



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA, OPERACIÓN
Y MANTENIMIENTO DE TANQUES IMHOFF DE LA
PROVINCIA DE CAJAMARCA, 2016

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Escalante Robles, Erik Brandon
Ruiz Briones, Edwar Giovanni

Asesor:

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga

Cajamarca – Perú
2016

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por los Bachilleres **ERIK BRANDON ESCALANTE ROBLES** y **EDWAR GIOVANNY RUIZ BRIONES**, denominada:

“EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE TANQUES IMHOFF DE LA PROVINCIA DE CAJAMARCA, 2016”

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
ASESOR

Mg. Ing. María Salomé De la Torre Ramírez
JURADO
PRESIDENTE

Ing. Roger Cerquín Quispe
JURADO
SECRETARIO

Ing. Irene Ravines Azañero
JURADO
VOCAL

DEDICATORIA

A mis padres por haber estado presentes en cada etapa de mi formación universitaria y brindarme todo su apoyo durante este tiempo.

Erik.

Dedico el presente trabajo de investigación a mis padres y hermanos que de una u otra manera me apoyaron moralmente para seguir adelante en este nuevo proyecto de mi vida.

Edwar

AGRADECIMIENTO

A Dios por darnos la vida y los momentos gratos junto a nuestros seres queridos.

A nuestra familia, por ser un ejemplo de vida y de formación dando lo mejor para cada uno de nosotros inculcándonos valores y buenas costumbres.

A la Universidad Privada Del Norte por brindarnos todo lo necesario para la formación de profesionales y culminación de la carrera de ingeniería civil. Y a la vez motivándonos a velar por las necesidades de la población y resolver problemas en el entorno social.

A nuestro asesor el Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga, por su disposición y tiempo en el asesoramiento brindado por los consejos para una buena investigación y sobre todo por darnos su apoyo para la culminación de nuestra investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TESIS	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS	V
ÍNDICE DE GRAFICOS	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad problemática.....	1
1.2. Formulación del problema	3
1.3. Justificación.....	4
1.4. Objetivos	4
1.5.1. Objetivo General.....	4
1.5.2. Objetivos Específicos.....	4
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes	5
2.2. Bases Teóricas.....	6
2.3. Definición de términos básicos	19
CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS	21
3.1. Formulación de la hipótesis	21
3.2. Operacionalización de variables.....	21
CAPÍTULO 4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	24
4.1. Tipo de investigación.....	24
4.2. Material.	24
4.2.1. Unidad de estudio.....	24
4.2.2. Población.....	24
4.2.3. Muestra.....	24
4.3. Métodos.	25
4.3.1. Técnicas de recolección de datos y análisis de datos	25
4.3.2. Procedimientos	26
CAPÍTULO 5. DESARROLLO.....	27
CAPÍTULO 6. RESULTADOS	36

CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN.....	114
CONCLUSIONES	162
RECOMENDACION	164
REFERENCIAS.....	165
ANEXOS.....	167

ÍNDICE DE GRÁFICOS

FORMATO N° 1

INFRAESTRUCTURA

GRÁFICO N° 1: Cámara de sedimentación.....	36
GRÁFICO N° 2: Unidad de cribado	37
GRÁFICO N° 3: Paredes y muros	38
GRÁFICO N° 4: Techo del lecho de secado.....	39
GRÁFICO N° 5: Tubería del lecho de secado	40
GRÁFICO N° 6: Salpicador	41
GRÁFICO N° 7: Cámara de digestión de lodos	42
GRÁFICO N° 8: Tubería de salida.....	43
GRÁFICO N° 9: Techo de tanque	44
GRÁFICO N° 10: Area de ventilación y acumulación de natas.....	45
GRÁFICO N° 11: Tubería de ventilación	46
GRÁFICO N° 12: Borde libre a la superficie	47
GRÁFICO N° 13: Tubería de remoción de lodos	48
GRÁFICO N° 14: Lecho de secado	49
GRÁFICO N° 15: Material de lecho de secado.....	50
GRÁFICO N° 16: Drenes.....	51

OPERACIÓN

GRÁFICO N° 17: Control de espuma en la zona de ventilación	52
GRÁFICO N° 18: Temperatura de medio ambiente en condiciones de digestión	53
GRÁFICO N° 19: Operación de lodos	54
GRÁFICO N° 20: Drenaje de lodos	55
GRÁFICO N° 21: Disposición de lodos al medio ambiente.....	56
GRÁFICO N° 22: Operación de lecho de secado	57
GRÁFICO N° 23: Control de área adyacente y sobre el cual se encuentra el tanque Imhoff	58
GRÁFICO N° 24: Control de emanación de olores desagradables.....	59
GRÁFICO N° 25: Válvula y tubo de extracción de lodos.....	60
GRÁFICO N° 26: Tubería de ingreso	61
GRÁFICO N° 27: Tubería de drenaje	62
GRÁFICO N° 28: Tubería de salida.....	63

GRÁFICO N° 29: Tubería de recolección	64
GRÁFICO N° 30: Accesorios y válvulas del tanque Imhoff	65
GRÁFICO N° 31: Registro completo y exacto de todos los acontecimientos relacionados con la operación.....	66

MANTENIMIENTO

GRÁFICO N° 32: Limpieza de superficie de agua del sedimentador	67
GRÁFICO N° 33: Limpieza de paredes de concreto y superficies metálicas	68
GRÁFICO N° 34: Limpieza de las estructuras de entrada y salida.....	69
GRÁFICO N° 35: Limpieza de zona de ventilación de la cámara de digestión	70
GRÁFICO N° 36: Limpieza de lecho de secado	71
GRÁFICO N° 37: Limpieza del perímetro del tanque.....	72
GRÁFICO N° 38: Reemplazo de capa de arena en el lecho de secado	73
GRÁFICO N° 39: Superficie lebre de objetos flotantes en el tanque Imhoff.....	74
GRÁFICO N° 40: Disposición adecuada de desechos retenidos.....	75
GRÁFICO N° 41: Conductos	76
GRÁFICO N° 42: Canales	77
GRÁFICO N° 43: Pintura externa	78
GRÁFICO N° 44: EPP del operador	79
GRÁFICO N° 45: Mantenimiento de válvula	80
GRÁFICO N° 46: Instrumentos, herramientas y equipos necesarios.....	81
GRÁFICO N° 47: Accesorios del tanque Imhoff	82
GRÁFICO N° 48: Registro completo y exacto de todos los acontecimientos relacionados con el mantenimiento.....	83

FORMATO N° 2

ENCUESTA DE EVALUACION AL OPERADOR

GRÁFICO N° 49: ¿Limpia la cámara de rejillas diariamente?	84
GRÁFICO N° 50: ¿Se controla el caudal de entrada y salida de la planta?	85
GRÁFICO N° 51: ¿Retira el material flotante que pudiera estar presente en la superficie del tanque Imhoff?	86
GRÁFICO N° 52: ¿Limpia la ranura del compartimiento de sedimentación con una rastra de cadenas?	87
GRÁFICO N° 53: ¿Logra evitar las formaciones de espuma?	87
GRÁFICO N° 54: ¿Dispone adecuadamente los desechos retenidos en la cámara de rejillas y los retenidos de la superficie del tanque Imhoff?	88

GRÁFICO N° 55: ¿Maneja reportes, registros, otros de las características de las aguas residuales?.....	89
GRÁFICO N° 56: ¿Drena periódicamente el lodo del tanque imhoff hacia los lechos de secado?	90
GRÁFICO N° 57: ¿La descarga de lodos lo hace mediante una bomba y mangueras? ..	91
GRÁFICO N° 58: ¿Cuándo se realiza las descargas de los lodos toma la temperatura del material que está escurriendo?	91
GRÁFICO N° 59: ¿Escarifica ña superficie de area antes de la adición de lodos?.....	92
GRÁFICO N° 60: ¿En caso de contar con dos unidades de sedimentador cambia el flujo?	93
GRÁFICO N° 61: ¿Inspecciona todos los días el buen funcionamiento del proceso de distribución de las aguas resicuales crudas a cada uno de los compartimientos del tanque Imhoff	94
GRÁFICO N° 62: ¿Supervisa constantemente los accesorios que conforman el tanque Imhoff?	95
GRÁFICO N° 63: ¿limpia y raspa las paredes del tanque Imhoff?.....	96
GRÁFICO N° 64: ¿Recibe capacitaciones durante su periodo de trabajo?	97
GRÁFICO N° 65: ¿Ejecuta otras actividades que le ordene su superiores?	98

FORMATO N° 3

ENCUESTA DE PERCEPCION AL POBLADOR

GRÁFICO N° 66: ¿Su domicilio cuenta con conexión domiciliaria a la red publica de alcantarillado?.....	99
GRÁFICO N° 67: ¿Ha sido capacitado en el buen uso de su inodoro?	100
GRÁFICO N° 68: ¿Sabe donde desemboca las aguas de la red pública de alcantarillado?	101
GRÁFICO N° 69: ¿Tiene conocimiento donde se ubica el tanque imhoff?	102
GRÁFICO N° 70: ¿Sabe si el tanque Imhoff funciona correctamente?	103
GRÁFICO N° 71: ¿Recibe información sobre educación sanitaria y prácticas de higiene?	104
GRÁFICO N° 742: ¿Conoce que tipos de organización comunal es la encargada del sistema de saneamiento?.....	105
GRÁFICO N° 73: ¿Tiene conocimiento si existe una persona capacitada para el matenimiento del tanque Imhoff?	106
GRÁFICO N° 74: ¿Considera que es importante el sistema de alcantarillado?	107

GRÁFICO N° 75: ¿Sabe que tiene que pagar por el servicio de alcantarillado? 108

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: Valores de temperatura y tiempo de digestión.....	8
TABLA N° 2: Valores de temperatura y factor de capacidad relativa	8
TABLA N° 3: Composición de aguas residuales	12
TABLA N° 4: Clasificación de microorganismos	15
TABLA N° 5: Escala de Likert.....	19

FORMATO N° 2

ENCUESTA DE EVALUACION AL OPERADOR

TABLA N° 6: ¿Limpia la cámara de rejillas diariamente?	84
TABLA N° 7: ¿Se controla el caudal de entrada y salida de la planta?.....	85
TABLA N° 8: ¿Retira el material flotante que pudiera estar presente en la superficie del tanque Imhoff?	85
TABLA N° 9: ¿Limpia la ranura del compartimiento de sedimentación con una rastra de cadenas?	86
TABLA N° 10: ¿Logra evitar las formaciones de espuma?	87
TABLA N° 11: ¿Dispone adecuadamente los desechos retenidos en la cámara de rejillas y los retenidos de la superficie del tanque Imhoff?	88
TABLA N° 12: ¿Maneja reportes, registros, otros de las características de las aguas residuales?.....	89
TABLA N° 13: ¿Drena periódicamente el lodo del tanque Imhoff hacia los lechos de secado?	90
TABLA N° 14: ¿La descarga de lodos lo hace mediante una bomba y mangueras?	90
TABLA N° 15: ¿Cuándo se realiza las descargas de los lodos toma la temperatura del material que está escurriendo?	91
TABLA N° 16: ¿Escarifica la superficie de arena antes de la adición de lodos?.....	92
TABLA N° 17: ¿En caso de contar con dos unidades de sedimentador cambia el flujo?	93
TABLA N° 18: ¿Inspecciona todos los días el buen funcionamiento del proceso de distribución de las aguas residuales crudas a cada uno de los compartimientos del tanque Imhoff.....	94
TABLA N° 19: ¿Supervisa constantemente los accesorios que conforman el tanque Imhoff?	95

TABLA N° 20: ¿limpia y raspa las paredes del tanque Imhoff?.....	96
TABLA N° 21: ¿Recibe capacitaciones durante su periodo de trabajo?	96
TABLA N° 22: ¿Ejecuta otras actividades que le ordene su superiores?.....	97

FORMATO N° 3

ENCUESTA DE PERCEPCION AL POBLADOR

TABLA N° 23: ¿Su domicilio cuenta con conexión domiciliaria a la red publica de alcantarillado?	98
TABLA N° 24: ¿Ha sido capacitado en el buen uso de su inodoro?	99
TABLA N° 25: ¿Sabe donde desemboca las aguas de la red pública de alcantarillado?	100
TABLA N° 26: ¿Tiene conocimiento donde se ubica el tanque imhoff?	101
TABLA N° 27: ¿Sabe si el tanque Imhoff funciona correctamente?	102
TABLA N° 28: ¿Recibe información sobre educación sanitaria y prácticas de higiene?	103
TABLA N° 29: ¿Conoce que tipos de organización comunal es la encargada del sistema de saneamiento?.....	104
TABLA N° 30: ¿Tiene conocimiento si existe una persona capacitada para el mantenimiento del tanque Imhoff?.....	105
TABLA N° 31: ¿Considera que es importante el sistema de alcantarillado?	106
TABLA N° 32: ¿Sabe que tiene que pagar por el servicio de alcantarillado?.....	107

RESUMEN

La presente investigación refiere la evaluación de la infraestructura, operación y mantenimiento de tanques Imhoff de la provincia de Cajamarca, 2016. El propósito de la presente investigación consiste en conocer el estado actual de los tanques Imhoff de la provincia de Cajamarca. Se realizaron tres formatos, el primer formato referido a la evaluación del tanque Imhoff con respecto a la infraestructura, operación y mantenimiento, el segundo formato referido a la encuesta de evaluación al operador del tanque Imhoff y el tercer formato referido a la encuesta de percepción de la población. Para medir el primer formato en cada pregunta fue medido por la escala de Likert: 5. muy bueno 4. bueno 3. regular 2. mala y 1. muy mala. Para el segundo y tercer formato se empleó unas encuestas de percepción tanto a los operadores de los tanques Imhoff y pobladores de la zona en que se encuentra cada tanque Imhoff evaluado, llegando a determinar la deficiencia de los tanques Imhoff evaluados, según cuadro adjunto:

TANQUE IMHOFF	RESULTADO	MAGNITUD
LLACANORA	63%	Eficiencia alta
OTUZCO	37%	Eficiencia baja
JESUS	37%	Eficiencia baja
ENCAÑADA	33%	Eficiencia baja
BAÑOS DEL INCA	27%	Eficiencia baja
HUAYRAPONGO	34%	Eficiencia baja
MAGDALENA	68%	Eficiencia alta
SAN JUAN	30%	Eficiencia baja
NAMORA	41%	Eficiencia moderada
MATARA	68%	Eficiencia alta

En cuanto al operador los tanques Imhoff que cuenta con personal encargado de la operación y mantenimiento son Magdalena, Llacanora y Matara, los cuales no solo cumplen tareas de la operación y mantenimiento del tanque sino también realizan otras tareas de la municipalidad, mientras en los demás tanques Imhoff no cuentan con personal encargado de dichas funciones, en el caso de la percepción de los pobladores ellos manifiestan que no están enterados ni de las características ni de las funciones de los tanques Imhoff, viéndose reflejado en los resultados de las encuestas aplicadas.

ABSTRACT

The present investigation refers to the evaluation of the infrastructure, operation and maintenance of Imhoff tanks in the province of Cajamarca, 2016. The purpose of this research is to know the current status of Imhoff tanks in the province of Cajamarca. Three formats were made, the first format referred to the evaluation of the Imhoff tank with respect to infrastructure, operation and maintenance, the second format referred to the evaluation survey to the Imhoff tank operator and the third format referred to the perception survey of the population. To measure the first format in each question was measured by the Likert scale: 5. very good 4. Good 3. Fair 2. Bad and 1. very bad. For the second and third format, a perception survey was used for the operators of the Imhoff tanks and residents of the area in which each Imhoff tank was evaluated, leading to determine the deficiency of the evaluated Imhoff tanks, according to the following table:

TANQUE IMHOFF	RESULTADO	MAGNITUD
LLACANORA	63%	High efficiency
OTUZCO	37%	Low efficiency
JESUS	37%	Low efficiency
ENCAÑADA	33%	Low efficiency
BAÑOS DEL INCA	27%	Low efficiency
HUAYRAPONGO	34%	Low efficiency
MAGDALENA	68%	High efficiency
SAN JUAN	30%	Low efficiency
NAMORA	41%	Moderate efficiency
MATARA	68%	High efficiency

As for the operator, the Imhoff tanks that have personnel in charge of the operation and maintenance are Magdalena, Llacanora and Matara, which not only fulfill tasks of the operation and maintenance of the tank but also perform other tasks of the municipality, while in the rest Imhoff tanks do not have personnel in charge of these functions, in the case of the perception of the inhabitants, they state that they are not aware of the characteristics or functions of the Imhoff tanks, and this is reflected in the results of the surveys applied.

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

De acuerdo al Banco Mundial, más de 300 millones de habitantes de ciudades en Latinoamérica producen 225,000 toneladas de residuos sólidos cada día. Sin embargo, menos del 5% de las aguas de alcantarillado de las ciudades reciben tratamiento. Con la ausencia de tratamiento, las aguas negras son por lo general vertidas en aguas superficiales, creando un riesgo obvio para la salud humana, la ecología y los animales. En Latinoamérica, muchas corrientes son receptoras de descargas directas de residuos domésticos e industriales. La contaminación del suelo ocurre tanto en áreas urbanas como rurales. Conteniendo 40% de las especies tropicales de plantas y animales del mundo y 36% de las especies cultivadas de alimentos y productos industriales, la región presenta intenso interés en la preservación y protección del medio ambiente, sin mencionar una preocupación por la salud humana (Reynolds, 2002).

Figura N° 1: representación impacto ambiental por causa de aguas residuales



Fuente: Kadico, 2014.

Esa es una realidad cada vez más cierta para Latinoamérica donde tres cuartas partes de las aguas fecales o residuales vuelven a los ríos y otras fuentes hídricas, creando un serio problema de salud pública y para el medio ambiente, según advierten expertos del Banco Mundial. El problema es especialmente preocupante en una región como la latinoamericana, donde el 80% de la población vive en ciudades, y una gran

parte en asentamientos cercanos a fuentes contaminadas. También hay serias implicaciones ecológicas. Latinoamérica es una de las regiones más biodiversas del mundo y es dueña nada menos que de un tercio de las fuentes de agua del mundo. La contaminación del agua atenta contra ese orden (Ojea, 2013).

Hay sobrecarga de aguas residuales en las plantas de tratamiento cuya infraestructura es insuficiente, lo cual origina que los efluentes tratados excedan los límites máximos permisibles (LMP) y no se cumplan con los estándares de calidad ambiental (ECA). Esto genera problemas ambientales como la contaminación de los cuerpos de agua y la generación de malos olores que causan conflictos con la población (OEFA, 2014).

Figura N° 2: Fiscalización de aguas residuales en el Perú



Fuente: OEFA, 2016.

La disposición de aguas residuales sin tratamiento alguno y las aguas residuales tratadas inadecuadamente contaminan los cuerpos de agua natural. A su vez, por infiltración en el subsuelo contaminan las aguas subterráneas, por lo que se convierten en focos infecciosos para la salud de las poblaciones, así como para la flora y fauna del lugar (Cárdenas, 2008).

Las EPS de Saneamiento u otras entidades similares, captan el agua de cuerpos receptores como ríos, lagos, manantiales, pozos subterráneos, y les brindan un tratamiento con la finalidad de hacerlas aptas para consumo humano (Andrade, 2011).

El agua para consumo humano es empleada para el desarrollo de actividades domésticas, comerciales e industriales, que terminan generando aguas residuales

municipales. Estas últimas son vertidas a la red de alcantarillado de las EPS Saneamiento u otras similares. Las aguas residuales que no son descargadas a una red de alcantarillado se vierten sin tratamiento a los cuerpos de agua naturales, terrenos baldíos o son utilizadas para el riego de cultivos (OEFA, 2014).

Parte de las aguas descargadas a la red de alcantarillado es derivada a las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) para su tratamiento, empleando diversas tecnologías como: lagunas facultativas, lagunas aireadas, lodos activados o filtros percoladores, tanques Imhoff, entre otros. Posteriormente, estas aguas tratadas son empleadas para el riego de cultivos, áreas verdes, piscicultura o vertidas a cuerpos de agua natural. Las aguas residuales descargadas a la red de alcantarillado que no son derivadas a las PTAR son vertidas sin ningún tratamiento a los cuerpos de agua natural, terrenos baldíos, o son empleadas en prácticas inadecuadas como riego de cultivos, lo que representa un riesgo para la salud y el ambiente (Vega, 2007).

Las plantas de tratamiento de aguas residuales se construyen con el propósito de proteger el ambiente y la salud, por consiguiente, su impacto ambiental debería ser positivo. Sin embargo, al hacer el análisis de este impacto, debe considerarse la posibilidad de que se presenten aspectos negativos a consecuencia de la operación y mantenimiento de plantas y sistemas de tratamiento (Suematsu, 1995).

En Cajamarca en los últimos años, se han construido tanques Imhoff como tecnologías para el tratamiento primario de aguas residuales, mayormente en capitales distritales y en provincias. No se tiene información sobre la infraestructura, operación y mantenimiento que permita tomar decisiones respecto del tratamiento de aguas residuales en dichos ámbitos en término de medida preventiva y correctiva en el funcionamiento; esto hace factible el presente trabajo de investigación.

1.2. Formulación del problema

El problema de investigación se plantea mediante la siguiente pregunta.

¿Cuál es el nivel de eficiencia de la infraestructura, operación y mantenimiento de tanques Imhoff de la provincia de Cajamarca, 2016?

1.3. Justificación

Este estudio se justifica por lo siguiente:

No existe un trabajo de investigación local sobre la mejora del servicio del tratamiento de aguas residuales referente a la evaluación de la infraestructura, operación y mantenimiento de los tanques Imhoff de la provincia de Cajamarca 2016.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Evaluar la infraestructura, operación y mantenimiento de tanques Imhoff de la provincia de Cajamarca, 2016.

1.4.2. Objetivos Específicos

1. Evaluar la infraestructura de los tanques Imhoff que han sido construidos en la provincia de Cajamarca.
2. Evaluar las acciones de operación y mantenimiento ejecutadas por los prestadores.

CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Arce Jáuregui, 2013, en su investigación de tesis “Urbanizaciones sostenibles: descentralización del tratamiento de aguas residuales residenciales” nos indica que en el caso de la operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento el tema es bastante crítico, debido a que el 65% del agua residual es enviada a los 31 receptores sin previo tratamiento (SUNASS, 2008). Esto es resultado de las plantas de tratamiento descuidadas, es decir, las tecnologías del tratamiento no pueden desempeñarse al 100%. Si las EPS serían conscientes de la importancia que le dan a sus plantas, entonces plantearían soluciones de tecnologías con menos mantenimiento u operatividad. A pesar de eso, las EPS solo buscan generar ahorro en la inversión de construcción de las plantas sin darse cuenta de los gastos operativos.

Gonzales y Ocaña, 2010 llevaron a cabo una investigación sobre: “Evaluación técnica de un tanque Imhoff para el tratamiento de aguas residuales en centro, tabasco” quienes concluyeron que la mala operación y la falta de mantenimiento son los principales responsables que una planta haya reducido su capacidad hidráulica de diseño. Por lo tanto se presenta el corto circuito y el sistema no cumple con el tiempo de retención mínima necesario para que los microorganismos cumplan con la acción de depuración del agua del sistema.

VILLAROEL CÁRDENAS, 2012, en su trabajo de investigación denominado “Tratamiento de aguas residuales domésticas mediante humedales artificiales en la comunidad de Rumichaca”, Diseñó un sistema de tratamiento de aguas residuales con tecnologías apropiadas de fácil control, operación y mantenimiento; que permita reducir el nivel de contaminantes y garantice su reúso para el riego de vegetales, bebida de animales y que no represente riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente de la Comunidad de Rumichaca. Y a la vez tuvo que:

- Diseñar los componentes en la etapa de Pre tratamiento como: Captación, cribado, parshall, desarenador y trampa de grasas.
- Diseñar los componentes en la etapa de Tratamiento Primario: tanque Imhoff, lecho de secado, gradas de aireación, caja de distribución de caudales.

- Diseñar los componentes en la etapa de tratamiento secundario: humedales artificiales (biofiltros).

2.2. Bases Teóricas

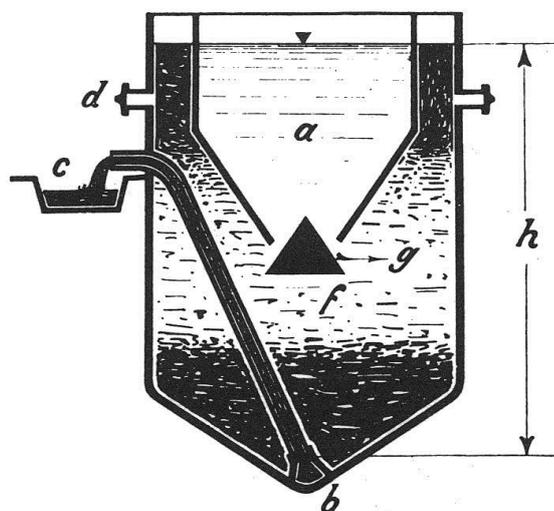
TANQUE IMHOFF

El tanque Imhoff es un tipo de tanque de doble función recepción y procesamiento para aguas residuales. Pueden verse tanques Imhoff en muchas formas, rectangulares y hasta circulares, pero siempre disponen de una cámara o cámaras superiores por las que pasan las aguas negras en su período de sedimentación, además de otra cámara inferior donde la materia recibida por gravedad permanece en condiciones tranquilas para su digestión anaeróbica (Cárdenas, 2008).

FUNCIONAMIENTO

El agua que llega por el alcantarillado entra en la cámara **a** (ver diagrama adjunto) los sólidos van descendiendo lentamente y llegan al espacio **f**. En el espacio **f** se producen reacciones anaerobias, es decir sin la intervención del oxígeno. Los fangos se depositan en la parte baja del espacio **f** donde permanecen unos treinta días, más o menos, o hasta que sean bien digeridos y son retirados periódicamente por medio del tubo inclinado **b-c** y llevados a las piletas de secado de lodos. El agua sale a través de las salidas **d** y pasan a la siguiente etapa del tratamiento (Andrade, 2011).

Figura: diagrama de partes del tanque Imhoff



Fuente: Emscherbrunnen, erfunden 1907.

Tratamiento Primario

Según norma OS.090 2006, El objetivo del tratamiento primario es la remoción de sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables, para disminuir la carga en el tratamiento biológico. Los sólidos removidos en el proceso tienen que ser procesados antes de su disposición final.

Los procesos del tratamiento primario para las aguas residuales pueden ser: tanques Imhoff, tanques de sedimentación y tanques de flotación.

Tanques Imhoff

Según norma OS.090 2006, Son tanques de sedimentación primaria en los cuales se incorpora la digestión de lodos en un compartimiento localizado en la parte inferior

Para el diseño de la zona de sedimentación se utilizará los siguientes criterios:

- a. El área requerida para el proceso se determinará con una carga superficial de $1 \text{ m}^3 / \text{m}^2 / \text{h}$, calculado en base al caudal medio.
- b. El período de retención nominal será de 1,5 a 2,5 horas. La profundidad será el producto de la carga superficial y el período de retención.
- c. El fondo del tanque será de sección transversal en forma de V y la pendiente de los lados, con respecto al eje horizontal, tendrá entre 50 y 60 grados.
- d. En la arista central se dejará una abertura para el paso de sólidos de 0,15 m a 0,20 m. Uno de los lados deberá prolongarse de modo que impida el paso de gases hacia el sedimentador; esta prolongación deberá tener una proyección horizontal de 0,15 a 0,20 m.
- e. El borde libre tendrá un valor mínimo de 0,30m.
- f. Las estructuras de entrada y salida, así como otros parámetros de diseño, serán los mismos que para los sedimentadores rectangulares convencionales.

Según norma OS.090 2006, Para el diseño del compartimiento de almacenamiento y digestión de lodos (zona de digestión) se tendrá en cuenta los siguientes criterios:

- El volumen de lodos se determinará considerando la reducción de 50% de sólidos volátiles, con una densidad de 1,05 kg/l y un contenido promedio de sólidos de 12,5% (al peso). El compartimiento será dimensionado para almacenar los lodos

durante el proceso de digestión de acuerdo a la temperatura. Se usarán los siguientes valores:

Tabla N° 1: Valores de temperatura y tiempo de digestión

TEMPERATURA (°C)	TIEMPO DE DIGESTIÓN (DIAS)
5	110
10	76
15	55
20	40
≥25	30

Fuente: Norma OS.090, 2006

Según norma OS.090 2006, Alternativamente se determinará el volumen del compartimiento de lodos considerando un volumen de 70 litros por habitante para la temperatura de 15°C. Para otras temperaturas este volumen unitario se debe multiplicar por un factor de capacidad relativa de acuerdo a los valores de la siguiente tabla:

Tabla N° 2: Valores de temperatura y factor de capacidad relativa

TEMPERATURA (°C)	FACTOR DE CAPACIDAD RELATIVA
5	2,0
10	1,4
15	1,0
20	0,7
≥25	0,5

Fuente: Norma OS.090, 2006

Según norma OS.090 2006, la altura máxima de lodos deberá estar 0,50 m por debajo del fondo del sedimentador.

El fondo del compartimiento tendrá la forma de un tronco de pirámide, cuyas paredes tendrán una inclinación de 15° a 30° con respecto a la horizontal.

Para el diseño de la superficie libre entre las paredes del digestor y las del sedimentador (zona de espumas) se seguirán los siguientes criterios:

- a) El espaciamiento libre será de 1,00 m como mínimo.
- b) La superficie libre total será por lo menos 30% de la superficie total del tanque.

Según norma OS.090 2006, Las facilidades para la remoción de lodos digeridos deben ser diseñadas en forma similar los sedimentadores primarios, considerando que los lodos son retirados para secado en forma intermitente. Para el efecto se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones.

- a) El diámetro mínimo de las tuberías de remoción de lodos será de 200 mm.
- b) La tubería de remoción de lodos debe estar 15 cm por encima del fondo del tanque.
- c) Para la remoción hidráulica del lodo se requiere por lo menos una carga hidráulica de 1,80 m.

Ventajas

- Contribuye a la digestión de lodo, mejor que en un tanque séptico, produciendo un líquido residual de mejores características.
- No descargan lodo en el líquido efluente, salvo en casos excepcionales.
- El lodo se seca y se evacúa con más facilidad que el precedente de los tanques sépticos, esto se debe a que contiene de 90 a 95% de humedad.
- Las aguas servidas que se introducen en los tanques Imhoff, no necesitan tratamiento preliminar, salvo el paso por una criba gruesa y la separación de las arenillas.
- El tiempo de retención de estas unidades es menor en comparación con las lagunas.
- Tiene un bajo costo de construcción y operación.
- Para su construcción se necesita poco terreno en comparación con las lagunas de estabilización.
- Son adecuados para ciudades pequeñas y para comunidades donde no se necesite una atención constante y cuidadosa, y el efluente satisfaga ciertos requisitos para evitar la contaminación de las corrientes (OPS, 2005).

Desventajas

- Son estructuras profundas (>6m).
- Es difícil su construcción en arena fluida o en roca y deben tomarse precauciones cuando el nivel freático sea alto, para evitar que el tanque pueda flotar o ser desplazado cuando esté vacío.
- El efluente que sale del tanque es de mala calidad orgánica y microbiológica.
- En ocasiones puede causar malos olores, aun cuando su funcionamiento sea correcto (OPS, 2005).

Conocidas las ventajas y desventajas del tanque Imhoff, quedará a criterio del ingeniero encargado del proyecto si es conveniente emplear esta unidad, en la localidad donde se desea tratar las aguas residuales de uso doméstico.

Cabe resaltar que esta alternativa resulta adecuada en caso no se cuente con grandes áreas de terreno para poder construir un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, como es el caso de las lagunas de estabilización, además de que el tanque Imhoff deberá estar instalado alejado de la población, debido a que produce malos olores (OPS, 2005).

El tanque Imhoff elimina del 40 al 50% de sólidos suspendidos y reduce la DBO de 25 a 35%. Los lodos acumulados en el digestor del tanque Imhoff se extraen periódicamente y se conducen a lechos de secados.

Debido a esta baja remoción de la DBO y coliformes, lo que se recomendaría es enviar el efluente hacia una laguna facultativa para que haya una buena remoción de microorganismos en el efluente (OPS, 2005).

AGUAS RESIDUALES.

Las aguas residuales pueden definirse como las aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias. Según su origen, las aguas residuales resultan de la combinación de líquidos y residuos sólidos transportados por el agua que proviene de residencias, oficinas, edificios comerciales e instituciones, junto con los residuos de las industrias y de actividades agrícolas, así

como de las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que también pueden agregarse eventualmente al agua residual.

CLASIFICACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Según la fuente de generación, las aguas residuales pueden ser clasificadas como:

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

Industriales: son líquidos generados en los procesos industriales. Poseen características específicas, dependiendo del tipo de industria.

Infiltración y caudal adicionales: las aguas de infiltración penetran en el sistema de alcantarillado a través de los empalmes de las tuberías, paredes de las tuberías defectuosas, tuberías de inspección y limpieza, etc. Hay también aguas pluviales, que son descargadas por medio de varias fuentes, como canales, drenajes y colectores de aguas de lluvias.

Pluviales: son agua de lluvia, que descargan grandes cantidades de agua sobre el suelo. Parte de esta agua es drenada y otra escurre por la superficie, arrastrando arena, tierra, hojas y otros residuos que pueden estar sobre el suelo.

CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES

Los constituyentes encontrados en las aguas residuales pueden ser clasificados como: físicos, químicos y biológicos; es importante la caracterización de las aguas residuales para establecer principalmente las cargas orgánicas y de sólidos que transportan, determinar efectos del vertimiento a cuerpos de agua y seleccionar las operaciones y procesos de tratamiento que resultarán más eficaces y económicos (Cites, 2000).

Tabla N° 3: Composición de aguas residuales

DESCRIPCIÓN	CONCETRACIÓN		
	Unidad	Intervalo	Valor típico
Sólidos totales	mg/L	350-1200	700
Sólidos disueltos totales	mg/L	280-850	500
Fijos	mg/L	145-525	300
Volátiles	mg/L	105-325	200
Sólidos suspendidos totales	mg/L	100-350	210
Fijos	mg/L	20-75	55
Volátiles	mg/L	80-275	160
Sólidos sedimentarios	mg/L	5-20	10
Demanda bioquímica de oxígeno a 5 días	mg/L	110-400	210
Carbono orgánico total	mg/L	80-290	160
Demanda química de oxígeno	mg/L	250-1000	500
Nitrógeno total	mg/L	20-85	35
Nitrógeno orgánico	mg/L	8-35	13
Amoníaco libre	mg/L	12-50	22
Nitritos	mg/L	0-0	0
Nitratos	mg/L	0-0	0
Fósforo total	mg/L	4-15	7
Fósforo orgánico	mg/L	1-5	2
Fósforo inorgánico	mg/L	3-10	5
Cloruros	mg/L	30-100	50
Sulfatos	mg/L	20-50	30
Grasas y aceites	mg/L	50-150	90
Coliformes totales	NMP	$10^6 \cdot 10^9$	$10^7 \cdot 10^8$
Coliformes fecales	NMP	$10^3 \cdot 10^7$	$10^4 \cdot 10^5$

FUENTE: Rhamalho, R. 2002.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Las principales características de las aguas residuales son: contenido de sólidos, distribución de partículas por tamaño, turbiedad, color, transmitancia/absorbancia, olor, temperatura, densidad y conductividad (Cites, 2000).

a. Sólidos: Se clasifica toda la materia, excepto el agua contenida en los materiales líquidos, como materia sólida. En aguas residuales la determinación de sólidos es ordinariamente de poco valor, ya que es difícil su significado en forma real y exacta.

La determinación de sólidos suspendidos totales y sólidos suspendidos volátiles es importante para evaluar la concentración del agua residual y para determinar la eficiencia de las unidades de tratamiento; el valor de sólidos sedimentables es básico para establecer la necesidad del diseño de tanques de sedimentación como unidades de tratamiento y para controlar su eficiencia (Romero, 2002).

b. Turbidez: Es la propiedad óptica de una suspensión que hace que la luz sea remitida y no transmitida a través de la suspensión; puede ser ocasionada por una gran variedad de materiales en suspensión que varían en tamaño, desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas, entre otros arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, organismos planctónicos y microorganismos (Rojas, 2002).

Es otro parámetro usado para indicar la calidad de las aguas residuales tratadas con relación al material residual en suspensión coloidal (Cites, 2000).

c. Color: El color en aguas residuales es causado por sólidos suspendidos, material coloidal y sustancias en solución. El color causado por sólidos suspendidos se llama color aparente, mientras que el color causado por sustancias disueltas y coloidales se denomina color verdadero. En forma cualitativa, el color puede ser usado para estimar la condición general del agua residual. Si el color es café claro, el agua residual lleva aproximadamente 6 horas después de su descarga. Un color gris claro es característico de aguas que han sufrido algún grado de descomposición o que han permanecido un tiempo corto en sistemas de recolección. Si el color es gris oscuro o negro, se trata en general de aguas sépticas que han sufrido una fuerte descomposición bacteriana bajo condiciones anaerobias. El oscurecimiento de las aguas residuales se da con frecuencia debido a la formación de varios sulfuros, en particular sulfuro ferroso (FeS) (Cites, 2000).

d. Olor: La determinación de olor es cada vez más importante en la medida en que el público se ha interesado más por la propia operación de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales. El olor de un agua residual fresca es en general inofensivo, pero una gran variedad de compuestos mal olientes son liberados cuando se produce la degradación biológica bajo condiciones anaerobias de las aguas residuales. El principal compuesto de olor indeseable es el sulfuro de hidrógeno (Cites, 2000).

e. Temperatura: La temperatura del agua residual es por lo general mayor que la temperatura del agua para abastecimiento como consecuencia de la incorporación de agua caliente proveniente del uso doméstico e industrial. Es un parámetro muy importante porque afecta directamente las reacciones químicas y las velocidades de reacción, la vida acuática y la adecuación del agua para fines benéficos (Cites, 2000).

f. Conductividad: La conductividad del agua es una expresión numérica de su habilidad para transportar una corriente eléctrica, que depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación. Por tanto, cualquier cambio en la cantidad de sustancias disueltas, en la movilidad de los iones disueltos y en su valencia, implica un cambio, por esta razón el valor de la conductividad se usa mucho en análisis de aguas para obtener un estimativo rápido del contenido de sólidos disueltos (Romero, 2002).

Los constituyentes químicos de las aguas residuales son con frecuencia clasificados en inorgánicos y orgánicos. Los inorgánicos incluyen: a) elementos individuales como: calcio, cloruro, hierro, cromo, y zinc, b) una amplia variedad de compuestos como nitratos y sulfatos. Los constituyentes orgánicos de mayor interés se clasifican en agregados e individuales, los agregados comprenden un número de compuestos que no pueden ser distinguidos en forma separada, de gran interés en el tratamiento, vertimiento y reutilización de aguas residuales al igual que los constituyentes orgánicos específicos (Cites y Tchobanoglous, 2000).

CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

Las características biológicas son muy importantes en el control de enfermedades causadas por microorganismos patógenos y por la importancia que tienen las

bacterias y otros microorganismos que interviene en la descomposición y estabilización de la materia orgánica presente en el agua residual (Cites, 2000).

Los principales grupos de microorganismos presentes tanto en aguas residuales como superficiales se clasifican en organismos eucariotas, bacterias y arqueobacterias, como se muestra en la siguiente tabla: (Metcalf y Eddy, 1995).

Tabla N° 4: Clasificación de microorganismos

Grupo	Estructura celular	Caracterización	Miembros Representativos
Eucariotas	Eucariota(a)	Multicelular con gran diferenciación de las células y el tejido. Unicelular, con escasa o nula diferenciación de tejidos.	Plantas (plantas de semilla, musgos y helechos). Animales (vertebrados e invertebrados). Protistas (algas, hongos y protozoos).
Bacterias	Procariota(b)	Química celular parecida a las eucariotas.	La mayoría de las bacterias.
Arqueobacterias	Procariota(b)	Química celular distintiva.	Metanógenos,, halófitos, termo acidófilos

FUENTE: Metcalf & Eddy, 1995.

a. Organismos Patógenos

Los organismos patógenos que se encuentran en las aguas residuales pueden proceder de desechos humanos que estén infectados o que sean portadores de una

determinada enfermedad. Las principales clases de organismos patógenos presentes en las aguas residuales son: bacterias, virus y protozoarios. Los organismos bacterianos patógenos que pueden ser excretados por el hombre causan enfermedades del aparato intestinal como la fiebre tifoidea, paratifoidea, la disentería, diarrea y cólera. Debido a la alta infecciosidad estos organismos, cada año son responsables de gran número de muertes en países con escasos recursos sanitarios, especialmente en zonas tropicales (Hammeken y Romero, 2005).

b. Organismos Indicadores.

Los organismos patógenos se presentan en las aguas residuales contaminadas en cantidades muy pequeñas, y además, resultan difíciles de aislar y de identificar. Por ello se emplea el organismo coliforme como indicador, puesto que su presencia es más numerosa y fácil de comprobar. El tracto intestinal humano contiene innumerables bacterias conocidas como organismos coliformes, cada humano evacua de 100 000 a 400 000 millones de organismos coliformes cada día. Por ello se puede considerar que la presencia de coliformes puede ser un indicador de la posible presencia de organismos patógenos, y que la ausencia de aquellos es un indicador de que las aguas están libres de organismos que pueden causar enfermedades. Debido a que algunos patógenos pueden estar presentes en el agua aún en ausencia de coliformes, este grupo ya no sería tan buen indicador (Hammeken y Romero, 2005).

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La experiencia demuestra que en los países en vías de desarrollo, uno de los mayores problemas es la selección de la tecnología, la cual debe ser adecuada a las condiciones de la comunidad y a la capacidad operativa de su operador. A veces, se encuentra que la tecnología resulta adecuada, pero que fracasa por una inadecuada operación o mantenimiento, la misma que se ve agravada por la ausencia o insuficiencia de registros, procedimientos inadecuados de manejo de datos, ausencia de informes periódicos o falta de equipamiento de laboratorio.

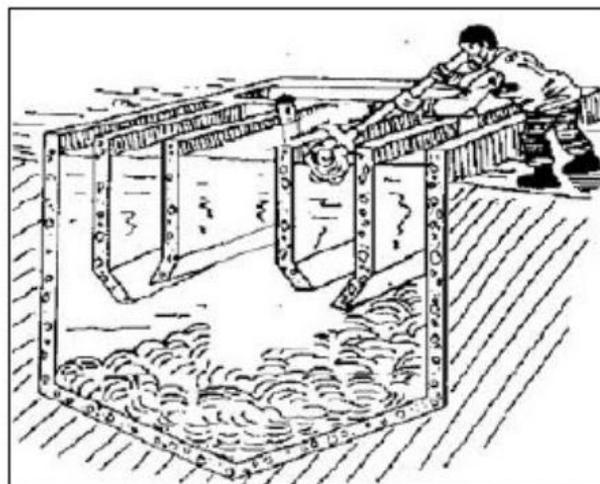
La operación es la forma de realizar o llevar a cabo una labor con el fin que los equipos, procesos u operaciones se realicen de manera correcta para lograr el máximo rendimiento de los mismos (OPS O. P., 2005).

A su vez, el mantenimiento es la labor de reparar o restaurar un equipo, una estructura, un proceso o una operación de tal forma que el rendimiento proyectado o esperado del mismo sea efectivo, seguro y realizado con economía para el bien de la comunidad a la cual se atiende (OPS, 2005).

El mantenimiento puede analizarse dentro de tres tipos básicos:

- **Correctivo:** Son intervenciones no programadas dirigidas a devolver al equipo, estructura, proceso u operación averiada a su estado operacional que tenía antes que el defecto fuera descubierto (OPS, 2005).
- **Preventivo:** Son las intervenciones periódicas de cuidado e inspección programadas para prever la falla y prolongar el funcionamiento adecuado de las obras (OPS, 2005).
- **Predictivo:** Es la sustitución de piezas cuando es posible predecir su falla por antigüedad o condiciones de trabajo (OPS, 2005).

Figura: operación y mantenimiento de tanque Imhoff



Fuente: Gallegos, 2011.

Operador

En general, el público cada vez tiene mayor conciencia acerca de la contaminación del agua y del peligro que ella significa a su salud. Asimismo, reconocen que la lucha contra la contaminación tiene un costo y que ella debe ser pagada a través de la tarifa del servicio que se presta a la comunidad y que en el presente caso, está representado por el servicio de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales. Desde que el dinero para solventar la operación y el mantenimiento del sistema de alcantarillado y de la planta de tratamiento es obtenido por el pago del servicio, el

usuario tiene el derecho a exigir por la satisfacción de sus exigencias. Satisfacer las exigencias de los usuarios demandará a los responsables por la prestación del servicio, el máximo rendimiento y eficiencia del personal encargado de las labores de operación y mantenimiento.

El personal responsable por la operación y el mantenimiento del servicio de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales requiere tener conocimiento sobre diversos temas vinculados con su trabajo para cumplir con las responsabilidades que ella demanda. Estas responsabilidades son: (OPS, 2005).

- Estar completamente familiarizado con la planta de tratamiento de aguas residuales, para lo cual debe conocer:
 - La función de cada una de los procesos que conforma la planta de tratamiento.
 - La capacidad de tratamiento de cada proceso operacional.
 - La forma de evaluar la operación de cada proceso y de la planta de tratamiento.
 - El vínculo entre los diferentes procesos que conforman la planta de tratamiento.

- Estar completamente familiarizado con la teoría y la práctica de los procesos operacionales de la planta de tratamiento y de otros tipos de plantas mayores.
- Estar familiarizado con las características de las aguas residuales a ser tratadas incluyendo las variaciones del caudal, cargas orgánicas y de sólidos, etc.
- Estar familiarizado con los procesos de mantenimiento, teniendo en mente que es imposible realizar una buena operación sino existe un buen mantenimiento.
- Estar familiarizado y ser consciente de la importancia de su trabajo en la conservación del medio ambiente y de la salud de la población en general.
- Estar familiarizado con los dispositivos legales.

Escala de LIKERT

El indicador de satisfacción, es el cociente entre la percepción y la expectativa, para alcanzar su máximo nivel se debe igualar las percepciones con las expectativas del cliente (100% de satisfacción), o superarlas hasta el deleite. En la mayoría de las investigaciones, cuando se evalúan actitudes y opiniones, se suele utilizar la escala de Likert. Esta escala se difundió amplia-mente por su rapidez y sencillez de aplicación, desde su desarrollo en 1932. Su aplicación ha tenido un crecimiento exponencial a lo

largo de los años y en la actualidad, luego de 77 años, continúa siendo la escala preferida de casi todos los investigadores. En el presente estudio, le brindaremos las claves y consejos a tener en cuenta al momento de evaluar las investigaciones realizadas con esta escala (Edwards, 2013).

Esto le permitirá adquirir las habilidades necesarias para evaluar las propuestas de su agencia de investigación (Edwards, 2013).

TABLA N° 5. Escala de LIKERT

DESCRIPCÓN	VALOR
Muy buena	5
Buena	4
Media	3
Mala	2
Muy mala	1

Fuente: Edwards, 2013.

2.3. Definición de términos básicos

Afluente

Líquido que llega a una unidad o lugar determinado, por ejemplo el agua que llega a una laguna de estabilización.

Aguas servidas

Todas las aguas de alcantarilla, ya sean de origen domésticos (aguas de las casas habitaciones, edificios comerciales, etc.) o industrial, una vez que han sido utilizadas por el hombre.

Cámara de digestión

Unidad de los tanques Imhoff, donde se almacenan y digieren los lodos.

Cámara de sedimentación

Unidad del tanque Imhoff, donde se remueven gran parte de los sólidos sedimentables.

Caudal

Volumen de agua que pasa por un punto dado por unidad de tiempo. Se expresa normalmente en l/seg o m³/seg.

Demanda bioquímica de oxígeno (D.B.O.)

Cantidad de oxígeno utilizado en la oxidación bioquímica de la sustancia orgánica, en un tiempo y a una temperatura especificada. Depende enteramente de la disponibilidad de materia utilizable como alimento biológico y de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos durante la oxidación.

Deshidratación de lodos

Proceso de remoción del agua contenida en los lodos.

Eficiencia

Relación entre la capacidad real y la teórica total de una unidad o equipo. Usualmente se expresa en %.

Efluente

Líquido que sale de una unidad o lugar determinado, por ejemplo agua que sale de una laguna de estabilización.

Infiltración

Efecto de penetración o infiltración del agua en el suelo.

Lecho de lodo

Lugar donde se deshidratan los lodos estabilizados provenientes del tanque Imhoff.

Lodos

Sólidos que se encuentran en el fondo del tanque Imhoff y que son evacuados a un lecho de secado.

Nata

Sustancia espesa que se forma sobre el agua almacenada en el tanque Imhoff compuesto por residuos grasos y otro tipo de desechos orgánicos e inorgánicos flotantes.

PH

Concentración de iones de hidrógeno.

Sólido sedimentable

Partícula presente en el agua residual, que tiene la propiedad de precipitar fácilmente.

CAPITULO 3. HIPÓTESIS

3.1. Formulación de la hipótesis

La infraestructura, operación y mantenimiento de los tanques Imhoff de la provincia de Cajamarca es deficiente.

3.2. Operacionalización de variables

Variable independiente

Infraestructura, operación y mantenimiento.

VARIABLES dependientes

Eficiencia de Tanques Imhoff de la provincia de Cajamarca.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	INDICADOR	UNIDAD
DEPENDIENTE: Eficiencia de tanques Imhoff de la provincia de Cajamarca.	Los tanques Imhoff son también conocidos como tanques de doble acción, para su uso concreto es necesario que las aguas residuales pasen por los procesos de tratamiento preliminar de cribado y remoción de arena. Proporcionar un efluente adaptable a un tratamiento posterior.	Nivel de eficiencia en el año de construcción. Tipo de administración. Ubicación. Antigüedad. Distancia a pobladores Tipo Capacidad Forma. Estado de la Infraestructura. Operación Mantenimiento.	%

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES
INDEPENDIENTE: Funcionamiento (infraestructura), operación y mantenimiento	Una infraestructura es el conjunto de elementos o servicios que están considerados como necesarios para que una organización pueda funcionar bien para que una actividad se desarrolle efectivamente.	INFRAESTRUCTURA	<ul style="list-style-type: none"> -Cámara de sedimentación. -Unidad de cribado. -Paredes y muros. -Material de fondo. -Pendiente de los lados. -Abertura situada al fondo. -Cámara de digestión de lodos. -Espesor de lodos. -Techo de tanque. -Área de ventilación y acumulación de natas. -Espaciamiento entre cámara de digestión y sedimentación. -Borde libre a la superficie. -Distancia de fondo y tubería de remoción de lodos. -Lecho de secado. -Material del lecho de secado. -Drenes.
	La operación es la forma de realizar o llevar a cabo una labor con el fin que los equipos, procesos u operaciones se realicen de manera correcta para lograr el máximo rendimiento de los mismos.	OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> -Control de espuma en las zonas de ventilación. -Temperatura de medio ambiente en condiciones de digestión. -Operación de lodos. -Drenaje de lodos. - Disposición de lodos en el medio ambiente. -Operación de lecho de secado. - Control de área adyacente y sobre el cual se encuentra el tanque Imhoff. -Control de emanación de olores desagradables. -Válvula y tubo de extracción para lodos. -Tubería de ingreso. -Tubería de drenaje. -Tubería de salida. -Tubería de recolección. - Accesorios y válvulas de tanque. -Registro completo y exacto de todos los acontecimientos relacionados con la operación.

