgánicos que se han identificado en aguas residuales industriales son objeto de regulación especial debido a su toxicidad o a sus efectos biológicos a largo plazo (Rodríguez y col., 2006).

Las aguas residuales de un camal municipal son altamente contaminantes debido a su elevada carga orgánica, con una demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de 5 000-10 000mg/L por lo que provocan un alto impacto ambiental en receptores de cuerpos de agua y en suelo (Massé y Massé., 2000).

Así, la elevada concentración de materia orgánica (MO) reduce la concentración de oxígeno disuelto en el cuerpo de agua, provocando la muerte de especies acuáticas (Balladares, 1998).

Además, las aguas residuales de camal contienen una gran cantidad de microorganismos patógenos tales como *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio cholerae* y virus, entre muchos otros, los cuales generan un gran número de enfermedades como fiebre tifoidea, disentería, cólera, hepatitis, etc (Veall, 1997).

En el comercio de ganado y de la carne prevalecen hoy en día los criterios subjetivos de calidad que imponen los comerciantes y que son claramente opuestos a los criterios sanitarios, ambientales y organolépticos exigidos por los estándares internacionales para proteger el medio ambiente y mejorar la calidad de vida de las poblaciones. Por otra parte, también es innegable que con respecto a los aportes medioambientales de la actividad al desarrollo sostenible, aún hay mucho por hacer; como lo demuestran las siguientes cifras en Colombia:

- El 99% de los mataderos en el país no cuenta con un sistema de tratamiento adecuado de aguas residuales.
- El 93% vierte sus aguas residuales directamente a un cuerpo de agua, al alcantarillado o a campo abierto.
- El 84% vierte el contenido ruminal directamente a los cuerpos de agua o en campo abierto.
- El 33% no hace en lo absoluto ningún uso de la sangre resultante de los procesos de sacrificio y faenado (Jhoniers e Ignacio., 2004).

Debe considerarse desde los puntos de vista económico, tecnológico y de disponibilidad de terreno, que entre mayor sea la carga orgánica que recibe un sistema de tratamiento de aguas residuales su tamaño deberá ser mayor, y a mayor concentración del vertimiento la solución tecnológica a implementar deberá ser más compleja y por consiguiente, más costosa. Por lo tanto, se asume en este caso el manejo preventivo de los residuos sólidos orgánicos y la sangre como un paso previo a la depuración en sí de las aguas residuales y como el primer componente del sistema de tratamiento de las mismas (Jhoniers e Ignacio., 2004).

El nitrógeno y el fósforo son los que provocan problemas de eutrofización de los canales receptores. La eutrofización es un proceso de evolución temporal en el que el agua enriquecida de materia orgánica, provoca un aumento de plantas acuáticas. Esto transforma el canal en zona pantanosa y por último en terreno seco. Este proceso es posible acelerarlo con la adición de nutrientes, como es el caso de los vertidos de mataderos (García, 2003).

Con la ausencia de tratamiento, las aguas negras son por lo general vertidas en aguas superficiales, creando un riesgo obvio para la salud humana y el medio ambiente. En Latinoamérica, muchas corrientes son receptoras de descargas directas de residuos domésticos e industriales (Reynolds, 2002).

Sin embargo, las cargas altas de grasas emulsificadas como las provenientes de mataderos, frigorífico, lavanderías y otras industrias causan serios problemas de mantenimiento en las plantas de tratamiento (UDB, 2004).

2.2. GENERALIDADES

2.2.1. Industrias cárnicas

Las industrias cárnicas comprenden principalmente los mataderos y las industrias de transformación de la carne. En este sentido, los mataderos constituyen el primer eslabón de la industria cárnica puesto que en ellos se obtiene, a partir de animales vivos, la carne para el consumo o para su transformación posterior en otros productos cárnicos. Mientras que las industrias cárnicas de transformación son empresas cuya finalidad es elaborar productos alimenticios en los que la materia prima fundamental es la carne (Caldera, 2009).

En este orden de ideas, los mataderos se clasifican dependiendo del proceso requerido en:

- a) **Mataderos municipales:** se limitan a la prestación de un servicio al usuario, suministrando la carne fresca a una localidad sin un objetivo de productividad o aprovechamiento de subproductos (Caldera, 2009).
- b) **Mataderos industriales:** se limitan al sacrificio y transformación de la carne obtenida, pero no venden carne fresca (Caldera, 2009).

Entre los productos y subproductos obtenidos en las industrias cárnicas se encuentran: las carnes frescas y congeladas, grasas, curados, jamón, salchichas, y varios: huesos, vísceras, cueros, pieles, pelos, plumas, cuernos, sangre, entre otros (Caldera, 2009).

Según la procedencia de los animales, los productos de la industria cárnica pueden ser productos ganaderos: los que provienen de animales

mamíferos, incluyendo especies domésticas o silvestres, productos avícolas cuando provienen de aves y productos de la pesca. En tal sentido, los principales animales productores de carne son: el ganado vacuno, ovino, porcino, caprino y las aves, en número menos importante conejos y equinos. Existen otros animales productores de carne como: ciervos y avestruces, cuya importancia es muchísimo menor (Caldera, 2009).

2.2.1.1. Actividades de las industrias cárnicas

Las actividades de la industria cárnica de bovinos y porcinos se inician con la cría y engorde de los animales en las fincas o granjas, una vez finalizado el ciclo de engorde los animales son transportados hasta las plantas de beneficio donde van a ser sacrificados, inmediatamente se continúa con el desposte, corte, refrigeración y congelación. Además de la carne, durante estos procesos se obtienen algunos subproductos comestibles y no comestibles (sangre, vísceras, grasas, cuero, entre otros) que se envían a plantas recuperadoras de residuos sólidos y líquidos que deben recibir tratamiento correspondiente. Algunas carnes son transformadas en industrias para tal fin, donde se elaboran carnes embutidas, maduras y frías. Finalmente los productos son comercializados y distribuidos (Caldera, 2009).

A continuación se describen las etapas del proceso de beneficio y operaciones posteriores (faenado) de bovinos y porcinos:

2.2.1.1.1. Recepción de los animales

Es el paso de los animales, provenientes de las granjas, desde el medio de transporte (generalmente camión) hasta los corrales de alojamiento, mediante rampas de desembarco. Los animales se conducen por mangas

y pasillos a los corrales. En esta etapa se realiza la inspección sanitaria (*ante mortem*) con la finalidad de detectar la presencia de enfermedades y separar los animales sanos de los enfermos. Los animales deberán permanecer de 12 a 24 horas en los corrales (estabulación), bajo ayuno y dieta hídrica con la finalidad de proporcionarles descanso digestivo y corporal. Posteriormente se realiza el lavado con agua fría, antes de la matanza (Caldera, 2009).

2.2.1.1.2. Aturdimiento (insensibilización)

Se realiza para producir la pérdida del conocimiento de los animales antes de ser desangrados. Para la insensibilización se emplean varios procedimientos, generalmente para el ganado vacuno, ovino y equino se utilizan las pistolas de bala cautiva, mientras que para el porcino se emplean las descargas eléctricas y en algunos casos dióxido de carbono (Caldera, 2009).

En este caso, en el camal de Quicapata, el aturdimiento se logra con ayuda de un cuchillo proporcionándoles un punzón en la altura de la nuca para los bovinos y en el pecho para los porcinos.

2.2.1.1.3. Colgado

Después del aturdimiento se realiza el colgado, colocando un grillete en la extremidad izquierda y elevando (grillete y animal) con ayuda de grúa hasta el riel de sangría (Caldera, 2009).

2.2.1.1.4. Desangrado

En esta etapa se hace un corte a nivel del cuello (detrás de la mandíbula inferior) seccionando los vasos sanguíneos y provocando la salida de la sangre y muerte del animal (Caldera, 2009).

2.2.1.1.5. Desollado (vacunos y ovinos)

Consiste en separar la piel del vacuno desde el cuello, esternón vientre y cabeza. Adicionalmente, se separan las patas, cuernos, orejas y cabezas, los cuales son lavados y almacenados. Luego se realiza la transferencia desde el riel de sangría (alto) hasta el riel de trabajo (bajo). El desuello continúa con la eliminación de la piel de los muslos, caderas, vientre, ingle, costillas y genitales. Para posteriormente realizar una abertura de la línea ventral para el desuello del tórax, brazo, antebrazo, pecho y espalda (Caldera, 2009).

2.2.1.1.6. Escaldado de porcinos

Una vez que termina la sangría, los porcinos son lavados para pasar al escaldado. Este proceso se realiza para ablandar el pelo que cubre la superficie del animal y consiste en sumergirlo en agua caliente. Seguidamente el porcino se coloca en una mesa donde se puede completar el depilado, retirando la totalidad de las cerdas. Posteriormente, se realiza un corte en la extremidad trasera y se coloca un gancho suspensor de donde el animal se iza en el riel de trabajo y continua el proceso de faenado (Caldera, 2009).

2.2.1.1.7. Eviscerado

Después del desollado (vacunos y ovinos) o escaldado (porcinos) se procede a la evisceración; para ello se practica una amplia incisión a lo largo de la línea media abdominal. Durante esta etapa se debe ligar el esófago y el recto para evitar contaminación procedente del tracto intestinal. Posteriormente se extraen las vísceras pélvicas abdominales y torácicas, además de otros materiales. Una vez eviscerado los animales se dividen por medio de una sierra (Caldera, 2009).

2.2.1.1.8. Lavado y limpieza de carnes

En esta etapa las carnes son lavadas con abundante agua, para evitar la contaminación por microorganismos y restos de sangre, y posteriormente pasan a la refrigeración y congelamiento. Simultáneamente se realiza la segunda inspección sanitaria (*post mortem*) para verificar el estado de la carne y los subproductos (Caldera, 2009).

2.2.1.1.9. Refrigeración y congelamiento

Se realizan con la finalidad de preservar las carnes. Finalmente se transportarán a los puntos de venta (Caldera, 2009).

2.2.1.1.10. Lavado de instalaciones

Se debe considerar la limpieza y desinfección de las instalaciones y equipos como parte del proceso productivo. Para llevar a cabo la limpieza se emplean grandes cantidades de agua (Caldera, 2009).

2.2.2. Aguas residuales

Llamamos aguas residuales a los líquidos procedentes de la actividad humana, que llevan en su composición gran parte de agua y que generalmente son vertidos a cursos o masas de aguas continentales o marinas (Seoáñez, 1995).

Las aguas residuales pueden definirse como las que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias, siendo recogidas por la red de alcantarillado que la conducirá hacia un destino apropiado (Rolim, 2000).

Según la Organización Panamericana de la Salud (1990), son vocablos sinónimos "líquido cloacal", "aguas servidas", "líquido residual" o "aguas usadas", se emplean para llamar a aquellas aguas de abastecimiento

que, habiendo sido usadas para fines diversos, acusan en su composición la presencia de sustancias extrañas provenientes de los domicilios, comercios, restaurantes, garajes, industrias, infiltración. Cuando estos líquidos son recolectados en sistemas de alcantarillado sanitario la mezcla demuestra composición diferente a la que tenía cada componente. El origen de las aguas residuales puede ser muy diverso ya que depende de la fuente que emita el contaminante.

Según Miller (2002), los contaminantes de las aguas residuales provienen de fuentes puntuales y no puntuales. Las fuentes puntuales están ubicadas en lugares específicos fáciles de identificar, regular y controlar, ejemplo de éstas se pueden mencionar las fábricas, minas, pozos petroleros, residencias, entre otras; mientras que fuentes no puntuales no pueden asociarse con ningún lugar de vertido concreto, como ejemplo se citan la escorrentía desde la superficie de terrenos como cultivos, corrales y calles.

Las aguas servidas tienen un aspecto de líquido grisáceo, parduzco de olor característico aunque no repugnante, excepto cuando se encuentra en pleno periodo de putrefacción (OPS, 1990).

Las aguas servidas son inestables, biológicamente degradables y capaces de originar olores ofensivos (OPS, 1990).

El agua residual puede definirse como agua de composición variada proveniente de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos y, en general, de cualquier otro uso, que por su naturaleza no puede utilizarse nuevamente en el proceso que la generó (Velázquez y col., 2002).

Las aguas residuales son aquellas producidas como consecuencia de actividades urbanas, agrícolas o industriales, que portan sustancias

indeseables de diversa naturaleza y peligrosidad en función del proceso en que han sido producidas (Arenas, 2000).

De acuerdo con la procedencia del agua residual es posible hacer una predicción del tipo de contaminantes que contendrá el agua. Sin embargo, para poder caracterizar con precisión el tipo de contaminante descargada y, más aún, la concentración con que se descarga, es necesario llevar a cabo muestreos y determinaciones analíticas (Velázquez y col., 2002).

Las aguas residuales antes de ser vertidas a las masas receptoras, deben recibir un tratamiento adecuado, capaz de modificar sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas al límite de evitar que su disposición provoque problemas graves de contaminación en el cuerpo de agua receptor (Cárdenas y col., 2007).

2.2.2.1. Clasificación de las aguas residuales de acuerdo a su origen

2.2.2.1.1. Aguas residuales domésticas (A.R.D)

Son aquellas utilizadas con fines higiénicos (baños, cocinas, lavanderías, etc.). Consisten básicamente en residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidráulicas de la edificación también en residuos originados en establecimientos comerciales, públicos y similares (Bojaca, 2007).

2.2.2.1.2. Aguas residuales industriales

Se denominan a las aguas residuales provenientes de las descargas de industrias de manufactura (OPS, 1990).

Son residuos líquidos generados en los procesos industriales. Poseen características específicas, dependiendo del tipo de industria que la produzca (Rolim, 2000).

2.2.2.1.3. Infiltración y caudales adicionales

Las aguas de infiltración penetran en el sistema de alcantarillado a través de los tuberías defectuosas, tuberías de inspección y limpieza, etc. Hay también aguas pluviales que son descargados por medio de varias fuentes, como canales, drenajes y colectores de aguas de lluvia que descargan grandes cantidades de agua (Rolim, 2000).

2.2.2.1.4. Aguas pluviales

Son aguas de lluvias, que descargan grandes cantidades de agua sobre el suelo, parte de estas aguas es drenada y otra escurre por la superficie, arrastrando arena, tierra, hojas y otros residuos que puedan estar sobre el suelo (Rolim, 2000).

2.2.2.2. Característica de las aguas servidas

Según la Organización Panamericana de la Salud (1990) deben ser consideradas desde tres puntos de vista: concentración, composición, condición.

- **Concentración.-** Es la proporción en la que la materia sólida se halla diluida, lo cual, en términos generales, depende del consumo de agua. En ciudades de alto consumo, por ejemplo, las aguas servidas serán menos concentradas.
- **Composición.-** Depende de la cantidad de materias residuales extrañas lo cual, como es de esperarse, está en relación con el origen de las aguas servidas. Por ejemplo la dieta o alimentación de los pobladores influye en la composición.
- **Condición.-** Es distinto en cada momento dependiendo del tiempo transcurrido entre su entrega y la evacuación o tratamiento, lo cual se debe a fenómenos biológicos que se llevan a cabo.

Romero, (1996) plantea: Dadas las características y variaciones en la descarga de aguas residuales, al sistema de alcantarillado, el tipo o sistema de alcantarillado usado, la diferencia en las costumbres de la comunidad aportante, el régimen de operación de las industrias servidas, el clima, etc., los caudales de las aguas residuales oscilan ampliamente durante el año, cambian de un día a otro y fluctúan de una hora a otra. Cuando la infiltración es alta o existen conexiones de aguas de lluvias, el régimen de lluvias puede influir notablemente sobre el caudal y por ende sobre las características del agua residual.

2.2.2.3. Efecto de contaminación por las aguas residuales

Toda agua residual afecta en alguna manera la calidad de la fuente o cuerpo de agua receptor. Sin embargo, se dice que un agua residual causa contaminación solamente cuando ella introduce condiciones o características que hacen el agua de la fuente o cuerpo receptor inaceptable para el uso propuesto de la misma (Romero, 1996).

En el cuadro N° 02 se presenta en forma muy breve y generalizada, los efectos más importantes de los principales agentes de contaminación de las aguas residuales

Cuadro N° 02: Principales contaminantes y efectos más importantes de las aguas residuales.

Contaminante	Causa de su importancia
Sólidos suspendidos.	Pueden conducir al desarrollo de depósitos de lodos y condiciones anaerobias cuando se descargan A.R. crudas en el medio acuático.
Materia orgánica biodegradable.	Está compuesta principalmente de proteínas, carbohidratos y grasas. Si no es removida puede producir agotamiento de oxígeno disuelto de la fuente receptora y desarrollo de condiciones sépticas.
Patógenos.	Producen enfermedad.
Nutrientes.	El C, N y P son nutrientes. Cuando se descargan en las aguas residuales pueden producir crecimiento de vida acuática indeseable. Cuando se descargan en cantidad excesiva sobre el suelo pueden producir contaminación del agua subterránea.
Materia orgánica refractaria.	Resiste tratamiento convencional. Por ejm. Detergentes, fenoles y pesticidas agrícolas.
Metales pesados.	Proviene de aguas residuales comerciales e industriales y es posible que deban ser removidos para reuso del agua.
Sólidos inorgánicos disueltos.	Algunos como el calcio, sodio y sulfatos son agregados al suministro doméstico original como resultado del uso y es posible que deban ser removidos para reuso de agua.

Fuente: Romero, 1996.

2.2.3. Materia orgánica

Los grupos principales son las proteínas, los hidratos de carbono, las grasas y los productos de descomposición. Todas estas sustancias se descomponen por la acción bacteriana. Cerca del 75 % de los sólidos en suspensión y del 40 % de los sólidos filtrables de un agua residual de concentración media son de naturaleza orgánica. Son sólidos que provienen de los reinos animal y vegetal, así como de las actividades humanas relacionadas con la síntesis de compuestos orgánicos. Los principales grupos de sustancias orgánicas presentes en el agua residual son las proteínas (40-60 %), hidratos de carbono (25-50%), y grasas y aceites (10%) (Ortega, 2007).

2.2.4. Indicadores de contaminación en aguas residuales no domésticas

Según el Decreto Supremo N° 021-2009- VIVIENDA legisla las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario mediante los Valores Máximos Admisibles (VMA) e indica en su anexo N° 01 que parámetros como: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendedos Totales (SST) y Aceites y Grasas (AyG); son considerados como los indicadores que determinan la calidad de un agua residual para el caso de la industria cárnica (El Peruano, 2009).

2.2.4.1. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5)

La demanda bioquímica de oxígeno está relacionada a toda la materia orgánica biodegradable en una muestra de agua. Durante la degradación oxidativa de la materia orgánica, microorganismos aeróbicos consumen el oxígeno presente en el agua como gas disuelto. La demanda bioquímica

de oxígeno es expresada como peso del oxígeno consumido por unidad de volumen del agua durante un periodo de tiempo y a una temperatura definida. Para una completa oxidación biológica a 20 °C, se requiere un periodo entre 21 y 28 días. Considerando que estos periodos son muy largos en comparación a requerimientos prácticos, convencionalmente la medida es hecha después de 5 días de incubación, tiempo en el cual la suma de oxígeno consumido corresponde más o menos a un 70% del total del consumo de un periodo de 21 - 28 días (Velp Científica 2001).

La DBO es un método usado con mayor frecuencia en el campo de tratamiento de las aguas residuales. Si existe suficiente oxígeno disponible, la descomposición biológica de un desecho orgánico continuará hasta que el desecho se haya consumido. Tres actividades más o menos diferenciadas pueden ocurrir. Primero, una parte de los desechos se oxida a productos finales y con ellos los microorganismos obtienen energía para el mantenimiento de las células y la síntesis de nuevo tejido celular. Simultáneamente, otra fracción del desecho se convierte en tejido celular nuevo empleando la energía liberada durante la oxidación. Por último, cuando se consume la materia orgánica, las nuevas células empiezan a consumir su propio tejido celular con el fin de obtener energía para el mantenimiento celular; este tercer proceso es llamado respiración endógena (Tchobanoglous, 2000).

Los resultados de los ensayos de DBO_5 se emplean para:

1. Determinar la cantidad aproximada de oxígeno que se requerirá para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente.
2. Dimensionar las instalaciones de tratamiento de aguas residuales.
3. Medir la eficacia de algunos procesos de tratamiento.

4. Controlar el cumplimiento de las limitaciones a que están sujetos los vertidos (Tchobanoglous, 2000).

2.2.4.2. Demanda química de oxígeno (DQO)

Es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno por litro (mg/L). Aunque este método pretende medir principalmente la concentración de materia orgánica, sufre interferencias por la presencia de sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas (sulfuros, sulfitos, yoduros), que también se reflejan en la medida. Es un método aplicable en aguas continentales (ríos, lagos o acuíferos), aguas negras, aguas pluviales o agua de cualquier otra procedencia que pueda contener una cantidad apreciable de materia orgánica. Este ensayo es muy útil para la apreciación del funcionamiento de las estaciones depuradoras. No es aplicable, sin embargo, a las aguas potables, ya que al tener un contenido tan bajo de materia oxidable la precisión del método no sería adecuada (Colaboradores de Wikipedia, 2012).

2.2.4.3. Sólidos suspendidos totales (SST)

Los sólidos en suspensión están formados por partículas que se mantienen dispersas en el agua en virtud de su naturaleza. Éstos sólidos no sedimentan por gravedad cuando el agua está en reposo, tal como si ocurre con los sólidos sedimentables (Cárdenas, 2005).

