

13.5%



Fecha: 10/12/2023, 19:53

* Todas las fuentes 60 | Fuentes de internet 60

- [0] repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/825/INFORME_FINAL_DE_TESIS.pdf?sequence=1
4.7% 50 resultados

- [1] [repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14773/Narvaez Basauri Carlos Enrique - Sánchez Balcázar Wilmer.pdf](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14773/Narvaez_Basauri_Carlos_Enrique_-_Sánchez_Balcázar_Wilmer.pdf)
4.6% 49 resultados

- [2] repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/32298/monsalve_mk.pdf?sequence=1
3.9% 57 resultados

- [3] www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
3.1% 25 resultados

- [4] www.elperulegal.com/2019/03/reglamento-valores-maximos-admisibles.html
2.9% 34 resultados

- [5] repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13469
2.5% 27 resultados

- [6] oa.upm.es/1685/1/04200320.pdf
1.6% 27 resultados

- [7] [ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/767/1/Brunet Merary Arrazate Zazueta.pdf](https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/767/1/Brunet_Merary_Arrazate_Zazueta.pdf)
1.5% 25 resultados

- [8] unhabitat.org/sites/default/files/2021/10/sdg6_indicador_report_631_progress-on-wastewater-treatment_2021_es.pdf
1.6% 27 resultados

- [9] repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14773
1.7% 23 resultados

- [10] cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/13925/Flores_Solano_Carlos_Alonso_2014.pdf?sequence=1
1.4% 25 resultados

- [11] ecoduo.org/como-se-calcula-el-dbo/
1.2% 19 resultados

- [12] 1library.co/articulo/aguas-residuales-bases-teóricas-marco-teórico.qo5e02rj
1.3% 16 resultados

- [13] emsapuno.com.pe/institucional/index.php/gestion/valores-maximos-admisibles
1.2% 12 resultados

- [14] ecoduo.org/que-es-el-dbo-en-aguas-residuales/
1.0% 17 resultados

- [15] www.ecolex.org/details/legislation/decreto-supremo-no-021-2009-vivienda-valores-maximos-admisibles-vma-de-las-descargas-de-aguas-residuales-no-dome
1.0% 12 resultados

- [16] 1library.co/document/q0e9v6gy-tratamiento-aguas-residuales-municipal-mediante-metodo-electrocoagulacion-cajamarca.html
0.7% 15 resultados

- [17] [repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13807/Moreno Estacio Rosa Miche.pdf?sequence=1](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13807/Moreno_Estacio_Rosa_Miche.pdf?sequence=1)
0.7% 15 resultados

- [18] alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPN_267aead6c2bec8d430aa1618a15fb8ee
0.9% 15 resultados

- [19] ecoduo.org/que-pasa-si-la-dbo-es-muy-alta/
0.7% 13 resultados

- [20] repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/724/TESIS.pdf?sequence=1
0.7% 14 resultados

- [21] cidta.usal.es/cursos/edar/modulos/edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf
0.5% 10 resultados

- [22] 1library.co/document/y81x250z-biodegradacion-residual-proveniente-industria-procesadora-diferentes-retencion-hidraulica.html
0.5% 8 resultados

- [23] es.wikipedia.org/wiki/Aguas_residuales
0.4% 7 resultados

- [24] inte.pucp.edu.pe/noticias-y-eventos/noticias/por-que-es-importante-la-aplicacion-de-la-norma-valores-maximos-admisibles-vma/
0.6% 8 resultados

- [25] es.airliquide.com/soluciones/tratamiento-aguas/que-sucede-con-las-aguas-residuales-tratadas
0.5% 11 resultados

- [26] tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/24441
0.5% 6 resultados
- [27] www.gob.pe/institucion/sunass/colecciones/15810-valores-maximos-admisibles-vma
0.5% 6 resultados
- [28] tecnal.com.br/es/blog/215_dqo_vs_dbo
0.4% 7 resultados
- [29] www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052019000200223
0.4% 6 resultados
- [30] www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/272120-010-2019-vivienda
0.5% 6 resultados
- [31] vdocuments.net/comportamiento-fisicoquimico-y-materia-organica-medida-como-demanda-quimica.html
0.3% 6 resultados
2 documentos con coincidencias exactas
- [34] repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13807
0.3% 6 resultados
- [35] sigmadafclarifiers.com/reduccion-de-la-demanda-biologica-de-oxigeno-dbo-en-las-aguas-residuales/
0.3% 5 resultados
- [36] repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/97929
0.2% 5 resultados
- [37] doaj.org/article/d55f280c60704deb896197dd95e84a60
0.2% 4 resultados
- [38] www.induanalysis.com/publicacion/detalle/dbo_y_dqo_31
0.2% 3 resultados
- [39] www.academia.edu/40041128/Características_de_las_aguas_residuales
0.2% 2 resultados
- [40] es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_secundario
0.2% 4 resultados
- [41] 1library.co/article/resultados-discusiones-biodegradacion-agua-residual-proveniente-industria-proc.y81x250z
0.1% 3 resultados
- [42] www.bing.com/ck/a?!&p=446eab4cb0ef70afJmItdHM9MTcwMjE2NjQwMCZpZ3VpZD0yN2YxYjM1ZS1mOWZjLTY1YjctMzFkMS1hMGJhZjgwMTY0ZDEma
0.2% 3 resultados
- [43] www.ugr.es/~mota/Parte2-Tema08.pdf
0.2% 3 resultados
- [44] www.ferrovial.com/es/recursos/aguas-residuales/
0.1% 2 resultados
- [45] www.micronicsinc.com/es/filtration-news/what-is-industrial-wastewater/
0.1% 3 resultados
- [46] www.bing.com/ck/a?!&p=315891778dfb92a2JmItdHM9MTcwMjE2NjQwMCZpZ3VpZD0yN2YxYjM1ZS1mOWZjLTY1YjctMzFkMS1hMGJhZjgwMTY0ZDEma
0.1% 3 resultados
- [47] www.gob.pe/en/institucion/sedapal/noticias/350907-sedapal-el-51-de-las-descargas-industriales-y-comerciales-incumple-los-valores-maximos-admisibles
0.1% 3 resultados
- [48] www.semanticscholar.org/paper/Reducción-de-color-y-turbidez-en-aguas-residuales-y-Cedeño-Loor-Ayón-Hidalgo/681dfde87e0af0c67621f0186c38416e773e
0.1% 2 resultados
- [49] cdn-web.construccion.org/normas/me2012/me2006/files/normatividad/DS_003-2016-VIVIENDA_V2.pdf
0.1% 2 resultados
- [50] www.whitman.edu/chemistry/edusolns_software/DO_Spanish.pdf
0.1% 2 resultados
- [51] www.bing.com/ck/a?!&p=9283142f0228f69bJmItdHM9MTcwMjE2NjQwMCZpZ3VpZD0yN2YxYjM1ZS1mOWZjLTY1YjctMzFkMS1hMGJhZjgwMTY0ZDEma
0.1% 2 resultados
- [52] www.gob.pe/oefa
0.1% 2 resultados
- [53] estadisticas.pr/files/Inventario/publicaciones/UPR_GEM_2020.pdf
0.0% 2 resultados
- [54] ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442005000300011
0.0% 1 resultados
- [55] scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000400171
0.1% 2 resultados
- [56] www.academia.edu/33773293/Tema_Potenciómetro_pHmetro
0.1% 1 resultados

- [57]  [www.bing.com/ck/a?!&&p=9e9de6dd00850444JmltdHM9MTcwMjE2NjQwMCZpZ3VpZD0yN2YxYjM1ZS1mOWZJLTY1YjctMzFkMS1hMGJhZjgwMTY0ZDEmz](#) 0.1% 1 resultados

- [58]  [www.bing.com/ck/a?!&&p=6cfd14e8be604373JmltdHM9MTcwMjE2NjQwMCZpZ3VpZD0wY2UzYTY3My05YThILTYzZWUtm2Q0Zi1iNTk3OWlyYjYyMTImaW](#) 0.1% 1 resultados

- [59]  [www.bing.com/ck/a?!&&p=d3ded748bc19bfdeJmltdHM9MTcwMjE2NjQwMCZpZ3VpZD0wY2UzYTY3My05YThILTYzZWUtm2Q0Zi1iNTk3OWlyYjYyMTImaW](#) 0.1% 1 resultados

- [60]  [www.gob.pe/13634-organismo-de-evaluacion-y-fiscalizacion-ambiental-tribunal-de-fiscalizacion-ambiental](#) 0.1% 1 resultados

- [61]  [microbiologynote.com/es/filtración-definición-mecanismos-tipos-ejemplos-aplicación/](#) 0.0% 1 resultados

85 páginas, 15492 palabras

 Se detectó un color de texto muy claro que podría ocultar caracteres utilizados para combinar palabras.

Nivel del plagio: 13.5% seleccionado / 13.8% en total

165 resultados de 62 fuentes, de ellos 62 fuentes son en línea.

Configuración

Directiva de data: *Comparar con fuentes de internet, Comparar con documentos propios*

Sensibilidad: *Media*

Bibliografía: *Considerar Texto*

Detección de citas: *Reducir PlagLevel*

Lista blanca: --

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO



Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos

**“INFLUENCIA DE UN FILTRO A BASE DE CASCARILLA DE ARROZ Y
ASERRIN EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL
CAMAL MUNICIPAL DE CAJAMARCA”**

PRESENTADO POR:

Amelita Mercedes Estela Gálvez

ASESOR:

Dr. Miguel Ángel Arango Llantoy

Cajamarca – Perú

OCTUBRE – 2023

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO



Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos

**“INFLUENCIA DE UN FILTRO A BASE DE CASCARILLA DE ARROZ Y
ASERRIN EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL
CAMAL MUNICIPALIDAD DE CAJAMARCA”**

Tesis presentada en cumplimiento parcial de los requerimientos para optar el
Título Profesional de Ingeniero Ambiental y Prevención de Riesgos

PRESENTADO POR:

Bach. Estela Gálvez, Amelita Mercedes

ASESOR:

Dr. Miguel Ángel Arango Llantoy

Cajamarca – Perú

OCTUBRE – 2023

Copyright © 2023 by
Bach. Amelita Mercedes Estela Gálvez
Todos los derechos reservados

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y
PREVENCIÓN DE RIESGOS

APROBACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL

“INFLUENCIA DE UN FILTRO A BASE DE CASCARILLA DE ARROZ Y
ASERRIN EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL
CAMAL MUNICIPAL DE CAJAMARCA”

Presidente: Dr. Persi Vera Zelada

Secretario: Mag. Alcibiades Aurelio Martos Díaz

Vocal: Dr. Miguel Ángel Arango Llantoy

DEDICATORIA

Esta tesis es el resultado de un esfuerzo y sacrificio que he hecho para lograr mis metas. Hoy, al culminar este proyecto, quiero dedicar este logro a mi madre Rosa Gálvez, a quien le agradezco de todo corazón por haber sido padre y madre para mí y mi hermana, por habernos criado con tanto amor y esfuerzo. A mi padre por su ayuda en mis estudios y permitirme ser una persona profesional.

A mi hermana por siempre cuidarme y estar en cada momento de mi vida, y por aconsejarme para ser cada día una persona de bien.

A mi hijo Stefano, mi mayor motivo para seguir siendo una mejor persona, que desde que supe su existencia aprendí lo que es el verdadero amor, gracias por ser mi fuerza para seguir saliendo adelante. Y a mi pequeña Aitana por llegar a complementar mi familia y llenarnos de felicidad, y por ser la razón para cada día ser mejor madre y un ejemplo para ellos.

A mi compañero de vida José Llanos, a quien agradezco por siempre estar ahí dándome la fuerza para seguir adelante y por darme la dicha de tener unos hijos hermosos fruto del amor tan grande que nos tenemos. A mis amigos quienes siempre están en las buenas y malas como si fueran unos familiares más.

Este título espero que sea el primero de muchos logros que me propongo alcanzar.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios por bendecirme para poder llegar hasta este gran momento de mi vida. Expresar también mi profundo agradecimiento a mi familia, amigos y profesores que intervinieron en hacer realidad este sueño. Este logro no habría sido posible sin su apoyo, dedicación y compromiso.

Agradezco al administrador Rimarachin y al Sr. Felipe Tanta del Camal Municipal de Cajamarca, por el gentil gesto de facilitarme el ingreso y uso de las instalaciones para poder llevar a cabo este proyecto.

Gracias a todas las personas que me acompañaron en este camino, para poder superar los desafíos y obstáculos presentados.

RESUMEN

El siguiente estudio tuvo como objetivo implementar un sistema piloto para el tratamiento de aguas residuales provenientes del Camal Municipal de Cajamarca usando como base un filtro de cascarilla de arroz y aserrín, que nos ayuda a sanear aguas de procesos industrial, doméstico y comercial, para luego poder ser descargadas en la red de alcantarillado cuando cumplan con los Valores Máximos Admisibles propuestas en el Decreto Supremo N° -010-2019.

La investigación se desarrolló en los meses de octubre y noviembre del año 2023, donde se construyó un filtro en base a cascarilla de arroz y aserrín, como también materiales locales. Se tomaron 6 muestras, una muestra inicial directamente del Camal y 5 muestras post filtro durante 5 semanas, en lo cual se evaluaron los parámetros de control obligatorios establecidos en el Decreto Supremo 010-2019.

Los resultados obtenidos fueron muy favorables para los fines del proyecto, ya que se logró reducir en el caso del DBO en la muestra inicial de 5096mg/L a 530mg/L. Por otro lado, el parámetro de DQO también fue reduciendo de 9812mg/L a 1020mg/L, luego de haber obtenido valores muy elevados. Los parámetros restantes se mantuvieron dentro de los valores máximos admisibles, obteniendo como resultado final 7.1 unidades de pH.

Palabras Claves: Filtro, cascarilla de arroz, aserrín, DBO, DQO, Ph, Camal Municipal.

ABSTRACT

The following study aimed to implement a pilot system for the treatment of wastewater from the Cajamarca Municipal Camal using as a base a rice hull and sawdust filter, which helps us clean up water from industrial, domestic and commercial processes, and then be able to be discharged into the sewage network when they comply with the Maximum Admissible Values proposed in Supreme Decree No. -010-2019.

The research was carried out in the months of October and November 2023, where a filter was built based on rice husks and sawdust, as well as local materials. 6 samples were taken, an initial sample directly from the Camal and 5 post-filter samples for 5 weeks, in which the mandatory control parameters established in Supreme Decree 010-2019 were evaluated.

The results obtained were very favorable for the purposes of the project, since it was possible to reduce the DBO in the initial sample from 5096mg/L to 530mg/L. On the other hand, the DQO parameter was also reduced from 9812mg/L to 1020mg/L, after having obtained very high values. The remaining parameters were maintained within the maximum admissible values, obtaining 7.1 pH units as a final result.

Keywords: Filter, rice husk, sawdust, BOD, COD, Ph, Municipal Camal.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE IMÁGENES	ix
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	10
1.1. Planteamiento del Problema	10
1.1.1. Descripción de la realidad problemática.....	10
1.1.2. Definición del Problema	12
1.1.3. Justificación e Importancia	12
1.2. Objetivos.....	12
1.2.1. Objetivo General	12
1.2.2. Objetivos Específicos.....	13
1.3. Hipótesis de la Investigación.....	13
1.4. Operacionalización de variables.....	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	15
2.1. Antecedentes teóricos.....	15
2.1.1. Nivel internacional	15
2.1.2. Nivel Nacional	17
2.1.3. Nivel Regional	18
2.2. Bases conceptuales	20
2.2.1. Aguas Residuales	20

2.2.1.1. Concepto	20
2.2.2. Decreto Supremo N° 010-2019-VIVIENDA.....	28
2.2.3. Protocolo de Monitoreo.....	30
2.2.4. Tratamiento de las aguas residuales	31
2.2.5. Cascarilla de arroz:.....	33
2.2.5. Aserrín:	34
2.3. Definición de términos básicos	35
2.4. Metodología a implementar en el proyecto	37
CAPÍTULO III: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	38
3.1. Tipo de investigación	38
3.2. Diseño de investigación.....	38
3.3. Área de investigación	39
3.4. Población	39
3.5. Muestra	39
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	40
3.6.1. Turbiedad.....	40
3.6.2. pH.....	41
3.6.3. DBO	41
3.6.4. DQO.....	41
3.6.5. Técnicas e instrumentos de Investigación.....	42
CAPÍTULO IV: IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA	43
CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	49
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	87
REFERENCIAS	90
ANEXOS.....	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de Variables	14
Tabla 2. Opciones del uso de la cascarilla de Arroz	34
Tabla 3. Datos de Toma de muestra.....	40
Tabla 4. Técnica de recolección de datos para ensayo de turbiedad.....	40
Tabla 5. Técnica de recolección de datos para ensayo de pH.....	41
Tabla 6. Técnica de recolección de datos para ensayo de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).....	41
Tabla 7. Técnica de recolección de datos para Ensayo de Demanda Química de Oxígeno (DQO).....	41
Tabla 8. Variables, Técnicas de investigación e instrumentos.....	42
Tabla 9. Coordenadas UTM del filtro	43
Tabla 10. Resultados Fisicoquímicos.....	49
Tabla 11. Comparación de los Valores Máximos Admisibles Obtenidos en la muestra 0.	51
Tabla 12. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 1, para el parámetro de TURBIDEZ.....	51
Tabla 13. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 2, para el parámetro de TURBIDEZ.....	53
Tabla 14. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 3, para el parámetro de TURBIDEZ.....	54
Tabla 15. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 4, para el parámetro de TURBIDEZ.....	56
Tabla 16. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 5, para el parámetro de TURBIDEZ.....	57
Tabla 17. Comparación de los Valores Admisibles obtenidos en la muestra 1, para el parámetro de DBO.	59

Tabla 18. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 2, para el parámetro de DBO.....	60
Tabla 19. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 3, para el parámetro de DBO.....	61
Tabla 20. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 4, para el parámetro de DBO.....	63
Tabla 21. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 5, para el parámetro de DBO.....	64
Tabla 22. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 1, para el parámetro de DQO.....	66
Tabla 23. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 2, para el parámetro de DQO.....	67
Tabla 24. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 3, para el parámetro de DQO.....	68
Tabla 25. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 4, para el parámetro de DQO.....	70
Tabla 26. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 5, para el parámetro de DQO.....	71
Tabla 27. Cálculo del porcentaje de eficiencia del filtro a base de cascarilla de arroz.....	74
Tabla 28. Prueba de normalidad para datos de la turbidez mediante Shapiro-Wilk.	76
Tabla 29. Prueba de normalidad para datos de la DBO mediante Shapiro-Wilk..	77
Tabla 30. Prueba de normalidad para datos de la DQO mediante Shapiro - Wilk.	78
Tabla 31. Prueba de normalidad para datos del pH mediante Shapiro – Wilk.	79
Tabla 32. Prueba de Levene para datos de la turbidez.	81
Tabla 33. Prueba de Levene para datos de la DBO.....	81
Tabla 34. Prueba de Levene para datos de la DQO.	82
Tabla 35. Prueba de Levene para datos del pH.....	82

Tabla 36. Prueba de Análisis de Varianza ANOVA de 1 factor para la turbidez.	83
Tabla 37. Prueba de Análisis de Varianza ANOVA de 1 factor para la DBO.....	84
Tabla 38. Prueba de Analisis de Varianza ANOVA de 1 factor para la DQO.	84
Tabla 39. Prueba de Análisis de Varianza de 1 factor para la pH.....	85

ÍNDICE DE IMÁGENES

Ilustración 1. Aguas residuales como recurso.....	22
Ilustración 2. Efectos del medio ambiente y tipo de pH de 0 al 14.....	28
Ilustración 3. Valores Máximos Admisibles (Anexo 1).....	29
Ilustración 4. Valores Máximos Admisibles (anexo2).....	30
Ilustración 5. Mapa de localización del Camal Municipal de Cajamarca.....	43
Ilustración 6. Recolección de Agua Residual para Análisis.	44
Ilustración 7. Recolección de agua residual del camal.	45
Ilustración 8. Preservación de la muestra de DBO con 15 gotas de Ácido Sulfúrico.....	45
Ilustración 9. Muestras para pruebas experimentales	46
Ilustración 10 Diseño de Filtro.....	47
Ilustración 11. Diseño de Maqueta.....	48
Ilustración 12. Maqueta con capas de filtros.....	48

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

1.1.1. Descripción de la realidad problemática

Desde 1923 hasta 1974, la autorización para la ubicación, construcción y operación de camales municipales o mataderos estaba en manos de los municipios, careciendo de legislación al respecto. Durante este período, cada municipio construyó instalaciones para sacrificar ganado de manera general y sin fundamentos tecnológicos. A partir de 1974, el gobierno central asumió el control, enfrentando resistencia activa por parte de los municipios hacia la modernización. Como resultado, el Ministerio de Agricultura heredó numerosas instalaciones con características y implementaciones diversas, sin un adecuado manejo de residuos (Eyzaguirre, B. 2016).

El proceso de producción de carne en camales y mataderos genera una considerable cantidad de residuos que son liberados al medio ambiente. Muchas de estas instalaciones carecen de sistemas para tratar residuos sólidos, líquidos y gaseosos, contribuyendo así a la contaminación ambiental. Según el Reglamento Tecnológico de Carnes D.S. 22-95-AG, el estudio de impacto ambiental y un sistema de tratamiento de aguas servidas son requisitos indispensables para la construcción de camales. Aquellos ya existentes deben ajustarse a estos requisitos.

Las aguas residuales de los mataderos contienen concentraciones promedio de 2159,0 mg/L de aceites y grasas, 2314,2 mg/L de DBO, 3054,5 mg/L de DQO y 3130,5 mg/L de sólidos suspendidos, excediendo los Valores

máximos admisibles (VMA). Debido a la alta concentración de DBO, se requiere un tratamiento biológico, ya que la descomposición de la materia biológica es rápida cuando la relación entre DBO y DQO es de 0,5 o mayor (Fresenius, Schneider, Böhnke y Pöppinghaus, 2013).

En Ancash, se informa de más de 100 camales no autorizados por el Senasa que continúan operando, lo que vuelve a poner de manifiesto las deficiencias en la infraestructura y condiciones de los camales de ganado en el Perú. Ninguno de los camales municipales en la región Ancash cuenta con la aprobación del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (Senasa) para sacrificar animales (Perulactea, 2012).

El Camal Municipal de Cajamarca, operativo desde el 1 de enero de 1900, se dedica al sacrificio y procesamiento de animales como ovinos, vacunos y porcinos. Este proceso consume una gran cantidad de agua potable, y actualmente sacrifica aproximadamente 70 vacunos, 75 porcinos y 45 ovinos diariamente, generando alrededor de 3000 kg de carne al día. El vertimiento de aguas residuales al río San Lucas, sin un tratamiento adecuado debido a la gestión deficiente, tiene un impacto ambiental negativo.

Estudios confirman que la cascarilla de arroz y el aserrín son alternativas efectivas para el tratamiento de aguas residuales debido a sus propiedades físicas y bajo costo. Por lo tanto, este trabajo de investigación propone la implementación de un filtro basado en cascarilla de arroz y aserrín para tratar las aguas residuales del Camal Municipal de Cajamarca, que actualmente carece de un tratamiento adecuado.

1.1.2. Definición del Problema

¿De qué manera influye un filtro a base de cascarilla de arroz y aserrín en el tratamiento de aguas residuales del Camal Municipal de Cajamarca?

1.1.3. Justificación e Importancia

La investigación tiene como objetivo evaluar las propiedades y el impacto de las aguas residuales del Camal Municipal de Cajamarca mediante el uso de un filtro compuesto por cascarilla de arroz y aserrín. Estas aguas residuales se consideran una fuente importante de contaminación emergente que afecta significativamente al medio ambiente. Como es sabido, el tratamiento de aguas residuales implica un conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos diseñados para eliminar la contaminación del agua, convirtiéndola en adecuada para el consumo animal, riego o uso industrial, con el fin de prevenir su descarga sin tratar.

Esta propuesta de tesis se destaca por su potencial impacto positivo en la sociedad, al contribuir a la investigación e innovación. El objetivo es desarrollar un método de tratamiento de aguas que sea económico y respetuoso con el medio ambiente al reutilizar materiales residuales como la cascarilla de arroz y el aserrín.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Determinar la influencia de un filtro a base de cascarilla de arroz y aserrín en el tratamiento de aguas residuales del Camal Municipal de Cajamarca.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar los parámetros físicos (Turbidez) de las aguas residuales antes y después del tratamiento con el filtro a base de cascarilla de arroz y aserrín en el Camal Municipal de Cajamarca.
- Determinar los parámetros químicos (DBO, DQO, ph) de las aguas residuales antes y después del tratamiento con el filtro a base de cascarilla de arroz y aserrín en el Camal Municipal de Cajamarca.
- Determinar la efectividad de filtro a base de cascarilla de arroz y aserrín en el tratamiento de las aguas residuales en el Camal Municipal de Cajamarca.

1.3. Hipótesis de la Investigación

El filtro a base de cascarilla de arroz y aserrín influye positivamente en el tratamiento de aguas residuales del Camal Municipal de Cajamarca.