	<p>Mantenimiento es la labor de reparar o restaurar un equipo, una estructura, un proceso o una operación de tal forma que el rendimiento proyectado o esperado del mismo sea efectivo, seguro y realizado con economía</p>	<p>MANTENIMIENTO</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Limpieza de superficie de agua del sedimentador. - Limpieza de paredes de concreto y superficies metálicas. - Limpieza de las estructuras de entrada y salida. - Limpieza de zona de ventilación de la cámara de digestión. - Limpieza de lechos de secado. - Limpieza del perímetro de tanque. -Limpieza alrededor. -Reemplazo de capa de arena en lecho de secado. - Superficie libre de objetos flotantes en el tanque. -Disposición adecuada de desechos retenidos. -Conductos. -Canales. -Pintura exterior. -EPP del operador. -Mantenimiento de válvulas. -Instrumentos, herramientas y equipos necesarios. -Accesos al tanque. - Registro completo y exacto de todos los acontecimientos relacionados con el mantenimiento.
--	---	----------------------	--

CAPITULO 4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Tipo de investigación.

Según el propósito.

Investigación descriptiva, ya que describirá información recogida con encuestas aplicadas a la población y personal encargado del funcionamiento, operación y mantenimiento de los tanques Imhoff, así mismo se aplicaran fichas de observación, insitu para una mejor evaluación, teniendo en cuenta cada una de las partes que conforman la infraestructura de los tanques Imhoff de la provincia de Cajamarca.

Según el diseño de investigación.

Es una investigación descriptiva enfocándose en la infraestructura, operación y mantenimiento; en el cual se hace una descripción de estado de cada tanque que se encuentre en la provincia de Cajamarca y así poder hacer una inspección detallada.

4.2. Material.

4.2.1. Unidad de estudio.

Tanques Imhoff en la provincia de Cajamarca.

4.2.2. Población.

En el presente proyecto la población de estudio fueron 10 los tanques Imhoff de la provincia de Cajamarca, 2016.

4.2.3. Muestra.

En la presente investigación la muestra de estudio fueron los tanques Imhoff de la provincia de Cajamarca, 2016, la muestra es por conveniencia (costos y tiempo), determinados por los investigadores y el asesor.

N°	TANQUE IMHOFF	FUNCIONAMIENTO	
		SI	NO
1	San Juan	X	
2	Huayrapongo	X	
3	Llacanora	X	
4	Baños del Inca	X	
5	La Encañada	X	
6	Jesús	X	
7	Otuzco	X	
8	Magdalena	X	
9	Namora	X	
10	Matara	X	

4.3. Métodos.

4.3.1. Técnicas de recolección de datos y análisis de datos

Se diseñaron formatos para la evaluación de la infraestructura, operación y mantenimiento de los tanques Imhoff para determinar el estado actual de cada tanque; Encuestas aplicadas al personal encargados de la operación y mantenimiento del tanque Imhoff; Encuestas de percepción hacia los pobladores; Observación directa del estado actual en el que se encuentra los tanques Imhoff.

Cada formato previamente evaluado y validado por especialistas acerca del tema de investigación.

En el trabajo de campo se evaluó a los tanques Imhoff los cuales se encuentran en los distritos de: Otuzco, Baños De Inca, Huayrapongo, Magdalena, San Juan, Encañada, Jesús, Namora, Matara y Llacanora.

Se tomó información de la población que cuente con el servicio del tratamiento primario de aguas residuales (tanque Imhoff) en los distritos que se hizo la investigación.

Para analizar información.

Para validar los instrumentos de recolección de datos se tuvo en cuenta el estudio de Alfa de Cronbach y la escala de Likert.

4.3.2. Procedimientos

Para la siguiente investigación se siguieron los siguientes pasos

- Se elaboró tres formatos los cuales son: I. formato evaluación del tanque Imhoff, II. formato evaluación al operador del tanque Imhoff y III. formato encuestas de percepción hacia los pobladores.
El primer formato se divide en: evaluación de la infraestructura teniendo 16 preguntas para evaluar, en la evaluación de la operación se consideran 15 preguntas para evaluar y evaluación del mantenimiento teniendo 17 preguntas para evaluar; el segundo formato de evaluación al operador del tanque Imhoff cuenta con 17 preguntas para evaluar y el tercer formato encuesta de percepción al poblador cuenta con 10 preguntas para evaluar.
- Teniendo un total de 75 ítems entre los tres formatos para cada una de ellas se utilizó la escala de valoración de Likert, luego se realizó un formato para validar el instrumento de estudio, el cual fue aplicado a cinco (5) especialistas del tema de investigación de la Carrera de Ingeniería Civil UPN. Para luego determinar el grado de confiabilidad (Alfa de Cronbach). Teniendo en el I. formato 48 preguntas en cuanto a la infraestructura, operación y mantenimiento de los tanques Imhoff evaluados, considerando un valor máximo de 5 el cual corresponde a muy bueno, es por eso que el máximo puntaje a calificar sería de 240 de cada tanque evaluado.
- Se evaluó con los formatos ya mencionados a una muestra por conveniencia de 10 tanques Imhoff en la provincia de Cajamarca ubicados en los distritos de: Otuzco, Baños De Inca, Huayrapongo, Magdalena, San Juan, Encañada, Jesus, Namora, Matara y Llacanora.
- Una vez obtenida toda la información de evaluación se comenzó a procesar los datos en el programa Excel para así obtener resultados finales de la investigación
- Al tener todos los resultados de la investigación se procedió a la discusión de los mismos para al final llegar a las conclusiones.

CAPITULO 5. DESARROLLO

Para el desarrollo de la investigación Evaluación de la Infraestructura, Operación y Mantenimiento de Tanques Imhoff de la provincia de Cajamarca, 2016 se hizo los siguientes formatos de evaluación.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<u>EVALUACION DEL TANQUE IMHOFF</u>		EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTUR A, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE TANQUES IMHOFF DE LA PROVINCIA DE CAJAMARCA, 2016
	I.- DATOS INFORMATIVOS: 1.1) Departamento:..... 1.2) Distrito:..... 1.3) Referencia de ubicación:..... 1.5) . Fecha:...../...../ 2016, Cajamarca 1.6) Responsables: . Escalante Robles, Erik Brandon Ruiz Briones, Edwar Giovanni		
FORMATO1: EVALUACION DE TANQUE IMHOFF			
I. INFRAESTRUCTURA	II. OPERACIÓN	III. MANTENIMIENTO	
1.1. CÁMARA DE SEDIMENTACIÓN: a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular () d) - Mala () e) - Muy mala ()	2.1. CONTROL DE ESPUMA EN LAS ZONAS DE VENTILACIÓN a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular () d) - Mala () e) - Muy mala ()	3.1. LIMPIEZA DE SUPERFICIE DE AGUA DEL SEDIMENTADOR a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular () d) - Mala () e) - Muy mala ()	
1.2. UNIDAD DE CRIBADO: a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular ()	2.2. TEMPERATURA DE MEDIO AMBIENTE EN CONDICIONES DE DIGESTIÓN a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular ()	3.2. LIMPIEZA DE PAREDES DE CONCRETO Y SUPERFICIES METÁLICAS a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular ()	

d) - Mala () e) - Muy mala ()	d) - Mala () e) - Muy mala ()	d) - Mala () e) - Muy mala ()
1.3. PAREDES Y MUROS: a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular () d) - Mala () e) - Muy mala ()	2.3. OPERACIÓN DE LODOS a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular () d) - Mala () e) - Muy mala ()	3.3. LIMPIEZA DE LAS ESTRUCTURAS DE ENTRADA Y SALIDA a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular () d) - Mala () e) - Muy mala ()
1.4. TECHO DEL LECHO DE SECADO: a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular () d) - Mala () e) - Muy mala ()	2.4. DRENAJE DE LODOS: a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular () d) - Mala () e) - Muy mala ()	3.4. LIMPIEZA DE ZONA DE VENTILACIÓN DE LA CÁMARA DE DIGESTIÓN a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular () d) - Mala () e) - Muy mala ()
1.5. TUBERÍA DEL LECHO DE SECADO: a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular () d) - Mala () e) - Muy mala ()	2.5. DISPOSICIÓN DE LODOS EN EL MEDIO AMBIENTE a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular () d) - Mala () e) - Muy mala ()	3.5. LIMPIEZA DE LECHOS DE SECADO a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular () d) - Mala () e) - Muy mala ()
1.6. SALPICADERA: a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular () d) - Mala () e) - Muy mala ()		2.6. OPERACIÓN DE LECHO DE SECADO a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular () d) - Mala () e) - Muy mala ()
1.7. CÁMARA DE DIGESTIÓN DE LODOS:	e) - Muy mala ()	3.7. REEMPLAZO DE CAPA DE ARENA EN LECHO DE SECADO

a) - Muy bueno ()	2.7. CONTROL DE AREA ADYACENTE Y SOBRE EL CUAL SE ENCUENTRA EL TANQUE IMHOFF	a) - Muy bueno ()	a) - Muy bueno ()
b) - Bueno ()		a) - Muy bueno ()	b) - Bueno ()
c) - Regular ()		b) - Bueno ()	c) - Regular ()
d) - Mala ()		c) - Regular ()	d) - Mala ()
e) - Muy mala ()		d) - Mala ()	e) - Muy mala ()
1.8. TUBERÍA DE SALIDA:	2.8 CONTROL DE EMANACIÓN DE OLORES DESAGRADABLES	3.8. SUPERFICIE LIBRE DE OBJETOS FLOTANTES EN EL TANQUE	a) - Muy bueno ()
a) - Muy bueno ()			b) - Bueno ()
b) - Bueno ()			c) - Regular ()
c) - Regular ()			d) - Mala ()
d) - Mala ()			e) - Muy mala ()
e) - Muy mala ()	2.9. VÁLVULA Y TUBO DE EXTRACCIÓN PARA LODOS	3.9. DISPOSICIÓN ADECUADA DE DESECHOS RETENIDOS	a) - Muy bueno ()
a) - Muy bueno ()			b) - Bueno ()
b) - Bueno ()			c) - Regular ()
c) - Regular ()			d) - Mala ()
d) - Mala ()			e) - Muy mala ()
1.9. TECHO DE TANQUE:	2.10. TUBERÍA DE INGRESO	3.10. CONDUCTOS	a) - Muy bueno ()
a) - Muy bueno ()			b) - Bueno ()
b) - Bueno ()			c) - Regular ()
c) - Regular ()			d) - Mala ()
d) - Mala ()			e) - Muy mala ()
e) - Muy mala ()	3.11. CANALES	a) - Muy bueno ()	
a) - Muy bueno ()		b) - Bueno ()	
b) - Bueno ()		c) - Regular ()	
c) - Regular ()		d) - Mala ()	
d) - Mala ()		e) - Muy mala ()	
1.10. ÁREA DE VENTILACIÓN Y ACUMULACIÓN DE NATAS:	3.11. CANALES	a) - Muy bueno ()	
a) - Muy bueno ()		b) - Bueno ()	
b) - Bueno ()		c) - Regular ()	
c) - Regular ()		d) - Mala ()	
d) - Mala ()		e) - Muy mala ()	
e) - Muy mala ()			
1.11. TUBERÍA DE VENTILACION:			

a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular () d) - Mala () e) - Muy mala ()	e) - Muy mala ()	a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular () d) - Mala () e) - Muy mala ()
1.12. BORDE LIBRE A LA SUPERFICIE: a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular () d) - Mala () e) - Muy mala ()	2.11. TUBERÍA DE DRENAJE a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular () d) - Mala () e) - Muy mala ()	3.12. PINTURA EXTERIOR a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular () d) - Mala () e) - Muy mala ()
1.13. TUBERÍA DE REMOCIÓN DE LODOS: a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular () d) - Mala () e) - Muy mala ()	2.12. TUBERÍA DE SALIDA a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular () d) - Mala () e) - Muy mala ()	3.13. EPP DEL OPERADOR a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular () d) - Mala () e) - Muy mala ()
1.14. LECHO DE SECADO: a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular () d) - Mala () e) - Muy mala ()	2.13. TUBERÍA DE RECOLECCIÓN a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular () d) - Mala () e) - Muy mala ()	3.14. MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular () d) - Mala () e) - Muy mala ()
1.15. MATERIAL DEL LECHO DE SECADO: a) - Muy ()	2.14. ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE TANQUE a) - Muy bueno ()	3.15. INSTRUMENTOS, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS NECESARIOS a) - Muy bueno () b) - Bueno () c) - Regular () d) - Mala ()

bueno				
b) - Bueno ()	b) - Bueno ()	e) - Muy mala ()		
c) - Regular ()	c) - Regular ()	3.16. ACCESOS AL TANQUE		
d) - Mala ()	d) - Mala ()	a) - Muy bueno ()		
e) - Muy mala ()	e) - Muy mala ()	b) - Bueno ()		
1.16. DRENES:	2.15. REGISTRO COMPLETO Y EXACTO DE TODOS LOS ACONTECIMIENTOS RELACIONADOS CON LA OPERACIÓN	c) - Regular ()		
a) - Muy bueno ()		d) - Mala ()		
b) - Bueno ()		e) - Muy mala ()	3.17. REGISTRO COMPLETO Y EXACTO DE TODOS LOS ACONTECIMIENTOS RELACIONADOS CON EL MANTENIMIENTO	
c) - Regular ()		a) - Muy bueno ()	a) - Muy bueno ()	
d) - Mala ()		b) - Bueno ()	b) - Bueno ()	
e) - Muy mala ()		c) - Regular ()	c) - Regular ()	
	d) - Mala ()	d) - Mala ()		
	e) - Muy mala ()	e) - Muy mala ()		

OBSERVACIONES :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

FORMATO 2 ESCUESTA DE EVALUACION AL OPERADOR DE TANQUE IMHOFF

2.1. ¿Limpia la cámara de rejas diariamente?

- a) - Sí () Si es NO indique la frecuencia:
- b) - No ()

2.2. ¿Se controla el caudal de entrada y salida de la planta?

- a) - Sí () Si es No se debe a:
- b) - No ()

2.3. ¿Retira el material flotante que pudieran estar presentes en la superficie del tanque Imhoff?

- a) - Sí () Indique la frecuencia que las retira:
- b) - No ()

2.4. ¿Limpia la ranura del compartimiento de sedimentación con una rastra de cadenas?

- a) - Sí () Indique la frecuencia que limpia la ranura:.....
- b) - No ()

2.5. ¿Logra evitar las formaciones de espumas?:

- a) - Sí () Observaciones:
- b) - No ()

2.6. ¿Dispone adecuadamente los desechos retenidos en la cámara de rejillas y los retirados de la superficie del tanque Imhoff?

- a) - Sí () Si su respuesta es si;¿Dónde los dispone? :.....
- b) - No ()

2.7. ¿Maneja reportes, registros, otros de las características de las aguas residuales?

- a) - Sí () Observaciones:
- b) - No ()

2.8. ¿Drena periódicamente el lodo del tanque Imhoff hacia los lechos de secado?

- a) - Sí () ¿Con que frecuencia?.....
- b) - No ()

2.9. ¿La descarga de lodos lo hace mediante una bomba y mangueras?

- a) - Sí () Observaciones:
- b) - No ()

2.10. ¿Cuándo se realiza las descargas de los lodos toma la temperatura del material que está escurriendo?

- a) - Sí () ¿Con que frecuencia lo hace?:
- b) - No ()

2.11. ¿Escarifica la superficie de arena antes de la adición de lodos?

- a) - Sí () Observaciones:
- b) - No ()

2.12. ¿En caso de contar con dos unidades de sedimentación cambia el flujo?

- a) - Sí () **¿Con que frecuencia lo hace?:**
- b) - No ()

2.13. ¿Inspecciona todos los días el buen funcionamiento del proceso de distribución de las aguas residuales crudas a cada uno de los compartimientos del tanque Imhoff?

- a) - Sí () **Observaciones:**.....
- b) - No ()

2.14. ¿Supervisa constantemente los accesorios que conforman el tanque Imhoff?

- a) - Sí () **Observaciones:**.....
- b) - No ()

2.15. ¿Limpia y raspa las paredes del tanque Imhoff?

- a) - Sí () **¿Con que frecuencia?**.....
- b) - No ()

2.16. ¿Recibe capacitaciones durante su periodo de trabajo?

- a) - Sí () **¿Con que frecuencia?**.....
- b) - No ()

2.17. ¿Ejecuta otras actividades que le ordene su superior?

- a) - Sí () **Observaciones:**.....
- b) - No ()

FORMATO 3 ENCUESTA A POBLADOR

SERVICIO AL POBLADOR

3.1. ¿Su domicilio cuenta con conexión domiciliaria a la red pública de alcantarillado?

- a) - Sí () **si su respuesta es NO, a donde van las aguas de su barrio:**
- b) - No ()

3.2. ¿Ha sido capacitado en el buen uso de su inodoro?

- a) - Sí () **Observaciones:**
- b) - No ()

3.3. ¿Sabe donde desemboca las aguas de la red pública de alcantarillado?

- a) - Sí () **Dónde:**
- b) - No ()

3.4. ¿Tiene conocimiento donde se ubica el tanque Imhoff?

- a) - Sí () **Dónde:**
- b) - No ()

3.5. ¿Sabe si el tanque Imhoff funciona correctamente?:

- a) - Sí () **¿SI su respuesta en NO sabe las causas?**
- b) - No ()
-

3.6. ¿Recibe información sobre educación sanitaria y prácticas de higiene?

- a) - Sí () **Con que frecuencia las recibe:**
- b) - No ()

PRESTADORA DE SERVICIOS

3.7. ¿Conoce que tipo de organización comunal es la encargada del sistema de saneamiento?

- a) - Sí () **Cual:**
- b) - No ()

3.8. ¿Tiene conocimiento si existe una persona capacitada para el mantenimiento del tanque Imhoff?

- a) - Sí ()
- b) - No ()

3.9. ¿Considera que es importante el sistema de alcantarillado?

- a) - Sí () **Por qué:**
- b) - No ()

3.10. ¿Sabe que tiene que pagar por el servicio de alcantarillado?

- a) - Sí () **Por qué:**
- b) - No ()

VI- OBSERVACIONES:.....

.....

.....

.....

.....

.....

**CALCULO DE LA VALIDES Y CONFIALBILIDAD DE LA ENCUESTA APLICADA A
EXPERTOS**

EVIDENCIA:	1	2	3	Total de fila
Ing. Manuel Fernández Vargas	1	1	2	4
Ing. Erlyn Salazar Huamán	1	1	2	4
Ing. Mónica C. Roncal Mujica	2	2	2	6
Ing. Juan E. Gonzales García	2	2	2	6
Ing. Anita E. Alva Sarmiento	2	2	2	6
Total Columna:	8	8	10	26
Promedio:	1.60	1.60	2.00	5.20

CALCULO DE LA VARIANZA Y DESVIACIÓN ESTANDAR				
EVIDENCIA:	1	2	3	Total de fila
Ing. Manuel Fernández Vargas	0.36	0.36	0.00	1.44
Ing. Erlyn Salazar Huamán	0.36	0.36	0.00	1.44
Ing. Mónica C. Roncal Mujica	0.16	0.16	0.00	0.64
Ing. Juan E. Gonzales García	0.16	0.16	0.00	0.64
Ing. Anita E. Alva Sarmiento	0.16	0.16	0.00	0.64
Total Columna:	1.20	1.20	0.00	4.80
VARIANZA:	0.30	0.30	0.00	1.20
DESV. ESTANDAR S2:	0.55	0.55	0.00	1.10

Alfa de Cronbach $\infty = \left(\frac{K}{K-1} \right) * \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^K S2_i}{S2_T} \right)$ ECUACION 1

$$A = \sum_{i=1}^K S2_i$$

A= 0.6000

S²_T= 1.200

K = 3

DONDE:

A: Sumatoria de las desviaciones estandar al cuadrado

S²_T: Desviación estandar al cuadrado del total de la fila

K = # de aspectos

Calculando el Alfa de Cronbach se Reemplazando en (1):

$$\infty = \left(\frac{K}{K-1} \right) * \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^K S2_i}{S2_T} \right)$$

$\infty =$	0.7500
------------	---------------

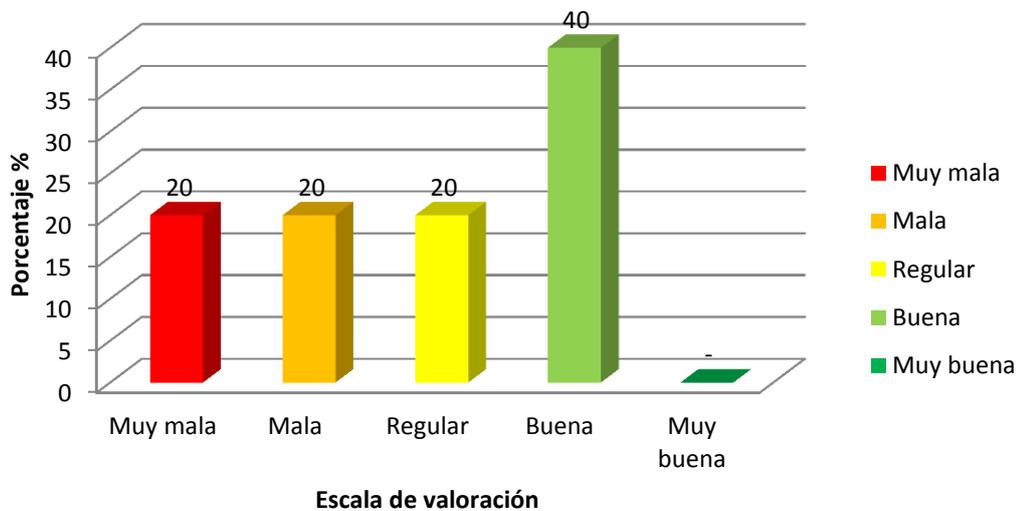
CONFIABLE

CAPITULO 6. RESULTADOS

FORMATO N° 1

I. Infraestructura

GRÁFICO N° 1. Cámara de sedimentación.



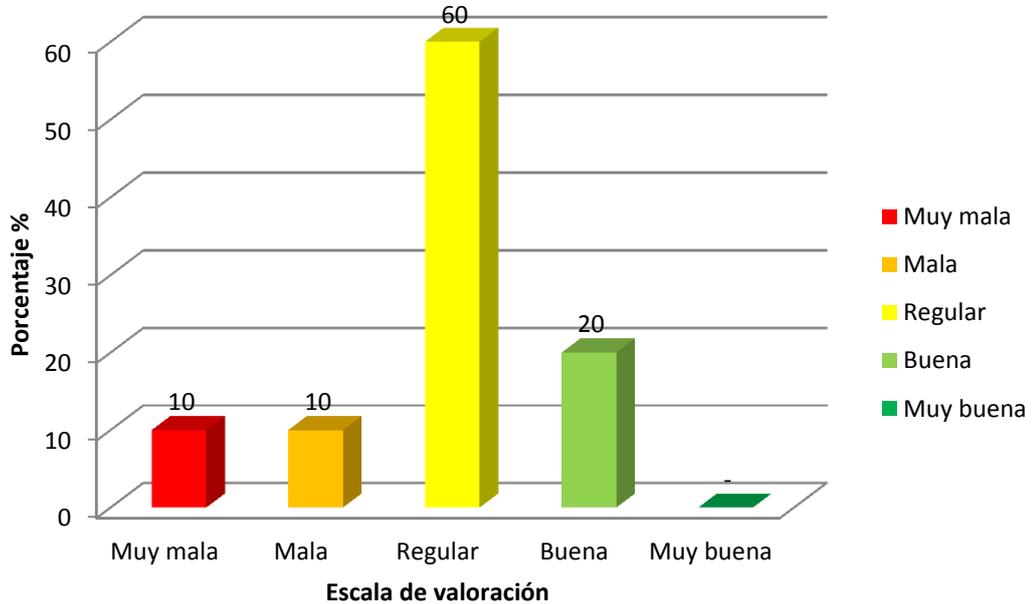
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración de la cámara de sedimentación.

DESCRIPCION	ESCALA DE LIKERT	
Muros de concreto nuevos, sin filtración ni hongos	MUY BUENA	5
Muros de concreto con presencia de hongos	BUENA	4
Muros de concreto limpios	REGULAR	3
Muros agrietados	MALA	2
Muros agrietados y con filtraciones	MUY MALA	1

En la Cámara de sedimentación, de un total de 10 tanques Imhoff, 2 tanques Imhoff la cámara de sedimentación es muy mala representando el 20%, 2 tanques Imhoff la cámara de sedimentación es mala representando el 20%, 2 tanques Imhoff la cámara de sedimentación es media representando el 20%, de 4 tanques Imhoff la cámara de sedimentación es buena representado el 40% y por ultimo de 0 tanques Imhoff la cámara de sedimentación es muy buena la cual representa 0%

GRÁFICO N° 2. Unidad de cribado.



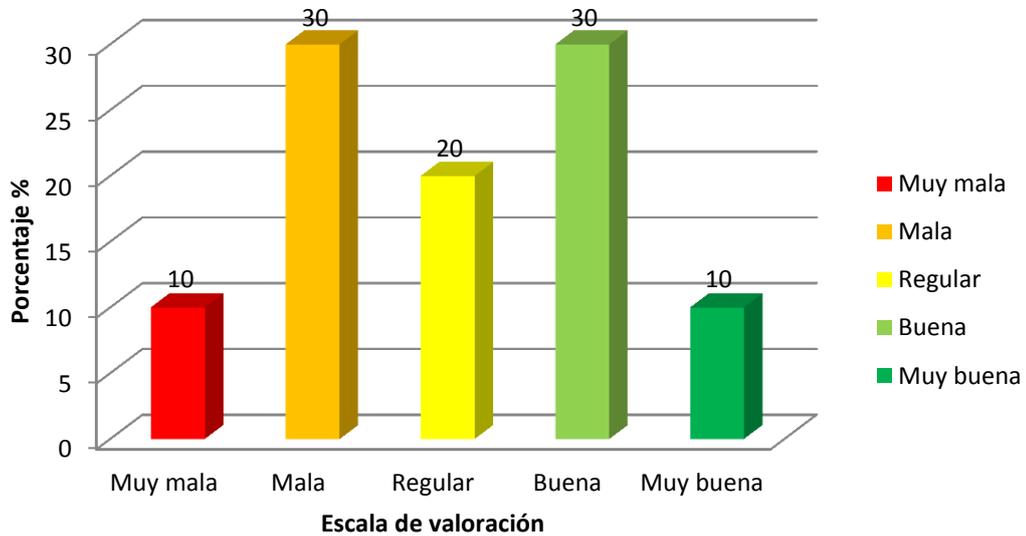
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración de la unidad de cribado.

DESCRIPCION	ESCALA DE LIKERT	
La unidad de cribado está completa y funcionando	MUY BUENA	5
La unidad de cribado está en buen estado	BUENA	4
La unidad de cribado está funcionando	REGULAR	3
En la unidad de cribado la malla se encuentra rota	MALA	2
No tiene unidad de cribado	MUY MALA	1

En cuanto a la unidad de cribado, 1 tanque Imhoff la unidad de cribado es muy mala representado el 10%, 1 tanque Imhoff la unidad de cribado es mala representando el 10%, 6 tanques Imhoff la unidad de cribado es media representando el 60%, 2 tanques Imhoff la unidad de cribado es buena representando el 20% y por ultimo ningún tanque Imhoff la unidad de cribado es muy buena representando el 0%.

GRÁFICO N° 3. Paredes y muros.



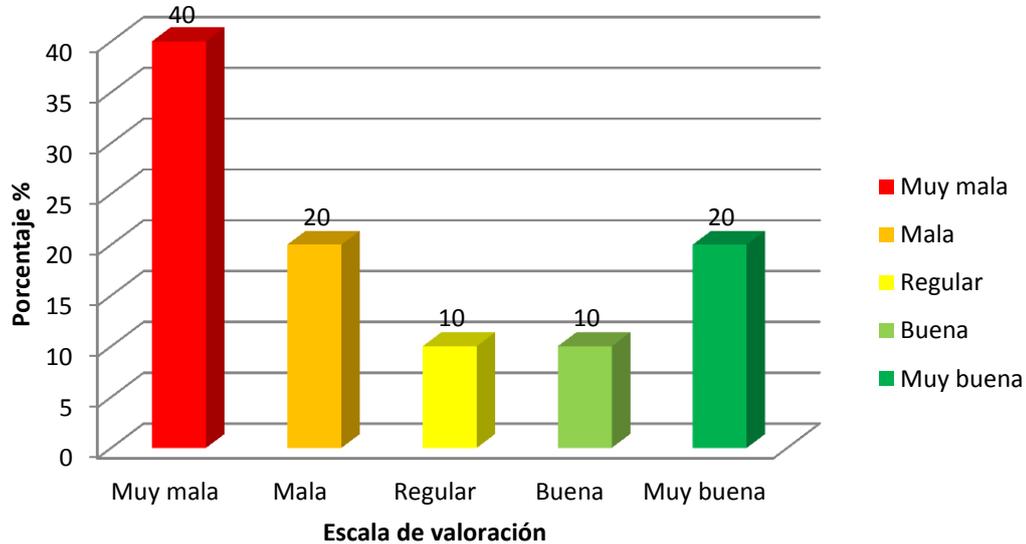
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración de las paredes y muros.

DESCRIPCION	ESCALA DE LIKERT	
Paredes limpias y pintadas	MUY BUENA	5
Paredes sin pintar pero en buen estado	BUENA	4
Paredes sucias	REGULAR	3
Paredes con fisuras y agrietamientos	MALA	2
Sin paredes o colapsadas	MUY MALA	1

En el grafico N°3 paredes y muros, del total de 10 tanques Imhoff evaluados 1 tanque Imhoff las paredes y muros están en muy malas condiciones representando el 10%, 3 tanques Imhoff las paredes y muros están en malas condiciones representando el 30%, 2 tanques Imhoff las paredes y muros están en regular o media condiciones por lo que representa el 20%, 3 tanques Imhoff las paredes y muchos están en buenas condiciones representando el 30% y 1 tanque Imhoff las paredes y muros están en muy buenas condiciones representando el 10%.

GRÁFICO N° 4. Techo de lecho de secado.



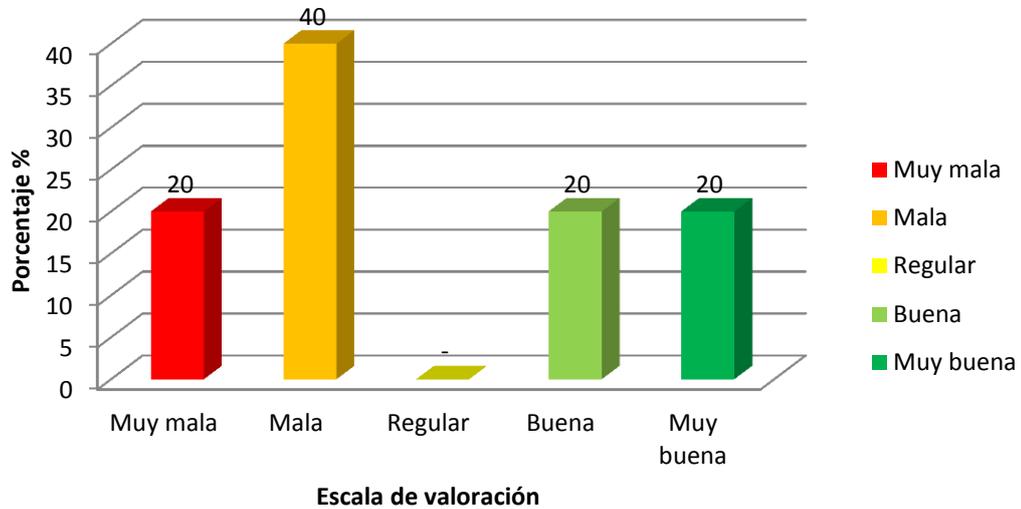
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración del techo del lecho de secado.

DESCRIPCION	ESCALA DE LIKERT	
	Condición	Valor
Techo nuevo y funcionando	MUY BUENA	5
Techo con estructuras pintadas	BUENA	4
Techo reparado tanto en estructuras como el propio techo	REGULAR	3
Techo deteriorado	MALA	2
Sin techo	MUY MALA	1

En el grafico N° 4 techo del lecho de secado, del total de 10 tanques Imhoff representando el 100%, 4 tanques Imhoff los techos del lecho de secado soy muy malas la cual representa el 40%, 2 tanques Imhoff el techo del lecho de secado son malas la cual representa el 20%, 1 tanque Imhoff el techo del lecho de secado está en regular o media condiciones la cual representa el 10%, 1 tanque Imhoff el techo del lecho de secado está en buenas condiciones la cual representa el 10% y 2 tanques Imhoff el techo del lecho de secado están en muy bunas condiciones la cual representa el 20%.

GRÁFICO N° 5. Tubería de lecho de secado.



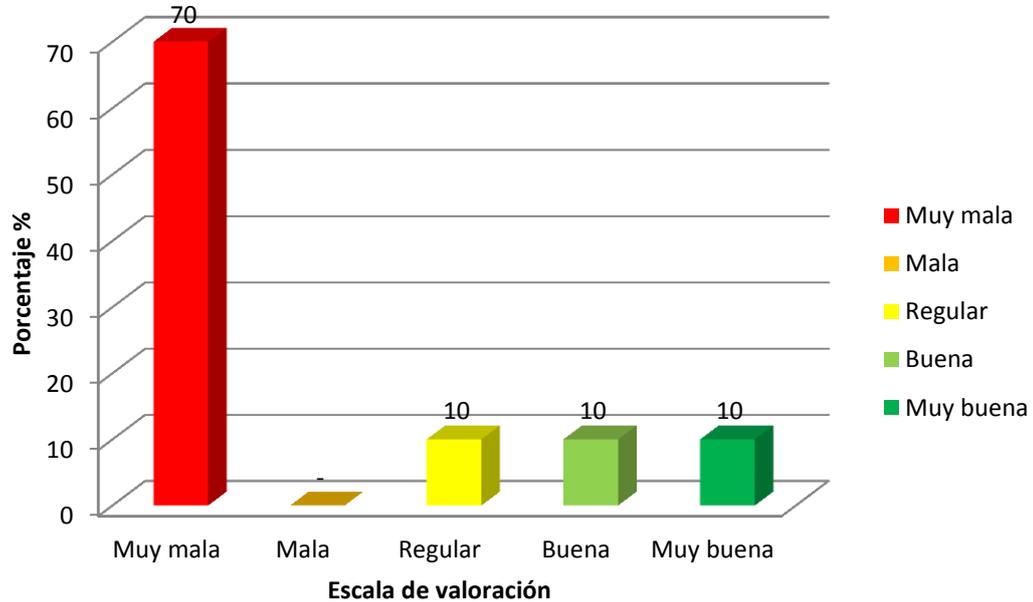
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración de la tubería del lecho de secado.

DESCRIPCION	ESCALA DE LIKERT	
	Condición	Valor
Funcionan y operan correctamente en el sistema. Encontrándose íntegros y sin obstrucciones.	MUY BUENA	5
Se encuentran deteriorados pero sin obstrucciones.	BUENA	4
Se encuentran obstruidos pero no deteriorados.	REGULAR	3
Se encuentran deteriorados y obstruidos parcialmente.	MALA	2
Se encuentran deteriorados y obstruidos totalmente.	MUY MALA	1

En la pregunta N° 5 Tubería del lecho de secado, de un total de 10 tanques Imhoff representando el 100%, 2 tanques Imhoff la tubería del lecho de secado está en muy malas condiciones representando el 20%, 4 tanques Imhoff la tubería de lecho de secado está en malas condiciones la cual representa el 40%, 2 tanques Imhoff la tubería de lecho de secado está en buenas condiciones la cual representa el 20% y 2 tanques la tubería del lecho de secado está en condiciones muy buenas la cual representa el 20%.

GRÁFICO N° 6. Salpicador.



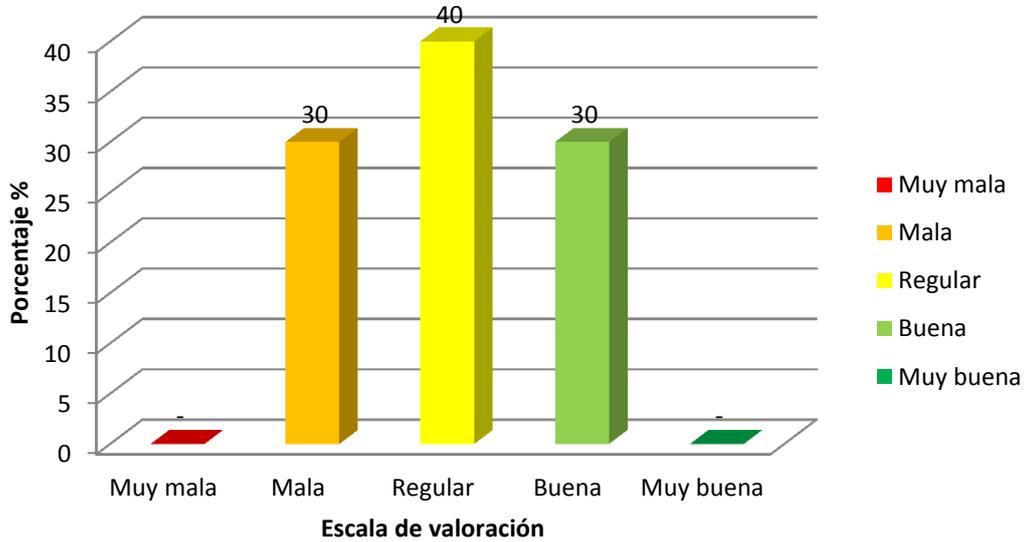
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración del salpicador.

DESCRIPCION	ESCALA DE LIKERT	
Salpicadero de concreto limpio y en buen estado	MUY BUENA	5
Salpicadero de concreto en buen estado	BUENA	4
Salpicadero con presencia de oxido	REGULAR	3
Salpicadero deteriorado	MALA	2
Sin salpicadero	MUY MALA	1

En la pregunta N° 6 salpicado, de un total de 10 tanques Imhoff representando por el 100%, 7 tanques Imhoff el salpicador está en muy malas condiciones la cual representa el 70%, 1 tanque Imhoff el salpicado está en regular o media representando el 10%, 1 tanque Imhoff el salpicador está en buenas condiciones la cual representa el 10% y 1 tanque Imhoff el salpicador está en muy buenas condiciones la cual representa el 10%.

GRÁFICO N° 7. Cámara de digestión de lodos.



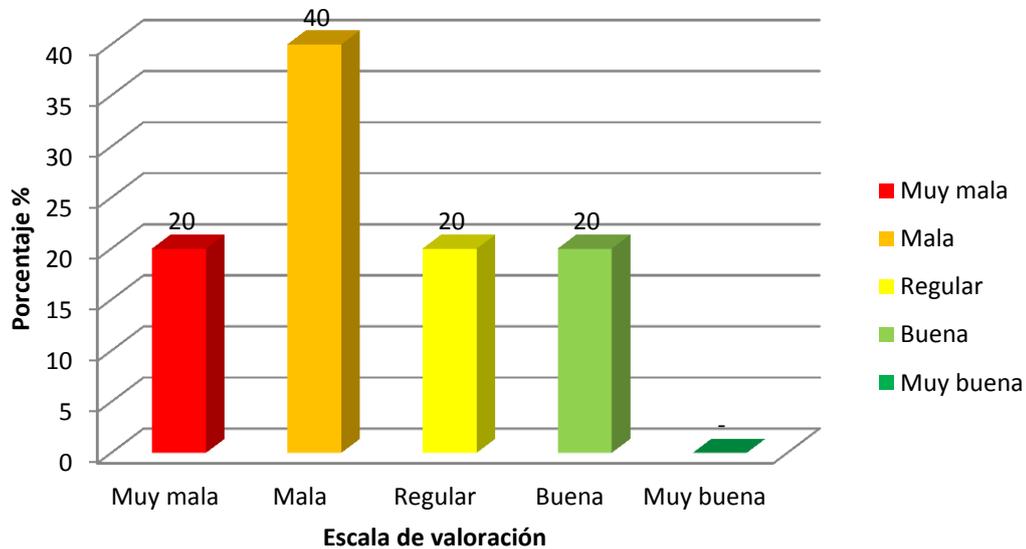
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración de la cámara de digestión de lodos.

DESCRIPCION	ESCALA DE LIKERT	
	Paredes limpias y pintadas	MUY BUENA
Paredes sin pintar pero en buen estado	BUENA	4
Paredes sucias	REGULAR	3
Paredes con fisuras y agrietamientos	MALA	2
Sin paredes o colapsadas	MUY MALA	1

En la pregunta N° 7 cámara de digestión de lodos, del total de 10 tanques Imhoff representado por el 100%, 3 tanques Imhoff la cámara de digestión está en malas condiciones la cual representa el 30%, 4 tanques Imhoff la cámara de digestión está a regular o media condiciones la cual representa el 40%, 3 tanques Imhoff la cámara de digestión está en buenas condiciones la cual representa el 30%.

GRÁFICO N° 8. Tubería de salida.



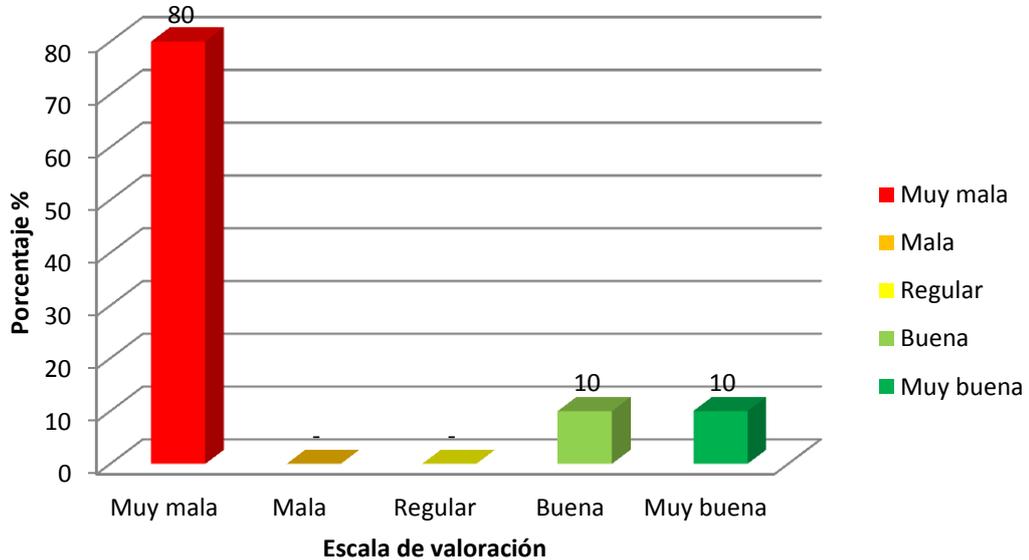
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración de la tubería de salida.

DESCRIPCION	ESCALA DE LIKERT	
	Funcionan y operan correctamente en el sistema. Encontrándose íntegros y sin obstrucciones.	MUY BUENA
Se encuentran deteriorados pero sin obstrucciones.	BUENA	4
Se encuentran obstruidos pero no deteriorados.	REGULAR	3
Se encuentran deteriorados y obstruidos parcialmente.	MALA	2
Se encuentran deteriorados y obstruidos totalmente.	MUY MALA	1

En la pregunta N° 8 tubería de salida, del total de 10 tanques Imhoff evaluados representando el 100%, 2 tanques Imhoff la tubería de salida está muy malas condiciones la cual representa el 20%, 4 tanques Imhoff la tubería de salida está en malas condiciones la cual representa el 40%, 2 tanques Imhoff la tubería de salida está de regular a media las condiciones la cual representa el 20% y 2 tanques Imhoff la tubería de salida está en buenas condiciones la cual representa el 20%.

GRÁFICO N° 9. Techo del tanque.



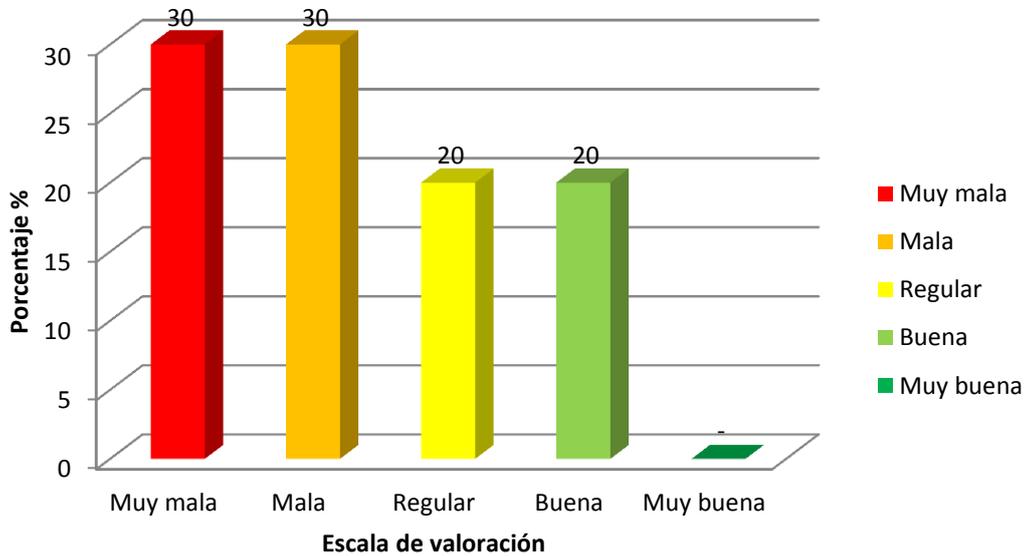
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración del techo del tanque.

DESCRIPCION	ESCALA DE LIKERT	
	Techo de concreto armado	MUY BUENA
Techo de concreto armado fisurado u otros problemas	BUENA	4
Techo de calamina	REGULAR	3
Techo de calamina deteriorada	MALA	2
Sin techo	MUY MALA	1

En la pregunta N° 9 techo de tanque, del total de 10 tanques Imhoff evaluados representado por el 100%, 8 tanques Imhoff el techo está en muy malas condiciones la cual representa el 80%, 1 tanque Imhoff el techo está en buenas condiciones la cual representa el 10% y por ultimo 1 tanque Imhoff el techo está en muy buenas condiciones la cual representa el 10%.

GRÁFICO N° 10. Área de ventilación y acumulación de natas.



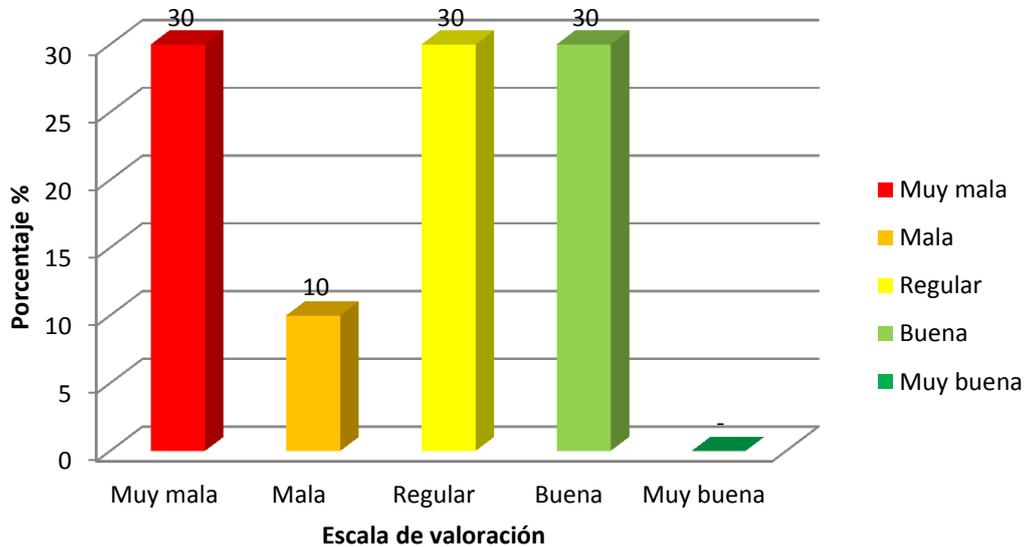
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración del Área de ventilación y acumulación de natas.

DESCRIPCION	ESCALA DE LIKERT	
	Muros de concreto nuevos	MUY BUENA
Muros de concreto sin presencia de hongos	BUENA	4
Muros de concreto limpios	REGULAR	3
Muros agrietados	MALA	2
Muros agrietados y con filtraciones	MUY MALA	1

En la pregunta N° 10 área de ventilación y acumulación de natas, del total de 10 tanques Imhoff evaluados representado por el 100%, 3 tanques Imhoff la área de ventilación y acumulación de natas se encuentra en muy mal estado la cual representa el 30%, 3 tanques Imhoff la área de ventilación y acumulación de natas se encuentra en mal estado la cual representa el 30%, 2 tanques Imhoff la área de ventilación y acumulación de natas se encuentra medias condiciones la cual representa el 20% y 2 tanques Imhoff el área de ventilación y acumulación de natas se encuentra en buenas condiciones la cual representa el 20%.

GRÁFICO N° 11. Tubería de ventilación.



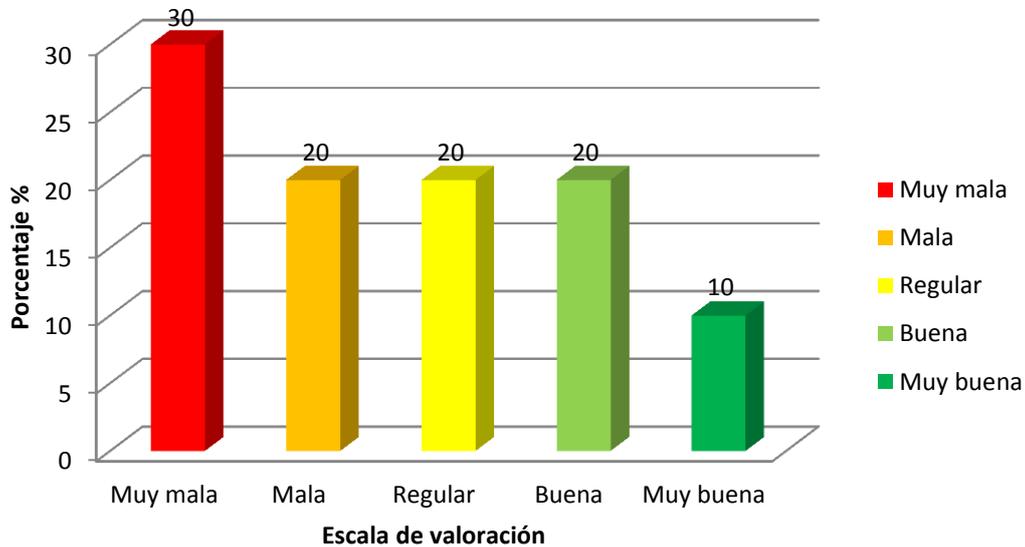
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración de la tubería de ventilación.

DESCRIPCION	ESCALA DE LIKERT	
Funcionan y operan correctamente en el sistema. Encontrándose íntegros y sin obstrucciones.	MUY BUENA	5
Se encuentran deteriorados pero sin obstrucciones.	BUENA	4
Se encuentran obstruidos pero no deteriorados.	REGULAR	3
Se encuentran deteriorados y obstruidos parcialmente.	MALA	2
Se encuentran deteriorados y obstruidos totalmente.	MUY MALA	1

En la pregunta N° 11 Tubería de ventilación, del total de 10 tanques evaluados representado por el 100%, 3 tanques Imhoff la tubería de ventilación está en muy malas condiciones la cual representa el 30%, 1 tanque Imhoff la tubería de ventilación se encuentra en malas condiciones la cual representa el 10%, 3 tanques Imhoff la tubería de ventilación se encuentra en medias condiciones la cual representa el 30% y 3 tanques Imhoff la tubería de ventilación se encuentra en buenas condiciones la cual representa el 30%.