Esto se debe a que las partículas coloides poseen carga eléctrica semejante, propiedad que las mantiene en suspensión por repulsión electrocinética. Los sólidos suspendidos determinan en gran parte el color aparente del agua y la profundidad hasta la cuál penetra la luz del

sol, es decir la franja aeróbica y fotosintética de un reservorio o cuerpo de agua, del mismo modo los sólidos suspendidos también están estrechamente relacionados con la turbidez del agua (Cárdenas, 2005).

El hecho de que todas las partículas posean la misma carga eléctrica, hace que estas se repelan unas a otras y que se mantengan en suspensión, merced a un movimiento constante o caótico que se conoce como "movimiento browniano" (Cárdenas, 2005).

Así, la estabilidad de los "sólidos en suspensión" depende, fundamentalmente, de fuerzas electrocinéticas, mientras que la de los "sólidos sedimentables" depende enteramente de fuerzas gravimétricas y de la fuerza de arrastre de la corriente. Por esta razón los segundos sedimentan, mientras que los primeros no (Cárdenas, 2005).

2.2.4.4. Aceites y grasas (AyG)

En el lenguaje común, se entiende por grasas y aceites el conjunto de sustancias insolubles en agua, que flotan formando natas, películas y capas iridiscentes sobre el agua, muy ofensivas estéticamente (Ortega, 2007).

Son los compuestos orgánicos más estables y por tanto, de más difícil descomposición bacteriana. Proviene principalmente de los desperdicios de cocinas, restos de jabones, heces, residuos de garajes, lavanderías, etc. (Cajigas, 1998).

Las grasas y los aceites son compuestos de alcohol (ésteres) o glicerol (glicerina) y ácidos grasos. Los glicéridos de ácidos grasos que se presentan en estado líquido a temperaturas normales se denominan aceites, mientras que los que se presentan en estado sólido reciben el nombre de grasas. Químicamente son muy parecidos, y están compuestos por carbono, oxígeno e hidrógeno en diferentes

proporciones. La diferencia entre la grasa y el aceite está en su densidad (Tchobanoglous, 2000).

La determinación analítica de grasas y aceites no mide una sustancia específica sino un grupo de sustancias susceptibles de disolverse en hexano, incluyendo ácidos grasos, jabones, grasas, ceras, hidrocarburos, aceites y cualquier otra sustancia extractable con hexano (Toapanta, 2004). En aguas, los aceites, las grasas y las ceras son los principales lípidos de importancia. El parámetro grasas y aceites incluye los ésteres de ácidos grasos de cadena larga, compuestos con cadenas largas de hidrocarburos, comúnmente con un grupo ácido carboxílico en un extremo, materiales solubles en solventes orgánicos, pero muy insolubles en agua debido a la estructura larga hidrofóbica del hidrocarburo. Estos compuestos sirven de alimento para las bacterias, puesto que pueden ser hidrolizados en los ácidos grasos y alcoholes correspondientes (Gray, 2000).

La mayor parte de las grasas está en estado coloidal, estas grasas contienen carbono, hidrógeno y oxígeno. Las aguas servidas domésticas contienen de 25 a 50 ppm de grasas. Los aceites y grasas en los vertidos líquidos generan dos tipos de problemas a la hora de la depuración de las aguas residuales, disminución de la mojabilidad de los sólidos en suspensión impidiendo, con ello su sedimentación, y formación de una película que recubre los microorganismos encargados de la biodegradación, impidiendo con ello la captación de oxígeno por los mismos y disminuyendo su poder depurador (Aznar, 2000).

Las grasas son muy difíciles de transportar en las tuberías de alcantarillado, reducen la capacidad de flujo de los conductos, son

difíciles de atacar biológicamente y generalmente, se requiere su remoción en plantas de pre tratamiento (Ortega, 2007).

Las grasas no son deseables, ya que provocan mal olor, forman espuma, inhiben la vida de los microorganismos, provocan problemas de mantenimiento (Ortega, 2007).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La zona en evaluación se ubica en la cabecera del distrito de Carmen Alto, de la ciudad de Ayacucho ubicada en la comunidad de Quicapata.

El área en estudio tiene la siguiente ubicación política:

Lugar : Camal Quicapata

Distrito : Carmen Alto

Provincia : Huamanga

Región : Ayacucho

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

Aguas residuales del camal Quicapata vertida al sistema de alcantarillado.

3.2.1.1. Punto de Muestreo

Punto de muestreo (PM): efluente de aguas residuales del camal Quicapata.

3.2.2. Muestra

Las muestras de agua residual fueron tomadas entre los meses de noviembre 2011 a febrero del 2012, se obtuvieron un total de 24 muestras compuestas, 6 por mes de estudio, las cuales fueron tomadas

durante una semana de domingo a viernes debido a que los días sábados no hay labores en el camal Quicapata.

3.3. MÉTODOS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. Toma y preservación de la muestra

El total de muestras analizadas fueron 24, las cuales se obtuvieron durante las 8 horas de jornada laboral en el camal Quicapata, las muestras se recolectaron cada 30 minutos para el caso de los parámetros como demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos totales y demanda química de oxígeno, con el fin de obtener una muestra compuesta.

Mientras que para el parámetro denominado aceites y grasas la toma de muestra se realizó cada 3 hora (10.00 am, 1.00 pm y 4.00 pm). Una vez obtenida las 3 muestras del día se procedieron a mezclar para la obtención de la muestra compuesta de un litro.

3.3.2. Procedimientos para la obtención de muestra para demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos totales

En concordancia a lo que menciona Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales (1992) en cuanto a la toma de muestra para éstos parámetros

- Se recogió la muestra en un frasco de vidrio de boca ancha.
- Con un muestreador de aluminio de volumen de 400 mL aproximadamente se colectaron las muestras simples y luego se vació el contenido en un recipiente de 5 litros de volumen.

- Las muestras fueron mantenidas a una temperatura de 4 °C con el fin de evitar su degradación.
- Una vez terminado el muestreo, se llevó la muestra de inmediato al laboratorio para su análisis y preservación correspondiente.
- En el laboratorio, se homogenizó la muestra y se separó 1 000 mL de la muestra compuesta para cada parámetro, para ser procesadas o preservadas, dependiendo del análisis que se debía realizar.

Una vez realizado el muestreo, se contó con estos volúmenes de agua residual de camal, necesarios para los análisis respectivos:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno : 1 000 mL.
- *Sólidos Suspendidos Totales : 1 000 mL
- *Demanda Química de Oxígeno : 1 000 mL.

(*) Estos parámetros fueron determinados por el Laboratorio Certi Min S.A. (laboratorio acreditado por el Servicio Nacional de Acreditación), para ello las muestras fueron adecuadamente preservadas y enviadas a la ciudad de Lima.

3.3.3. Procedimientos para la obtención de la muestra para aceites y grasas

Según Toapanta (2004).

- La muestra se tomó en frasco de vidrio de boca ancha con capacidad máxima de un litro, la tapa estaba provista de una lámina de papel aluminio que impedía el contacto de la muestra con el interior de la tapa.
- El frasco de muestreo destapado se colocó en el muestreador, se sumergió el frasco, y se llenó hasta la marca de un litro cuidando que quede un espacio vacío, para permitir la fijación de la muestra y para evitar que la "nata" se adhiera a la tapa del frasco.
- La muestra se tomó de un solo golpe, evitando que se derrame para que no se pierdas las grasas y aceites.

- Una vez recogida cada una de las muestras simples se acidificaron adicionando una solución de H_2SO_4 (1:1) hasta obtener un $pH < 2$, luego se almacenó a $4^\circ C$.
- Una vez obtenida las tres muestras simples del día se procedió a mezclar, a partir de ello se obtuvo un litro de muestra compuesta para el análisis, a la cual se le midió el pH.

3.3.4. Procedimiento para preservar y enviar muestras al laboratorio acreditado Certi min S.A para determinar sólidos suspendidos totales (SST)

- Luego de haber obtenido las muestras compuestas del agua residual, (durante todo el día), se procedió a colocar 1 000 mL de la muestra homogenizada en un embase de plástico color blanco con tapa hermética para evitar derrame de la muestra.
- Después de depositar la muestra en el embase, se rotuló sobre ella datos como: el análisis que se requiere para la muestra, fecha y hora de muestreo, si se añadió algún preservante, lugar de muestreo y el volumen de la muestra. Para que el laboratorio Certi Min S.A. tenga conocimiento.
- Como preservante para la determinación de sólidos suspendidos totales sólo fue necesario refrigerar a una temperatura de $4^\circ C \pm 2^\circ C$, por ello el cooler contenedor de estas muestras va acompañado de cubos de hielo para que las muestras conserven una temperatura baja hasta su llegada al laboratorio. La bibliografía menciona que en estas condiciones la muestra tiene hasta 7 días como tiempo máximo de conservación, pero se recomienda analizar lo antes posible (APHA, 1992).

muestreo de aceites y grasas.

- Se llevó al horno a 95 °C por 30 minutos hasta que se evapore el solvente.
- Se adicionó agua destilada hasta completar un litro y se acidificó con H₂SO₄ a pH < 2.
- Se realizó el mismo procedimiento de análisis de la muestra tal como lo plantea en los Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, 1992.

LECTURA

Se calculó las grasas y aceites recuperables (G y A) en la muestra usando la siguiente ecuación:

$$G \text{ y } A \text{ (mg/L)} = (A - B) / V$$

Donde:

A: es el peso final del matraz de extracción (mg);

B: es el peso inicial del matraz de extracción (mg), y

V: es el volumen de la muestra, en litros.

Se restó al resultado obtenido de la muestra el valor del blanco de reactivo y se reportó los resultados del análisis en mg/L.

3.3.7. Procedimiento para la determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

3.3.7.1. Procedimientos de análisis

Se determinó por el método respirométrico, haciendo uso de un sensor electrónico de oxígeno de lectura directa (oxitop), a continuación se detalla el procedimiento para determinar la DBO₅:

- Se tomaron volúmenes de muestras de 22,7 mL, esto está supeditado a la cantidad de materia orgánica con la que cuenta la muestra y multiplicado por el factor correspondiente al volumen de muestra empleada.

- Luego se colocaron las muestras en los frascos acaramelados.
- Se colocaron los magnetos dentro de los frascos.
- Luego se pusieron sobre la boca de los frascos acaramelados capuchas de material plástico conteniendo 2 grageas de NaOH.
- Se colocaron y ajustaron los sensores sobre la boca de los frascos.
- Luego se calibraron los sensores a punto de inicio, lectura = 0.
- Posteriormente se pusieron a incubar los frascos a 20°C y en agitación.
- Se realizó la lectura después de 5 días de incubación.

3.3.7.2. Procedimiento de preparación de estándares

3.3.7.2.1. Blanco

- Se tomó 22,7 mL de agua destilada como muestra y se procedió de manera similar con las muestras de agua residual para determinar la Demanda Bioquímica de Oxígeno por el método respirométrico.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados fueron expresados en cuadros y gráficos, mostrando datos estadísticos descriptivos de tendencia central y dispersión con desviación típica.

Para poder comparar la concentración de los parámetros estudiados (DBO₅, AyG, SST y DQO) entre días y meses, se realizó la prueba de Kruskal-Wallis, así mismo para poder correlacionar el número de animales beneficiados con la DBO₅ y AyG se graficó la dispersión y tendencia lineal ajustada.

IV. RESULTADOS

Cuadro N° 03: Número de animales beneficiados, valores de la demanda bioquímica de oxígeno y concentración de aceites y grasas registrados en las aguas residuales del camal Quicapata entre Noviembre 2011 a Febrero 2012. Ayacucho.

Mes	Fechas	Vacuno (N°)	Ovino (N°)	Porcino (N°)	Total de animales beneficiados por día (N°)	A y G (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)
Noviembre 2011	01-nov	38	49	26	113	104	2800
	02-nov	41	25	16	82	98	2450
	03-nov	44	70	18	132	118	3260
	04-nov	36	34	21	91	100	2350
	06-nov	64	67	19	150	140	3750
	07-nov	34	33	29	96	96	2250
Diciembre 2011	08-dic	53	77	24	154	129	3450
	09-dic	39	36	38	113	98	2600
	11-dic	63	71	20	154	142	3800
	12-dic	29	32	7	68	93	1950
	13-dic	29	36	16	81	87	2150
	14-dic	37	42	14	93	108	2450
Enero 2012	15-ene	52	69	20	141	123	3280
	16-ene	20	36	7	63	101	2150
	17-ene	25	45	11	81	95	2450
	18-ene	21	32	13	66	102	2300
	19-ene	33	60	23	116	108	2800
	20-ene	24	31	18	73	104	2150
Febrero 2012	23-feb	37	60	23	120	113	3400
	24-feb	28	37	24	89	96	2300
	26-feb	55	74	21	150	134	3650
	27-feb	18	35	5	58	103	2200
	28-feb	25	43	14	82	110	2350
	29-feb	22	29	10	61	106	2750

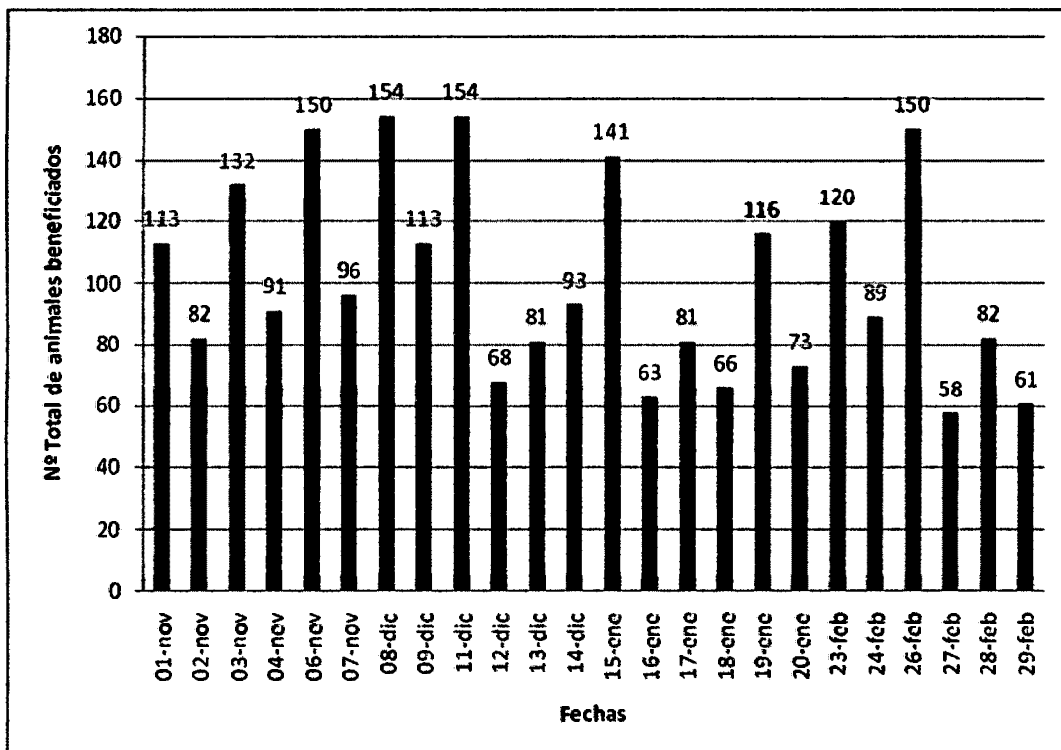


Figura N° 01: Número total de animales beneficiados (vacuno, ovino y porcino) en el camal Quicapata, entre los meses de Noviembre 2011 a Febrero 2012. Ayacucho.

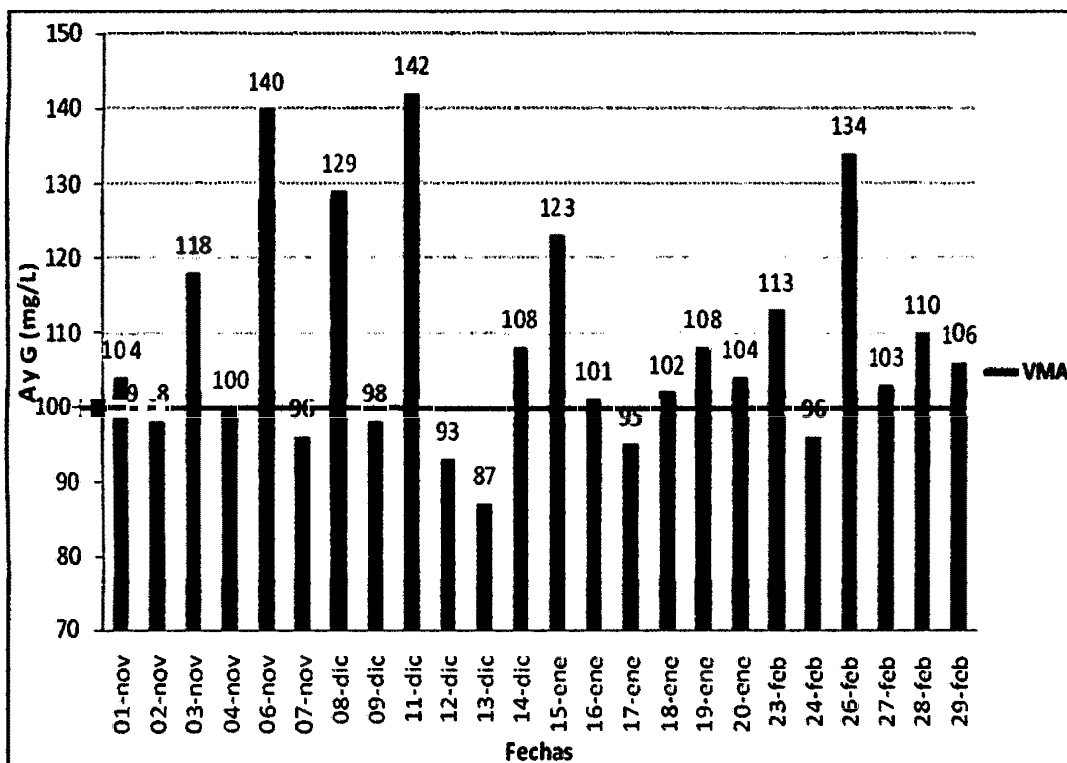


Figura N° 02: Concentración de aceites y grasas (AyG) en aguas residuales del camal Quicapata, entre los meses de Noviembre 2011 a Febrero 2012. Ayacucho.