1.4. Operacionalización de variables

Variable dependiente:

- Tratamiento de aguas residuales

Variable independiente:

- Filtro a base de cascarilla de arroz y aserrín

“INFLUENCIA DE UN FILTRO A BASE DE CASCARILLA DE ARROZ Y ASERRIN EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CAMAL MUNICIPAL DE CAJAMARCA”

Tabla 1. Operacionalización de Variables

Variable	Definición	Indicador (es)	Ítem	Unidad	Instrumento (s)
V.I. Filtro a base de cascarilla de arroz y aserrín	Es un filtro a base de residuos que buscará generar un efecto sobre el tratamiento de las aguas residuales.	Cascarilla de arroz Aserrín			Guía de observación
V.D. Tratamiento de aguas residuales	El tratamiento de las aguas residuales es un proceso que permite modificar las propiedades de estas mismas para ser eliminadas o reutilizadas para la siembra.	Parámetros físicos Parámetros químicos	Turbidez Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) Demanda Química de Oxígeno (DQO) Potencial de Hidrógeno	UM mg/L mg/L pH	Fichas de laboratorio

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes teóricos

2.1.1. Nivel internacional

En la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, se llevó a cabo un estudio experimental que consistió en evaluar la eficacia de un filtro elaborado con cascarilla de arroz para disminuir los niveles de concentración de parámetros ambientales, como la Demanda Bioquímica de Oxígeno, la Demanda Química de Oxígeno y los Aceites y Grasas, presentes en el agua residual de la Lavadora y Lubricadora de Autos "Polito's" en el cantón Tisaleo, provincia de Tungurahua.

Para este propósito, se diseñó un sistema de filtración que incluye un tanque de almacenamiento, una tubería para la conducción del agua por gravedad y un recipiente cuadrado de plástico que contiene cascarilla de arroz. Después de realizar pruebas de funcionamiento a lo largo de 91 días, se midieron las concentraciones de los parámetros en nueve ocasiones. La primera medición se realizó directamente en el efluente, mientras que las ocho mediciones restantes se llevaron a cabo después de que el agua residual fue filtrada.

Los resultados de las mediciones indicaron que los niveles de concentración sin filtro superaban los límites máximos permitidos según las normas ambientales ecuatorianas establecidas en el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), que son de 70 mg/l para los aceites y grasas, 250 mg/l para la

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) y 500 mg/l para la Demanda Química de Oxígeno (DQO).

Después del proceso de filtrado, se observó una reducción de los valores de concentración por debajo de los límites establecidos por el TULSMA para la DBO5 y la DQO. Sin embargo, en el caso de los aceites y grasas, aunque se redujeron los valores de concentración, aún superaban los límites máximos permitidos. En conclusión, se determinó que el filtro a base de cascarilla de arroz es efectivo para reducir los niveles de concentración en las aguas residuales de lavadoras y lubricadoras de autos, aunque se sugiere la implementación de un proceso adicional de filtrado para los aceites y grasas (Sánchez, 2017).

En la misma institución de Ecuador, se llevó a cabo un proyecto que implementó el uso de aserrín de madera como material filtrante para tratar los efluentes generados en el Matadero Municipal del Cantón Baños de Agua Santa. Este lugar fue seleccionado por presentar condiciones propicias para el desarrollo del proyecto. Se tomaron muestras de agua residual generada durante el proceso de sacrificio de ganado bovino y porcino (tanto cruda como filtrada), y se llevaron a cabo análisis de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Sólidos Totales (ST).

Una vez obtenidos los resultados de los análisis, se procesaron los datos, y se sugirió que el filtro tenía una eficiencia promedio del 79,49% en la DBO5, 70,78% en la DQO y 86,60% en los ST. Esto llevó a la conclusión de que el uso de aserrín se

presenta como una alternativa viable para el tratamiento de aguas residuales provenientes de mataderos (Urbina, 2017).

2.1.2. Nivel Nacional

En un estudio llevado a cabo en Tarapoto, en la Universidad Peruana Unión, se realizó una comparación entre el uso de cáscara de coco y cascarilla de arroz como filtros para el tratamiento de aguas residuales de un lavadero de vehículos. Los resultados revelaron que el filtro de cascarilla de arroz demostró ser más eficiente en la eliminación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO), con una eficiencia del 85,29% en ambos parámetros. Por otro lado, el filtro de cáscara de coco mostró una alta eficiencia del 99,98% solo en la eliminación de Aceites y Grasas (Urrelo y Troya, 2020).

En la Universidad San Pedro de Chimbote, se llevó a cabo un estudio sobre el tratamiento de agua residual proveniente del camal municipal, utilizando un biofiltro compuesto por lombrices y aserrín con el fin de destinar el agua tratada al riego de parques y jardines. La eficacia funcional del biofiltro se atribuye a la correcta formación de capas y a la cantidad adecuada de agua residual que ingresa al sistema.

La eficiencia del biofiltro en la reducción de las cargas contaminantes del agua residual se debe a la actividad de la lombriz roja californiana y al aserrín, que se encargan de consumir los residuos orgánicos atrapados en la primera capa. Los resultados indican una eficiencia del 81.36% en la Demanda Química de Oxígeno (DQO), donde se redujo de 42,133 mg/l a 8,080 mg/l, alcanzando una eficiencia del 80.82%. La reducción de los Sólidos Suspendidos Totales fue del 97.77%, pasando

de 3,817 mg/l a 85 mg/l. Para los nitratos, se registró una eficiencia del 72.47%, con una reducción de 17.8 mg/l a 4.9 mg/l. La turbidez disminuyó en un 53.31%, de 650 NTU a 310 NTU. El pH aumentó de 6.98 a 8.05, con una eficiencia del 86.70%. En cuanto a los aceites y grasas, se observó una eficiencia del 89.59%, con una reducción de 1,585 mg/l a 165 mg/l.

Estos resultados reflejan la eficacia del biofiltro en diversas métricas, destacando especialmente su capacidad para mejorar el pH y reducir de manera significativa las diversas sustancias contaminantes presentes en el agua residual del camal municipal (Bermúdez, 2019).

2.1.3. Nivel Regional

Jiménez y Llanos (2019) llevaron a cabo su tesis para la obtención del título profesional bajo el título "Evaluación Del Drenaje Anóxico Calizo, Como Técnica Complementaria Al Cierre De La Bocamina Bqh5 De Compañía Minera Colquirrumi." El objetivo principal de este trabajo fue evaluar la efectividad de los drenajes anóxicos calizos como técnica complementaria para neutralizar el pH y precipitar los metales presentes en las aguas ácidas provenientes de las filtraciones de la bocamina 05 de Quebrada Honda de Compañía Minera Colquirrumi (CMC). El propósito era lograr que estas aguas cumplieran con los Límites Máximos Permisibles (LMP).

Para llevar a cabo esta evaluación, se diseñaron dos sistemas anóxicos calizos a los cuales se les incorporaron barreras de contacto, tales como conchas de mar, materia orgánica y aserrín. En total, se implementaron seis tratamientos con seis réplicas cada

uno. Los resultados más destacados se obtuvieron con el tratamiento Z Drenaje grande, que consistió en barreras con dimensiones de 1.60 cm de largo, 40 cm de ancho y 15 cm de alto, con una cama de calizas y barreras de 10 cm. Este tratamiento logró reducir significativamente los niveles de Aluminio (Al) en un 97%, Arsénico (As) en un 98%, Cadmio (Cd) en un 99%, Cobre (Cu) en un 99%, Hierro (Fe) en un 99.5% y Zinc (Zn) en un 98%, además de aumentar el pH hasta 11.62.

A partir de estos resultados, se propuso la implementación de un sistema anóxico calizo en Compañía Minera Colquirrumi con un área de 60 m². La implementación y operación de este sistema en el campo se consideró una solución socialmente aceptable y económicamente viable para CMC.

La tesis titulada "Implementación De Un Lombrifiltro Para El Tratamiento De Aguas Residuales Provenientes Del Camal Municipal De Cajamarca En 2017" tuvo como objetivo principal la instalación de un sistema piloto destinado al tratamiento de aguas residuales del Camal Municipal de Cajamarca mediante el uso de un lombrifiltro. El propósito final era lograr la descarga de estas aguas tratadas en la red de alcantarillado cumpliendo con los Valores Máximos Admisibles establecidos en el Decreto Supremo N° 001-2015-VIVIENDA, que modificaba el D.S. 021-2009-VIVIENDA.

Los resultados obtenidos fueron altamente positivos, evidenciando una significativa reducción en el parámetro de DBO. En la primera repetición, la concentración disminuyó de 7004,00 mg/L a 280,16 mg/L, y en la segunda repetición, de 6906,60 mg/L a 210,12 mg/L. Asimismo, el parámetro de DQO experimentó una disminución,

alcanzando valores de 810,9 mg/L y 486,54 mg/L en la primera y segunda repetición, respectivamente, después de partir de niveles elevados de 8109,00 mg/L y 8025,5 mg/L.

Los demás parámetros analizados se mantuvieron dentro de los valores máximos permitidos, resultando en la repetición uno en un pH de 7,15, 6,73 mg/L de oxígeno disuelto y una temperatura de 20,00 °C. En la repetición dos, se registraron valores de 7,23 en pH, 19,80 °C de temperatura y 7,25 mg/L en oxígeno disuelto. (Díaz y Zafra, 2018).

2.2. Bases conceptuales

2.2.1. Aguas Residuales

2.2.1.1. Concepto

De acuerdo con el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), las aguas residuales se definen como aquellas cuyas características originales han experimentado modificaciones debido a actividades humanas, y su calidad demanda un tratamiento previo antes de ser reutilizadas, descargadas en un cuerpo de agua natural o vertidas en el sistema de alcantarillado. La procedencia de las aguas residuales juega un papel crucial en la composición y concentración de las sustancias presentes en ellas (OEFA, 2014).

2.2.1.2. Tipos de Aguas Residuales

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental afirma que Las aguas residuales más comunes corresponden a:

- **Aguas residuales domésticas.**

Según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), las aguas residuales residenciales y comerciales son aquellas que provienen de hogares y actividades comerciales, y que contienen desechos fisiológicos, entre otros, generados por la actividad humana. Estas aguas requieren una disposición adecuada (OEFA, 2014).

- **Aguas residuales industriales.**

De acuerdo con el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), las aguas residuales industriales son aquellas que se generan como resultado de un proceso productivo, abarcando aquellas provenientes de actividades mineras, agrícolas, energéticas, agroindustriales, entre otras (OEFA, 2014).

- **Aguas residuales municipales.**

Según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), las aguas residuales combinadas son aguas domésticas residuales que pueden estar mezcladas con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial previamente tratadas, con el propósito de ser aceptadas en sistemas de alcantarillado de tipo combinado (OEFA, 2014).



Ilustración 1. Aguas residuales como recurso

Fuente: (Rodríguez, 2018)

2.2.1.3. Características Físicas

- **Sólidos Totales.**

Los sólidos totales se definen como la materia obtenida como residuo después de someter el agua a un proceso de evaporación en un rango de temperatura entre 103° y 105°C. Estos sólidos comprenden todo el material, ya sea orgánico o inorgánico, que se evapora a la temperatura mencionada. Además, se refieren a los sólidos totales como aquellos que se depositan en el fondo de un recipiente de forma cónica, como el Cono de Imhoff, en el transcurso de 60 minutos. La cantidad de sólidos sedimentables se expresa en ml/l y proporciona una medida aproximada de la cantidad de lodo que se obtendrá durante el proceso de decantación primaria del agua residual (Metcalf & Eddy, 1995).

- **Color.**

A lo largo de la historia, las aguas residuales industriales han mostrado colores distintivos, generalmente comenzando con tonalidades grises que oscurecen hasta llegar a un tono negro. Cuando alcanza esta última etapa, se suele clasificar el agua residual como séptica. Algunas aguas residuales industriales pueden contribuir al color de las aguas residuales domésticas. Este cambio de color se debe a la formación de sulfuros metálicos, resultado de la reacción del sulfuro liberado en condiciones anaerobias con los metales presentes en el agua residual (Metcalf & Eddy, 1995).

- **Olor.**

En términos generales, los olores en las aguas residuales provienen de la liberación de gases, tanto aquellos presentes originalmente como los generados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica. El agua residual reciente tiene un olor característico que tiende a ser desagradable, aunque sigue siendo más tolerable que el olor de las aguas residuales sépticas. El olor séptico se produce debido a la descomposición de sulfatos a sulfitos y sulfuros por la acción de microorganismos anaeróbicos. En el caso del agua residual industrial, esta puede contener compuestos con olores inherentes o compuestos propensos a generar olores durante el tratamiento (Metcalf & Eddy, 1995).

- **Temperatura.**

La temperatura del agua residual suele ser más elevada que la temperatura del suministro, principalmente debido a los diversos procesos a los que se somete el agua. En días calurosos, las temperaturas del agua son inferiores a las temperaturas del aire, influenciadas por la diferencia en el calor específico entre el agua y el aire.

Este parámetro es significativo porque afecta el desarrollo de la vida acuática y las reacciones químicas, así como las velocidades de reacción. Además, la solubilidad del oxígeno disminuye a medida que aumenta la temperatura del agua (Metcalf & Eddy, 1995).

- **Turbiedad.**

La turbidez es un parámetro utilizado para evaluar la calidad de las aguas vertidas o de las aguas naturales en términos de la presencia de materia coloidal y residual en suspensión. La medición de la turbidez se realiza al comparar la intensidad de la luz dispersada en la muestra con la intensidad registrada en una suspensión de referencia, ambas en las mismas condiciones (Metcalf & Eddy, 1995).

2.2.1.4. Características Químicas

- **Materia Orgánica.**

La materia orgánica constituye el elemento distintivo de las aguas residuales domésticas, originada por proteínas, hidratos de carbono, aceites y grasas provenientes de excretas y residuos domésticos descargados. Su característica principal y más relevante es la reducción del contenido de oxígeno disuelto, lo que conlleva a la desaparición de especies sensibles a la presencia de oxígeno disuelto y al cambio de condiciones de aeróbicas a anaeróbicas. Esto no solo afecta la composición biológica del agua, sino también su composición química, ya que las reacciones biológicas y los productos resultantes dependen de las poblaciones específicas de organismos presentes en el agua (Salazar, 2005).

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).**

El parámetro de contaminación orgánica más ampliamente utilizado tanto en aguas residuales como en aguas superficiales es la Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días (DBO5). Su determinación está vinculada a la medición del oxígeno disuelto que consumen los microorganismos durante el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica (Metcalf & Eddy, 1995).

La DBO5 mide la cantidad de oxígeno consumida por microorganismos en el proceso de descomposición de la materia

orgánica en la corriente de agua. Este parámetro tiene un impacto directo en la cantidad de oxígeno disuelto en ríos y corrientes. A mayor DBO5, el oxígeno se agota más rápidamente, lo que significa que hay menos oxígeno disponible para formas de vida acuáticas más complejas (MILACRON, 2011).

- **Demanda Química de Oxígeno (DQO).**

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) se define como la cantidad de oxígeno necesaria para la oxidación química de la materia orgánica e inorgánica presente en el agua, expresada en mg/L. En este proceso, se utiliza un agente oxidante, como el dicromato potásico, y la medición se realiza en un período de tres horas. La DQO, en muchos casos, guarda una relación significativa con la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), lo que la convierte en una herramienta útil al no requerir los cinco días de incubación necesarios para la DBO.

Es importante destacar que el valor de la DQO es generalmente superior al de la DBO5. Esto se debe a que muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente, pero no biológicamente. La DQO abarca tanto materia orgánica (carbohidratos, proteínas, grasas) como inorgánica (hierro ferroso, nitritos, amoníaco, sulfuros, cloruros) (Metcalf & Eddy, 1995).

- **Aceites y Grasas.**

Las grasas animales y los aceites representan el tercer componente más significativo en la composición de los alimentos. El término "grasa", ampliamente utilizado, engloba grasas animales, aceites, ceras y otros constituyentes presentes en las aguas residuales.

Estos componentes, grasas animales y aceites, consisten en compuestos de alcohol (ésteres) o glicerol (glicerina) y ácidos grasos. Los glicéridos de ácidos grasos que se encuentran en estado líquido a temperaturas normales se denominan aceites, mientras que los que se presentan en estado sólido se llaman grasas. Químicamente, son muy similares y están compuestos por carbono, oxígeno e hidrógeno en proporciones variables. Las grasas y aceites animales ingresan a las aguas residuales en forma de mantequilla, manteca de cerdo, margarina, así como aceites y grasas vegetales.

- **Potencial de Hidrógeno**

El potencial de hidrógeno, pH, es el término que nos indica la concentración de iones hidrógeno en una disolución. El término se define como el logaritmo de la concentración de iones hidrógeno, H^+ , cambiado de signo: $pH = -\log [H^+]$; donde $[H^+]$ es la concentración de iones hidrógeno en moles por litro. Debido a que los iones H^+ se asocian con las moléculas de agua para formar iones hidronio, H_3O^+ , el pH también se expresa a menudo en términos de concentración de

iones hidronio. El pH es representado en una escala que va del 0 al 14, siendo 0 extremadamente ácido, 7 neutro, y 14 extremadamente básico.

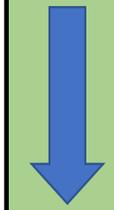
EFECTOS EN EL MEDIO AMBIENTE		PH	EJEMPLOS
		pH = 0	Ácido de baterías.
		pH = 1	Ácido sulfurico
		pH = 2	Jugo de limón, vinagre.
		pH = 3	Jugo de naranja, bebida gaseosa
		pH = 4	Lluvia ácida (4.2-4.4). Lago ácido (4.5).
Mueren todos los peces (4.2)	pH = 5	Bananas (5-5.3). Lluvia limpia (5.6).	
Mueren los huevos de rana, renacuajos, cangrejos de río y efimeras (5.5)	pH = 6	Lago saludable (6.5).	
Comienzan a morir las truchas arcoiris.		Leche (6.5-6.8).	
		pH = 7	Agua pura
		pH = 8	Agua de mar, huevos.
		pH = 9	Bicarbonato de soda.
		pH = 10	Leche magnesia.
		pH = 11	Amoníaco.
		pH = 12	Agua jabonosa.
		pH = 13	Blanqueador.
pH = 14	Limpiador líquido para desagües		
BÁSICO			

Ilustración 2. Efectos del medio ambiente y tipo de pH de 0 al 14

Fuente: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA).

2.2.2. Decreto Supremo N° 010-2019-VIVIENDA

Según la normativa establecida en el Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA, se aprobaron los Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario. Este reglamento tiene como objetivo prevenir el deterioro de las instalaciones, infraestructura sanitaria, maquinarias y equipos, asegurando su adecuado funcionamiento y garantizando la sostenibilidad de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.

Posteriormente, mediante el Decreto Supremo N° 003-2011-VIVIENDA, modificado por los Decretos Supremos N° 010-2012-VIVIENDA y N° 001-2015-VIVIENDA, se aprobó el Reglamento del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA. Este reglamento regula los procedimientos para controlar las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario. El Artículo 3° de este reglamento establece que el cumplimiento de estas regulaciones es obligatorio para los usuarios No Domésticos (UND) que realizan descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, bajo la jurisdicción de los prestadores de servicios de saneamiento a nivel nacional. Los prestadores de servicios de saneamiento están encargados de hacer cumplir estas normativas. Además, se define a los Valores Máximos Admisibles (VMA) como la concentración de parámetros especificados en los Anexos N° 1 y N° 2 del reglamento. Estos parámetros son contenidos en las descargas de aguas residuales no domésticas destinadas a los sistemas de alcantarillado sanitario. Exceder estos valores puede tener un impacto negativo en los procesos de tratamiento de aguas residuales (VMA, 2019).

ANEXO N° 1

PARÁMETRO	UNIDAD	SIMBOLOGÍA	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	DBO ₅	500
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	DQO	1000
Sólidos Suspendedos Totales	mg/l	S.S.T.	500
Aceites y Grasas	mg/l	A y G	100

Ilustración 3. Valores Máximos Admisibles (Anexo 1)

Fuente: Decreto Supremo N° 010-2019-VIVIENDA

ANEXO N° 2

PARÁMETRO	UNIDAD	SIMBOLOGÍA	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
Níquel	mg/l	Ni	4
Plomo	mg/l	Pb	0.5
Sulfatos	mg/l	SO ₄ ⁻²	1000
Sulfuros	mg/l	S ⁻²	5
Zinc	mg/l	Zn	10
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	NH ⁺⁴	80
Potencial Hidrógeno	unidad	pH	6-9
Sólidos Sedimentables	ml/l/h	S.S.	8.5
Temperatura	°C	T	<35

Ilustración 4. Valores Máximos Admisibles (anexo2)

Fuente: Decreto Supremo N° 010-2019-VIVIENDA

2.2.3. Protocolo de Monitoreo.

Los Procedimientos de Monitoreo son protocolos y metodologías establecidas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en coordinación con el Ministerio del Ambiente (MINAM), que deben ser seguidos durante la implementación de los Programas de Monitoreo. Estos procedimientos están diseñados para garantizar la correcta ejecución de las actividades de monitoreo, asegurando la consistencia, confiabilidad y comparabilidad de los datos recopilados. Al seguir estas pautas, se busca obtener información precisa sobre

diversos aspectos ambientales, lo que facilita la toma de decisiones y la evaluación de los impactos en el medio ambiente.

2.2.4. Tratamiento de las aguas residuales

Considerando la diversidad de operaciones y procesos disponibles para purificar las aguas residuales, es común referirse a distintos niveles de tratamiento, que prácticamente se han clasificado como: preliminar o pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento terciario o avanzado. A continuación, se detallan las características que definen cada nivel (Tratamiento y Reusó de Aguas residuales, s.f).

- **Pretratamiento o Tratamiento Preliminar.**

El propósito fundamental de esta etapa es retener partículas sólidas de mayor tamaño, así como sólidos finos con densidad superior a la del agua, y arena. Esto se lleva a cabo para facilitar las fases de tratamiento posteriores. Los elementos comunes utilizados para esto son canales equipados con rejas de calibres gruesos y finos, así como desarenadores. En circunstancias particulares, se pueden emplear tamices. Aunque en ocasiones se subestiman en el diseño de plantas de tratamiento, estas unidades son esenciales para prevenir complicaciones derivadas del paso de materiales como arena, desechos, plásticos, entre otros, hacia las etapas subsiguientes del tratamiento (Tratamiento y Reusó de Aguas residuales, (s.f)).

- **Tratamiento Primario.**

Se define como una unidad de tratamiento primario cualquier sistema diseñado para eliminar material en suspensión, excluyendo material coloidal o sustancias disueltas presentes en el agua. En este sentido, la eliminación lograda mediante el tratamiento primario permite la remoción de aproximadamente el 60 al 70% de los sólidos suspendidos totales y hasta un 30% de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) orgánica sedimentable presente en el agua residual (Tratamiento y Reusó de Aguas residuales, (s.f)).

- **Tratamiento Secundario.**

La esencia del tratamiento secundario reside en la incorporación de procesos biológicos, donde predominan las reacciones bioquímicas facilitadas por microorganismos que logran una remoción eficiente de entre el 50% y el 95% de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). Los sistemas más comúnmente utilizados en este tipo de tratamiento incluyen los biofiltros o filtración biológica, los lodos activados y las lagunas de estabilización (Tratamiento y Reusó de Aguas residuales, (s.f)).

- **Tratamiento Terciario.**

La necesidad de aplicar un tratamiento terciario está condicionada por la disposición final que se tenga prevista para las aguas residuales tratadas. El tratamiento de nivel terciario se centra principalmente en

la eliminación de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo. Generalmente, el propósito del tratamiento terciario es prevenir la eutrofización, es decir, el crecimiento excesivo de algas en cuerpos de agua con baja circulación, ya que esto puede llevar al agotamiento del oxígeno disuelto y afectar negativamente la vida acuática en el receptor de dichas aguas residuales tratadas (Tratamiento y Reusó de Aguas residuales, (s.f)).

2.2.5. Cascarilla de arroz:

La cascarilla de arroz es un subproducto derivado del proceso de molienda del grano de arroz cosechado en campos agrícolas. Este material presenta características como fragilidad y abrasividad, y su color puede variar desde un tono pardo rojizo hasta púrpura oscuro. La cascarilla de arroz tiene una baja densidad, lo que significa que, al apilarse, ocupa un volumen considerable, y su peso específico se sitúa en 125 kg/m³ (Prada, A., Cortés, C. 2010).

Debido a la significativa generación y acumulación de cascarilla de arroz, se han llevado a cabo varios estudios para aprovechar este residuo en diversos campos mediante diferentes métodos. El objetivo es obtener materiales que puedan ser utilizados de manera inmediata y directa, o a través de etapas previas que faciliten su uso futuro.

Tabla 2. Opciones del uso de la cascarilla de Arroz

ALTERNATIVAS DE USO DE LA CASCARILLA DE ARROZ

- A. Obtención de etanol por vía fermentativa.
 - B. Tostado para su uso como sustrato en el cultivo de flores
 - C. Generación de energía (ladrilleras, secado de arroz y cereales)
 - D. Combustión controlada para uso como sustrato en cultivos hidropónicos
 - E. Obtención de concreto, cemento y cerámicas.
 - F. Aprovechamiento de la cascarilla de arroz en compostaje y como lecho filtrante para aguas residuales
 - G. Obtención de materiales adsorbentes.
 - H. Fuente de sustancias químicas.
 - I. Producción de aglomerados.
 - J. Material aislante en construcción.
 - K. Cama de avicultura, porcicultura y en transporte de ganado.
 - L. Cenizas en cultivos (Frutas).
-

Fuente: Prada, A., Cortés, C. 2010

2.2.6. Aserrín

El aserrín es la colección de partículas o polvillo que se desprende de la madera durante el proceso de aserrado. Se trata de un subproducto

considerado como residuo, generado como consecuencia de los diversos procesos a los que se somete la madera. El aserrín se presenta en dos tipos de grano, fino y grueso, y su formación está determinada por el tipo de mecanizado y las características de las sierras utilizadas. La textura del aserrín es suave, y su color varía según el tipo de madera empleado en el proceso (Barrera, 2016).