GRÁFICO N° 12. Borde libre a la superficie.



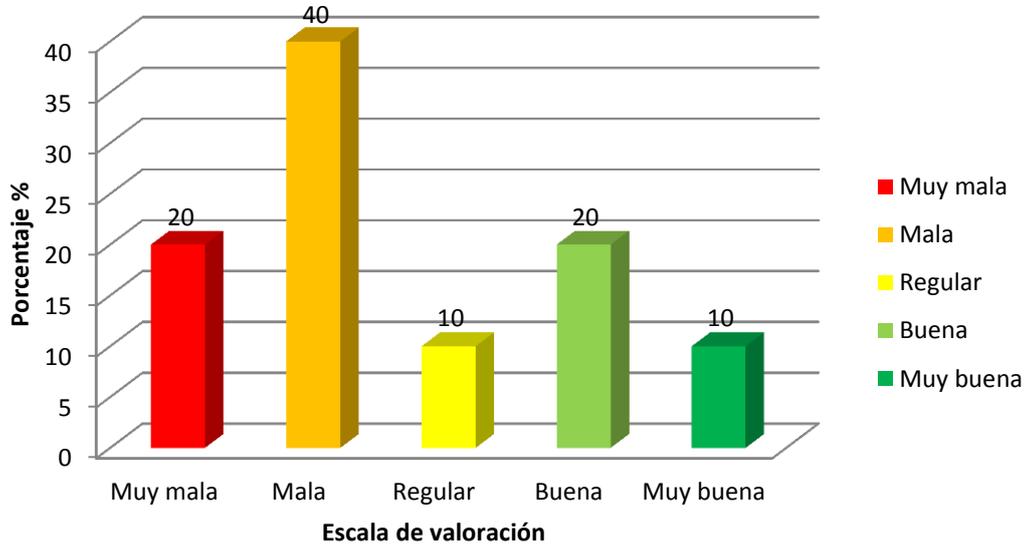
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración del borde libre a la superficie.

DESCRIPCION	ESCALA DE LIKERT	
Borde libre mayor a 30 cm totalmente limpio	MUY BUENA	5
Borde libre mayor a 30 cm	BUENA	4
Borde libre con 30 cm limpio	REGULAR	3
Borde libre con menos de 30 cm cubierto de material en desecho	MALA	2
Colapsada	MUY MALA	1

En la pregunta N° 12 borde libre a la superficie, de los 10 tanques evaluados representado por el 100%, 3 tanques Imhoff el borde libre a la superficie es muy buena la cual representa el 30%, 2 tanques Imhoff el borde libre a la superficie es mala la cual representa el 20%, 2 tanques Imhoff el borde libre a la superficie es media la cual representa el 20%, 2 tanques Imhoff el borde libre a la superficie es buena la cual representa el 20% y 1 tanque Imhof el borde libre a la superficie es muy buena la cual representa el 10%.

GRÁFICO N° 13. Tubería de remoción de lodos.



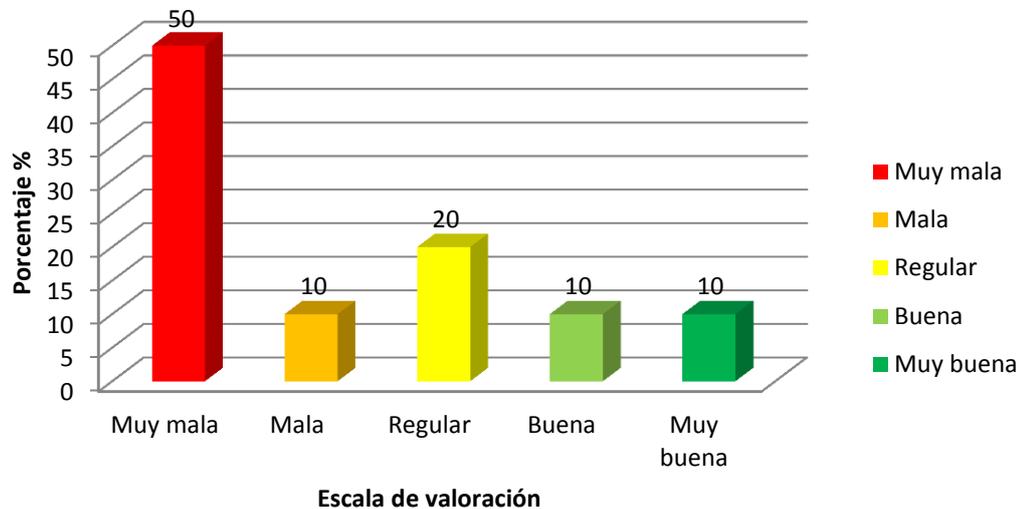
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración de la tubería de remoción de lodos.

DESCRIPCION	ESCALA DE LIKERT	
Funcionan y operan correctamente en el sistema. Encontrándose íntegros y sin obstrucciones.	MUY BUENA	5
Se encuentran deteriorados pero sin obstrucciones.	BUENA	4
Se encuentran obstruidos pero no deteriorados (falta limpieza).	REGULAR	3
Se encuentran deteriorados y obstruidos parcialmente.	MALA	2
Se encuentran deteriorados y obstruidos totalmente.	MUY MALA	1

En la pregunta N° 13 tubería de remoción de lodos, del total de 10 tanques Imhoff representado por el 100%, 2 tanques Imhoff la tubería de remoción de lodos está en muy malas condiciones la cual representa el 20%, 4 tanques Imhoff la tubería de remoción de lodos está en malas condiciones la cual representa el 40%, 1 tanque Imhoff la tubería de remoción de lodos está en regular o media condiciones la cual representa el 10%, 2 tanques Imhoff la tubería de remoción de lodos se encuentra en buenas condiciones la cual representa el 20% y 1 tanque Imhoff la tubería de remoción de lodos se encuentra en muy buenas condiciones.

GRÁFICO N° 14. Lecho de secado.



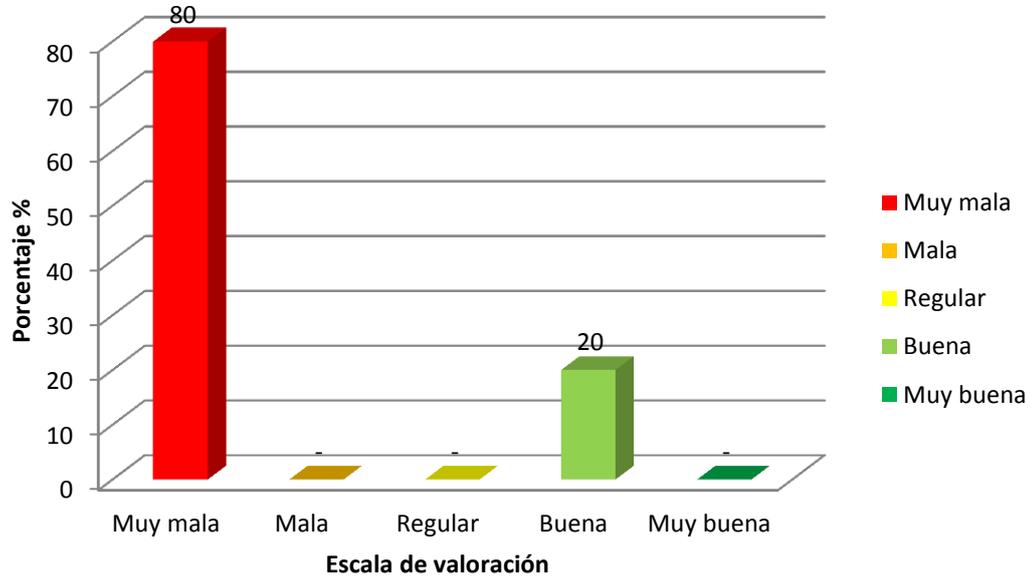
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración del lecho de secado.

DESCRIPCION	ESCALA DE LIKERT	
Paredes limpias con su material filtrante y ladrillo adecuadas.	MUY BUENA	5
Paredes con material filtrante inadecuado.	BUENA	4
Paredes de concreto fisuradas pero funcionando.	REGULAR	3
Con presencia de vegetación.	MALA	2
Con presencia de vegetación y animales.	MUY MALA	1

En la pregunta N° 14 lecho de secado, del total de 10 tanques Imhoff evaluados representado el 100%, 5 tanques Imhoff el lecho de secado está en muy malas condiciones la cual representa el 50%, 1 tanque Imhoff el lecho de secado está en malas condiciones la cual representa el 10%, 2 tanques Imhoff el lecho de secado se encuentra en regular medias condiciones la cual representa el 20%, 1 tanque Imhoff el lecho de secado se encuentra en buenas condiciones la cual representa el 10% y 1 tanque Imhoff el lecho de secado se encuentra en muy buenas condiciones la cual representa el 10%.

GRÁFICO N° 15. Material de lecho de secado.



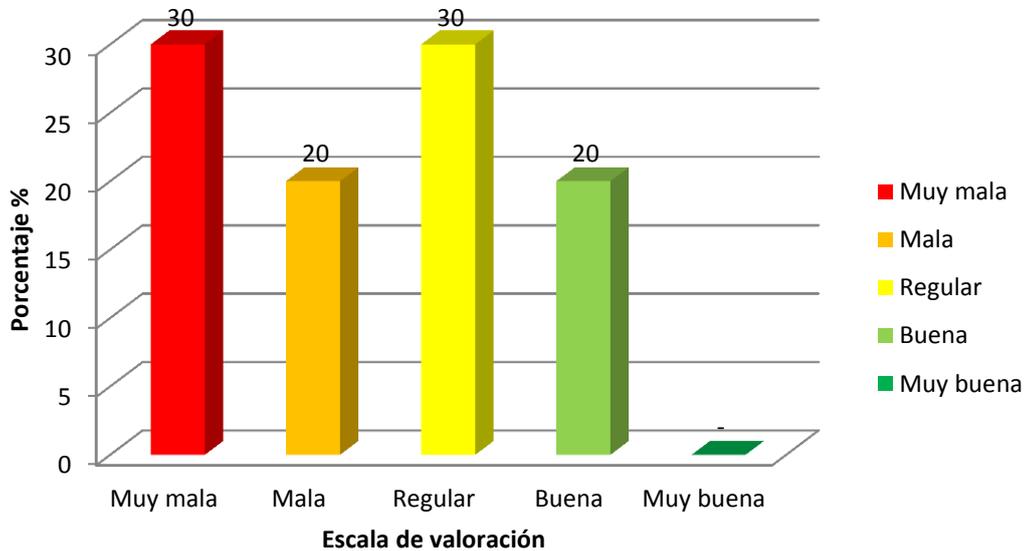
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración del material de lecho de secado.

DESCRIPCION	ESCALA DE LIKERT	
Con una capa de ladrillo y recubierto a sus alrededores con arena	MUY BUENA	5
Con agregado fino al nivel requerido y presencia de lodos deshidratados	BUENA	4
Con agregado fino nuevo pero hay presencia de hierba	REGULAR	3
Con falta de agregado fino (arena) para los filtros	MALA	2
Colapsado con vegetación y otros materiales	MUY MALA	1

En la pregunta N° 15 material del lecho de secado, de un total de 10 tanques Imhoff evaluados representando el 100%, 8 tanques Imhoff el material del lecho de secado está en muy malas condiciones al cual representa el 80%, 2 tanques Imhoff el material del lecho de secado se encuentra en buenas condiciones representando el 20%.

GRÁFICO N° 16. Drenes.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

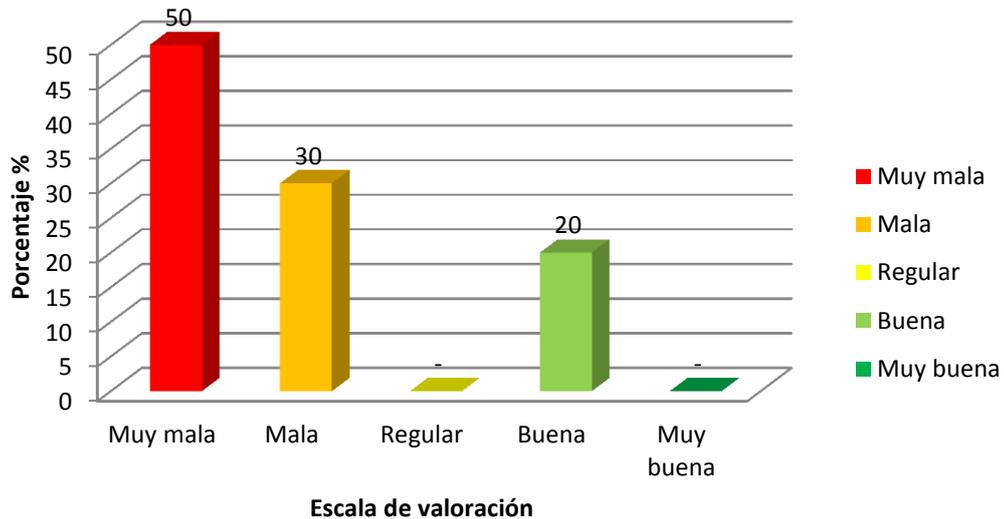
Valoración de los drenes.

DESCRIPCION	ESCALA DE LIKERT	
Presencia de grava, arena fina y ladrillo como medio de soporte	MUY BUENA	5
Presencia de grava y arena fina expandida en todo el lecho de secado	BUENA	4
Presencia de grava y arena fina pero no bien distribuida las capas	REGULAR	3
Solo presencia de grava	MALA	2
Sin material para los filtros	MUY MALA	1

En la pregunta N° 16 drenes, del total de 10 tanques Imhoff evaluados representado el 100%, 3 tanques Imhoff los drenes están en muy malas condiciones representando el 30%, 2 tanques Imhoff los drenes están en malas condiciones representando el 20%, 3 tanques Imhoff los drenes están regular a medio representando el 30% y 2 tanques Imhoff los drenes se encuentran en buenas condiciones representando el 20%.

II. Operación:

GRÁFICO N° 17. Control de espuma en la zona de ventilación.



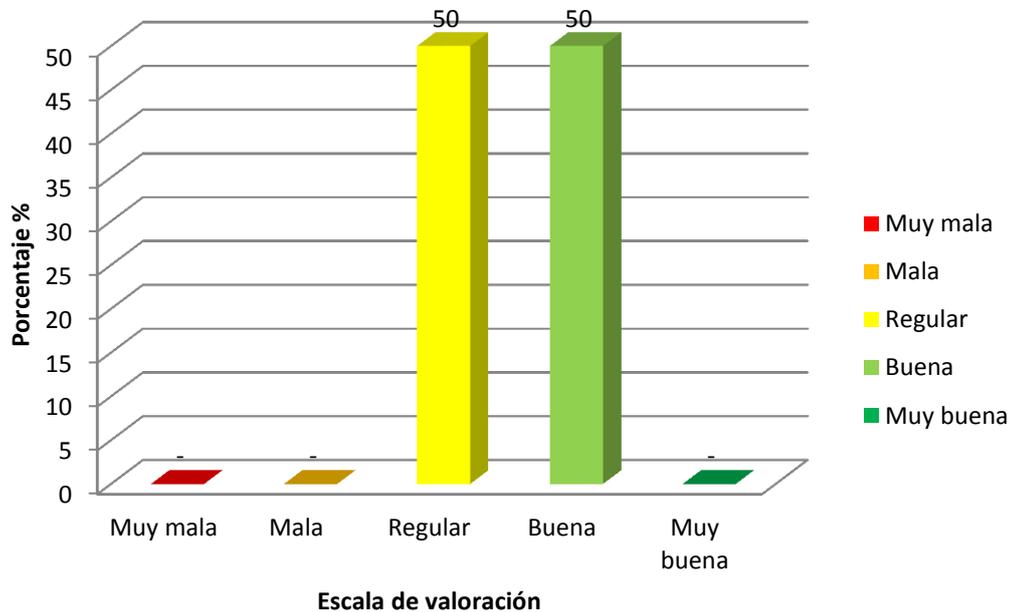
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración del control de espuma en la zona de ventilación.

DESCRIPCION	ESCALA DE LIKERT	
Sin presencia de espumas y material flotante	MUY BUENA	5
Solo presencia de material flotante	BUENA	4
Presencia de espumas no secas	REGULAR	3
Capa de espuma seca aumentado con grasas	MALA	2
Capa de espuma seca con material flotante	MUY MALA	1

En la pregunta N° 17 control de espuma en la zona de ventilación, del total de 10 tanques Imhoff evaluados representando el 100%, 5 tanques Imhoff el control de espuma está en muy malas condiciones representando el 50%, 3 tanques Imhoff el control de espuma está en malas condiciones representando el 30%, 2 tanques Imhoff el control de espuma se encuentran en buenas condiciones representando el 20%.

GRÁFICO N° 18. Temperatura del medio ambiente en condiciones de digestión.



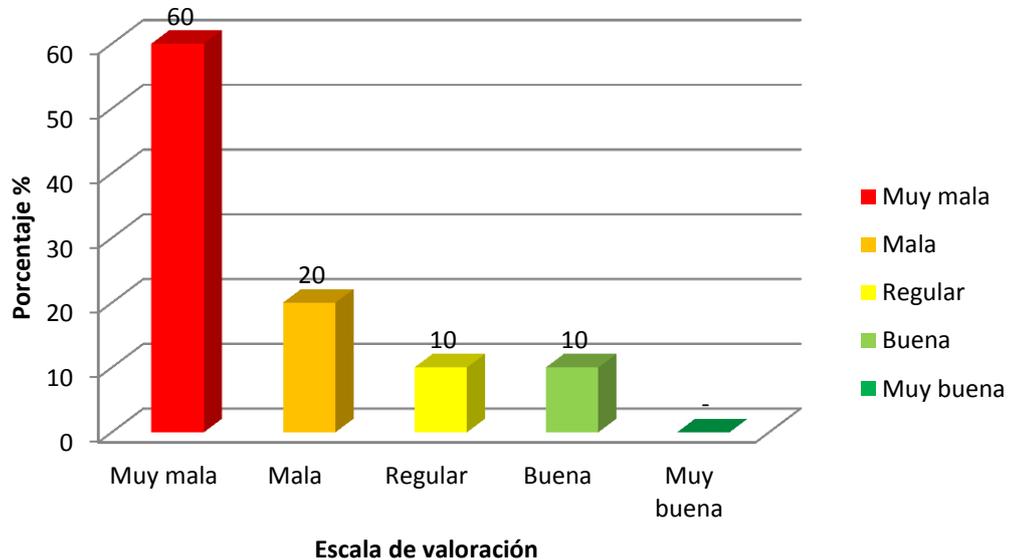
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración de la temperatura del medio ambiente en condiciones de digestión.

DESCRIPCION	ESCALA DE LIKERT	
Mayor a 25°C	MUY BUENA	5
Mayor a 20°C y menor o igual a 25°C	BUENA	4
Mayor a 15°C y menor o igual a 20°C	REGULAR	3
Mayor a 10°C y menor o igual a 15°C	MALA	2
Menor o igual a 10°C	MUY MALA	1

En la pregunta N° 18 temperatura de medio ambiente en condiciones de digestión, del total de 10 tanques Imhoff evaluados representando el 100%, 5 tanques Imhoff la temperatura de medio ambiente es media representando el 50% y 5 tanques Imhoff la temperatura de medio ambiente es buena representando el 50%.

GRÁFICO N° 19. Operación de lodos.



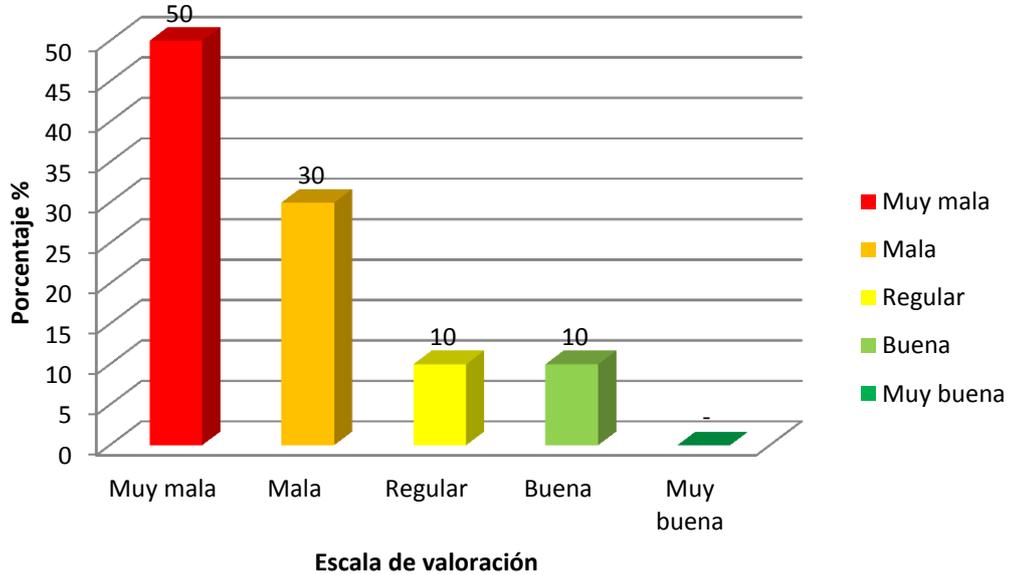
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración de la operación de lodos.

DESCRIPCION	ESCALA DE LIKERT	
Extraer los lodos lentamente, tomando la temperatura de los lodos y ambiente (extracción al 100%)	MUY BUENA	5
Los lodos digeridos se extraen lentamente dejándolos escurrir al lecho de secado (extracción en un 75%)	BUENA	4
Se extrae aproximadamente el 50% de los lodos o cantidad que acepta un lecho de secado	REGULAR	3
Se extraen todos los lodos de la cámara de digestión en un 25%	MALA	2
El operador no extrae los lodos	MUY MALA	1

En la pregunta N° 19 operación de lodos, de un total de 10 tanques evaluados representando el 100%, 6 tanques Imhoff la operación de lodos es muy mala representando el 60%, 2 tanques Imhoff la operación de lodos es mala representando el 20%, 1 tanque Imhoff la operación de lodos es media representando el 10%, y 1 tanque Imhoff la operación de lodos es buena representando el 10%.

GRÁFICO N° 20. Drenaje de lodos.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

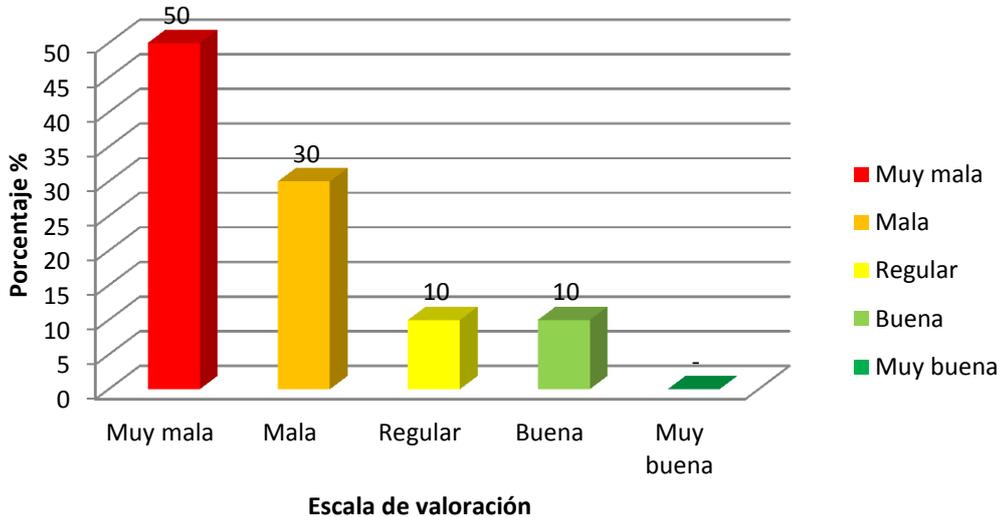
Valoración de los drenajes de lodos.

DESCRIPCION	ESCALA DE LIKERT	
	Los lodos se drenan al 100%	MUY BUENA
Se drenan los lodos en un 75%	BUENA	4
Los lodos se drenan en un 50%	REGULAR	3
Los lodos se drenan en un 25%	MALA	2
No drenan los lodos	MUY MALA	1

En la pregunta N° 20 drenaje de lodos, del total de 10 tanques Imhoff representando el 100%, 5 tanques Imhoff el drenaje de lodos es muy mala representando el 50%, 3 tanques Imhoff el drenaje de lodos es mala representando el 30%, 1 tanque Imhoff el drenaje de lodos es media representando el 10%, y 1 tanque Imhoff el drenaje de lodos es buena representando el 10%.

GRÁFICO N° 21. Disposición de lodos al medio ambiente.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

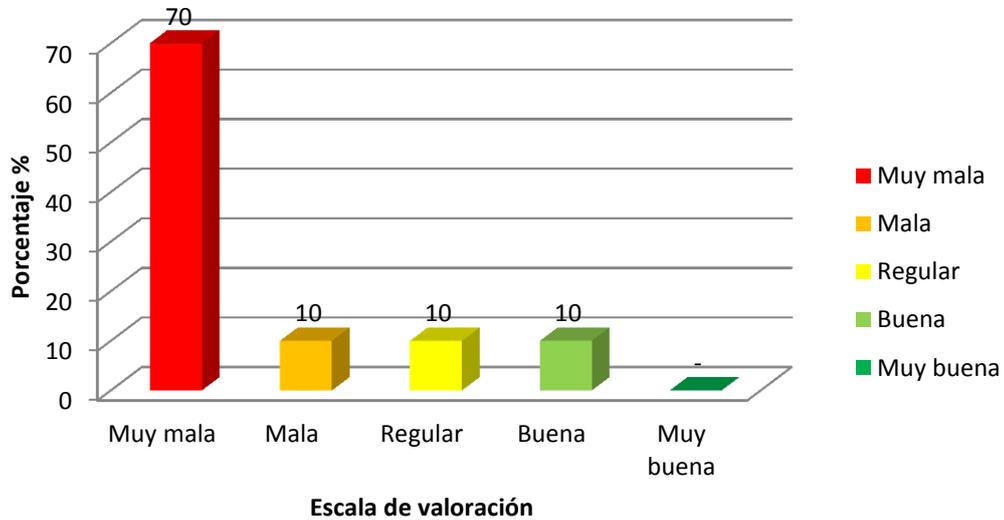


Valoración de la disposición de lodos al medio ambiente.

DESCRIPCION	ESCALA DE LIKERT	
Los lodos son empleados como fuente de energía	MUY BUENA	5
Los lodos son utilizados en la agricultura	BUENA	4
Se almacenan y se usa en acelerar la descomposición de suelos	REGULAR	3
Desechados en un relleno sanitario	MALA	2
Dejados al aire libre	MUY MALA	1

En la pregunta N° 21 disposición de lodos al medio ambiente, del total de 10 tanques Imhoff evaluados representando el 100%, 5 tanques Imhoff la disposición de lodos al medio ambiente es muy mala representando el 50%, 3 tanques Imhoff la disposición de lodos al medio ambiente es mala representando el 30%, 1 tanque Imhoff la disposición de lodos es media representando el 10% y 1 tanque Imhoff la disposición de lodos al medio ambiente es buena representando el 10%.

GRÁFICO N° 22. Operación de lecho de secado.



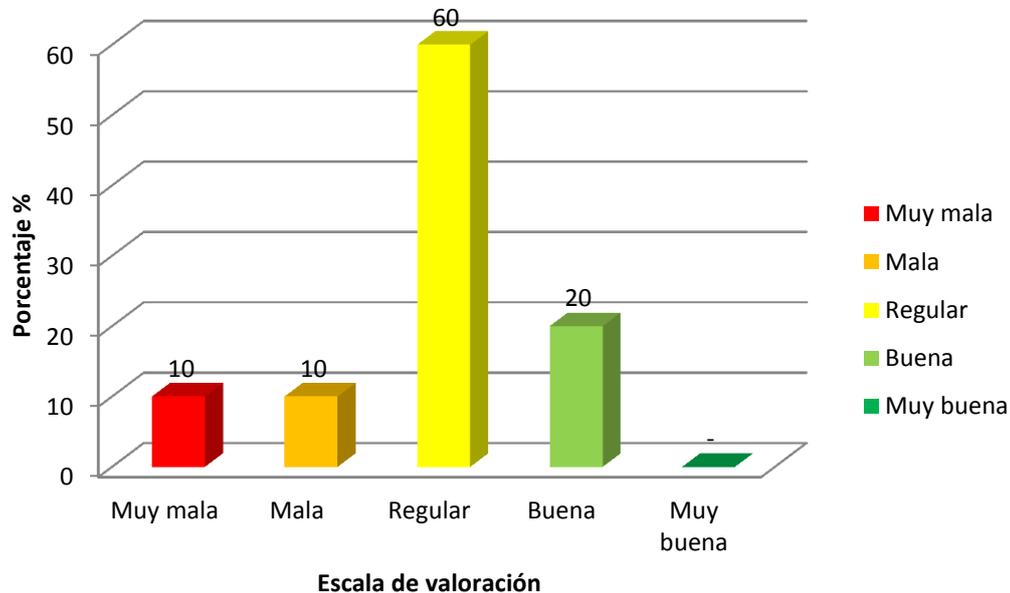
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración de la operación de lecho de secado.

DESCRIPCION	ESCALA DE LIKERT	
Remover el lodo antiguo, rastrillar y reemplazar o completar la capa de arena así como remover los vegetales.	MUY BUENA	5
Remover los lodos antiguos, todas hierbas u otros restos vegetales y rastrillar la capa de arena	BUENA	4
Remover los lodos antiguos además todas las hierbas u otros restos vegetales	REGULAR	3
Añadir el lodo sobre la vegetación y otras hierbas	MALA	2
Añadir el lodo sobre otro lodo sin retirar la vegetación	MUY MALA	1

En la pregunta N° 22 operación de lecho de secado, del total de 10 tanques Imhoff evaluados representando el 100%, 7 tanques Imhoff la operación de lecho de secado es muy mala representando el 70%, 1 tanque Imhoff la operación de lecho de secado es mala representando el 10%, 1 tanque Imhoff la operación de lecho de secado es media representando en 10% y 1 tanque Imhoff la operación de lecho de secado es buena representando el 10%.

GRÁFICO N° 23. Control de área adyacente y sobre el cual se encuentra el tanque Imhoff.



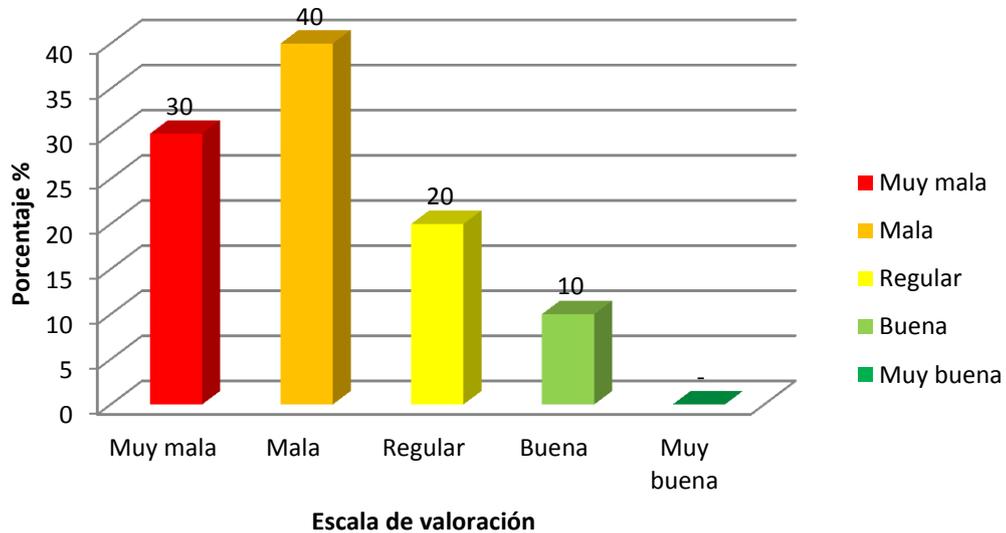
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración control de área adyacente y sobre el cual se encuentra el tanque Imhoff.

DESCRIPCION	ESCALA DE LIKERT	
Tanque Imhoff cuenta con cerco perimétrico en buen estado pintado	MUY BUENA	5
Cerco perimétrico sin desmonte ni maleza	BUENA	4
Cerco perimétrico	REGULAR	3
Tiene cerco perimétrico y está rodeado de desmonte y basura	MALA	2
No existe cerco perimétrico e ingresan los animales	MUY MALA	1

En la pregunta N° 23 control de área adyacente y sobre el cual se encuentra el tanque Imhoff, del total de 10 tanques Imhoff evaluados representando el 100%, 1 tanque Imhoff el área adyacente es muy mala representando el 10%, 1 tanque Imhoff el área adyacente es mala representando el 10%, 6 tanques Imhoff el área adyacente es media representando el 60% y 2 tanques Imhoff el área adyacente es buena representando el 20 %.

GRÁFICO N° 24. Control de emanación de olores desagradables.



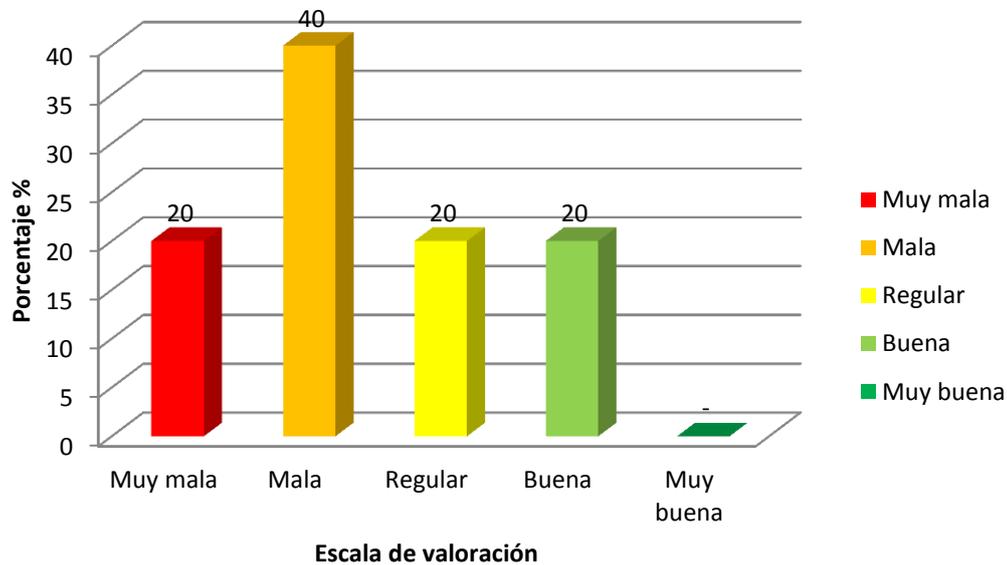
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración del control de emanación de olores desagradables

DESCRIPCIÓN	ESCALA DE LIKERT	
	Se hace una limpieza en la zona de ventilación, encontrándose libre de sólidos flotantes, natas, espumas, grasas, materiales asociados a las aguas residuales y otros	MUY BUENA
Se agrega cal hidratada en la zona de ventilación, para corregir la presencia de espumas, encontrándose libre de natas y espumas.	BUENA	4
Se da limpieza la zona de ventilación solo en caso este obstruido o en malas condiciones, encontrándose libre de solidos flotantes mas no de natas y espumas.	REGULAR	3
La zona de ventilación tiene presencia de solidos flotantes, espumas y natas.	MALA	2
Nunca se hizo la limpieza de la zona de ventilación.	MUY MALA	1

En la pregunta N° 24 control de emanación de olores desagradables, del total de 10 tanques Imhoff representando el 100%, 3 tanques Imhoff el control de emanación de olores es muy mala representando el 30 %, 4 tanques Imhoff el control de emanación de olores es mala representando el 40%, 2 tanques Imhoff el control de emanación de olores es media representando el 20%, 1 tanque Imhoff el control de emanación de olores es buena representando el 10%.

GRÁFICO N° 25. Válvula y tubo de extracción de lodos.



Fuente: Elaboración propia, 2016

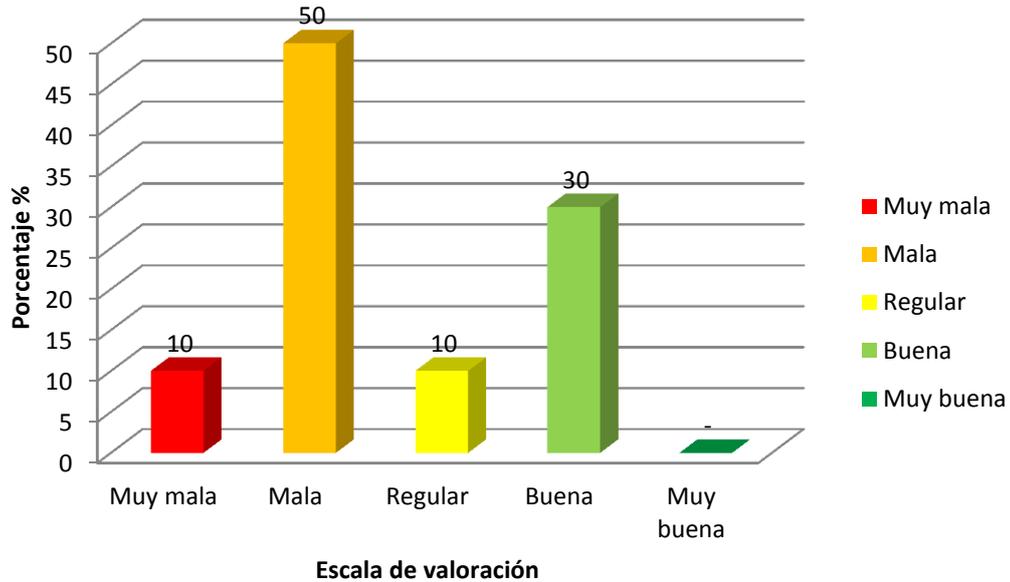
Valoración de la válvula y tubo de extracción de lodos.

DESCRIPCIÓN	ESCALA DE LIKERT	
Funcionan y operan correctamente en el sistema. Encontrándose íntegros y sin obstrucciones.	MUY BUENA	5
Se encuentran deteriorados pero sin obstrucciones.	BUENA	4
Se encuentran obstruidos pero no deteriorados.	REGULAR	3
Se encuentran deteriorados y obstruidos parcialmente.	MALA	2
Se encuentran deteriorados y obstruidos totalmente.	MUY MALA	1

En la pregunta N° 25 válvula y tubo de extracción para lodos, del total de 10 tanques Imhoff representando el 100%, 2 tanques Imhoff la válvula y tubo de extracción para lodos están en muy malas condiciones representando el 20%, 4 tanques Imhoff la válvula y tubo de extracción de lodos están en malas condiciones representando el 40%, 2 tanques Imhoff la válvula y tubo de extracción de lodos están en medias condiciones representando el 20% y 2 tanques Imhoff la válvula y tubo de extracción de lodos se encuentra en buenas condiciones representando el 20%.

GRÁFICO N° 26. Tubería de ingreso.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

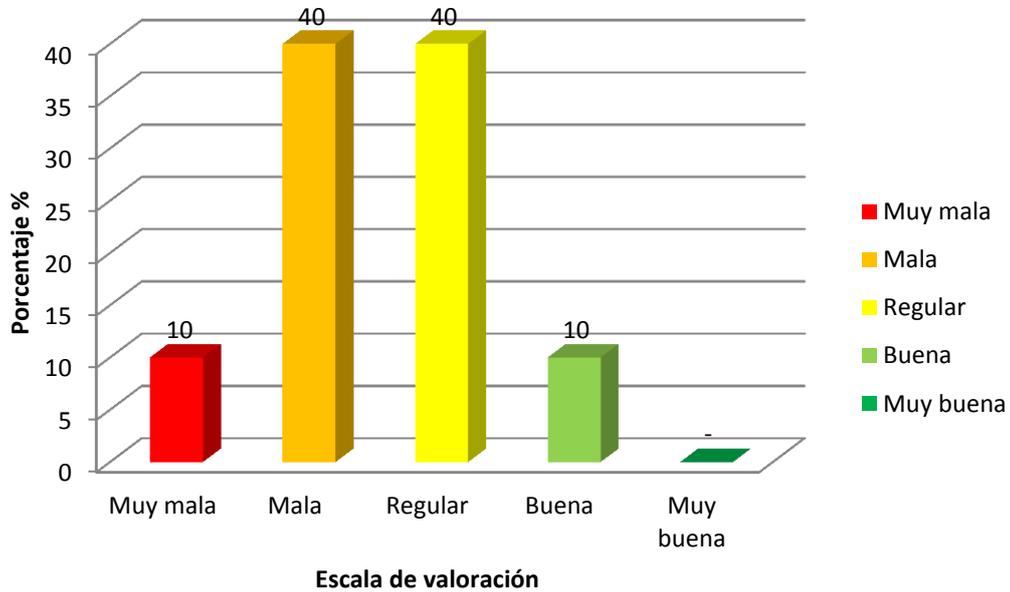


Valoración de la tubería de ingreso.

DESCRIPCIÓN	ESCALA DE LIKERT	
Funcionan y operan correctamente en el sistema. Encontrándose íntegros y sin obstrucciones.	MUY BUENA	5
Se encuentran deteriorados pero sin obstrucciones.	BUENA	4
Se encuentran obstruidos pero no deteriorados.	REGULAR	3
Se encuentran deteriorados y obstruidos parcialmente.	MALA	2
Se encuentran deteriorados y obstruidos totalmente.	MUY MALA	1

En la pregunta N° 26 tubería de ingreso, del total de 10 tanques Imhoff evaluados representando el 100%, 1 tanque Imhoff la tubería de ingreso está en muy malas condiciones representando el 10%, 5 tanques Imhoff la tubería de ingreso está en malas condiciones representando el 50%, 1 tanque Imhoff la tubería de ingreso está en medias condiciones representando el 10% y 3 tanques Imhoff la tubería de ingreso está en buenas condiciones representando el 30%.

GRÁFICO N° 27. Tubería de drenaje.



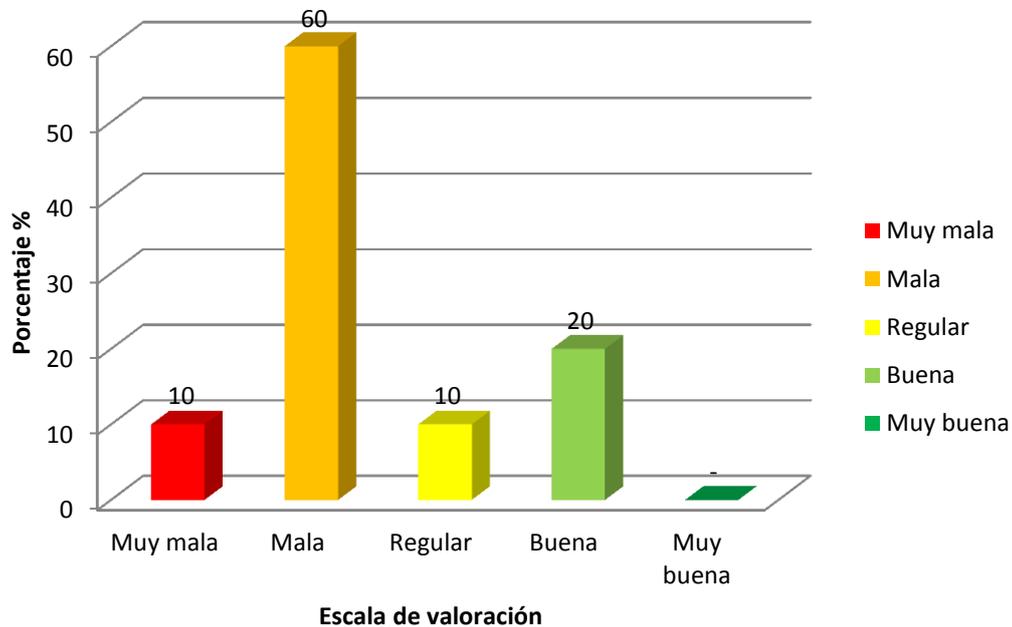
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración de la tubería de drenaje.

DESCRIPCIÓN	ESCALA DE LIKERT	
Funcionan y operan correctamente en el sistema. Encontrándose íntegros y sin obstrucciones.	MUY BUENA	5
Se encuentran deteriorados pero sin obstrucciones.	BUENA	4
Se encuentran obstruidos pero no deteriorados.	REGULAR	3
Se encuentran deteriorados y obstruidos parcialmente.	MALA	2
Se encuentran deteriorados y obstruidos totalmente.	MUY MALA	1

En la pregunta N° 27 tubería de drenaje, del total de 10 tanques Imhoff evaluados representando el 100%, 1 tanque Imhoff la tubería de drenaje está en muy malas condiciones representando el 10%, 4 tanques Imhoff la tubería drenaje está en malas condiciones representando el 40%, 4 tanques Imhoff la tubería de drenaje está en condiciones medias representando el 40% y 1 tanque Imhoff la tubería de drenaje está en buenas condiciones representando el 10%.

GRÁFICO N° 28. Tubería de salida.



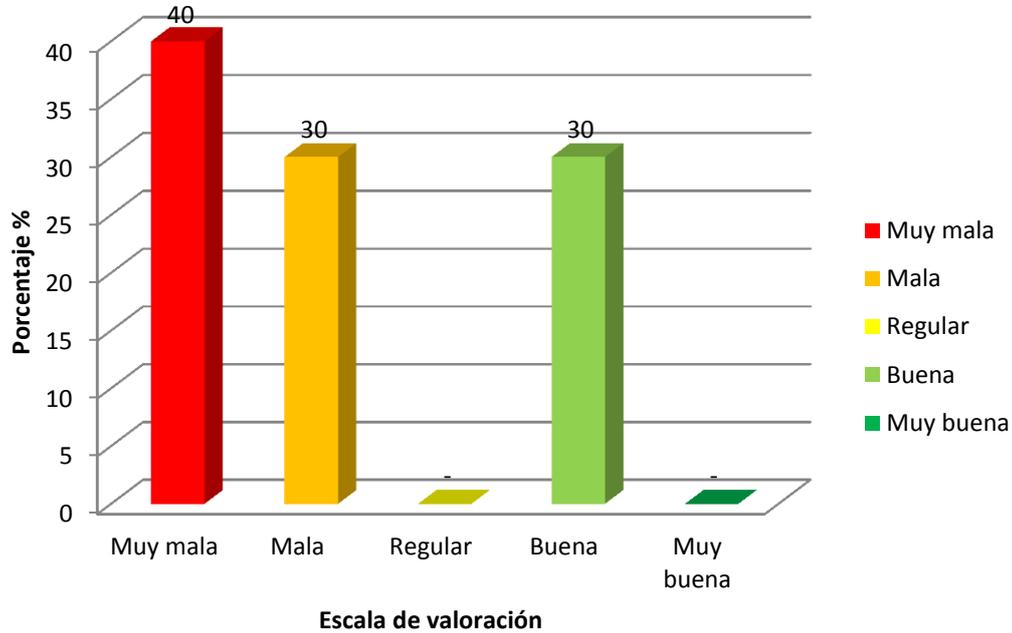
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración de la tubería de salida.

DESCRIPCIÓN	ESCALA DE LIKERT	
	Funcionan y operan correctamente en el sistema. Encontrándose íntegros y sin obstrucciones.	MUY BUENA
Se encuentran deteriorados pero sin obstrucciones.	BUENA	4
Se encuentran obstruidos pero no deteriorados.	REGULAR	3
Se encuentran deteriorados y obstruidos parcialmente.	MALA	2
Se encuentran deteriorados y obstruidos totalmente.	MUY MALA	1

En la pregunta N° 28 tubería de salida, del total de 10 tanques Imhoff representando el 100%, 1 tanque Imhoff la tubería de salida está en muy malas condiciones representando el 10%, 6 tanques Imhoff la tubería de salida está en malas condiciones representando el 60%, 1 tanque Imhoff la tubería de salida está en media condiciones representando el 10% y 2 tanques Imhoff la tubería de salida está en buenas condiciones representando el 20%.

GRÁFICO N° 29. Tubería de recolección.



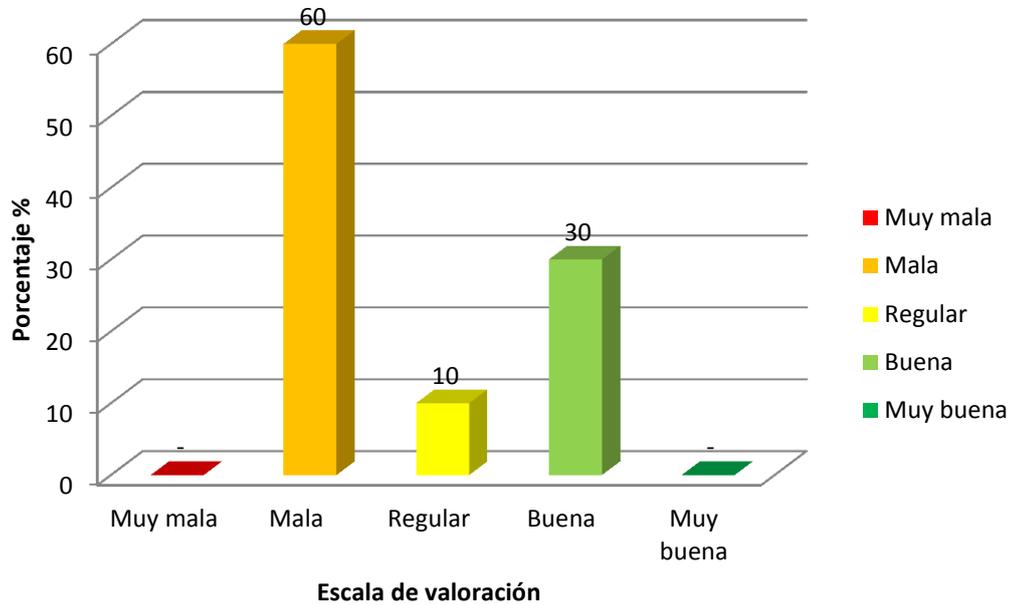
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración de la tubería de recolección.

DESCRIPCIÓN	ESCALA DE LIKERT
Funcionan y operan correctamente en el sistema. Encontrándose íntegros y sin obstrucciones.	MUY BUENA 5
Se encuentran deteriorados pero sin obstrucciones.	BUENA 4
Se encuentran obstruidos pero no deteriorados.	REGULAR 3
Se encuentran deteriorados y obstruidos parcialmente.	MALA 2
Se encuentran deteriorados y obstruidos totalmente.	MUY MALA 1

En la pregunta N° 29 tubería de recolección, del total de 10 tanques Imhoff representando el 100%, 4 tanques Imhoff la tubería de recolección está en muy malas condiciones representando el 40%, 3 tanques Imhoff la tubería de recolección están en malas condiciones representando el 30% y 3 tanques Imhoff la tubería de recolección está en buenas condiciones representando el 30%.

GRÁFICO N° 30. Accesorios y válvulas del tanque Imhoff.