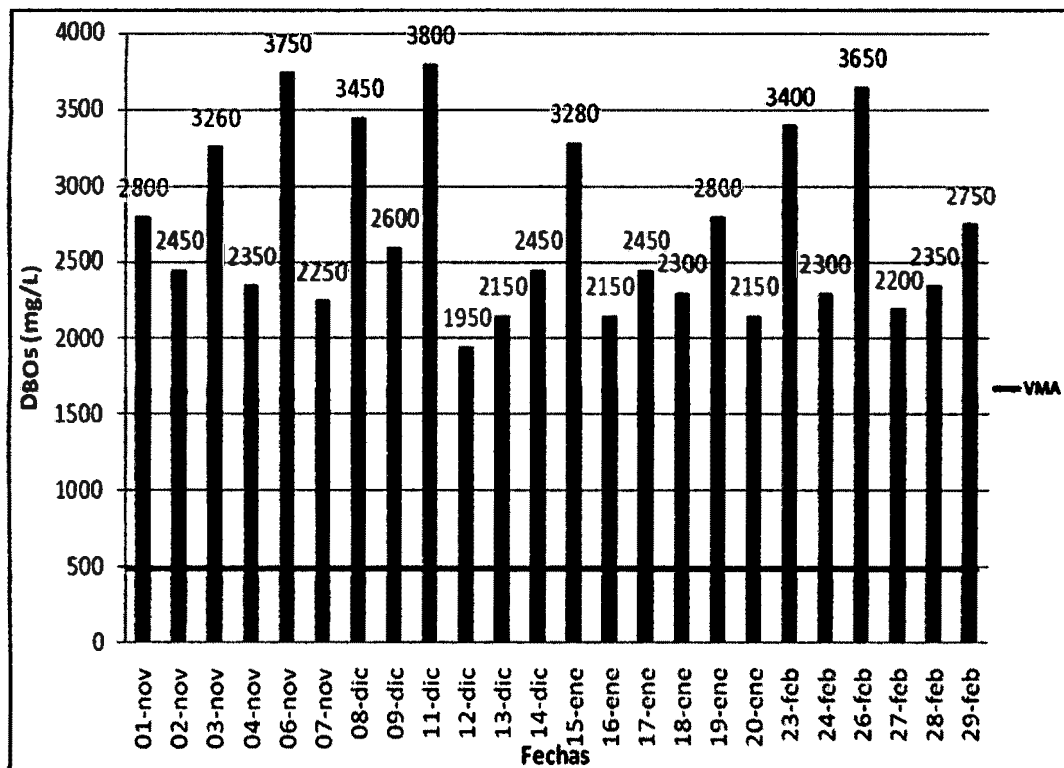
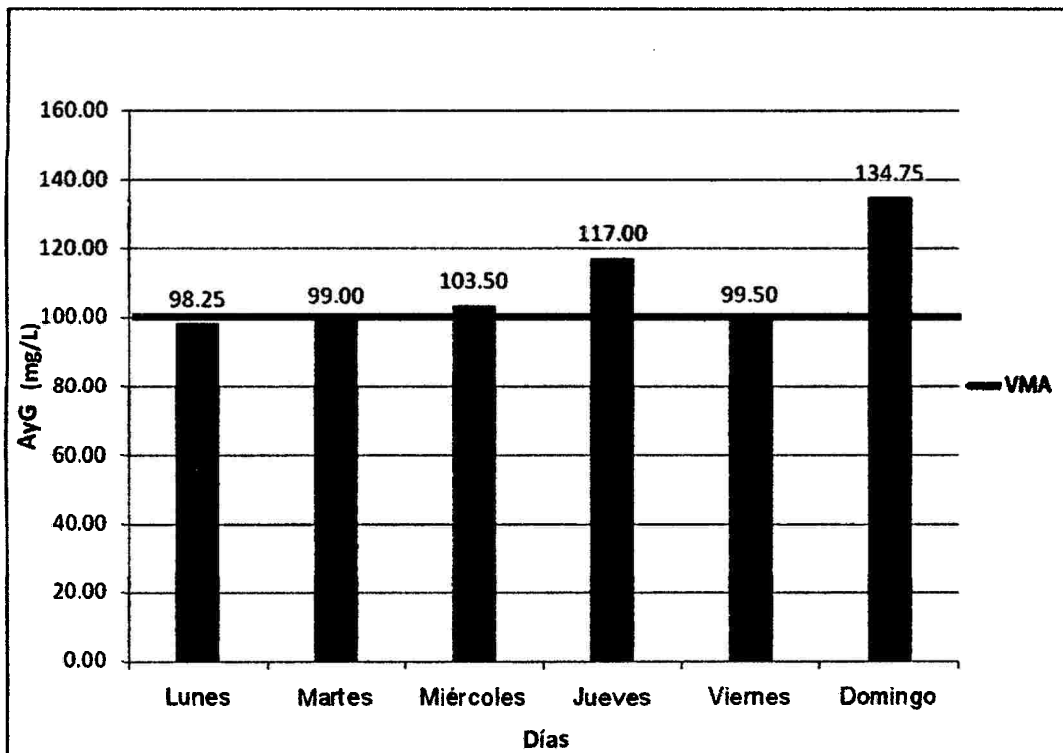


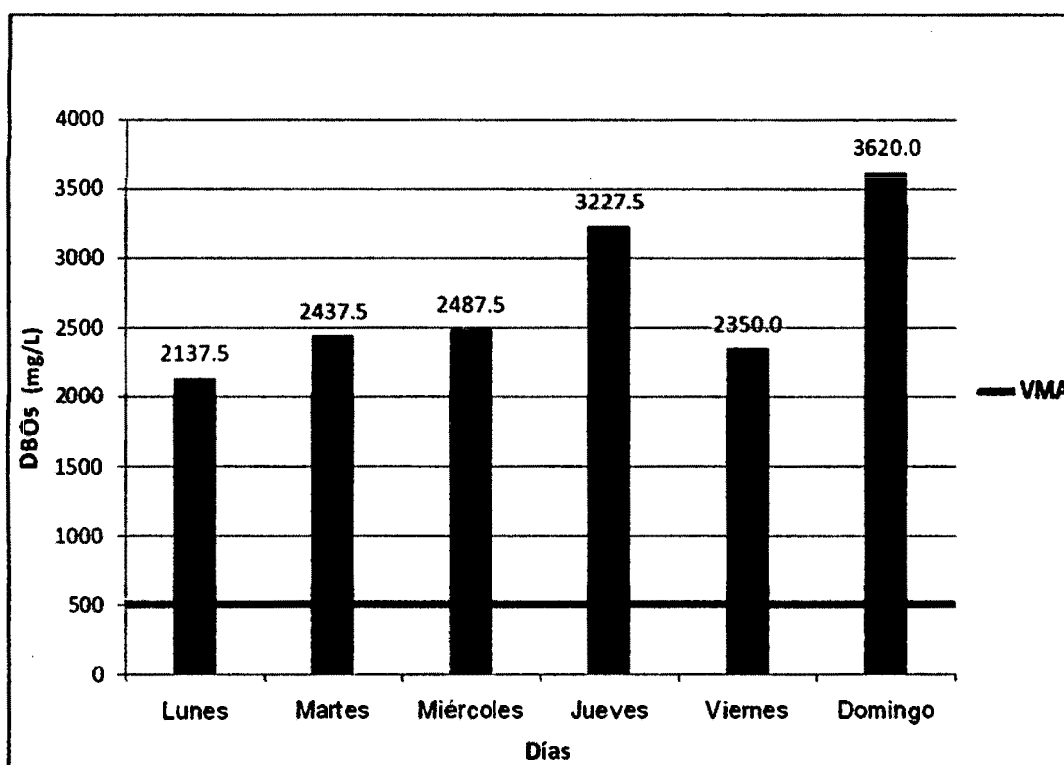
Figura N° 03: Concentración de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) en aguas residuales del camal Quicapata, entre los meses de Noviembre 2011 a Febrero 2012. Ayacucho.



Prueba de Kruskal-Wallis

Para efluente: $X^2 = 16,308$; $gl = 5$; $p = 0,006$

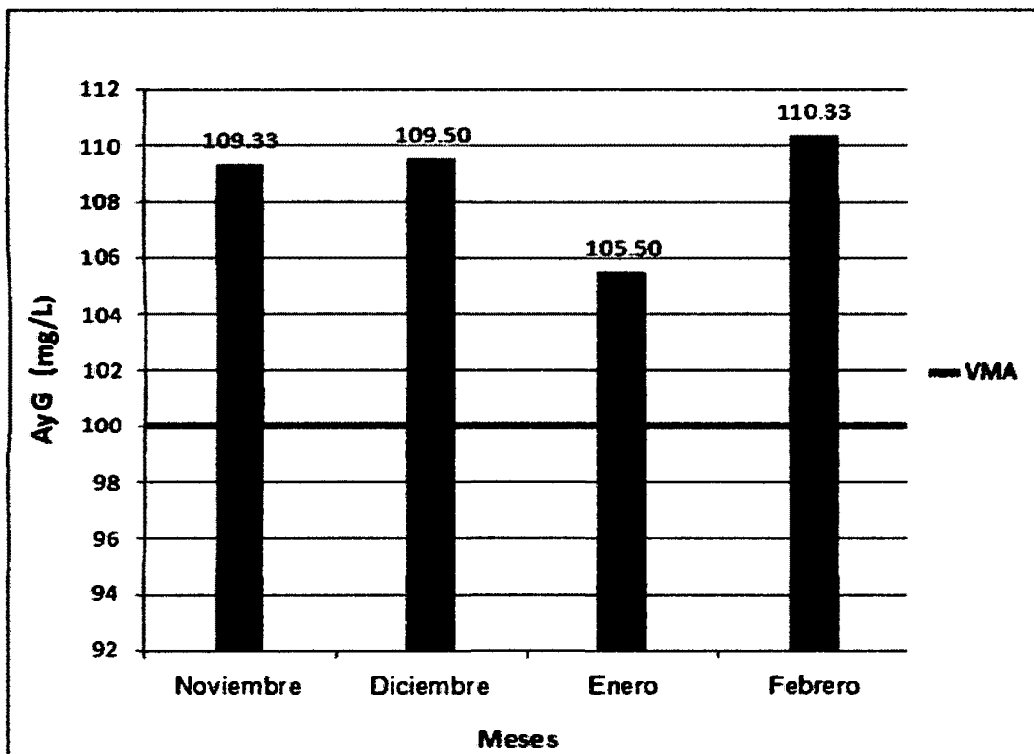
Figura N° 04: Concentración promedio de aceites y grasas (AyG) registrados en los días de muestreo de aguas residuales del camal Quicapata, entre los meses de Noviembre 2011 a Febrero 2012. Ayacucho.



Prueba de Kruskal-Wallis

Para efluente: $X^2 = 18,431$; $gl = 5$; $p = 0,002$

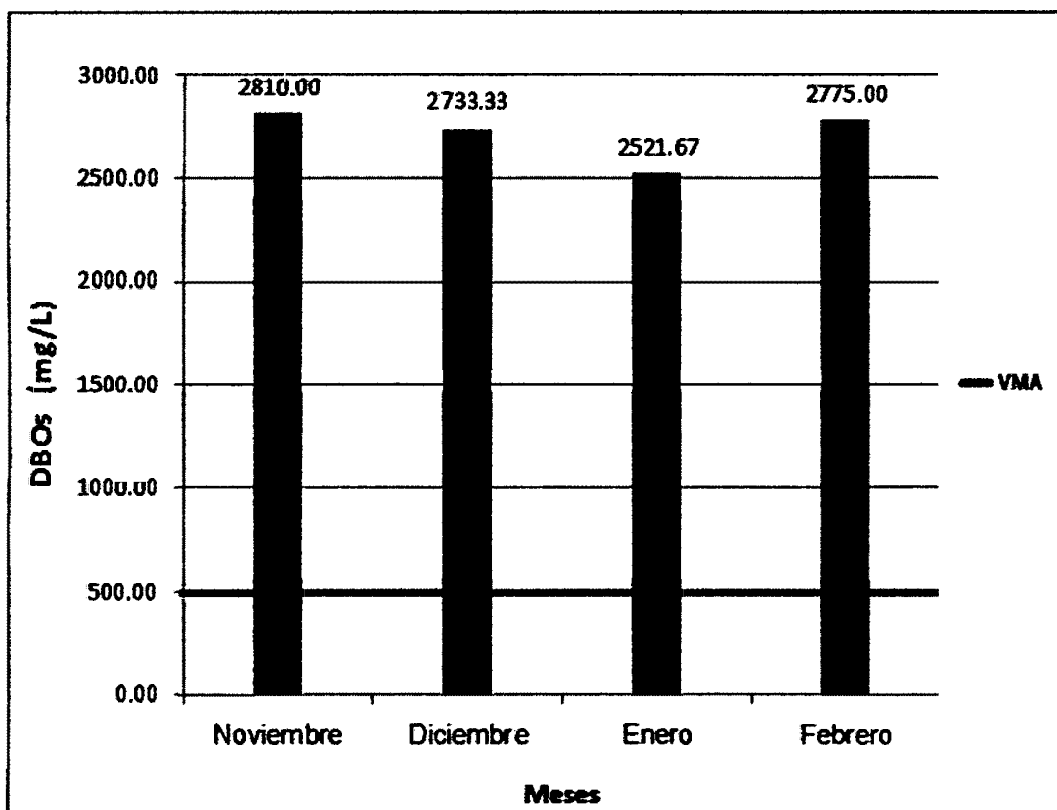
Figura N° 05: Concentración promedio de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) registrados en días de muestreo de aguas residuales del camal Quicapata, entre los meses de Noviembre 2011 a Febrero 2012. Ayacucho.



Prueba de Kruskal-Wallis

Para efluente: $X^2 = 0.616$; $gl = 3$; $p = 0,893$

Figura N° 06: Concentración promedio de aceites y grasas (AyG) registrados en aguas residuales del camal Quicapata, entre los meses de Noviembre 2011 a Febrero 2012. Ayacucho.



Prueba de Kruskal-Wallis

Para efluente: $X^2 = 1,045$; $gl = 3$; $p = 0,790$

Figura N° 07: Concentración promedio de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) registrado en aguas residuales del camal Quicapata, entre los meses de Noviembre 2011 a Febrero 2012. Ayacucho.

Cuadro N° 04: Número de animales beneficiados, demanda química de oxígeno y sólidos suspendidos totales, registrados en las aguas residuales del camal Quicapata, entre Noviembre 2011 a Febrero 2012. Ayacucho.

Meses	Fecha	Vacuno N°	Ovino N°	Porcino N°	Total de animales beneficiados por día N°	DQO (mg/L)	SST (mg/L)
Noviembre	03-nov	44	70	18	132	5636	1150
	04-nov	36	34	21	91	5024	895
Diciembre	13-dic	29	36	16	81	5172	1115
	14-dic	37	42	14	93	4976	1233
Enero	15-ene	52	69	20	141	5916	780
	16-ene	20	36	7	63	4912	943
Febrero	23-feb	37	60	23	120	5328	1036
	26-feb	55	74	21	150	6852	1189

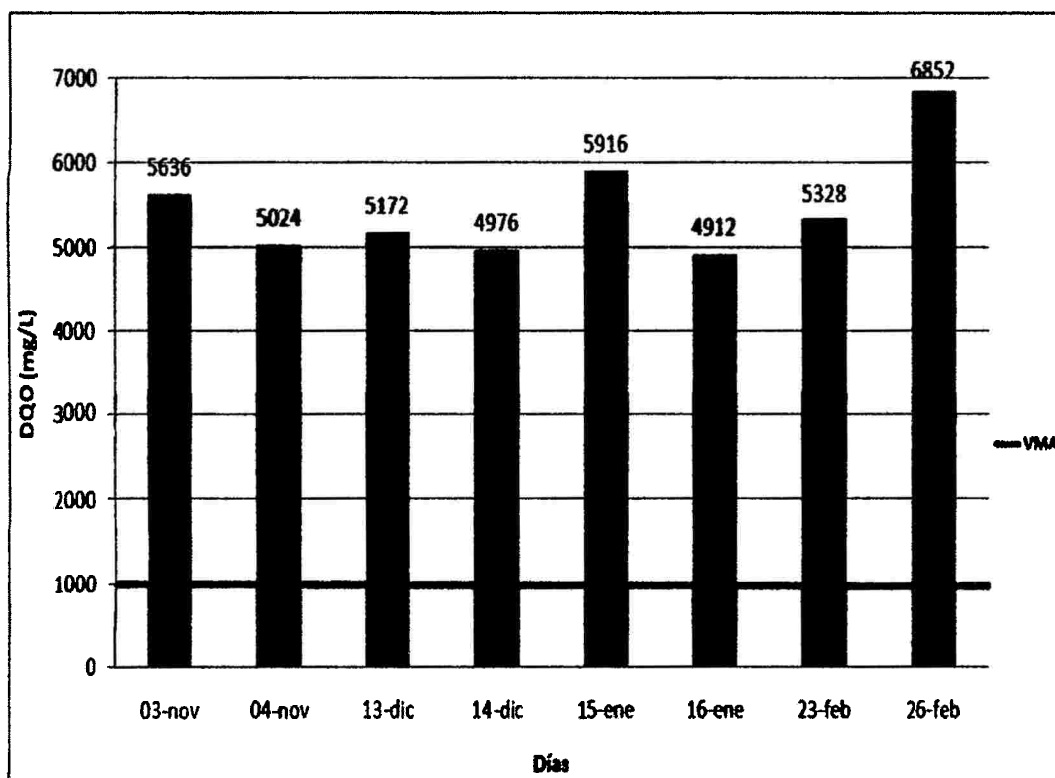


Figura N° 08: Concentración de la demanda química de oxígeno (DQO) registrados en las aguas residuales del camal Quicapata, entre los meses de Noviembre 2011 a Febrero 2012. Ayacucho.

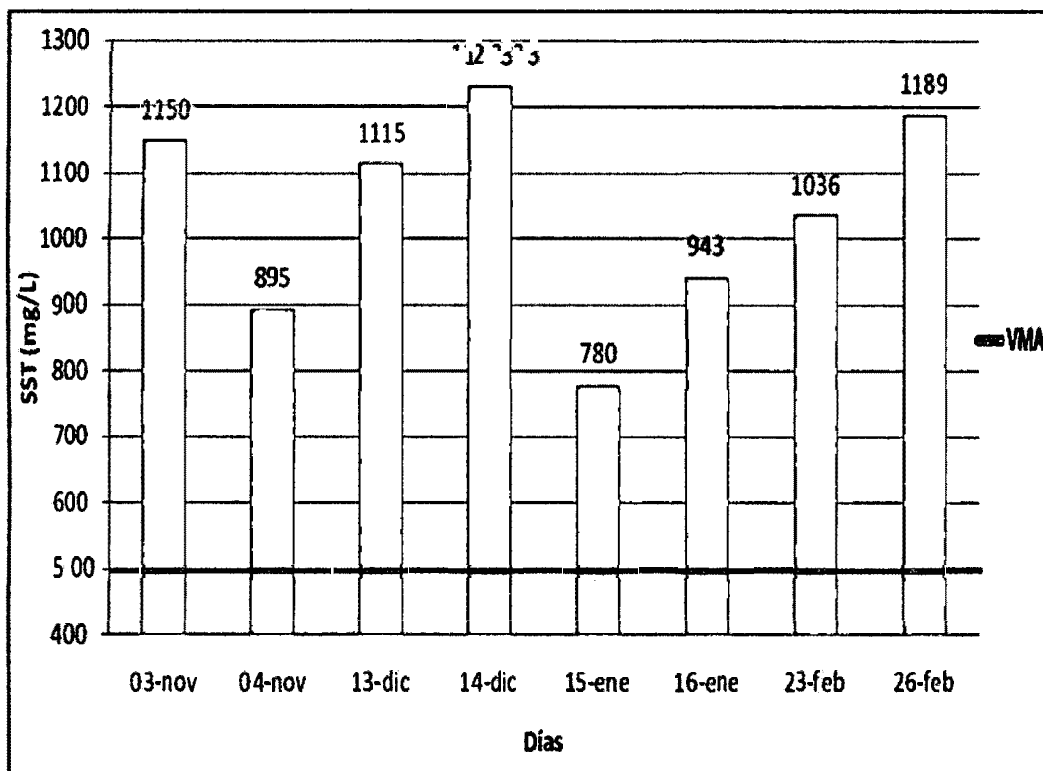
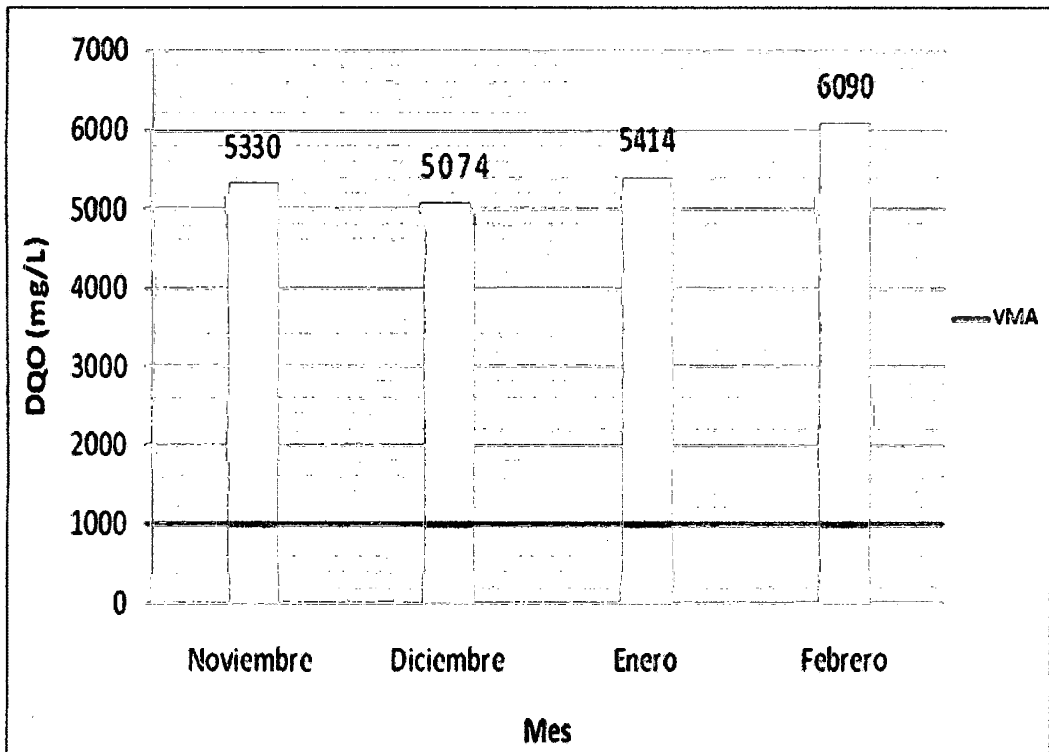


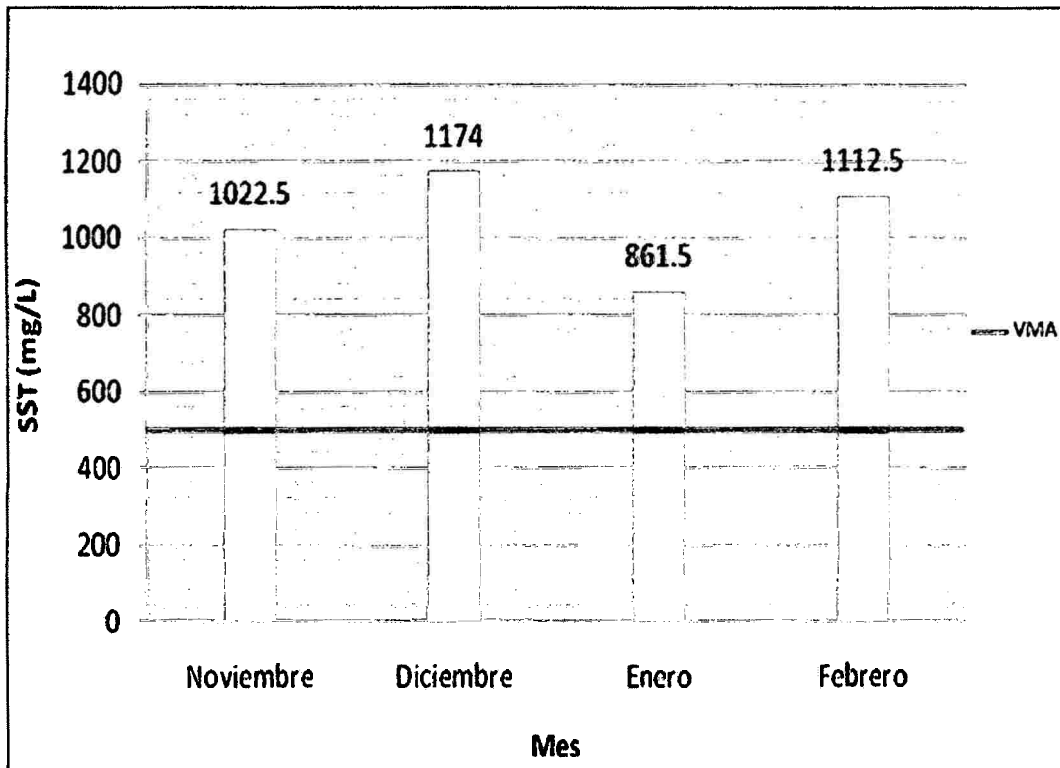
Figura N° 09: Concentración de los sólidos suspendidos totales (SST) registrados en las aguas residuales del camal Quicapata, entre los meses de Noviembre 2011 a Febrero 2012. Ayacucho.