2.3. Definición de términos básicos

- **Aguas residuales no domésticas.**

De acuerdo con el DECRETO SUPREMO N° 010-2019-VIVIENDA, el término "Agua residual no doméstica" se refiere a la descarga de líquidos generados por actividades económicas comerciales e industriales. Este tipo de agua residual se diferencia de la producida por usuarios domésticos, quienes descargan aguas residuales domésticas derivadas de la preparación de alimentos, el aseo personal y desechos fisiológicos.

- **Aguas residuales domésticas.**

Estas aguas residuales, según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) en 2014, son de origen residencial y comercial e incluyen desechos fisiológicos, entre otros, generados por la actividad humana, y deben ser gestionadas de manera apropiada.

- **Aguas residuales industriales.**

Estas aguas residuales, de acuerdo con el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) en 2014, provienen del desarrollo de un proceso productivo, lo que incluye sectores como la actividad minera, agrícola, energética, agroindustrial, entre otros.

- **Aguas residuales municipales.**

Según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) en 2014, estas son aguas residuales domésticas que podrían estar combinadas con aguas de drenaje pluvial o aguas residuales industriales previamente tratadas. Esto se hace para permitir su ingreso a sistemas de alcantarillado de tipo combinado.

- **Aserrín.**

El aserrín se refiere al conjunto de partículas o polvillo que se libera de la madera durante el proceso de aserrado. Este material se considera un subproducto o material de desecho que resulta de diversos procesos, siendo la composición y características específicas del aserrín dependientes del tipo de madera utilizada en el proceso (Barrera, 2016).

- **Cascarilla de arroz.**

Es un subproducto generado del proceso de molienda del grano de arroz proveniente de los campos de cultivo, esta presenta una consistencia quebradiza y abrasiva (Prada, A., Cortés, C. 2010).

- **Valores Máximos Admisibles (VMA):**

Según lo establecido en el DECRETO SUPREMO N° 010-2019-VIVIENDA, los Valores Máximos Admisibles (VMA) se definen como la concentración de los parámetros especificados en los Anexos N° 1 y N° 2 de dicho reglamento. Estos parámetros están presentes en las descargas de aguas residuales no domésticas destinadas a los sistemas de alcantarillado sanitario. Exceder los valores establecidos como VMA puede tener un impacto negativo en los procesos de tratamiento de las aguas residuales. En otras palabras, los VMA son límites establecidos para prevenir que las concentraciones de ciertos elementos en las aguas residuales no domésticas afecten adversamente los procesos de tratamiento en los sistemas de alcantarillado sanitario.

2.4. Metodología a implementar en el proyecto

Esta investigación se clasifica como "fundamental", ya que se centra en proporcionar aportes de conocimiento para abordar un problema existente. En este contexto, la propuesta de tesis tiene como objetivo mejorar el tratamiento de aguas no domésticas al reducir los niveles de DBO, DQO, turbidez y pH mediante la incorporación de un filtro compuesto por cascarilla de arroz y aserrín en el Camal Municipal de Cajamarca.

CAPÍTULO III: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

De acuerdo con su objetivo, se considera aplicada, ya que propone una alternativa para mejorar los procesos y obtener una calidad de agua superior. En cuanto a su profundidad, se clasifica como descriptiva, dado que analiza y compara los resultados con indicadores relacionados con los valores máximos admisible (VMA). En cuanto a la naturaleza de los datos, se cataloga como cualitativa, ya que implica la comparación de parámetros establecidos en los VMA para vertidos a cuerpos de aguas con el uso de un filtro a base de cascarilla de arroz y aserrín.

En lo que respecta a la manipulación de variables, se considera experimental, dado que implica la construcción y aplicación de un filtro a base de cascarilla de arroz y aserrín con el fin de obtener resultados relacionados con la mejora de la calidad del agua. Finalmente, en cuanto al periodo, se clasifica como una investigación transversal.

3.2. Diseño de investigación

La presente investigación es de tipo descriptiva - analítica, ya que describe las características de ciertos grupos, y consiste fundamentalmente en establecer la comparación de variables entre grupos de estudio y de control. Cuantitativo, porque utilizó la recolección de datos para determinar si el filtro de tratamiento físico del agua residual del Camal Municipal, disminuyen por debajo de los Valores Máximos

Admisibles, según el DECRETO SUPREMO N° 010-2019-VIVIENDA. (Hernández et al., 2010)

3.3. Área de investigación

Tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Cajamarca, a través de un filtro a base de cascarilla de arroz y aserrín.

3.4. Población

En la presente investigación, se considera como población a las aguas residuales provenientes del Camal Municipal de Cajamarca.

3.5. Muestra

Se considera como muestra a los litros extraídos de agua residual del Camal Municipal de Cajamarca, que serán necesarios para el desarrollo de la presente investigación, con el fin de evaluar sus parámetros físicos y químicos de dichas muestras sin y con adición del filtro a base de cascarilla de arroz y aserrín.

- 40 litros de agua residual del Camal municipal
- Frasco de 1000 ml para el análisis previo de DQO
- Frasco de 500 ml para el análisis previo de Turbidez y pH
- Frasco de 250 ml para el análisis previo de DBO

Tabla 3. Datos de Toma de muestra

FECHA DE TOMA DE MUESTRA						
Origen	Muestra	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
	Inicial	1 semana	2 semana	3 semana	4 semana	5 semana
Afluente	02/10/2023					
Pos		09/10/2023	16/10/2023	20/10/2023	23/10/2023	30/10/2023
tratamiento						

Fuente: Elaboración propia

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Turbiedad

Tabla 4. Técnica de recolección de datos para ensayo de turbiedad

<u>Ensayos</u>	<u>Fuente</u>	<u>Análisis</u>	<u>Instrumento</u>
Turbiedad	Muestras obtenidas en campo	Análisis en laboratorio regional del agua.	Protocolo establecido por laboratorio regional del agua.

Fuente: Infante, 2017

3.6.2. pH

Tabla 5. Técnica de recolección de datos para ensayo de pH

<u>Ensayos</u>	<u>Fuente</u>	<u>Análisis</u>	<u>Instrumento</u>
Turbiedad	Muestras obtenidas en campo	Análisis en laboratorio regional del agua.	Protocolo establecido por laboratorio regional del agua.

Fuente: Infante, 2017

3.6.3. DBO

Tabla 6. Técnica de recolección de datos para ensayo de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

<u>Ensayos</u>	<u>Fuente</u>	<u>Análisis</u>	<u>Instrumento</u>
DBO	Muestras obtenidas en campo	Análisis en laboratorio regional del agua.	Protocolo establecido por laboratorio regional del agua.

Fuente: Infante, 2017

3.6.4. DQO

Tabla 7. Técnica de recolección de datos para Ensayo de Demanda Química de Oxígeno (DQO)

<u>Ensayos</u>	<u>Fuente</u>	<u>Análisis</u>	<u>Instrumento</u>
DQO	Muestras obtenidas en campo	Análisis en laboratorio regional del agua.	Protocolo establecido por laboratorio regional del agua.

Fuente: Infante, 2017

3.6.5. Técnicas e instrumentos de Investigación

Tabla 8. Variables, Técnicas de investigación e instrumentos.

Variable	Técnicas de investigación	Instrumentos
Independiente: Filtro a base de cascarilla de arroz y aserrín	Efectividad del Filtro a base de cascarilla de arroz y aserrín. - Cuantificación de las concentraciones iniciales y finales obtenidas de las aguas residuales de la Camal Municipal de Cajamarca	Filtro a base de cascarilla de arroz y aserrín
Dependiente: Cumplimiento de los Valores Máximos Admisibles	Análisis físico-químico de: DBO, DQO, pH, Turbidez. - D.S. N° 010-2019 VIVIENDA	Muestreo de aguas residuales. - Análisis de cada parámetro.

Fuente: Elaboración propia

3.6.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos

Se llevará a cabo una comparación de los resultados obtenidos con los valores máximos admisibles presentados en el DECRETO SUPREMO N° 010-2019-VIVIENDA, esto nos permitirá saber que tan efectivo ha resultado ser el filtro a base de cascarilla de arroz y aserrín, en el tratamiento de las aguas residuales provenientes del Camal Municipal de Cajamarca y de esta manera validaremos la hipótesis.

CAPÍTULO IV: IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA

4.1. Localización del Camal Municipal de Cajamarca



Ilustración 5. Mapa de localización del Camal Municipal de Cajamarca.

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Localización del filtro

El filtro se ubica en las siguientes coordenadas UTM:

Tabla 9. Coordenadas UTM del filtro

Coordenadas	
ESTE	774461.47
NORTE	9208753.13

Fuente: Elaboración propia

4.3. Procedimiento

4.3.1. Recolección De Muestras.

Las muestras de aguas residuales han sido recolectadas del agua residual proveniente directamente del Camal Municipal de Cajamarca.



Ilustración 6. Recolección de Agua Residual para Análisis.

- **Muestras Para Caracterización inicial del agua:**

Para el primer análisis en laboratorio se tomaron muestras en 3 botellas de plástico blancas: la primera botella de 1000ml para DQO, la segunda botella de 500ml para Turbidez y pH y por último la tercera botella de 250 ml para el análisis DBO, del agua residual del Camal Municipal de Cajamarca.



Ilustración 7. Recolección de agua residual del camal.



Ilustración 8. Preservación de la muestra de DBO con 15 gotas de Ácido Sulfúrico.

- **Muestra Para Pruebas Experimentales:** Para llevar a cabo las pruebas experimentales, se recolectaron dos baldes de plástico con una capacidad de 20 litros cada uno.



Ilustración 9. Muestras para pruebas experimentales

4.1.2. Consideración De La Pendiente.

En el marco de las pruebas experimentales de la tesis "Influencia De Un Filtro A Base De Cascarilla De Arroz Y Aserrín En El Tratamiento De Aguas Residuales Del Camal Municipal De Cajamarca", se opta por la pendiente más efectiva, la cual corresponde al 10%. Esta elección se fundamenta en las investigaciones previas llevadas a cabo por Villanueva en el año 2013.

4.1.3. Diseño de filtro

Según Llanos y Jiménez en su tesis Evaluación del Drenaje Anóxico Calizo, como técnica complementaria al cierre de la bocamina BQH5 de Compañía

Minera Colquirrumi, diseñan su filtro con el mismo principio solo cambiando algunos materiales, en tal sentido para esta presente investigación se reemplazará algunos materiales por cascarilla de arroz y aserrín. Se propuso el diseño de un filtro conformado por 2 masas, cascarilla de arroz (10kg) y aserrín(10kg).

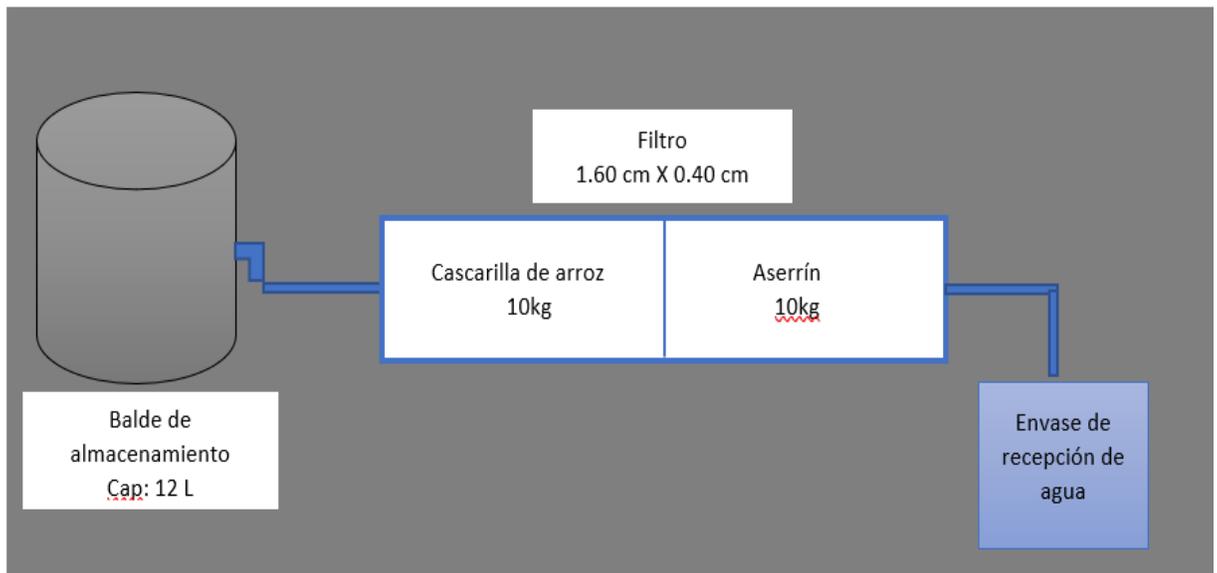


Ilustración 10 Diseño de Filtro.

Fuente. Elaboracion Propia

4.1.4. Instalación del filtro

El filtro tiene una medida de 1.60 cm de largo x 0.40 cm de ancho con una altura de 0.15 cm. El filtro es de vidrio doble para asegurar la resistencia del material y del agua residual a tratar.

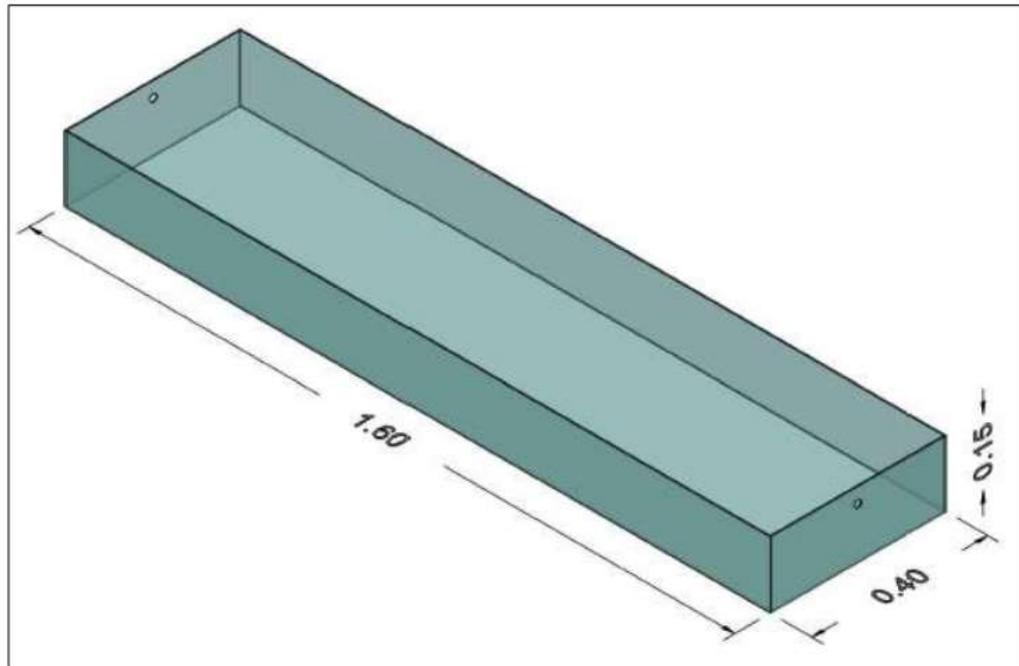


Ilustración 11. Diseño de Maqueta

Fuente: Llanos, J., & Jimenez, P. (2019). Evaluación del drenaje anóxico calizo, como técnica complementaria al cierre de la bocamina bqh5 de compañía minera colquirrumi. Universidad Privada del Norte

- **Capa de cascarilla de arroz y aserrín:** Se considero 10 kg de cascarilla de arroz y 10kg de aserrín.



Ilustración 12. Maqueta con capas de filtros

CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La información se expone mediante tablas y gráficos, y se concluye con la prueba de hipótesis. Los datos fisicoquímicos provienen del informe del Laboratorio Regional del Agua.

En la tabla 9, se detallan los resultados obtenidos a lo largo de un período de 5 semanas, con una muestra tomada cada semana. Se incluye una muestra de agua no doméstica (muestra inicial) y cinco muestras de agua tratada mediante el uso de un filtro compuesto por cascarilla de arroz y aserrín.

Tabla 10. Resultados Fisicoquímicos

Parámetro	VMA	M0			
		Ensayo 1	Ensayo 2 – M1	Ensayo 3 – M1	Ensayo 4 – M1
TURBIDEZ	5	15	10.8	9.18	9.40
DBO	500	5096	4876	4145	4242
DQO	1000	9812	8500	7225	7395
pH	6-9	6.49	7	7.11	6.95

Parámetro	VMA	M2			
		Ensayo 1	Ensayo 5 – M2	Ensayo 6 – M2	Ensayo 7 – M2
TURBIDEZ	5	15	9.85	8.37	8.57
DBO	500	5096	3200	2720	2784
DQO	1000	9812	6345	5393	5520
pH	6-9	6.49	7.5	7.25	7.12

Parámetro	VMA	M3			
		Ensayo 1	Ensayo 2 – M1	Ensayo 3 – M1	Ensayo 4 – M1

“INFLUENCIA DE UN FILTRO A BASE DE CASCARILLA DE ARROZ Y ASERRIN EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CAMAL MUNICIPAL DE CAJAMARCA”

		Ensayo 1	Ensayo 8 – M3	Ensayo 9 – M3	Ensayo 10 – M3
TURBIDEZ	5	15	7.89	6.71	6.86
DBO	500	5096	2586	2198	2250
DQO	1000	9812	3067	2607	2668
pH	6-9	6.49	7	6.84	7.01
Parámetro	VMA	M0		M4	
		Ensayo 1	Ensayo 11 – M4	Ensayo 12 – M4	Ensayo 13 – M4
TURBIDEZ	5	15	7.2	6.12	6.26
DBO	500	5096	1080	918	940
DQO	1000	9812	1958	1664	1703
pH	6-9	6.49	7.1	6.76	6.81
Parámetro	VMA	M0		M5	
		Ensayo 1	Ensayo 14 – M5	Ensayo 15 – M5	Ensayo 16 – M5
TURBIDEZ	5	15	7.3	6.21	6.35
DBO	500	5096	530	451	461
DQO	1000	9812	1020	867	887
pH	6-9	6.49	7.2	7.12	6.89

Fuente: Elaboración propia

La información de esta tabla fue extraída de los informes proporcionados por el laboratorio regional del agua a lo largo de un período de 5 semanas. Se logró acceder a estos informes dentro de los 3 días hábiles posteriores a la entrega de la última muestra al laboratorio.

5.1. Comparación de muestras obtenidas

Tabla 11. Comparación de los Valores Máximos Admisibles Obtenidos en la muestra 0.

Parámetro	Unidad	VMA	Valor Obtenido
Turbidez	UNT	5	15
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	500	5096
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	1000	9812
pH	Unid.	6-9	6.49

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Mientras que el pH cumple con los límites establecidos, los valores de turbidez, DBO y DQO superan los límites máximos admisibles, señalando la presencia de problemas potenciales en la calidad del agua, como altos niveles de contaminantes orgánicos y químicos, así como una mayor turbidez.

Tabla 12. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 1, para el parámetro de TURBIDEZ.

Parámetro	VMA	M0	M1		
		Ensayo 1	Ensayo 2 - M1	Ensayo 3 - M1	Ensayo 4 -M1
TURBIDEZ	5	15	10.8	9.18	9.40

Fuente: Elaboración propia

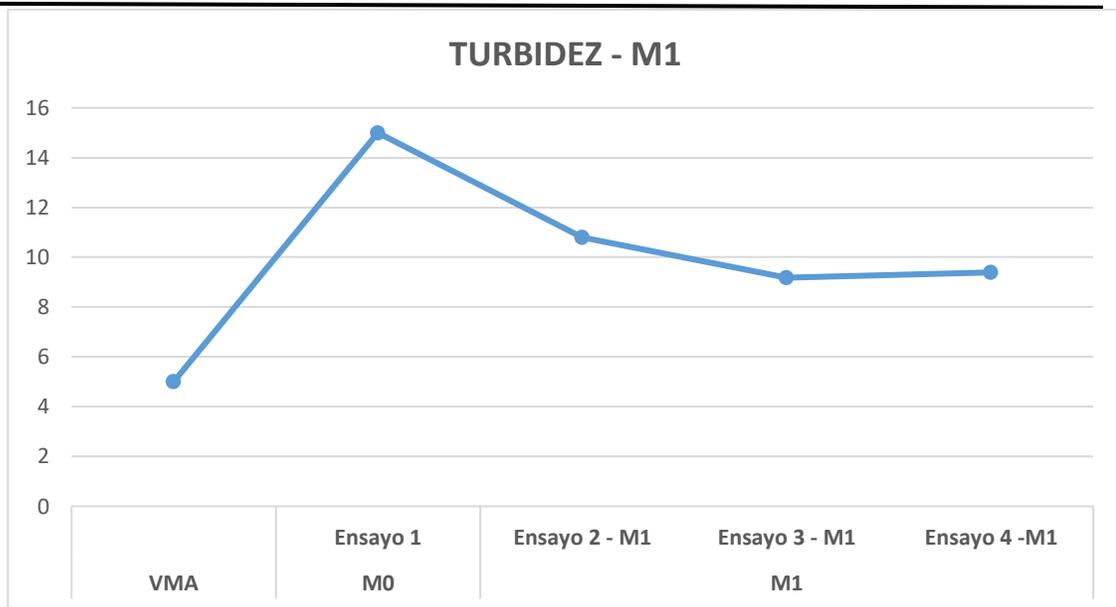


Gráfico 1. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 1, para el parámetro de TURBIDEZ.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Fuente Inicial (Ensayo 1): La muestra inicial tomada directamente de la fuente tiene un valor de turbidez de 15. Este valor representa la turbidez en la fuente antes de cualquier manipulación o tratamiento. Después de realizar el Ensayo 1, se tomaron tres repeticiones. En el Ensayo 2 - M1, la turbidez disminuyó a 10.8. Este descenso se debe a los procesos de tratamiento o filtración, o simplemente a variaciones naturales.

En el siguiente ensayo repetido, Ensayo 3 - M1, la turbidez disminuyó aún más a 9.18. Esta reducción adicional podría deberse a una mejora en los métodos de tratamiento o a la optimización de las condiciones experimentales. La última repetición, Ensayo 4 - M1, muestra un ligero aumento en la turbidez a 9.40. Este aumento podría ser resultado de variaciones inherentes o limitaciones en los

procedimientos de tratamiento. Comparación con el Valor Inicial (Ensayo 1): La comparación con el valor inicial de 15 destaca una tendencia general a la disminución de la turbidez a lo largo de las repeticiones. Esto podría indicar la eficacia de los procedimientos de tratamiento o la estabilización de las condiciones.

Tabla 13. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 2, para el parámetro de TURBIDEZ.

Parámetro	VMA	M0	M2		
		Ensayo 1	Ensayo 5 - M2	Ensayo 6 - M2	Ensayo 7 - M2
TURBIDEZ	5	15	9.85	8.37	8.57

Fuente: Elaboración propia

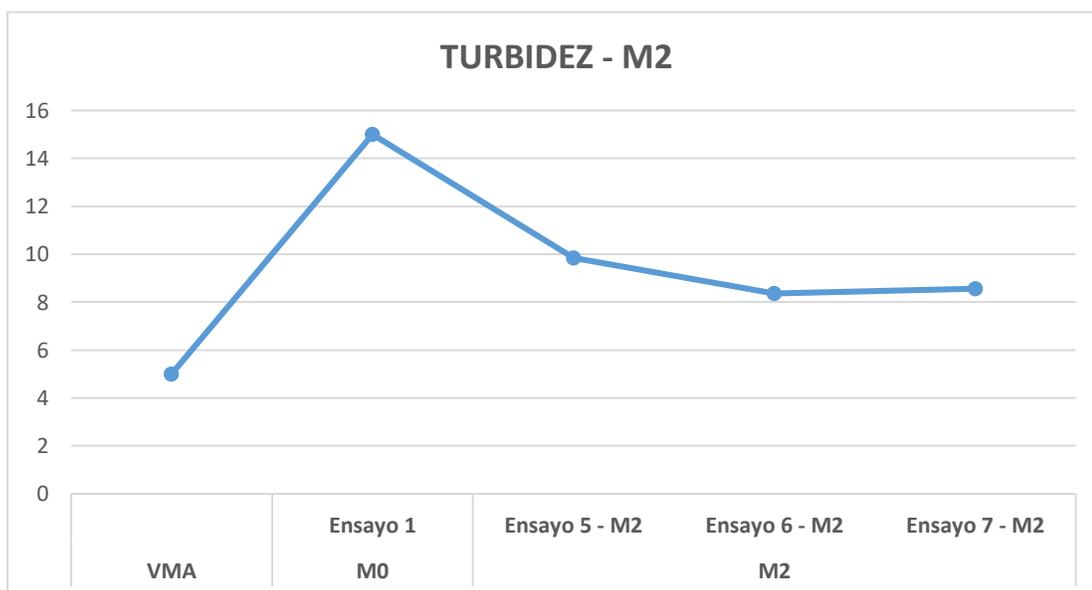


Gráfico 2. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 2, para el parámetro de TURBIDEZ.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Fuente Inicial (Ensayo 1): La muestra inicial tomada directamente de la fuente tiene un valor de turbidez de 15.

Después del Ensayo 1, se realizaron repeticiones y en el Ensayo 5 - M2, la turbidez disminuyó a 9.85. Esta disminución sugiere una mejora en la calidad del agua o un proceso de tratamiento eficaz. En el Ensayo 6 - M2, la turbidez continuó disminuyendo a 8.37. Esta tendencia a la baja puede indicar que los procedimientos de tratamiento o las condiciones mejoraron aún más.