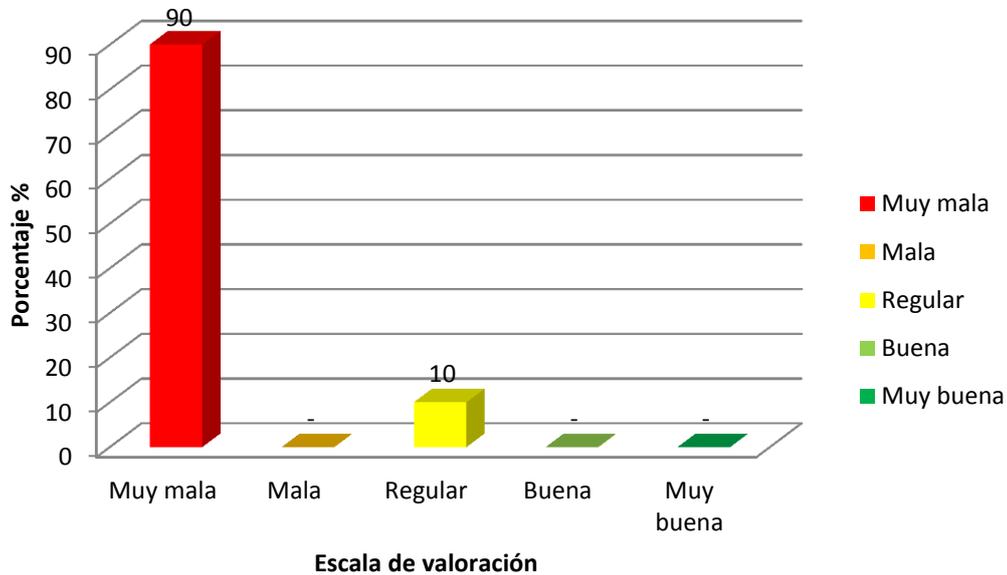
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración de los accesorios y válvulas del tanque Imhoff.

DESCRIPCIÓN	ESCALA DE LIKERT	
Funcionan y operan correctamente en el sistema. Encontrándose íntegros y sin obstrucciones.	MUY BUENA	5
Se encuentran deteriorados pero sin obstrucciones.	BUENA	4
Se encuentran obstruidos pero no deteriorados.	REGULAR	3
Se encuentran deteriorados y obstruidos parcialmente.	MALA	2
Se encuentran deteriorados y obstruidos totalmente.	MUY MALA	1

En la pregunta N° 30 accesorios y válvulas de tanque, del total de 10 tanques Imhoff representando el 100%, 6 tanques Imhoff los accesorios y válvulas están en malas condiciones representando el 60%, 1 tanque Imhoff los accesorios y válvulas están en condiciones medias representando el 10% y 3 tanques Imhoff los accesorios y válvulas están en buenas condiciones representando el 30%.

GRÁFICO N° 31. Registro completo y exacto de todos los acontecimientos relacionados con la operación.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

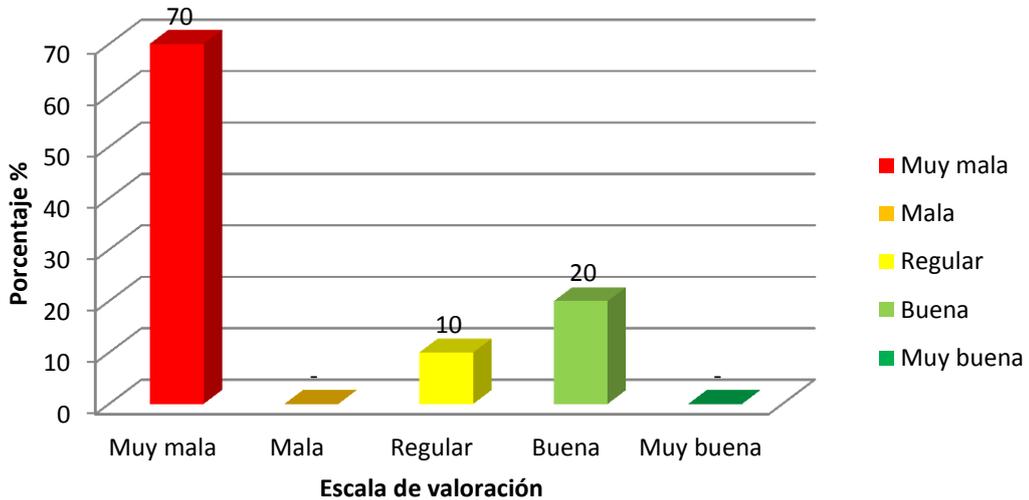
Valoración del registro completo y exacto de todos los acontecimientos relacionados con la operación.

DESCRIPCIÓN	ESCALA DE LIKERT	
El operador cuenta con un registro completo y detallado.	MUY BUENA	5
El operador cuenta con registro periódico no muy detallado.	BUENA	4
El operador cuenta con un registro sin detalle.	REGULAR	3
El operados no cuenta con registro.	MALA	2
No hay operador.	MUY MALA	1

De la pregunta N° 31 registro completo y exacto de todos los acontecimientos relacionados con la operación, del total de 10 tanques evaluados representado el 100%, 9 tanque Imhoff los registros de todos los acontecimientos relacionados con la operación están en muy malas condiciones representando el 90% y 1 tanque Imhoff los registros de todos los acontecimientos relacionados a la operaciones está en condiciones medias representando el 10%.

III. MANTENIMIENTO:

GRÁFICO N° 32. Limpieza de superficie de agua del sedimentado.



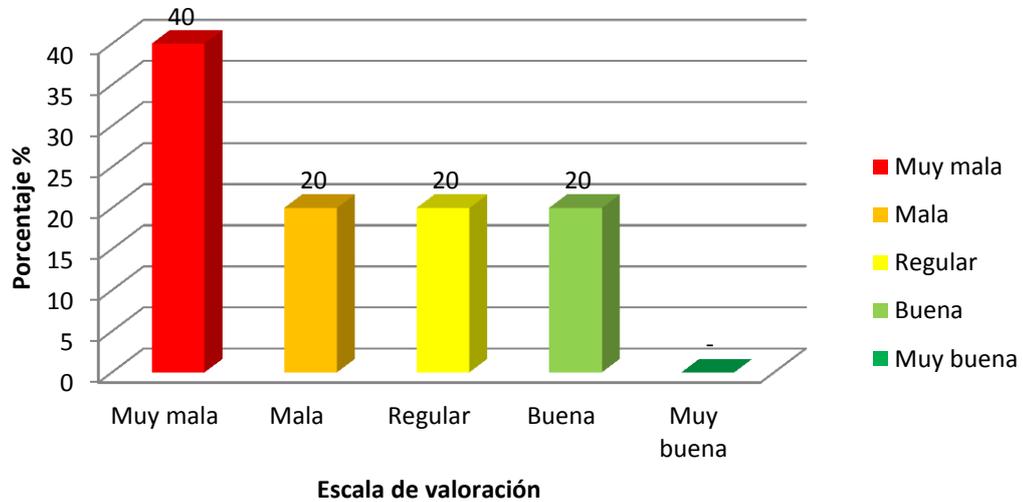
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración de la limpieza de superficie de agua del sedimentado.

DESCRIPCIÓN	ESCALA DE LIKERT	
se encuentra libre de presencia de solidos flotantes, espumas, grasas, materiales asociados a las aguas residuales y otros	MUY BUENA	5
Se encuentra libre de presencia de solidos flotantes, espumas y grasas.	BUENA	4
Se encuentra libre de presencia de solidos flotantes y espumas.	REGULAR	3
Se encuentra con espuma y grasas.	MALA	2
Se encuentra con sólidos flotantes, espuma, grasas, material asociado a las aguas residuales y otros.	MUY MALA	1

En la pregunta N° 32 limpieza de superficie de sedimentado, del total de 10 tanques Imhoff evaluados representando el 100%, 7 tanques Imhoff la limpieza del sedimentador está en muy malas condiciones representando el 70%, 1 tanque Imhoff la limpieza del sedimentador está en condiciones medias representando el 10% y 2 tanques Imhoff la limpieza del sedimentador está en buenas condiciones representando el 20%.

GRÁFICO N° 33. Limpieza de paredes de concreto y superficie metálicas.



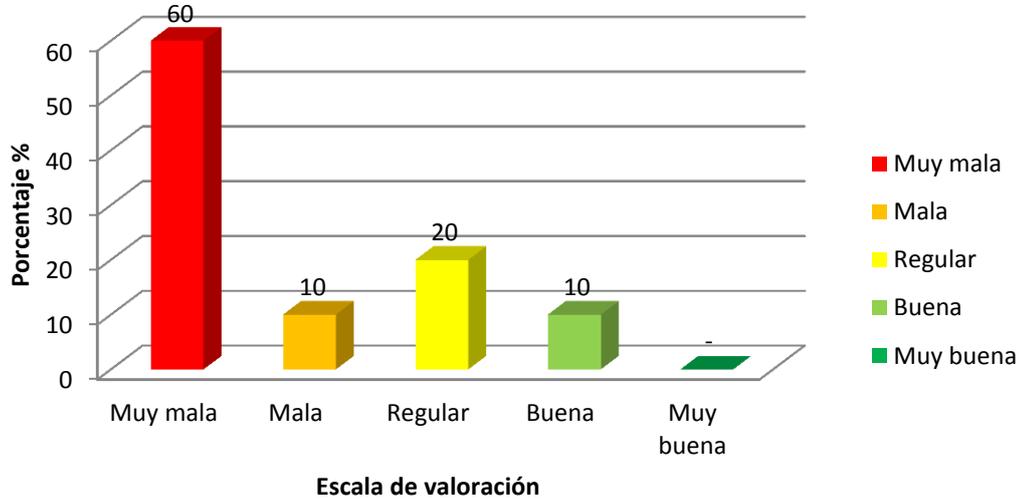
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración de la limpieza de paredes de concreto y superficie metálicas.

DESCRIPCIÓN	ESCALA DE LIKERT	
	se encuentra libre de presencia de solidos flotantes, espumas, grasas, materiales asociados a las aguas residuales, y otros	MUY BUENA
Se encuentra libre de presencia de solidos flotantes, espumas y grasas.	BUENA	4
Se encuentra libre de presencia de solidos flotantes y espumas.	REGULAR	3
Se encuentra con espuma y grasas.	MALA	2
Se encuentra con sólidos flotantes, espuma, grasas, material asociado a las aguas residuales, y otros.	MUY MALA	1

En la pregunta N° 33 limpieza de paredes de concreto y superficies metálicas, del total de 10 tanques Imhoff evaluados representando el 100%, 4 tanques Imhoff la limpieza de paredes de concreto y superficies metálicas es muy mala representando el 40%, 2 tanques Imhoff la limpieza de paredes de concreto y superficies metálicas son malas representando el 20%, 2 tanques Imhoff la limpieza de paredes de concreto y superficies metálicas es media representando el 20% y 2 tanques Imhoff la limpieza de las paredes de concreto y superficies metálicas es buena representando el 20%.

GRÁFICO N° 34. Limpieza de las estructuras de entrada y salida.



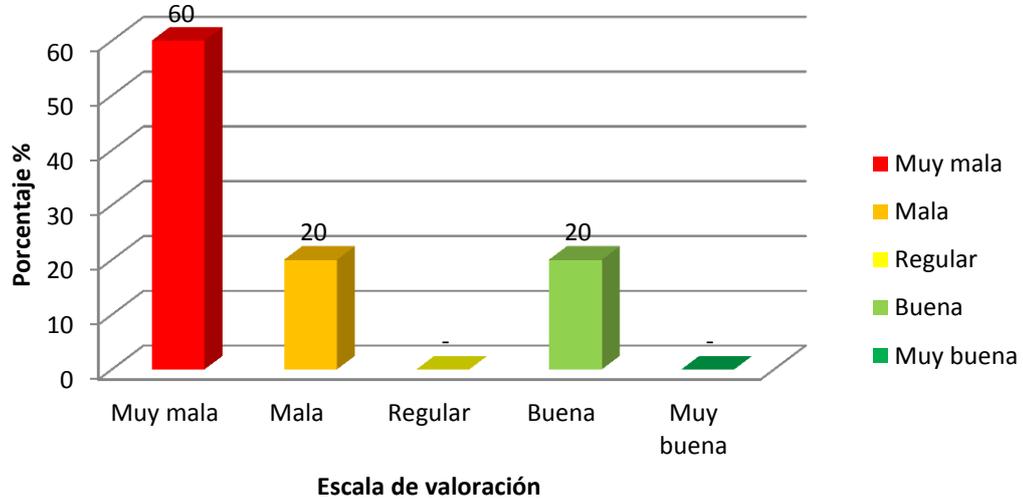
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración de la limpieza de las estructuras de entrada y salida.

DESCRIPCIÓN	ESCALA DE LIKERT	
	se encuentra libre de presencia de solidos flotantes, espumas, grasas, materiales asociados a las aguas residuales y otros	MUY BUENA
Se encuentra libre de presencia de solidos flotantes, espumas y grasas.	BUENA	4
Se encuentra libre de presencia de solidos flotantes y espumas.	REGULAR	3
Se encuentra con espuma y grasas.	MALA	2
Se encuentra con sólidos flotantes, espuma, grasas, material asociado a las aguas residuales y otros.	MUY MALA	1

En la pregunta N° 34 limpieza de las estructuras de entrada y salida, del total de 10 tanques Imhoff evaluados representando el 100%, 6 tanques Imhoff la limpieza de las estructuras de entrada y salida son muy malas representando el 60%, 1 tanque Imhoff la limpieza de las estructuras de entrada y salida son malas representando el 10%, y tanques Imhoff la limpieza de las estructuras de entrada y salida son medias representando el 20% y 1 tanque Imhoff la limpieza de las estructuras de entrada y salida son buenas representando el 10%.

GRÁFICO N° 35. Limpieza de zona de ventilación de la cámara de digestión.



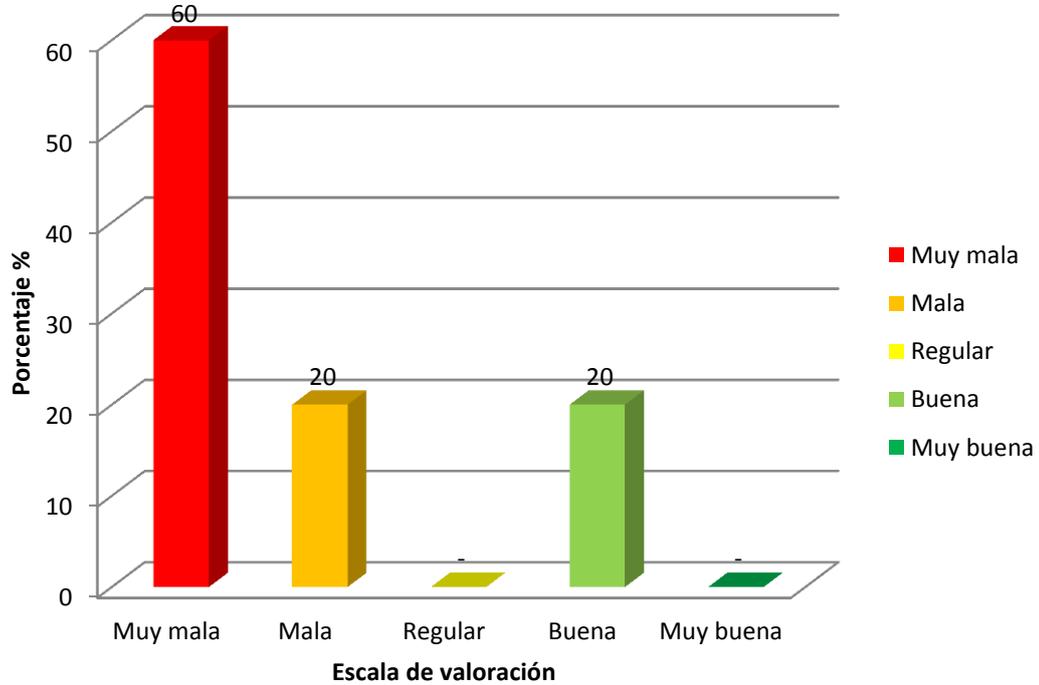
Fuente: Elaboración propia, 2016,

Valoración de la limpieza de zona de ventilación de la cámara de digestión.

DESCRIPCIÓN	ESCALA DE LIKERT	
Se hace una limpieza en la zona de ventilación, encontrándose libre de sólidos flotantes, natas, espumas, grasas, materiales asociados a las aguas residuales y otros.	MUY BUENA	5
Se agrega cal hidratada en la zona de ventilación, para corregir la presencia de espumas, encontrándose libre de natas y espumas.	BUENA	4
Se da limpieza a la zona de ventilación solo en caso este obstruido o en malas condiciones, encontrándose libre de solidos flotantes mas no de natas y espumas.	REGULAR	3
La zona de ventilación tiene presencia de solidos flotantes, espumas y natas.	MALA	2
Nunca se hizo la limpieza de la zona de ventilación.	MUY MALA	1

En la pregunta N° 35 limpieza de zona de ventilación de la cámara de digestión, del total de 10 tanques Imhoff evaluados representando el 100%, 6 tanques Imhoff la limpieza de la zona de ventilación de la cámara de digestión es muy mala representando el 60%, 2 tanques Imhoff la limpieza de ventilación de la cámara de digestión es mala representando el 20% y 2 tanques Imhoff la limpieza de la zona de ventilación de la cámara de digestión es buena representando el 20%.

GRÁFICO N° 36. Limpieza del lecho de secado.



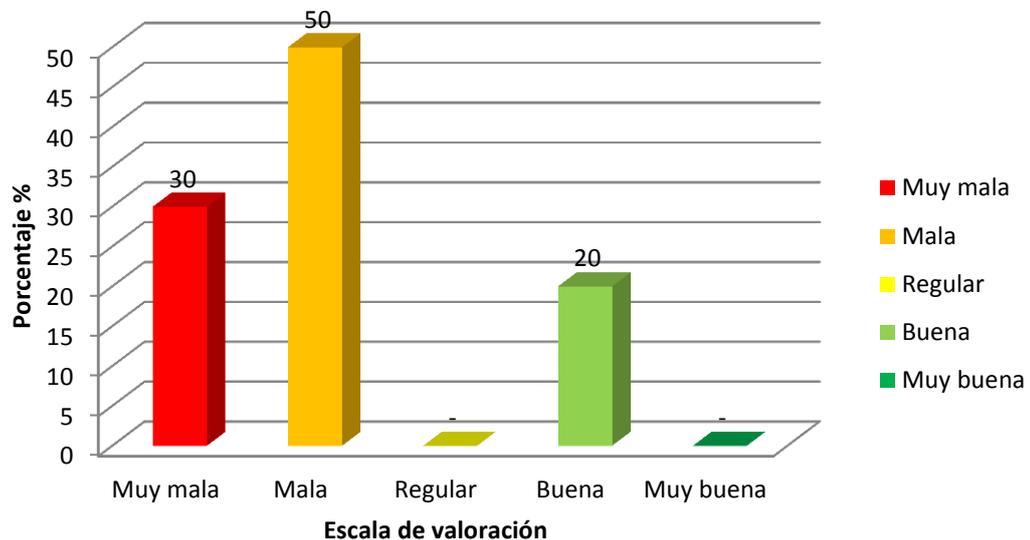
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración de la limpieza del lecho de secado.

DESCRIPCIÓN	ESCALA DE LIKERT	
Libre de hierbas y objetos residuales, con capa de arena adecuada y sin sobrecarga de lodos.	MUY BUENA	1
Libre objetos residuales, con capa de arena adecuada y sin sobrecarga de lodos.	BUENA	4
Libre objetos residuales, sin sobrecarga de lodos.	REGULAR	3
Se encuentra con hierba y objetos residuales.	MALA	2
Se encuentra con hierba y objetos residuales, sin capa de arena adecuada con sobrecarga de lodos.	MUY MALA	1

En la pregunta N° 36 limpieza del lecho de secado, del total de 10 tanques Imhoff evaluados representando el 100%, 6 tanques Imhoff la limpieza del lecho de secado es muy mala representando el 60%, 2 tanques Imhoff la limpieza del lecho de secado es mala representando el 20% y 2 tanques Imhoff la limpieza del lecho de secado es buena representando el 20%.

GRÁFICO N° 37. Limpieza del perímetro del tanque.



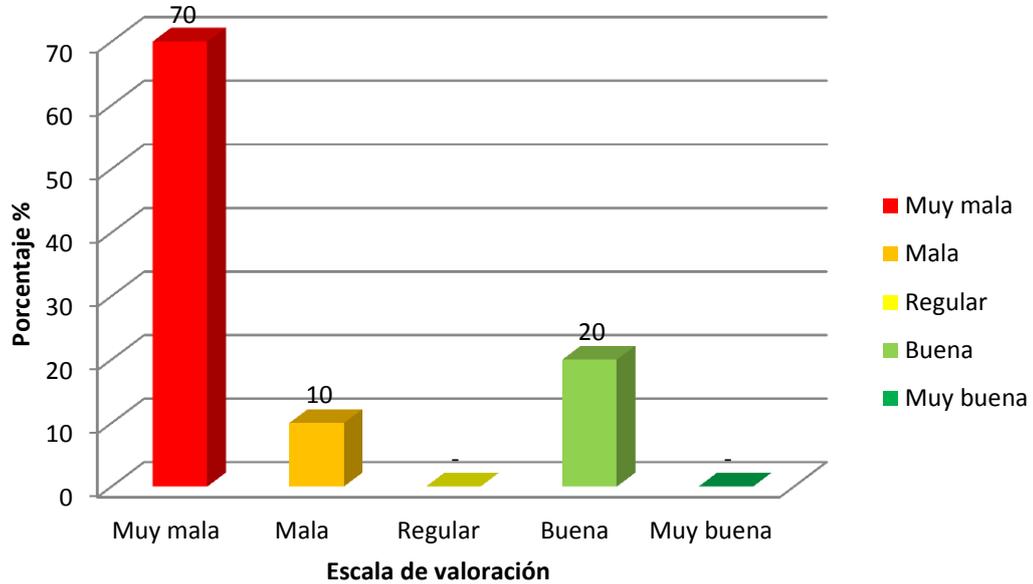
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración de la limpieza del perímetro del tanque.

DESCRIPCIÓN	ESCALA DE LIKERT	
	El perímetro se encuentra limpio encontrándose libre de objetos residuales, hierba desmonte y otros.	MUY BUENA
Se encuentra libre de objetos residuales, hierba y desmonte de material.	BUENA	4
Se encuentra libre de objetos residuales.	REGULAR	3
Se encuentra con objetos residuales y hierba.	MALA	2
Nunca se hizo la limpieza del perímetro.	MUY MALA	1

En la pregunta N° 37 limpieza del perímetro del tanque, del total de 1° tanques Imhoff representando el 100%, 3 tanques Imhoff la limpieza del perímetro es muy mala representando el 30%, 5 tanques Imhoff la limpieza del perímetro es mala representando el 50% y 2 tanques Imhoff la limpieza del perímetro es buena representando el 20%.

GRÁFICO N° 38. Reemplazo de capa de arena en el lecho de secado.



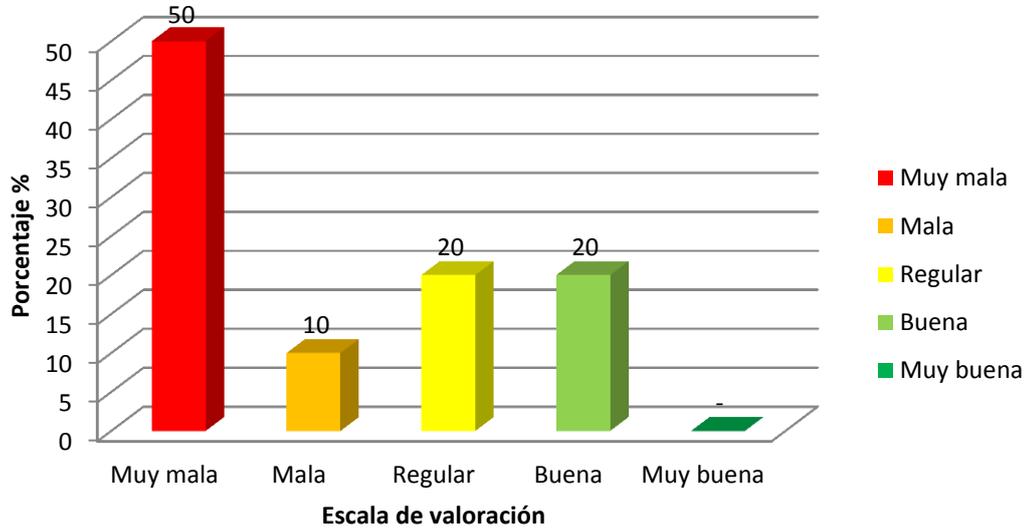
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración del reemplazo de capa de arena en el lecho de secado.

DESCRIPCIÓN	ESCALA DE LIKERT	
	ESCALA	VALOR
Se reemplaza periódicamente la capa de arena hasta alcanzar su espesor original.	MUY BUENA	5
Se reemplaza la capa de arena.	BUENA	4
Se reemplaza la capa de arena de vez en cuando.	REGULAR	3
La capa de arena se encuentra en malas condiciones.	MALA	2
Nunca se hizo el reemplazo de capa de arena.	MUY MALA	1

En la pregunta N° 38 reemplazo de capa de arena en el lecho de secado, del total de 10 tanques Imhoff evaluados representando el 100%, 7 tanques Imhoff el reemplazo de la capa de arena es muy mala representando el 70%, 1 tanque Imhoff el reemplazo de la capa de arena es mala representando el 10% y 2 tanques Imhoff el reemplazo de la capa de arena es buena representando el 20%.

GRÁFICO N° 39. Superficie libre de objetos flotantes en el tanque.



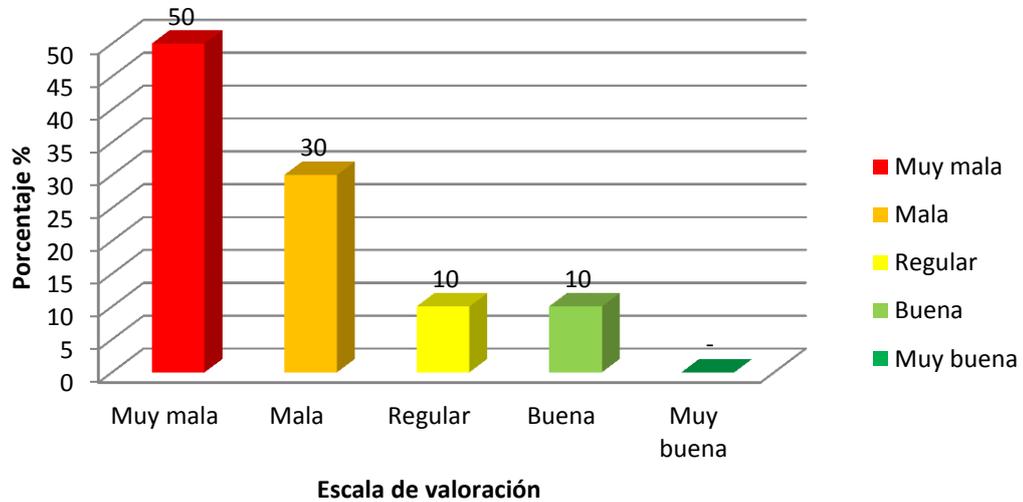
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración de la superficie libre de objetos flotantes en el tanque.

DESCRIPCIÓN	ESCALA DE LIKERT	
	Se encuentra libre de presencia de solidos flotantes, espumas, grasas, materiales asociados a las aguas residuales, y otros	MUY BUENA
Se encuentra libre de presencia de solidos flotantes, espumas y grasas.	BUENA	4
Se encuentra libre de presencia de solidos flotantes y espumas.	REGULAR	3
Se encuentra con espuma y grasas.	MALA	2
Se encuentra con sólidos flotantes, espuma, grasas, material asociado a las aguas residuales, y otros.	MUY MALA	1

En la pregunta N° 39 superficie libre de objetos flotantes en el tanque, del total de 10 tanques Imhoff evaluados representando el 100%, 5 tanques Imhoff la superficie libre de objetos flotantes es muy mala representando el 50%, 1 tanque Imhoff la superficie libre de objetos flotantes en mala representando el 10%, 2 tanques Imhoff la superficie libre de objetos es media representando el 20% y 2 tanques Imhoff la superficie libre de objetos es buena representando el 20%.

GRÁFICO N° 40. Disposición adecuada de desechos retenidos.



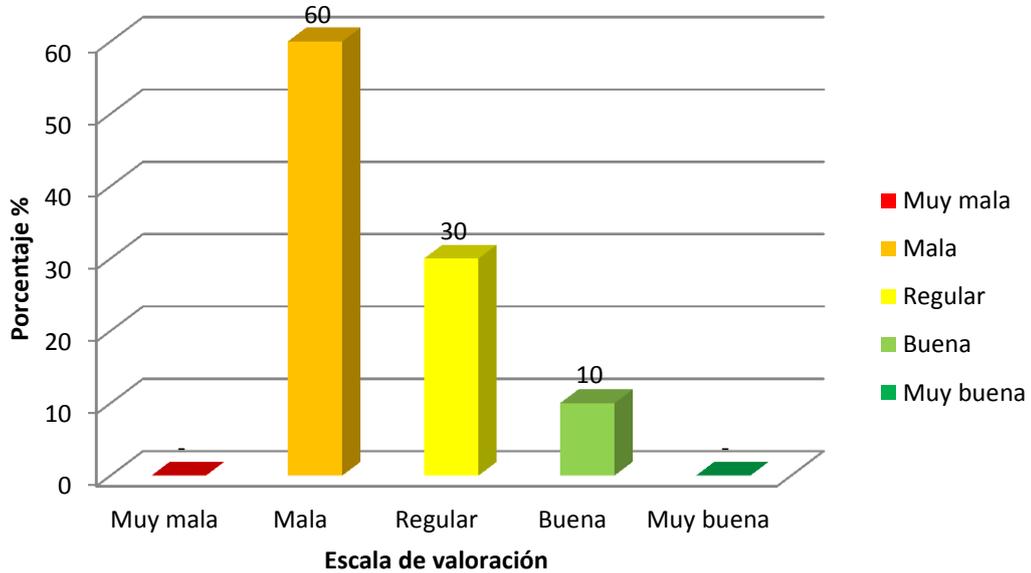
Fuente: Elaboración propia, 2016

Valoración de la disposición adecuada de desechos retenidos.

DESCRIPCIÓN	ESCALA DE LIKERT	
	Dispuestos en rellenos sanitarios.	MUY BUENA
Son incinerados o dispuestos por enterramiento.	BUENA	4
Son recolectadas en zona de desechos.	REGULAR	3
Son colocadas en zonas internas y externas del tanque Imhoff.	MALA	2
No cuenta con un operador para el mantenimiento adecuado; el tanque ha colapsado.	MUY MALA	1

En la pregunta N° 40 disposición adecuada de desechos retenidos, del total de 10 tanques Imhoff representando el 100%, 5 tanques Imhoff la disposición adecuada de desechos retenidos es muy mala representando el 50%, 3 tanques la disposición adecuada de desechos retenidos es mala representando el 30%, 1 tanque Imhoff la disposición adecuada de desechos retenidos es media representando el 10% y 1 tanque Imhoff la disposición adecuada de desechos retenidos es buena representando el 10%.

GRÁFICO N° 41. Conductos.



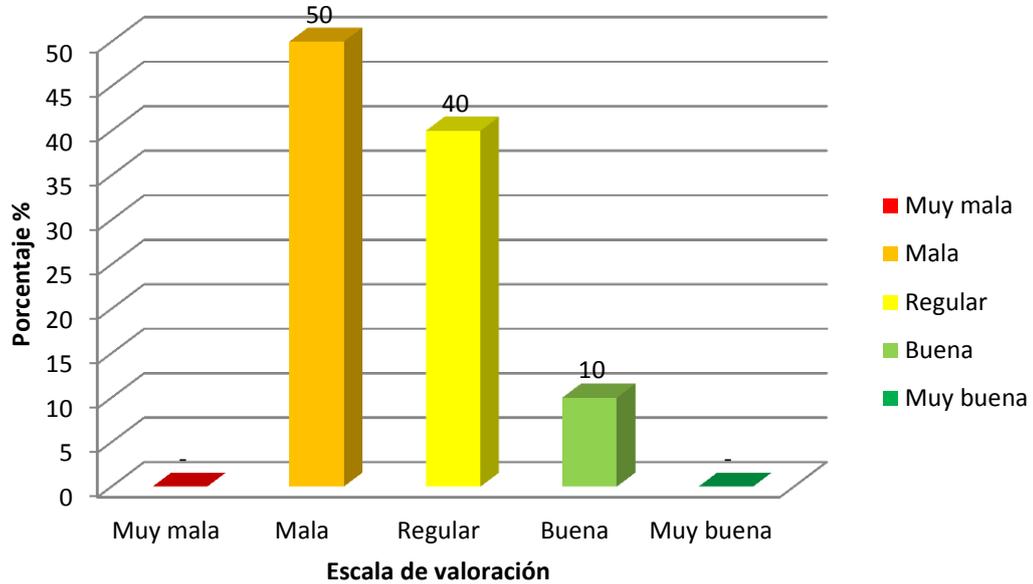
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración de los conductos.

DESCRIPCIÓN	ESCALA DE LIKERT	
	Funcionan y operan correctamente en el sistema. Encontrándose íntegros y sin obstrucciones.	MUY BUENA
Se encuentran deteriorados pero sin obstrucciones.	BUENA	4
Se encuentran obstruidos pero no deteriorados.	REGULAR	3
Se encuentran deteriorados y obstruidos parcialmente.	MALA	2
Se encuentran deteriorados y obstruidos totalmente.	MUY MALA	1

En la pregunta N° 41 conductos, del total de 10 tanques Imhoff evaluados representando el 100%, 6 tanques Imhoff los conductos están malos representando el 60%, 3 tanques Imhoff los conductos están en condiciones medias representando el 30% y 1 tanque Imhoff los conductos está en buenas condiciones representando el 10%.

GRÁFICO N° 42. Canales.



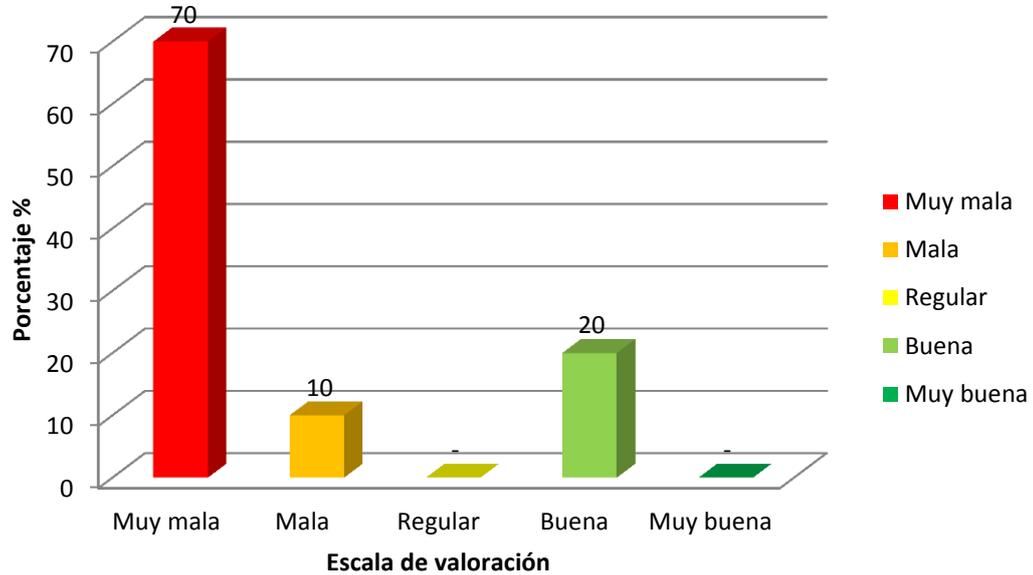
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración de los canales.

DESCRIPCIÓN	ESCALA DE LIKERT	
se encuentra libre de presencia de solidos flotantes, espumas, grasas, materiales asociados a las aguas residuales, y otros	MUY BUENA	5
Se encuentra libre de presencia de solidos flotantes, espumas y grasas.	BUENA	4
Se encuentra libre de presencia de solidos flotantes y espumas.	REGULAR	3
Se encuentra con espuma y grasas.	MALA	2
Se encuentra con sólidos flotantes, espuma, grasas, material asociado a las aguas residuales, y otros.	MUY MALA	1

En la pregunta N° 42 canales, del total de 10 tanques Imhoff evaluados representando el 100%, 5 tanques Imhoff los canales están en malas condiciones representando el 50%, 4 tanques Imhoff los canales están en condiciones medias representando el 40% y 1 tanque Imhoff los canales están en buenas condiciones representando el 10%.

GRÁFICO N° 43. Pintura externa.



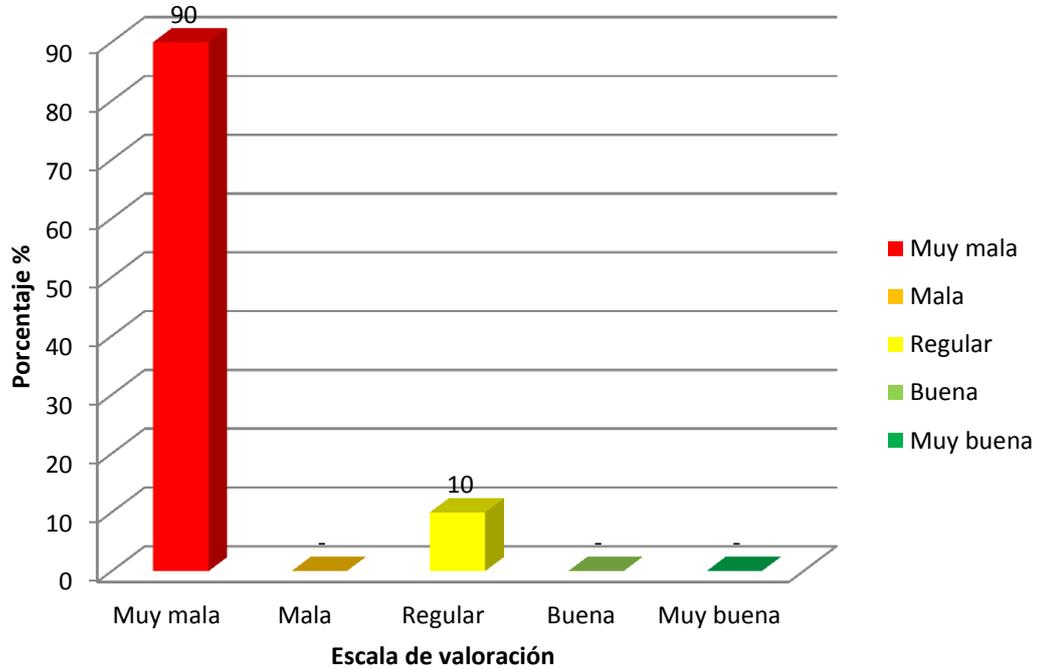
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración de la pintura externa.

DESCRIPCIÓN	ESCALA DE LIKERT	
	Se hace una limpieza constante y periódica en la zona de ventilación.	MUY BUENA
Se agrega cal hidratada en la zona de ventilación.	BUENA	4
La zona de ventilación se encuentra libre de natas.	REGULAR	3
Se da limpieza de vez en cuando en la zona de ventilación.	MALA	2
Nunca se hizo la limpieza de la zona de ventilación.	MUY MALA	1

En la pregunta N° 43 pintura exterior, del total de 10 tanques Imhoff evaluados representando el 100%, 7 tanques Imhoff la pintura exterior está en muy malas condiciones representando el 70%, 1 tanque Imhoff la pintura exterior está en malas condiciones representando el 10% y 2 tanques Imhoff la pintura exterior está en buenas condiciones representando el 20%.

GRÁFICO N° 44. EPP del operador.



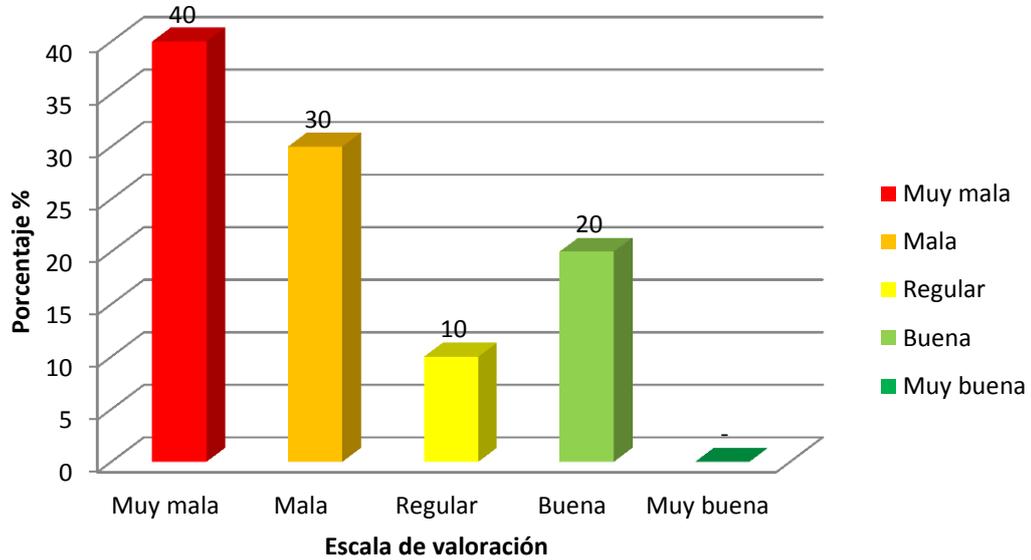
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración del EPP del operador.

DESCRIPCIÓN	ESCALA DE LIKERT	
	El operador cuenta con casco, guantes, botas de jebe y mameluco.	MUY BUENA
El operador cuenta con guantes, botas de jebe y mameluco	BUENA	4
El operador cuenta con guantes y botas de jebe.	REGULAR	3
El operador no cuenta con casco, guantes, botas de jebe ni mameluco.	MALA	2
No cuenta con operador.	MUY MALA	1

En la pregunta N° 44 EPP del operador, del total de 10 tanques Imhoff evaluados representando el 100%, 9 taques Imhoff el EPP del operador es muy mala representando el 90%, 1 tanque Imhoff el EPP del operador es media representando el 10%.

GRÁFICO N° 45. Mantenimiento de válvulas.



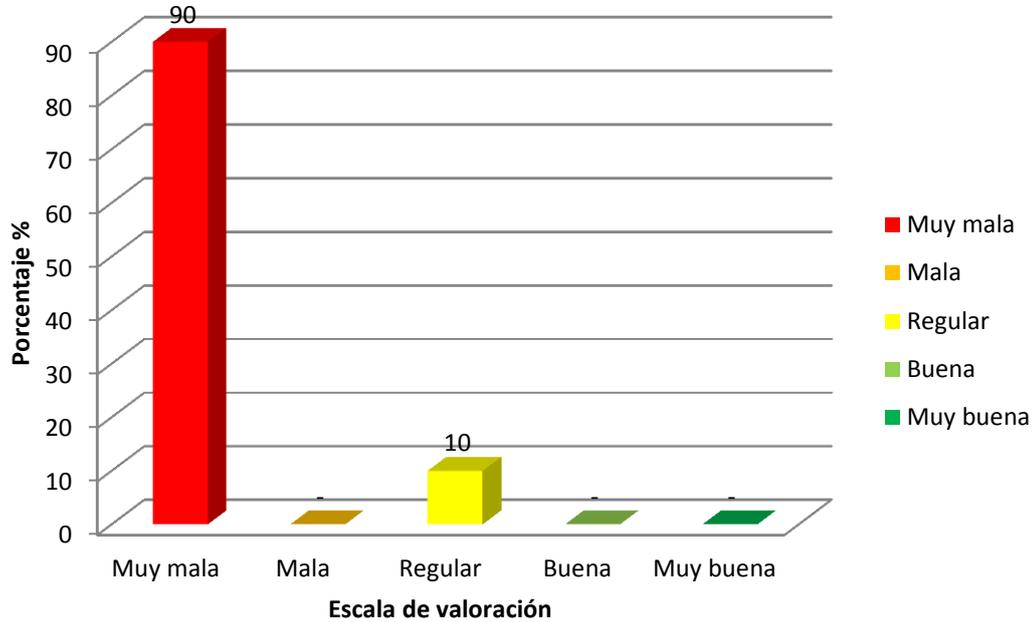
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración del mantenimiento de válvulas.

DESCRIPCIÓN	ESCALA DE LIKERT	
Funcionan y operan correctamente en el sistema. Encontrándose íntegros y sin obstrucciones.	MUY BUENA	5
Se encuentran deteriorados pero sin obstrucciones.	BUENA	4
Se encuentran obstruidos pero no deteriorados.	REGULAR	3
Se encuentran deteriorados y obstruidos parcialmente.	MALA	2
Se encuentran deteriorados y obstruidos totalmente.	MUY MALA	1

En la pregunta N° 45 mantenimiento de válvulas, del total de 10 tanques Imhoff evaluados representando el 100%, 4 tanques Imhoff el mantenimiento de válvulas es muy mala representando el 40%, 3 tanques Imhoff el mantenimiento de válvulas es mala representando el 30%, 1 tanque Imhoff el mantenimiento de válvulas es media representando el 10% y 2 tanques Imhoff el mantenimiento de válvulas es buena representando el 20%.

GRÁFICO N° 46. Instrumentos, herramientas y equipos necesarios.



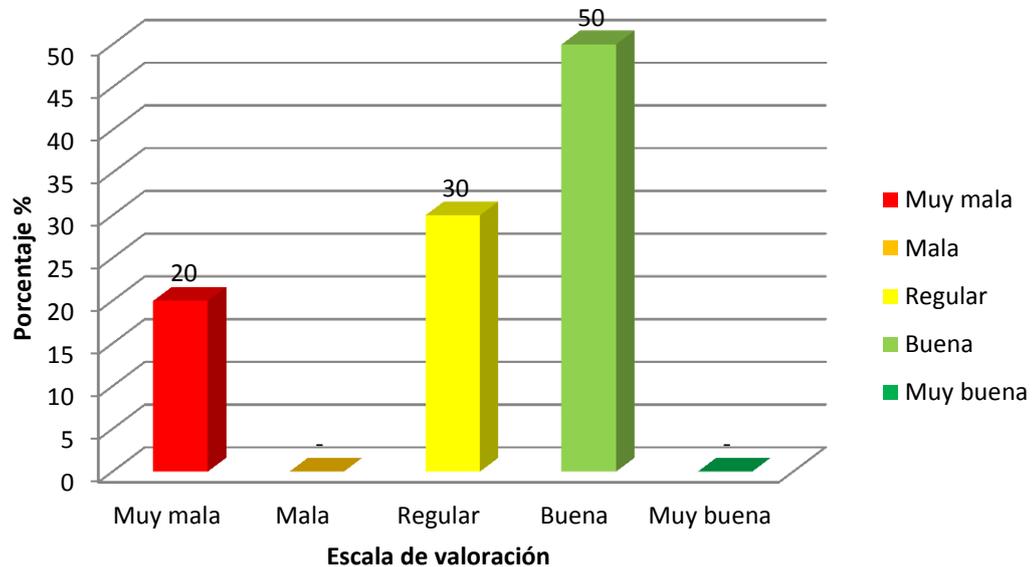
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración de los instrumentos, herramientas y equipos necesarios.

DESCRIPCIÓN	ESCALA DE LIKERT	
Cuenta con pala plana, tridente, carretilla, desnatador, raspador, limpiador de cadena y sonda.	MUY BUENA	5
Cuenta con pala plana, tridente, carretilla, desnatador, raspadores.	BUENA	4
Cuenta con pala plana, carretilla, desnatador, raspadores.	REGULAR	3
No cuenta con pala plana, carretilla, desnatador, raspadores.	MALA	2
No cuenta con operador ni herramientas para el mantenimiento.	MUY MALA	1

En la pregunta N° 46 instrumento, herramientas y equipos necesarios, del total de 10 tanques Imhoff evaluados representando en 100%, 9 tanques Imhoff sus instrumentos, herramientas y equipos necesarios son muy malas representando el 90% y 1 tanque Imhoff sus instrumentos, herramientas y equipos necesarios están en condiciones medias representando el 10%.

GRÁFICO N° 47. Accesorios del tanque.



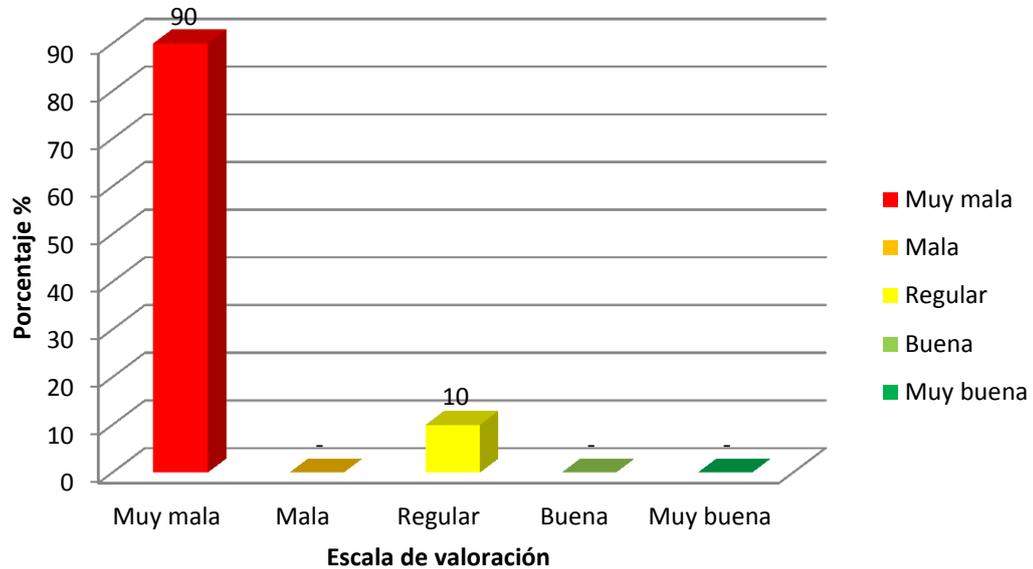
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración de los accesorios del tanque.

DESCRIPCIÓN	ESCALA DE LIKERT	
Funcionan y operan correctamente en el sistema. Encontrándose íntegros y sin obstrucciones.	MUY BUENA	5
Se encuentran deteriorados pero sin obstrucciones.	BUENA	4
Se encuentran obstruidos pero no deteriorados.	REGULAR	3
Se encuentran deteriorados y obstruidos parcialmente.	MALA	2
Se encuentran deteriorados y obstruidos totalmente.	MUY MALA	1

En la pregunta N° 47 accesorios del tanque, del total de 10 tanque Imhoff evaluados representando el 100%, 2 tanques Imhoff sus accesorios están en muy malas condiciones representando el 20%, 3 tanques Imhoff sus accesorios están en condiciones medias representando el 30% y 5 tanques Imhoff sus accesorios están en buenas condiciones representando el 50%.

GRÁFICO N° 48. Registro completo y exacto de todos los acontecimientos relacionados con el mantenimiento.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Valoración del registro completo y exacto de todos los acontecimientos relacionados con el mantenimiento.

DESCRIPCIÓN	ESCALA DE LIKERT	
El operador cuenta con un registro completo y exacto.	MUY BUENA	5
El operador cuenta con registro periódico.	BUENA	4
El operador cuenta con un registro incompleto.	REGULAR	3
El operados no cuenta con registro.	MALA	2
No hay operador.	MUY MALA	1

En la pregunta N° 48 registro completo y exacto de todos los acontecimientos relacionados con el mantenimiento, del total de 10 tanques Imhoff evaluados representando el 100%, 9 tanques Imhoff sus registros están en muy malas condiciones representando el 90%, 1 tanque Imhoff sus registros están en medias condiciones representando el 10%.