Prueba de Kruskal-Wallis

Para efluente: $X^2 = 2,167$; $gl = 3$; $p = 0,539$

Figura N° 10: Concentración promedio de la demanda química de oxígeno (DQO) registrados en aguas residuales del camal Quicapata, entre los meses de Noviembre 2011 a Febrero 2012. Ayacucho.



Prueba de Kruskal-Wallis

Para efluente: $X^2 = 3,833$; $gl = 3$; $p = 0,280$

Figura N° 11: Concentración promedio de los sólidos suspendidos totales (SST) registrados en aguas residuales del camal Quicapata, entre los meses de Noviembre 2011 a Febrero 2012. Ayacucho.

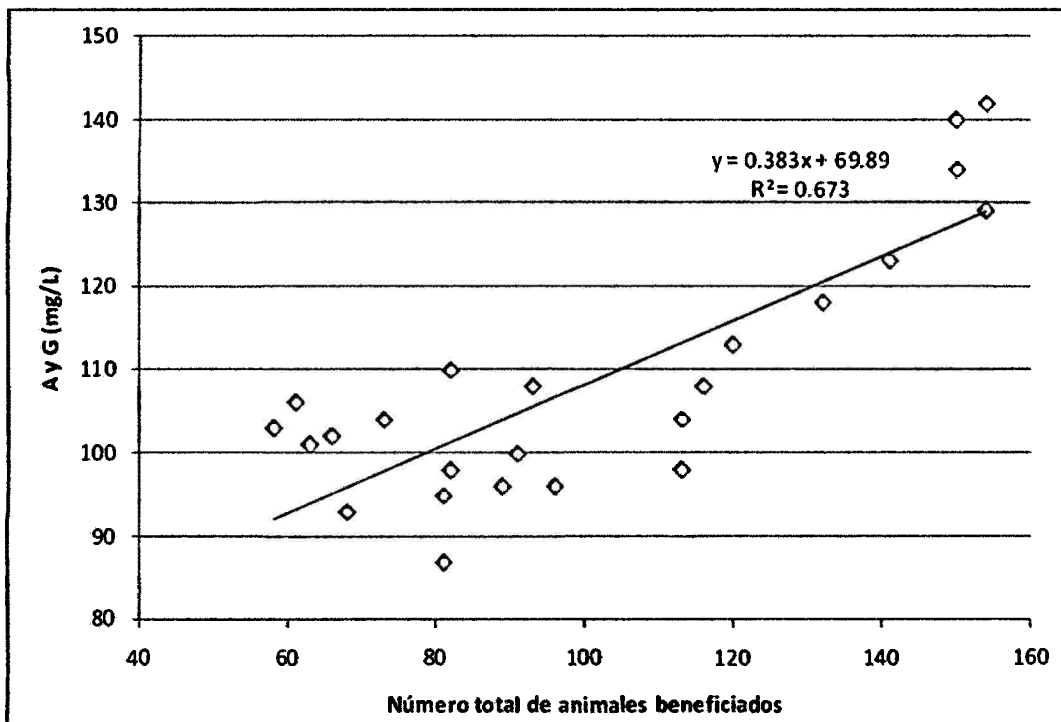


Figura N° 12: Gráfica de dispersión y tendencia lineal de la concentración de aceites y grasas (AyG) en las aguas residuales en función al número total de animales beneficiados en el camal Quicapata, entre los meses de Noviembre 2011 a Febrero 2012. Ayacucho.

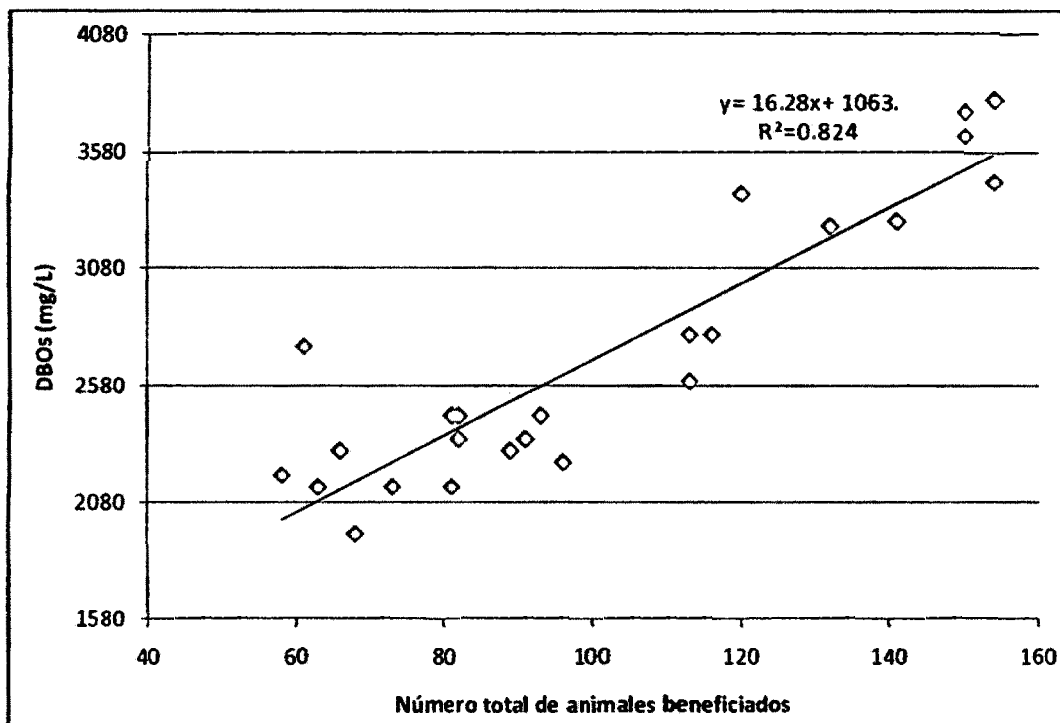


Figura N° 13: Gráfica de dispersión y tendencia lineal de la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) en las aguas residuales en función al número total de animales beneficiados en el camal Quicapata, entre los meses de Noviembre 2011 a Febrero 2012. Ayacucho.

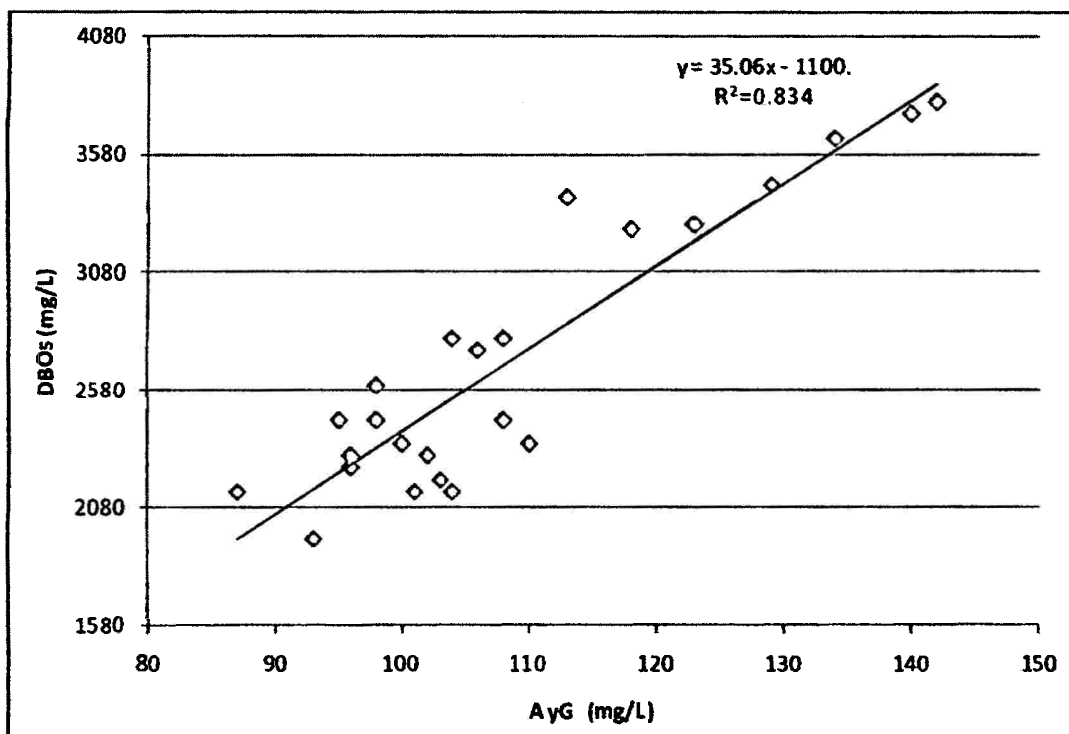


Figura N° 14: Gráfica de dispersión y tendencia lineal de la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) y aceites y grasas (AyG) registrados en el camal Quicapata, entre los meses de Noviembre 2011 a Febrero 2012. Ayacucho.

V. DISCUSIÓN

En la figura N° 02 referido al parámetro aceites y grasas (AyG), de los veinticuatro valores obtenidos durante la investigación, en el periodo de noviembre 2011 a febrero 2012, se observa que dieciséis datos obtenidos, sobrepasan los valores máximos admisibles establecido en el Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA para AyG que es 100 mg/L. Los otros siete valores del parámetro de AyG obtenidos en el periodo de investigación, se consideran menores al establecido en el D.S. en mención (100 mg/L) y un valor de AyG que se encuentra en el límite considerado para descargas de aguas residuales no domésticas hacia el sistema de alcantarillado. En los análisis realizados entre noviembre del 2011 a febrero del 2012, el valor promedio de AyG en las aguas residuales del camal Quicapata fue de 108,67 mg/L por lo tanto, este valor promedio es mayor al valor máximo admisible establecido en el Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA, al respecto Aznar (2000) menciona que los aceites y grasas en los vertidos líquidos generan dos tipos de problemas a la hora de la depuración de las aguas residuales: disminución de la mojabilidad de los sólidos en suspensión impidiendo con ello su sedimentación y formación de una película que recubre los

microorganismos encargados de la biodegradación, impidiendo con ello la captación de oxígeno y disminuyendo su poder depurador y El Peruano (2011) menciona que una concentración elevada de AyG puede causar problemas de incrustaciones en la red y ocasionar atoros, concentraciones altas de AyG en plantas de tratamiento de aguas residuales causa un incremento en el costo de operación por la necesidad de su eliminación (limpieza) pero también menciona que es un parámetro relativamente fácil de ser pre tratado en instalaciones antes de entrar en la red de alcantarillado.

En la figura N° 03 referido a la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), se observa que las veinticuatro determinaciones realizadas, sobrepasan el valor máximo admisible para descargas al sistema de alcantarillado, cuyo valor máximo admisible es de 500 mg/L, al establecer el promedio de la concentración en el periodo de estudio de cuatro meses registrado en las aguas residuales del camal Quicapata fue de 2 710,00 mg/L, superior en cinco veces, aproximadamente, al valor máximo admisible (500 mg/L), por lo que la materia orgánica, debe ser degradada antes de ser descargada como aguas residuales hacia el sistema de alcantarillado. Sobre este parámetro, El Peruano (2011) menciona que valores elevados de DBO_5 pueden causar problemas de deterioro en las redes de alcantarillado por formación de gases anaerobios que al final pueden convertirse en H_2SO_4 (ácido sulfúrico), el cual es extremadamente corrosivo. Además el H_2S (gas que se forma en procesos anaerobios) tiene costos elevados para evitar los malos olores. Una elevada DBO_5 en una planta de tratamiento no es crítica pero causa costos adicionales en energía, aumento del volumen de reactores y disposición final de lodos.

En la figura N° 04 los valores registrados de la concentración de aceites y grasas por días de la semana indican que hay suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, por lo tanto podemos afirmar que al menos un día de la semana presenta una concentración de aceites y grasas distinta al resto de los días con un nivel de significancia de 0,05; apreciando así que la concentración de aceites y grasas más alta se encuentra en los días domingos y la menor concentración de aceites y grasas se encuentra en los días lunes y viernes, esto probablemente debido a que los días domingo existe mayor número de animales beneficiados en comparación a los días lunes y viernes. En tanto en la figura N° 06 que trata de la concentración de aceites y grasas por los cuatro meses de investigación no presenta diferencia significativa a un nivel de significancia de 0,05 esto debido a que la concentración de aceites y grasas es igual durante cualquier mes estadísticamente hablando. En tanto la UDB (2004), menciona que cargas altas de grasas emulsificadas como las provenientes de mataderos, frigorífico, lavanderías y otras industrias causan serios problemas de mantenimiento en las plantas de tratamiento.

En la figura N° 05 los valores registrados de la concentración de la DBO_5 por días de la semana indican que si hay suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, por lo tanto concluimos que al menos un día de la semana presenta una concentración de DBO_5 distinta al resto de los días con un nivel de significancia de 0,05; apreciando así que la concentración de DBO_5 más alta se registra los días domingos y la menor concentración de DBO_5 se registra los días lunes, esto debido a que los días domingo existe mayor número de animales beneficiados en

comparación a los días lunes. En tanto en la figura N° 07 se observa los valores obtenidos para la concentración de la DBO₅ durante los cuatro meses que duró la investigación, no presentan diferencia significativa a un nivel de significancia de 0,05 esto debido a que la concentración de DBO₅ es igual durante cualquiera de los cuatro meses.

En la figura N° 08 referido a la demanda química de oxígeno (DQO), se observa que de las ocho determinaciones obtenidas en el periodo de los cuatro meses de investigación, en las aguas residuales del camal Quicapata entre noviembre del 2011 a febrero del 2012, éstos sobrepasaron al valor máximo admisible para descargas al sistema de alcantarillado, el cual es 1 000 mg/L, al determinar el promedio de los ocho valores obtenidos, se tuvo una concentración de 5 477,00 mg/L. En tanto en la figura N° 10 se observa la concentración promedio de la DQO por los cuatro meses de investigación, notando claramente que también excede por mucho al valor máximo admisible y se observa que no existe diferencia significativa entre los promedios mensuales. Al respecto, El Peruano (2011) indica que valores altos de DQO se vinculan con la presencia de sustancias que inhiben el tratamiento biológico. Una relación de DQO y DBO₅ elevada significa mayor riesgo y costo para el operador de la planta de tratamiento.

En la figura N° 09 referido a los sólidos suspendidos totales (SST), se observa que de las ocho determinaciones obtenidas en la investigación, todos sobrepasan el valor máximo admisible para descargas al sistema de alcantarillado, el cual equivale a 500 mg/L, el valor promedio de SST para las aguas residuales del camal Quicapata, entre los meses de

noviembre 2011 a febrero 2012, fue de 1042,62 mg/L, más del doble de lo establecido en el Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA. En tanto en la figura N° 11 se observa la concentración promedio de SST por los cuatro meses de investigación, notando claramente que también excede por mucho al valor máximo admisible y se observa que no existe diferencia significativa entre los promedios mensuales, al respecto Chaux (2009) explica que la causa de una alta concentración de sólidos suspendidos totales en aguas residuales de matadero probablemente se deba a que en el proceso de muerte de los animales, hay descuido por parte del personal que labora en el camal, ya que los SST podrían tener origen en el arrastre de grandes cantidades de pelos, sangre coagulada, restos de vísceras, contenidos intestinales, entre otros, que son descargados por acción del lavado en la canaleta que recibe el agua residual. Por otra parte El Peruano (2011) menciona que valores altos de SST inciden en atoros de las redes de alcantarillado y en una planta de tratamiento de aguas residuales provoca mayor costo en la remoción y en la disposición final de los lodos.

En la figura N° 12 se evalúa la relación lineal existente entre las concentraciones de AyG en mg/L y el total de animales beneficiados en el camal Quicapata, podemos afirmar que existe una relación positiva entre estos dos, ya que el gráfico de dispersión ajustado nos reporta un valor de $R^2 = 0,673$. Interpretando este resultado se puede decir que la concentración de aceites y grasas en las aguas residuales del camal Quicapata se ven directamente afectadas por el número de animales beneficiados en un 67,3%.

En la figura N° 13 se evalúa la relación lineal existente entre las concentraciones de la DBO₅ en mg/L y el total de animales beneficiados en el camal Quicapata, podemos afirmar que existe una relación positiva entre estos dos, ya que el gráfico de dispersión ajustado nos reporta un valor de $R^2= 0,824$. Interpretando este resultado se puede decir que la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno en las aguas residuales del camal Quicapata se ven directamente afectadas por el número de animales beneficiados en un 82,4%.

En la figura N° 14 se evalúa la relación lineal existente entre las concentraciones de aceites y grasas en mg/L y la demanda bioquímica de oxígeno registrados en las aguas residuales del camal Quicapata, podemos afirmar que existe una relación positiva entre estos dos, ya que el gráfico de dispersión ajustado nos reporta un valor de $R^2= 0,834$. Interpretando este resultado se puede decir que la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno en las aguas residuales del camal Quicapata se ven directamente afectada por la concentración de aceites y grasas en un 83,4%. De esta manera afirmamos que existe una alta correlación entre la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno y aceites y grasas, concordando así con lo mencionado por la UDB (2004) el cual indica que la demanda bioquímica de oxígeno esta ligada a los valores de aceites y grasas y solidos suspendidos.

Benavides (2006) plantea, que el tratamiento de desechos orgánicos producidos en el proceso de sacrificio de animales es muy complejo, debido a la composición y origen de los contaminantes que generan efluente que contiene: proteínas, compuestos lignocelulósicos, grasas en

forma soluble y sólidos en suspensión. El alto contenido de sólidos y grasas presentes en el efluente crudo, aún luego de los tratamientos primarios clásicos, presenta una importante cantidad de los sólidos de lenta biodegradación, que ocasionan problemas operativos. Otro problema es la grasa, la cuál permanece en la superficie de los lodos e impide una fácil emulsión, mientras que los compuestos lignocelulósicos presentan resistencia al ataque bacteriano. En general, los efluentes de mataderos contienen microorganismos patógenos, además de altas concentraciones de compuestos orgánicos y nitrógeno.

La UDB (2004) menciona que el efluente líquido presenta como principales contaminantes aceites y grasas; sólidos suspendidos, DQO, DBO y conductividad. La DBO_5 está normalmente ligada a grasas y aceites y sólidos suspendidos, por lo tanto al ser removidos, los valores de la DBO_5 se reducen en un porcentaje alto. La DBO_5 también puede verse afectado por el contenido de jabones y gomas. Los valores medios de DBO_5 en industria aceitera fluctúan entre 2 000 y 30 000 mg/L. Durante el proceso de degradación de los desechos de grasas y aceites perjudican el ambiente por su demanda de oxígeno y por su capacidad de formar emulsiones acuosas. Podemos ver que lo expuesto por la UDB concuerda con la figura N° 14, ya que se observa que existe alta correlación entre AyG y DBO_5 , el incremento de AyG en la muestra necesariamente también incrementa el valor de la DBO_5 ya que para degradar a las grasas y aceites, será necesaria mayor demanda de oxígeno.

Muñoz (2004), en su trabajo Sistema de tratamiento de aguas residuales de matadero para una población de 2 000 habitantes, logra caracterizar el agua residual proveniente del sacrificio de estos animales, priorizando parámetros como DBO₅, AyG, DQO y SST, estas aguas residuales presentan las siguientes concentraciones DBO₅: 1 770,7mg/L, AyG 106,5 mg/L, SST: 376 mg/L y DQO: 3 379,3 mg/L mientras que en las aguas residuales del camal Quicapata DBO₅: 2 710 mg/L, AyG: 108,7 mg/L, SST: 1 042,6 mg/L y DQO: 5 477 mg/L encontramos gran diferencia entre los valores obtenidos en nuestro trabajo de investigación, con los mencionados en el trabajo de Muñoz en el 2004. Siendo la excepción el valor obtenido para AyG, que está muy cercano uno del otro, los valores de DBO₅, DQO y SST obtenidos en las aguas residuales del camal Quicapata, son mucho más altos en relación a los datos reportados por Muñoz en el 2004 esta diferencia, podría deberse a que el estudio lo realizó en aguas residuales de un matadero que abastece a 2 000 personas, mientras que en nuestra localidad, el camal Quicapata abastece a la mayoría de los pobladores de la provincia de Huamanga de aproximadamente 262 179 habitantes, registrado en la INEI en junio 2012. También Muñoz en su trabajo menciona que la carga de contaminantes en aguas residuales de mataderos se puede reducir: reteniendo los residuos del proceso de evisceración y de la recolección de estiércol, recuperando las grasas en separadores y procesando mejor la sangre, las cerdas y el pelo.