En el último ensayo, Ensayo 7 - M2, la turbidez aumentó ligeramente a 8.57. Este aumento puede deberse a variaciones naturales o a factores específicos en las condiciones del ensayo.

Comparación con el Valor Inicial (Ensayo 1): La comparación con el valor inicial de 15 destaca una reducción significativa en la turbidez a lo largo de las repeticiones, indicando posiblemente la eficacia de los procedimientos de tratamiento.

Tabla 14. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 3, para el parámetro de TURBIDEZ.

Parámetro	VMA	M0	M3		
		Ensayo 1	Ensayo 8 - M3	Ensayo 9 - M3	Ensayo 10 - M3
TURBIDEZ	5	15	7.89	6.71	6.86

Fuente: Elaboración propia

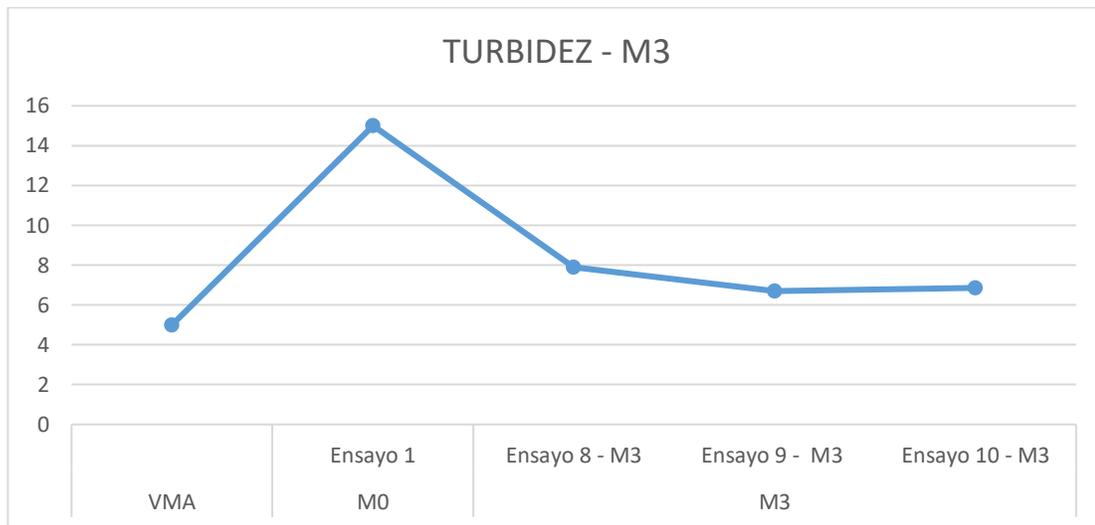


Gráfico 3. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 3, para el parámetro de TURBIDEZ.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La muestra inicial tomada directamente de la fuente tiene un valor de turbidez de 15.

Después del Ensayo 1, se realizaron repeticiones y en el Ensayo 8 - M3, la turbidez disminuyó a 7.89. Esta reducción indica una mejora en la calidad del agua o la eficacia de algún proceso de tratamiento.

En el Ensayo 9 - M3, la turbidez continuó disminuyendo a 6.71. Esta tendencia a la baja sugiere una continuación de la mejora en la calidad del agua o la efectividad de los procesos de tratamiento. En el último ensayo, Ensayo 10 - M3, la turbidez aumentó ligeramente a 6.86. Este aumento podría deberse a variaciones naturales o a factores específicos en las condiciones del ensayo.

Tabla 15. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 4, para el parámetro de TURBIDEZ.

Parámetro	VMA	M0	M4		
		Ensayo 1	Ensayo 11 - M4	Ensayo 12 - M4	Ensayo 13 -M4
TURBIDEZ	5	15	7.2	6.12	6.26

Fuente: Elaboración propia

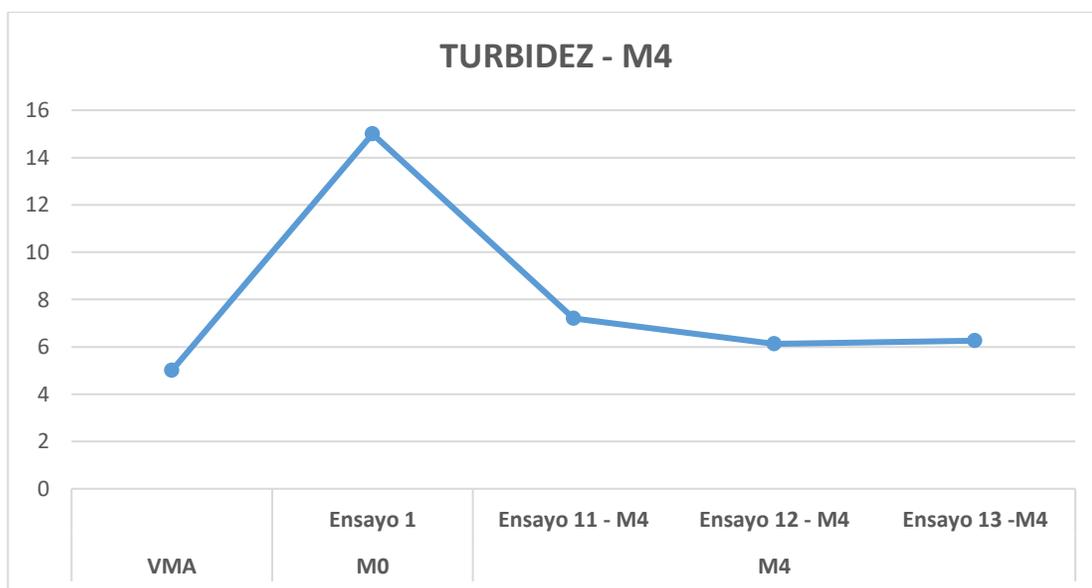


Gráfico 4. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 4, para el parámetro de TURBIDEZ.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Después del Ensayo 1, se realizaron repeticiones y en el Ensayo 11 - M4, la turbidez disminuyó a 7.2. Esta reducción indica una mejora en la calidad del agua o la eficacia de algún proceso de tratamiento.

En el Ensayo 12 - M4, la turbidez continuó disminuyendo a 6.12. Esta tendencia a la baja sugiere una continuación de la mejora en la calidad del agua o la efectividad de los procesos de tratamiento. En el último ensayo, Ensayo 13 - M4, la turbidez

aumentó ligeramente a 6.26. Este aumento podría deberse a variaciones naturales o a factores específicos en las condiciones del ensayo. Los resultados indican una mejora continua en la calidad del agua a lo largo de las repeticiones, con una tendencia general a la disminución de la turbidez. Sin embargo, se observa un ligero aumento en el último ensayo, lo que destaca la importancia de la consistencia en los procesos de laboratorio y la necesidad de monitoreo continuo.

Tabla 16. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 5, para el parámetro de TURBIDEZ..

Parámetro	VMA	M0	M5		
		Ensayo 1	Ensayo 14 - M5	Ensayo 15 - M5	Ensayo 16 - M5
TURBIDEZ	5	15	7.3	6.21	6.35

Fuente: Elaboración propia

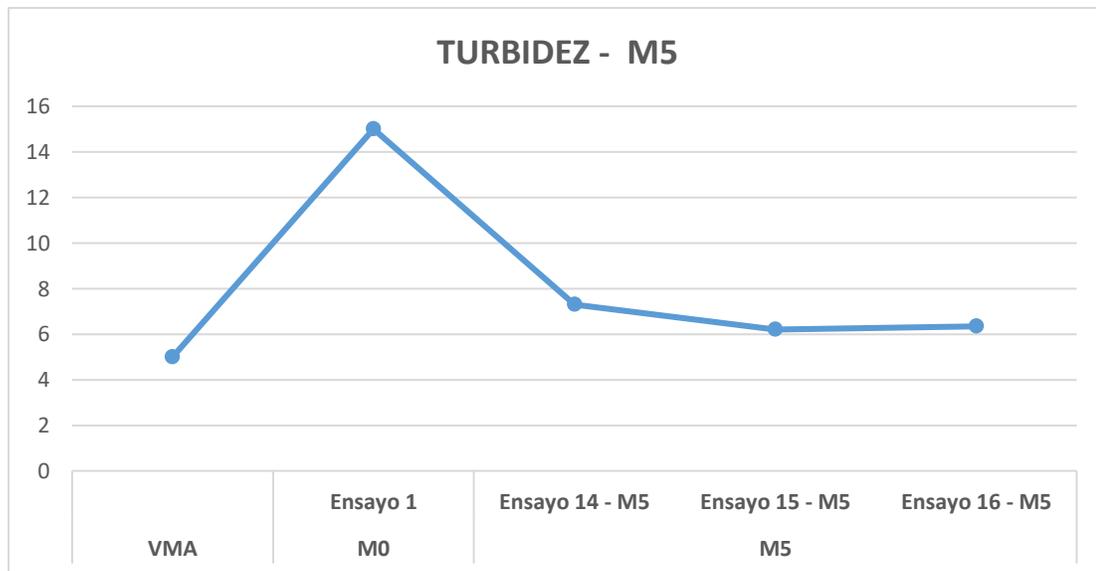


Gráfico 5. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 5, para el parámetro de TURBIDEZ.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Después del Ensayo 1, se realizaron repeticiones y en el Ensayo 14 - M5, la turbidez disminuyó a 7.3. Esta reducción indica una mejora en la calidad del agua o la eficacia de algún proceso de tratamiento.

En el Ensayo 15 - M5, la turbidez continuó disminuyendo a 6.21. Esta tendencia a la baja sugiere una continuación de la mejora en la calidad del agua o la efectividad de los procesos de tratamiento.

En el último ensayo, Ensayo 16 - M5, la turbidez aumentó ligeramente a 6.35. Este aumento podría deberse a variaciones naturales o a factores específicos en las condiciones del ensayo.

La comparación con el valor inicial de 15 destaca una reducción significativa en la turbidez a lo largo de las repeticiones, lo que sugiere una mejora en la calidad del agua.

En resumen, los resultados indican una mejora continua en la calidad del agua a lo largo de las repeticiones, con una tendencia general a la disminución de la turbidez. Sin embargo, se observa un ligero aumento en el último ensayo, lo que destaca la importancia de la consistencia en los procesos de laboratorio.

“INFLUENCIA DE UN FILTRO A BASE DE CASCARILLA DE ARROZ Y ASERRIN EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CAMAL MUNICIPAL DE CAJAMARCA”

Tabla 17. Comparación de los Valores Admisibles obtenidos en la muestra 1, para el parámetro de DBO.

Parámetro	VMA	M0	M1		
		Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4
DBO	500	5096	4876	4145	4242

Fuente: Elaboración propia

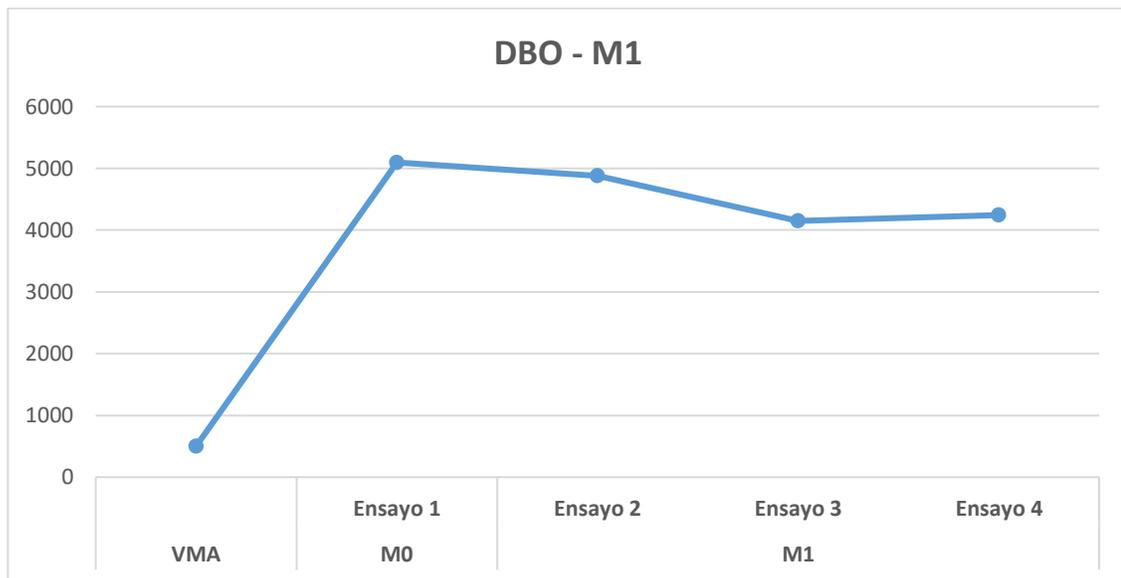


Gráfico 6. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 1, para el parámetro de DBO.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La muestra inicial tomada directamente de la fuente tiene un valor de DBO de 5096.

Después del Ensayo 1, se realizaron repeticiones y en el Ensayo 2 - M1, la DBO disminuyó a 4876. Esta reducción indica que la cantidad de oxígeno necesario para descomponer la materia orgánica en la muestra disminuyó. En el Ensayo 3 - M1, la DBO continuó disminuyendo a 4145. Esta tendencia a la baja sugiere una mejora en

la calidad del agua o una disminución en la cantidad de materia orgánica en la muestra. En el último ensayo, Ensayo 4 - M1, la DBO aumentó ligeramente a 4242. Este aumento podría deberse a variaciones naturales o a factores específicos en las condiciones del ensayo. La comparación con el valor inicial de 5096 destaca una reducción significativa en la DBO a lo largo de las repeticiones, indicando una mejora en la calidad del agua o la eficacia de algún proceso de tratamiento.

Tabla 18. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 2, para el parámetro de DBO.

Parámetro	VMA	M2		
		Ensayo 5	Ensayo 6	Ensayo 7
DBO	500	3200	2720	2784

Fuente: Elaboración propia

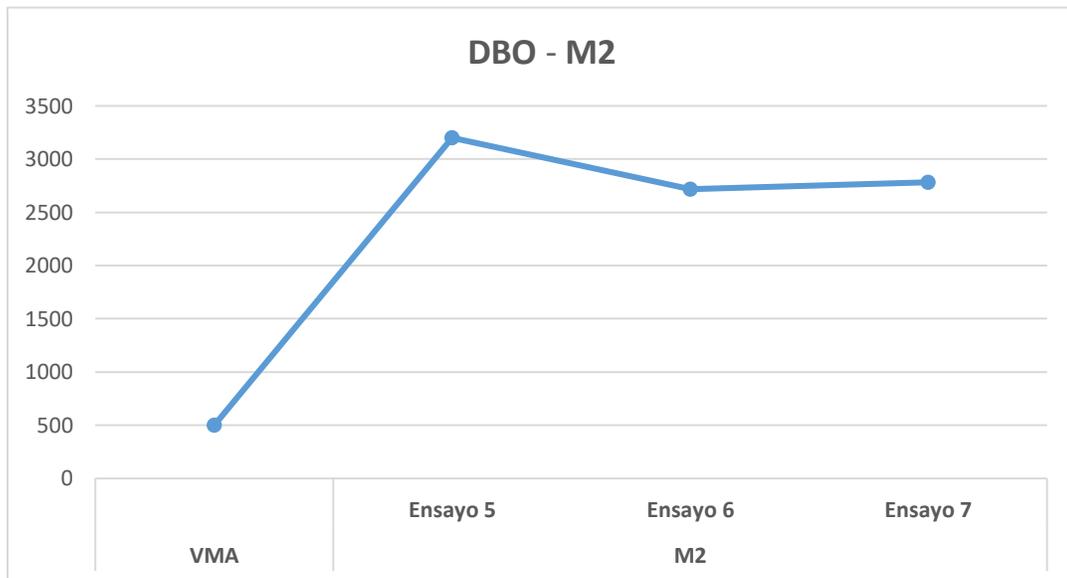


Gráfico 7. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 2, para el parámetro de DBO.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Después del Ensayo 1, se realizaron repeticiones y en el Ensayo 5 - M2, la DBO disminuyó significativamente a 3200. Esta reducción indica que la cantidad de oxígeno necesario para descomponer la materia orgánica en la muestra disminuyó, lo cual es un indicador positivo de la calidad del agua.

En el Ensayo 6 - M2, la DBO continuó disminuyendo a 2720. Esta tendencia a la baja sugiere una mejora adicional en la calidad del agua o en la eficacia de los procesos de tratamiento. En el último ensayo, Ensayo 7 - M2, la DBO aumentó ligeramente a 2784. Este aumento podría deberse a variaciones naturales o a factores específicos en las condiciones del ensayo.

La comparación con el valor inicial de 5096 destaca una reducción significativa en la DBO a lo largo de las repeticiones, lo que sugiere una mejora sustancial en la calidad del agua.

Tabla 19. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 3, para el parámetro de DBO.

Parámetro	VMA	M3		
		Ensayo 8	Ensayo 9	Ensayo 10
DBO	500	2586	2198	2250

Fuente: Elaboración propia

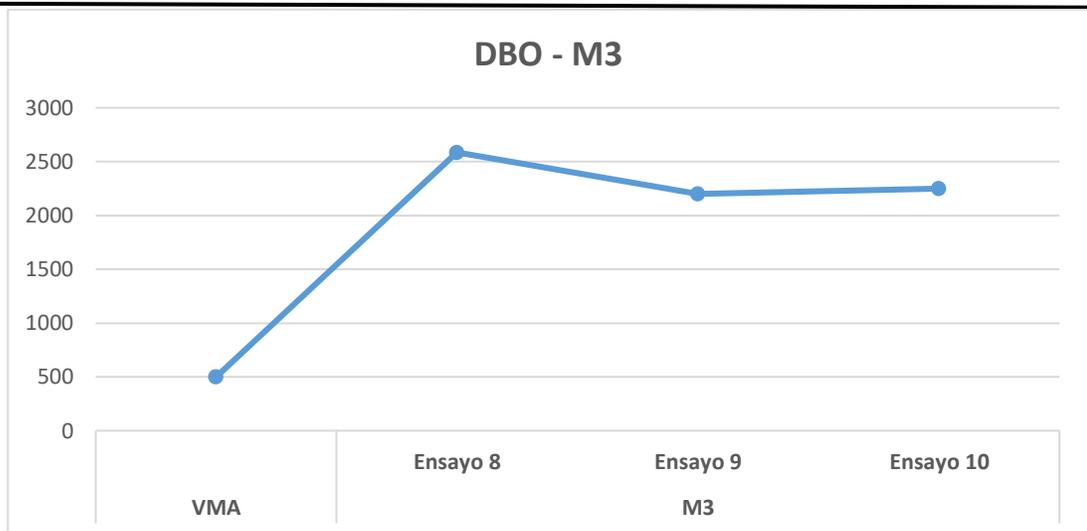


Gráfico 8. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 3, para el parámetro de DBO.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Después del Ensayo 1, se realizaron repeticiones y en el Ensayo 8 - M3, la DBO disminuyó a 2586. Esta reducción indica que la cantidad de oxígeno necesario para descomponer la materia orgánica en la muestra disminuyó significativamente.

En el Ensayo 9 - M3, la DBO continuó disminuyendo a 2198. Esta tendencia a la baja sugiere una mejora adicional en la calidad del agua o en la eficacia de los procesos de tratamiento. En el último ensayo, Ensayo 10 - M3, la DBO aumentó ligeramente a 2250. Este aumento podría deberse a variaciones naturales o a factores específicos en las condiciones del ensayo. La comparación con el valor inicial de 5096 destaca una reducción significativa en la DBO a lo largo de las repeticiones, lo que indica una mejora sustancial en la calidad del agua.

En resumen, los resultados indican una mejora continua en la calidad del agua a lo largo de las repeticiones, con una disminución considerable en la DBO. Sin embargo, se observa un ligero aumento en el último ensayo, lo que destaca la importancia de la consistencia en los procesos de laboratorio y la necesidad de monitoreo continuo.

Tabla 20. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 4, para el parámetro de DBO.

Parámetro	VMA	M4		
		Ensayo 11	Ensayo 12	Ensayo 13
DBO	500	1080	918	940

Fuente: Elaboración propia

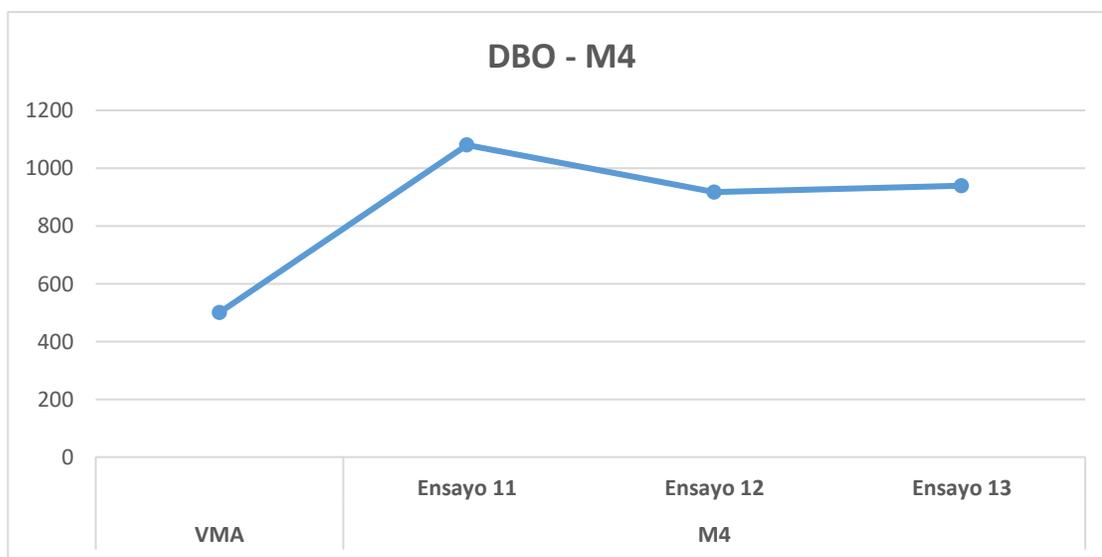


Gráfico 9. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 4, para el parámetro de DBO.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Después del Ensayo 1, se realizaron repeticiones y en el Ensayo 11 - M4, la DBO disminuyó significativamente a 1080. Esta reducción indica que la cantidad de

oxígeno necesario para descomponer la materia orgánica en la muestra disminuyó de manera considerable. En el Ensayo 12 - M4, la DBO continuó disminuyendo a 918. Esta tendencia a la baja sugiere una mejora adicional en la calidad del agua o en la eficacia de los procesos de tratamiento.

En el último ensayo, Ensayo 13 - M4, la DBO aumentó ligeramente a 940. Este aumento podría deberse a variaciones naturales o a factores específicos en las condiciones del ensayo. La comparación con el valor inicial de 5096 destaca una reducción significativa en la DBO a lo largo de las repeticiones, indicando una mejora sustancial en la calidad del agua.

Tabla 21. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 5, para el parámetro de DBO.

Parámetro	VMA	M5		
		Ensayo 14	Ensayo 15	Ensayo 16
DBO	500	530	451	461

Fuente: Elaboración propia

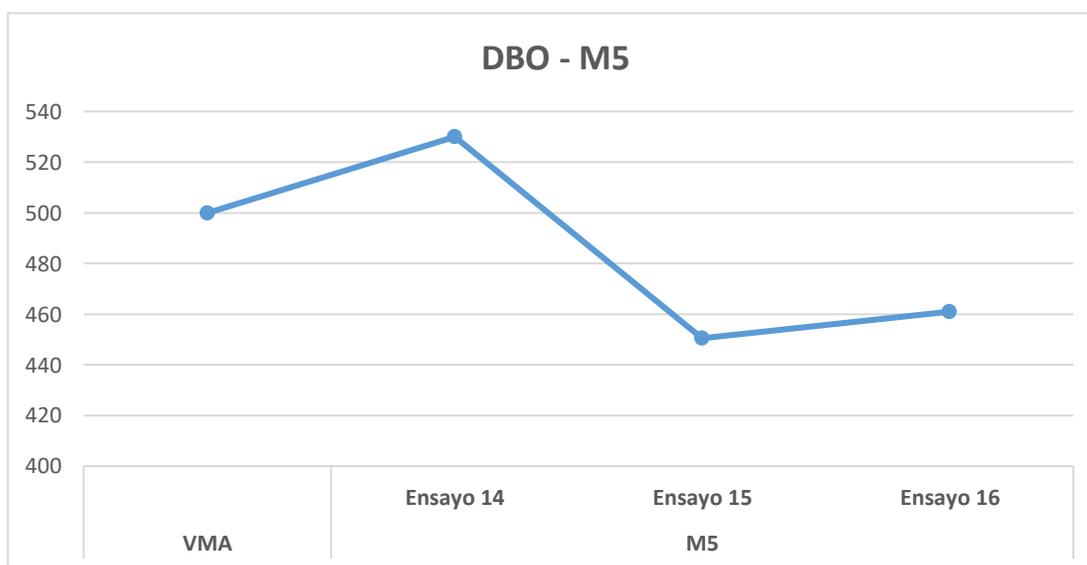


Gráfico 10. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 5, para el parámetro de DBO.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Después del Ensayo 1, se realizaron repeticiones y en el Ensayo 14 - M5, la DBO disminuyó a 530. Esta reducción es significativa y sugiere una mejora sustancial en la calidad del agua.

En el Ensayo 15 - M5, la DBO continuó disminuyendo a 451. Esta tendencia a la baja indica una mejora continua en la calidad del agua o en la eficacia de los procesos de tratamiento. En el último ensayo, Ensayo 16 - M5, la DBO aumentó ligeramente a 461. Este aumento podría deberse a variaciones naturales o a factores específicos en las condiciones del ensayo. La comparación con el valor inicial de 5096 destaca una reducción significativa en la DBO a lo largo de las repeticiones, lo que indica una mejora sustancial en la calidad del agua.