FORMATO N°2

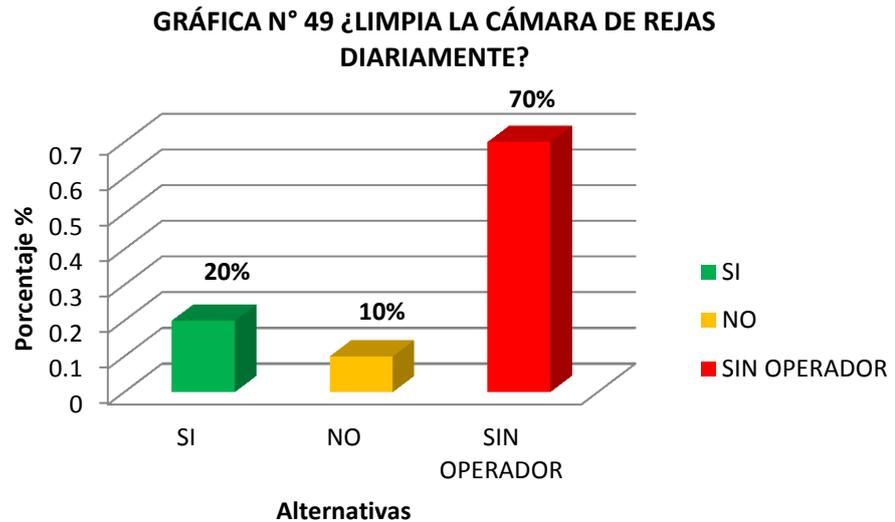
ENCUESTA DE EVALUACIÓN AL OPERADOR

TABLA N° 6

¿LIMPIA LA CÁMARA DE REJAS DIARIAMENTE?

ALTERNATIVA	RESULTADO	%
SI	2	20%
NO	1	10%
SIN OPERADOR	7	70%
TOTAL	10	100%

FUENTE: Encuesta Aplicada



FUENTE: Elaboración propia, 2016

Como nos podemos dar cuenta existe un 70% de los tanques estudiados que no cuentan con operador capacitado para el mantenimiento del tanque Imhoff, así mismo los tres operadores encuestados, dos manifiestan que si realizan la limpieza de la cámara de rejillas todos los días, mientras que un operador manifiesta que lo realiza una vez al mes, lo cual se debe a que no son personas dedicadas exclusivamente al mantenimiento del tanque Imhoff sino que también realizan otras funciones dentro de la municipalidad.

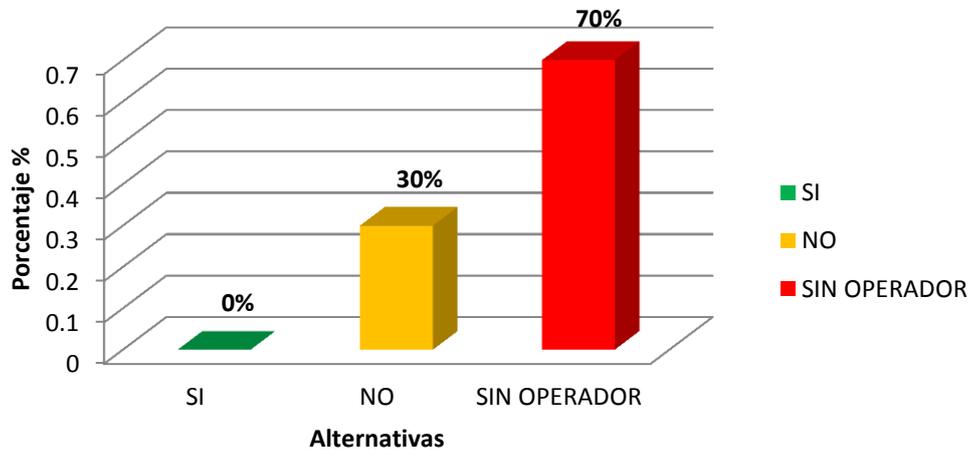
TABLA N° 7

¿SE CONTROLA EL CAUDAL DE ENTRADA Y SALIDA DE LA PLANTA?

ALTERNATIVA	RESULTADO	%
SI	0	0%
NO	3	30%
SIN OPERADOR	7	70%
TOTAL	10	100%

FUENTE: Encuesta Aplicada

GRÁFICA N° 50 ¿SE CONTROLA EL CAUDAL DE ENTRADA Y SALIDA DE LA PLANTA?



FUENTE: Elaboración propia, 2016

Como podemos darnos cuenta en siete tanques Imhoff no se cuenta con personal para el mantenimiento de los mismos, así mismo de los tres encuestados nos manifiestan que no controlan el caudal de entrada y salida de la planta de las aguas residuales, por no ser personas capacitada.

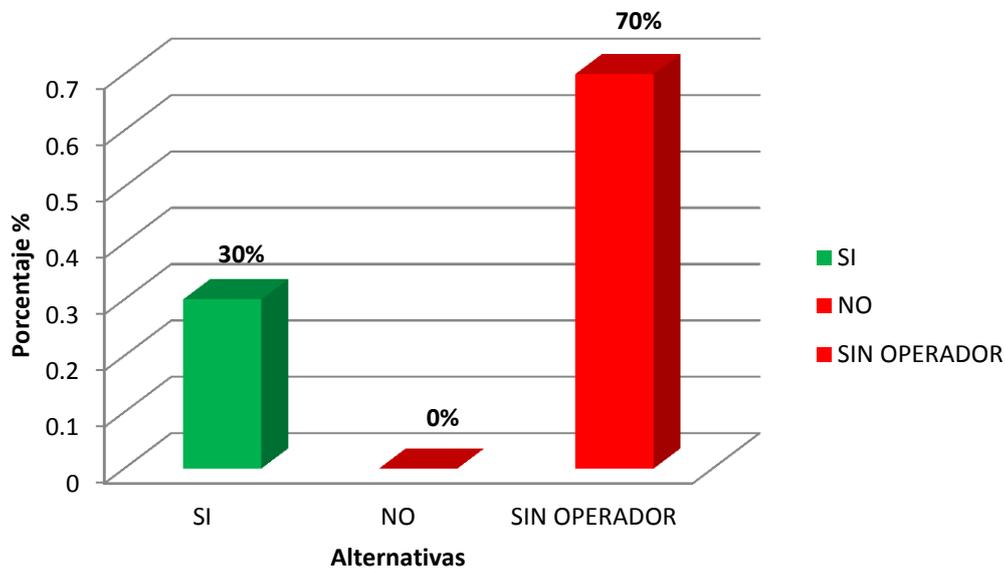
TABLA N° 8

¿RETIRA EL MATERIAL FLOTANTE QUE PUDIERAN ESTAR PRESENTES EN LA SUPERFICIE DEL TANQUE IMHOFF?

ALTERNATIVA	RESULTADO	%
SI	3	30%
NO	0	0%
SIN OPERADOR	7	70%
TOTAL	10	100%

FUENTE: Encuesta Aplicada

GRÁFICA N° 51 ¿RETIRA EL MATERIAL FLOTANTE QUE PUDIERAN ESTAR PRESENTES EN LA SUPERFICIE DEL TANQUE IMHOFF?



FUENTE: Elaboración propia, 2016

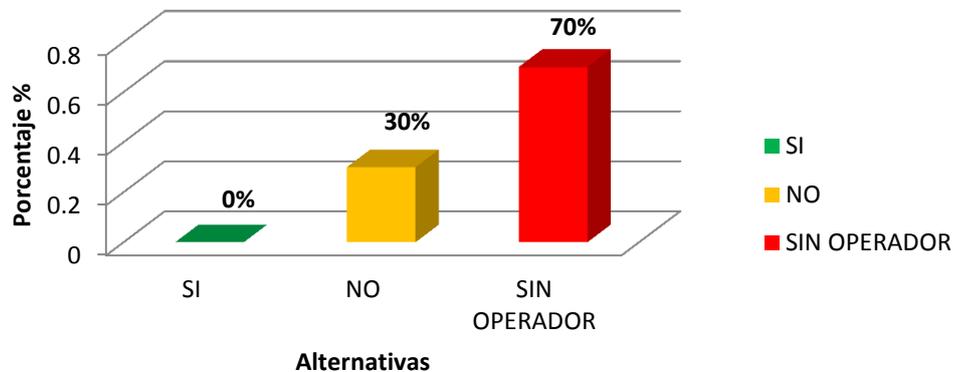
Como nos podemos dar cuenta los tres operadores entrevistados manifiestan que si retiran el material flotante que pudiera estar presente en la superficie del tanque Imhoff, lo cual lo realizan con palos y palanas.

**TABLA N° 9
¿LIMPIA LA RANURA DEL COMPARTIMIENTO DE SEDIMENTACIÓN CON UNA RASTRA DE CADENAS?**

ALTERNATIVA	RESULTADO	%
SI	0	0%
NO	3	30%
SIN OPERADOR	7	70%
TOTAL	10	100%

FUENTE: Encuesta Aplicada

GRÁFICA N° 52 ¿LIMPIA LA RANURA DEL COMPARTIMIENTO DE SEDIMENTACIÓN CON UNA RASTRA DE CADENAS?



FUENTE: Elaboración propia, 2016

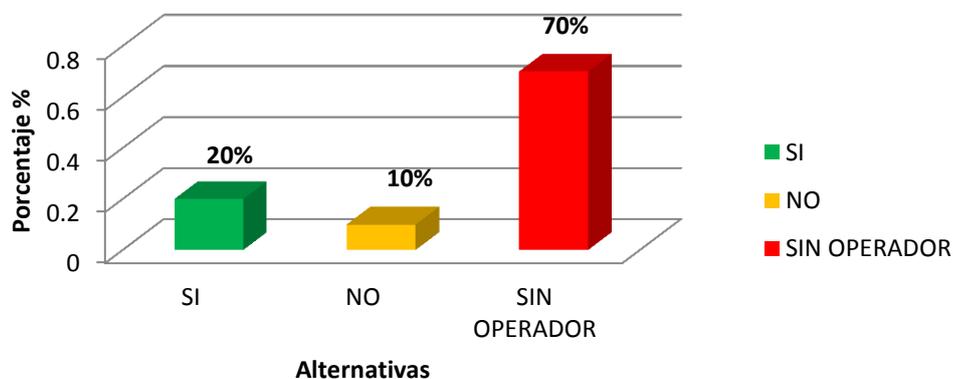
Los tres operadores manifiestan que no cuentan con una rastra de cadenas por lo cual no pueden limpiar la ranura del compartimiento de sedimentación, dicha limpieza se debe realizar con la finalidad de evitar la formación de las espumas es por eso que se recomienda realizar la limpieza.

**TABLA N° 10
¿LOGRA EVITAR LAS FORMACIONES DE ESPUMAS?**

ALTERNATIVA	RESULTADO	%
SI	2	20%
NO	1	10%
SIN OPERADOR	7	70%
TOTAL	10	100%

FUENTE: Encuesta Aplicada

GRÁFICA N° 53 ¿LOGRA EVITAR LAS FORMACIONES DE ESPUMAS?



FUENTE: Elaboración propia, 2016

Dos de los operadores manifiestan que logran evitar la formación de espumas, pues continuamente las están extrayendo o limpiando el compartimiento de sedimentación con chorros de agua, mientras que el otro operador manifiesta que por el motivo de que desempeña otras funciones no realiza esta función.

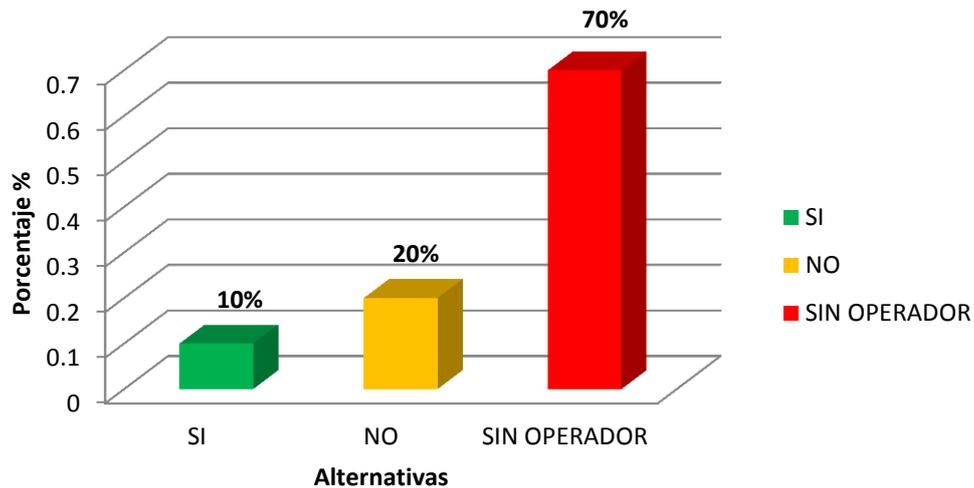
TABLA N° 11

¿DISPONE ADECUADAMENTE LOS DESECHOS RETENIDOS EN LA CÁMARA DE REJAS Y LOS RETIRADOS DE LA SUPERFICIE DEL TANQUE IMHOFF?

ALTERNATIVA	RESULTADO	%
SI	1	10%
NO	2	20%
SIN OPERADOR	7	70%
TOTAL	10	100%

FUENTE: Encuesta Aplicada

GRÁFICA N° 54 ¿DISPONE ADECUADAMENTE LOS DESECHOS RETENIDOS EN LA CÁMARA DE REJAS Y LOS RETIRADOS DE LA SUPERFICIE DEL TANQUE IMHOFF?



FUENTE: Elaboración propia, 2016

De los tres operadores dos manifiestan que no disponen adecuadamente de los desechos retenidos en la cámara de rejillas y los retirados de la superficie del tanque

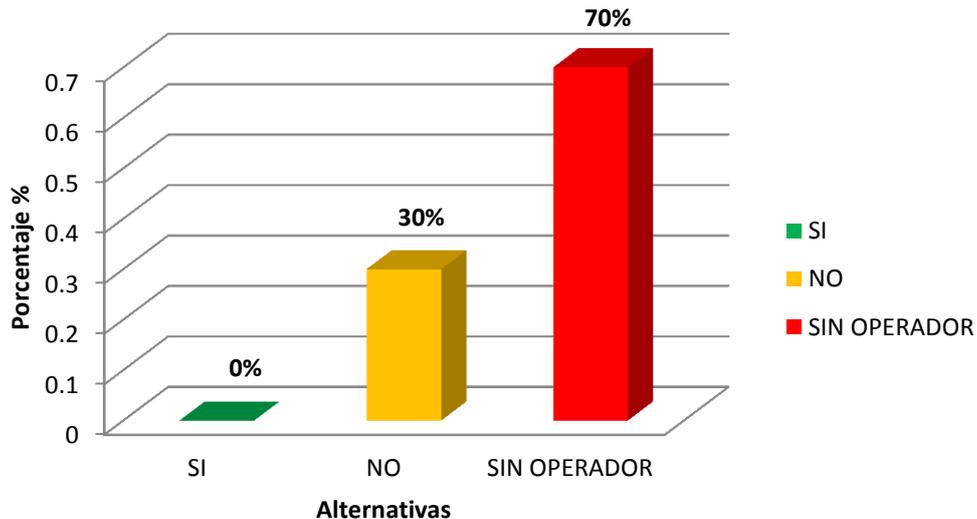
Imhoff pues no cuentan con un espacio adecuado para desecharlos, por lo que tan solo los colocan a un costado del tanque, realizando una mayor contaminación en los alrededores al tanque Imhoff.

TABLA N° 12
¿MANEJA REPORTES, REGISTROS, OTROS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES?

ALTERNATIVA	RESULTADO	%
SI	0	0%
NO	3	30%
SIN OPERADOR	7	70%
TOTAL	10	100%

FUENTE: Encuesta Aplicada

GRÁFICA N° 55 ¿MANEJA REPORTES, REGISTROS, OTROS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES?



FUENTE: Elaboración propia, 2016

Los tres encuestados manifiestan que no manejan registros ni reportes pues no cuentan con un espacio adecuado para llevar el control de sus actividades que realizan en el tanque Imhoff, así mismo por desconocer la importancia del control y registro de los tanques Imhoff, ya que no han sido capacitados para dichas funciones.

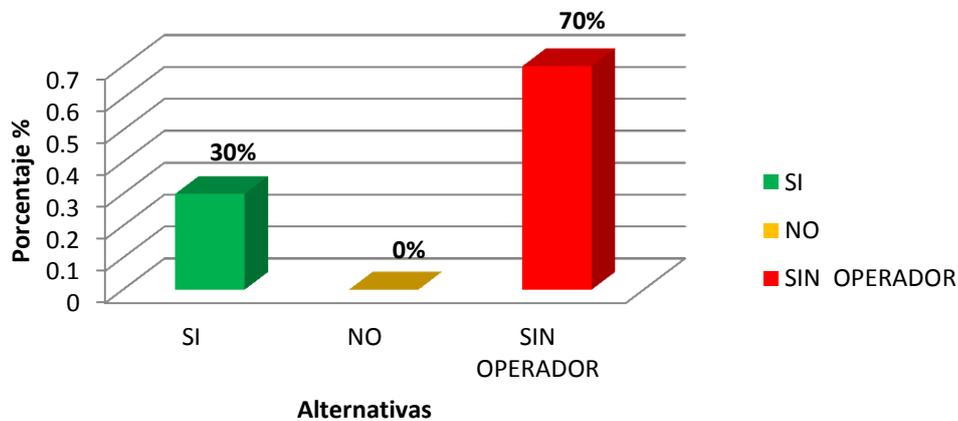
TABLA N° 13

**¿DRENA PERIÓDICAMENTE EL LODO DEL TANQUE IMHOFF
HACIA LOS LECHOS DE SECADO?**

ALTERNATIVA	RESULTADO	%
SI	3	30%
NO	0	0%
SIN OPERADOR	7	70%
TOTAL	10	100%

FUENTE: Encuesta Aplicada

**GRÁFICA N° 56 ¿DRENA PERIÓDICAMENTE EL LODO DEL TANQUE
IMHOFF HACIA LOS LECHOS DE SECADO?**



FUENTE: Elaboración propia, 2016

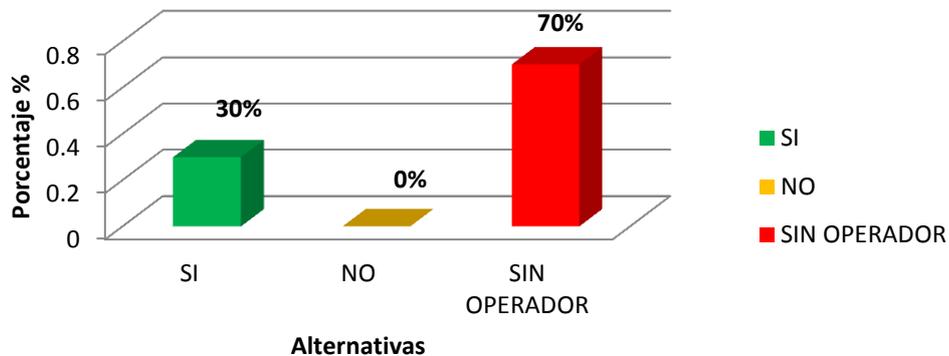
Como se puede observar en el gráfico los tres operadores manifiestan que si realizan el drenaje periódico de los lodos en el tanque Imhoff, el cual es enviado a los lechos de secado y que por lo general realizan el drenaje cuando ven que el tanque se encuentra por colapsar, sin un criterio técnico con respecto a la importancia de dicho evento.

TABLA N° 14
**¿LA DESCARGA DE LODOS LO HACE MEDIANTE UNA BOMBA
MANGUERAS?**

ALTERNATIVA	RESULTADO	%
SI	3	30%
NO	0	0%
SIN OPERADOR	7	70%
TOTAL	10	100%

FUENTE: Encuesta Aplicada

GRÁFICA N° 57 ¿LA DESCARGA DE LODOS LO HACE MEDIANTE UNA BOMBA Y MANGUERAS?



FUENTE: Elaboración propia, 2016

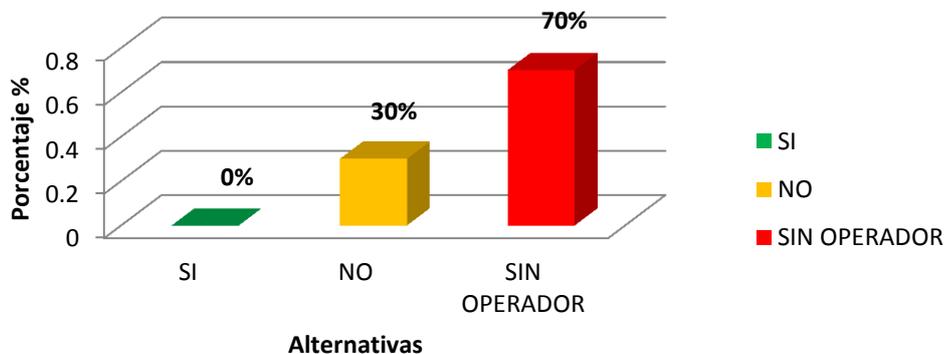
Los tres operadores manifiestan que la descarga de los lodos si lo realizan empleando una bomba y mangueras.

TABLA N° 15 ¿CUÁNDO SE REALIZA LAS DESCARGAS DE LOS LODOS TOMA LA TEMPERATURA DEL MATERIAL QUE ESTÁ ESCURRIENDO?

ALTERNATIVA	RESULTADO	%
SI	0	0%
NO	3	30%
SIN OPERADOR	7	70%
TOTAL	10	100%

FUENTE: Encuesta Aplicada

GRÁFICA N° 58 ¿CUÁNDO SE REALIZA LAS DESCARGAS DE LOS LODOS TOMA LA TEMPERATURA DEL MATERIAL QUE ESTÁ ESCURRIENDO?



FUENTE: Elaboración propia, 2016

Ninguno de los tres operadores cuando realizan la descarga de los lodos toman la temperatura del material que está escurriendo pues no cuentan con el material adecuado y no están capacitados para realizar estas funciones y no conocimiento de la importancia de llevar un registro ya que los lodos están formados por sustancias contaminantes y peligrosas para la salud, es por ello que lo lodos deben ser tratados.

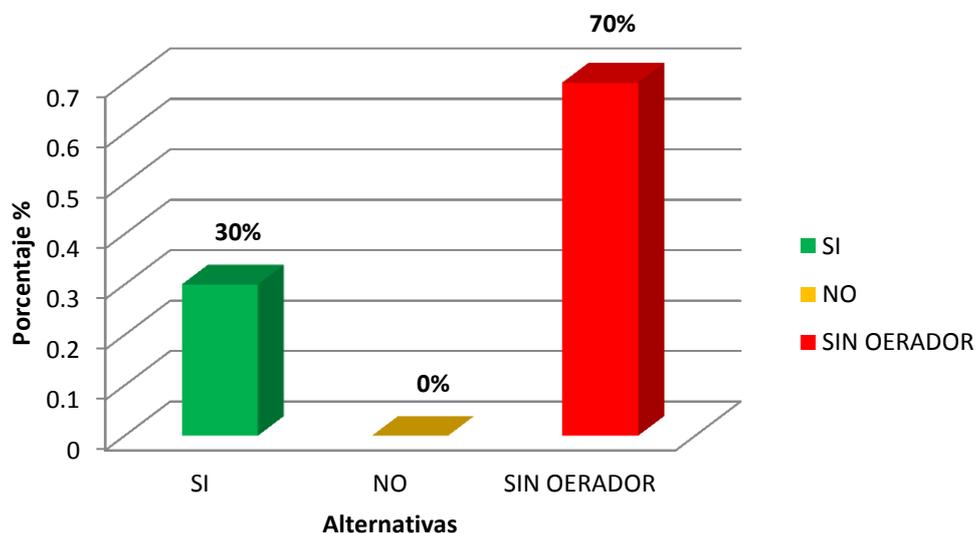
TABLA N° 16

¿ESCARIFICA LA SUPERFICIE DE ARENA ANTES DE LA ADICIÓN DE LODOS?

ALTERNATIVA	RESULTADO	%
SI	3	30%
NO	0	0%
SIN OERADOR	7	70%
TOTAL	10	100%

FUENTE: Encuesta Aplicada

GRÁFICA N° 59 ¿ESCARIFICA LA SUPERFICIE DE ARENA ANTES DE LA ADICIÓN DE LODOS?



FUENTE: Elaboración propia, 2016

Como se puede notar en la gráfica los tres operadores encuestados manifiestan que si escarifican la arena con un rastrillo antes de colocar los nuevos lodos en el lecho de secado, así mismo retiran las hierbas y otras vegetaciones que crecen en el lecho de secado.

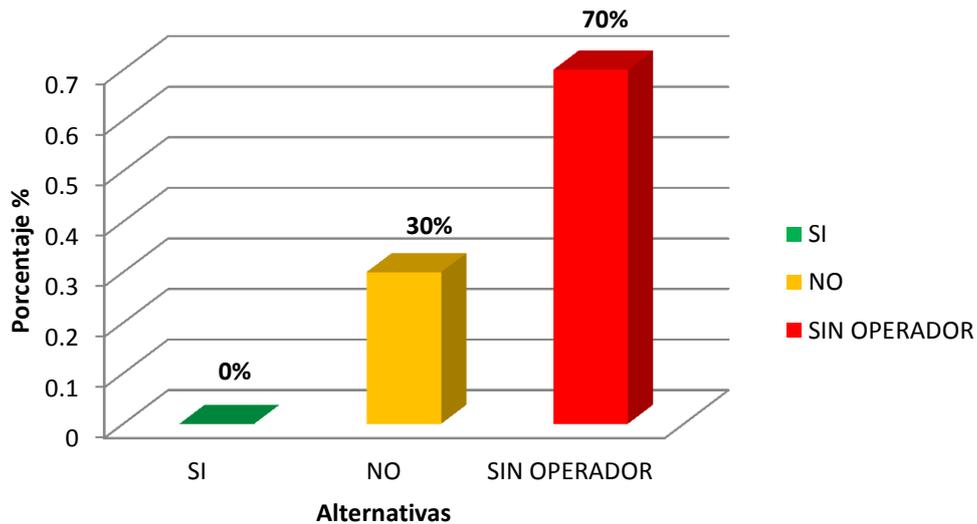
TABLA N° 17

¿EN CASO DE CONTAR CON DOS UNIDADES DE SEDIMENTACIÓN CAMBIA EL FLUJO?

ALTERNATIVA	RESULTADO	%
SI	0	0%
NO	3	30%
SIN OPERADOR	7	70%
TOTAL	10	100%

FUENTE: Encuesta Aplicada

GRÁFICA N° 60 ¿EN CASO DE CONTAR CON DOS UNIDADES DE SEDIMENTACIÓN CAMBIA EL FLUJO?



FUENTE: Elaboración propia, 2016

Ninguno de nuestros tanques en estudio cuenta con dos sedimentadores es por ello que los operador es no cambian el flujo entre los sedimentadores.

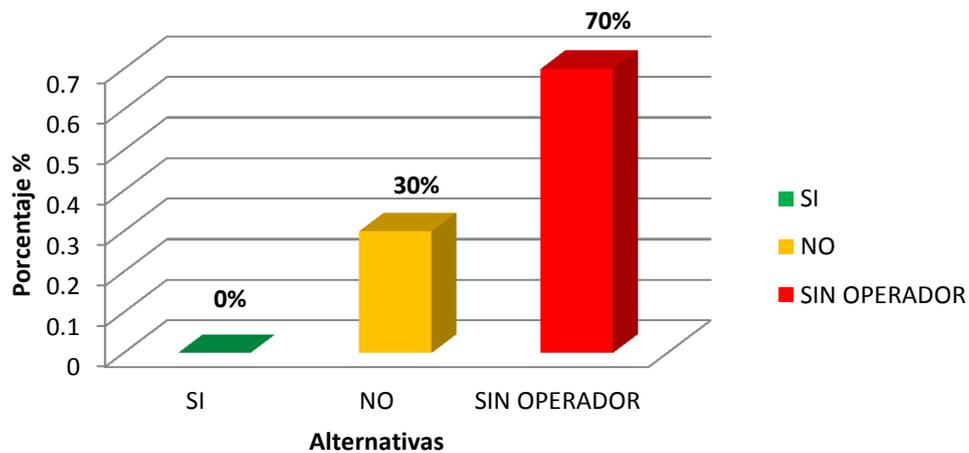
TABLA N° 18

**¿INSPECCIONA TODOS LOS DÍAS EL BUEN FUNCIONAMIENTO DEL
PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES CRUDAS A
CADA UNO DE LOS COMPARTIMIENTOS DEL TANQUE IMHOFF?**

ALTERNATIVA	RESULTADO	%
SI	0	0%
NO	3	30%
SIN OPERADOR	7	70%
TOTAL	10	100%

FUENTE: Encuesta Aplicada

**GRÁFICA N° 61 ¿INSPECCIONA TODOS LOS DÍAS EL BUEN
FUNCIONAMIENTO DEL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DE LAS AGUAS
RESIDUALES CRUDAS A CADA UNO DE LOS COMPARTIMIENTOS
DEL**



FUENTE: Elaboración propia, 2016

De los operadores encuestados manifiestan que no inspeccionan todos los días que el tanque Imhoff tenga un buen funcionamiento de su proceso de distribución de las aguas residuales crudas, debido a que realizan otras funciones en su centro de trabajo, lo cual perjudica al buen funcionamiento del tanque Imhoff.

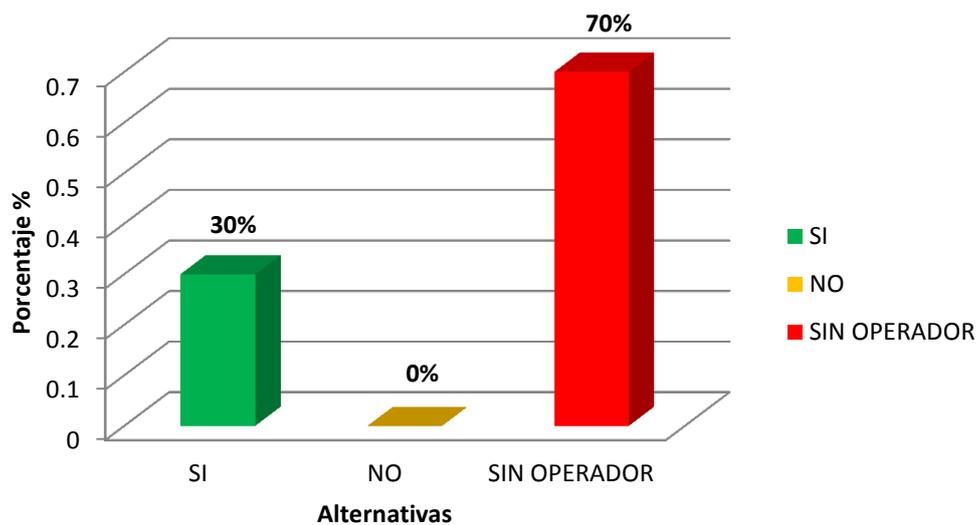
TABLA N° 19

**¿SUPERVISA CONSTANTEMENTE LOS ACCESORIOS QUE
CONFORMAN EL TANQUE IMHOFF?**

ALTERNATIVA	RESULTADO	%
SI	3	30%
NO	0	0%
SIN OPERADOR	7	70%
TOTAL	10	100%

FUENTE: Encuesta Aplicada

**GRÁFICA N° 62 ¿SUPERVISA CONSTANTEMENTE LOS ACCESORIOS
QUE CONFORMAN EL TANQUE IMHOFF?**



FUENTE: Elaboración propia, 2016

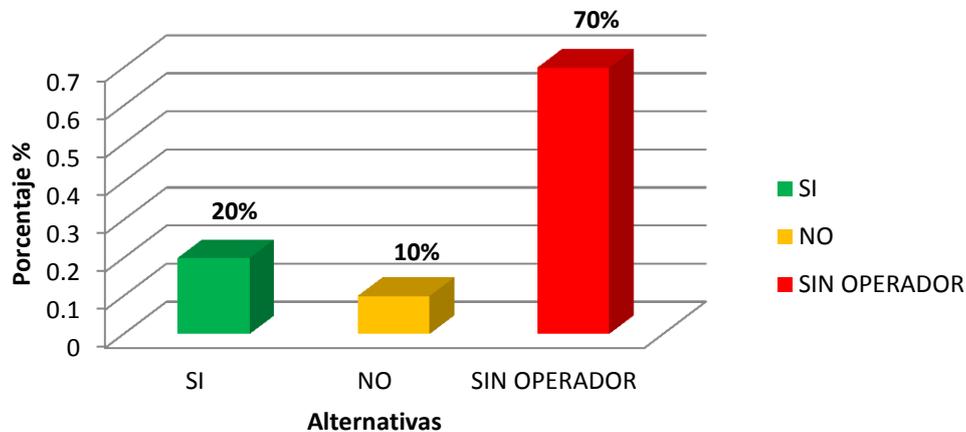
Los tres operadores manifiestan que si supervisan constantemente al menos una vez por semana los accesorios que conforman el tanque Imhoff como son el sedimentador, las tuberías tanto de entrada como de salida, el lecho de secado, los salpicadores, para velar por el buen funcionamiento de los mismos.

TABLA N° 20
¿LIMPIA Y RASPA LAS PAREDES DEL TANQUE IMHOFF?

ALTERNATIVA	RESULTADO	%
SI	2	20%
NO	1	10%
SIN OPERADOR	7	70%
TOTAL	10	100%

FUENTE: Encuesta Aplicada

GRÁFICA N° 63 ¿LIMPIA Y RASPA LAS PAREDES DEL TANQUE IMHOFF?



FUENTE: Elaboración propia, 2016

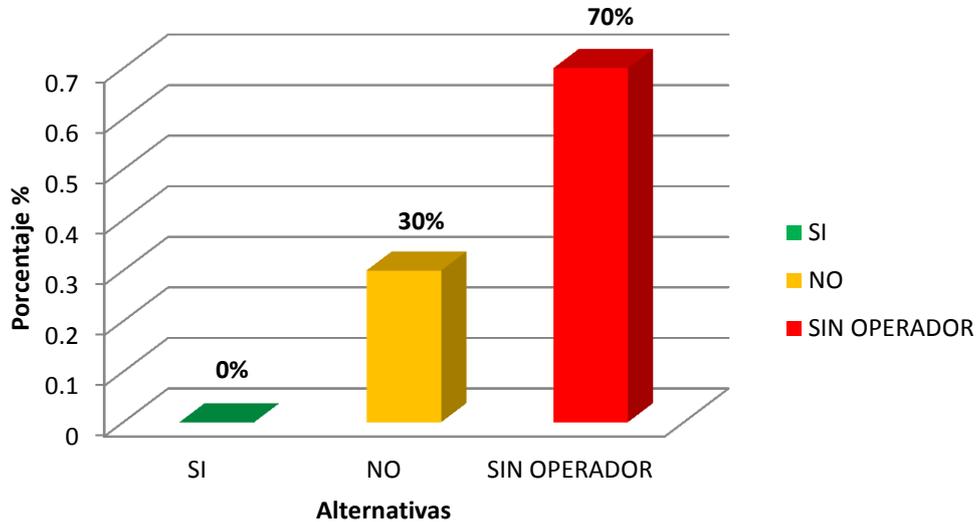
Dos de los tres operadores manifiestan que si realizan la limpieza y rascado de las paredes del tanque Imhoff, la cual lo realizan con escobillas para lograr que se mantengan limpias, mientras que el otro encuestado manifiesta que no lo realiza por falta de tiempo.

TABLA N° 21
¿RECIBE CAPACITACIONES DURANTE SU PERIODO DE TRABAJO?

ALTERNATIVA	RESULTADO	%
SI	0	0%
NO	3	30%
SIN OPERADOR	7	70%
TOTAL	10	100%

FUENTE: Encuesta Aplicada

GRÁFICA N° 64 ¿RECIBE CAPACITACIONES DURANTE SU PERIODO DE TRABAJO?



FUENTE: Elaboración propia, 2016

Como se puede observar en la gráfica el 100% de los operadores encuestados manifiestan que no son capacitados en las funciones que desempeñan en su trabajo, ya que son colocados en esos puesto como si fueran castigados pues no conocen sobre la importancia de la infraestructura de la cual están a cargo.

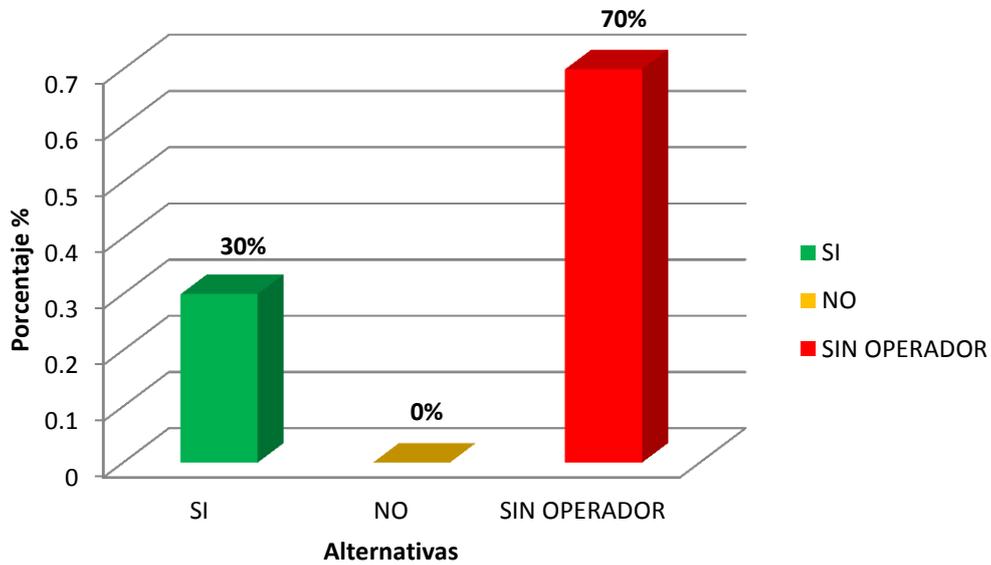
TABLA N° 22

¿EJECUTA OTRAS ACTIVIDADES QUE LE ORDENE SU SUPERIOR?

ALTERNATIVA	RESULTADO	%
SI	3	30%
NO	0	0%
SIN OPERADOR	7	70%
TOTAL	10	100%

FUENTE: Encuesta Aplicada

GRÁFICA N° 65 ¿EJECUTA OTRAS ACTIVIDADES QUE LE ORDENE SU SUPERIOR?



FUENTE: Elaboración propia, 2016

Los tres operadores manifiestan que realizan otras funciones diferentes a las del mantenimiento del tanque, según su jefe les indique ya sean como limpieza en otras oficinas y de esta manera descuidan sus funciones como operadores y darle mantenimiento a las mismas.

FORMATO N° 3

ENCUESTA DE PERCEPCION AL PLOBLADOR

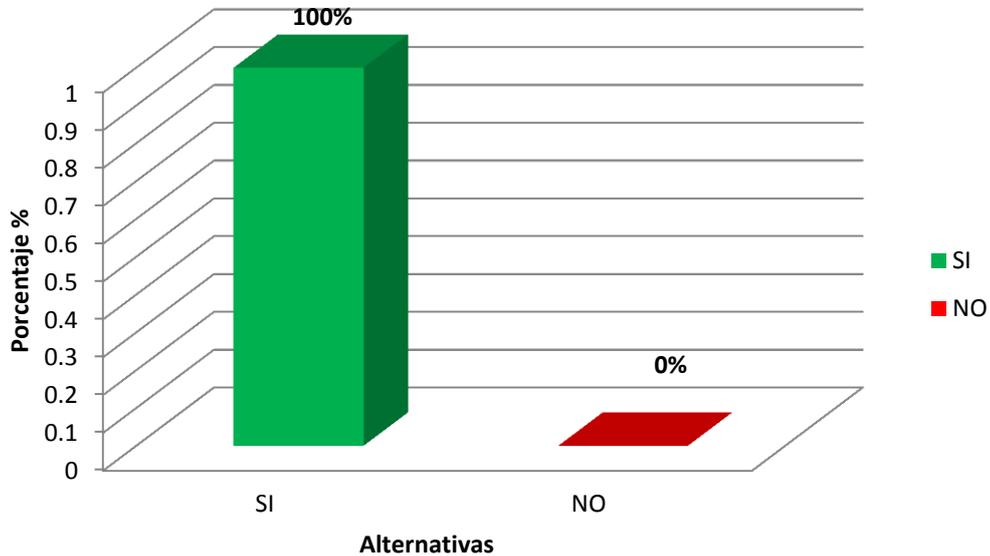
TABLA N° 23

¿SU DOMICILIO CUENTA CON CONEXIÓN DOMICILIARIA A LA RED PÚBLICA DE ALCANTARILLADO?

ALTERNATIVA	RESULTADO	%
SI	120	100%
NO	0	0%
TOTAL	120	100%

FUENTE: Encuesta aplicada.

GRÁFICA N° 66 ¿SU DOMICILIO CUENTA CON CONEXIÓN DOMICILIARIA A LA RED PÚBLICA DE ALCANTARILLADO?



Fuente: Elaboración propia, 2016.

De las 120 personas encuestadas el 100% manifiestan que sus domicilios si cuentan con conexión domiciliaria la cual está conectada a la red pública de alcantarillado, la cual mejorar su calidad de vida ya que anteriormente hacían uso de letrinas.

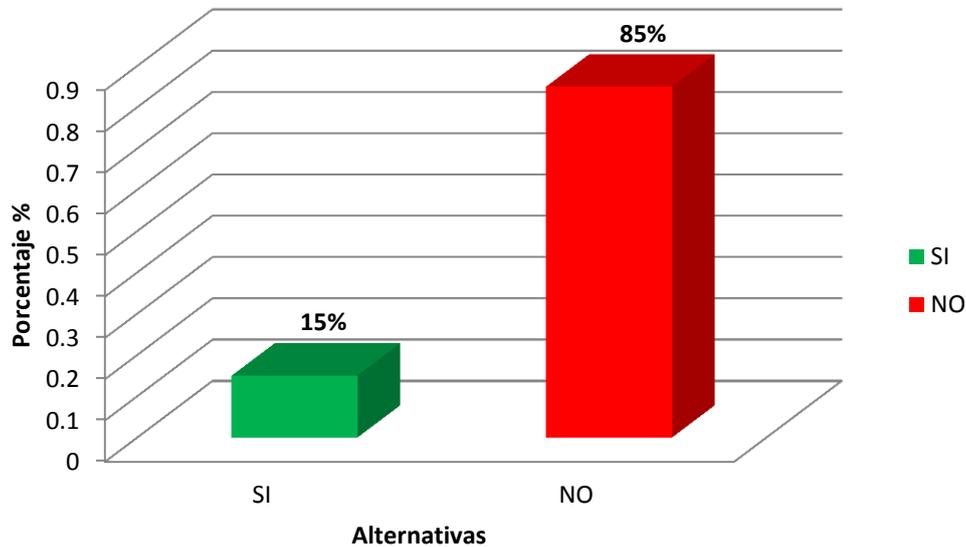
TABLA N° 24

¿HA SIDO CAPACITADO EN EL BUEN USO DE SU INODORO?

ALTERNATIVA	RESULTADO	%
SI	18	15%
NO	102	85%
TOTAL	120	100%

FUENTE: Encuesta aplicada.

GRÁFICA N° 67 ¿HA SIDO CAPACITADO EN EL BUEN USO DE SU INODORO?



Fuente: Elaboración propia, 2016.

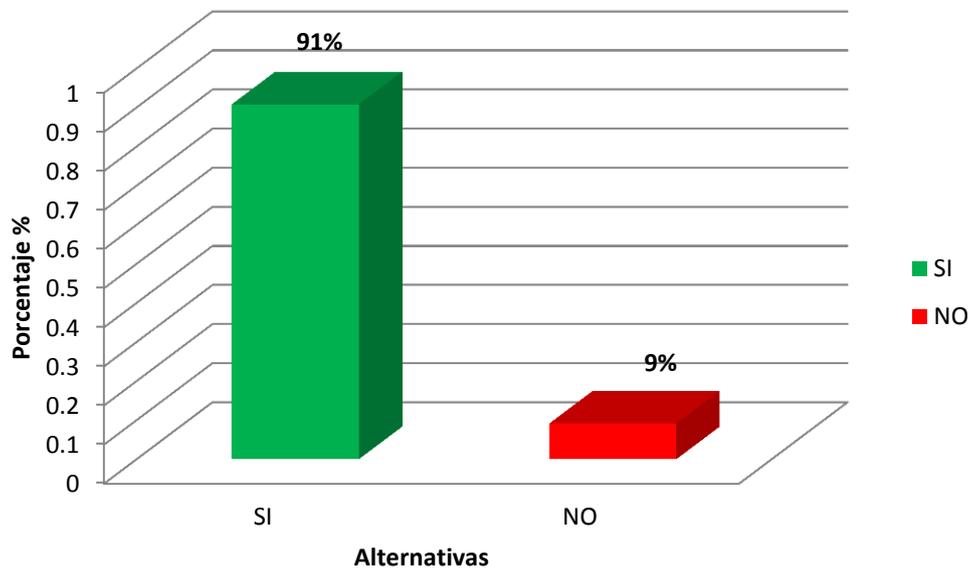
El 85% de los encuestados manifiestan que no han sido capacitados en el buen uso de su inodoro y de la importancia a la cual conlleva esto ya que puede generar algunas enfermedades el mal uso, mientras el 15% manifiestan que si han sido capacitados o que han leído sobre el uso de los inodoros.

TABLA N° 25
¿SABE DONDE DESEMBOCA LAS AGUAS DE LA RED PÚBLICA DE ALCANTARILLADO?

ALTERNATIVA	RESULTADO	%
SI	109	91%
NO	11	9%
TOTAL	120	100%

FUENTE: Encuesta aplicada.

**GRÁFICA N° 68 ¿SABE DONDE DESEMBOCA LAS AGUAS DE LA RED
PÚBLICA DE ALCANTARILLADO?**



Fuente: Elaboración propia, 2016.

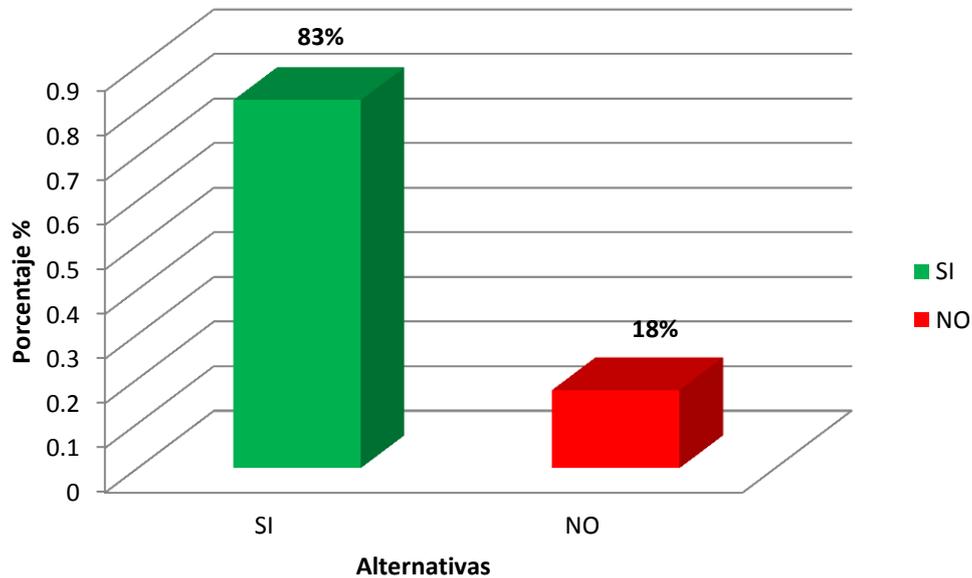
El 91% de los encuestados tienen conocimiento a donde desemboca las aguas de la red pública de alcantarillado, aun cuando lo conocen erradamente como pozos de oxidación y no como tanque Imhoff, mientras que el 9% no conocen donde desembocan las redes de alcantarillado.

**TABLA N° 26
¿TIENE CONOCIMIENTO DONDE SE UBICA EL TANQUE IMHOFF?**

ALTERNATIVA	RESULTADO	%
SI	99	83%
NO	21	18%
TOTAL	120	100%

FUENTE: Encuesta aplicada.

**GRÁFICA N° 69 ¿TIENE CONOCIMIENTO DONDE SE UBICA EL
TANQUE IMHOFF?**



Fuente: Elaboración propia, 2016.

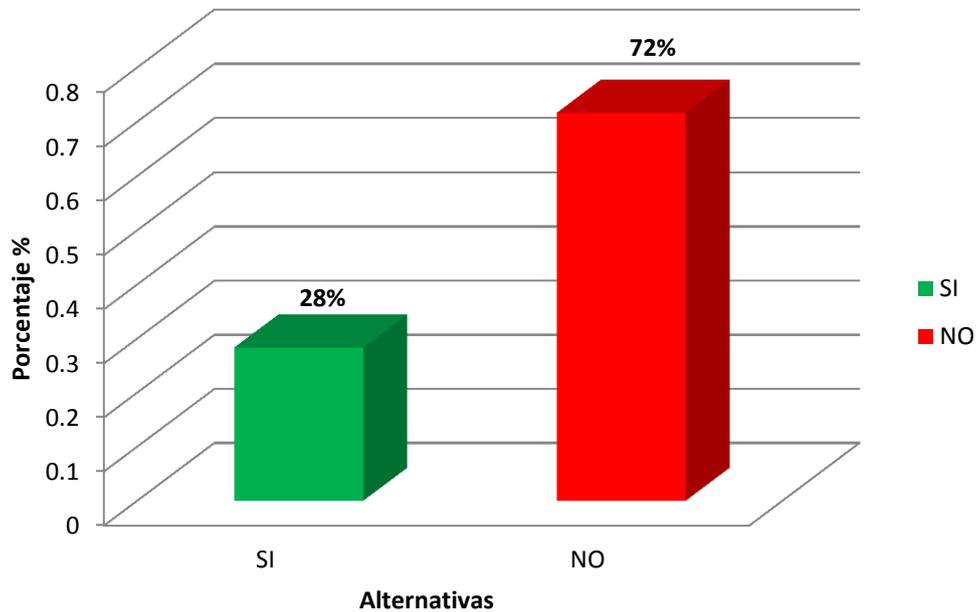
Como se puede observar el 82% de las personas encuestadas si conocen donde está ubicado el tanque Imhoff y como se puede llegar al mismo, mientras que el 18% tienen desconocimiento de su ubicación.

**TABLA N° 27
¿SABE SI EL TANQUE IMHOFF FUNCIONA CORRECTAMENTE?**

ALTERNATIVA	RESULTADO	%
SI	34	28%
NO	86	72%
TOTAL	120	100%

FUENTE: Encuesta aplicada.

GRÁFICA N° 70 ¿SABE SI EL TANQUE IMHOFF FUNCIONA CORRECTAMENTE?



Fuente: Elaboración propia, 2016.