La Comisión Nacional de Medio Ambiente (1998) de Chile, realizó la caracterización de las aguas residuales de cuatro centros de beneficio diferentes en la localidad de Santiago de Chile, como parte de su

investigación, reportando los valores de cada parámetro en mg/L como se muestra en el cuadro N° 01 (véase en antecedentes pag. 4).

En este cuadro los valores de DQO fluctúa entre 6 400 mg/L hasta 11 950 mg/L, en comparación a los datos de DQO obtenidos en las aguas residuales del camal Quicapata, cuyo valor promedio registrado, en los cuatro meses de estudio fue de 5 477 mg/L, esta diferencia puede deberse a que la Comisión Nacional de Medio Ambiente (1998) de Chile menciona que el número de animales beneficiados en promedio es de 235 a 320 cabezas por día, mucho mayor al número de animales beneficiados en el camal Quicapata. Del mismo modo, se puede apreciar en los valores reportados por la CONAMA (1998) de Chile que la DBO₅ en el matadero N° 4 fue de 7 000 mg/L y de SST reportan 1 100 mg/L, siendo estos dos valores mayores en comparación a lo encontrado en las aguas residuales del camal Quicapata, probablemente en el proceso de beneficio hay mucho más descuido en cuanto a la eliminación de los residuos o también podría deberse al número de animales beneficiados, ya que la CONAMA de Chile reporta un mayor número de animales beneficiados en comparación al del camal Quicapata. Del mismo modo los valores obtenidos de SST, AyG, en la investigación llevada a cabo en las aguas residuales del camal Quicapata son altos y exceden los valores máximos admisibles para descargas al sistema de alcantarillado establecido en el D.S. 021-2009- VIVIENDA para nuestro país. También la CONAMA (1998) de Chile menciona que el consumo de agua en los mataderos e industria de procesamiento de carnes deben de ser abastecidos como mínimo por el suministrador de agua con los siguientes

caudales: 1 200 L por cabeza de bovino, 500 L por porcino y 200 L por ovino.

Por su parte Chaux, (2009) en su trabajo: producción más limpia y viabilidad de tratamiento biológico para efluentes de mataderos en pequeñas localidades concluye que, después de la evaluación de las características físico químicas del efluente proveniente del proceso de sacrificio de reses y porcinos en el municipio de El Tambo (Colombia), el resultado menciona que existe elevado nivel de contaminación en las aguas residuales por lo que no debe ser vertido directamente al alcantarillado o a un cuerpo receptor. Los valores de DBO_5 y DQO, indica que el efluente del matadero de El Tambo no es fácilmente biodegradable, debido a la presencia de altas concentraciones de grasas y rumen (lignina), compuestos de difícil degradación por parte de microorganismos. Los resultados que presenta fueron: DBO_5 ($1\ 829 \pm 486,3$ mg/L, 36 datos) y DQO ($9\ 024 \pm 945,5$ mg/L, 24 datos) los cuales exceden a los valores permitido, 1 000 mg/L para DBO_5 y 2 000 mg/L para DQO, para vertimientos en sistemas de alcantarillado en Colombia, lo que indica la presencia de gran cantidad de contaminantes orgánicos, característicos del proceso matarife, los datos obtenidos de DQO y DBO_5 en aguas residuales del camal Quicapata sobrepasan a las concentraciones máximas permitidas en Colombia y aún comparando que en Colombia los valores permisibles son más amplios que los de nuestro país planteado en el Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA que brinda como valor máximo permisible para DBO_5 500 mg/L y para DQO 1 000 mg/L. Se lee en las conclusiones, que los valores de sólidos suspendidos totales determinados por Chaux, en todo el proceso de sacrificio son altos ($1\ 357 \pm 153$ mg/L, 16 datos), superando los 750 mg/L, concentración máxima permitida para el control de carga en sistemas de alcantarillado para

Colombia. Estos niveles, concluye Chau, se presentan debido al arrastre de grandes cantidades de pelos, sangre coagulada, restos de vísceras, entre otros, que son descargados por acción del lavado en la canaleta que recibe el agua residual, en comparación a los datos de sólidos suspendidos totales en las aguas residuales del camal Quicapata que es de 1 042,62 mg/L, comparando con las disposiciones establecidas en Colombia el valor permisible para descargas es 750 mg/L y en el Perú 500 mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA. Los valores de aceites y grasas en el efluente del matadero municipal de El Tambo fueron de $79 \pm 13,4$ mg/L, dieciséis datos, promedio cercano al máximo permitido en Colombia (100 mg/L) para vertimientos en sistemas de alcantarillado. La presencia de grasas y aceites en aguas residuales de mataderos se debe a sus elevadas concentraciones en la sangre de los animales sacrificados. Estos compuestos deben retirarse antes de ser vertidos al alcantarillado debido a que complican el transporte de residuos por las tuberías, generan obstrucción en unidades de tratamiento biológico y provocan olores desagradables en las aguas receptoras, en este parámetro de aceites y grasas el valor promedio obtenido en el camal Quicapata es de 108,66 mg/L, superior a los obtenidos en el municipio de El Tambo (Colombia), observando que en cuando al valor máximo permitido para descargas hacia el sistema de alcantarillado en Colombia y el valor máximo permitido en Perú son los mismos, vale decir 100 mg/L.

Por su parte López y col. (2008), realizaron el estudio comparativo entre un proceso fisicoquímico y uno biológico para tratar agua residual de rastro, en este trabajo de investigación se caracterizó las aguas residuales del matadero municipal de Celaya (Guanajuato - México) previa a los tratamientos, obteniendo valores promedios para la DQO:

6 363 mg/L, para la DBO₅: 5 143 mg/L, para AyG: 197 mg/L y para SST: 4 144 mg/L. Estos valores son parecidos o cercanos a los obtenidos en las aguas residuales del camal Quicapata, pero en ambos casos, comparándolos con el valor máximo admisible establecido por el Ministerio de Vivienda en el Perú, superan lo establecido, incumpliendo así con la norma que regula para su vertido.

Jhoniers e Ignacio. (2004) en el boletín electrónico informativo sobre manejo ambiental de residuos en mataderos de pequeños municipios, reporta la caracterización de las aguas residuales del camal municipal de Marsella (Risaralda - Colombia) en una jornada de muestreo que fue realizada el día 30 de marzo del 2004, entre las 11:00 a.m. y las 3:00 p.m. en donde el valor obtenido para DQO: es 8 766 mg/L, para AyG: 141,9 mg/L, para SST: 1 242,9 mg/L y para DBO₅: 2 927,5 mg/L, estos datos obtenidos son a partir de una muestra compuesta obtenida entre las 11 am a 3 pm el 30 de marzo del 2004, apreciando también igual que en casos anteriores que los valores promedios obtenidos para los parámetros de calidad como: SST, AyG, DQO y DBO₅ exceden por amplia diferencia a las normas establecidas en nuestro país, por ello es importante mencionar que para este tipo de actividades (sacrificio de animales) la institución o entidad que brinda este servicio debería de contar con una planta de pre-tratamiento de sus aguas residuales, con la finalidad de disminuir los valores actuales de estos parámetros y cumplir conforme a ley, ya que en la actualidad se está tomando énfasis en cuanto a los temas ambientales y las autoridades correspondientes podrían tomar carta en el asunto hasta llegar probablemente a una sentencia de suspensión del servicio de saneamiento o a una indemnización al estado y a la empresa perjudicada, en este caso EPSASA.

Como menciona Jhoniers e Ignacio (2004) debe considerarse desde el punto de vista económico, tecnológico y de disponibilidad de terreno, que entre mayor sea la carga orgánica que recibe un sistema de tratamiento de aguas residuales su tamaño deberá ser mayor y a mayor concentración del vertimiento la solución tecnológica a implementar deberá ser más compleja y por consiguiente, más costosa. Por lo tanto, la administración del camal Quicapata debería considerar todos los datos mencionados para cumplir con las normas legales.

VI. CONCLUSIONES

1. La concentración promedio de la demanda bioquímica de oxígeno entre los meses de noviembre 2011 a febrero 2012, en aguas residuales del camal de Quicapata fue de 2 710,00 mg/L. basándonos en días de muestreo notamos claramente en los resultados que los días domingos son en el que se obtienen mayores valores para la DBO₅ ya que llega a valores promedios de 3 620,00 mg/L seguido por los días jueves con un valor promedio de 3 227,50 mg/L y los días lunes obtiene su menor valor obteniendo un promedio de 2 137,50 mg/L.
2. La concentración promedio de aceites y grasas entre los meses de noviembre 2011 a febrero 2012, en aguas residuales del camal de Quicapata fue de 108,67 mg/L. basándonos en días de muestreo notamos que los días domingos son en el que se obtienen mayores valores para aceites y grasas ya que llega a valores promedios de 134,75 mg/L y el día en el que se registro un valor promedio menor fue el lunes con un valor de 98,25 mg/L.
3. La concentración promedio de la demanda química de oxígeno entre los meses de noviembre 2011 a febrero 2012, en aguas residuales del camal de Quicapata fue de 5 477,00 mg/L notando que en el mes de febrero 2012 fue

en el que la demanda química de oxígeno obtuvo su mayor valor, llegando hasta un promedio de 6 090,00 mg/L.

4. La concentración promedio de sólidos suspendidos totales entre los meses de noviembre 2011 a febrero 2012, en aguas residuales del camal de Quicapata fue de 1 042,62 mg/L notando que en el mes de diciembre fue en el que los sólidos suspendidos totales obtuvo su mayor valor, llegando hasta un promedio de 1 174,00 mg/L.
5. El valor máximo admisible para DBO_5 es de 500 mg/L y en el camal Quicapata se registró una concentración promedio de 2 710,00 mg/L. El valor máximo admisible para AyG es de 100 mg/L y en el camal Quicapata se registró una concentración promedio de 108,67 mg/L. El valor máximo admisible para la DQO es de 1 000 mg/L y en el camal Quicapata se registró una concentración promedio de 5 477,00 mg/L y el valor máximo admisible para SST es de 500 mg/L, en el camal Quicapata se registró una concentración promedio de 1 042,62 mg/L. Luego de observar los valores promedios en cuanto a cada parámetro de calidad y compararlos con los valores máximos admisibles para descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado, establecidos en el Decreto Supremo 021-2009- VIVIENDA, podemos mencionar que las aguas residuales que vierte el camal Quicapata está excediendo al límite máximo admisible.

VII. RECOMENDACIONES

1. Brindar charlas, orientaciones y capacitaciones en temas ambientales y conservación del medio ambiente al personal que labora en el camal como parte de educación ambiental, con el fin de mejorar sus acciones al momento de laborar en el camal Quicapata.
2. Procurar producir abono orgánico o compost a partir de los desechos intestinales procedentes de los animales sacrificados, ya que en la actualidad son dispuestos en un espacio abierto sin darles ningún tipo de tratamiento y por ello contamina el medio con olores desagradables y a la vez beneficia la proliferación de moscas, las cuales son vectores de la contaminación.
3. Implementar un mejor sistema físico constituido por rejillas y filtros automáticos para la separación de los desechos sólidos de tamaño considerable procedentes de las partes y vísceras de los animales sacrificados a manera de pre tratamiento los cuales ayudarían de gran manera a que la calidad del agua residual mejore y sea más fácil el posterior tratamiento con la finalidad de cumplir con lo establecido.
4. Diseñar y construir con urgencia una planta de tratamiento de aguas residuales del camal Quicapata, ya que no deben seguir siendo vertidas de forma directa al sistema de alcantarillado, basándonos en el D.S. 021- 2009-

VIVIENDA el camal de Quicapata está contaminando el medio ambiente, por la tanto cometiendo un delito que perjudica al medio ambiente, al sistema de alcantarillado, al tratamiento de las aguas residuales y a la población.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **APHA, AWWA, WPCF. 1992.** Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. 17^{ava} edición. Ediciones Diaz de Santos, S.A. Madrid – España.
2. **Arenas, J. 2000.** Diccionario técnico y jurídico del medio ambiente. España: McGraw-Hill.
3. **Aznar, A. 2000.** Determinación de los Parámetros Físico - Químicos de Calidad de las Aguas. Instituto Tecnológico de Química y Materiales “Álvaro Alonso Barba”. Vol. 2.
4. **Balladares, A. 1998.** Rellenos sanitarios y tratamiento de residuos líquidos de mataderos municipales. CEPIS/OPS/BVS. 150 pp.
5. **Bayramoglu, M., Kobya, M., Eyvaz, M., Senturk, E. 2006.** Technical and economic analysis of electrocoagulation for the treatment of poultry slaughterhouse wastewater. Separation and Purification Technology.
6. **Benavides, P. 2006.** Evaluación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Central de Sacrificio de Túquerres (Nariño Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales) Especialización en Ingeniería Ambiental, Area Sanitaria.
7. **Bojaca, R. 2007.** Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial Determinación de Grasas y Aceites en Aguas por el Método Soxhlet.

8. **Cajigas, A. 1998.** Ingeniería de Aguas Residuales - Tratamiento Vertido y Reutilización. Tercera edición. Editorial Mc Graw Hill. Vol.
9. **Caldera, Y. 2009.** Eficiencia de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de una Industria Avícola. Tesis – TAU. Cabimas. Disponible en U.R.L:
https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:DosC3z98eAJ:www.tauniversity.org/tesis/Tesis_Yaxcelys_Caldera_1.pdf+Tesis+presentada+como+requisito+para+optar+al+t%C3%A9tulo+de+Doctor+of+Science+in&hl=es&gl=pe&pid=bl&srcid=ADGEESid_KA7QBIDVWs3xwNR3yz2seyE4aL_VrWkDjC3waLDwtFvx3AKCQueJ_Y06UvXj4ckYc6ZiOJHMXXNMxhT29C1OkVgg07KpvFjKmYMZgPxxgM17lxlgfMr3iiKtAq36MTu&sig=AHIEtbQZO9GZTVxpUK5AvHXZPsGcwjJEA.
10. **Cárdenas, C., Perruolo, T., Fernández, D., Quero, R., Saules, L., Herrera, L. 2007.** XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental: Tratamiento De Aguas Residuales Domésticas Utilizando Lagunas Aireadas.
11. **Cárdenas, J. 2005.** Calidad de Aguas para estudiantes de Ciencias Ambientales. Editorial Primera. Disponible en URL:
http://www.google.com.pe/url?sa=f&rct=j&url=http://200.69.103.48/comunidad/grupos/fluoreciencia/capitulos_fluoreciencia/calaguas_cap4.pdf&q=ANALISIS+ORGANOLEPTICO+Y+SET+DE+SOLIDOS&ei=N1EyUIGAK6f30gG8koCwDw&usg=AFQjCNHdl_GhAroatw6awe8F-nAmD_Px1w
12. **Chaux, G. 2009.** Producción más Limpia y Viabilidad de Tratamiento Biológico para Efluentes de Mataderos en Pequeñas Localidades, El Tambo – Colombia. Disponible en URL:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-35612009000100012&script=sci_arttext

29. **Romero, A. 1996.** Tratamiento de Aguas Residuales por Lagunas de Estabilización. Tercera edición. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
30. **Seoáñez, M. 1995.** Aguas residuales urbanas. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-España.
31. **Tchobanoglous, C. 2000.** Sistemas de Manejo de Aguas Residuales. Ediciones Mc Graw Hill interamericana S.A. Santa fe de Bogotá - Colombia.
32. **Toapanta, V. 2004.** Calidad del Agua: Grasas y Aceites. Disponible en URL:<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6161/8/GRASASYACEITES.pdf>
33. **Universidad de Don Bosco, Departamento de Medio Ambiente 2004.** Aceites y Grasas Vegetales: Estudio para la Evaluación Mercadológica de los Desechos Industriales en el Salvador.
34. **Veall F. 1997.** *Estructura y funcionamiento de los mataderos medianos en los países en desarrollo.* Producción y Sanidad Animal. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
35. **Velázquez, A., Calderón, C., Tomasini, A. 2002.** Serie Autodidactica de Medición de la Calidad del Agua – Fundamentos Técnicos para en muestreo y análisis de aguas residuales. México.
36. **Velp Científica. 2001.** Instruction for use of D.B.O sensor. Milano – Italy

ANEXOS

VIVIENDA**Aprueban Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario**DECRETO SUPREMO
N° 021-2009-VIVIENDA

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el Artículo 2° de la Ley N° 27792, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, establece que es competencia del Ministerio, formular, aprobar, ejecutar y supervisar las políticas de alcance nacional aplicables en materia de vivienda, urbanismo, construcción y saneamiento, correspondiéndole por tanto dictar normas de alcance nacional y supervisar su cumplimiento;

Que, asimismo el literal a) del Artículo 6° del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2002-VIVIENDA, establece que el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento diseña, norma y ejecuta la política nacional y acciones del sector en materia de vivienda, urbanismo, construcción y saneamiento;

Que, la Ley N° 26338, Ley General de Servicios de Saneamientos, en adelante la Ley General, ha declarado que dichos servicios son de necesidad y utilidad pública y de preferente interés nacional, cuya finalidad es proteger la salud de la población y el ambiente;

Que, el Artículo 15° de la Ley General, establece que los usuarios de los servicios de saneamiento tienen la obligación de hacer uso adecuado de dichos servicios, no dañar la infraestructura correspondiente y cumplir con las normas que los Reglamentos de las entidades prestadoras establezcan; asimismo dispone que el daño o la depredación de los equipos e instalaciones de los servicios de saneamiento; así como el uso indebido de los mismos serán sancionados en la forma que establezca el Reglamento de la Ley General y las disposiciones que para el efecto dicte la Superintendencia, sin perjuicio de la responsabilidad penal que tuviese el infractor.

Que, mediante Decreto Supremo N° 023-2005-VIVIENDA se aprobó el Texto Único Ordenado del Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento, en adelante el TUO del Reglamento;

Que, el literal g) del Artículo 56° del TUO del Reglamento establece como derecho de las EPS suspender el servicio de alcantarillado sanitario cuando las características de los efluentes industriales que se vierten en él, no cumplan con los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad vigente, quedando la EPS facultada para cobrar por los gastos incurridos en la suspensión y reposición de dicho servicio; por otro lado el literal h) del mismo artículo dispone que en casos especiales las EPS pueden cobrar el costo adicional por las cargas en el sistema de alcantarillado que superen los límites establecidos por cada EPS en su Reglamento de Prestación de Servicios, indicando que dicho costo adicional será considerado como un servicio colateral;

Que, el tercer párrafo del Artículo 79° de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, establece que corresponde a la autoridad sectorial competente la autorización y el control de las descargas de agua residual a los sistemas de drenaje urbano o alcantarillado;

Que, las descargas de aguas residuales no domésticas en la red de alcantarillado sanitario contienen concentraciones elevadas de sustancias contaminantes o tóxicas que deben ser reguladas, controladas y fiscalizadas, a fin de evitar el deterioro de las instalaciones, infraestructura sanitaria, maquinarias y equipos, disminuyendo los costos de su operación y mantenimiento, y evitando el deterioro de los procesos de tratamiento de las aguas residuales;

Que, por otro lado la presencia de sustancias nocivas en concentraciones elevadas en las aguas residuales que

descargan a las redes de alcantarillado pone en peligro la salud de los seres humanos;

Que, es necesario regular las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, a fin de evitar el deterioro y asegurar el adecuado funcionamiento de los sistemas de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales, garantizando la sostenibilidad del tratamiento de las aguas residuales, estableciendo y aprobando para este caso Valores Máximos Admisibles (VMA) en lugar de Límites Máximos Permisibles, pues estos últimos son parámetros de orden ambiental que se aplican a las descargas de efluentes en cuerpos receptores y tiene influencia en el ecosistema y el ambiente;

Que, en ese sentido resulta necesario modificar e incorporar las disposiciones pertinentes establecidas en el TUO del Reglamento de la Ley General a fin de concordar la nomenclatura y definición de los VMA;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8) del Artículo 118° de la Constitución Política del Perú, Leyes N° 26338, N° 27792, N° 29338, Decreto Supremo N° 023-2005-VIVIENDA y sus modificatorias, y demás normas pertinentes.

DECRETA:

Artículo 1°.- Finalidad, Ámbito de aplicación y obligatoriedad de la norma

La presente norma regula mediante Valores Máximos Admisibles (VMA) las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario a fin de evitar el deterioro de las instalaciones, infraestructura sanitaria, maquinarias, equipos y asegurar su adecuado funcionamiento, garantizando la sostenibilidad de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales.