En resumen, los resultados indican una mejora significativa en la calidad del agua a lo largo de las repeticiones, con una disminución considerable en la DBO. Sin embargo, se observa un ligero aumento en el último ensayo, lo que destaca la importancia de la consistencia en los procesos de laboratorio y la necesidad de monitoreo continuo.

Tabla 22. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 1, para el parámetro de DQO.

Parámetro	VMA	M0	M1		
		Ensayo 1	Ensayo 2 - M1	Ensayo 3 - M1	Ensayo 4 - M1
DQO	1000	9812	8500	7225	7395

Fuente: Elaboración propia

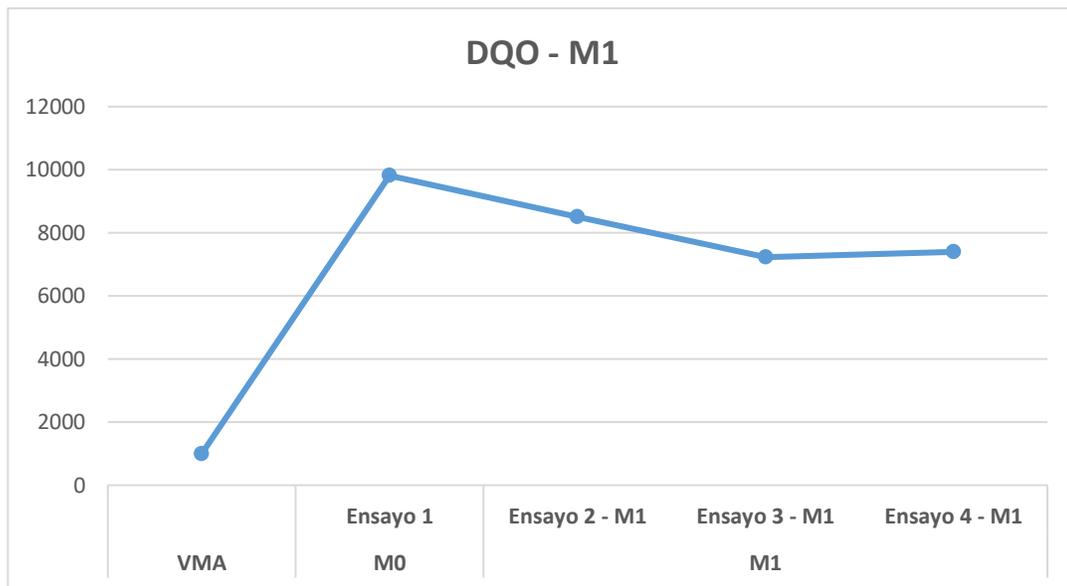


Gráfico 11 Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 1, para el parámetro de DQO.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La muestra inicial tomada directamente de la fuente tiene un valor de DQO de 9812. Después del Ensayo 1, se realizaron repeticiones y en el Ensayo 2 - M1, la DQO disminuyó a 8500. Esta reducción indica que la cantidad de oxígeno requerida para oxidar la materia orgánica en la muestra disminuyó.

En el Ensayo 3 - M1, la DQO continuó disminuyendo a 7225. Esta tendencia a la baja sugiere una mejora en la calidad del agua o una reducción en la concentración de materia orgánica. En el último ensayo, Ensayo 4 - M1, la DQO aumentó ligeramente a 7395. Este aumento podría deberse a variaciones naturales o a factores específicos en las condiciones del ensayo. La comparación con el valor inicial de 9812 destaca una reducción en la DQO a lo largo de las repeticiones, lo que sugiere una mejora en la calidad del agua.

Tabla 23. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 2, para el parámetro de DQO.

Parámetro	VMA	M2		
		Ensayo 5 - M2	Ensayo 6 - M2	Ensayo 7 - M2
DQO	1000	6345	5393	5520

Fuente: Elaboración propia

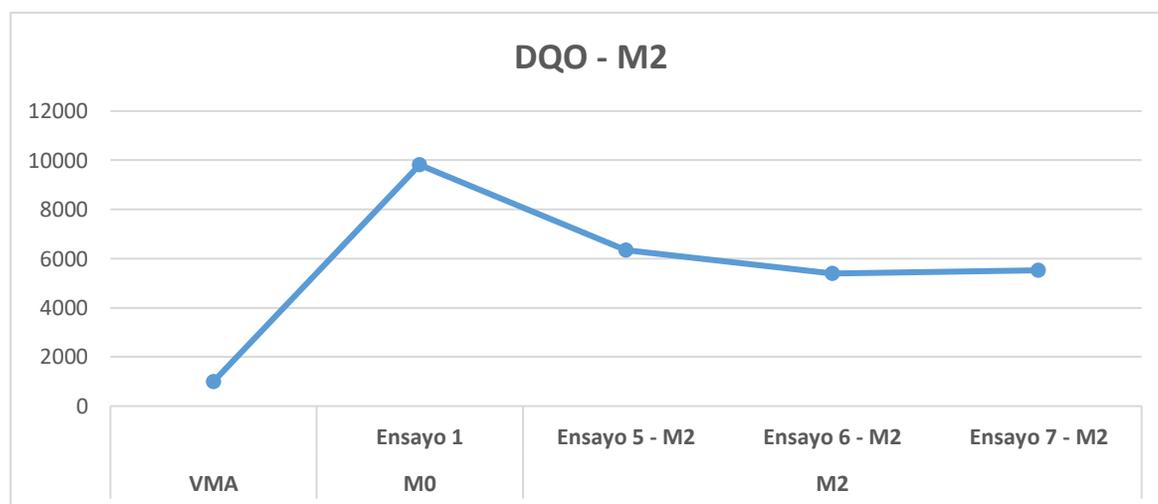


Gráfico 12 Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 2, para el parámetro de DQO.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Después del Ensayo 1, se realizaron repeticiones y en el Ensayo 5 - M2, la DQO disminuyó a 6345. Esta reducción indica que la cantidad de oxígeno requerida para oxidar la materia orgánica en la muestra disminuyó de manera significativa.

En el Ensayo 6 - M2, la DQO continuó disminuyendo a 5393. Esta tendencia a la baja sugiere una mejora continua en la calidad del agua o en la reducción de la concentración de materia orgánica. En el último ensayo, Ensayo 7 - M2, la DQO aumentó ligeramente a 5520. Este aumento podría deberse a variaciones naturales o a factores específicos en las condiciones del ensayo. La comparación con el valor inicial de 9812 destaca una reducción significativa en la DQO a lo largo de las repeticiones, indicando una mejora sustancial en la calidad del agua.

Los resultados indican una mejora significativa en la calidad del agua a lo largo de las repeticiones, con una disminución considerable en la DQO. Sin embargo, se observa un ligero aumento en el último ensayo.

Tabla 24. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 3, para el parámetro de DQO.

Parámetro	VMA	M3		
		Ensayo 8 - M3	Ensayo 9 - M3	Ensayo 10 - M3
DQO	1000	3067	2607	2668

Fuente: Elaboración propia

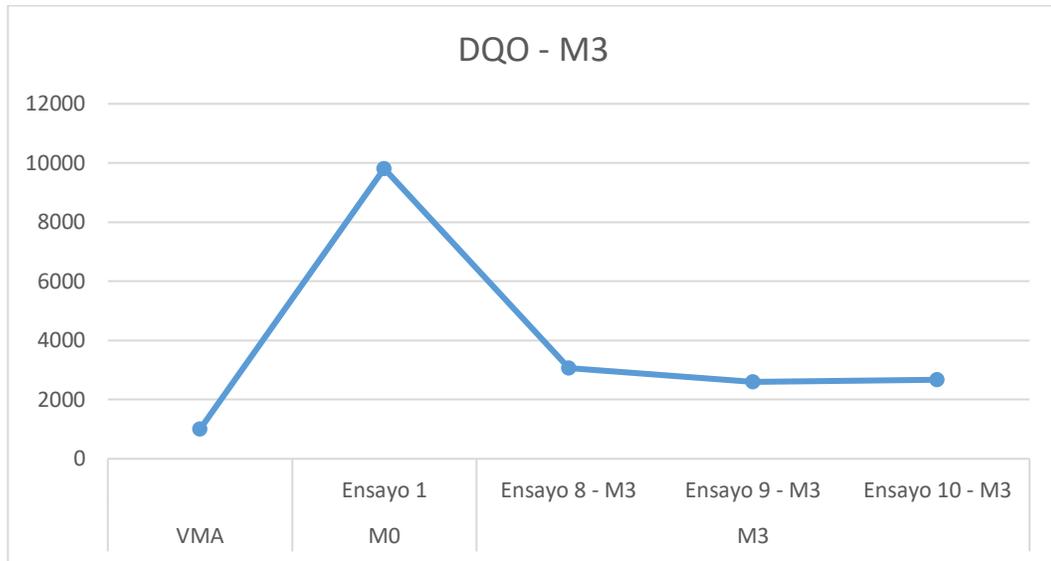


Gráfico 13. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 3, para el parámetro de DQO.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Después del Ensayo 1, se realizaron repeticiones y en el Ensayo 8 - M3, la DQO disminuyó a 3067. Esta reducción indica que la cantidad de oxígeno requerida para oxidar la materia orgánica en la muestra disminuyó de manera significativa.

En el Ensayo 9 - M3, la DQO continuó disminuyendo a 2607. Esta tendencia a la baja sugiere una mejora continua en la calidad del agua o en la reducción de la concentración de materia orgánica. En el último ensayo, Ensayo 10 - M3, la DQO aumentó ligeramente a 2668. Este aumento podría deberse a variaciones naturales o a factores específicos en las condiciones del ensayo.

La comparación con el valor inicial de 9812 destaca una reducción significativa en la DQO a lo largo de las repeticiones, lo que indica una mejora sustancial en la calidad del agua. En resumen, los resultados indican una mejora significativa en la calidad del agua a lo largo de las repeticiones, con una disminución considerable en la DQO. Sin embargo, se observa un ligero aumento en el último ensayo, lo que destaca la importancia de la consistencia en los procesos de laboratorio.

Tabla 25. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 4, para el parámetro de DQO.

Parámetro	VMA	M4		
		Ensayo 11 - M4	Ensayo 12 - M4	Ensayo 13 - M4
DQO	1000	1958	1664	1703

Fuente: Elaboración propia

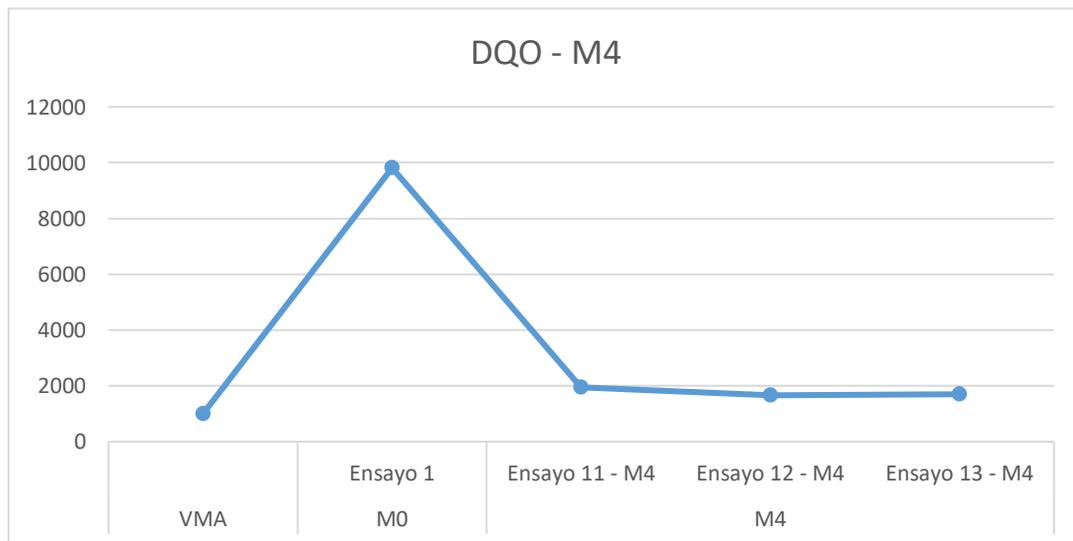


Gráfico 14. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 4, para el parámetro de DQO.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Después del Ensayo 1, se realizaron repeticiones y en el Ensayo 11 - M4, la DQO disminuyó a 1958. Esta reducción indica que la cantidad de oxígeno requerida para oxidar la materia orgánica en la muestra disminuyó de manera significativa.

En el Ensayo 12 - M4, la DQO continuó disminuyendo a 1664. Esta tendencia a la baja sugiere una mejora continua en la calidad del agua o en la reducción de la concentración de materia orgánica. En el último ensayo, Ensayo 13 - M4, la DQO aumentó ligeramente a 1703. Este aumento podría deberse a variaciones naturales o a factores específicos en las condiciones del ensayo.

La comparación con el valor inicial de 9812 destaca una reducción significativa en la DQO a lo largo de las repeticiones, indicando una mejora sustancial en la calidad del agua.

En resumen, los resultados indican una mejora significativa en la calidad del agua a lo largo de las repeticiones, con una disminución considerable en la DQO.

Tabla 26. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 5, para el parámetro de DQO.

Parámetro	VMA	M5		
		Ensayo 14 - M5	Ensayo 15 - M5	Ensayo 16 - M5
DQO	1000	1020	867	887

Fuente: Elaboración propia

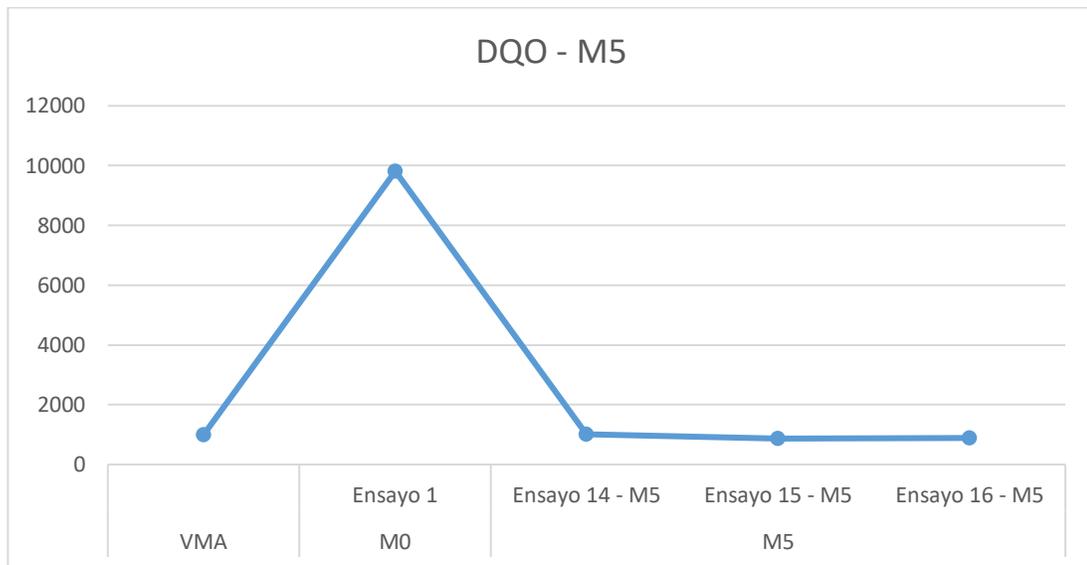


Gráfico 15. Comparación de los Valores Máximos Admisibles obtenidos en la muestra 5, para el parámetro de DQO.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Después del Ensayo 1, se realizaron repeticiones y en el Ensayo 14 - M5, la DQO aumentó a 1020. Este aumento podría deberse a variaciones naturales o a factores específicos en las condiciones del ensayo.

En el Ensayo 15 - M5, la DQO disminuyó a 867. Esta reducción indica que la cantidad de oxígeno requerida para oxidar la materia orgánica en la muestra disminuyó.

En el último ensayo, Ensayo 16 - M5, la DQO aumentó ligeramente a 887. Este aumento podría deberse a variaciones naturales o a factores específicos en las condiciones del ensayo.

La comparación con el valor inicial de 9812 destaca una variabilidad en la DQO a lo largo de las repeticiones.

En resumen, los resultados indican cierta variabilidad en la DQO a lo largo de las repeticiones. Se observan aumentos y disminuciones en los valores, lo que podría deberse a diversos factores. La interpretación precisa requerirá una comprensión más profunda del contexto y las condiciones específicas del estudio.

5.3. Análisis de pH

El pH, donde se manifiesta la comparación de los valores establecidos en el Decreto Supremo N° 010-2019- con los valores obtenidos después del tratamiento aplicado.

Teniendo como valor de referencia (VMO): Especificado como "6 a 9", indica un rango deseado para el pH, podemos decir que:

El pH se mantiene generalmente dentro del rango deseado de 6 a 9 a lo largo de las muestras. La variabilidad observada sugiere cierta dinámica, pero en general, la calidad del agua parece estar dentro de los límites aceptables en términos de pH.

5.2. Porcentaje de eficiencia del filtro

Tabla 27. Cálculo del porcentaje de eficiencia del filtro a base de cascarilla de arroz.

	DBO	DQO
VMA	500mg/L	1000mg/L
VALOR INICIAL	5096	9812
VALOR FINAL	530	1020
% INICIAL	100%	100%
% FINAL	10.4%	10.4%
%REMOCION	89.6%	89.6%
%REMOCION PROMEDIO		90%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la tabla 27 se puede apreciar el cálculo en porcentaje de los valores de DBO y DQO para obtener los porcentajes de remoción de materia orgánica promedio del filtro y así poder calcular su eficiencia, la cual fue de 90 %, indicando la eficaz remoción de materia orgánica y química del agua, lo que puede indicar un proceso exitoso de tratamiento para mejorar la calidad del agua.

5.3. Prueba de hipótesis

Se llevó a cabo la prueba de hipótesis, a través del análisis estadístico inferencial de los datos relacionados con la Turbidez, DQO, DBO y pH. Esto se debió a la eficacia del tratamiento de aguas residuales en el camal municipal de Cajamarca, utilizando un filtro compuesto por cascarilla de arroz y aserrín, se evaluó en función de estos parámetros específicos.

Se aplicó el análisis estadístico de varianza ANOVA de 1 factor, procediendo de la siguiente manera:

5.3.1. Formulación de hipótesis estadísticas para ANOVA de 1 factor

Ho: Las medias de las muestras de estudio son iguales.

Ho: Las medias de las muestras de estudio no son iguales.

Es decir:

Ho: *El filtro a base de cascarilla de arroz y aserrín no influye positivamente en el tratamiento de aguas residuales del Camal Municipal de Cajamarca.*

Ha: *El filtro a base de cascarilla de arroz y aserrín influye positivamente en el tratamiento de aguas residuales del Camal Municipal de Cajamarca.*

El nivel de significancia planteado es de 5% (0.05):

Entonces:

P-valor \leq 0.05 : se acepta Ha

P-valor $>$ 0.05 : se acepta Ho

5.3.2. Pruebas de normalidad

Para verificar la normalidad de los datos obtenidos de la turbidez, DBO, DQO y pH, se llevó a cabo a través de la aplicación de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, específicamente diseñada para muestras con tamaños inferiores a 50.

H₀: La distribución de datos es normal.

H_a: La distribución de datos no es normal.

El nivel de significancia planteado es de 5% (0.05):

Entonces:

P-valor \leq 0.05 : se acepta H_a

P-valor $>$ 0.05 : se acepta H₀

Tabla 28. Prueba de normalidad para datos de la turbidez mediante Shapiro-Wilk.

Muestra	P-valor
Muestra 1	0,305

“INFLUENCIA DE UN FILTRO A BASE DE CASCARILLA DE ARROZ Y ASERRIN EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CAMAL MUNICIPAL DE CAJAMARCA”

Muestra 2	0,286
Muestra 3	0,274
Muestra 4	0,241
Muestra 5	0,269

Fuente: SPSS 29

P-valor obtenidos > 0.05 , entonces:

Se acepta H_0

Tabla 29. Prueba de normalidad para datos de la DBO mediante Shapiro-Wilk.

Muestra	P-valor
Muestra 1	0,398
Muestra 2	0,457
Muestra 3	0,411
Muestra 4	0,694
Muestra 5	0,375

Fuente: SPSS 29

P-valor obtenidos > 0.05 , entonces:

Se acepta H_0

Tabla 30. Prueba de normalidad para datos de la DQO mediante Shapiro - Wilk.

Muestra	P-valor
Muestra 1	0,685
Muestra 2	0,114
Muestra 3	0,353
Muestra 4	0,431
Muestra 5	0,302

Fuente: SPSS 29

P-valor obtenidos > 0.05 , entonces:

Se acepta H_0

Tabla 31. Prueba de normalidad para datos del pH mediante Shapiro – Wilk.

Muestra	P-valor
Muestra 1	0,246
Muestra 2	0,507
Muestra 3	0,224
Muestra 4	0,349
Muestra 5	0,559

Fuente: SPSS 29

P-valor obtenidos > 0.05 , entonces:

Se acepta H_0

Las tablas 28, 29, 30 y 31, mostraron los valores de P-valor para los parámetros de turbidez, DBO, DQO y pH, donde se observó que fueron mayores al nivel de significancia del 5% (0.05), por lo que se aceptó que los datos para los parámetros especificados presentaron una distribución normal.

5.3.3. Pruebas de homogeneidad de varianzas para ANOVA de 1 factor

Para la realización de la prueba de homogeneidad de varianzas para los parámetros de turbidez, DBO, DQO y pH, se realizó mediante el Test de Levene, donde:

Ho: Las varianzas de las muestras de estudio son homogéneas.

Ha: Las varianzas de las muestras de estudio no son homogéneas.

El nivel de significancia planteado es de 5% (0.05):

Entonces:

P-valor \leq 0.05 : se acepta Ha

P-valor $>$ 0.05 : se acepta Ho

Tabla 32. Prueba de Levene para datos de la turbidez.

Prueba de Levene	gl1	gl2	P-valor
1,487	5	15	0,246

Fuente: SPSS 29

P-valor (0.246) > 0.05, entonces:

Se acepta Ho

En la tabla 32, se observó que el P-valor para la prueba de Levene fue de 0.246, siendo mayor al nivel de significancia establecido 5% (0.05). Por lo tanto, se concluye que hay homogeneidad en las varianzas de los casos de estudio para la turbidez.

Tabla 33. Prueba de Levene para datos de la DBO.

Prueba de Levene	gl1	gl2	P-valor
1,219	5	15	0,187

Fuente: SPSS 29

P-valor (0.187) > 0.05, entonces:

Se acepta Ho

En la tabla 33, se observó que el P-valor para la prueba de Levene fue de 0.187, siendo mayor al nivel de significancia establecido 5% (0.05). Por lo tanto, se concluye que hay homogeneidad en las varianzas de los casos de estudio para la DBO.

Tabla 34. Prueba de Levene para datos de la DQO.

Prueba de Levene	gl1	gl2	P-valor
1,096	5	15	0,381

Fuente: SPSS 29

P-valor (0.381) > 0.05, entonces:

Se acepta Ho

En la tabla 34, se observó que el P-valor para la prueba de Levene fue de 0.381, siendo mayor al nivel de significancia establecido 5% (0.05). Por lo tanto, se concluye que hay homogeneidad en las varianzas de los casos de estudio para la DQO.

Tabla 35. Prueba de Levene para datos del pH.

Prueba de Levene	gl1	gl2	P-valor
1,241	5	15	0,204

Fuente: SPSS 29

P-valor (0.204) > 0.05, entonces:

Se acepta Ho

En la tabla 35, se observó que el P-valor para la prueba de Levene fue de 0.204, siendo mayor al nivel de significancia establecido 5% (0.05). Por lo tanto, se concluye que hay homogeneidad en las varianzas de los casos de estudio para el pH.

5.3.4. Prueba estadística ANOVA de 1 factor

Se efectuó mediante la prueba de análisis de varianza ANOVA de 1 factor, para los parámetros de turbidez, DBO, DQO y pH.

Tabla 36. Prueba de Análisis de Varianza ANOVA de 1 factor para la turbidez.

ANOVA 1 factor	P-valor
Entre grupos	0,00014

Fuente: SPSS 29

P-valor (0.00014) ≤ 0.05, entonces:

Se acepta Ha: Las medias de los casos de estudio no son iguales.

En la tabla 36, se observó que el P-valor para la prueba ANOVA de 1 factor fue de 0.00014, siendo menor al nivel de significancia establecido 5% (0.05). Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna (Ha), es decir, que filtro a base de

cascarilla de arroz y aserrín influye en la turbidez de las aguas residuales del camal municipal de Cajamarca.

Tabla 37. Prueba de Análisis de Varianza ANOVA de 1 factor para la DBO.

ANOVA 1 factor	P-valor
Entre grupos	0,000021

Fuente: SPSS 29

P-valor (0.000021) \leq 0.05, entonces:

Se acepta H_a : Las medias de los casos de estudio no son iguales.

En la tabla 37, se observó que el P-valor para la prueba ANOVA de 1 factor fue de 0.000021, siendo menor al nivel de significancia establecido 5% (0.05). Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna (H_a), es decir, que filtro a base de cascarilla de arroz y aserrín influye en la DBO de las aguas residuales del camal municipal de Cajamarca.

Tabla 38. Prueba de Analisis de Varianza ANOVA de 1 factor para la DQO.

ANOVA 1 factor	P-valor
Entre grupos	0,000076

Fuente: SPSS 29

P-valor (0.000076) \leq 0.05, entonces:

Se acepta H_a : Las medias de los casos de estudio no son iguales.