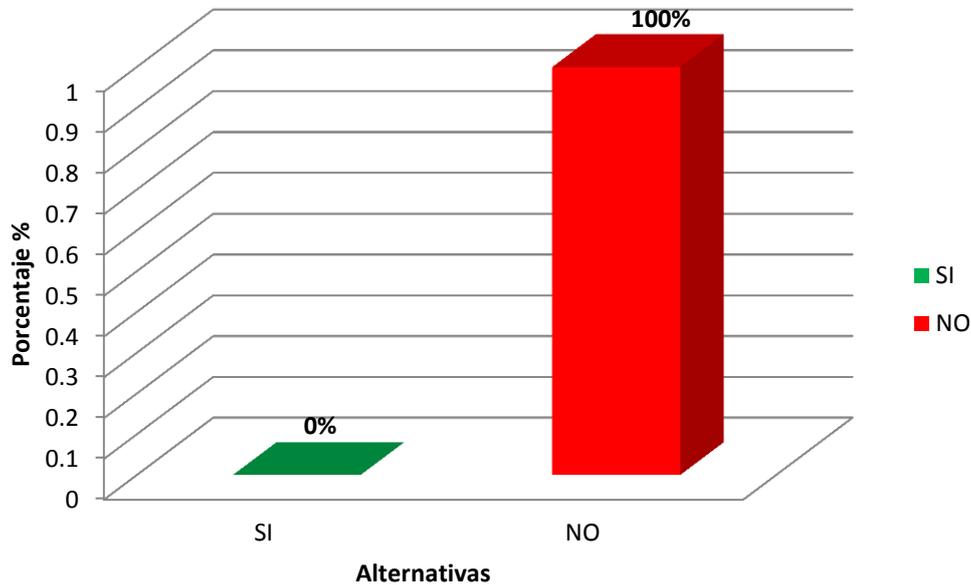
El 28% de los encuestados manifiestan que el tanque Imhoff funciona correctamente, mientras que el 72% manifiestan que no funciona correctamente, porque ya ha colapsado el tanque o cuando han pasado lo han visto en mal estado y no saben si está funcionando adecuadamente.

TABLA N° 28
¿RECIBE INFORMACIÓN SOBRE EDUCACIÓN SANITARIA Y PRÁCTICAS DE HIGIENE?

ALTERNATIVA	RESULTADO	%
SI	0	0%
NO	120	100%
TOTAL	120	100%

FUENTE: Encuesta aplicada.

GRÁFICA N° 71 ¿RECIBE INFORMACIÓN SOBRE EDUCACIÓN SANITARIA Y PRÁCTICAS DE HIGIENE?



Fuente: Elaboración propia, 2016.

El 100% de las personas encuestadas manifiestan que no reciben información sobre educación sanitaria y prácticas de higiene, lo cual se debe a que no hay una persona capacitada en la municipalidad o centro de salud para realizar dichas capacitaciones y lograr una mejor calidad de vida de sus pobladores.

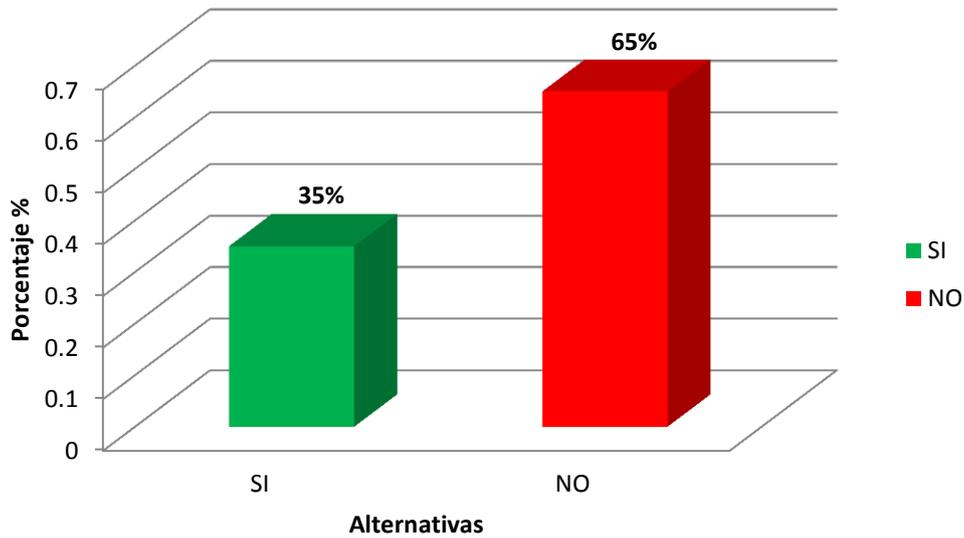
TABLA N° 29

¿CONOCE QUE TIPO DE ORGANIZACIÓN COMUNAL ES LA ENCARGADA DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO?

ALTERNATIVA	RESULTADO	%
SI	42	35%
NO	78	65%
TOTAL	120	100%

FUENTE: Encuesta aplicada.

GRÁFICA N° 72 ¿CONOCE QUE TIPO DE ORGANIZACIÓN COMUNAL ES LA ENCARGADA DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO?



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Como se puede observar en el gráfico el 65% de los pobladores encuestados tienen conocimiento de quien administra el sistema de saneamiento, tal es el caso que en algunos distritos se cuenta con las JASS (Junta administradora de servicios de saneamiento) mientras que en otros distritos lo administra las propias municipalidades, mientras que un 35% tienen desconocimiento de quien lo administra.

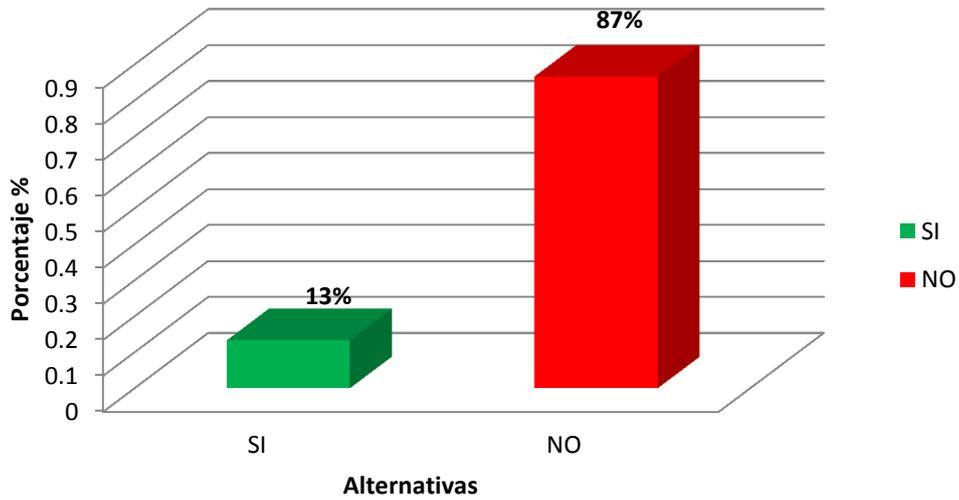
TABLA N° 30

¿TIENE CONOCIMIENTO SI EXISTE UNA PERSONA CAPACITADA PARA EL MANTENIMIENTO DEL TANQUE IMHOFF?

ALTERNATIVA	RESULTADO	%
SI	16	13%
NO	104	87%
TOTAL	120	100%

FUENTE: Encuesta aplicada.

GRÁFICA N° 73 ¿TIENE CONOCIMIENTO SI EXISTE UNA PERSONA CAPACITADA PARA EL MANTENIMIENTO DEL TANQUE IMHOFF?



Fuente: Elaboración propia, 2016.

El 87% de los pobladores encuestados manifiestan que no tienen conocimiento si existe una persona que este capacitada para dar el mantenimiento al tanque Imhoff porque por lo general no han visto a nadie que se haga cargo del mismo, y asumen que quien se hace cargo es la persona encargada de la limpieza o cualquier otra persona de la municipalidad.

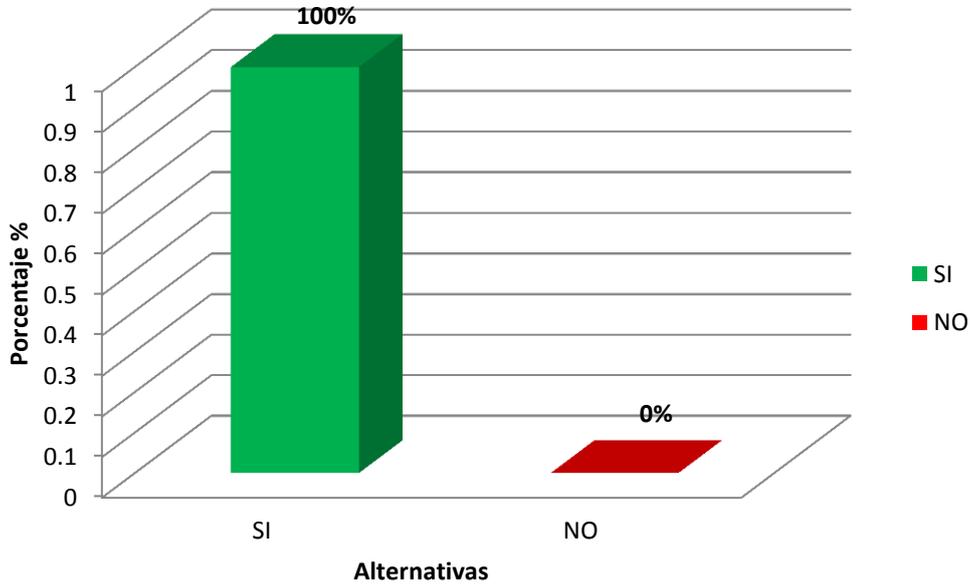
TABLA N° 31

¿CONSIDERA QUE ES IMPORTANTE EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO?

ALTERNATIVA	RESULTADO	%
SI	120	100%
NO	0	0%
TOTAL	120	100%

FUENTE: Encuesta aplicada.

GRÁFICA N° 74 ¿CONSIDERA QUE ES IMPORTANTE EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO?



Fuente: Elaboración propia, 2016.

El 100% de los pobladores manifiestan que es importante el sistema de alcantarillado pues les mejora la calidad de vida, evitando enfermedades y ya no hacen uso como lo hacían anteriormente de letrinas o realizaban sus necesidades al aire libre en el campo provocando contaminar el suelo.

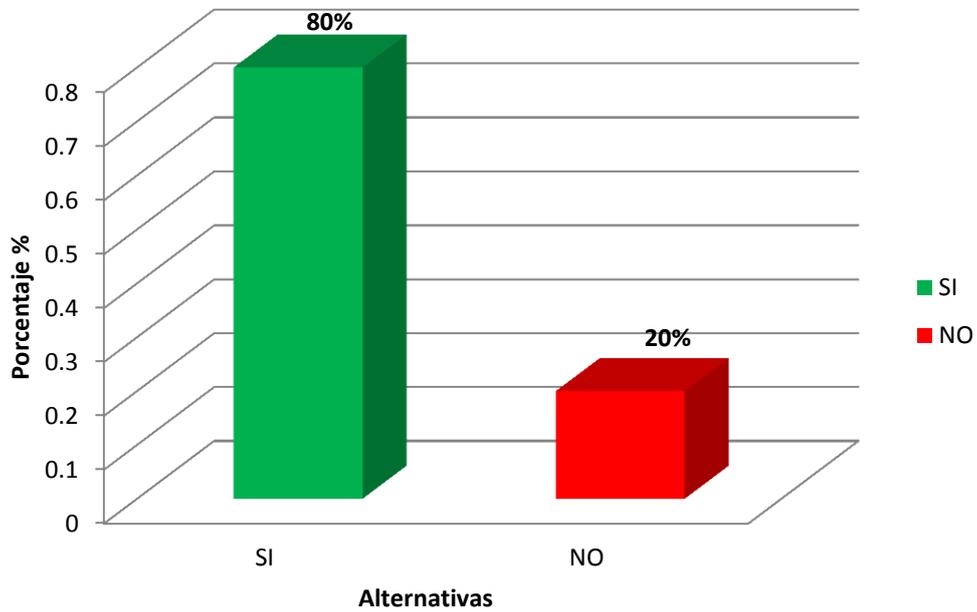
TABLA N° 32

¿SABE QUE TIENE QUE PAGAR POR EL SERVICIO DE ALCANTARILLADO?

ALTERNATIVA	RESULTADO	%
SI	96	80%
NO	24	20%
TOTAL	120	100%

FUENTE: Encuesta aplicada.

**GRÁFICA N° 75 ¿SABE QUE TIENE QUE PAGAR POR EL SERVICIO DE
ALCANTARILLADO?**



Fuente: Elaboración propia, 2016.

El 80% de los pobladores encuestados manifiestan que si tienen que pagar por el servicio de alcantarillado, lo cual es utilizado para su mantenimiento, mientras que un 20% desconocen que tienen que pagar por el servicio.

INFRAESTRUCTURA																	
N. DE ENCUESTA	A.1.1. CÁMARA DE SEDIMENTACIÓN:	A.1.2. UNIDAD DE CRIBADO:	A.1.3. PAREDES Y MUROS:	A.1.4. TECHO DEL LECHO DE SECADO	A.1.5. TUBERÍA DEL LECHO DE SECADO	A.1.6. SALPICADERA	A.1.7. CÁMARA DE DIGESTIÓN DE LODOS:	A.1.8. TUBERÍA DE SALIDA	A.1.9. TECHO DE TANQUE:	A.1.10. ÁREA DE VENTILACIÓN Y ACUMULACIÓN DE NATAS:	A.1.11. TUBERÍA DE VENTILACIÓN	A.1.12. BORDE LIBRE A LA SUPERFICIE:	A.1.13. TUBERÍA DE REMOCIÓN DE LODOS:	A.1.14. LECHO DE SECADO:	A.1.15. MATERIAL DEL LECHO DE SECADO:	A.1.16. DRENES:	
LLACANORA	4	4	4	5	5	4	4	4	1	4	4	4	4	3	1	3	
OTUZCO	2	3	3	3	2	3	3	2	1	1	3	2	2	3	1	3	
JESUS	1	3	3	1	1	1	2	1	4	3	1	3	1	1	1	3	
ENCAÑADA	3	3	2	1	2	1	3	2	1	2	1	2	2	1	1	2	
BAÑOS DEL INCA	1	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
HUARIAPONGO	2	3	2	4	2	1	2	2	1	2	3	1	2	1	1	1	
MAGDALENA	4	4	4	1	5	5	4	3	1	4	4	5	5	5	4	4	
SAN JUAN (ANTIGUO)	3	2	1	2	1	1	3	2	1	2	2	3	2	1	1	1	
NAMORA	4	3	4	1	4	1	3	3	1	1	3	1	3	2	1	2	
MATARA	4	3	5	5	4	1	4	4	5	3	4	4	4	4	4	4	
Muy mala	2	1	1	4	2	7	0	2	8	3	3	3	2	5	8	3	
Mala	2	1	3	2	4	0	3	4	0	3	1	2	4	1	0	2	
Regular	2	6	2	1	0	1	4	2	0	2	3	2	1	2	0	3	
Buena	4	2	3	1	2	1	3	2	1	2	3	2	2	1	2	2	
Muy buena	0	0	1	2	2	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	
Muy mala	20%	10%	10%	40%	20%	70%	0%	20%	80%	30%	30%	30%	20%	50%	80%	30%	
Mala	20%	10%	30%	20%	40%	0%	30%	40%	0%	30%	10%	20%	40%	10%	0%	20%	
Regular	20%	60%	20%	10%	0%	10%	40%	20%	0%	20%	30%	20%	10%	20%	0%	30%	
Buena	40%	20%	30%	10%	20%	10%	30%	20%	10%	20%	30%	20%	20%	10%	20%	20%	
Muy buena	0%	0%	10%	20%	20%	10%	0%	0%	10%	0%	0%	10%	10%	10%	0%	0%	
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	



OPERACIÓN															
N O M B R E D E L E N C U E S T A	A.2.1. CONTROL DE ESPUMA EN LAS ZONAS DE VENTILACIÓN	A.2.2. TEMPERATURA DE MEDIO AMBIENTE EN CONDICIONES DE DIGESTIÓN	A.2.3. OPERACIÓN DE LODOS	A.2.4. DRENAJE DE LODOS:	A.2.5. DISPOSICIÓN DE LODOS EN EL MEDIO AMBIENTE	A.2.6. OPERACIÓN DE LECHO DE SECADO	A.2.7. CONTROL DE AREA ADYACENTE Y SOBRE EL CUAL SE ENCUENTRA EL TANQUE IMHOFF	A.2.8. CONTROL DE EMANACIÓN DE OLORES DESAGRADABLES	A.2.9. VÁLVULA Y TUBO DE EXTRACCIÓN PARA LODOS	A.2.10. TUBERÍA DE INGRESO	A.2.11. TUBERÍA DE DRENAJE	A.2.12. TUBERÍA DE SALIDA	A.2.13. TUBERÍA DE RECOLECCION	A.2.14. ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE TANQUE	A.2.15. REGISTRO COMPLETO Y EXACTO DE TODOS LOS ACONTECIMIENTOS RELACIONADOS CON LA OPERACIÓN
	LLACANORA	4	3	3	3	3	2	3	3	4	4	3	4	4	4
OTUZCO	1	3	1	1	1	1	3	1	2	2	3	2	2	2	1
JESUS	2	4	2	2	2	1	4	2	1	2	3	2	1	2	1
ENCAÑADA	1	3	1	1	2	1	3	2	2	2	2	1	1	2	1
BAÑOS DEL INCA	1	3	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1
HUARIAPONGO	2	3	1	2	1	1	3	1	2	2	2	2	2	2	1
MAGDALENA	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	3	3	4	4	1
SAN JUAN (ANTIGUO)	1	4	1	1	1	1	2	2	2	1	2	2	1	2	1
NAMORA	1	4	1	1	1	1	3	2	3	3	1	2	1	3	1
MATARA	2	4	2	2	2	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3
Muy mala	5	0	6	5	5	7	1	3	2	1	1	1	4	0	9
Mala	3	0	2	3	3	1	1	4	4	5	4	6	3	6	0
Media	0	5	1	1	1	1	6	2	2	1	4	1	0	1	1
Buena	2	5	1	1	1	1	2	1	2	3	1	2	3	3	0
Muy buena	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Muy mala	50	-	60	50	50	70	10	30	20	10	10	10	40	-	90
Mala	30	-	20	30	30	10	10	40	40	50	40	60	30	60	-
Media	-	50	10	10	10	10	60	20	20	10	40	10	-	10	10
Buena	20	50	10	10	10	10	20	10	20	30	10	20	30	30	-
Muy buena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

MANTENIMIENTO																		
UNIVERSIDAD	N	O	D	E	M	E	N	C	U	R	S	I	T	A	E	N	O	
																		A.3.1. LIMPIEZA DE SUPERFICIE DE AGUA DEL SEDIMENTADOR
LLACANORA	4	4	4	4	4	2	1	2	4	3	4	4	1	1	4	1	1	1
OTUZCO	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	3	3	1	1	1	1	3	1
JESUS	1	2	1	1	1	1	2	1	3	2	2	2	1	1	2	1	4	1
ENCANADA	1	2	1	1	2	1	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1	4	1
BAÑOS DEL INCA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	1	4	1
HUARIAPONGO	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1	2	1	3	1
MAGDALENA	4	4	3	4	4	4	2	4	4	4	3	3	2	1	4	1	1	1
SAN JUAN (ANTIGUO)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	3	1
NAMORA	1	3	3	1	1	4	1	1	1	1	3	3	4	1	1	1	4	1
MATARA	3	3	2	2	4	4	4	4	3	2	2	3	4	3	3	3	4	3
Muy mala	7	4	6	6	6	3	7	5	5	0	0	7	9	4	9	2	9	
Mala	0	2	1	2	2	5	1	1	3	6	5	1	0	3	0	0	0	
Media	1	2	2	0	0	0	0	2	1	3	4	0	1	1	1	3	1	
Buena	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	0	2	0	5	0	
Muy buena	0																	
Muy mala	70	40	60	60	60	30	70	50	50	-	-	70	90	40	90	20	90	
Mala	-	20	10	20	20	50	10	10	30	60	50	10	-	30	-	-	-	
Media	10	20	20	-	-	-	-	20	10	30	40	-	10	10	10	30	10	
Buena	20	20	10	20	20	20	20	20	10	10	10	20	-	20	-	50	-	
Muy buena	-																	
TOTAL	100																	

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

	ITEMS	LLACANORA	OTUZCO	JESUS	ENCAÑADA	BAÑOS DEL INCA	HUAYRAPONGO	MAGDALENA	SAN JUAN	NAMORA	MATARA
INFRAESTRUCTURA	A.1.1. CÁMARA DE SEDIMENTACIÓN:	4	2	1	3	1	2	4	3	4	4
	A.1.2. UNIDAD DE CRIBADO:	4	3	3	3	1	3	4	2	3	3
	A.1.3. PAREDES Y MUROS:	4	3	3	2	2	2	4	1	4	5
	A.1.4. TECHO DEL LECHO DE SECADO	5	3	1	1	2	4	1	2	1	5
	A.1.5. TUBERÍA DEL LECHO DE SECADO	5	2	1	2	2	2	5	1	4	4
	A.1.6. SALPICADERA	4	3	1	1	1	1	5	1	1	1
	A.1.7. CÁMARA DE DIGESTIÓN DE LODOS:	4	3	2	3	2	2	4	3	3	4
	A.1.8. TUBERÍA DE SALIDA	4	2	1	2	1	2	3	2	3	4
	A.1.9. TECHO DE TANQUE:	1	1	4	1	1	1	1	1	1	5
	A.1.10. ÁREA DE VENTILACIÓN Y ACUMULACIÓN DE NATAS:	4	1	3	2	1	2	4	2	1	3
	A.1.11. TUBERÍA DE VENTILACIÓN	4	3	1	1	1	3	4	2	3	4
	A.1.12. BORDE LIBRE A LA SUPERFICIE:	4	2	3	2	1	1	5	3	1	4
	A.1.13. TUBERÍA DE REMOCIÓN DE LODOS:	4	2	1	2	1	2	5	2	3	4
	A.1.14. LECHO DE SECADO:	3	3	1	1	1	1	5	1	2	4
	A.1.15. MATERIAL DEL LECHO DE SECADO:	1	1	1	1	1	1	4	1	1	4
	A.1.16. DRENEOS:	3	3	3	2	1	1	4	1	2	4
OPERACIÓN	A.2.1. CONTROL DE ESPUMA EN LAS ZONAS DE VENTILACIÓN	4	1	2	1	1	2	4	1	1	2
	A.2.2. TEMPERATURA DE MEDIO AMBIENTE EN CONDICIONES DE	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4
	A.2.3. OPERACIÓN DE LODOS	3	1	2	1	1	1	4	1	1	2
	A.2.4. DRENAJE DE LODOS:	3	1	2	1	1	2	4	1	1	2
	A.2.5. DISPOSICIÓN DE LODOS EN EL MEDIO AMBIENTE	3	1	2	2	1	1	4	1	1	2
	A.2.6. OPERACIÓN DE LECHO DE SECADO	2	1	1	1	1	1	3	1	1	4
	A.2.7. CONTROL DE ÁREA ADYACENTE Y SOBRE EL CUAL SE	3	3	4	3	1	3	3	2	3	4
	A.2.8. CONTROL DE EMANACIÓN DE OLORES DESAGRADABLES	3	1	2	2	1	1	4	2	2	3
	A.2.9. VÁLVULA Y TUBO DE EXTRACCIÓN PARA LODOS	4	2	1	2	1	2	3	2	3	4
	A.2.10. TUBERÍA DE INGRESO	4	2	2	2	2	2	4	1	3	4
	A.2.11. TUBERÍA DE DRENAJE	3	3	3	2	2	2	3	2	1	4
	A.2.12. TUBERÍA DE SALIDA	4	2	2	1	2	2	3	2	2	4
	A.2.13. TUBERÍA DE RECOLECCIÓN	4	2	1	1	2	2	4	1	1	4
	A.2.14. ACCESORIOS Y VÁLVULAS DE TANQUE	4	2	2	2	2	2	4	2	3	4
	A.2.15. REGISTRO COMPLETO Y EXACTO DE TODOS LOS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
MANTENIMIENTO	A.3.1. LIMPIEZA DE SUPERFICIE DE AGUA DEL SEDIMENTADOR	4	1	1	1	1	1	4	1	1	3
	A.3.2. LIMPIEZA DE PAREDES DE CONCRETO Y SUPERFICIES METÁLICAS	4	1	2	2	1	1	4	1	3	3
	A.3.3. LIMPIEZA DE LAS ESTRUCTURAS DE ENTRADA Y SALIDA	4	1	1	1	1	1	3	1	3	2
	A.3.4. LIMPIEZA DE ZONA DE VENTILACIÓN DE LA CÁMARA DE DIGESTIÓN	4	1	1	2	1	1	4	1	1	2
	A.3.5. LIMPIEZA DE LECHOS DE SECADO	2	2	1	1	1	1	4	1	1	4
	A.3.6. LIMPIEZA DEL PERÍMETRO DE TANQUE	1	2	2	2	1	2	2	1	4	4
	A.3.7. REEMPLAZO DE CAPA DE ARENA EN LECHO DE SECADO	2	1	1	1	1	1	4	1	1	4
	A.3.8. SUPERFICIE LIBRE DE OBJETOS FLOTANTES EN EL TANQUE	4	1	3	1	1	2	4	1	1	3
	A.3.9. DISPOSICIÓN ADECUADA DE DESECHOS RETENIDOS	3	1	2	2	1	1	4	1	1	2
	A.3.10. CONDUCTOS	4	3	2	2	2	2	3	2	3	2
	A.3.11. CANALES	4	3	2	2	2	2	3	2	3	3
	A.3.12. PINTURA EXTERIOR	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4
	A.3.13. EPP DEL OPERADOR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
	A.3.14. MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS	4	1	2	1	2	2	4	1	1	3
	A.3.15. INSTRUMENTOS, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS NECESARIOS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
	A.3.16. ACCESOS AL TANQUE	1	3	4	4	4	3	1	3	4	4
	A.3.17. REGISTRO COMPLETO Y EXACTO DE TODOS LOS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
VALOR		151	88	89	80	65	81	163	73	99	164
VALOR MÁXIMO		240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
%		63%	37%	37%	33%	27%	34%	68%	30%	41%	68%

Interpretación de la magnitud de la Confiabilidad de un instrumento.

RANGOS	MAGNITUD (EFICIENCIA)
0,81 a 1	Muy alta
0,61 a 0,80	Alta
0,41 a 0,60	Moderada
0,21 a 0,40	Baja
0,01 a 0,20	Muy baja

Nota Tomado de Ruiz Bolívar (2002) y Pallella y Martins (2003)

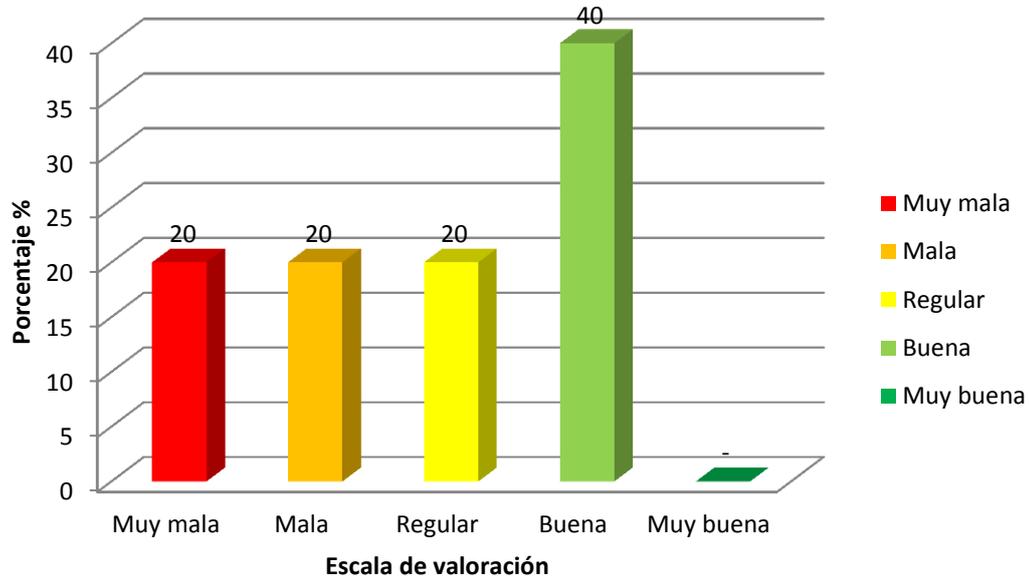
RESULTADO TOTAL DE LA EVALUACION

TANQUE IMHOFF	RESULTADO	MAGNITUD
LLACANORA	63%	Eficiencia alta
OTUZCO	37%	Eficiencia baja
JESUS	37%	Eficiencia baja
ENCAÑADA	33%	Eficiencia baja
BAÑOS DEL INCA	27%	Eficiencia baja
HUAYRAPONGO	34%	Eficiencia baja
MAGDALENA	68%	Eficiencia alta
SAN JUAN	30%	Eficiencia baja
NAMORA	41%	Eficiencia moderada
MATARA	68%	Eficiencia alta

CAPITULO 7. DISCUSIÓN

I. INFRAESTRUCTURA

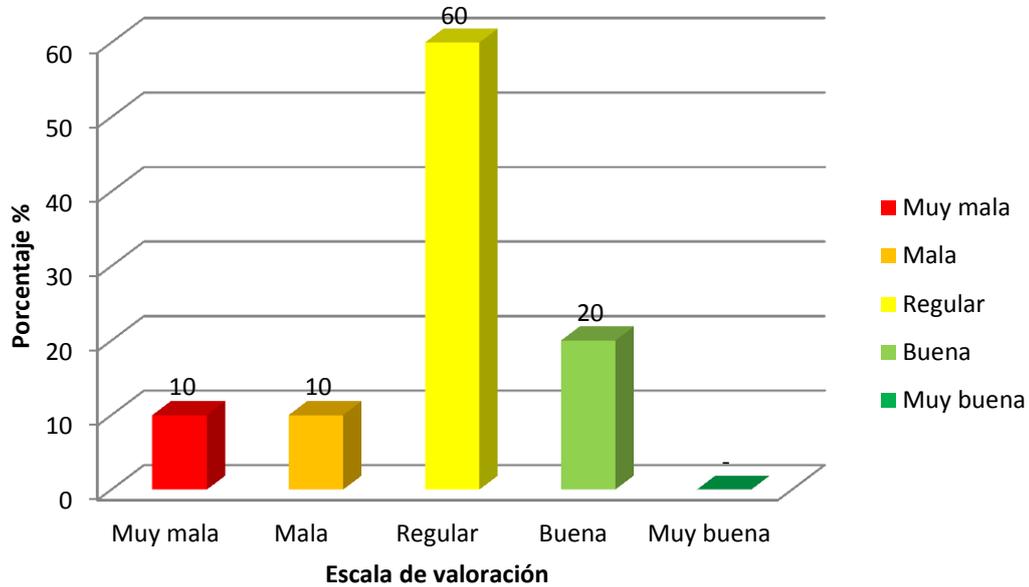
GRAFICO N° 76. Cámara De Sedimentación.



Fuente: Elaboración propia, 2016

Como podemos observar en la tabla de valoración de la cámara de sedimentación la tendencia más alta es buena siendo así los tanques Imhoff de LLacanora, Magdalena, Namora y Marata, mientras que los tanques Imhoff de Jesús y Baños del inca representando el 20% de la valoración, se encuentran en muy buenas condiciones, los tanques Imhoff de Otuzco y Huayrapongo representando el 20% se encuentran en malas condiciones y los tanques Imhoff de la Encañada y San Juan representando el 20 % se encuentran en condiciones medias. En gran parte de los tanques Imhoff evaluados la cámara de sedimentación se encuentra en buen estado en cuanto a su infraestructura, ya que el concreto es una mezcla la cual al alcanzar sus propiedades de resistencia puede durar mucho tiempo aún sin brindarle ningún tipo de mantenimiento; sin embargo hay tanques el cual están deteriorados, en estos casos la cámara de sedimentación de los tanques están presentando fisuras y agrietamientos habiendo infiltraciones de agua residual por causa de que ya han colapsado habiendo un desaborde de aguas residuales en gran parte de la infraestructura y así afectando al medio que los rodea.

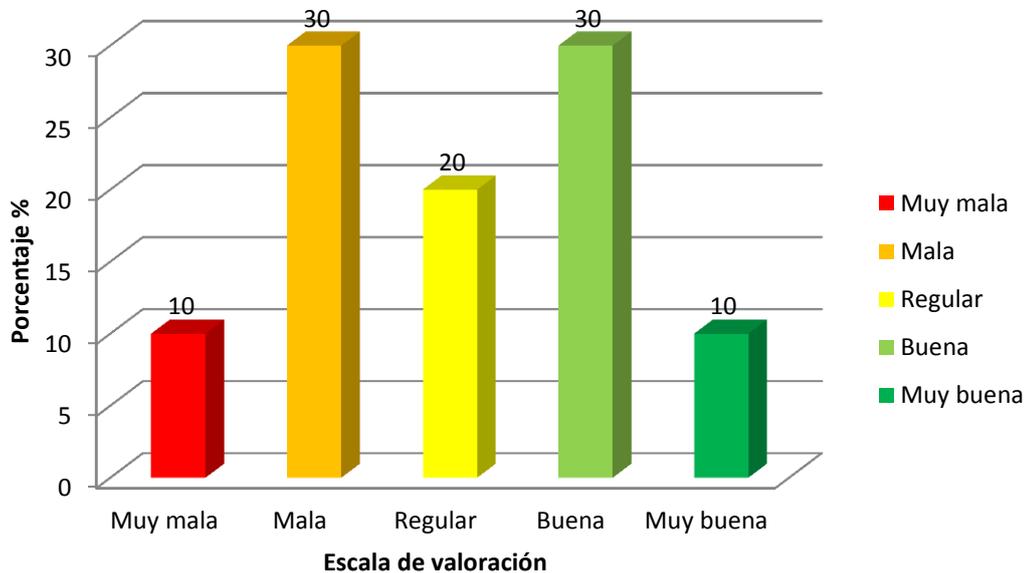
GRAFICO N° 77. Unidad de cribado.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

En cuanto a la unidad de cribado observando la tabla de valoración la tendencia es que los tanques Imhoff se encuentran en condiciones medias siendo así en Magdalena, Namora, Matara, Jesús, Otuzco y San Juan, lo que se observa es que falta un adecuado mantenimiento ya que el material del cual está construido es fierro y se necesita darle mantenimiento para evitar su deterioró por corrosión, en el caso de Matara y San Juan se observa que la unidad de cribado se encuentra en buen estado debido a que se trata de tanques Imhoff que su infraestructura está en muy poco tiempo de uso, mientras que en la Encañada el tanque Imhoff ha colapsado por lo cual la unidad de cribado está dañado y obstruido, en el caso de Huayrapongo el tanque Imhoff se encuentra prácticamente al borde del colapsado por lo cual su infraestructura está deteriorándose cada vez más y así dañando la unidad de cribado.

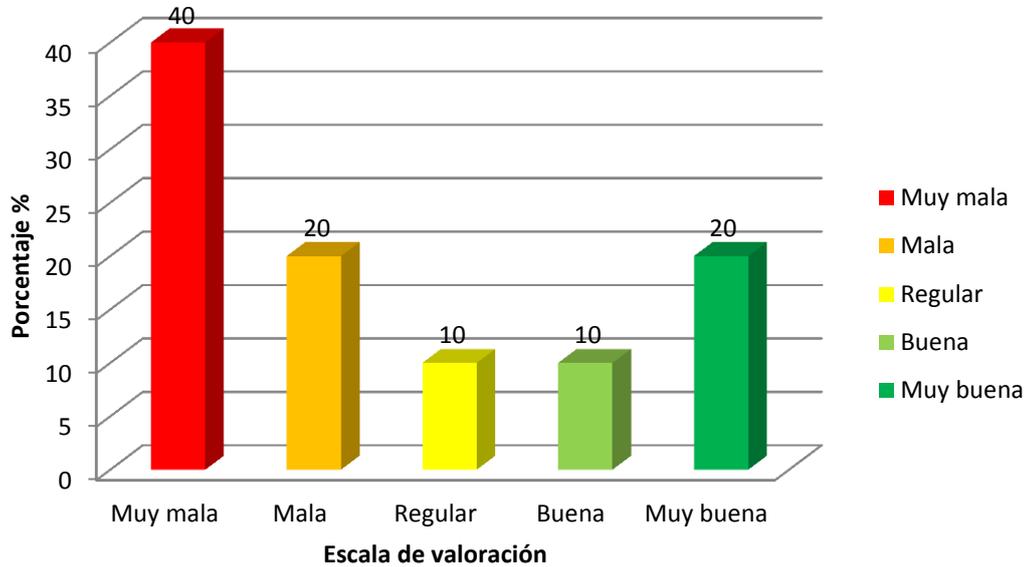
GRAFICO N° 78. Paredes y muros.



Fuente: Elaboración propia, 2016

Las paredes y los muros del tanque Imhoff de Matara se encuentra en muy buen estado y pintado lo cual se debe a que es un tanque con poco tiempo de uso, así mismo San Juan, Magdalena y Namora la infraestructura de sus paredes se encuentran en buen estado pero le falta de mantenimiento en cuanto al pintado de las mismas, puede generar un deterioro en un periodo de tiempo muy corto, mientras que los otros tanques Imhoff se encuentra en mal estado lo cual es generado por la falta de mantenimiento a la infraestructura lo que genera un mal funcionamiento del mismo, se debe tener en cuenta que si no se les da el mantenimiento adecuado se encuentran expuestas a las condiciones climáticas como la humedad, vientos, sol, etc.; van a deteriorar los muros fácilmente, logrando agrietamientos en la infraestructura habiendo así infiltración de aguas residuales y llevando al colapso total de los tanques Imhoff.

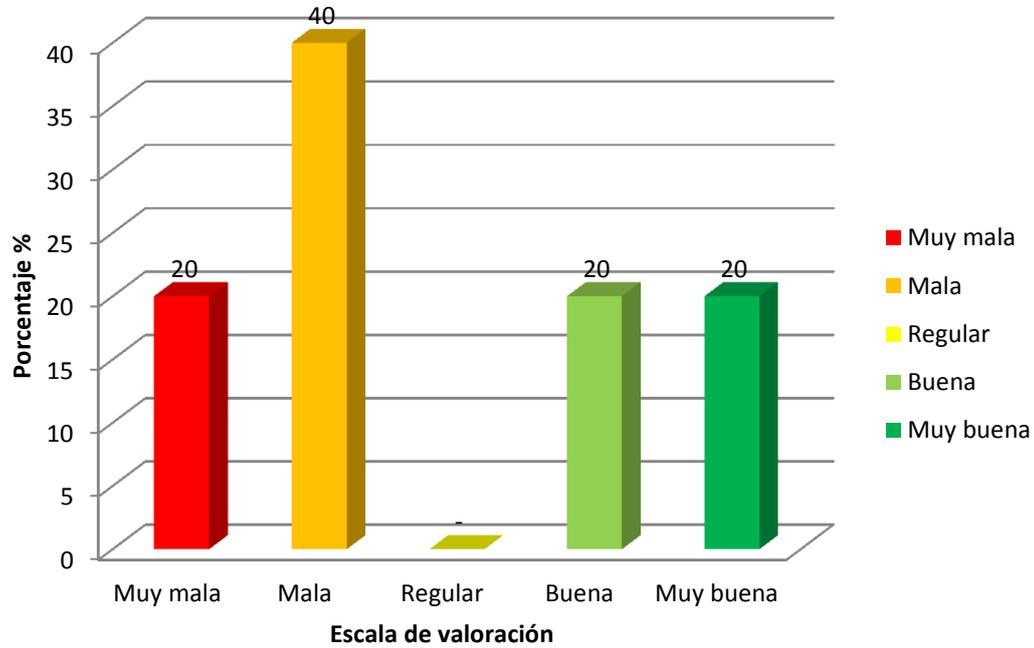
GRAFICO N° 79. Techo del lecho de secado.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Se observa en el grafico del techo del lecho de secado la tendencia es de muy mala ya que en los tanques Imhoff de Jesús, Otuzco, San Juan y la Encañada el techo del lecho de secado se encuentran deteriorados; los materiales utilizados para el techo del lecho de secado es madera y calamina en su gran mayoría; estos materiales al no tener el debido mantenimiento por un operador su deterioro es muy propenso en un margen de tiempo muy corto, la madera se encuentra deteriorada debido al tiempo de uso, condiciones climáticas y falta de mantenimiento, los techos del lecho de secado de los tanques de Matara y San Juan se encuentra en buen estado por tener un margen de tiempo muy corto de uso, en el caso de la Encañada el techo del lecho de secado ya está totalmente destruido.

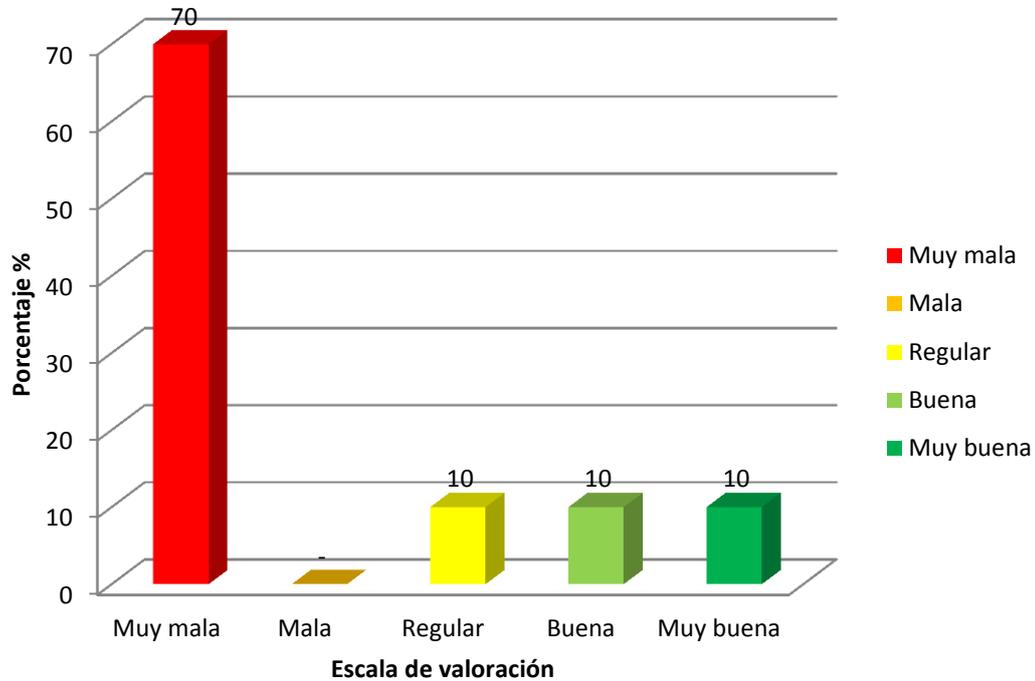
GRAFICO N° 80. Tubería del lecho de secado.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Se pudo observar que las tuberías del lecho de secado se encuentran deterioradas y en su mayoría obstruidas debido a que se encuentra expuestas a condiciones climáticas como la humedad y el sol; no se les ha dado un debido mantenimiento por parte del operador encargado, esto se observa en los tanques Imhoff de la Encañada, San Juan, Huayrapongo, Jesús, Magdalena y Baños del Inca, mientras que en Matara y Namora que tiene un tanque Imhoff nuevo se encuentran en bueno y muy buen estado de acuerdo al tiempo de funcionamiento y no se encuentran obstruidas ni deterioradas; es recomendable darle un adecuado mantenimiento para evitar su deterioro muy rápidamente. Por falta de la operación y mantenimiento es que la tendencia más alta de la tabla de valoración siendo el 40% es que se encuentran en malas condiciones las tuberías del lecho de secado de los tanques Imhoff de Otuzco, Encañada, Baños del Inca y Huayrapongo.

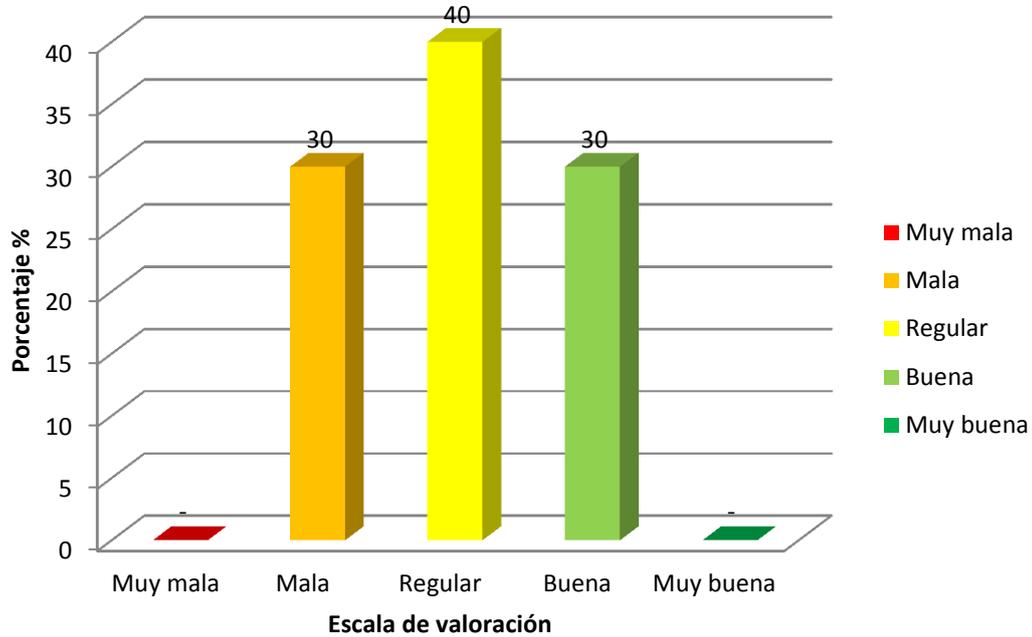
GRAFICO N° 81. Salpicador.



Fuente: Elaboración propia, 2016

Como se observa la tendencia más alta con un 70% en la tabla de valoración es que se encuentran en muy malas condiciones el salpicador de los tanques Imhoff de Jesús, Encañada, Baños del inca, Huayrapongo, San Juan, Namora y Matara no se encuentran funcionando adecuadamente debido a que no se les ha dado mantenimiento y se encuentran sobrecargadas de aguas residuales y objetos flotantes, así como de maleza la cual ha ido creciendo debido a la falta de limpieza periódica, no sucede lo mismo en los tanque de Matara quizás por ser infraestructuras nuevas y que se encuentran en buen funcionamiento así mismo se les está dando un adecuado funcionamiento.

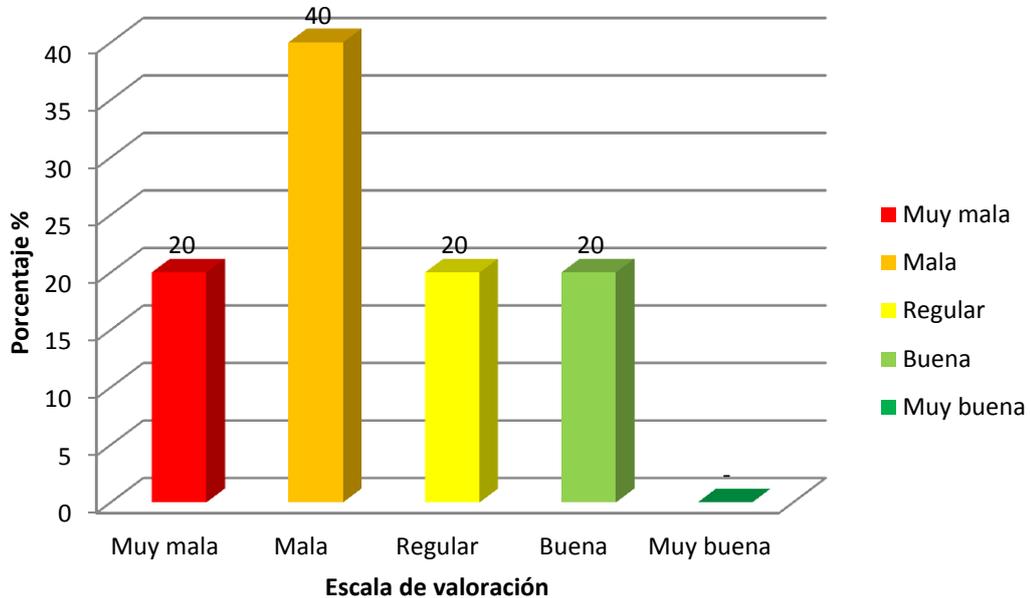
GRAFICO N° 82. Cámara de digestión de lodos.



Fuente: Elaboración propia, 2016

Como podemos observar en la mayoría de los tanques (Matara, Namora, Otuzco, San Juan, Baños del Inca y Jesús) la tendencia es que la cámara de digestión de lodos esta entre media y buena por lo que no tienen un deterioro significativo que ponga en riesgo a la infraestructura o funcionamiento del tanque Imhoff, para un buen estado de la cámara es recomendable que el tubo por el cual se desalojan los lodos se encuentre en buen estado y sin obstrucciones, teniendo en cuenta el tiempo que se requiere para la digestión de lodos, lo cual el tiempo de digestión dependerá de la temperatura del medio; si bien es cierto hay tanques que la cámara de digestión están en muy mal estado es por que dichos tanques han colapsado por falta de mantenimiento y de control por parte de un encargado de operación y mantenimiento del tanque como son el de la Encañada, San Juan y Huayrapongo.

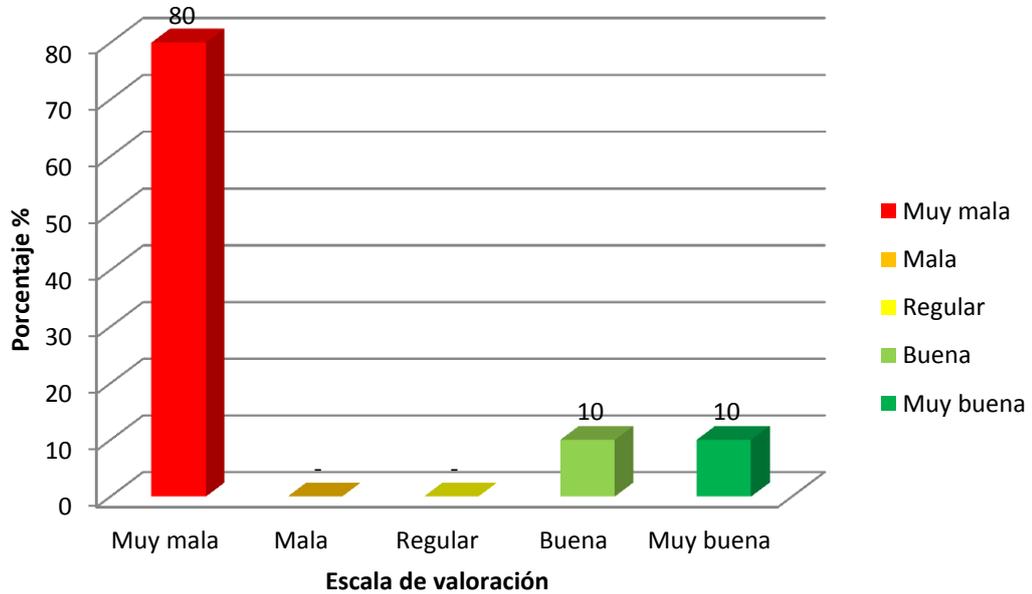
GRAFICO N° 83. Tubería de salida.



Fuente: Elaboración propia, 2016

Como se observa en el gráfico de las tuberías de salida la tendencia más alta con un 40% es que las tuberías de salida están en malas condiciones, siendo así los tanques Imhoff de: Otuzco, Encañada, Huayrapongo y San Juan, esto se debe a que las tuberías están obstruidas y deterioradas parcialmente por residuos sólidos y de aguas residuales a falta de operación y mantenimiento; los tanques Imhoff de Jesús y Baños del Inca se encuentran en muy mal estado ya que las tuberías están totalmente obstruidas por residuos sólidos y de aguas residuales y a la vez deterioradas por el tiempo y condiciones climáticas ya que nunca se dio ningún tipo de mantenimiento; mientras que en los demás tanques Imhoff la tubería de salida se encuentra entre mediano y buen estado por tratarse de infraestructura en buen funcionamiento o en un margen de tiempo corto de uso, donde el operador debe tener en consideración el tiempo en que demora la digestión de los lodos para su adecuada evacuación, esto depende de la temperatura y zona en que se encuentra cada tanque Imhoff evaluado para ver el tiempo de digestión en días.