Los Valores Máximos Admisibles (VMA) son aplicables en el ámbito nacional y son de obligatorio cumplimiento para todos los usuarios que efectúen descargas de aguas residuales no domésticas en los sistemas de alcantarillado sanitario; su cumplimiento es exigible por las entidades prestadoras de servicios de saneamiento - EPS, o las entidades que hagan sus veces.

Artículo 2°.- Aprobación de Valores Máximos Admisibles (VMA) para el sector saneamiento

Apruébese los Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en los sistemas de alcantarillado sanitario, establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 que forman parte integrante de la presente norma.

Los usuarios cuyas descargas sobrepasen los valores contenidos en el Anexo N° 1, deberán pagar la tarifa establecida por el ente competente, la cual es complementaria al reglamento de la presente norma, pudiéndose llegar en los casos que se establezca en el reglamento, incluso a la suspensión del servicio de alcantarillado sanitario.

Los parámetros contenidos en el Anexo N° 2 no pueden ser sobrepasados. En caso se sobrepase dichos parámetros, el usuario será sujeto de suspensión del servicio.

Artículo 3°.- Definición de Valores Máximos Admisibles (VMA)

Entiéndase por Valores Máximos Admisibles (VMA) como aquel valor de la concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos y/o químicos, que caracterizan a un efluente no doméstico que va a ser descargado a la red de alcantarillado sanitario, que al ser excedido causa daño inmediato o progresivo a las instalaciones, infraestructura sanitaria, maquinarias y equipos de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, y tiene influencias negativas en los procesos de tratamiento de las aguas residuales.

Artículo 4°.- Pago por exceso de concentración en la descarga de aguas residuales no domésticas en los sistemas de alcantarillado sanitario

Las EPS o las que hagan sus veces, podrán cobrar a los usuarios no domésticos el pago adicional, de acuerdo a la normatividad vigente, correspondiente al exceso de concentración de los parámetros: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Demanda Química de

Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Aceites y Grasas (AyG), medidos en la caja de registro de la red de alcantarillado o un dispositivo adecuado para este proceso, conforme al procedimiento que se establecerá en el Reglamento de la presente norma.

La metodología para la determinación de los pagos adicionales por exceso de concentración respecto de los valores máximos admisibles, será elaborada y aprobada por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento - SUNASS, en un plazo no mayor de la fecha de entrada en vigencia del Reglamento de la presente norma. Dicha metodología deberá ser incorporada en el Reglamento de Prestación de Servicios correspondiente a cada EPS o las entidades que hagan sus veces.

Artículo 5º.- Suspensión del Servicio de Alcantarillado

Las EPS o las entidades que hagan sus veces se encuentran facultadas en virtud de la presente norma a imponer el cobro de tarifas aprobadas por la SUNASS e incluso disponer la suspensión del servicio de descargas al sistema de alcantarillado en los casos que se regulen en el reglamento y que deriven de la vulneración de los anexos N°1 y N°2.

Artículo 6º.- Caso fortuito o fuerza mayor

Cuando por caso fortuito o fuerza mayor el usuario no doméstico efectúe descargas de aguas residuales no domésticas en los sistemas de alcantarillado sanitario superando los Valores Máximos Admisibles (VMA) establecido en el Anexo N° 2 de la presente norma, las EPS o las entidades que hagan sus veces, evaluarán si procede exonerar temporalmente al usuario no doméstico de los alcances del artículo 5º, de acuerdo a lo establecido, en el reglamento de la presente norma.

Artículo 7º.- Control de las aguas residuales no domésticas

El monitoreo de la concentración de parámetros de descargas de aguas residuales no domésticas en los sistemas de alcantarillado sanitario, estará a cargo de las EPS o las entidades que hagan sus veces, contando para ello con la participación de laboratorios debidamente acreditados ante INDECOPI. Los pagos deberán ser asumidos por el usuario no doméstico de acuerdo al procedimiento que el ente competente establecerá concordante con la presente norma. La recolección de las muestras será realizada de manera inopinada, conforme al procedimiento establecido en el reglamento de la presente norma.

Artículo 8º.- Actualización de los VMA

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento se encuentra autorizado a modificar los Valores Máximos Admisibles a través de una Resolución Ministerial. Para tal efecto, la Dirección Nacional de Saneamiento, evaluará y, de ser el caso, sustentará la modificación y actualización de los parámetros de los Valores Máximos Admisibles, señalados en los Anexos N° 1 y N° 2, previo análisis y estudio efectuado por las EPS o las entidades que hagan sus veces, de acuerdo a la caracterización del tipo de descarga no doméstica vertida a los sistemas de alcantarillado.

Artículo 9º.- Prohibiciones

Queda totalmente prohibido descargar directa o indirectamente a los sistemas de alcantarillado aguas residuales o cualquier otro tipo de residuos sólidos, líquidos o gaseosos que en razón de su naturaleza, propiedades y cantidad causen por sí solos o por interacción con otras descargas algún tipo de daño, peligro e inconveniente en las instalaciones de los sistemas de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas residuales según lo indicado en el Reglamento de la presente norma.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

PRIMERA.- La presente norma entrará en vigencia conjuntamente con la aprobación de su Reglamento, el cual será elaborado por el Ministerio de Vivienda,

Construcción y Saneamiento en un plazo máximo de trescientos sesenta y cinco (365) días calendario, contados a partir de la publicación de la presente en el Diario Oficial El Peruano.

SEGUNDA.- Los usuarios que a la fecha de entrada en vigencia del presente Decreto Supremo, se encuentren efectuando descargas de aguas residuales no domésticas en los sistemas de alcantarillado sanitario, deberán adecuar sus descargas a las disposiciones establecidas en la presente norma, en un plazo no mayor de cinco (05) años.

En el caso de nuevos usuarios del sistema de alcantarillado sanitario las disposiciones de la presente norma serán de aplicación inmediata.

TERCERA.- El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, mediante Resolución Ministerial, aprobará las normas complementarias que sean necesarias, para la aplicación e implementación del presente Decreto Supremo.

CUARTA.- El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS MODIFICATORIAS

ÚNICA.- Modifíquense los literales g) y h) del Artículo 5º del Texto Único Ordenado del Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento, aprobado por Decreto Supremo N° 023-2005-VIVIENDA y sus modificatorias, con el texto siguiente:

Artículo 56º.- Son derechos de la EPS:

(...)

g) Suspender el servicio de alcantarillado sanitario cuando las características de los efluentes no domésticos que se vierten en él, no cumplan con los Valores Máximos Admisibles (VMA) establecidos en la normatividad vigente. Las EPS o las entidades que hagan sus veces, quedan facultadas para cobrar por los gastos incurridos en la suspensión y reposición de dicho servicio.

h) Cobrar el costo adicional por las cargas contaminantes descargados en el sistema de alcantarillado que superen los Valores Máximos Admisibles (VMA) establecidos por la normatividad vigente. Dicho pago adicional será incorporado en el Reglamento de Prestación de Servicios de cada EPS o las entidades que hagan sus veces.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS DEROGATORIAS

ÚNICA.- Deróguense todas las normas que se opongan al presente Decreto Supremo.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima a los diecinueve días del mes de noviembre del año dos mil nueve.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

JUAN SARMIENTO SOTO
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO N° 01

PARAMETRO	UNIDAD	EXPRESIÓN	VMA PARA DESCARGAS
			AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	DBO ₅	500
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	DQO	1000
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	S.S.T.	500
Aceites y grasas	mg/L	AyG	100

ANEXO N°02

Valores Máximos Admisibles (1)

PARAMETRO	UNIDAD	EXPRESIÓN	VMA PARA DESCARGAS
			AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Aluminio	mg/L	Al	10
Arsénico	mg/L	As	0.5
Boro	mg/L	B	4
Cadmio	mg/L	Cd	0.2
Cianuro	mg/L	CN	1
Cobre	mg/L	Cu	3
Cromo hexavalente	mg/L	Cr ⁶	0.5
Cromo total	mg/L	Cr	10
Manganeso	mg/L	Mn	4
Mercurio	mg/L	Hg	0.02
Niquel	mg/L	Ni	4
Plomo	mg/L	Pb	0.5
Sulfatos	mg/L	SO ₄ ⁻²	500
Sulfuros	mg/L	S ²⁻	5
Zinc	mg/L	Zn	10
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	NH ⁴⁺	80
pH(2)	unidad	pH	6-9
Sólidos Sedimentables (2)	ML/h	S.S.	8.5
Temperatura(2)	°C	T	<35

- (1) La aplicación de estos parámetros a cada actividad económica por procesos productivos, será precisada en el reglamento de la presente norma tomando como referencia el código CIIU. Aquellas actividades que no estén incluidas en este código; deberán cumplir con los parámetros indicados en el presente Anexo.
- (2) Estos parámetros, serán tomadas de muestras puntuales. El valor de los demás parámetros, serán determinados a partir del análisis de una muestra compuesta.

ANEXO N° 02

Informe de análisis de demanda bioquímica de oxígeno, aceites y grasas, demanda química de oxígeno y sólidos suspendidos totales por el laboratorio Certi min S.A.



Página 2 de 4

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA COMISIÓN DE
REGLAMENTOS TÉCNICOS Y COMERCIALES CON REGISTRO N° LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° NOV1005.R11



RESULTADOS

Muestras	Código de servicio	Elementos			
		Nombre	Unidad	Resultado	Unidad
1	Efluyente Canal Chulapampa	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	118	1000
		Demanda Química de Oxígeno	mg/L	2.00	10.00

Muestras proporcionadas por el cliente.

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME LE PUEDE CAUSAR DAÑOS CONSIDERABLES. CONFÍE EN LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.

CERTIMIN S.A. - Av. Las Vegas N° 645 - San Juan de Miraflores - Telf.: 206-5666 e-mail: certimin@certimin.pe

ANEXO N°03

Informe de análisis de demanda química de oxígeno y sólidos suspendidos totales por el laboratorio Certi min S.A.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° NOV1007.R11



RESULTADOS

N°	Muestras		Elementos	
	Código de Servicio	Fecha Muestreo	Nombre Tipo Muestra	Unidad
1	909000	2011-11-04	Agua	mg/L
				5

Muestras proporcionadas por el cliente

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO PENAL SEGUN LA LEY N° 27107, EN ESPECIAL EL ARTICULO 172.

ANEXO N° 04

Informe de análisis de demanda química de oxígeno y sólidos suspendidos totales por el laboratorio Certi min S.A.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° DIC1101.R11



RESULTADOS

Muestras		Elementos	
N°	Código de Servicio Elemento Unidad Cantidad de Replicación	Identificación Tipo Unidad	Resultado
1	ERUENTE Canal de Quispacani	MD174 DQ4 mg/L	1116 5172

Invasas proporcionadas por el cliente

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE SERVICIO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY PERUANA ALFOMBO COMPLETOS

ANEXO N° 05

Informe de análisis de demanda química de oxígeno y sólidos suspendidos totales por el laboratorio Certi min S.A.



Página 2 de 4

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACION INDECOPI-SNA CON REGISTRO Nº LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° DIC1102.R11



RESULTADOS

Muestras		Elementos	
N°	Código de Servicio Elemento Unidad Estado de Degradación	Norma Fecha Método	Resultado Unidad
1	Efluente Canal de Cuzco	ISO 15714 2011-12-14	1233 4976

Muestras proporcionadas por el cliente

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO PENAL SEGUN LA LEY PERUANA DE RESPONSABILIDAD CIVIL Y PENAL EN MATERIA DE PROTECCION DEL CONSUMIDOR.

CERTIMIN S.A. Av. Las Vegas Nº 840 - San Juan de Miraflores Tel.: 205-5656 e-mail: certimin@certimin.pe

ANEXO N° 08

Informe de análisis de demanda química de oxígeno y sólidos suspendidos totales por el laboratorio Certi min S.A.



Página 2 de 4

INFORME DE ENSAYO
N° MAR 10.R.12

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE 022



RESULTADOS

Muestras		Elementos	
N°	Código de Servicio Elemento Unidad Fecha de Recepción	Código Tipo Muestra	Unidad
1	Lista de Recepción Etiqueta Canal de Guapeña 2012-02-23	MD0000 MD0174 MD0157 500- mg/L 3,0.00	100%

Muestras proporcionadas por el cliente

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY N° 14700 PARA EL PROMOTOR COMERCIAL.

CERTIMIN S.A. Av. Las Vegas N° 845 - San Juan de Miraflores Tel.: 205-5650 e-mail: certimin@certimin.pe

ANEXO N° 09

Informe de análisis de demanda química de oxígeno y sólidos suspendidos totales por el laboratorio Certi min S.A.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE 022

INFORME DE ENSAYO
N° MAR1011.R.12



RESULTADOS

N°	Muestras Codigo de Servicio Nombre Unidad Límite de Detección	Elementos	
		Monitoreo	Unidad
1	Efluente Canal de Quispacachi	2012-03-26	1.68
		2012-03-26	0.882

Muestras proporcionadas por el cliente

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO sancionable CONFORME A LA LEY PARA LA AFIRMACIÓN COMERCIAL.

ANEXO N° 10

Cuadro N° 05: Datos estadísticos de la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) en relación a los días de la semana, registrados en las aguas residuales del camal Quicapata, de Noviembre 2011 a Febrero 2012. Ayacucho.

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Domingo	4	3620,00	235,09	117,54	3245,92	3994,08	3280,00	3800,00
Lunes	4	2137,50	131,50	65,75	1928,26	2346,74	1950,00	2250,00
Martes	4	2437,50	271,95	135,98	2004,76	2870,24	2150,00	2800,00
Miércoles	4	2487,50	188,75	94,37	2187,16	2787,84	2300,00	2750,00
Jueves	4	3227,50	296,13	148,06	2756,29	3698,71	2800,00	3450,00
Viernes	4	2350,00	187,08	93,54	2052,31	2647,69	2150,00	2600,00
	24	2710,00	575,69	117,51	2466,91	2953,09	1950,00	3800,00

ANEXO Nº 11

Cuadro Nº 06: Datos estadísticos de la concentración de aceites y grasas (mg/L) en relación a los días de la semana, registrados en las aguas residuales del camal Quicapata, de Noviembre 2011 a Febrero 2012. Ayacucho.

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Limite inferior	Limite superior		
Domingo	4	134,75	8,54	4,27	121,16	148,34	123,00	142,00
Lunes	4	98,25	4,57	2,29	90,97	105,53	93,00	103,00
Martes	4	99,00	10,09	5,05	82,93	115,07	87,00	110,00
Miércoles	4	103,50	4,43	2,22	96,44	110,55	98,00	108,00
Jueves	4	117,00	8,98	4,49	102,71	131,29	108,00	129,00
Viernes	4	99,50	3,42	1,71	94,06	104,94	96,00	104,00
	24	108,66	14,99	3,06	102,33	114,99	87,00	142,00

ANEXO N° 12

Cuadro N° 07: Datos estadísticos de la concentración de aceites y grasas (mg/L) en relación a los meses de Noviembre 2011 a Febrero 2012, registrados en las aguas residuales del camal Quicapata. Ayacucho.

Meses	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
					Noviembre	6		
Diciembre	6	109,50	21,67	8,85	86,75	132,25	87,00	142,00
Enero	6	105,50	9,56	3,90	95,46	115,54	95,00	123,00
Febrero	6	110,33	13,00	5,31	96,69	123,98	96,00	134,00
	24	108,66	14,99	3,06	102,33	114,99	87,00	142,00

ANEXO Nº 13

Cuadro Nº 08: Datos estadísticos de la concentración de demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) en relación a los meses de Noviembre 2011 a Febrero 2012, registrados en las aguas residuales del camal Quicapata. Ayacucho.

Meses	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Noviembre	6	2810,00	590,08	240,90	2190,74	3429,26	2250,00	3750,00
Diciembre	6	2733,33	735,30	300,19	1961,68	3504,98	1950,00	3800,00
Enero	6	2521,67	443,41	181,02	2056,33	2987,00	2150,00	3280,00
Febrero	6	2775,00	615,43	251,25	2129,15	3420,85	2200,00	3650,00
	24	2710,00	575,68	117,51	2466,91	2953,09	1950,00	3800,00

ANEXO N° 14

Cuadro N° 09: Datos estadísticos de la concentración de la demanda química de oxígeno (mg/L) en relación a los meses de Noviembre 2011 a Febrero 2012, registrados en las aguas residuales del camal Quicapata. Ayacucho.

Meses	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Noviembre	2	5330,00	432,75	306,00	1441,90	9218,09	5024,00	5636,00
Diciembre	2	5074,00	138,59	98,00	3828,79	6319,21	4976,00	5172,00
Enero	2	5414,00	709,94	502,00	-964,51	11792,51	4912,00	5916,00
Febrero	2	6090,00	1077,63	762,00	-3592,12	15772,13	5328,00	6852,00
	8	5477,00	654,58	231,43	4929,76	6024,24	4912,00	6852,00

ANEXO N° 15

Cuadro N° 10: Datos estadísticos de la concentración de sólidos suspendidos totales (mg/L) en relación a los meses de Noviembre 2011 a Febrero 2012, registrados en las aguas residuales del camal Quicapata. Ayacucho.

Meses	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Noviembre	2	1022,50	180,31	127,50	-597,54	2642,54	895,00	1150,00
Diciembre	2	1174,00	83,44	59,00	424,33	1923,66	1115,00	1233,00
Enero	2	861,50	115,26	81,50	-174,05	1897,06	780,00	943,00
Febrero	2	1112,50	108,18	76,50	140,47	2084,52	1036,00	1189,00
	8	1042,62	158,19	55,93	910,37	1174,88	780,00	1233,00

ANEXO N° 16

Cuadro N° 11: Prueba de Kruskal Wallis para comparar la cantidad de demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) entre los días de la semana, registradas en las aguas efluentes del camal Quicapata. Ayacucho 2012.

Rangos

Dia	N	Rango promedio
DBOs Domingo	4	22,00
Lunes	4	3,75
Martes	4	10,25
Miércoles	4	11,63
Jueves	4	18,88
Viernes	4	8,50
Total	24	

**Estadísticos de
contraste^{a,b}**

	DBOs
Chi-cuadrado	18,431
gl	5
Sig. asintót.	,002

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: DIA

ANEXO N° 17

Cuadro N° 12: Prueba de Kruskal Wallis para comparar la concentración de aceites y grasas (mg/L) entre los días de la semana, registradas en las aguas residuales del camal Quicapata. Ayacucho 2012.

Rangos			
Dia		N	Rango promedio
AyG	Domingo	4	22,25
	Lunes	4	6,63
	Martes	4	8,38
	Miércoles	4	11,50
	Viernes	4	7,88
	Jueves	4	18,38
	Total	24	

Estadísticos de contraste^{a,b}

	AyG
Chi-cuadrado	16,308
gl	5
Sig. asintót.	,006

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: DIA

ANEXO N° 18

Cuadro N° 13: Prueba de Kruskal Wallis para comparar la concentración de aceites y grasas (mg/L) entre los meses de investigación, registradas en las aguas residuales del camal Quicapata. Ayacucho 2012.

Rangos		
Mes	N	Rango promedio
AyG Noviembre	6	12,25
Diciembre	6	11,67
Enero	6	11,67
Febrero	6	14,42
Total	24	

Estadísticos de contraste^{a,b}

	AyG
Chi-cuadrado	,616
gl	3
Sig. asintót.	,893

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Mes

ANEXO N° 19

Cuadro N° 14: Prueba de Kruskal Wallis para comparar la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) entre los meses de investigación, registradas en las aguas residuales del camal Quicapata. Ayacucho 2012.

Rangos

Mes	N	Rango promedio
DBOs Noviembre	6	14,17
Diciembre	6	12,50
Enero	6	10,17
Febrero	6	13,17
Total	24	

Estadísticos de contraste^{a,b}

	DBOs
Chi-cuadrado	1,045
gl	3
Sig. asintót.	,790

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Mes

ANEXO N° 20

Cuadro N° 15: Prueba de Kruskal Wallis para comparar la concentración de la demanda química de oxígeno (mg/L) entre los meses de investigación, registradas en las aguas residuales del camal Quicapata. Ayacucho 2012.

Rangos		
Mes	N	Rango promedio
DQO Noviembre	2	4,50
Diciembre	2	3,00
Enero	2	4,00
Febrero	2	6,50
Total	8	

Estadísticos de contraste^{a,b}

	DQO
Chi-cuadrado	2,167
gl	3
Sig. asintót.	,539

- a. Prueba de Kruskal-Wallis
 b. Variable de agrupación: Mes

ANEXO N° 21

Cuadro N° 16: Prueba de Kruskal Wallis para comparar la concentración de sólidos suspendidos totales (mg/L) entre los meses de investigación, registradas en las aguas residuales del camal Quicapata. Ayacucho 2012.