En la tabla 38, se observó que el P-valor para la prueba ANOVA de 1 factor fue de 0.000076, siendo menor al nivel de significancia establecido 5% (0.05). Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna (Ha), es decir, que filtro a base de cascarilla de arroz y aserrín influye en la DQO de las aguas residuales del camal municipal de Cajamarca.

Tabla 39. Prueba de Análisis de Varianza de 1 factor para la pH.

ANOVA 1 factor	P-valor
Entre grupos	0,000039
+++++	

Fuente: SPSS 29

P-valor (0.000039) \leq 0.05, entonces:

Se acepta Ha: Las medias de los casos de estudio no son iguales.

En la tabla 39, se observó que el P-valor para la prueba ANOVA de 1 factor fue de 0.000039, siendo menor al nivel de significancia establecido 5% (0.05). Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna (Ha), es decir, que filtro a base de cascarilla de arroz y aserrín influye en el pH de las aguas residuales del camal municipal de Cajamarca.

Del análisis anterior, al realizar la contrastación de los datos de los parámetros de turbidez, DBO, DQO y pH, se estableció que estos parámetros

tuvieron una influencia directa en el tratamiento de las aguas residuales del camal, de manera que, **se aceptó la Hipótesis Estadística Alternativa**, llegando a la conclusión final de que: **“El filtro a base de cascarilla de arroz y aserrín influye positivamente en el tratamiento de aguas residuales del Camal Municipal de Cajamarca.**

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Con datos obtenidos se pueden generar diferentes conclusiones, sobre la calidad del agua en función de los parámetros analizados y al filtro utilizado en el presente proyecto.

- Aunque la turbidez en algunas muestras supera ligeramente el límite máximo admisible de 5 UNT, los valores obtenidos sugieren que la calidad del agua en este aspecto es relativamente aceptable.
- Por otro lado, se observa una significativa reducción en la DBO en todas las muestras indicando una eficaz disminución de la carga orgánica en el agua. Estos resultados son positivos y sugieren mejoras en la calidad del agua en términos de materia orgánica biodegradable.
- En cuanto a la DQO también muestra una disminución considerable en todas las muestras, indicando una eficiente reducción de la carga química en el agua. Estos resultados son alentadores y sugieren mejoras en la calidad del agua en términos de contaminantes químicos.
- El sistema cumple con los valores instituidos en el D.S. N° 010-2019-Vivienda, al lograr disminuir los parámetros de DBO y DQO del efluente proveniente del Camal Municipal de Cajamarca, logrando una reducción del 89.6 % en ambos parámetros.
- Los valores de pH se mantienen dentro del rango aceptable de 6-9 en todas las muestras, indicando que el agua tiene propiedades neutras a ligeramente alcalinas. Esto es positivo para la mayoría de los usos del agua.
- Se determinó que el tiempo ideal para la degradación de la carga orgánica es de 5 semanas, lo cual es rápido en comparación con otros tratamientos existentes, teniendo en cuenta que a diferencia de estos el filtro a base de cascarilla de arroz y aserrín no utiliza ningún tipo de agente químico.

- Se diseñó y construyó una prueba piloto del filtro a base de cascarilla de arroz y aserrín para el tratamiento aguas residuales procedentes del Camal Municipal de Cajamarca, por lo que concluimos que la combinación de dichos materiales es adecuada para la remoción de cargas orgánicas.

Por lo antes mencionado podemos decir que la calidad del agua ha experimentado mejoras, especialmente en términos de la carga orgánica y química, aunque la turbidez en algunas muestras puede requerir un monitoreo continuo. Es fundamental mantener los esfuerzos de monitoreo y gestión para garantizar una calidad del agua sostenible y segura para diversos usos.

6.2. Recomendaciones

- El tratamiento ideal para las aguas residuales del Camal Municipal se ha establecido en un período óptimo de 5 semanas, cumpliendo completamente con los límites permitidos según el Decreto Supremo N° 0010-2019-VIVIENDA. No obstante, es importante señalar que la prolongación del tratamiento durante más semanas podría resultar en una mejora adicional en la eficiencia de remoción, aunque los valores alcanzados podrían ser mínimos.
- Para mejorar el indicador de turbidez, se sugiere llevar a cabo un proceso de sedimentación primaria. Como medida complementaria, se propone la instalación de una trampa de grasa. Esta trampa permitiría retener sólidos que, aunque son invisibles para el ojo humano, podrían ocasionar obstrucciones y afectar la calidad del agua. La combinación de la sedimentación primaria y la trampa de grasa busca abordar de manera integral la reducción de turbidez y la prevención de posibles problemas asociados con la presencia de sólidos en el agua residual.
- Ante los riesgos para la salud identificados, se recomienda enfáticamente la utilización de Equipos de Protección Personal (EPP) adecuados durante el

proceso. Dicha precaución se justifica por la manipulación de considerables cargas orgánicas a lo largo de un periodo extenso, las cuales pueden ser perjudiciales para el organismo. Entre las posibles enfermedades asociadas a estos riesgos se encuentran la Yersiniosis y la Giardiasis. El uso adecuado de EPP constituye una medida esencial para garantizar la seguridad de los trabajadores involucrados en la experimentación y prevenir posibles efectos adversos para la salud.

REFERENCIAS

- Barrera, A. (2016). *El aserrín como material expresivo en el diseño interior*.
<http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5922/1/12241.pdf>
- Bermúdez, G. (2019). *Tratamiento de agua residual del camal municipal de Chimbote, usando un Biofiltro de lombrices, para el riego de parques y jardines*.
http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/12476/Tesis_61801.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Eyzaguirre B. 2016. *Actualidad ganadera. Labor de los mataderos o camales en nuestro país*.
- Espinosa, (2014).
- Fresenius, W., Schneider, W., Böhnke, B., & Pöppinghaus, K. (2013). *Waste water technology: origin, collection, treatment and analysis of waste water*. Nueva York: Springer Velarg. Metcalf & Eddy, 1995
- Metcalf & Eddy. (1995). *Ingeniería Sanitaria: Tratamiento, evacuación y reutilización de aguas residuales*. Madrid, España: McGraw-Hill.
- MILACRON. (01 de Abril de 2011). *CIMCOOL Reporte Técnico*. Obtenido de *CIMCOOL Reporte Técnico*:
<http://www.cimcool.ca/uploads/downloads/Porqueesimportanteeloxigenodisuelto.pdf>
- MINAM (Ministerio del Ambiente). (2010). *Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales*

- OEFA, O. (abril de 2014). *Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales. Obtenido de Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales:* https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
- Perulactea, 2012. *La precaria situación de los camales en Perú:* <http://www.perulactea.com/2012/08/16/la-precaria-situacion-de-los-camales-en-el-peru-hasta-cuando>
- Prada, A., Cortés, C. (2010). *La descomposición térmica de la cascarilla de arroz: una alternativa de aprovechamiento integral:* <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v14s1/v14s1a13.pdf>
- Salazar Miranda, P. I. (2005). “*Sistema Tohá; una alternativa ecológica para el tratamiento de aguas residuales en sectores rurales*”: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/bmfcis161s/doc/bmfcis161s.pdf>
- Sánchez, A. (2017). “*Análisis de la cascarilla de arroz utilizada como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de lavadoras y lubricadoras de autos “polito’s” ubicada en el Cantón Tisaleo de la provincia de Tungurahua*”: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/27810/1/Tesis%201241%20-%20S%c3%a1nchez%20Saillema%20Andr%c3%a9s%20Santiago.pdf>
- Tratamiento y Reusó de Aguas residuales, (s.f)
- Urbina, D. (2017). “*Análisis del aserrín de madera como filtro natural para el tratamiento del agua residual proveniente del camal municipal del Cantón Baños*.”

- Urrelo, L.; Troya, D. (2020). *Filtros de cáscara de coco y cascarilla de arroz, una revisión en el tratamiento de aguas residuales de lavaderos de vehículos.* https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3235/Liz_Trabajo_Bachillerato_2020.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Zambrano, 2019
- Llanos, J., & Jimenez, P. (2019). *Evaluación del drenaje anóxico calizo, como técnica complementaria al cierre de la bocamina bqh5 de compañía minera colquirrumi.* Universidad Privada del Norte

ANEXOS

Anexo 1: Resultados de laboratorio regional del agua

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA		GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA		INACAL	
		LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084		 Registro N° LE - 884	
INFORME DE ENSAYO N° IE 11231509					
DATOS DEL CLIENTE					
Razon Social/Nombre	AMELITA MERCEDES ESTELA GALVEZ				
Dirección	-				
Persona de contacto	-		Correo electrónico	-	
DATOS DE LA MUESTRA					
Fecha del Muestreo	30.10.23	Hora de Muestreo	10:25		
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-		
Procedimiento de Muestreo	-				
Tipo de Muestreo	Puntual				
Número de puntos de muestreo	04				
Ensayos solicitados	Químicos Instrumentales- Fisicoquímicos				
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación				
Referencia de la Muestra:	Cajamarca				
DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO					
N° Contrato	SC-1605	Cadena de Custodia	CC - 1509 - 23		
Fecha y Hora de Recepción	30.10.23	15:20	Inicio de Ensayo	30.10.23	15:35
Reporte Resultado	06.11.23	16:40			
					
Edder Neyra Jaico Responsable de Laboratorio CIP: 147028					
Cajamarca, 06 de Noviembre de 2023 Página: 1 de 2					
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA					

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO
JR. LUIS ALBERTO SANCHEZ S/N. TRU. EL BOSQUE. CAJAMARCA - PERU.
e-mail: laboratorio@delagua@regioncajamarca.gub.pe 508000 anexo 1149

"INFLUENCIA DE UN FILTRO A BASE DE CASCARILLA DE ARROZ Y ASERRIN EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CAMAL MUNICIPAL DE CAJAMARCA"



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 11231509

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Físicoquímicos			
Código de la Muestra	M-0 (Ensayo 1)	M-1 (Ensayo 2)	M-1 (Ensayo 3)	M-1 (Ensayo 4)		
Código Laboratorio	11231509-01	11231509-02	11231509-03	11231509-04		
Matriz	Residual	Residual	Residual	Residual		
Descripción	Industrial	Industrial	Industrial	Industrial		
Localización de la Muestra	Camal Municipal Cajamarca	Camal Municipal Cajamarca	Camal Municipal Cajamarca	Camal Municipal Cajamarca		
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos			
Turbidez	NTU	0.1	15	10.8	9.18	9.40
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O2/L	2.6	5096	4876	4145	4242
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O2/L	8.3	9812	8500	7225	7395
pH a 25°C	pH	NA	6.49	7	7.11	6.95

Legenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 24 th Ed. 2023: Turbidity, Nephelometric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O2/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24 th Ed. 2023: Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O2/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD), Closed Reflux, Colorimetric Method
pH a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24 th Ed. 2023: pH Value, Electrometric Method

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe conciernen única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmendadas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perechibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev: N°02 Fecha: 03/07/2020

Cajamarca, 29 de Noviembre de 2023

"INFLUENCIA DE UN FILTRO A BASE DE CASCARILLA DE ARROZ Y ASERRIN EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CAMAL MUNICIPAL DE CAJAMARCA"



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 11231509

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Fisicoquímicos					
Código de la Muestra			M-2 (Ensayo 5)	M-2 (Ensayo 6)	M-2 (Ensayo 7)			
Código Laboratorio			11231509-01	11231509-02	11231509-03			
Matriz			Residual	Residual	Residual			
Descripción			Industrial	Industrial	Industrial			
Localización de la Muestra			Camal Municipal Cajamarca	Camal Municipal Cajamarca	Camal Municipal Cajamarca			
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Fisicoquímicos					
Turbidez	NTU	0.1	9.85	8.37	8.57			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O2/L	2.6	3200	2720	2784			
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O2/L	8.3	6345	5393	5520			
pH a 25°C	pH	NA	7.5	7.25	7.12			

Legenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 24 th Ed. 2023. Turbidity Nephelometric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O2/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24 th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O2/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
pH a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24 th Ed. 2023. pH Value Electrometric Method

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua . Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo, luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev.N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 29 de Noviembre de 2023

"INFLUENCIA DE UN FILTRO A BASE DE CASCARILLA DE ARROZ Y ASERRIN EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CAMAL MUNICIPAL DE CAJAMARCA"



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 11231509

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Físicoquímicos			
Código de la Muestra	M-3 (Ensayo 8)	M-3 (Ensayo 9)	M-3 (Ensayo 10)			
Código Laboratorio	11231509-01	11231509-02	11231509-03			
Matriz	Residual	Residual	Residual			
Descripción	Industrial	Industrial	Industrial			
Localización de la Muestra	Camal Municipal Cajamarca	Camal Municipal Cajamarca	Camal Municipal Cajamarca			
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos			
Turbidez	NTU	0.1	7.89	6.71	6.86	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	2.6	2586	2198	2250	
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3	3067	2607	2668	
pH a 25°C	pH	NA	7	6.84	7.01	

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 24 th Ed. 2023: Turbidity. Nephelometric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24 th Ed. 2023: Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
pH a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24 th Ed. 2023: pH Value. Electrometric Method

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 11231509

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Físicoquímicos							
Código de la Muestra			M-4 (Ensayo 11)	M-4 (Ensayo 12)	M-4 (Ensayo 13)					
Código Laboratorio			11231509-01	11231509-02	11231509-03					
Matriz			Residual	Residual	Residual					
Descripción			Industrial	Industrial	Industrial					
Localización de la Muestra			Camal Municipal Cajamarca	Camal Municipal Cajamarca	Camal Municipal Cajamarca					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos							
Turbidez	NTU	0.1	7.2	6.12	6.26					
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	2.6	1080	918	940					
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3	1958	1664	1703					
pH a 25°C	pH	NA	7.1	6.76	6.81					

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 24 th Ed. 2023: Turbidity. Nephelometric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24 th Ed. 2023: Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
pH a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24 th Ed. 2023: pH Value. Electrometric Method

NOTAS FINALES

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

(*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.

✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua . Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.

✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.

✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.

✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

"INFLUENCIA DE UN FILTRO A BASE DE CASCARILLA DE ARROZ Y ASERRIN EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CAMAL MUNICIPAL DE CAJAMARCA"



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 11231509

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Físicoquímicos			
Código de la Muestra	M-5 (Ensayo 14)	M-5 (Ensayo 15)	M-5 (Ensayo 16)			
Código Laboratorio	11231509-01	11231509-02	11231509-03			
Matriz	Residual	Residual	Residual			
Descripción	Industrial	Industrial	Industrial			
Localización de la Muestra	Camal Municipal Cajamarca	Camal Municipal Cajamarca	Camal Municipal Cajamarca			
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos			
Turbidez	NTU	0.1	7.3	6.21	6.35	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	2.6	530	451	761	
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3	1020	867	887	
pH a 25°C	pH	NA	7.2	7.12	6.89	

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 24 th Ed. 2023: Turbidity Nephelometric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24 th Ed. 2023: Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
pH a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24 th Ed. 2023: pH Value. Electrometric Method

NOTAS FINALES

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

(*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.

✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.

✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.

✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.

✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Anexo 2: Decreto Supremo 010-2019

El Peruano / Lunes 11 de marzo de 2019	NORMAS LEGALES	17
	<p data-bbox="911 1245 1287 1314">VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO</p> <p data-bbox="837 1335 1360 1457">Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario</p> <p data-bbox="992 1472 1206 1509">DECRETO SUPREMO N° 010-2019-VIVIENDA</p> <p data-bbox="873 1524 1218 1545">EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA</p> <p data-bbox="873 1560 1044 1581">CONSIDERANDO:</p> <p data-bbox="837 1598 1360 1797">Que, el artículo 6 de la Ley N° 30156, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en concordancia con el artículo 5 del Decreto Legislativo N° 1280, Decreto Legislativo que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento, establece que este Ministerio es el Ente rector de las políticas nacionales y sectoriales dentro de su ámbito de competencia, las cuales son de obligatorio cumplimiento por los tres niveles de gobierno en el marco del proceso de descentralización, y en todo el territorio nacional;</p> <p data-bbox="837 1793 1360 1885">Que, el artículo 25 del citado Decreto Legislativo, establece la prohibición de descargar en las redes de alcantarillado sanitario, sustancias o elementos extraños que contravengan las normas vigentes sobre la calidad de los efluentes; para ello, los usuarios del servicio de</p>	

alcantarillado sanitario tienen prohibido descargar al sistema de alcantarillado sanitario, aguas residuales no domésticas que excedan los Valores Máximos Admisibles de los parámetros que establezca el Ente rector, excepto aquellos parámetros en los que el usuario no doméstico efectúe el pago adicional por exceso de concentración, conforme lo determinen las normas sectoriales y las normas de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. La contravención o incumplimiento de esta disposición ocasiona la suspensión de los servicios de saneamiento;

Que, mediante Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA se aprobaron los Valores Máximos Admisibles (VMA) de 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;

Que, mediante Decreto Supremo N° 003-2011-VIVIENDA, modificado por los Decretos Supremos N° 010-2012-VIVIENDA y N° 001-2015-VIVIENDA, se aprobó el Reglamento del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA, con el objeto de regular los procedimientos para controlar las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario;

Que, durante el proceso de implementación de los Valores Máximos Admisibles se ha identificado la necesidad de emitir un nuevo Reglamento que establezca el procedimiento para el adecuado cumplimiento de sus disposiciones, con el propósito de adecuarlas al marco normativo sectorial y a la realidad del país, de forma tal que permita a los prestadores de los servicios de saneamiento efectuar una apropiada implementación;

De conformidad con lo dispuesto por el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, el Decreto Legislativo N° 1280, Decreto Legislativo que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento; la Ley N° 30156, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; su Reglamento de Organización y Funciones, aprobado por Decreto Supremo N° 010-2014-VIVIENDA, modificado por Decreto Supremo N° 006-2015-VIVIENDA; y, el Reglamento que establece disposiciones relativas a la Publicidad, Publicación de Proyectos Normativos y Difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS;

DECRETA:

Artículo 1.- Aprobación

Apruébese el Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario y sus Anexos, los cuales forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

Artículo 2.- Publicación

Dispóngase la publicación del presente Decreto Supremo, del Reglamento y sus anexos, en el diario oficial El Peruano, y la difusión en el Portal Institucional del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (www.vivienda.gob.pe), el mismo día de su publicación.

Artículo 3.- Refrendo

El presente Decreto Supremo es refrendado por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIÓN TRANSITORIA FINAL

Única. - Aplicación de la norma

Los actos administrativos que hayan iniciado antes de la entrada en vigencia del presente Decreto Supremo se rigen por lo establecido en el Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA que aprueba los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario y sus Anexos, el Decreto Supremo N° 003-2011-VIVIENDA,

Decreto Supremo que aprueba el Reglamento del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA y su modificatoria, que aprueba los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el Sistema de Alcantarillado Sanitario, hasta su conclusión; salvo que las disposiciones del Reglamento aprobado con el presente Decreto Supremo le resulten más favorables al administrado.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA DEROGATORIA

Única. - Derogación

Derógase los siguientes dispositivos legales:

1. El Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA que aprueba los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario y sus Anexos; así como, sus disposiciones modificatorias.

2. El Decreto Supremo N° 003-2011-VIVIENDA, que aprueba el Reglamento del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA, que aprueba los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el Sistema de Alcantarillado Sanitario; así como, sus disposiciones modificatorias.

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

MARTÍN ALBERTO VIZCARRA CORNEJO
Presidente de la República

JAVIER PIQUÉ DEL POZO
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

REGLAMENTO DE VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES (VMA) PARA LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

TÍTULO I

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1.- Objeto

El presente Reglamento tiene por objeto establecer los parámetros de los Valores Máximos Admisibles (VMA) y regular el procedimiento para controlar las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario.

Artículo 2.- Finalidad

El presente Reglamento tiene por finalidad preservar las instalaciones, la infraestructura sanitaria, maquinarias, equipos de los servicios de alcantarillado sanitario e incentivar el tratamiento de las aguas residuales para disposición o reúso, garantizando la sostenibilidad de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales; así como, la disminución del riesgo sobre el personal del prestador de los servicios de saneamiento que tenga contacto con las descargas de aguas residuales no domésticas.

Artículo 3.- Ámbito de aplicación

El presente Reglamento es de obligatorio cumplimiento por parte de los Usuarios No Domésticos (UND) que efectúan descargas de aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario bajo el ámbito de los prestadores de los servicios de saneamiento a nivel nacional. Asimismo, su cumplimiento es exigible por los prestadores de servicios de saneamiento.

Artículo 4.- Definiciones

Para efectos de la aplicación del presente Reglamento se tiene en cuenta las definiciones siguientes:

1. **Agua residual no doméstica:** Descarga de líquidos producidos por alguna actividad económica comercial e industrial, distinta a la generada por los usuarios

domésticos, quienes descargan aguas residuales domésticas como producto de la preparación de alimentos, del aseo personal y de desechos fisiológicos.

2. Balance hídrico: Equilibrio del recurso hídrico entre lo que ingresa (afluente) y sale (efluente) en las instalaciones del UND, representado por un esquema general del recurso hídrico empleado en el proceso productivo o actividad económica, en un intervalo de tiempo determinado.

3. Caso fortuito o fuerza mayor: Causa no imputable, consistente en un evento extraordinario, imprevisible e irresistible, que impide la ejecución de la obligación o determina su cumplimiento parcial, tardío o defectuoso.

4. Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU): Clasificación internacional de referencia de las actividades económicas productivas, para facilitar un conjunto de categorías de actividad que pueda utilizarse para la elaboración de estadísticas por actividades.

5. Contramuestra: Muestra adicional que se toma en la misma oportunidad y bajo los mismos criterios que la muestra original a ser analizada.

6. Dirimencia: Procedimiento técnico iniciado a pedido de parte, sea por el interesado o su representante, a fin que, un laboratorio acreditado ante el Instituto Nacional de Calidad (Inacal), realice un nuevo análisis de la muestra en custodia, por no estar de acuerdo con los resultados emitidos por el laboratorio acreditado.

7. Laboratorio acreditado: Laboratorio que ha obtenido el Certificado de Acreditación otorgado por el Inacal, para realizar el análisis de aguas residuales en los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento.

8. Muestra de parte: Muestra puntual realizada a través de laboratorio acreditado ante el Inacal, por cuenta y costo del UND, sin previo requerimiento, de forma voluntaria y bajo los procedimientos, criterios y disposiciones establecidos por el organismo competente.

9. Muestra dirimente: Muestra puntual tomada en la misma oportunidad que la muestra original a ser analizada y la contramuestra, bajo los mismos criterios, para analizar y/o compararla en el caso que existan eventuales reclamos sobre la validez de los resultados de la muestra, de acuerdo a lo dispuesto en el procedimiento de resolución de quejas establecido por el Inacal.

La muestra dirimente aplica a los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, a excepción de los siguientes parámetros: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Sulfuros (S²⁻), Nitrógeno Amoniacoal (NH⁴⁺), Potencial Hidrógeno (pH), Sólidos Sedimentables (SS) y Temperatura (T).

10. Muestra inopinada: Muestra puntual tomada por un laboratorio acreditado ante el Inacal, a solicitud y en presencia del representante del prestador de los servicios de saneamiento y sin previo aviso al UND. Para su realización no es necesario contar con la presencia del UND o de su representante.

11. Muestra puntual: Muestra original tomada al azar de la descarga de agua residual no doméstica del UND, que se utiliza para evaluar todos los parámetros contenidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento.

12. Pago adicional por exceso de concentración: Pago que debe ser requerido por el prestador de los servicios de saneamiento y que es aplicado a los UND, cuando superen los Valores Máximos Admisibles (VMA) establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento, en base a la metodología elaborada y aprobada por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (Sunass).

13. Prestador de los servicios de saneamiento: Persona jurídica constituida según las disposiciones establecidas en la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento, aprobada con el Decreto Legislativo N° 1280 (Ley Marco) y su Reglamento, aprobado por el Decreto Supremo N° 019-2017-VIVIENDA, cuyo objeto es prestar los servicios de saneamiento a los usuarios, a cambio de la contraprestación correspondiente, en cuyo ámbito de responsabilidad existan servicios de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales para disposición final y reúso.

14. Punto de toma de muestra: Caja de registro o dispositivo similar de la conexión domiciliar de alcantarillado sanitario, ubicada fuera del predio, para descargas de aguas residuales no domésticas, en el que se realiza la toma de muestra de los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 y N° 2 del presente Reglamento y de ser necesario la medición del caudal.

15. Reclamo: Derecho de contradicción del que goza todo UND, cuando surge una controversia entre este y el prestador de los servicios de saneamiento, respecto a la aplicación del presente Reglamento y/o normas conexas.

16. Registro de Usuario No Doméstico: Base de datos implementada por el prestador de los servicios de saneamiento, en la que se identifican, clasifican y registran a los UND del servicio de alcantarillado sanitario, con información sobre la ubicación de punto de toma de muestra, características de las aguas residuales no domésticas, entre otros datos requeridos por el prestador de servicios de saneamiento.

17. Subcontratación: Mecanismo a través del cual aquel laboratorio que encontrándose acreditado ante el Inacal para realizar el análisis de aguas residuales en alguno de los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento y no alcanza la totalidad de estos, subcontrata a otro laboratorio acreditado ante el Inacal para que realice el análisis de aguas residuales respecto de aquellos parámetros en los que el laboratorio subcontratante se encuentra en proceso de acreditación.

El muestreo debe ser realizado por el laboratorio acreditado que efectúe el análisis por el cual fue subcontratado.

18. Usuario No Doméstico (UND): Persona natural o jurídica que realiza descargas de aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario.