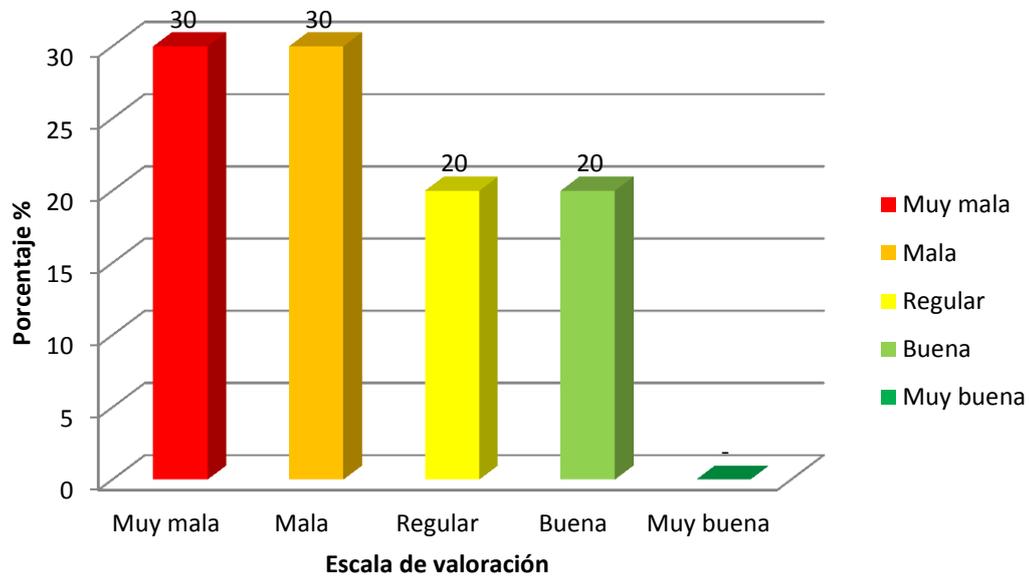
GRAFICO N° 84. Techo de tanque.



Fuente: Elaboración propia, 2016

Según lo evaluado y observando el gráfico de techo de tanque la tendencia más alta con el 80% es que los techos de los tanques Imhoff de LLacacora, Otuzco, Encañada, Baños del Inca, Huayrapongo, Magdalena, San Juan y Namora, se encuentran en muy mal estado debido a las condiciones climáticas como vientos, sol, lluvia, etc. Los cuales han levantado las calaminas provocando así su deterioro absoluto, así mismo en algunos tanques ya no hay techo por su abandono como es el caso de la encañada, mientras que en Matara su techo se encuentra en muy buen estado debido a que se trata de un tanque Imhoff con un margen corto de tiempo en funcionamiento, se recomienda que los techos deben estar en un continuo mantenimiento para evitar su deterioro por la fuerza del viento o precipitaciones.

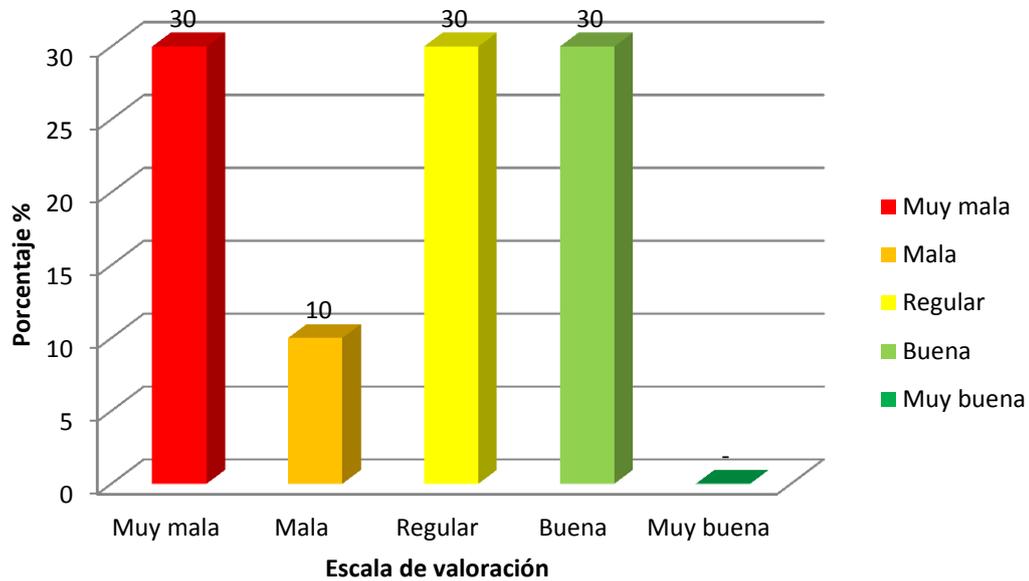
GRAFICO N° 85. Área de ventilación y acumulación de natas.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Se puede observar grafico del área de ventilación y acumulación de natas que las tendencias son de muy mala y malas condiciones del área de ventilación y acumulación de natas de los tanques Imhoff evaluados de: Otuzco, Baños del Inca, Namora, Encañada, Huayrapongo y San Juan debido a que no se le da limpieza periódicamente y las natas se acumulan conjuntamente con residuos sólidos provocando el colapso de la infraestructura en un corto tiempo de funcionamiento, por lo cual se encuentra deteriorado, ya que para una operación y funcionamiento de un tanque Imhoff es indispensable la revisión diariamente del nivel de natas que se forman en el área de ventilación y buscar reducirlas ya sea por métodos mecánicos o con un chorro de agua, lo cual no se ha realizado en los tanques antes mencionados y por ende se deteriora el área de ventilación, mientras en los tanques Imhoff de Llacanora, Jesús, Magdalena y Matara se encuentran en mediados y buenas condiciones ya que si se ha realizado en algún momento este proceso por lo cual se encuentra en mejor estado y por consiguiente es mejor el funcionamiento de la infraestructura.

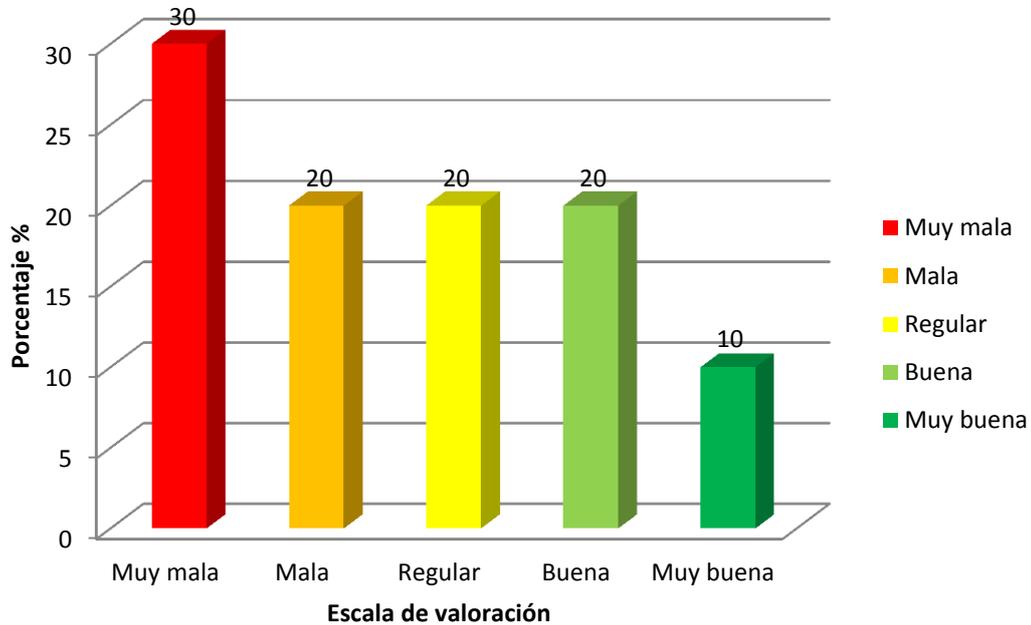
GRAFICO N° 86. Tubería de ventilación.



Fuente: Elaboración propia, 2016

Las tuberías de ventilación de los tanques Imhoff de Jesús, Encañada y Baños del Inca se encuentran en condiciones muy malas representando el 30% de la tabla de valoración debido a que se encuentran obstruidas por natas, aguas residuales y residuos sólidos también están deterioradas totalmente por el transcurso de tiempo en funcionamiento sin un mantenimiento respectivo, condiciones climáticas como las precipitaciones, sol, viento, etc. El tanque de san juan se encuentra en malas condiciones esto se debe a que las tuberías de ventilación están obstruidas y deterioradas parcialmente por falta de una buena operación y mantenimiento. La tubería de ventilación está en la mayoría entre media y buenas condiciones siendo así los tanques de: Llacanora, Otuzco, Huayrapongo, Magdalena, Namora y Matara debido a que en algún momento se le ha dado mantenimiento y así evitando las obstrucciones y deterioro de la tubería por factores climáticas y de tiempo.

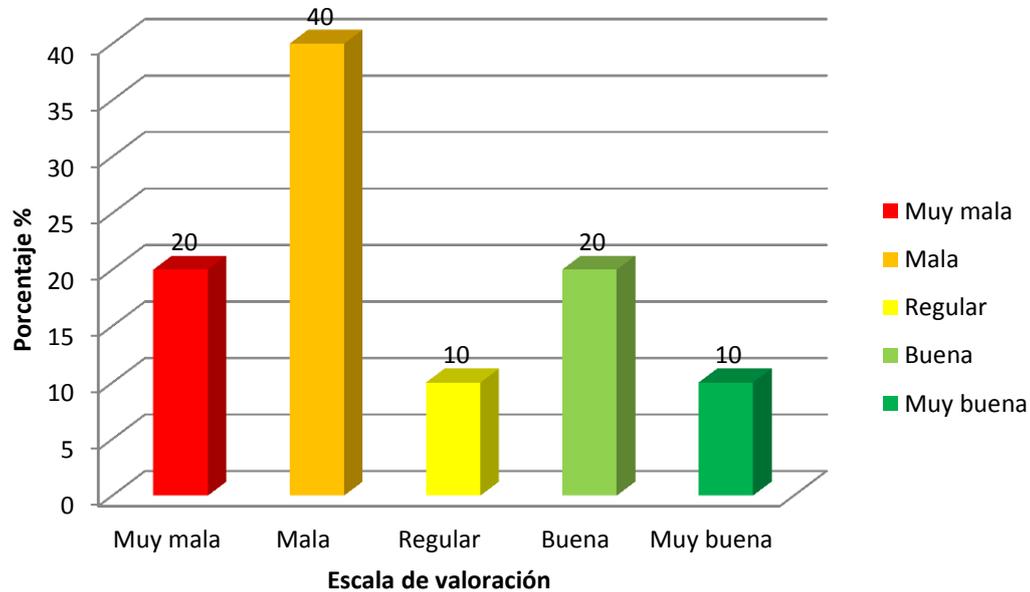
GRAFICO N° 87. Borde libre a la superficie.



Fuente: Elaboración propia, 2016

Se observa que la mitad de los tanques Imhoff evaluados tienen un borde libre en malas y muy malas condiciones como son de: Otuzco, Encañada, Huayrapongo, Baños del Inca y Namora; lo cual se debe a que al no tener una buena operación y mantenimiento extrayendo los lodos periódicamente, limpiando las tuberías de entrada y salida, limpiando la espuma y objetos flotantes las aguas residuales se sobrecarga en el tanque y el borde libre se cubre por completo de aguas residuales llegando al colapso de la infraestructura. Los tanques de: Jesús y San Juan están en mediados condiciones con respecto al borde libre ya que en algún momento se le dio mantenimiento por lo que su funcionamiento es óptimo por el momento; Los tanques Imhoff que tienen una buena y muy buenas condiciones de borde libre son Llacanora, Magdalena y Matara lo cual se debe a que en algún momento se le ha dado mantenimiento, también porque no tiene mucho tiempo de funcionamiento y porque el tanque Imhoff tiene una profundidad adecuada de diseño con respecto a su infraestructura.

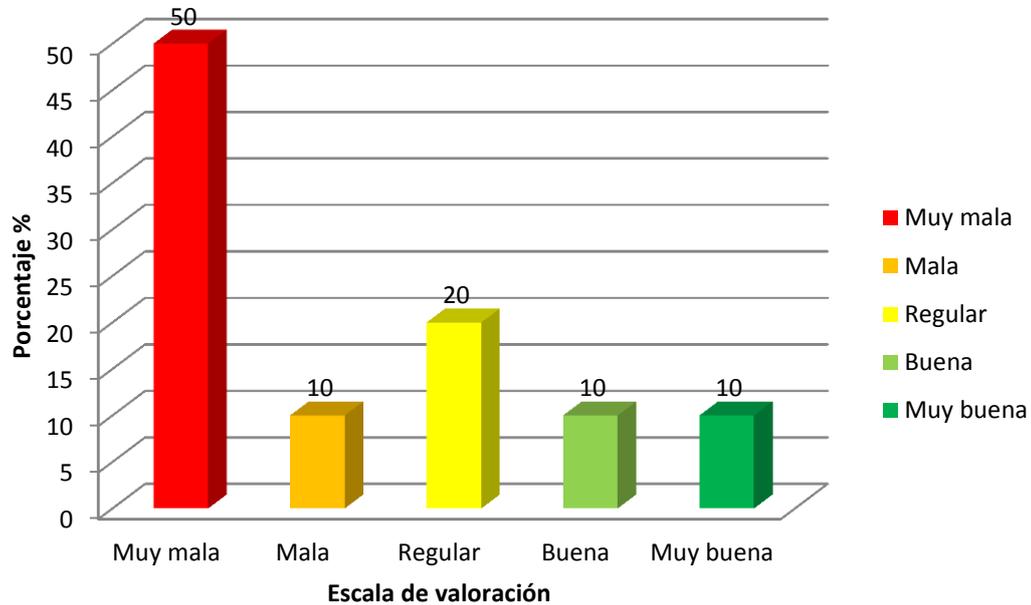
GRAFICO N° 88. Tubería de remoción de lodos.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Como se observa en el gráfico de tubería de remoción de lodos la tendencia es que están en malas condiciones las tubería de remoción de lodos siendo así el 40% del total de los tanques evaluados los cuales son: Otuzco, Encañada, Huayrapongo y San Juan debido a que no se hace una correcta limpieza obstruyéndose y deteriorándose con el paso del tiempo cada tubería es por ello que una de las actividades para el buen funcionamiento del tanque Imhoff es la remoción de sus lodos del fondo ya que una excesiva cantidad de lodos por encima del límite representa una pérdida o rebaja del volumen útil del tanque Imhoff, es por ello que la tubería de remoción de lodos debe estar en buen estado, lo cual no sucede en los tanques de: Jesús y baños del Inca por lo que están en muy malas condiciones representando el 20% del total de los tanques evaluados mientras en los demás tanques la tubería de evacuación de lodos se encuentra de mediano, buena y muy buenas condiciones, esto se debe a la operación y mantenimiento y en otros casos a que la infraestructura tienen poco tiempo de uso y funcionamiento siendo así los tanques de: Llacanora, Magdalena, Namora y Matara.

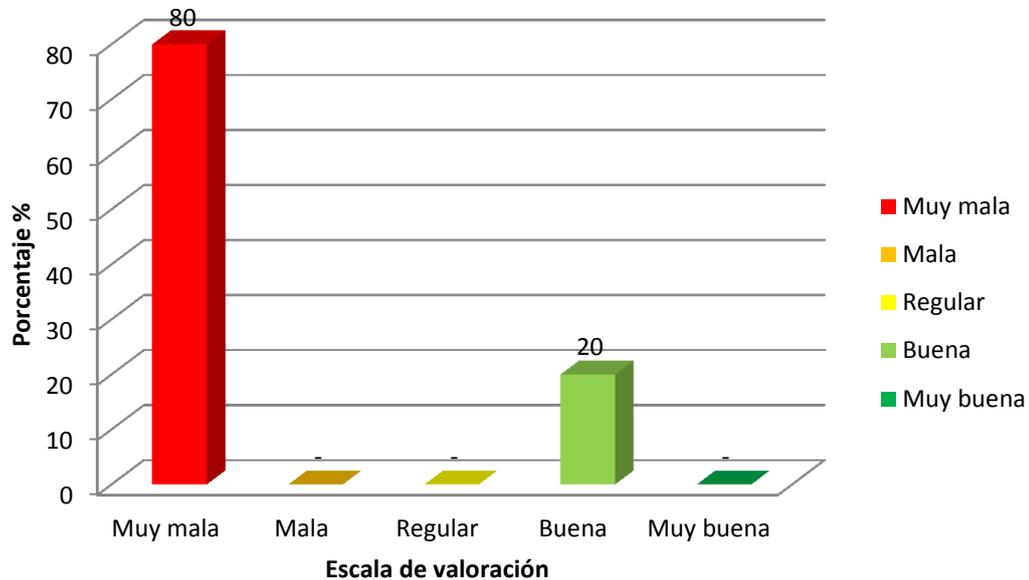
GRAFICO N° 89. Lecho de secado.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

La evaluación de los tanques Imhoff con respecto al lecho de secado tiende a estar en muy malas condiciones siendo así el 50% del total de tanques evaluados los cuales son: Jesús, Encañada, Baños del Inca, Huayrapongo y San Juan debido a la falta de mantenimiento ya que no se ha cambiado el material de drenaje se debe tener en cuenta que el lecho de secado es el último componente del tanque Imhoff el cual debe tener una correcta limpieza estando libre de residuos sólidos y vegetación para así tener un correcto funcionamiento del sistema, en el caso del tanque Imhoff de Namora el material del lecho de secado no ha sido renovado y se encuentra saturado de vegetación, basura, por lo que está en malas condiciones; mientras en los demás tanques Imhoff si se encuentra en mejor estado debido al mantenimiento y a que son tanques que se encuentran en poco tiempo de funcionamiento siendo así los tanques de: Llacanora, Otuzco, Magdalena y Matara.

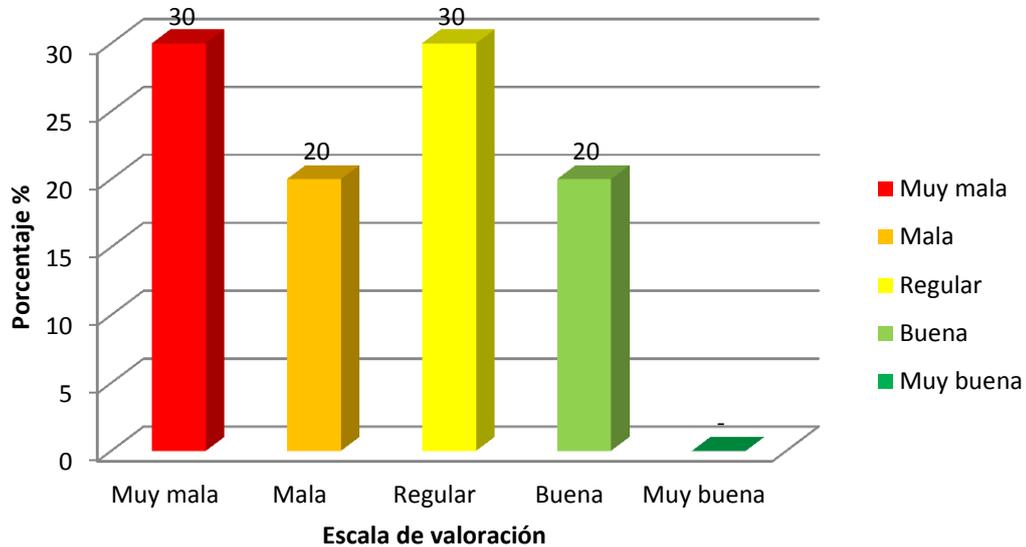
GRAFICO N° 90. Material de lecho de secado.



Fuente: Elaboración propia, 2016

Se observa que la tendencia más alta es que el material del lecho de secado está en condiciones muy malas siendo así el 80% del total de los tanques Imhoff evaluados los cuales son: Llacanora, Otuzco, Jesús, Encañada, Baños del Inca, Huayrapongo, San Juan y Namora debido a que no se ha reemplazado el material correspondiente para el buen funcionamiento que sirve como filtro en el lecho de secado, es importante porque después de esta filtración el agua podrá ser usada en la agricultura y en algunos casos es evacuada hacia los ríos; en el lecho de secado el material seco es también usado como abono. Los tanques Imhoff de: Magdalena y Matara se encuentran en buenas condiciones el material de lecho de secado siendo el 20% del total de tanques evaluados teniendo un buen material el cual actúa como filtro para el correcto funcionamiento del tratamiento primario de aguas residuales.

GRAFICO N° 91. Drenes.

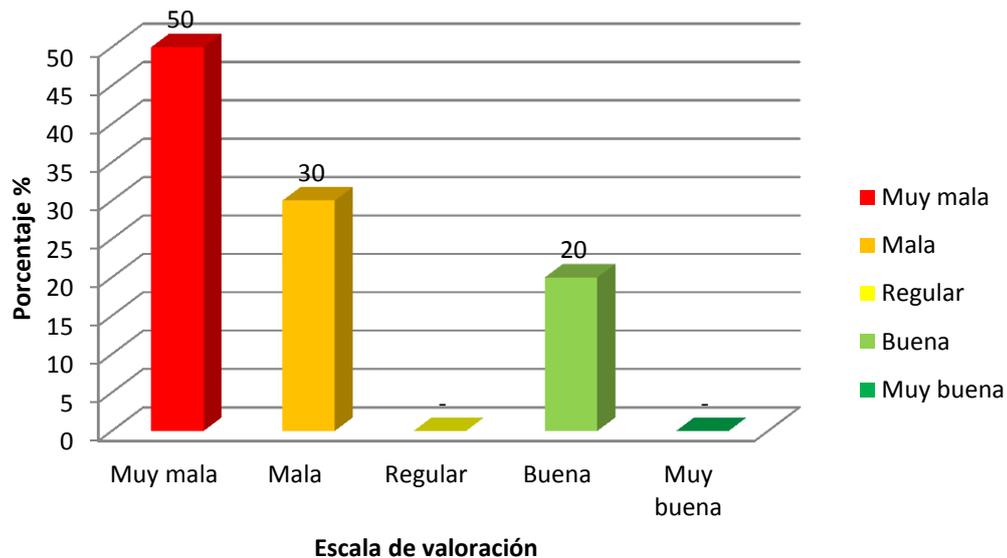


Fuente: Elaboración propia, 2016.

El 30% del total de tanques Imhoff evaluados están en muy malas condiciones los cuales son: Baños del Inca, Huayrapongo y San Juan; el 20% del total de tanques evaluados como se observa en la tabla de valoración el drenaje se encuentran en malas condiciones siendo así los tanques de: Encañada y Namora. La tendencia de muy malas y malas condiciones se debe a que no se ha tenido un mantenimiento ni limpieza adecuada, estando obstruidos e impidiendo el buen funcionamiento y en algunos casos obstruidos en su totalidad con residuos sólidos y aguas residuales por lo que el tanque tiende a colapsar sobrecargándose y afectando directamente a la infraestructura habiendo fallas de agrietamientos. El 30% de los tanques evaluados el drenaje se encuentra en mediadas condiciones siendo los de: Llacanora, Otuzco y Jesús. El 20% de los tanques Imhoff evaluados se encuentran en condiciones buenas de drenaje los cuales son: Magdalena y Matara; la tendencia de media y buenas condiciones se deben a que en algún momento se ha dado la limpieza respectiva para evitar obstrucciones de drenaje y así tener un funcionamiento óptimo del sistema primario de aguas residuales y en otros casos por el tiempo corto de funcionamiento y uso de los tanques Imhoff.

II. OPERACIÓN

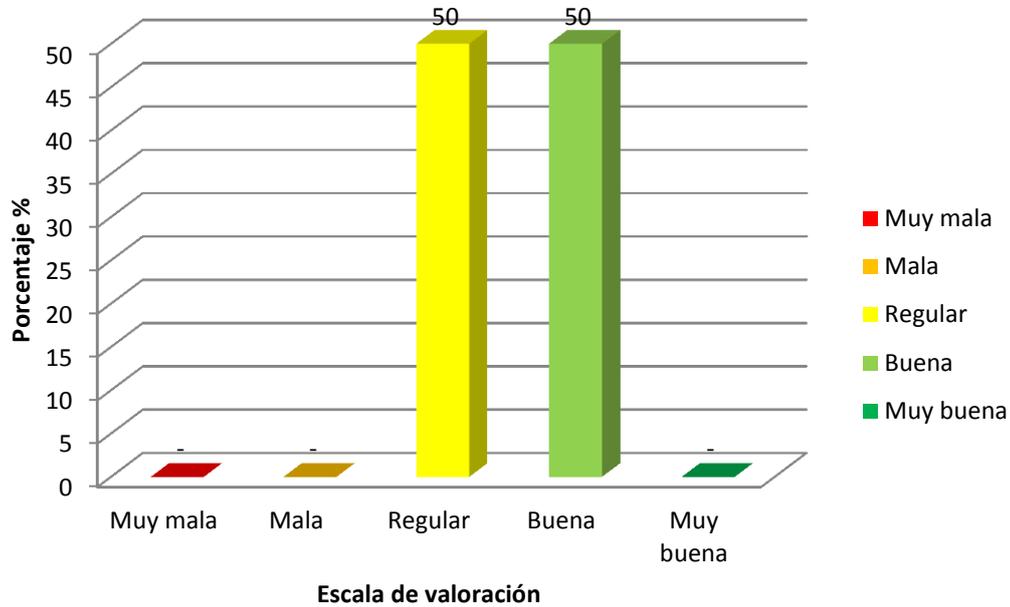
GRAFICO N° 92. Control de espuma en la zona de ventilación.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Se puede observar que 5 de los tanques Imhoff en cuanto al control de espuma están muy malas condiciones representando el 50% del total en la tabla de valoración, ya que al constatar con la inspección de campo se pudo evidenciar que no se ha dado ningún tipo de limpieza en la zona de ventilación, es decir no se han retirado las natas, espumas y residuos sólidos, tal es el caso en los tanques de: Otuzco, Encañada, Baños del Inca, Namora y San Juan. Los tanques Imhoff de: Jesús, Huayrapongo y Matara se encuentran en malas condiciones representando el 30% del total evaluado de tanques estando con presencia de natas y espumas; mientras que en Matara y San Juan representando el 20% del total de tanques evaluados están en buen control de espuma habiéndose encontrado libre de natas, espumas y residuos sólidos y en otros casos no ha tenido mucho tiempo de uso por lo que son infraestructuras con poco tiempo de funcionamiento siendo casi nuevas.

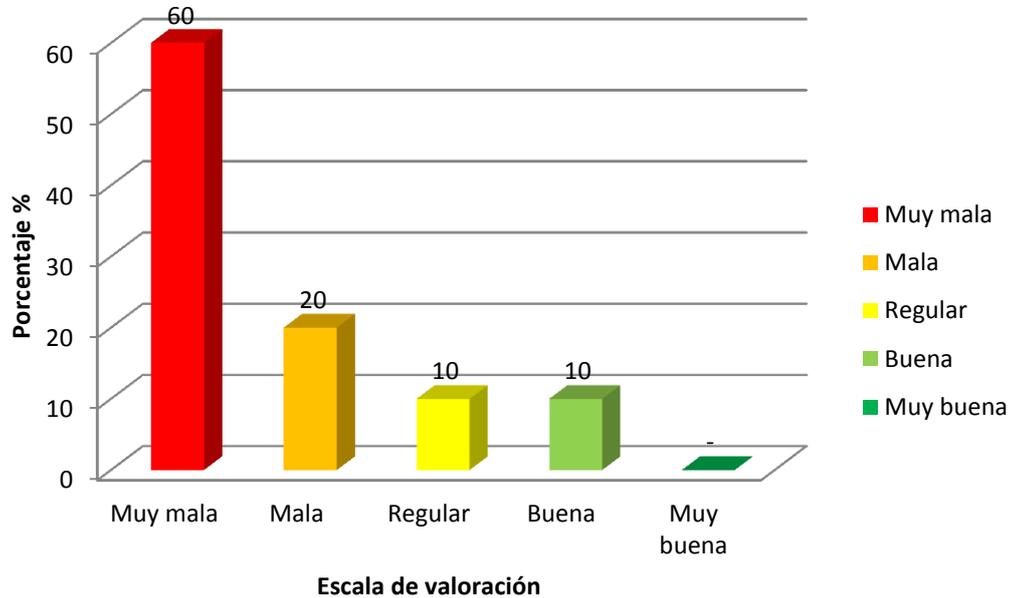
GRAFICO N° 93. Temperatura de medio ambiente en condiciones de digestión.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Los tanques Imhoff de: Llacanora, Otuzco, Encañada, Baños del Inca y Huayrapongo se encuentran en condiciones medias de temperatura de medio ambiente en condiciones de digestión, representando el 50% del total de tanques evaluados y los tanques Imhoff de: Jesús, Magdalena, San Juan, Namora y Matara se encuentran en condiciones buenas de temperatura de medio ambiente para la digestión. La temperatura de medio ambiente es importante para la digestión de lodos ya que a más temperatura menor tiempo de digestión, por lo que los tanques Imhoff se encuentran en una temperatura moderada y buena para las condiciones de digestión, el propósito de la temperatura es la transformación del lodo a un estado estable para que al ser expuesta al secado se pueda descomponer y secar rápidamente, la temperatura de los lugares donde se encuentra los tanques Imhoff de estudio la temperatura está por encima de los 15°C, lo cual favorece a la digestión de los lodos.

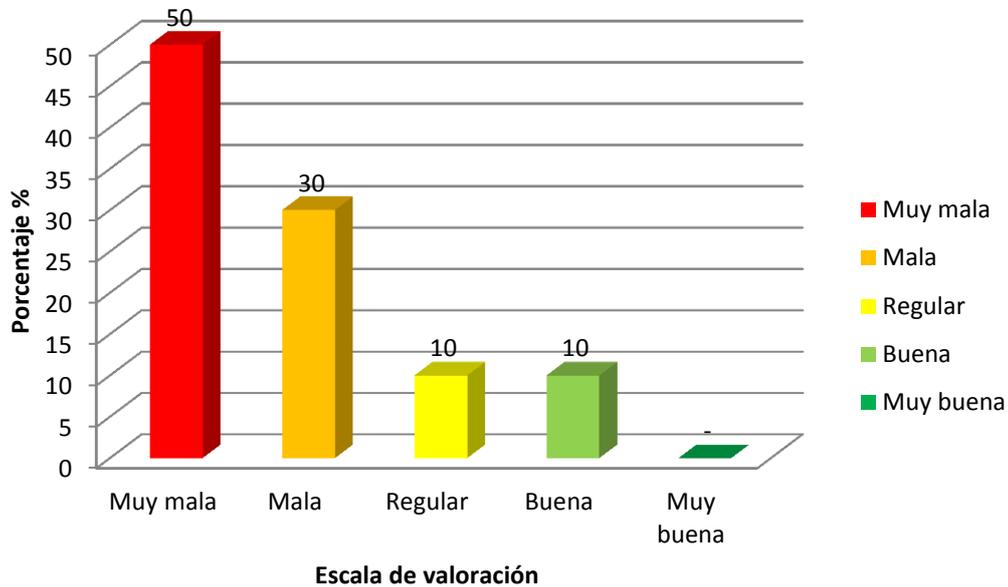
GRAFICO N° 94. Operación de lodos.



Fuente: Elaboración propia, 2016

Como se puede evidenciar en el gráfico de operación de lodos el 60% del total de tanques Imhoff evaluados tienen muy mala operación de lodos siendo así los tanques de: Otuzco, Encañada, Baños del Inca, Huayrapongo, San Juan y Namora por lo que la zona de digestión, área de ventilación y sedimentador son afectados directamente colmándose estas áreas de lodos y produciendo sobrecarga de aguas residuales. Los tanques de Jesús y Matara se encuentran en malas condiciones la operación de lodos, siendo el 20% del total de tanques evaluados. Mientras los tanques de Llacanora y Magdalena se encuentran en condiciones medias y buenas respectivamente. No teniendo ningún tanque que tenga una muy buena operación de lodos por no tener una adecuada operación y mantenimiento por parte de un personal calificado para hacer dichas actividades cada cierto periodo de tiempo.

GRAFICO N° 95. Drenaje de lodos.

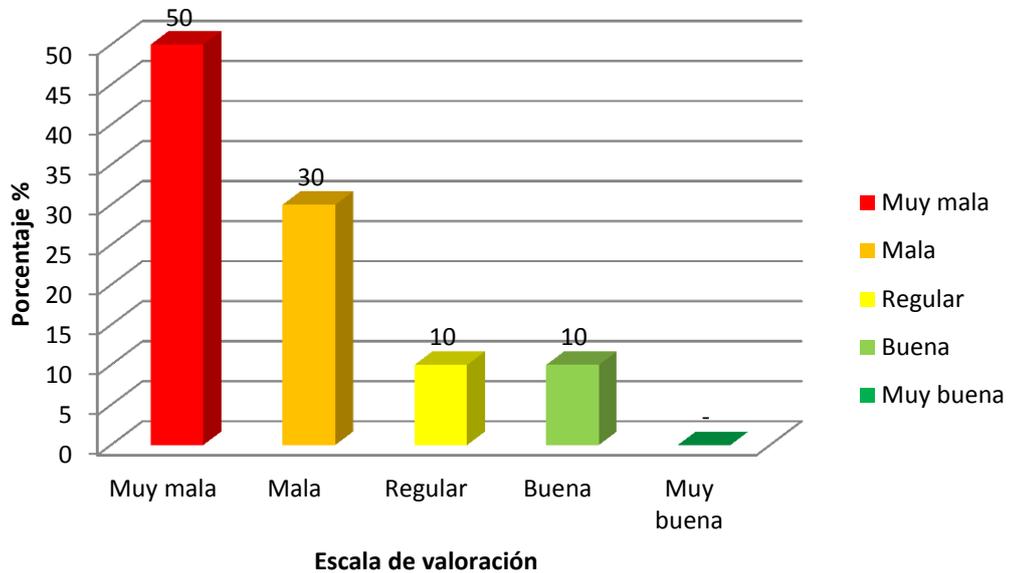


Fuente: Elaboración propia, 2016

Como se observa en el gráfico de drenes de lodos la tendencia es que el drenaje de lodos se encuentran en condiciones muy malas representando el 50% del total de tanques Imhoff evaluados los cuales son: Otuzco, Encañada, Baños del Inca, San Juan y Namora por lo que está colmada esta área de lodos y produciendo sobrecarga de aguas residuales conllevando al colapso total del sistema. Los tanques de: Jesús, Huayrapongo y Matara se encuentran en condiciones malas de drenaje de lodos estando obstruidos parcialmente por falta de limpieza en la zona; mientras que los tanques Imhoff de: Llacanora y Magdalena se encuentran en condiciones medias y malas respectivamente los drenajes de lodos por observarse que el funcionamiento del sistema de los tanques es óptimo y en algún momento se le ha dado una limpieza correcta de los drenajes.

No se tiene ningún tanque que tenga una muy buena operación de lodos por no tener una adecuada operación y mantenimiento por parte de un personal calificado para hacer dichas actividades cada cierto periodo de tiempo.

GRAFICO N° 96. Disponibilidad de lodos en el medio ambiente.

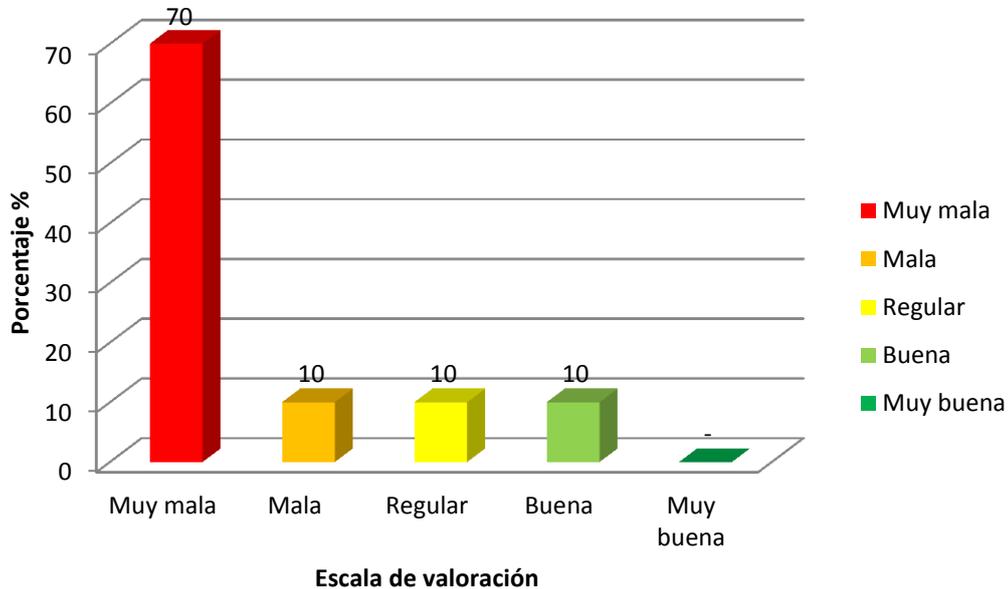


Fuente: Elaboración propia, 2016

La disposición de lodos no es el adecuado ya que al no extraer los lodos de la cámara de digestión se está saturando el tanque teniendo un impacto negativo en el medio ambiente, en el caso de los tanques de: Otuzco, Baños del Inca, Huayrapongo, San Juan y Namora; se encuentran en condiciones muy malas siendo la tendencia con el 50% del total del tanques Imhoff evaluados. Los tanques de: Jesús, Encañada y Matara se encuentran en malas condiciones, por lo que no se realiza una adecuada disponibilidad de los lodos en el medio ambiente debido a que no se cuenta con el personal capacitado para realizar esta labor. Mientras que los tanques Imhoff de Llacanora y Magdalena se encuentran en mediados y buenas condiciones de disponibilidad de lodos al medio ambiente.

Es claro que una correcta disposición de lodos en el medio ambiente minimizaría el impacto causado por las aguas residuales.

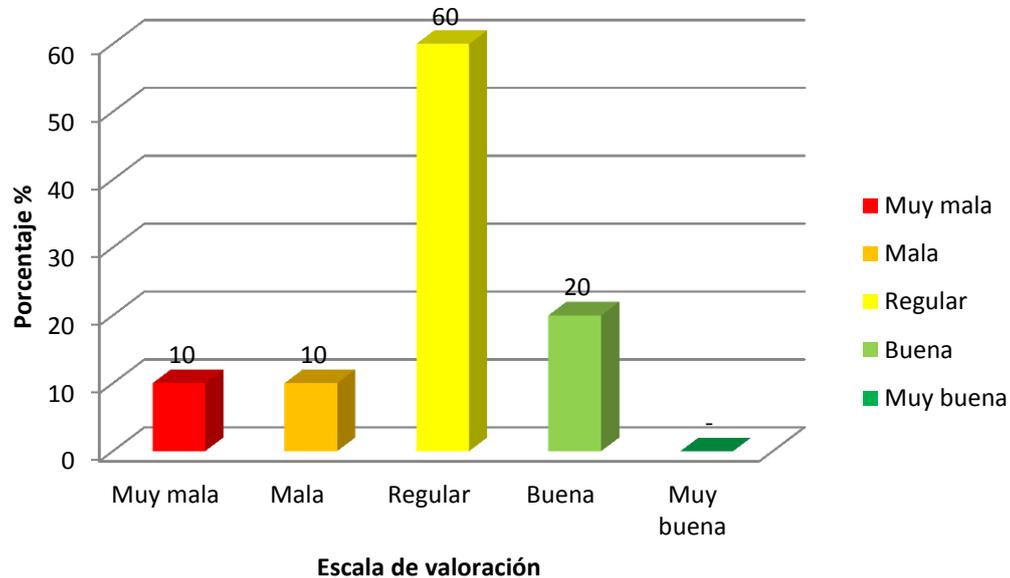
GRAFICO N° 97. Operación de lecho de secado.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

En los tanques Imhoff de: Otuzco, Jesús, Encañada, Baños del Inca, Huayrapongo, San Juan y Namora, la operación del lecho de secado está en condiciones muy malas siendo la tendencia más alta de la tabla de valoración con el 70% del total de tanques evaluados ya que no se ha reemplazado los materiales que conforman los filtros para un mejor drenaje de las aguas, que se filtran debido al secado del material. el tanque Imhoff de Llacanora se encuentra en condiciones malas por no dale la debida operación de lecho de secado y así alterando el sistema primario de aguas residuales que es el tanque Imhoff; en los casos de Magdalena y Matara el material de los filtros está en mediados y buenas condiciones respectivamente ya que se trata de tanques que están en buen funcionamiento debido al periodo de su uso que es reciente, es importante acotar que el lecho de secado es el último componente del tanque Imhoff pues desde ahí se irán las aguas filtradas a los ríos en algunos casos serán utilizadas en la agricultura o darle un mejor uso y disposición de lodos.

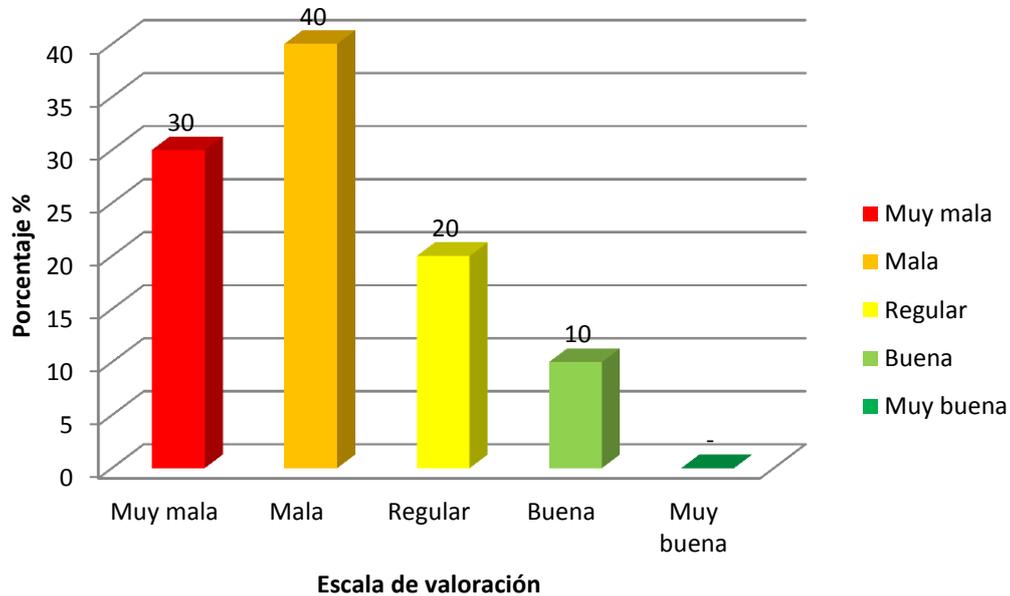
GRAFICO N° 98. Control de área adyacente y sobre el cual se encuentra el tanque Imhoff.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

El control del área adyacente y sobre el cual se encuentra los tanques Imhoff en su mayoría la tendencia es a media, porque si bien es cierto los tanques están en malas condiciones; pero el área donde se las han construido son adecuadas a pesar de que no hay una limpieza constante del área adyacente, los tanques Imhoff no son afectados directamente por este tipo de problemas, siendo así los tanques Imhoff de: Llacanora, Otuzco, Encañada, Huayrapongo, Magdalena y Namora, representando el 60% del total de tanques evaluados. Los tanques Imhoff de: Jesús y Matara se encuentran en condiciones buenas porque además se encuentran con cercos perimétricos de mallas metálicas para evitar el acceso a los mismos y evitar daños de la infraestructura. Los taques Imhoff de Baños del Inca y San Juan se encuentran en condiciones muy malas y malas respectivamente por no tener una limpieza del área adyacente en el cual se encuentran los tanques ni protección alguna de agentes externos como animales y personas que puedan dañar la infraestructura y sistema de los tanques Imhoff.

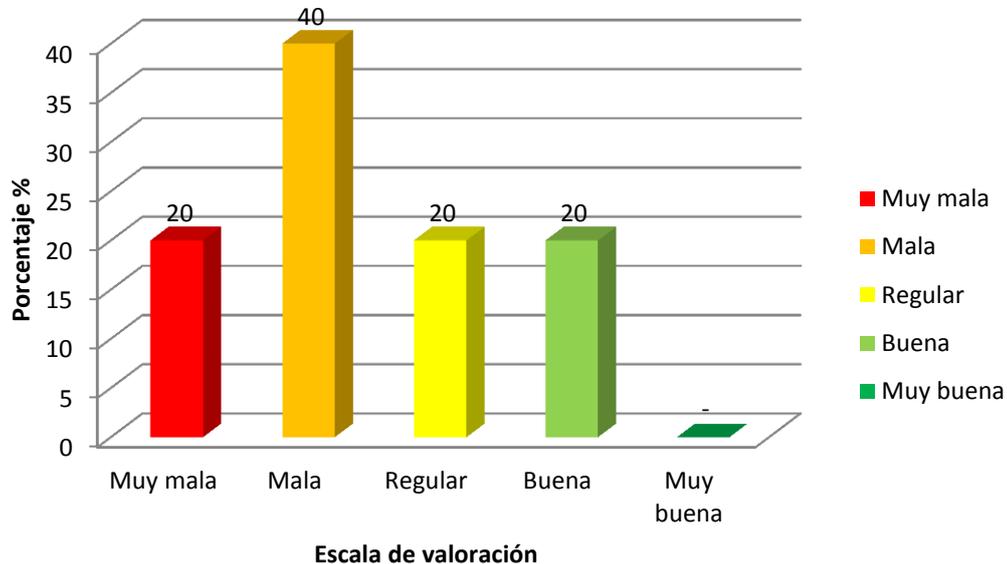
GRAFICO N° 99. Control de emanación de olores desagradables.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Las emanaciones de olores desagradables se puede controlar dando una constante limpieza del tanque Imhoff y sus alrededores; al no darle ningún tipo de limpieza desde su construcción lo que causa es un impacto negativo de emanación de olores desagradables, como se puede observar la tendencia más alta es que están en condiciones malas con respecto al control de emanación de olores, siendo así los tanques Imhoff de: Jesús, Encañada, Namora y San Juan siguiendo la tendencia por muy malas condiciones siendo así los tanques de: Otuzco, Baños De Inca y Huayrapongo; estos tanques predominan el mal control de emanación de olores desagradables ya que en su mayoría los lodos se encuentran estancados con basura y diversos residuos sólidos, al no tener el debido mantenimiento y no seguir con su proceso normal del tanque en el tratamiento primario de aguas residuales, la emanación de olores desagradables aumenta produciendo un impacto negativo para el medio en que se encuentra. Por otra percepción los tanques Imhoff de: Llacanora y Matara se encuentran en condiciones medias y por último el tanque Imhoff de Magdalena se encuentra en buenas condiciones con respecto al control de emanación de olores.

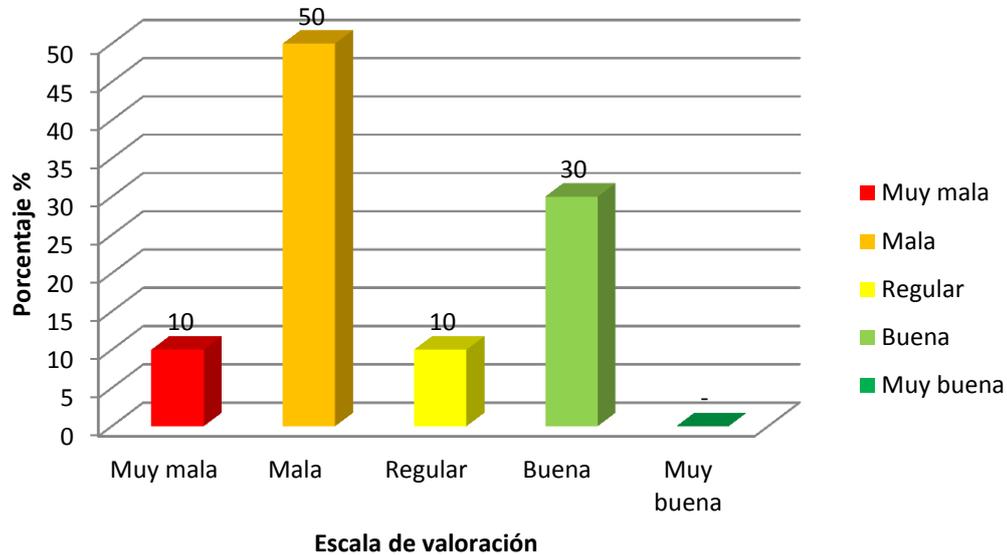
GRAFICO N° 100. Válvula y tubo de extracción para lodos.



Fuente: Elaboración propia, 2016

La tendencia más alta es que las válvulas y tubo de extracción para lodos de los tanques Imhoff se encuentran en mal estado, con el 40% del total de tanques evaluados, siendo así los tanques de: Otuzco, Encañada, Huayrapongo Y San Juan, esto se debe a la falta de mantenimiento y falta de un encargado para una buena operación y funcionamiento de cada tanque Imhoff; encontrándose con obstrucciones y deteriorados tanto válvulas como tubos de extracción de lodos; las tuberías y válvulas de los tanques Imhoff de Jesús y baños del inca se encuentran en muy malas condiciones estando totalmente obstruidas y deterioradas conllevando al colapso de los tanques. En condiciones medias se encuentran los tanques de Magdalena y Namora; y por último los tanques de Llacanora y Matara se encuentran en buenas condiciones las válvulas y tuberías de extracción de lodos. En varios tanques se observó que su infraestructura era buena pero al no tener mantenimiento el estado de sus accesorios colapsaban teniendo tubería rota y válvulas vencidas, esto quiere decir que una infraestructura al no ser sostenible su colapso se daría en muy poco tiempo de funcionamiento.

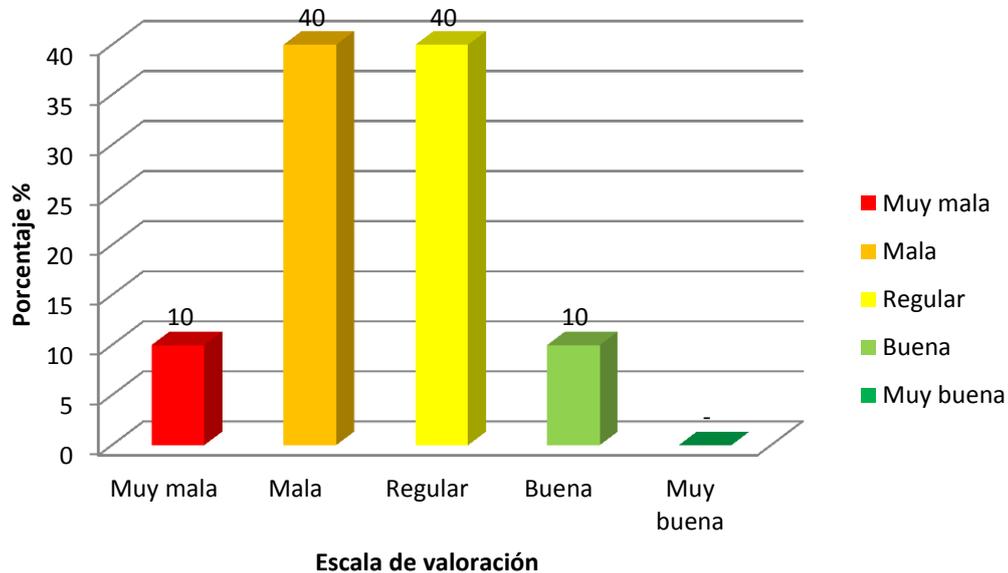
GRAFICO N° 101. Tubería de ingreso.