Rangos

Mes	N	Rango promedio
SST Noviembre	2	4,00
Diciembre	2	6,50
Enero	2	2,00
Febrero	2	5,50
Total	8	

Estadísticos de contraste^{a,b}

	SST
Chi-cuadrado	3,833
gl	3
Sig. asintót.	,280

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Mes

ANEXO N° 22



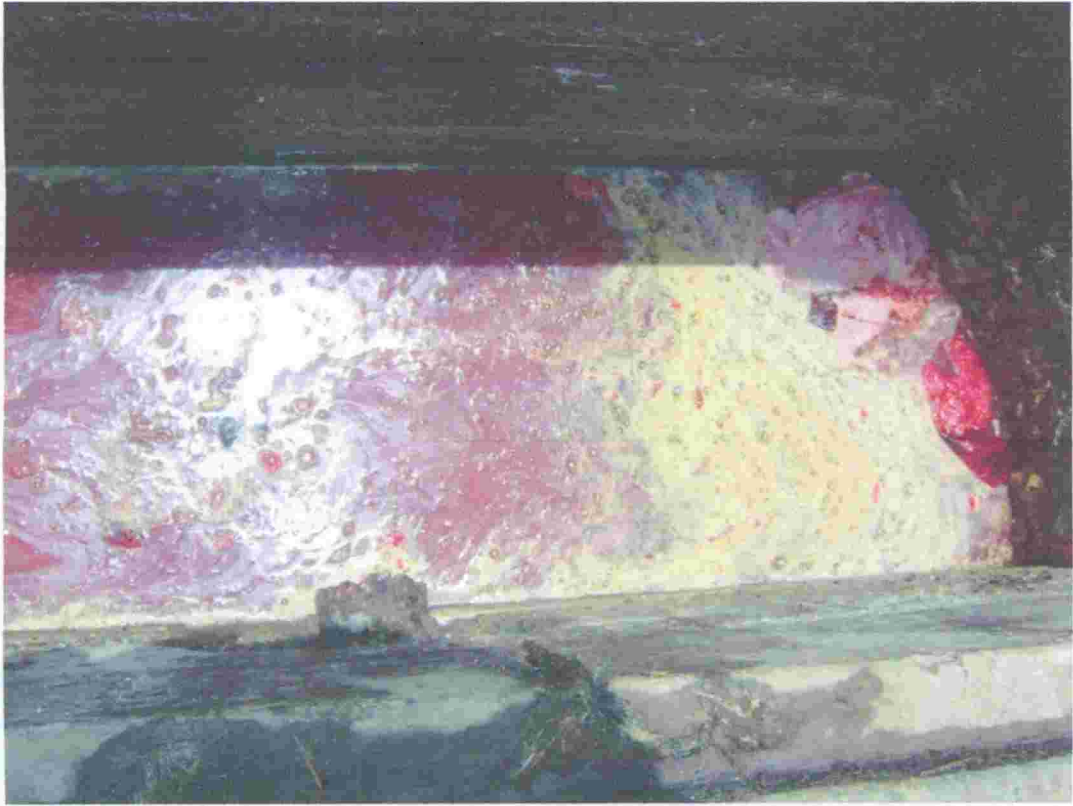
Fotografía N° 01: Personal en proceso de corte y lavado de las carnes, como parte del proceso de sacrificio. Camal Quicapata. Ayacucho 2011 - 2012.

ANEXO Nº 23



Fotografía Nº 02: Coágulos de sangre en el piso a consecuencia del sangrado de los animales. Camal Quicapata. Ayacucho 2011 - 2012.

ANEXO N° 24



Fotografía N° 03: Natas de grasas acumuladas por obstrucción de las rejas. Camal Quicapata. Ayacucho 2011 - 2012.

ANEXO N° 25



Fotografía N° 04: Sistema de rejado artesanal como parte del proceso físico de separación de desechos sólidos de gran tamaño. Camal Quicapata. Ayacucho 2011 - 2012.

ANEXO N° 26



Fotografía N° 05: Acondicionamiento de las muestras compuestas en el cooler con refrigerante para el envío al laboratorio acreditado **Certi Min**. Laboratorio de control de calidad de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Quicapata. Ayacucho 2011 - 2012.

ANEXO N° 27



Fotografía N° 06: Botellas conteniendo las muestras de agua residual del camal Quicapata, listas para ser enviadas al laboratorio acreditado **Certi Min** para los análisis de DBO_5 , DQO, AyG y SST. Laboratorio de control de calidad de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Quicapata. Ayacucho 2011 - 2012.

ANEXO N° 28



Fotografía N° 07: Cooler debidamente sellado y con la cadena de custodia, conteniendo las botellas con muestras de agua residual del camal Quicapata para el análisis respectivo en el laboratorio acreditado **Certi Min. Laboratorio de control de calidad de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Quicapata. Ayacucho 2011 - 2012.**

ANEXO N° 29



Fotografía N° 08: Sembrado de la muestra compuesta de agua residual en los frascos acaramelados para la determinación de la demanda bioquímica de oxígeno. Laboratorio de control de calidad de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Quicapata. Ayacucho 2011 - 2012.

ANEXO N° 30



Fotografía N° 09: Asegurando y calibrando el equipo oxitop con muestras de agua residual de camal Quicapata para su posterior incubación por 5 días a 20 °C. Laboratorio de control de calidad de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Quicapata. Ayacucho 2011 – 2012.

ANEXO N° 31



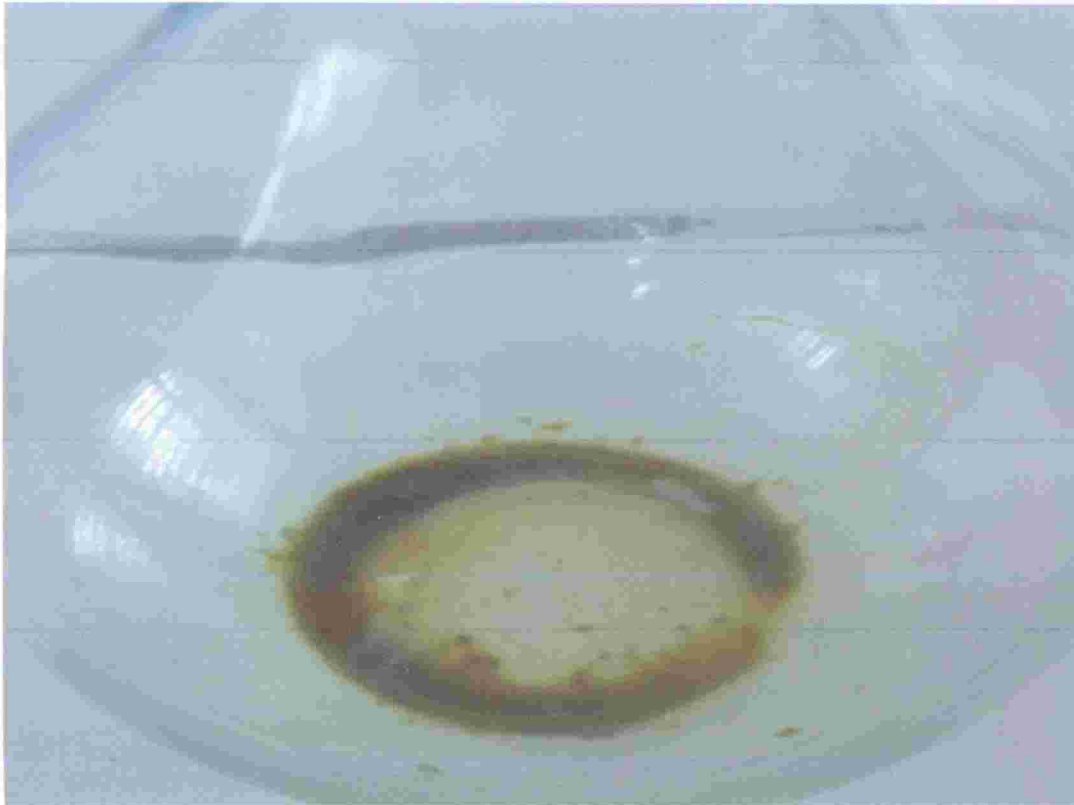
Fotografía N° 10: Filtrado de 1 litro de muestra compuesta de agua residual obtenida para determinar aceites y grasas. Laboratorio de control de calidad de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Quicapata. Ayacucho 2011 - 2012

ANEXO N° 32



Fotografía N° 11: Proceso de extracción de aceites y grasas con el equipo de extracción Soxhlet. Laboratorio de control de calidad de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá. Ayacucho 2011 - 2012

ANEXO N° 33



Fotografía N° 12: Grasas y aceites extraídos a partir de aguas residuales del camal Quicapata, Laboratorio de análisis fisicoquímico de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá. Ayacucho 2011 - 2012.

ANEXO N° 34



Fotografía N° 13: Acumulación de desechos intestinales de animales sacrificados en un área abierta del camal Quicapata, convirtiéndose en un foco de infección. Camal Quicapata. Ayacucho 2011 - 2012.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO	PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	VARIABLES	METODOLOGÍA
Caracterización de las aguas residuales provenientes del camal de Quicapata vertidas al sistema de alcantarillado de la EPSASA, Ayacucho - 2011	¿Cuáles serán los valores de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, Aceites y Grasas, Demanda Química de Oxígeno y Sólidos Suspendedos Totales del agua residual proveniente del camal de Quicapata?; y si ¿Éstas excederán los Valores Máximos Admisibles señalado en el anexo Nº 01 del Decreto supremo Nº 021-2009-VIVIENDA?.	El efluente del camal de Quicapata excede los Valores Máximos Admisibles para descargas al sistema de alcantarillado establecido en el anexo Nº 01 del Decreto Supremo Nº 021-2009-VIVIENDA.	<p>Objetivo general: Caracterizar las aguas residuales del camal de Quicapata vertido hacia el sistema de alcantarillado de la EPSASA.</p> <p>Objetivos específicos: ➤ Determinar la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅). ➤ Determinar la concentración de la demanda química de oxígeno (DQO). ➤ Determinar la concentración de sólidos suspendidos totales (SST). ➤ Determinar la concentración de aceites y grasas (AyG). ➤ Determinar si los valores obtenidos de éstos parámetros exceden los valores máximos admisibles (VMA) para la descarga al sistema de alcantarillado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Antecedentes • Industrias cárnicas • Aguas residuales • Clasificación de las aguas residuales • Materia orgánica • Demanda bioquímica de oxígeno • Demanda química de oxígeno • Sólidos suspendidos totales • Aceites y grasas. 	<p>Variable dependiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Demanda bioquímica de O₂ • Demanda química de oxígeno • Sólidos suspendidos totales • Aceites y grasas. <p>Variable independiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meses • Días 	<p>Población: Aguas residuales del camal de Quicapata</p> <p>Metodología: Los muestreos se realizan mensualmente, obteniendo 6 muestras compuestas por mes de estudio, de domingo a viernes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para la determinación de aceites y grasas según APHA 1992. • Para la determinación de la demanda bioquímica de oxígeno por el método respirométrico con uso del equipo Oxitop. • Para determinar sólidos suspendidos totales y demanda química de oxígeno serán enviados a un laboratorio acreditado para su determinación.

Caracterización de las aguas residuales provenientes del camal de Quicapata vertidas al sistema de alcantarillado de la EPSASA. Ayacucho 2011.

Julio Coras C.^{1*}, Sonia Palomino F.¹, Julio Hinojosa M.²

¹ Laboratorio de Biotecnología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú.

² Laboratorio de Control de Calidad Planta de tratamiento de agua potable, Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento de Ayacucho S.A.

RESÚMEN

Las aguas residuales de la industria cárnica (camal) contienen altas concentraciones de materia orgánica, sólidos suspendidos, grasas, etc. la composición y concentración de estas aguas varían dependiendo del número de animales sacrificados, eficiencia en la separación de vísceras y trozos de grasas del agua residual, manejo y consumo de agua por animal sacrificado. Por ello el vertido de las aguas residuales del camal sin tratamiento hacia el sistema de alcantarillado causa un impacto ambiental negativo. Debido a ello y en base al anexo nº 01 del Decreto Supremo 021-2009-VIVIENDA se planteó el presente trabajo de investigación, el cual se realizó entre los meses de noviembre 2011 a febrero del 2012, con la finalidad de caracterizar y determinar la calidad del agua residual vertido al sistema de alcantarillado. Los análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno y Aceites y Grasas se realizaron tanto en los laboratorios de la PTAR - Totorá y el laboratorio de la PTAP - Quicapata, para la determinación de aceites y grasas se utilizó el método de extracción en Soxhlet (Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, 1992) y para determinar la demanda bioquímica de oxígeno se realizó por el método respirométrico con el equipo OXITOP. Mientras que los parámetros denominados Demanda Química de Oxígeno y Sólidos Suspendidos Totales fueron determinados por el laboratorio Certi Min S.A. acreditado por la INDECOPI. Este trabajo de investigación es de tipo descriptivo, obteniendo así los valores promedios: para DBO₅ de 2710.00 mg/L, para AyG de 108.67 mg/L, para DQO de 5477.00 mg/L y para SST de 1042.62 mg/L. Estos resultados indican que el camal Quicapata no cumple con los Valores Máximos Admisibles establecido en el D.S. 021-2009-VIVIENDA ya que los cuatro parámetros exceden lo establecido, por lo tanto el camal de Quicapata estaría causando daños al medio ambiente, al sistema de alcantarillado y a la población en general.

Palabra clave: PTAR, PTAP, DBO₅, DQO, SST, aguas residuales, A y G

I. INTRODUCCIÓN

En nuestra sociedad, es común la presencia de camales o centros de beneficio de animales, los cuales brindan servicios a los ganaderos y expendedores de carnes con el fin de abastecer de estos productos a la población de influencia. Se sabe que en estos centros se utilizan agua potable en grandes volúmenes, del mismo modo entendemos que la descarga que se realiza hacia el sistema de alcantarillado también debe ser considerable.

La calidad de aguas residuales no domésticas vertidas hacia el sistema de alcantarillado, es regulada por Normas Legales, las cuales proporcionan Valores Máximos Admisibles (VMA) para la descarga al sistema de alcantarillado, tal es el caso del Decreto Supremo Nº 021-2009-VIVIENDA.

Este Decreto Supremo proporciona los Valores Máximos Admisibles para descargas, priorizando parámetros como: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Aceites y Grasas (AyG), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST), mencionados en el anexo Nº 01 de dicho Decreto Supremo (El Peruano, 2009). La norma mencionada, regula mediante Valores Máximos Admisibles las descargas de aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario a fin de evitar el deterioro de las instalaciones, infraestructura sanitaria, maquinarias, equipos y asegurar su adecuado funcionamiento, garantizando la sostenibilidad

de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales. Siendo este tema un problema de interés ambiental y que en la actualidad podría estar perjudicando al proceso de tratamiento de las aguas residuales o al sistema de alcantarillado, se planteó la siguiente investigación: Caracterización de las aguas residuales provenientes del camal de Quicapata vertidas al sistema de alcantarillado de la EPSASA. Ayacucho 2011.

El objetivo del presente trabajo de investigación fue caracterizar las aguas residuales del camal Quicapata vertidas al sistema de alcantarillado y determinar si los valores obtenidos exceden los Valores Máximos

Correspondencia

Julio C. Coras Campos
e-mail sonik_pcp@hotmail.com
Celular: 966621710
Fac. Cs. Biológicas-UNSCH Ciudad Universitaria
Av. Independencia s/n
Teléfono (066)-318553

Admisibles (VMA) para la descarga al sistema de alcantarillado.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Toma y preservación de la muestra

El total de muestras analizadas fueron 24, las cuales se obtuvieron durante las 8 horas de jornada laboral en el camal Quicapata, las muestras se recolectaron cada 30 minutos para el caso de los parámetros como demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos totales y demanda química de oxígeno, con el fin de obtener una muestra compuesta.

Mientras que para el parámetro denominado aceites y grasas la toma de muestra se realizó cada 3 hora (10.00 am, 1.00 pm y 4.00 pm). Una vez obtenida las 3 muestras del día se procedió a mezclar para la obtención de la muestra compuesta de un litro.

Una vez realizado el muestreo, se contó con estos volúmenes de agua residual de camal, necesarios para los análisis respectivos:

- Aceites y Grasas : 1000 mL.
- Demanda Bioquímica de Oxígeno : 1000 mL.
- Sólidos Suspendidos Totales : 1000 mL.
- Demanda Química de Oxígeno : 1000 mL.

* Estos parámetros fueron determinados por el Laboratorio Certi Min S.A. (laboratorio acreditado por el Servicio Nacional de Acreditación), para ello las muestras fueron adecuadamente preservadas y enviadas a la ciudad de Lima.

2.2 Procedimiento para la determinación de aceites y grasas

Según Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales (1992).

- Se colocó el papel filtro de tipo circular whatman nº 450 en el embudo de filtración.
- Se filtró 10 mL de agua destilada para humedecer el papel filtro.
- Se filtró la muestra compuesta acidificada con H₂SO₄ con un pH menor a 2, hasta que ya no pase más agua a través del papel filtro, una vez seco el papel filtro con la muestra, se procedió a doblar y colocar en el cartucho de Soxhlet.
- Se colocó el dedal de extracción lleno, en un horno de aire caliente a 103 °C durante 30 minutos, luego se almacenó la muestra en el desecador, hasta su procesamiento.
- Se pesó el balón del aparato de Soxhlet limpio, secado a 105 °C por una hora y puesto en un desecador por 30 minutos.
- Se colocó el dedal dentro de un aparato de Soxhlet, añadiendo 165 ml de hexano y se procedió a extraer el aceite y la grasa, a una velocidad de 20 ciclos/hora durante 4 horas, lo que equivale a una vuelta cada 3 minutos. Se reguló el tiempo desde el primer ciclo.

- Transcurrido el tiempo de extracción se recogió el solvente del Soxhlet, se dejó aproximadamente, 10 ml de solvente en el balón.

- El balón de extracción se colocó en baño María hasta evaporar el solvente, luego se puso a secar a 103 °C por 30 minutos, se enfrió en un desecador durante 30 minutos y luego se pesó en la balanza analítica, hasta peso constante.

- Luego se analizaron un blanco y un estándar de reactivo bajo las mismas condiciones de la muestra.

2.2.1 Preparación del Blanco

- Se tomó 1 litro de agua destilada y se acidificó con H₂SO₄ a pH < 2.
- Se realizó el mismo procedimiento de análisis de la muestra tal como lo plantea en los Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, 1992.

2.2.2 Estándar de control

- Se pesó 0,5 g de aceite de cocina en un vial y se disolvió con 5 mL de hexano. Se transfirió en un frasco de un litro de boca ancha utilizado para el muestreo de aceites y grasas.
- Se llevó al horno a 95 °C por 30 minutos hasta que se evapore el solvente.
- Se adicionó agua destilada hasta completar un litro y se acidificó con H₂SO₄ a pH < 2.
- Se realizó el mismo procedimiento de análisis de la muestra tal como lo plantea en los Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, 1992.

2.2.3 Lectura

Se calculó las grasas y aceites recuperables (G y A) en la muestra usando la siguiente ecuación:

$$G \text{ y } A \text{ (mg/L)} = (A - B) / V$$

Se restó al resultado obtenido de la muestra el valor del blanco de reactivo y se reportó los resultados del análisis en mg/L.

2.3 Procedimiento para la determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

Se determinó por el método respirométrico, haciendo uso de un sensor electrónico de oxígeno de lectura directa (oxitop), a continuación se detalla el procedimiento para determinar la DBO₅:

- Se tomaron volúmenes de muestras de 22,7 mL, esto está supeditado a la cantidad de materia orgánica con la que cuenta la muestra y multiplicado por el factor correspondiente al volumen de muestra empleada.
- Luego se colocaron las muestras en los frascos acaramelados.
- Se colocaron los magnetos dentro de los frascos.
- Luego se pusieron sobre la boca de los frascos acaramelados capuchas de material plástico conteniendo 2 grageas de NaOH.

- Se colocaron y ajustaron los sensores sobre la boca de los frascos.
- Luego se calibraron los sensores a punto de inicio, lectura = 0.
- Posteriormente se pusieron a incubar los frascos a 20°C y en agitación.
- Se realizó la lectura después de 5 días de incubación.

2.3.1 Procedimiento de preparación del Blanco

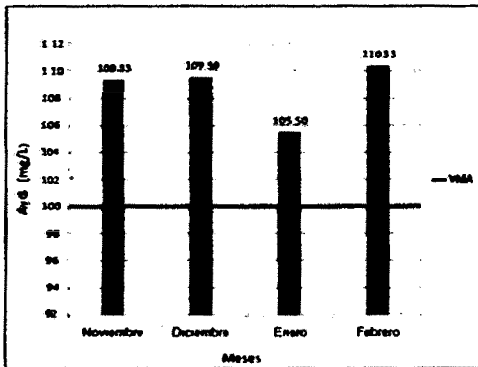
- Se tomó 22,7 mL de agua destilada como muestra y se procedió de manera similar con las muestras de agua residual para determinar la Demanda Bioquímica de Oxígeno por el método respirométrico.

2.4 Análisis de resultados

Los resultados fueron expresados en cuadros y gráficos, mostrando datos estadísticos descriptivos de tendencia central y dispersión con desviación típica.

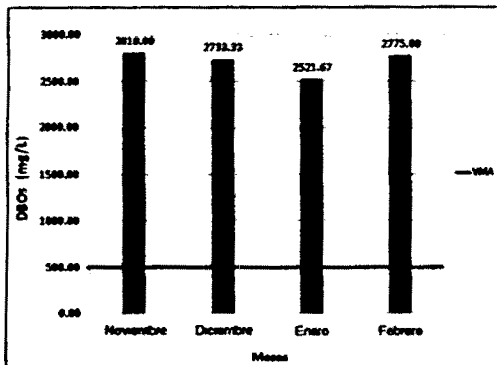
Para poder comparar la concentración de los parámetros estudiados (DBO₅, AyG, SST y DQO) entre días y meses, se realizó la prueba de Kruskal-Wallis, así mismo para poder correlacionar el número de animales beneficiados con la DBO₅ y AyG se graficó la dispersión y tendencia lineal ajustada.