19. Valores Máximos Admisibles (VMA): Es la concentración de los parámetros, establecidos en el Anexo N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, contenidos en las descargas de las aguas residuales no domésticas a descargar en los sistemas de alcantarillado sanitario y que puede influenciar negativamente en los procesos de tratamiento de las aguas residuales, al exceder dichos valores.

TÍTULO II

GESTIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS

CAPÍTULO I

DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LOS PRESTADORES DE LOS SERVICIOS DE SANEAMIENTO

Artículo 5.- Derechos de los prestadores de los servicios de saneamiento

Para efectos de la aplicación del presente Reglamento, los prestadores de los servicios de saneamiento tienen derecho a:

1. Efectuar la toma de muestra inopinada y análisis del efluente residual generado por el UND, a través de un laboratorio acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (Inacal), considerando la actividad económica que desarrolla, las cuales se encuentran establecidas en el Anexo de la Resolución Ministerial N° 116-2012-VIVIENDA. En caso la actividad económica del UND no se encuentre comprendida en el Anexo de la Resolución Ministerial antes citada, el prestador de los servicios de saneamiento, previa evaluación técnica y el informe técnico que lo sustente, efectúa la toma de muestra inopinada y análisis de todos los parámetros del Anexo N° 1, y de algunos o todos los parámetros del Anexo N° 2 del presente Reglamento.

2. Participar en la toma de muestra de parte, programada por el UND.

3. Proponer al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) la modificación y/o actualización de los parámetros contenidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento. Dicha propuesta debe encontrarse sustentada con estudios de caracterización de los

diferentes tipos de descargas no domésticas, además de otros documentos que el MVCS considere necesarios.

Artículo 6.- Obligaciones de los prestadores de los servicios de saneamiento

Para efectos de la aplicación del presente Reglamento, los prestadores de los servicios de saneamiento están obligados a:

1. Identificar, registrar y asignar un Código al UND.
2. Otorgar la factibilidad de servicios a los UND, siempre que cumpla con las condiciones técnicas necesarias para el cumplimiento de los VMA.
3. Cumplir con realizar el porcentaje de toma de muestra inopinada a los UND, consignado en el Registro de UND, de acuerdo a lo establecido con el artículo 23 del presente Reglamento.
4. Monitorear la concentración de parámetros de descargas de aguas residuales no domésticas en los sistemas de alcantarillado sanitario, a través de laboratorios acreditados ante el Inacal, para realizar los análisis de aguas residuales en los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento.
5. Solicitar la realización de la dirimencia a través de un laboratorio acreditado por el Inacal.
6. Pagar el importe correspondiente a la toma de muestra inopinada, análisis y cualquier otro gasto relacionado a la labor realizada por el laboratorio acreditado por el Inacal, siempre que el valor del(los) parámetro(s) analizado(s) no sobrepase los VMA. En caso de sobrepasar los VMA de uno o más parámetros, el UND asume el importe de la toma de muestra inopinada y del análisis de dichos parámetros, así como el costo adicional de los parámetros que sobrepasen, por la labor realizada por el laboratorio acreditado por el Inacal.
7. Realizar el cobro a los UND respecto a: i) el pago adicional por exceso de concentración de los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento; ii) el costo de la instalación nueva o la reubicación de la caja de registro o dispositivo similar de la conexión domiciliar para aguas residuales no domésticas; y, iii) los costos establecidos en el artículo 27 del presente Reglamento, de acuerdo a las disposiciones que para dicho fin apruebe la Sunass.
8. Destinar los recursos recaudados, en el marco del cumplimiento del presente Reglamento, en la implementación de los VMA y en la mejora de la infraestructura de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales para disposición final o reúso.
9. Suspender temporalmente los servicios de agua potable y de alcantarillado sanitario por: i) el incumplimiento del Pago adicional por exceso de concentración de alguno de los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento; ii) exceder los VMA de algún parámetro del Anexo N° 2 del presente Reglamento; y, iii) los demás casos que establezca el presente Reglamento. El prestador de los servicios de saneamiento, comunica a la Autoridad Nacional del Agua (ANA), el incumplimiento del UND al presente Reglamento, para que esta evalúe la cancelación de la licencia de uso.
10. Rehabilitar los servicios de agua potable y de alcantarillado sanitario, previo pago de los importes pendientes por exceso de concentración de alguno de los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 y/o la verificación del cumplimiento de los parámetros establecidos en el Anexo N° 2 del presente Reglamento; y la verificación de la instalación y operación del sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas, que permitan cumplir con los parámetros de los VMA, y en los casos que establezca el presente Reglamento. La Sunass establece el plazo y el procedimiento para que el prestador de los servicios de saneamiento rehabilite los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario.
11. Suspender el cobro del pago adicional por exceso de concentración al UND, previa verificación del cumplimiento de las concentraciones de los parámetros del Anexo N° 1 del presente Reglamento, mediante los resultados de un laboratorio acreditado por el Inacal, la verificación de la instalación y operación del sistema de

tratamiento de aguas residuales no domésticas y/o la implementación de mejoras en los procesos productivos, que permitan cumplir con los parámetros de los VMA.

12. Comunicar a los UND las modificaciones y actualizaciones realizadas al marco normativo aplicable a los VMA, así como efectuar periódicamente campañas de sensibilización entre sus usuarios.
13. Evaluar si procede exonerar, temporalmente, al UND del pago adicional por exceso de concentración de parámetros o de la suspensión temporal de los servicios de agua potable y de alcantarillado sanitario, cuando las descargas de aguas residuales no domésticas superen los VMA por caso fortuito o fuerza mayor.
14. Presentar anualmente a la Sunass, con copia a la Dirección de Saneamiento de la Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento del MVCS, durante el primer trimestre de cada año, un informe sobre el proceso de implementación del marco normativo aplicable a los VMA y el grado de cumplimiento por parte de los UND.
15. Evaluar si procede el otorgamiento del plazo adicional solicitado por el UND para ejecutar las acciones de mejora para el cumplimiento de los parámetros del Anexo N° 2 del presente Reglamento.
16. Revisar, verificar y determinar la ubicación, acceso y características técnicas del punto de toma de muestra de las descargas de aguas residuales no domésticas.
17. Instalar, reubicar o reponer, la conexión domiciliar de alcantarillado sanitario del UND o punto de toma de muestra en la parte exterior del predio, a efectos de realizar las descargas de aguas residuales no domésticas.
18. Presenciar la toma de muestra inopinada y participar en dicha diligencia, de acuerdo a lo señalado en los artículos 23, 24 y 25 del presente Reglamento.
19. Levantar y suscribir, a través de su personal debidamente acreditado, el Acta de inspección y el Acta de toma de muestra inopinada, conforme a los formatos de los Anexos N° 3 y N° 4 del presente Reglamento, respectivamente.
20. Cumplir con las disposiciones establecidas en las normas aprobadas por la Sunass.
21. Cumplir con las demás obligaciones establecidas en el presente Reglamento, así como con las disposiciones sectoriales que se emitan para regular el cumplimiento de los VMA.

CAPÍTULO II

DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LOS USUARIOS NO DOMÉSTICOS

Artículo 7.- Derechos de los UND

Para efectos de la aplicación del presente Reglamento, los UND, tienen derecho a:

1. Recibir información sobre el marco normativo aplicable a los VMA, así como de sus modificaciones y actualizaciones.
2. Solicitar la exoneración del pago adicional por exceso de concentración de los parámetros o la suspensión temporal del servicio de agua potable y de alcantarillado sanitario, cuando por caso fortuito o fuerza mayor la descarga de agua residual no doméstica en el sistema de alcantarillado sanitario exceda los VMA, de acuerdo con el procedimiento establecido en el presente Reglamento.
3. Presenciar la toma de muestra inopinada y participar de dicha diligencia, así como suscribir el Acta de toma de muestra inopinada, según el formato aprobado en el Anexo N° 4 del presente Reglamento.
4. Solicitar la realización de la dirimencia a través de un laboratorio acreditado por el Inacal.
5. Presentar reclamos, en caso consideren que se ha vulnerado alguno de sus derechos, de acuerdo a los procedimientos que para tal fin apruebe la Sunass.
6. Solicitar por escrito y por única vez al prestador de los servicios de saneamiento, el otorgamiento de un plazo para implementar acciones de mejora destinadas a la adecuación sus descargas no domésticas a los VMA, en los casos establecidos en el inciso 2 del párrafo 27.1 del artículo 27 del presente Reglamento.

Artículo 8.- Obligaciones de los UND

Para efectos de la aplicación del presente Reglamento, los UND que descargan aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario, están obligados a:

1. Implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales y/o las modificaciones del proceso productivo, cuando sus descargas excedan los VMA establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, para lo cual deben elaborar y presentar al prestador de los servicios de saneamiento, en la oportunidad que establezca el presente Reglamento, un diagrama de flujo de los procesos unitarios que involucra el tratamiento realizado al agua residual no doméstica y/o las modificaciones del proceso productivo.

2. Elaborar y presentar, en la oportunidad que establezca el presente Reglamento, un balance hídrico del proceso productivo o actividad económica que realiza, mediante un esquema general en el que se incluya el sistema de tratamiento de las aguas residuales no domésticas y la ubicación del punto de toma de muestra.

3. Brindar todas las facilidades, accesos e ingresos necesarios para que el personal debidamente acreditado por el prestador de los servicios de saneamiento efectúe la inspección necesaria para verificar el cumplimiento de los VMA establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento.

4. Pagar el costo de la conexión domiciliaria, instalación nueva, reubicación o reposición, al exterior del predio, a través del recibo de pago emitido por el prestador de los servicios de saneamiento, de acuerdo a las disposiciones que para dicho fin apruebe la Sunass.

5. Informar al prestador de los servicios de saneamiento, cuando la descarga de sus aguas residuales no domésticas presente alguna modificación derivada de la ampliación o variación de las actividades que realiza el UND, dentro de un plazo que no debe exceder los quince (15) días hábiles, contados desde la ampliación o variación de sus actividades.

6. No suspender, diluir y/o regular, de cualquier forma, el flujo de sus descargas de aguas residuales no domésticas antes, durante o después de la toma de muestra inopinada, realizada por el personal del laboratorio acreditado por el Inacal.

7. Pagar el importe correspondiente a la toma de muestra inopinada, análisis y cualquier otro gasto relacionado a la labor realizada por el laboratorio acreditado por el Inacal, siempre que el valor del(os) parámetro(s) analizado(s) sobrepase los VMA. En caso de no sobrepasar los VMA de uno o más parámetros, el prestador de los servicios de saneamiento asume el importe de la toma de muestra y del análisis de dicho(s) parámetro(s), así como el costo proporcional adicional por la labor realizada por el laboratorio acreditado por el Inacal.

8. Efectuar el pago adicional por exceso de concentración de los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento, de acuerdo a la metodología elaborada y aprobada por la Sunass y lo previsto en el artículo 26 del presente Reglamento.

9. Cumplir con las normas sectoriales que se emitan para la regulación de la aplicación de los VMA.

CAPÍTULO III

SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO

Artículo 9.- Del pago adicional por exceso de concentración en la descarga de aguas residuales no domésticas

9.1. La Sunass, elabora y aprueba la metodología para determinar el pago adicional por exceso de concentración de los parámetros fijados en el Anexo N° 1 del presente Reglamento.

9.2. Los prestadores de los servicios de saneamiento, en aplicación de la metodología mencionada en el párrafo precedente, cobran a los UND el monto correspondiente al pago adicional por exceso de concentración de los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento, cuando verifiquen el exceso de los VMA.

Artículo 10.- De la implementación, control y cumplimiento de los VMA

10.1. La Sunass, como parte de su función normativa, supervisora y fiscalizadora, incorpora y supervisa el cumplimiento de los VMA en sus respectivos Reglamentos, aprobados mediante Resolución de Consejo Directivo.

10.2. Adicionalmente, el prestador de los servicios de saneamiento presenta, como mínimo una vez al año y dentro del primer trimestre de cada año, un informe que contenga las actividades de implementación y control de los VMA y debe dar cuenta de las inversiones y costos de operación y mantenimiento de las redes de alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento de aguas residuales hasta su disposición final o reúso, efectuadas en aplicación de lo establecido en el inciso 8 del artículo 6 del presente Reglamento.

10.3. Acorde con lo dispuesto en la Ley N° 27332, Ley Marco de los Organismos Reguladores de la Inversión Privada en los Servicios Públicos y su modificatoria, la Sunass se encuentra facultada para tipificar infracciones y sanciones aplicables a los prestadores de los servicios de saneamiento por el incumplimiento de las obligaciones detalladas en el presente Reglamento y las normas complementarias.

CAPÍTULO IV

LABORATORIOS ACREDITADOS

Artículo 11.- Acreditación del laboratorio para el alcance de aguas residuales

11.1. Los laboratorios acreditados por el Inacal están facultados a efectuar la toma de muestra y el análisis de las descargas de aguas residuales no domésticas, a fin de verificar el cumplimiento de los VMA establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento. Para dicho fin, deben obtener el certificado de acreditación emitido por la Dirección de Acreditación del Inacal.

11.2. Excepcionalmente, la subcontratación de laboratorios acreditados es permitida en: i) casos justificados sustentados por el laboratorio acreditado, evaluado y aceptado por el Inacal; y/o, ii) cuando el laboratorio subcontratante se encuentre en proceso de acreditación ante el Inacal respecto del(los) parámetro(s) que pretenda subcontratar, y que este proceso no se encuentre interrumpido por causas imputables al laboratorio. En los casos de subcontratación, el muestreo y análisis son realizados por el laboratorio acreditado subcontratado, sin excepción.

Artículo 12.- Toma de muestras

12.1. Los laboratorios acreditados por el Inacal son responsables de efectuar la toma de muestra puntual y de efectuar el análisis de los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, en las descargas de aguas residuales no domésticas, cumpliendo lo dispuesto en la Norma Técnica Peruana NTP 214.060.2016 "AGUAS RESIDUALES. Protocolo de muestreo de aguas residuales no domésticas que se descargan en la red de alcantarillado", en tanto no se contraponga con el presente Reglamento.

12.2. Los laboratorios acreditados ante el Inacal están obligados a informar al UND y al prestador de los servicios de saneamiento que contraten sus servicios, sobre la facultad de estos a solicitar la dirimencia, sus alcances y costos, así como la obligación de los laboratorios a tomar la muestra dirimente. Esta información es comunicada antes y durante la realización de la toma de muestra de parte o inopinada.

TÍTULO III

VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES

CAPÍTULO I

DE LAS DESCARGAS

Artículo 13.- Descargas permitidas

13.1. Está permitida la descarga directa de aguas residuales no domésticas realizadas por el UND en el

sistema de alcantarillado sanitario, siempre que estas no excedan los VMA establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento. Estas descargas no demandan el pago adicional o la suspensión temporal del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario.

13.2. Los UND cuyas descargas sobrepasen los VMA contenidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento, efectúan el pago adicional por exceso de concentración, conforme a las disposiciones establecidas por la Sunass.

Artículo 14.- Descargas prohibidas

14.1. Los UND están prohibidos de descargar aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario que sobrepasen los VMA establecidos en el Anexo N° 2 del presente Reglamento.

14.2. Está prohibido descargar, verter, arrojar o introducir, directa o indirectamente, al sistema de alcantarillado sanitario:

1. Residuos sólidos, líquidos, gases o vapores, o la mezcla de estos.
2. Sustancias inflamables, radioactivas, explosivas, corrosivas, tóxicas y/o venenosas.
3. Gases procedentes de escapes de motores de cualquier tipo.
4. Disolventes orgánicos y pinturas, cualquiera sea su proporción y cantidad.
5. Carburo cálcico y otras sustancias sólidas potencialmente peligrosas, tales como hidruros, peróxidos, cloratos, percloratos, bromatos y sus derivados.
6. Materias colorantes.
7. Agua salobre.
8. Residuos que generen gases nocivos.
9. Otros que establezca la normativa sectorial.

CAPÍTULO II

SUSPENSIÓN DEL SERVICIO

Artículo 15.- Suspensión temporal del servicio

15.1. Los prestadores de los servicios de saneamiento, suspenden temporalmente el servicio de agua potable y de alcantarillado sanitario ante el incumplimiento, por parte del UND, de las obligaciones contenidas en los incisos 2, 4, 6, 7 y 8 del artículo 8, en el artículo 14, en el párrafo 19.4 del artículo 19, en el párrafo 25.2 del artículo 25, en el artículo 27 y en el artículo 31 del presente Reglamento, de acuerdo al procedimiento de suspensión temporal que apruebe la Sunass.

15.2. En caso el UND cuente con fuente de agua propia, autorizada por la autoridad competente, el prestador de los servicios de saneamiento informa a la ANA y a la Sunass, para que efectúen las acciones y medidas necesarias a fin de suspender dicha autorización.

Artículo 16.- Suspensión definitiva del servicio

16.1. Los prestadores de los servicios de saneamiento suspenden definitivamente los servicios de agua potable y de alcantarillado sanitario, cuando encontrándose suspendidos temporalmente dichos servicios, el UND, realice alguna de las siguientes acciones:

1. Se conecte clandestinamente a las redes del sistema de agua potable y alcantarillado sanitario.
2. Rehabilita la conexión del sistema de agua potable y/o alcantarillado sanitario suspendido sin autorización del prestador de los servicios de saneamiento.

16.2. La verificación, por parte del prestador de los servicios de saneamiento, de cualquiera de las acciones descritas en el párrafo precedente, genera el levantamiento físico de las conexiones de agua potable y de alcantarillado sanitario y la pérdida de su condición como UND, la cual debe ser efectuada por el prestador

de los servicios de saneamiento, de acuerdo a las disposiciones que para dicho fin apruebe la Sunass.

Artículo 17.- Del cobro adicional por exceso de concentración

17.1. Cuando el prestador de los servicios de saneamiento verifique que el UND excede uno o más parámetros establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento, efectúa, en el recibo del servicio de saneamiento, el cobro correspondiente a los siguientes conceptos:

1. Exceso de concentración de los parámetros que superen los VMA, de acuerdo a la metodología elaborada y aprobada por la Sunass.

2. El importe de la toma de muestra inopinada y análisis de dichos parámetros, así como el costo proporcional adicional, respecto a la cantidad de los parámetros que sobrepasan, por la labor realizada por el laboratorio acreditado por el Inacal.

17.2. La Sunass aprueba las normas complementarias correspondientes para tal efecto, precisando, entre otros, las disposiciones referidas a las fechas de pago, conceptos facturables y falta de entrega del recibo.

CAPÍTULO III

INSPECCIÓN

Artículo 18.- Inspección

18.1. La inspección que debe efectuar los prestadores de los servicios de saneamiento, sin ser limitativo, se realiza con la finalidad de:

1. Determinar la ubicación del punto de toma de muestra del UND.

2. Verificar el estado del punto de toma de muestra del UND.

3. Verificar la implementación y operación del sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas y/o las modificaciones al proceso productivo para adecuar las descargas que superan los VMA.

4. Efectuar la toma de muestra de parte y el análisis, a través de un laboratorio acreditado por el Inacal, de los parámetros correspondientes, de acuerdo a la actividad económica establecida en el Anexo de la Resolución Ministerial N° 116-2012-VIVIENDA, o en su defecto de lo dispuesto en el inciso 1 del artículo 5 del presente Reglamento.

18.2. La inspección, para la ejecución del inciso 3 del párrafo precedente, es de carácter inopinado y reservado, no requiere comunicación previa al UND.

18.3. La inspección, para la ejecución de los incisos 1 y 2 del párrafo precedente, requiere comunicación previa al UND. Dicha comunicación se realiza con cinco (5) días previos a la inspección a las instalaciones del UND.

18.4. La inspección para la toma de muestra de parte y el análisis establecido en el inciso 4 del párrafo 18.1 del presente artículo, requiere comunicación previa al prestador de los servicios de saneamiento, con al menos cinco (5) días hábiles de anticipación, para que, de considerarlo necesario, participe en ella, conforme lo dispone el artículo 26 del presente Reglamento, en lo que le corresponda.

18.5. La programación y ejecución de la inspección es responsabilidad del prestador de los servicios de saneamiento.

18.6. Los UND están facultados a presenciar y participar en la inspección, directamente o a través de un representante con la obligación de facilitar al personal del prestador de los servicios de saneamiento y al laboratorio acreditado por el Inacal, la realización de dicha diligencia. La ausencia del UND o de su representante, no constituye impedimento para realizar la inspección, tampoco la invalida.

18.7. Realizada la inspección, el personal del prestador de los servicios de saneamiento elabora el Acta de inspección correspondiente.

18.8. El personal del prestador de los servicios de saneamiento está facultado a utilizar cualquier medio fehaciente complementario, que permita corroborar el lugar, fecha, hora y condiciones físicas en que se realiza la inspección.

Artículo 19.- Acta de inspección

19.1. El Acta de inspección a ser utilizada por el prestador de los servicios de saneamiento es el formato aprobado en el Anexo N° 3 del presente Reglamento.

19.2. Durante el desarrollo de la inspección, el personal del prestador de los servicios de saneamiento solicita, bajo responsabilidad, al UND, la presentación del diagrama de flujo y balance hídrico a aquellos UND cuyos volúmenes y concentraciones de descarga de aguas residuales no domésticas afecten significativamente el sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales.

19.3. La información detallada en el párrafo precedente se adjunta al Acta de inspección, la misma que puede ser suscrita por el UND o su representante y el personal del prestador de los servicios de saneamiento. En caso el UND o su representante se niegue a suscribir el Acta de inspección, el personal del prestador de los servicios de saneamiento procede a consignar dicho hecho, el cual de ninguna manera invalida el Acta. Una copia del acta es entregada al UND o a su representante.

19.4. La falta de presentación del diagrama de flujo y balance hídrico, no invalida el Acta de inspección. Sin perjuicio de ello, los prestadores de los servicios de saneamiento pueden otorgar al UND un plazo máximo de treinta (30) días hábiles, contados a partir del día siguiente de requerido, a efectos que este cumpla con presentarlos. El incumplimiento de este plazo determina la suspensión temporal establecida en el artículo 15 del presente Reglamento.

19.5. Durante el desarrollo de la inspección, el personal del prestador de los servicios de saneamiento puede además, requerir la información que considere necesaria que le permita actualizar los datos de UND.

CAPÍTULO IV

DEL REGISTRO Y/O ACTUALIZACIÓN DEL USUARIO NO DOMÉSTICO

Artículo 20.- Registro del UND

20.1. El registro del UND, bajo el ámbito de responsabilidad del prestador de los servicios de saneamiento, se efectúa con la información obtenida en la inspección realizada, de acuerdo a los incisos 1 y 2 del párrafo 18.1 del artículo 18 del presente Reglamento.

20.2. El prestador de los servicios de saneamiento, asigna al UND, un código del registro en la base de datos, en el cual puede incorporar los resultados de la caracterización de las aguas residuales no domésticas. El registro del UND se efectúa con fines informativos.

20.3. El prestador de los servicios de saneamiento está facultado para emplear el catastro comercial de usuarios u otra herramienta que facilite el registro del UND.

Artículo 21.- Actualización del registro de UND

La inspección realizada por los prestadores de los servicios de saneamiento permite, en caso lo requiera, el recojo de datos del UND para la actualización del registro mediante el Acta de inspección, según lo previsto en el formato aprobado en el Anexo N° 3 del presente Reglamento.

Artículo 22.- Conexión domiciliaria

22.1. La instalación de la caja de registro de la conexión domiciliaria de aguas residuales no domésticas o dispositivo similar, ubicada en el exterior del predio

del UND, está a cargo del prestador de los servicios de saneamiento correspondiente. El costo de la caja de registro de la conexión domiciliaria y su instalación es asumido por el UND.

22.2. El Ente Rector está facultado a aprobar la normativa complementaria, la cual comprende entre otros, las características y/o especificaciones técnicas de la caja de registro o dispositivo similar como conexión domiciliaria de aguas residuales no domésticas.

CAPÍTULO V

TOMA DE MUESTRA INOPINADA

Artículo 23.- Toma de muestra inopinada

23.1. El prestador de los servicios de saneamiento, como responsable del control de la concentración de parámetros de descargas de aguas residuales no domésticas en los sistemas de alcantarillado sanitario, realiza la toma de muestra inopinada, de dichas descargas. La toma de muestra inopinada no requiere comunicación previa al UND. La programación y ejecución de la toma de muestra inopinada es responsabilidad del prestador de los servicios de saneamiento.

23.2. El personal del prestador de los servicios de saneamiento conjuntamente con el personal del laboratorio acreditado por el Inacal se apersonan a las instalaciones del UND a fin de realizar la toma de muestra inopinada en el punto de toma de muestra previamente determinado por el prestador de los servicios de saneamiento, de los parámetros de los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, que correspondan, de acuerdo a la actividad económica establecida en el Anexo de la Resolución Ministerial N° 116-2012-VIVIENDA.

Excepcionalmente, en caso que la actividad económica del UND no se encuentre comprendida en el Anexo de la Resolución Ministerial N° 116-2012-VIVIENDA, el prestador de los servicios de saneamiento está facultado a solicitar la toma de muestra de todos los parámetros del Anexo N° 1, y de algunos o todos los parámetros del Anexo N° 2 del presente Reglamento, previa evaluación y el informe técnico que lo sustente.

23.3. De forma anual, el prestador de los servicios de saneamiento está obligado a realizar la toma de muestra inopinada, a través de un laboratorio acreditado por el Inacal, como mínimo del quince por ciento (15%) de los UND consignados en el Registro de UND, los que son seleccionados por el prestador de los servicios de saneamiento, priorizando a aquellos UND cuyos volúmenes y concentraciones de descarga de aguas residuales no domésticas afecten significativamente al sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales. El porcentaje antes mencionado puede ser variado por el Ente Rector mediante Resolución Ministerial.