III. RESULTADOS



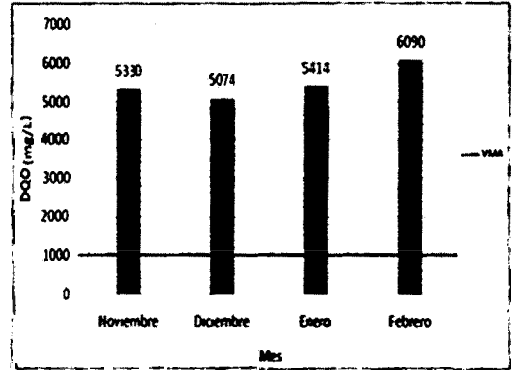
Prueba de Kruskal-Wallis Para el fuente: $X^2 = 0.616$, $gl = 3$, $p = 0.893$

Figura N° 01: Concentración promedio de aceites y grasas (AyG) registrados en aguas residuales del camal Quicapata, entre los meses de Noviembre 2011 a Febrero 2012. Ayacucho.



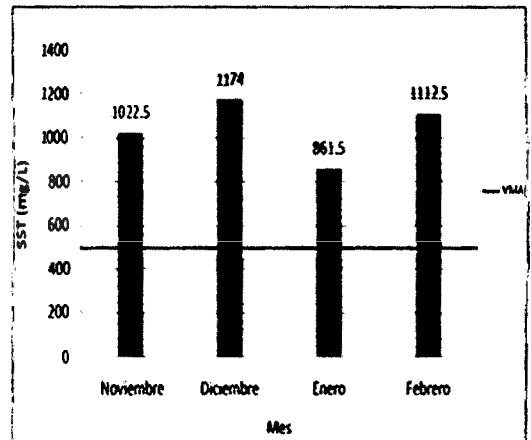
Prueba de Kruskal-Wallis Para el fuente: $X^2 = 1.045$, $gl = 3$, $p = 0.790$

Figura N° 02: Concentración promedio de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) registrado en aguas residuales del camal Quicapata, entre los meses de Noviembre 2011 a Febrero 2012. Ayacucho.



Prueba de Kruskal-Wallis Para el fuente: $X^2 = 2.167$, $gl = 3$, $p = 0.539$

Figura N° 03: Concentración promedio de la demanda química de oxígeno (DQO) registrados en aguas residuales del camal Quicapata, entre los meses de Noviembre 2011 a Febrero 2012. Ayacucho.



Prueba de Kruskal-Wallis Para el fuente: $X^2 = 3.833$, $gl = 3$, $p = 0.288$

Figura N° 04: Concentración promedio de los sólidos suspendidos totales (SST) registrados en aguas residuales del camal Quicapata, entre los meses de Noviembre 2011 a Febrero 2012. Ayacucho.

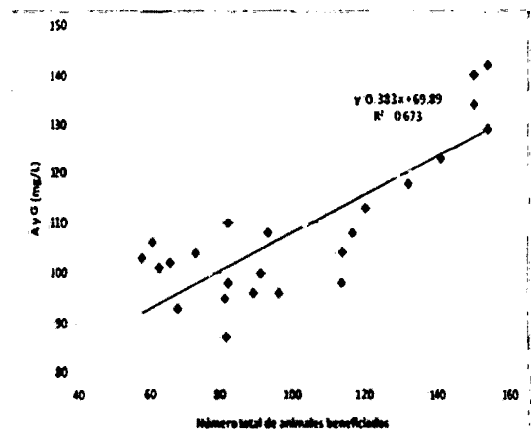


Figura 05: Gráfica de dispersión y tendencia lineal de la concentración de aceites y grasas (AyG) en las aguas residuales en función al número total de animales beneficiados en el camal Quicapata, entre los meses de Noviembre 2011 a Febrero 2012. Ayacucho.

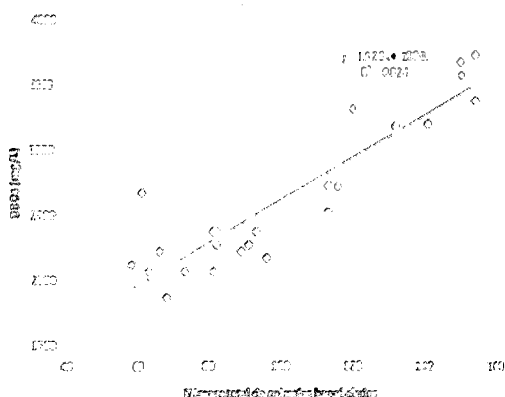


Figura 06: Gráfica de dispersión y tendencia lineal de la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) en las aguas residuales en función al número total de animales beneficiados en el camal Quicapata, entre los meses de Noviembre 2011 a Febrero 2012. Ayacucho.



Fotografía N° 03: Acumulación de desechos intestinales de animales sacrificados en un área abierta del camal Quicapata, convirtiéndose en un foco de infección. Camal Quicapata. Ayacucho 2011 - 2012.



Fotografía N° 01: Formación de coágulos de sangre en el piso a consecuencia del sangrado de los animales. Camal Quicapata. Ayacucho 2011 - 2012.



Fotografía N° 02: Sistema de rejado artesanal como parte del proceso físico de separación de desechos sólidos de gran tamaño. Camal Quicapata. Ayacucho 2011 - 2012.

IV. DISCUSIÓN

Benavides (2006) plantea, que el tratamiento de desechos orgánicos producidos en el proceso de sacrificio de animales es muy complejo, debido a la composición y origen de los contaminantes que generan efluente que contiene: proteínas, compuestos lignocelulósicos, grasas en forma soluble y sólidos en suspensión. El alto contenido de sólidos y grasas presentes en el efluente crudo, aún luego de los tratamientos primarios clásicos, presenta una importante cantidad de los sólidos de lenta biodegradación, que ocasionan problemas operativos. Otro problema es la grasa, la cual permanece en la superficie de los lodos e impide una fácil emulsión, mientras que los compuestos lignocelulósicos presentan resistencia al ataque bacteriano. En general, los efluentes de mataderos contienen microorganismos patógenos, además de altas concentraciones de compuestos orgánicos y nitrógeno.

La UDB (2004) menciona que el efluente líquido presenta como principales contaminantes aceites y grasas; sólidos suspendidos, DQO, DBO y conductividad. La DBO_5 está normalmente ligada a grasas y aceites y sólidos suspendidos, por lo tanto al ser removidos, los valores de la DBO_5 se reducen en un porcentaje alto. La DBO_5 también puede verse afectado por el contenido de jabones y gomas. Los valores medios de DBO_5 en industria aceitera fluctúan entre 2000 y 30000 mg/L. Durante el proceso de degradación de los desechos de grasas y aceites perjudican el ambiente por su demanda de oxígeno y por su capacidad de formar emulsiones acuosas.

Muñoz (2004), en su trabajo Sistema de tratamiento de aguas residuales de matadero para una población de 2000 habitantes, logra caracterizar el agua residual proveniente del sacrificio de estos animales, priorizando parámetros como DBO_5 , AyG, DQO y SST, estas aguas residuales presentan las siguientes concentraciones DBO_5 : 1770.7mg/L, AyG 106,5 mg/L, SST: 376 mg/L y DQO: 3379,3 mg/L, mientras que en

las aguas residuales del camal Quicapata DBO₅: 2710 mg/L, AyG: 108,7 mg/L, SST: 1042,6 mg/L y DQO: 5477 mg/L encontramos gran diferencia entre los valores obtenidos en nuestro trabajo de investigación, con los mencionados en el trabajo de Muñoz en el 2004. Siendo la excepción el valor obtenido para AyG, que está muy cercano uno del otro, los valores de DBO₅, DQO y SST obtenidos en las aguas residuales del camal Quicapata, son mucho más altos en relación a los datos reportados por Muñoz en el 2004 esta diferencia, podría deberse a que el estudio lo realizó en aguas residuales de un matadero que abastece a 2000 personas, mientras que en nuestra localidad, el camal Quicapata abastece a la mayoría de los pobladores de la provincia de Huamanga. También Muñoz en su trabajo menciona que la carga de contaminantes en aguas residuales de mataderos se puede reducir: reteniendo los residuos del proceso de evisceración y de la recolección de estiércol, recuperando las grasas en separadores y procesando mejor la sangre, las cerdas y el pelo.

La Comisión Nacional de Medio Ambiente (1998) de Chile, realizó la caracterización de las aguas residuales de cuatro centros de beneficio diferentes en la localidad de Santiago de Chile, como parte de su investigación, reportando los valores de cada parámetro en mg/L, en este trabajo de investigación se observa que los valores de DQO fluctúa entre 6400 mg/L hasta 11950 mg/L, en comparación a los datos de DQO obtenidos en las aguas residuales del camal Quicapata, cuyo valor promedio registrado, en los cuatro meses de estudio fue de 5477 mg/L, esta diferencia puede deberse a que la Comisión Nacional de Medio Ambiente (1998) de Chile menciona que el número de animales beneficiados en promedio es de 235 a 320 cabezas por día, mucho mayor al número de animales beneficiados en el camal Quicapata. Del mismo modo, se puede apreciar en los valores reportados por la CONAMA(1998) de Chile que la DBO₅ en el matadero nº 4 fue de 7000 mg/L y de SST reportan 1100 mg/L, siendo estos dos valores mayores en comparación a lo encontrado en las aguas residuales del camal Quicapata, probablemente en el proceso de beneficio hay mucho más descuido en cuanto a la eliminación de los residuos o también podría deberse al número de animales beneficiados, ya que la CONAMA de Chile reporta un mayor número de animales beneficiados en comparación al del camal Quicapata. Del mismo modo los valores obtenidos de SST, AyG, en la investigación llevada a cabo en las aguas residuales del camal Quicapata son altos y exceden los valores máximos admisibles para descargas al sistema de alcantarillado establecido en el D.S. 021-2009- VIVIENDA para nuestro país.

Por su parte Chau, (2009) en su trabajo: producción más limpia y viabilidad de tratamiento biológico para efluentes de mataderos en pequeñas localidades concluye que, después de la evaluación de las características físico químicas del efluente proveniente del proceso de sacrificio de reses y porcinos en el municipio de El Tambo (Colombia), el resultado menciona que existe elevado nivel de contaminación en las aguas residuales por lo que no debe ser vertido directamente al alcantarillado o a un cuerpo receptor. Los valores de DBO₅ y DQO, indica que el efluente del matadero de El Tambo no es fácilmente biodegradable, debido a la presencia de altas

concentraciones de grasas y rumen (lignina), compuestos de difícil degradación por parte de microorganismos. Los resultados que presenta fueron: DBO₅ (1829±486,3 mg/L, 36 datos) y OQO (9024±945,5 mg/L, 24 datos) los cuales exceden a los valores permitidos, 1000 mg/L para OBO₅ y 2000 mg/L para DQO, para vertimientos en sistemas de alcantarillado en Colombia, lo que indica la presencia de gran cantidad de contaminantes orgánicos, característicos del proceso matarife, los datos obtenidos de DQO y DBO₅ en aguas residuales del camal Quicapata sobrepasan a las concentraciones máximas permitidas en Colombia y aún comparando que en Colombia los valores permisibles son más amplios que los de nuestro país planteado en el Decreto Supremo Nº 021-2009-VIVIENDA que brinda como valor máximo permisible para DBO₅: 500mg/L y para DQO 1000 mg/L. Se lee en las conclusiones, que los valores de sólidos suspendidos totales determinados por Chau, en todo el proceso de sacrificio son altos (1357±153 mg/L, 16 datos), superando los 750 mg/L, concentración máxima permitida para el control de carga en sistemas de alcantarillado para Colombia. Estos niveles, concluye Chau, se presentan debido al arrastre de grandes cantidades de pelos, sangre coagulada, restos de vísceras, entre otros, que son descargados por acción del lavado en la canaleta que recibe el agua residual, en comparación a los datos de sólidos suspendidos totales en las aguas residuales del camal Quicapata que es de 1042,62 mg/L, comparando con las disposiciones establecidas en Colombia el valor permisible para descargas es 750 mg/L y en el Perú 500 mg/L, establecido en el Decreto Supremo Nº 021-2009-VIVIENDA. Los valores de aceites y grasas en el efluente del matadero municipal de El Tambo fueron de 79±13,4 mg/L, dieciséis datos, promedio cercano al máximo permitido en Colombia (100 mg/L) para vertimientos en sistemas de alcantarillado. La presencia de grasas y aceites en aguas residuales de mataderos se debe a sus elevadas concentraciones en la sangre de los animales sacrificados. Estos compuestos deben retirarse antes de ser vertidos al alcantarillado debido a que complican el transporte de residuos por las tuberías, generan obstrucción en unidades de tratamiento biológico y provocan olores desagradables en las aguas receptoras, en este parámetro de aceites y grasas el valor promedio obtenido en el camal Quicapata es de 108,66 mg/L, superior a los obtenidos en el municipio de El Tambo (Colombia), observando que en cuando al valor máximo permitido para descargas hacia el sistema de alcantarillado en Colombia y el valor máximo permitido en Perú son los mismos, vale decir 100 mg/L.

Por su parte López y col. (2008), realizaron el estudio comparativo entre un proceso fisicoquímico y uno biológico para tratar agua residual de rastro, en este trabajo de investigación se caracterizó las aguas residuales del matadero municipal de Celaya (Guanajuato - México) previa a los tratamientos, obteniendo valores promedios para la DQO: 6363 mg/L, para la DBO₅: 5143 mg/L, para AyG: 197 mg/L y para SST: 4144 mg/L. Estos valores son parecidos o cercanos a los obtenidos en las aguas residuales del camal Quicapata, pero en ambos casos, comparándolos con el valor máximo admisible establecido por el Ministerio de Vivienda en el Perú,

superan lo establecido, incumpliendo así con la norma que regula para su vertido.

Jhoniers e Ignacio. (2004) en el boletín electrónico informativo sobre manejo ambiental de residuos en mataderos de pequeños municipios, reporta la caracterización de las aguas residuales del camal municipal de Marsella (Risaralda - Colombia) en una jornada de muestreo que fue realizada el día 30 de marzo del 2004, entre las 11:00 a.m. y las 3:00 p.m. en donde el valor obtenido para DQO: es 8766 mg/L, para AyG: 141,9 mg/L, para SST: 1242,9 mg/L y para DBO₅: 2927,5 mg/L, estos datos obtenidos son a partir de una muestra compuesta obtenida entre las 11 am a 3 pm el 30 de marzo del 2004, apreciando también igual que en casos anteriores que los valores promedio obtenidos para los parámetros de calidad como: SST, AyG, DQO y DBO₅ exceden por amplia diferencia a las normas establecidas en nuestro país, por ello es importante mencionar que para este tipo de actividades (sacrificio de animales) la institución o entidad que brinda este servicio debería de contar con una planta de pre-tratamiento de sus aguas residuales, con la finalidad de disminuir los valores actuales de estos parámetros y cumplir conforme a ley, ya que en la actualidad se está tomando énfasis en cuanto a los temas ambientales y las autoridades correspondientes podrían tomar carta en el asunto hasta llegar probablemente a una sentencia de suspensión del servicio de saneamiento o a una indemnización al estado y a la empresa perjudicada, en este caso EPSASA.

Como menciona Jhoniers e Ignacio (2004) debe considerarse desde el punto de vista económico, tecnológico y de disponibilidad de terreno, que entre mayor sea la carga orgánica que recibe un sistema de tratamiento de aguas residuales su tamaño deberá ser mayor y a mayor concentración del vertimiento la solución tecnológica a implementar deberá ser más compleja y por consiguiente, más costosa. Por lo tanto, la administración del camal Quicapata debería considerar todos los datos mencionados para cumplir con las normas legales.

V. CONCLUSIÓN

Se obtuvo las siguientes concentraciones promedios como producto de la caracterización de las aguas residuales del camal Quicapata, durante los cuatro meses de investigación, para DBO₅: 2710.00 mg/L, AyG: 108.67 mg/L, SST: 1042.62 mg/L y DQO: 5477.00 mg/L. Luego de observar los valores promedios en cuanto a cada parámetro de calidad y compararlos con los valores máximos admisibles establecidos en el Decreto Supremo 021-2009-VIVIENDA podemos mencionar que las aguas residuales que vierte el camal Quicapata está excediendo al límite máximo admisible.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA, WPCF 1992. Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. 17^{ava} edición. Ediciones Diaz de Santos, S.A. Madrid – España.
2. Benavides, P. 2006. Evaluación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Central de Sacrificio de Túquerres (Nariño Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales) Especialización en Ingeniería Ambiental, Area Sanitaria.
3. Chaux, G. 2009. Producción más Limpia y Viabilidad de Tratamiento Biológico para Efluentes de Mataderos en Pequeñas Localidades, El Tambo – Colombia. Disponible en URL: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-35612009000100012&script=sci_arttext
4. Comisión Nacional de Medio Ambiente, 1998. Guía para el Control y Prevención de la Contaminación Industrial – Industria Procesadora de la Carne, Santiago– Chile.
5. El Peruano. 2009. Aprueban Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario. Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA.
6. Jhoniers, G., Ignacio, R. 2004. Boletín Electrónico Informativo Sobre Manejo Ambiental de Residuos en Mataderos de Pequeños Municipios. Colombia. Disponible En U.R.L.: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=84911640034>
7. López, A., De la Barrera, J., Vallejo, R., Barahona, C. 2008. Estudio Comparativo entre un proceso fisicoquímico y uno biológico para Tratar Agua Residual de Rastro. Celaya – Guanajuato – México.
8. Muñoz, D. 2004. Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de Matadero para una población menor 2000 habitantes - Colombia. Disponible en URL: <http://www.docstoc.com/docs/68422326/SISTEMA-DE-TRATAMIENTO-DE-AGUAS-RESIDUALES-DE-MATADERO-PARA-UNA>
9. Universidad de Don Bosco, Departamento de Medio Ambiente 2004. Aceites y Grasas Vegetales: Estudio para la Evaluación Mercadológica de los Desechos Industriales en el Salvador.

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
R.D. 368-2012-FCB-D
Bach. Julio César CORAS CAMPOS

En la ciudad de Ayacucho, siendo las tres de la tarde del día miércoles veinticuatro de octubre del dos mil doce, en el Auditorium de la Facultad de Ciencias Biológicas, bajo la presidencia del Dr. Tomás Castro Carranza Decano de la Facultad de Ciencias Biológicas, con la asistencia de los miembros Dr. Saúl Chuchón Martínez, Biga. Sonia Palomino Felices, Mg. Carlos Carrasco Badajoz. Actuando como secretaria docente la Biga. Sonia Palomino según memorándum N° 542-2012-UNSCH-FCB. Para recepcionar la sustentación de tesis: Caracterización de las aguas residuales provenientes del camal de Quicapata vertidas al sistema de alcantarillado de la EPSASA, Ayacucho – 2011, presentado por el bachiller Julio César, Coras Campos, quien pretende optar del título profesional de Biólogo, Especialidad de Biotecnología. El Decano, inicia el acto de sustentación solicitando a la secretaria Docente (e) la revisión de la documentación y la lectura de la R.D. 368-2012-FCB-D, instruyendo al sustentante que inicie el acto de sustentación del trabajo de investigación en un tiempo no mayor de cuarenta y cinco minutos. Culminada la exposición, se inicia el siguiente periodo en el cual los miembros del jurado calificador realizan las preguntas, observaciones y aclaraciones que crean conveniente para la evaluación del sustentante. Luego el Decano invita al sustentante y a los asistentes al acto de sustentación que abandonen el auditorium para que el jurado calificador pueda deliberar y emitir la calificación. Como sigue:

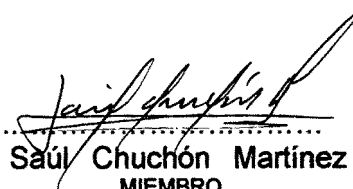
JURADO CALIFICADOR	EXPOSICIÓN	RESPUESTAS	PROMEDIO
Dr. Saúl Chuchón Martínez	17	15	16
Mg. Carlos Carrasco Badajoz	18	17	18
Biga. Sonia H. Palomino Felices	18	18	18

De la calificación del jurado evaluador, el sustentante obtiene la nota de DIECISIETE (17) de los cual dan fe los miembros, estampando su firma al final del acta presente.

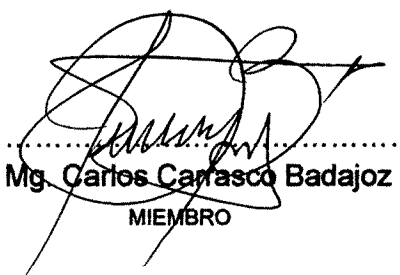
Culmina el acto de sustentación siendo las cinco con diez minutos.



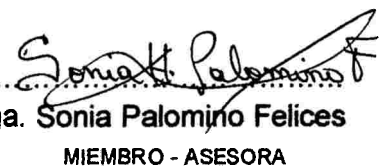
.....
Dr. Tomás Castro Carranza
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN



.....
Dr. Saúl Chuchón Martínez
MIEMBRO



.....
Mg. Carlos Carrasco Badajoz
MIEMBRO



.....
Biga. Sonia Palomino Felices
MIEMBRO - ASESORA