Artículo 24.- Acta de toma de muestra inopinada

El Acta de toma de muestra inopinada es un documento emitido por el prestador de servicios en el que constan entre otros, las condiciones físicas en las que se realiza la toma de muestra inopinada, los datos del UND, su(s) actividad(es) económica(s), lugar, fecha y hora en la que se realizó, las personas que participan en ella, así como cualquier otra circunstancia en la que se realiza, conforme al formato aprobado en el Anexo N° 4 del presente Reglamento.

Artículo 25.- Realización de la toma de muestra inopinada

25.1. Para la toma de muestra inopinada, el personal del prestador de los servicios de saneamiento levanta el Acta de toma de muestra inopinada.

25.2. Si el UND impide u obstaculiza de alguna manera la realización de la toma de muestra inopinada, el prestador de los servicios de saneamiento procede a suspender temporalmente los servicios de agua potable y alcantarillado hasta la efectiva realización de la toma de muestra inopinada.

25.3. El UND o su representante está facultado a presenciar la toma de muestra inopinada y suscribir el Acta respectiva. La no suscripción de dicha Acta por parte del UND o su representante, no la invalida.

25.4. El personal del prestador de los servicios de saneamiento está facultado a utilizar cualquier medio fehaciente, distinto al Acta de toma de muestra inopinada, que permita corroborar el lugar, fecha, hora y condiciones físicas en que se realizó la toma de muestra inopinada, la misma que forma parte de los informes y procedimientos de supervisión, monitoreo e implementación de los prestadores de los servicios de saneamiento.

25.5. Luego de realizada la toma de muestra inopinada, y recibidos los resultados por parte del laboratorio acreditado por el Inacal, el prestador de los servicios realiza el procedimiento establecido en los artículos 26 y artículo 27 del presente Reglamento, según corresponda.

CAPÍTULO VI

EVALUACIÓN DE LOS VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES

Artículo 26.- Evaluación de los resultados de los parámetros del Anexo N° 1

26.1. Si los resultados de los análisis de la toma de muestra inopinada, superan los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento efectúa las acciones siguientes:

1. Solicita al UND que ejecute la implementación de las acciones de mejora que permitan adecuar sus descargas de aguas residuales no domésticas a fin de no exceder los VMA; y,

2. Realiza el cobro del pago adicional por exceso de concentración, en tanto el UND implemente las acciones de mejora.

26.2. Si el UND implementa las acciones de mejora mencionadas en el inciso 2 del párrafo precedente, sea a través de la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas y/o la implementación de mejoras en los procesos productivos, este comunica al prestador de los servicios de saneamiento, con al menos cinco (5) días hábiles de anticipación, la fecha de realización de la toma de muestra de parte para que, de considerarlo necesario, participe en ella. Cuando el UND no efectúe la referida comunicación o lo efectúe fuera del plazo, la toma de muestra de parte no tiene validez.

De participar el personal del prestador de los servicios de saneamiento en la toma de muestra de parte, el UND debe brindar las facilidades para que este presencia y participe en dicha toma de muestra, la cual debe ser realizada en el punto de toma de muestra determinado previamente por el prestador de los servicios de saneamiento. Para ello, el personal de prestador de los servicios de saneamiento procede a elaborar y suscribir conjuntamente con el UND o su representante el Acta de Inspección correspondiente, según lo previsto en el formato aprobado en el Anexo N° 3 del presente Reglamento. La suscripción del Acta por parte del UND no es obligatoria, por lo que, si este se niega a suscribirla, no la invalida, sin perjuicio de que se consigne dicha circunstancia en el Acta. Una copia del Acta es entregada al UND.

26.3. El UND presenta al prestador de los servicios de saneamiento los resultados de los análisis realizados por el laboratorio acreditado por el Inacal, de la toma de muestra de parte, así como la documentación que contenga las evidencias que demuestren las acciones de mejora implementadas para cumplir con los VMA del Anexo N° 1 del presente Reglamento, las cuales tienen la condición de declaración jurada.

26.4. El prestador de los servicios de saneamiento procede con revisar y evaluar los resultados de los análisis y los documentos que contengan las evidencias

presentadas por el UND, en un plazo que no debe exceder los diez (10) días hábiles.

26.5. De verificarse que el UND cumple con los VMA establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento y que ha implementado las acciones de mejora señaladas en el párrafo 26.2 del presente artículo, el prestador de los servicios de saneamiento procede a suspender el cobro por exceso de concentración al UND.

26.6. De verificarse que el UND continúa incumpliendo con los VMA del Anexo N° 1 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento continúa cobrando por concepto del pago adicional por exceso de concentración correspondiente.

Artículo 27.- Evaluación de los resultados de los parámetros del Anexo N° 2

27.1. En la primera oportunidad que el UND supere alguno(s) o todos los parámetros del Anexo N° 2 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento, comunica al UND lo siguiente:

1. Que cuenta con un plazo máximo de sesenta (60) días calendario, contados desde el día siguiente de la notificación, para implementar las acciones de mejora necesarias y acreditar cumplir con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento. Vencido dicho plazo máximo indicado, sin que el UND implemente las acciones de mejora necesarias y acredite cumplir con los VMA, el prestador de los servicios de saneamiento procede a suspender temporalmente los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario hasta que éste acredite el cumplimiento de los VMA.

2. Excepcionalmente, y dentro del plazo antes indicado, el UND está facultado a solicitar el otorgamiento de un plazo adicional, el cual es evaluado y, de ser el caso, otorgado por el prestador de los servicios de saneamiento. Las opciones para el otorgamiento del plazo adicional son las siguientes:

2.1. Hasta sesenta (60) días calendario adicionales, siempre que el UND sustente que la ejecución de las acciones de mejora que viene implementando para acreditar cumplir con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento, requieren de un plazo no mayor de sesenta (60) días calendario adicionales. La solicitud debe contener el sustento técnico y las evidencias del inicio de ejecución de las acciones de mejora necesarias para acreditar cumplir con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento.

2.2. Hasta dieciocho (18) meses adicionales, siempre que el UND sustente que la ejecución de las acciones de mejora que viene implementando para acreditar cumplir con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento, requieren de un plazo superior a sesenta (60) días calendario adicionales. Para dicho fin debe seguir con el procedimiento establecido a continuación:

a) El UND, dentro del plazo establecido en el inciso 1 del presente párrafo, puede solicitar por escrito y por única vez, al prestador de los servicios de saneamiento, un plazo adicional, de hasta dieciocho (18) meses, para implementar acciones de mejora a fin de cumplir con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento, adjuntando para dicho fin la documentación sustentatoria que contenga como mínimo, lo siguiente:

- i) Propuesta técnica de las acciones de mejora que efectúa el UND.
- ii) Propuesta económica del costo total de las acciones de mejora.
- iii) Cronograma de ejecución de las acciones de mejora propuestas.

b) Presentada la solicitud, el prestador de los servicios de saneamiento procede a efectuar la evaluación de la documentación antes indicada, en un plazo no mayor de diez (10) días hábiles, contados desde el día siguiente de presentada la solicitud, considerando la situación de las descargas de aguas residuales no domésticas de cada UND.

En caso el UND presente información incompleta, se le otorga un plazo de tres (3) días hábiles para subsanarla.

c) Presentada la información faltante dentro del plazo otorgado, el prestador de los servicios de saneamiento evalúa la solicitud y determina su aprobación o desaprobación, dentro de un plazo no mayor de diez (10) días hábiles.

Si transcurrido el plazo para presentar la información faltante, el UND incumple con presentar dicha información o la realiza fuera del plazo otorgado, se archiva el trámite y se procede a la suspensión temporal de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario hasta que éste acredite el cumplimiento de los VMA.

d) De ser aprobada la solicitud, el prestador de los servicios de saneamiento comunica al UND dicha decisión, señalando el plazo adicional con el que cuenta para ejecutar las acciones de mejora para cumplir con el Anexo N° 2 del presente Reglamento. El plazo adicional se contabiliza desde el día siguiente de la fecha de comunicación realizada por el prestador de los servicios de saneamiento.

En caso que el prestador de los servicios de saneamiento desaprobe la solicitud presentada por el UND, se archiva el trámite y procede a efectuar la suspensión temporal de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario hasta que éste acredite el cumplimiento de los VMA, de acuerdo al procedimiento de suspensión temporal establecido por el prestador de los servicios de saneamiento.

e) A partir del día siguiente de comunicada la aprobación de la solicitud por el prestador de los servicios de saneamiento, el UND cuenta con un plazo no mayor a quince (15) días hábiles para gestionar y presentar una garantía financiera de una institución financiera supervisada por la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS), que represente el treinta por ciento (30%) del costo total de las acciones de mejora propuestas por el UND.

f) Presentada dicha garantía financiera, el prestador de los servicios de saneamiento procede a suscribir con el UND un Acuerdo en el que se establece el plazo otorgado por única vez, a fin de ejecutar las acciones de mejora propuestas por el UND para cumplir con el Anexo N° 2 del presente Reglamento.

El Acuerdo debe incluir una cláusula penal que contemple que el UND se obliga a pagar mensualmente al prestador de los servicios de saneamiento el cien por ciento (100%) adicional al importe facturado por el servicio de alcantarillado sanitario, durante los seis (6) primeros meses de ejecución de las acciones de mejora aprobadas, y del doscientos por ciento (200%) adicional por el mismo concepto, en caso el plazo del acuerdo suscrito sea superior a seis (6) meses.

El prestador de los servicios de saneamiento procede a cobrar el importe correspondiente desde el siguiente mes de facturación, luego de suscrito el Acuerdo, con efecto retroactivo al día siguiente de notificado el UND en la situación descrita en el presente párrafo.

g) Si transcurrido el plazo señalado en el literal e) del presente artículo, el UND no suscribe el Acuerdo, se archiva el trámite y se procede con la suspensión temporal del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario, hasta que éste acredite el cumplimiento de los VMA.

h) En caso que el UND incumpla el Acuerdo suscrito, el prestador de los servicios de saneamiento procede con ejecutar la garantía financiera otorgada a su favor, y a suspender temporalmente el servicio de agua potable y alcantarillado sanitario, hasta que adecúe sus descargas no domésticas, de acuerdo al procedimiento de suspensión temporal establecido por el prestador de los servicios de saneamiento. Del mismo modo, el prestador de los servicios de saneamiento suspende el cobro del pago establecido en el literal f) del presente artículo.

i) En caso el UND cumpla con el Acuerdo suscrito y acredite haber ejecutado las acciones de mejora para cumplir con el Anexo N° 2 del presente Reglamento, debe comunicar al prestador de los servicios de saneamiento, con al menos cinco (5) días hábiles de

anticipación, la fecha de realización de la toma de muestra de parte para que, de considerarlo, participe en ella. Si el UND no efectúa la referida comunicación o lo efectúa fuera del plazo, la toma de muestra de parte no tiene validez.

De participar el personal del prestador de los servicios de saneamiento en la toma de muestra de parte, el UND debe brindar las facilidades para que este presencie la toma de la muestra de parte, la cual debe ser realizada en el punto de toma de muestra determinado previamente por el prestador de los servicios de saneamiento. Para ello, el personal de prestador de los servicios de saneamiento procede a elaborar y suscribir conjuntamente con el UND o su representante el Acta de Inspección correspondiente, según el formato aprobado en el Anexo N° 3 del presente Reglamento. La suscripción del Acta por parte del UND no es obligatoria, por lo que, si este se niega a suscribirla, no la invalida, sin perjuicio de que se consigne dicha circunstancia en el Acta. Una copia del Acta es entregada al UND.

j) El UND presenta al prestador de los servicios de saneamiento los resultados de los análisis realizados por el laboratorio acreditado por el Inacal, de la toma de muestra de parte, a fin de que proceda con revisar y evaluar los resultados de los análisis, en un plazo que no debe exceder los diez (10) días hábiles.

De verificarse que el UND cumple los parámetros establecidos en el Anexo N° 2 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento procede a actualizar el Registro de UND.

De verificarse que el UND continúa incumpliendo con los parámetros establecidos en el Anexo N° 2 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento procede a suspender temporalmente el servicio de agua potable y alcantarillado sanitario hasta que éste acredite el cumplimiento de los VMA, de acuerdo al procedimiento de suspensión temporal establecido por el prestador de los servicios de saneamiento.

27.2. Si en una nueva oportunidad, producto de los resultados de los análisis de la toma de muestra inopinada, se verifica que el UND supera alguno(s) o todos los parámetros del Anexo N° 2 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento efectúa los siguientes pasos:

1. Notifica al UND que incumple con los parámetros del VMA.

2. Solicita al UND, ejecutar la implementación de las acciones de mejora que permitan adecuar sus descargas de aguas residuales no domésticas y no exceder los VMA.

3. Suspende temporalmente los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, hasta que el UND implemente las acciones de mejora y acredite cumplir con los parámetros del VMA.

27.3. Si el UND implementa las acciones de mejora mencionadas en el inciso 2 del párrafo precedente, sea a través de la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas y/o la implementación de mejoras en los procesos productivos; debe comunicar al prestador de los servicios de saneamiento, con al menos cinco (5) días hábiles de anticipación, la fecha de realización de la toma de muestra de parte para que, de considerarlo necesario, participe en ella.

En caso que, el personal del prestador de los servicios de saneamiento participe en la toma de muestra de parte, el UND debe brindar las facilidades para que este presencie la realización de dicha diligencia, la cual debe ser efectuada en el punto de toma de muestra determinado previamente por el prestador de los servicios de saneamiento. Para ello, el personal de prestador de los servicios de saneamiento, debidamente acreditado, procede a elaborar y suscribir conjuntamente con el UND o su representante el Acta de inspección correspondiente, según el formato aprobado en el Anexo N° 3 del presente Reglamento. La suscripción del Acta por parte del UND no es obligatoria, por lo que, si este se niega a suscribirla, no la invalida, sin perjuicio de que se consigne dicha circunstancia en

el Acta. Una copia del Acta es entregada al UND o a su representante.

27.4. El UND presenta al prestador de los servicios de saneamiento los resultados de los análisis realizados por el laboratorio acreditado por el Inacal de la toma de muestra de parte, así como la documentación que contenga las evidencias que demuestren las acciones de mejora implementadas para cumplir con el Anexo N° 2 del presente Reglamento, las cuales tienen la condición de declaración jurada.

27.5. El prestador de los servicios de saneamiento procede con revisar y evaluar los resultados de los análisis y los documentos que contengan las evidencias de mejora implementadas por el UND, en un plazo que no debe exceder los diez (10) días hábiles.

27.6. De verificarse que el UND cumple con los parámetros del Anexo N° 2 del presente Reglamento, y que ha implementado las acciones de mejora mencionadas en el párrafo 27.3 del presente artículo, el prestador de los servicios de saneamiento procede a efectuar la rehabilitación de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario.

27.7. De verificarse que el UND continúa incumpliendo con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento mantiene la suspensión temporal de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario hasta que adecue sus descargas no domésticas, de acuerdo al procedimiento de suspensión temporal establecido por el prestador de los servicios de saneamiento.

TÍTULO IV

DENUNCIAS, RECLAMOS Y SITUACIÓN DE EMERGENCIA

CAPÍTULO I

DENUNCIAS Y RECLAMOS

Artículo 28.- Participación de otros usuarios

Los usuarios domésticos y los UND están facultados a denunciar, de forma escrita o verbal, ante el prestador de los servicios de saneamiento competente, los hechos, actos u omisiones que dañen el sistema de alcantarillado sanitario, proporcionando, como mínimo, la información siguiente:

1. Identificación completa de la persona que realiza la denuncia.
2. Identificación del UND que efectúa la descarga al sistema de alcantarillado sanitario.
3. Breve descripción del hecho, acto u omisión que se presume cometido.

Sin perjuicio de ello, están facultados a interponer las quejas y/o denuncias ante las instancias que consideren competentes.

Artículo 29.- Procedimiento de reclamo

29.1. Los UND están facultados a presentar reclamos ante los prestadores de los servicios de saneamiento.

29.2. La Sunass es la encargada de establecer los procedimientos, plazos e instancias correspondientes para la atención de dichos reclamos.

CAPÍTULO II

DE LA SITUACIÓN DE EMERGENCIA

Artículo 30.- Situación de emergencia

30.1. Si bajo una situación de emergencia, por caso fortuito o fuerza mayor, se incumple(n) alguna(s) de las disposiciones contenidas en el presente Reglamento, el UND, a través de cualquier medio, debe comunicar inmediatamente dicha situación al prestador de los servicios de saneamiento competente.

30.2. Una vez producida la situación de emergencia, el UND utiliza todos los medios a su alcance para reducir

al máximo los efectos de la descarga por situación de emergencia, en coordinación con el prestador de los servicios de saneamiento competentes.

Artículo 31.- Procedimiento a seguir en caso de emergencia

31.1. Sin perjuicio de lo establecido en el párrafo 30.1 del artículo 30 del presente Reglamento, en un plazo máximo de dos (2) días calendario de producido el hecho, el UND debe informar por escrito al prestador de los servicios de saneamiento la situación de emergencia ocurrida, señalando su identificación y los siguientes datos:

1. Causas que originaron la situación de emergencia.
2. Hora en que se produjo y duración de la misma.
3. Volumen y características de la descarga.
4. Acciones de mejora adoptadas.
5. Hora y forma en que se comunicó el suceso al prestador de los servicios de saneamiento.

31.2. El prestador de los servicios de saneamiento, previa evaluación de la información remitida por el UND, en un plazo no mayor de dos (2) días calendario de recibida, se encuentra facultado para exonerar del cobro por el pago adicional por exceso de concentración o de la suspensión temporal del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario por las descargas de aguas residuales no domésticas que superen los VMA detallados en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, otorgando como máximo el plazo de tres (3) días calendario, contados desde la comunicación del pronunciamiento efectuado por los prestadores de los servicios de saneamiento, para reponer su sistema de tratamiento de aguas residuales.

31.3. Sin perjuicio de otras responsabilidades en que pudiera haber incurrido el UND, los costos que realice el prestador de los servicios de saneamiento como producto de las acciones de mejora por las descargas accidentales, son asumidas por el UND, de acuerdo al procedimiento que para dicho fin apruebe la Sunass.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

Primera.- Aprobación de normas Complementarias

En un plazo no mayor de noventa (90) días calendario, contados desde el día siguiente de publicado el presente decreto supremo en el Diario Oficial El Peruano, la Sunass aprueba las normas complementarias necesarias, a fin de adecuarlas a lo dispuesto en el presente Reglamento.

Segunda.- Indicador de Gestión

En cumplimiento de lo dispuesto en la Decimoséptima Disposición Complementaria Final de la Ley Marco, la Sunass en un plazo máximo de ciento veinte (120) días calendario, contados desde el día siguiente de publicado el presente Reglamento en el Diario Oficial El Peruano, aprueba, mediante Resolución de Consejo Directivo, la incorporación del cumplimiento de los VMA como indicador de gestión de las empresas prestadoras de servicios de saneamiento.

Tercera.- Difusión

Corresponde a las entidades con competencias reconocidas en materia de saneamiento efectuar la difusión del presente Reglamento, por los medios más adecuados para su conocimiento y aplicación, debiendo, además, disponer su publicación en sus respectivos Portales Institucionales.

Los prestadores de los servicios de saneamiento, implementan campañas y programas de difusión, a fin de que los UND, adecúen sus descargas a las disposiciones establecidas en el presente Reglamento.

Cuarta.- Capacitación

Los prestadores de los servicios de saneamiento, implementan campañas de capacitación y otras que considere pertinentes, al interior de su organización, para el mejor cumplimiento e implementación de los VMA.

Quinta.- Asistencia Técnica

Sin perjuicio de las funciones que realicen las entidades e instituciones con competencias reconocidas en materia de saneamiento, el Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento (OTASS), en el marco de sus funciones y competencias, brinda asistencia técnica a los prestadores de servicios de saneamiento del ámbito urbano, para el adecuado cumplimiento del presente Reglamento.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS TRANSITORIAS

Primera.- Plazo para el Registro de UND

Los prestadores de los servicios de saneamiento tienen un plazo máximo de un (1) año, contados desde el día siguiente de la publicación del presente Reglamento en el Diario Oficial El Peruano, para registrar y/o actualizar a la totalidad de sus UND que se encuentren dentro de su ámbito de responsabilidad.

Segunda.- Implementación del punto de toma de muestra del UND

Los prestadores de los servicios de saneamiento, en un plazo no mayor de dos (2) años, contados a partir del día siguiente de publicado el presente Reglamento en el Diario Oficial El Peruano, realizan las acciones necesarias para implementar, bajo responsabilidad, que todos los UND cuenten con una caja de registro o dispositivo similar como conexión domiciliaria en la parte externa de su predio, acorde con las características y especificaciones técnicas establecidas en la normativa sectorial.

Tercera.- Procedimiento para identificar y determinar el punto de toma de muestra temporal del UND

En tanto se implemente la instalación del punto de toma de muestra o conexión domiciliaria mencionada en la Segunda Disposición Complementaria Transitoria, a efectos de aplicar lo dispuesto en el presente Reglamento, los prestadores de los servicios de saneamiento, identifican y determinan el punto de toma de muestra temporal del UND, el cual en todos los casos debe estar ubicado antes de la red de alcantarillado sanitario. Para dicho fin, se debe cumplir con el procedimiento siguiente:

1. El prestador de los servicios de saneamiento, notifica al UND, precisando el día y hora en que se lleva a cabo la visita a sus instalaciones, a fin de realizar la verificación y determinación del punto de toma de muestra temporal, el cual puede contar con la presencia del UND o su representante, persona encargada o con la persona que se encuentre en las instalaciones. Dicha notificación se realiza con cinco (5) días previos a la inspección a las instalaciones del UND.

2. El prestador de los servicios de saneamiento se apersona a las instalaciones del UND a efectos de proceder con lo señalado en el numeral precedente, previa verificación de que la notificación realizada al UND, cumple con las disposiciones establecidas en el artículo 21 del Texto Único Ordenado de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General (TUO de la Ley N° 27444), aprobado por el Decreto Supremo N° 006-2017-JUS, para lo cual procede a levantar el Acta de inspección, según el formato aprobado en el Anexo N° 3 del presente Reglamento.

3. Durante la diligencia, el personal del prestador de los servicios de saneamiento solicita, bajo responsabilidad, al UND o su representante, la presentación del diagrama de flujo y balance hídrico a aquellos UND cuyos volúmenes y concentraciones de descarga de aguas residuales no domésticas afecten significativamente el sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales. La no presentación de la documentación antes mencionada no invalida la diligencia ni el Acta de inspección. Sin perjuicio de ello, el prestador de los servicios de saneamiento, puede otorgar un plazo máximo de treinta (30) días hábiles, a partir del día siguiente de realizada la diligencia, a efectos que el UND cumpla con presentarlos. El incumplimiento de este plazo determina la suspensión temporal establecida en el artículo 15 del presente Reglamento.

4. En el Acta de inspección debe constar la determinación del punto de toma de muestra temporal. La suscripción del Acta por parte del UND o su representante no es obligatoria, por lo que si este se niega a suscribirla, no la invalida, sin perjuicio de que consigne dicha circunstancia en el Acta. Una copia del Acta debe ser entregada al UND o su representante.

5. Si el UND o su representante no permite el ingreso a sus instalaciones u obstaculiza las labores del personal del prestador de los servicios de saneamiento debidamente identificado, este procede a consignar dicha circunstancia en el Acta de inspección, y a suspender temporalmente el servicio de agua potable y alcantarillado sanitario, hasta la efectiva realización de la inspección. El Acta de inspección es notificada al UND o su representante en el momento de la diligencia, cumpliendo con las disposiciones establecidas en los párrafos 21.1, 21.3 y 21.4 del artículo 21 del TUO de la Ley N° 27444.

6. Suspendidos temporalmente los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, el prestador de los servicios de saneamiento reprograma la visita a las instalaciones del UND, a solicitud de este, para lo cual debe restablecer los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, de acuerdo a las disposiciones que para dicho fin apruebe la Sunass.

ANEXO N° 1

PARÁMETRO	UNIDAD	SIMBOLOGÍA	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	DBO ₅	500
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	DQO	1000
Sólidos Suspendedos Totales	mg/l	S.S.T.	500
Aceites y Grasas	mg/l	A y G	100

ANEXO N° 2

PARÁMETRO	UNIDAD	SIMBOLOGÍA	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
Níquel	mg/l	Ni	4
Plomo	mg/l	Pb	0.5
Sulfatos	mg/l	SO ₄ ²⁻	1000
Sulfuros	mg/l	S ²⁻	5
Zinc	mg/l	Zn	10
Nitrógeno Amoniacoal	mg/l	NH ⁺	80
Potencial Hidrógeno	unidad	pH	6-9
Sólidos Sedimentables	ml/h	S.S.	8.5
Temperatura	°C	T	<35

(1) La aplicación de estos parámetros a cada actividad económica por procesos productivos, es la precisada en el presente Reglamento tomando como referencia el código CIU. Aquellas actividades que no estén incluidas en este código, deben cumplir con los parámetros indicados en el presente Anexo. Los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, son determinados a partir del análisis de muestras puntuales.

(2) Las concentraciones de los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 deben ser determinadas a partir del análisis de muestras puntuales.

Anexo 3: Galería Fotográfica



Instalaciones del Camal Municipal de Cajamarca.



Instalaciones del Camal Municipal de Cajamarca.

“INFLUENCIA DE UN FILTRO A BASE DE CASCARILLA DE ARROZ Y ASERRIN EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CAMAL MUNICIPAL DE CAJAMARCA”



Toma de muestras





Instalación de filtro





Toma de muestras post filtro