Fuente: Elaboración propia, 2016

La tendencia más alta es que la tubería de ingreso está en mal estado siendo así los tanques Imhoff de: Otuzco, Jesús, Encañada, Baños Del Inca y Huayrapongo; representando el 50% del total de tanques evaluados; debido a que las tuberías de ingreso están tapadas con bolsas, papeles, trapos, en general basura que disminuye el caudal de ingreso de aguas residuales al tanque Imhoff; esto es la consecuencia de la falta de operación y mantenimiento por parte de las autoridades encargadas. No habiendo un seguimiento de la funcionalidad de los tanques Imhoff. La tubería de ingreso de los tanques Imhoff de Llacanora y Magdalena se encuentran en buen estado siendo el 30% de los tanques evaluados. El tanque de san juan se encuentra en muy mal estado con llevando al colapso del sistema de tratamiento primario de aguas residuales; y por último el tanque de Namora se encuentra en condiciones medias con respecto a la tubería de ingreso ya que tienen un óptimo funcionamiento pero la tubería se encuentra en parte deteriorada por circunstancias de tiempo de uso, falta de mantenimiento, condiciones climáticas, etc.

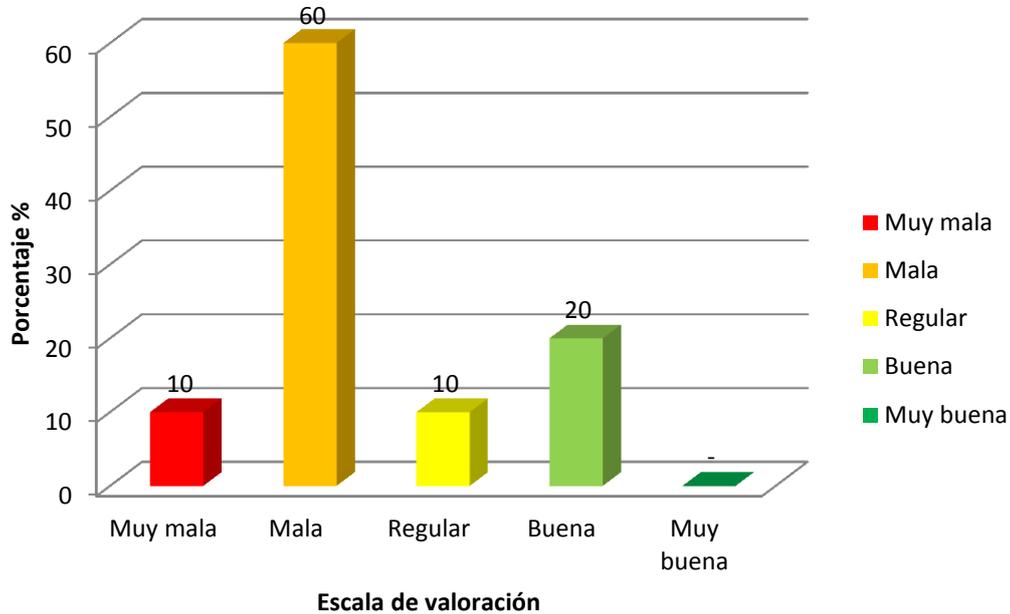
GRAFICO N° 102. Tubería de drenaje.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

En gran parte de los tanques evaluados la tubería de drenaje está en malas y medias condiciones, los tanques Imhoff que tienen la tubería de drenaje en malas condiciones son: Encañada, Baños Del Inca, Huayrapongo y San Juan; se debe a la falta de operación de cada parte del tanque Imhoff; en este caso la tubería de drenaje al no ser limpiada correctamente tiende a obstruirse con basura y residuos ajenos al tanque; así teniendo una sobrecarga de aguas residuales llevando al colapso de cada tanque Imhoff. Los tanques Imhoff que la tubería de drenaje se encuentran en condiciones medias son: Llacanora, Otuzco, Jesús y Magdalena por el deterioro de las tuberías pero aún en funcionamiento óptimo del sistema de tratamiento primario de aguas residuales. El tanque Imhoff de Namora se encuentra en muy malas condiciones por obstrucción total de la tubería colmatándose de aguas residuales y gran parte de residuos sólidos produciendo malos olores y desgaste de la infraestructura hasta su colapso total. Y el tanque Imhoff de Matara se encuentra en buen estado porque en algún momento se ha hecho la respectiva limpieza y mantenimiento y por tener una infraestructura con un margen de tiempo corto de funcionamiento y uso.

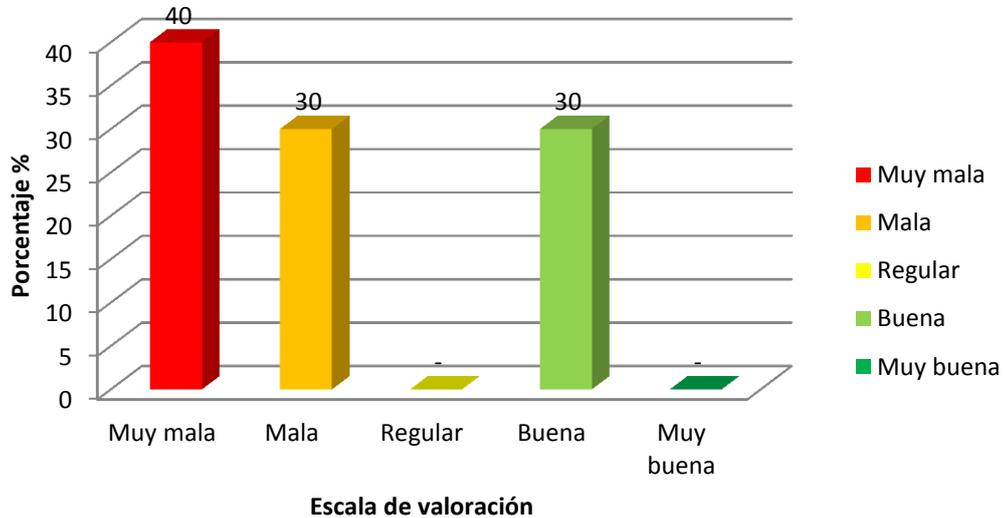
GRAFICO N° 103. Tubería de salida.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

La tubería de salida en gran mayoría de los tanques Imhoff evaluados están en mal estado representando el 60% del total de tanques evaluados, siendo así los tanques Imhoff de: Otuzco, Jesús, Baños Del Inca, Huayrapongo, San Juan y Namora; se observó que la tubería de salida en los tanques se encuentran obstruidas debido a que no se tiene una buena operación y mantenimiento por parte de un encargado de dichas actividades, también al no tener una correcta limpieza, las tuberías se encuentran deterioradas debido al tiempo y exposición al medio ambiente. La tubería de la encañada se encuentra en muy mal estado representando el 10% de los tanques evaluados encontrándose totalmente obstruida y llevando al colapso del sistema de tratamiento de aguas residuales. El tanque de Magdalena se encuentra en condiciones medias por aun están en óptimo funcionamiento pero deteriorados por circunstancias de tiempo. Los tanques Imhoff de Llacanora y Matara se encuentran en buen estado con respecto a la tubería de salida se debe a que en algún momento se hizo una limpieza y por el poco tiempo de funcionamiento y uso del tanque Imhoff.

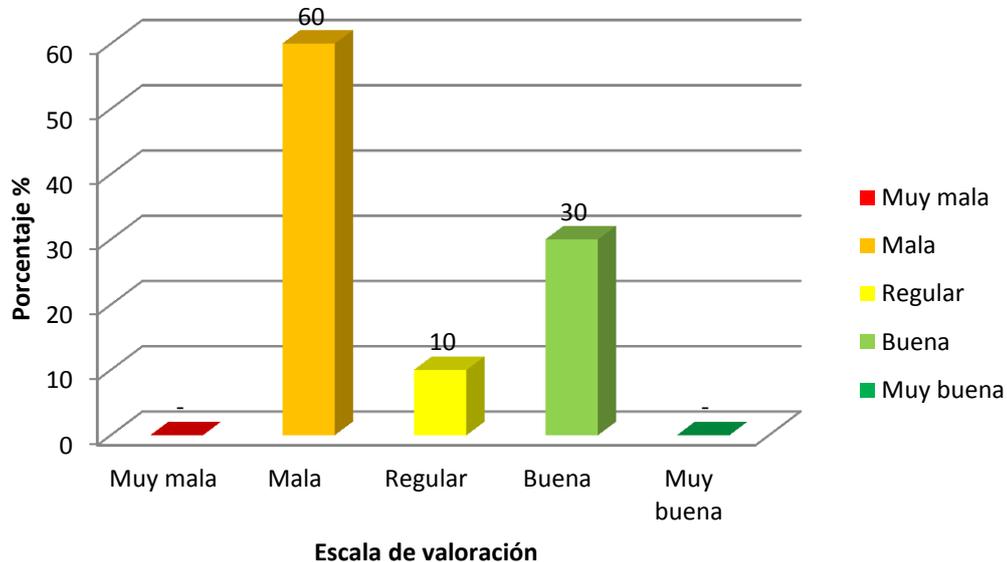
GRAFICO N° 104. Tubería de recolección.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

La tendencia más alta es que la tubería de recolección de los tanques Imhoff evaluados están en muy mal estado, siendo así los tanques Imhoff de: Jesús, Encañada, San Juan y Namora; por causa de la intemperie y al no tener una constante supervisión de la tubería llega a dañarse, a la vez no se tiene en cuenta un adecuado mantenimiento en la zona de lecho de secado tiende a obstruir las tubería con elementos ajenos al tanque como desperdicios de comida, basura y en algunos casos animales así causando daños y el deterioro por completo de la tubería. Los tanques Imhoff de: Otuzco, Baños del Inca y Huayrapongo tienen la tubería de recolección en malas condiciones de operación por obstrucciones y deterioro de la tubería a través del tiempo de funcionamiento; y los tanques de: Llacanora, Magdalena y Matara se encuentran en buenas condiciones por el mantenimiento y por el poco tiempo de funcionamiento y uso del sistema primario de aguas residuales.

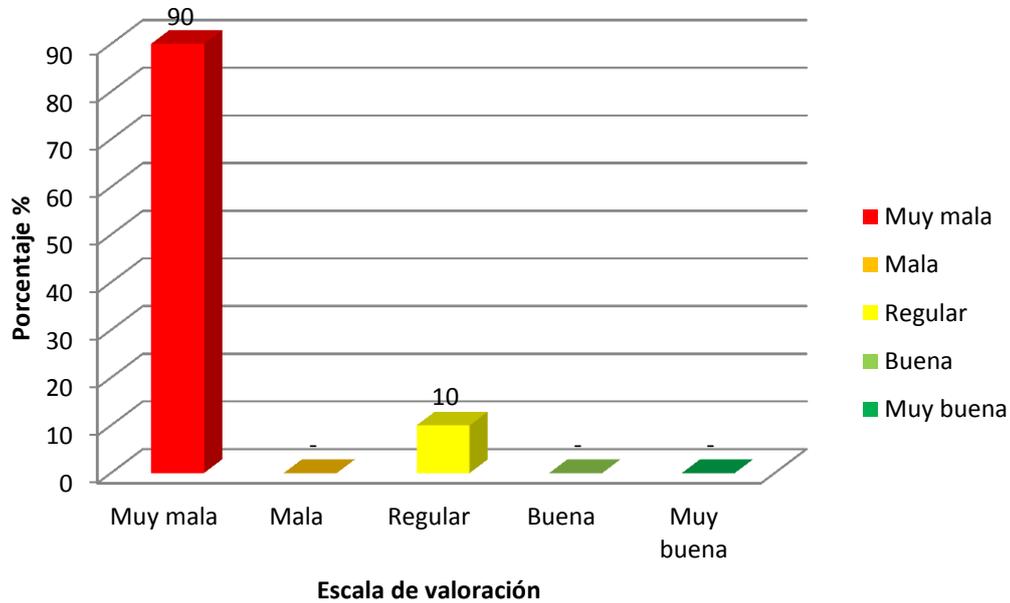
GRAFICO N° 105. Accesorios y válvulas de tanque.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

La tendencia más alta es que los accesorios y válvulas de los tanques están en malas condiciones de operación, estando en tal estado los tanques Imhoff de: Otuzco, Jesús, Encañada, Baños Del Inca, Huyrapongo y San Juan; en gran parte por causas de colapso del sistema, debido a que no se cuenta con un encargado de la operación y mantenimiento de cada tanque; los desperdicios, objetos y basura en general llegan a obstruir dichos accesorios y válvulas así sobrecargando de aguas residuales a los tanques Imhoff y deteriorándolas. Los accesorios y válvulas del tanques Imhoff de Namora se encuentra en condiciones medias por estar en funcionamiento óptimo pero teniendo deteriorados las tuberías y válvulas; y en otra percepción los tanques Imhoff de Llacanora, Magdalena y Matara se encuentran en condiciones buenas por tener poco tiempo de funcionamiento y uso del sistema y en algún momento haberle dado una operación y mantenimiento correcta para su buena operación.

GRAFICO N° 106. Registro completo de todos los acontecimientos relacionados con la operación.

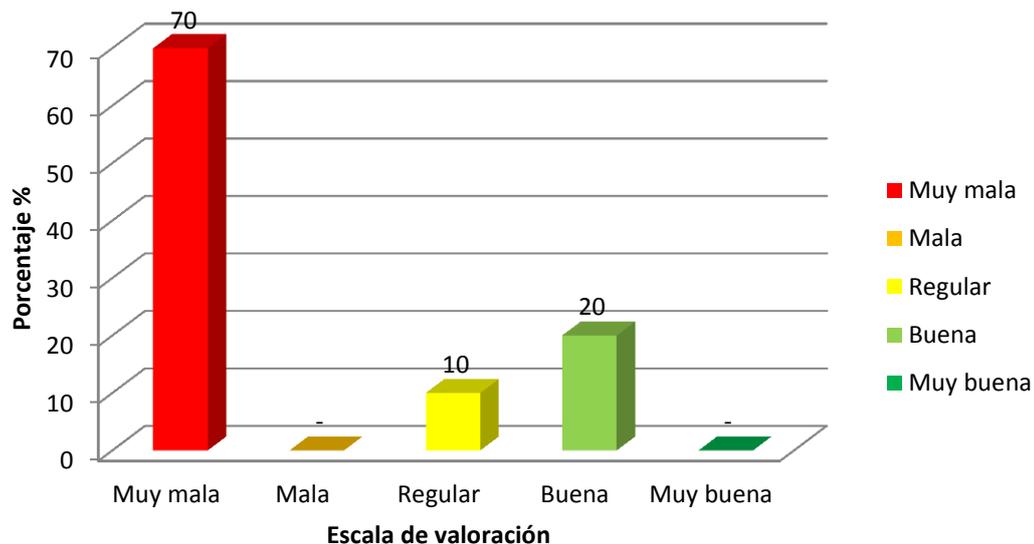


Fuente: Elaboración propia, 2016.

La mayor parte de tanques Imhoff evaluados tienden a ser muy malas en cuanto a los registros de todos los acontecimientos relacionados con la operación siendo el 90% del total de tanques evaluados, siendo así los tanques Imhoff de: Llacanora, Otuzco, Jesús, Encañada, Baños del Inca, Huayrapongo, Magdalena, San Juan y Namora; debido a que no cuentan con un encargado para la operación y mantenimiento de los tanques Imhoff por consiguiente no se tiene ningún registro de todos los acontecimientos relacionados con la operación; siendo el de Matara el único tanque Imhoff evaluado que se encuentra en medianas condiciones con respecto al registro de los acontecimientos relacionados a la operación, por lo observado e inspeccionado en campo conlleva a suponer que se tiene dicho registro, y dadas las condiciones en las que se encuentra el tanque y el funcionamiento óptimo que se tiene se ha considerado que se encuentra en condiciones medias de operación.

II. MANTENIMIENTO

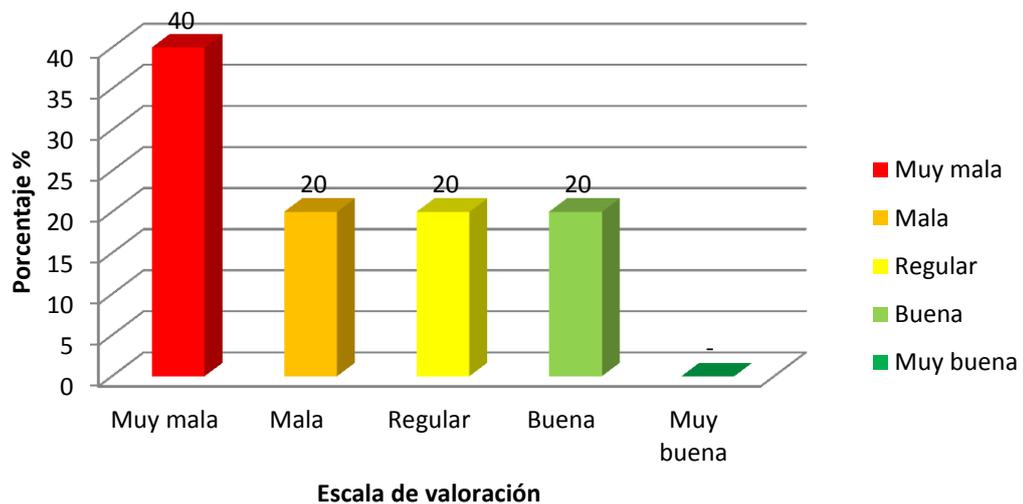
GRAFICO N° 107. Limpieza de superficie del sedimentador.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

En el grafico N° 107 como se puede observar en los tanques Imhoff evaluados el 70% no se realiza la limpieza de la superficie del agua del sedimentador, teniendo un estado de muy mala los tanques Imhoff de: Otuzco, Jesús, Encañada, Baños Del Inca, Huayrapongo, San Juan y Namora, lo cual se debe a que no existe un personal encargado de dicha función, para la respectiva limpieza de los sedimentadores se debe realizar actividades periódicas que consisten principalmente en retirar los objetos que se encuentran flotando en la superficie del agua residual del tanque, especialmente en dicha área, para lo cual se empleará palanas, baldes y carretilla para lograr remover los sedimentos de la superficie del tanque Imhoff. El tanque Imhoff de Matara se encuentra en condiciones medias con respecto a la limpieza de superficie del sedimentador; y los tanques de Llacanora y Magdalena se encuentran en condiciones buenas por tener poco tiempo de funcionamiento y uso de la infraestructura y por el mantenimiento hecho en algún periodo de tiempo.

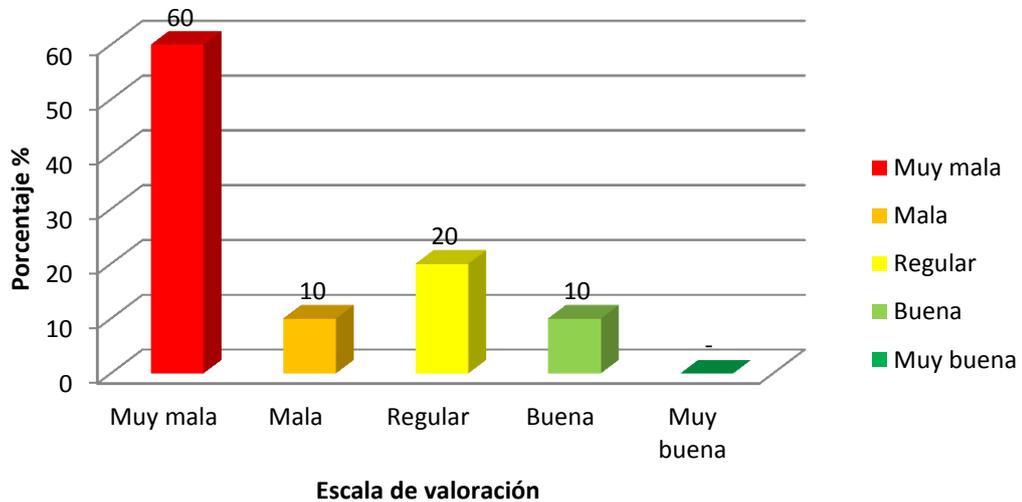
GRAFICO N° 108. Limpieza de paredes de concreto y superficies metálicas.



Fuente: Elaboración propia, 2016

En el grafico N° 108 se puede observar que el 40% y 20% no realizan la limpieza tanto de las paredes y de las superficies metálicas del tanque estando en condiciones muy malas y malas respectivamente, siendo así los tanques Imhoff de: Otuzco, Jesús, Encañada, Baños Del Inca, Huayrapongo y San Juan quizás porque no lo consideran de importancia dicha limpieza y por estar cubiertas de basura, aguas residuales y residuos sólidos dañando la infraestructura y causando daños en el sistema, mientras que los tanques Imhoff de Matara, Namora, Magdalena y Llacanora se encuentran en condiciones medias a buena respectivamente en un 20% cada una, debido que sus paredes y superficies metálicas, se encuentran limpias. Para realizar la limpieza del tanque se recomienda cerrar la válvula de entrada hacia el tanque, posteriormente se retirará el material retenido en el fondo del tanque y se limpiara las paredes con escobillas, posteriormente se abrirá la válvula de drenaje para la evacuación de las aguas, sedimentos y lodos que se encuentran en el tanque.

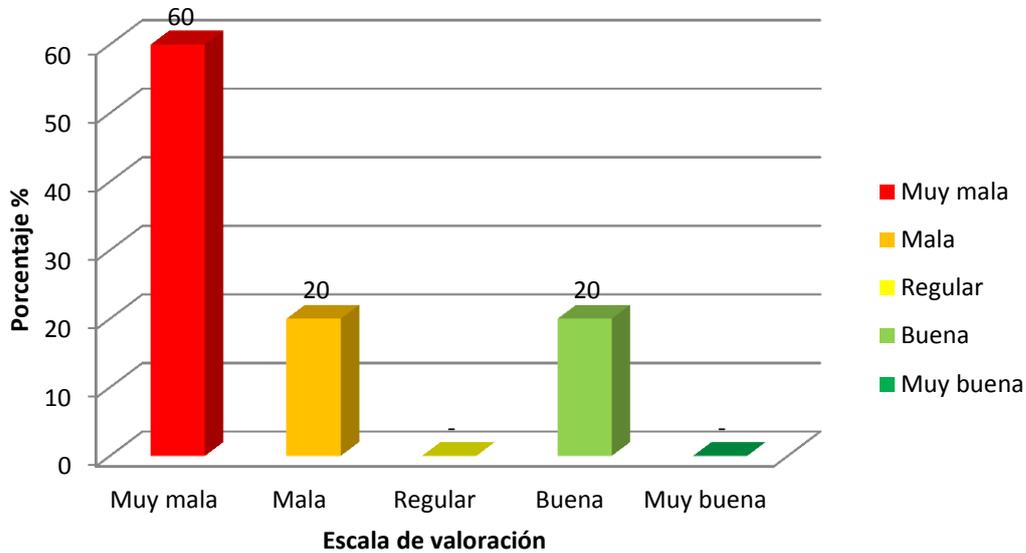
GRAFICO N° 109. Limpieza de las estructuras de entra y salida.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

En el grafico N° 109, el 60% de los tanques Imhoff no se realiza la limpieza correctamente de las estructuras de entrada y salida, teniendo dicho estado los tanques Imhoff de: Otuzco, Jesús, Encañada, Baños Del Inca, Huayrapongo y San Juan; por lo que se encuentran cubiertas por solidos flotantes, espuma, grasas, material asociado a las aguas residuales y otros. Sin tener la limpieza adecuada de la zona, la limpieza de las estructuras de entrada y salida se debe efectuar cerrando las válvulas y procediendo al raspado de las paredes con una escobilla de cerdas para realizar el limpiado correspondiente, retirando todos los sedimentos y residuos. El tanque Imhoff de Matara se encuentra en malas condiciones por falta de mantenimiento, encontrándose la estructura con espuma y grasas. Los tanques de Magdalena y Namora se encuentra den mediados condiciones ya que a pesar que se encuentra libre de solidos flotantes y espuma aún se encuentra con residuos que pueden afectar las estructuras del tanque; y el tanque de Llacanora se encuentra en condiciones buenas ya que está libre de solidos flotantes, espuma y grasas.

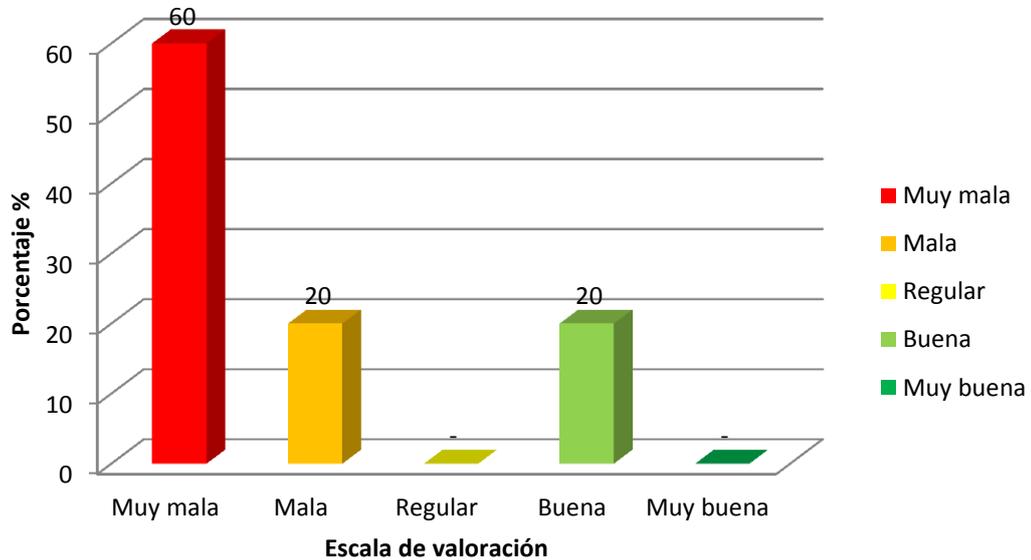
GRAFICO N° 110. Limpieza de ventilación de la cámara de digestión.



Fuente: Elaboración propia, 2016

La tendencia en el grafico N° 110 es de 60% del total de tanques evaluados se encuentran en condiciones muy malas en cuanto la limpieza de ventilación de la cámara de digestión, siendo así en los tanques Imhoff de: Otuzco, Jesús, Baños Del Inca, Huayrapongo, San Juan y Namora, debido a que nunca se hizo la limpieza de la zona de ventilación, en dichos tanques la propagación de basura ha hecho que colapsen los tanques deteriorando el sistema de funcionamiento y dañando la ventilación de la cámara de digestión de cada tanque Imhoff. Los tanques Imhoff de la encañada y matara se encuentran en condiciones medias en la limpieza de ventilación de la cámara de digestión por la presencia de solidos flotantes, espuma y natas debido a la falta de mantenimiento de la zona. Los tanques de Llacanora y Magdalena se encuentran en condiciones buenas ya que se hace un mantenimiento en óptimas condiciones que permite corregir la presencia de espumas, encontrándose libre de natas y espumas.

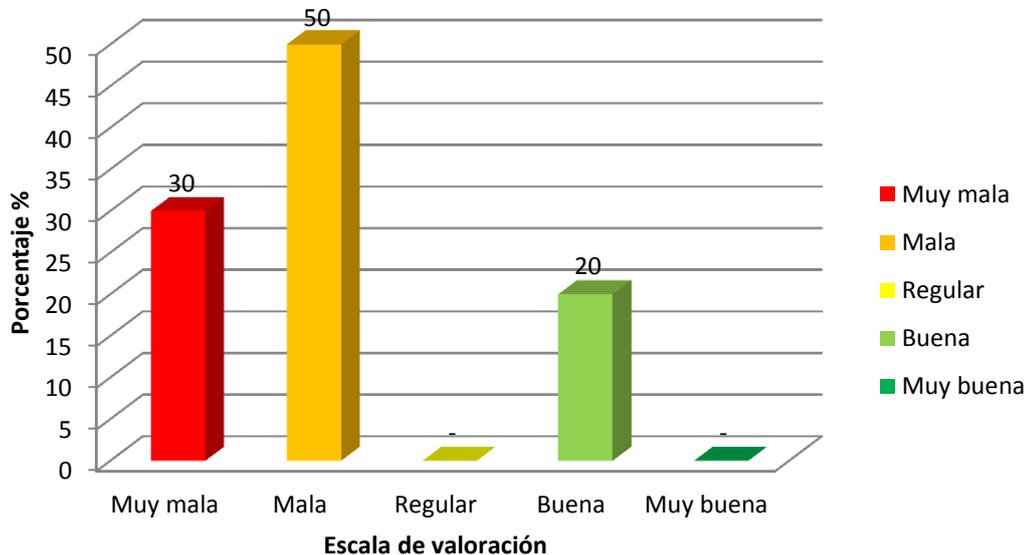
GRAFICO N° 111. Limpieza de lecho de secado.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

En el grafico N°111, el 60% del total de tanques evaluados se encuentran en muy malas condiciones con respecto al lecho de secado, siendo así los tanque Imhoff de: Jesús, Encañada, Baños Del Inca, Huayrapongo, San Juan y Namora; ya que se encuentra cubiertas por vegetación, basura y en algunos casos no cuenta con lecho de secado para los lodos de las aguas residuales. Los tanques de Llacanora y Otuzco se encuentran en malas condiciones la limpieza el lecho de secado encontrándose con vegetación y objetos residuales por la falta de limpieza periódica. Mientras que los tanques de Magdalena y Matara se encuentran en condiciones buenas encontrándose libre de objetos residuales, con capa de arena adecuada y sin sobrecarga de lodos. En el lecho de secado que actúa removiendo las partículas de agua del lodo las cuales pueden ser por filtración o evaporación, sin necesidad de aplicar reactivos, para el mantenimiento de lecho de secado después de retirar el lodo seco, se deberá reemplazar la arena perdida por una nueva de igual calidad, debemos de evitar el crecimiento de plantas dentro del lecho de secado, en el caso de que el lecho de secado se colmate, se tendrá que reemplazar toda la arena por una de mayor granulometría.

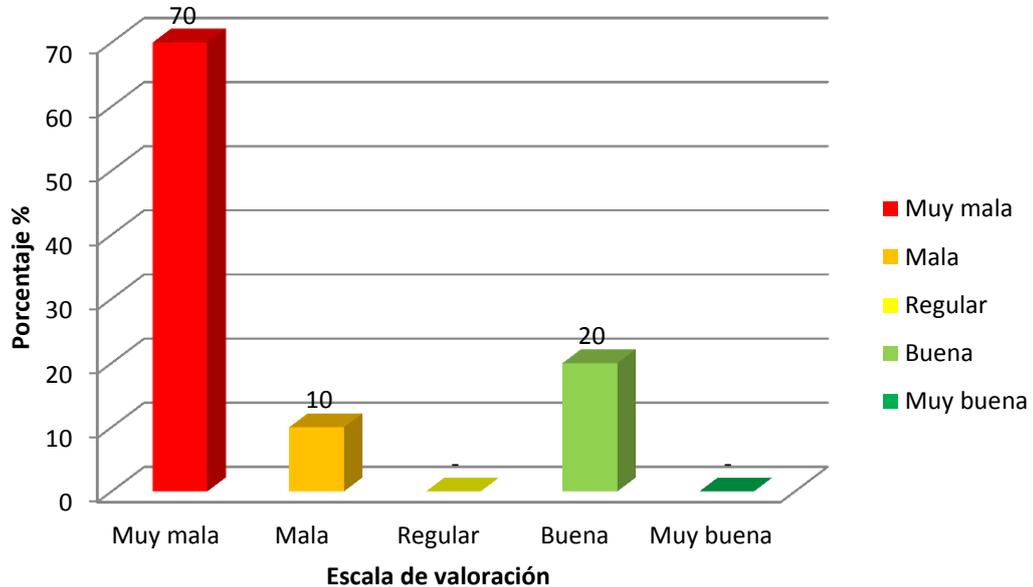
GRAFICO N° 112. Limpieza de perímetro del tanque.



Fuente: Elaboración propia, 2016

En el grafico N° 112 como se puede observar que el 50% del total de tanques Imhoff investigados se encuentran en malas condiciones siendo así los tanques de: Otuzco, Jesús, encañada, Huayrapongo y Magdalena; esto se debe a que se encuentran con objetos residuales y hierba por falta de limpieza periódica. Los tanques de: Llacanora, Baños del Inca y San Juan se encuentran en muy malas condiciones debido a que nunca se hizo la limpieza del perímetro. No se encuentran en buen estado pues no se les da una limpieza adecuada y se encuentra rodeada de desmonte y de maleza lo cual dificulta el acceso al tanque, los tanques Imhoff deben tener un cerco perimétrico para evitar el ingreso de animales y personas ajenas al mantenimiento del tanque, así como evitar que las personas arrojen basura en sus alrededores. Mientras que los tanques Imhoff de Namora y Matara el perímetro del tanque se encuentra en buenas condiciones por la respectiva limpieza que se le ha hecho así mismo por el poco tiempo de funcionamiento del sistema de tratamiento primario.

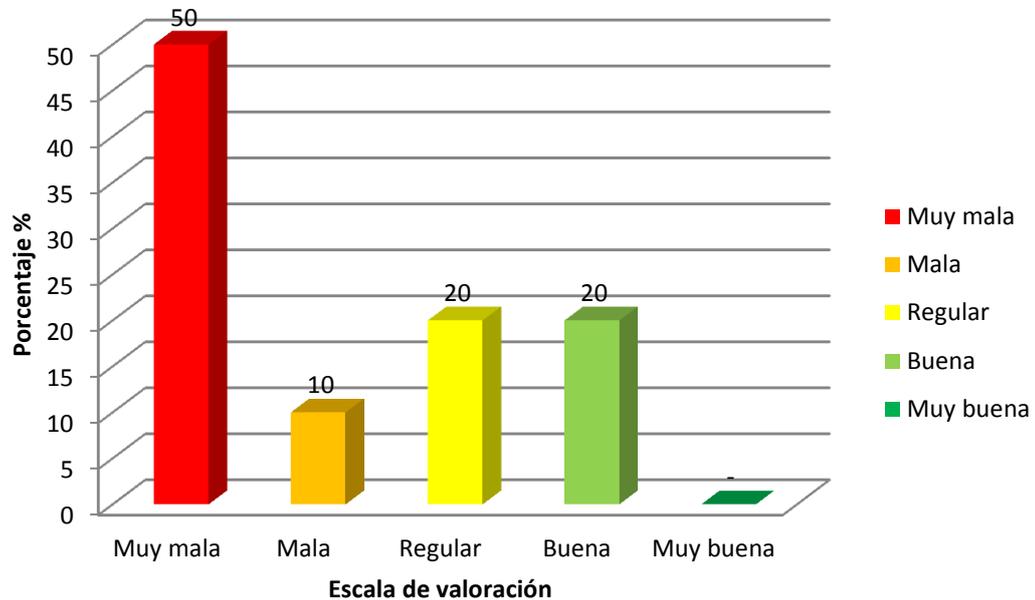
GRAFICO N° 113. Reemplazo de capa de arena en lecho de secado.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

En el gráfico N° 113 la tendencia es el 70% de los tanques Imhoff el reemplazo de capa de arena en el lecho de secado es muy mala, siendo así los tanques de: Otuzco, Jesús, Encañada, Baños Del Inca, Huayrapongo, San Juan y Namora, ya que se observó que el área de lecho de secado en su mayoría están cubiertas de vegetación, piedras, basura y en algunos casos criaderos de animales entre ellos cerdos y patos. El tanque Imhoff de Llacanora se encuentra en malas condiciones la capa de arena del lecho de secado. En otras condiciones se encuentran los tanques de Magdalena y Matara estando en buen estado por el material y el cambio que se le ha hecho a la capa de arena teniendo un debido mantenimiento. Las tendencias son dadas debido a que dichos acontecimientos se dan por falta de operación y mantenimiento de los tanques Imhoff, al no tener personal para dichas funciones; por lo general no se realiza el reemplazo de la capa de arena en el lecho de secado, pues personal encargado no quieren trabajar en dicha área por la falta de EPP, según la norma técnica OS 090 nos indica que cuando un lecho de secado esta por colmatarse se sugiere cambiar toda la arena por una arena nueva y de mayor granulometría en cuanto a la gradación y tamaño efectivo del material.

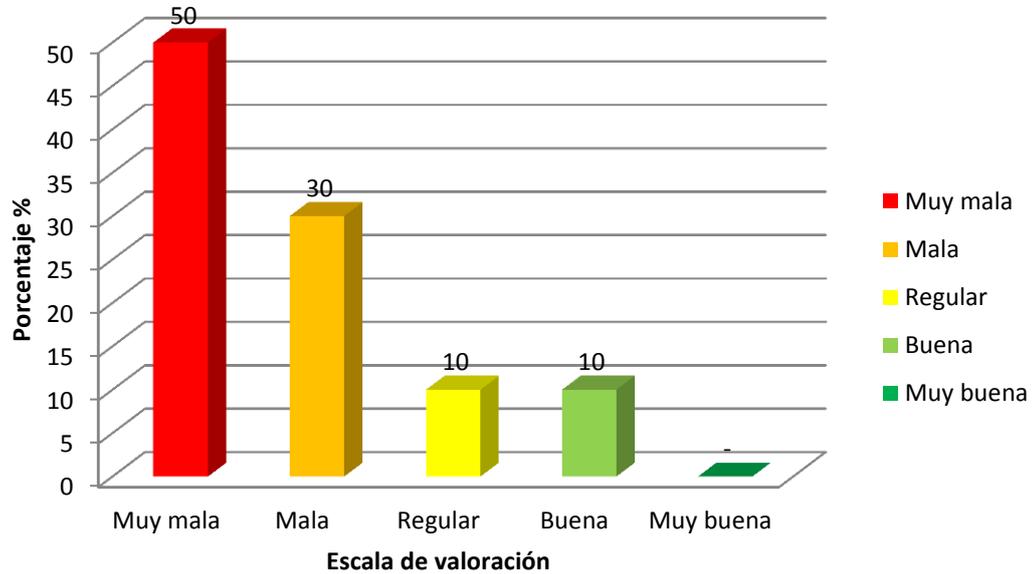
GRAFICO N° 114. Superficie libre de objetos flotantes en el tanque Imhoff.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

En el gráfico N° 114 la tendencia es que el 50% de los tanques Imhoff se encuentra en muy mala condición en cuanto a la superficie libre de objetos flotantes, estando en ese estado los tanques Imhoff de: Otuzco, Encañada, Baños Del Inca, San Juan y Namora, ya que al evaluar los tanques mencionados se encontraban en gran parte colmadas de basura por lo que se sobrecargaban de aguas residuales colapsando el sistema de los tanques Imhoff; las superficies de los tanque en general no se encuentra libre de objetos flotantes; se debe retirar de los tanque todos los objetos flotantes que se encuentra en la superficie ya que también puede causar obstrucciones del ingreso y salida del tanque y dañar los accesorios como son las válvulas. El tanque de Huayrapongo la superficie libre de objetos flotantes se encuentra en malas condiciones por los residuos sólidos encontrados en él. Los tanques de Jesús y Matara se encuentran en condiciones medias con respecto a la superficie encontrándose en funciones optimas pero con algunos residuos flotantes; mientras que los tanques de Llacanora y Magdalena se encuentran en buenas condiciones la superficie, encontrándose libre de residuos sólidos permitiendo el mejor funcionamiento del tanque Imhoff.

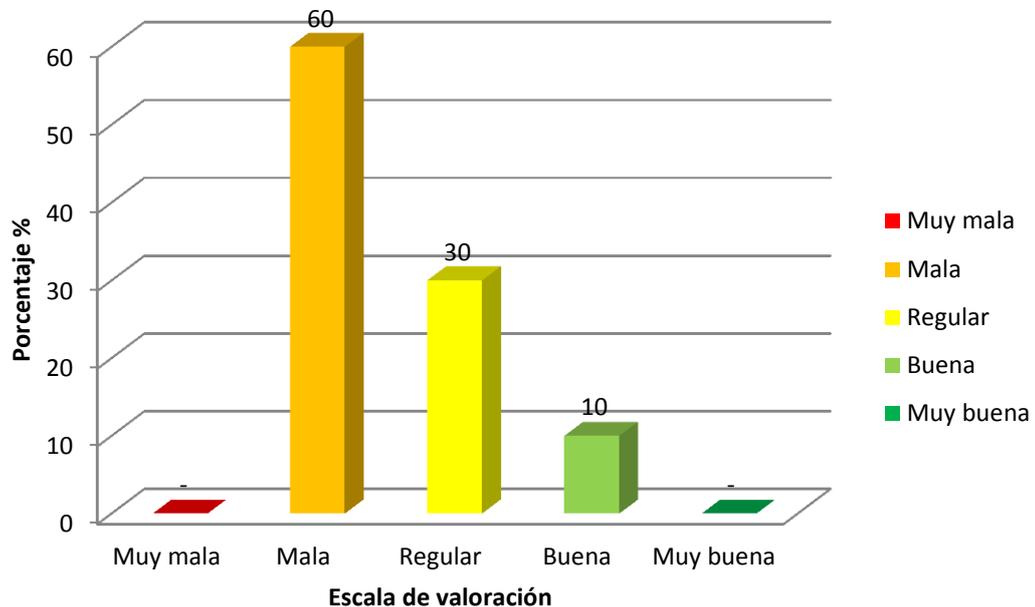
GRAFICO N° 115. Disposición adecuada de desechos retenidos.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

En el grafico N° 115 como se puede observar la tendencia es que el 50% tiene muy mala disposición de desechos retenidos, los cuales son los tanques Imhoff de: Otuzco, Baños Del Inca, Huayrapongo, San Juan y Namora; por no contar con un operador para el mantenimiento adecuado; en consecuencia los tanques colapsan. Y el 30% del total de tanques evaluados tienen una mala disposición de desechos retenidos teniendo ese estado los tanques Imhoff de: Jesús, Encañada y Matara; ya que se observó que la disposición de desechos son colocadas en zonas internas y externas de los tanques Imhoff habiendo muchos objetos retenidos por no tener una buena operación y mantenimiento, estando las tuberías obstruidas llegando a sobrecargar de aguas residuales y dañando el sistema de los tanques. El tanque Imhoff de Llacanora se encuentra en condiciones medias ya que la disposición de desechos son llevadas a zonas de desecho por lo observado en campo el área está más limpia pero aun con residuos sólidos en sus alrededores; y por último el tanque Imhoff de: Magdalena se encuentra en condiciones buenas la disposición de desechos ya que son dispuestos y recolectados adecuadamente teniendo sus alrededores limpios y minimizando la basura y residuos que puedan obstruir con el funcionamiento del tanque Imhoff.

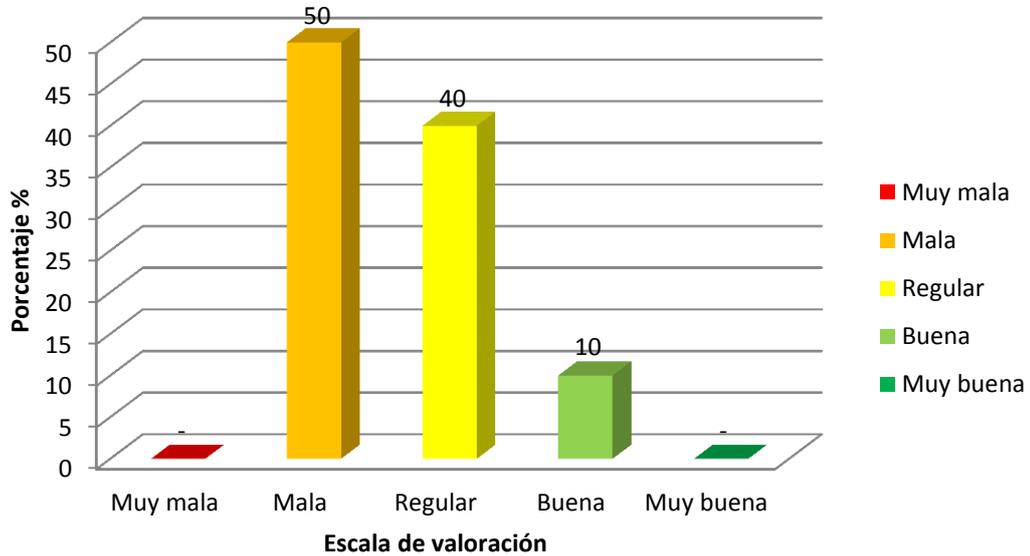
GRAFICO N° 116. Conductos.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

En el gráfico N° 116 la tendencia es que el 60% del total de tanques evaluados los conductos se encuentran en mal estado siendo así los tanques Imhoff de: Jesús, Encañada, Baños Del Inca, Huayrapongo, San Juan y Matara; en dichos tanques los conductos se encuentran deteriorados y obstruidos parcialmente. Ya que no se les da el mantenimiento adecuado; como puede ser un respectivo raspado con escobillas de cerdas y lijarlo, para posteriormente realizar un pintado con pintura anticorrosivo, lo cual no lo realizan en la mayoría de los tanques de estudio. Los tanques de: Otuzco, Magdalena y Namora los conductos se encuentran en condiciones medias ya que se encuentran obstruidos pero no deteriorados. Y el tanque de Llacanora se encuentra en buen estado los conductos ya que se encuentran deteriorados pero sin obstrucciones, lo cual permite tener aún un funcionamiento adecuado del sistema primario de aguas residuales dando la percepción que su mantenimiento es bueno.

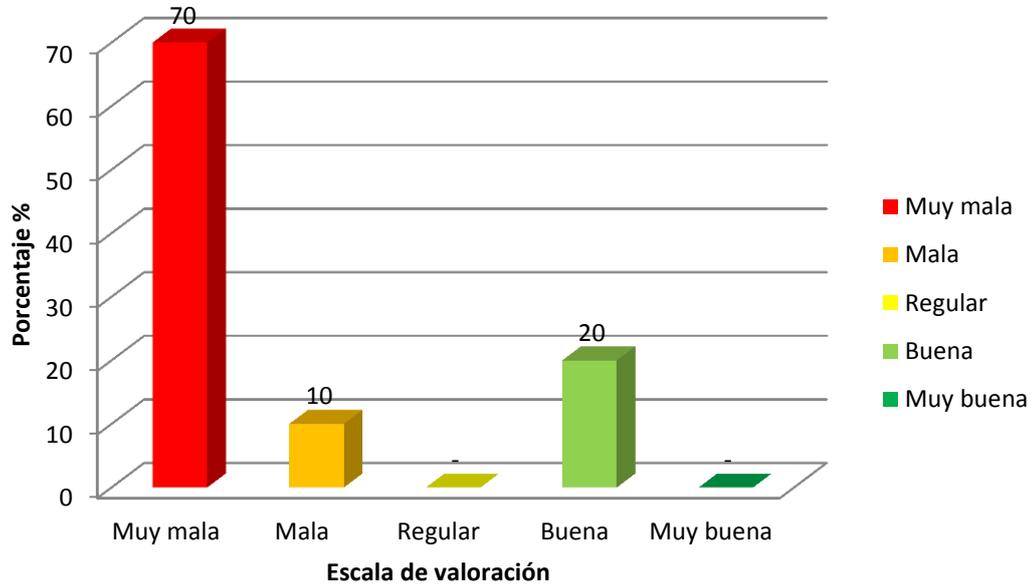
GRAFICO N° 117. Canales.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

En el gráfico N° 117 la tendencia es que el 50% del total de tanques evaluados con respecto a los canales, se encuentran en malas condiciones siendo así los tanques Imhoff de: Jesús, Encañada, Baños Del Inca, Huayrapongo y San Juan, Se encuentra con espuma y grasas y obstruidas con material de desecho y en algunos casos con vegetación, esto se debe por no tener un mantenimiento adecuado. Los canales deben ser limpiados retirando la basura y la arena que queda en el fondo de los canales para así tener un adecuado funcionamiento de los tanques Imhoff. Los tanques Imhoff de Otuzco, Namora y Matara los canales se encuentran en condiciones medias debido a que están libre de presencia de solidos flotantes y espumas pero aun con residuos que puedan dañar y obstruir el sistema del tanque. Y el tanque de Llacanora los canales se encuentran en un buen estado por estar libre de presencia de solidos flotantes, espumas y grasas; teniendo un mejor mantenimiento que los demás tanques evaluados.

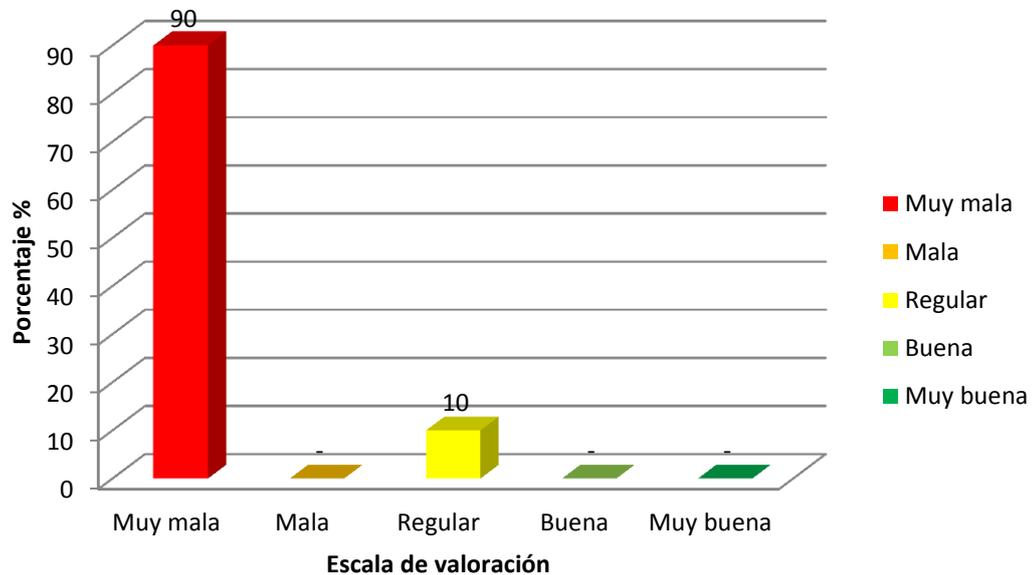
GRAFICO N° 118. Pintura exterior.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

En el gráfico N° 118 la tendencia es que el 70% del total de tanques evaluados la pintura exterior se encuentran en muy malas condiciones siendo así los tanques Imhoff de: Llacanora, Otuzco, Jesús, Encañada, Baños Del Inca, Huayrapongo y San Juan ya que el exterior se ha deteriorado por el transcurso del tiempo y exposición al medio, debido a que desde la construcción de dichos tanques nunca se dio un mantenimiento respectivo de la infraestructura, ni mucho menos un pintado adecuado. El tanque Imhoff de Magdalena la pintura exterior se encuentra en malas condiciones ya no tiene protección alguna de pintado, por lo que se observó en campo se lleva a la conclusión que no se le da el debido mantenimiento. Y por otra percepción los tanques de Namora y Matara el pintado exterior se encuentra en buenas condiciones debiéndose a que tienen protección de la infraestructura con pintura, observando que si da un buen mantenimiento de pintura. El pintado de los tanques permitirá además otorgarle una mejor preservación y visión de los tanques Imhoff.

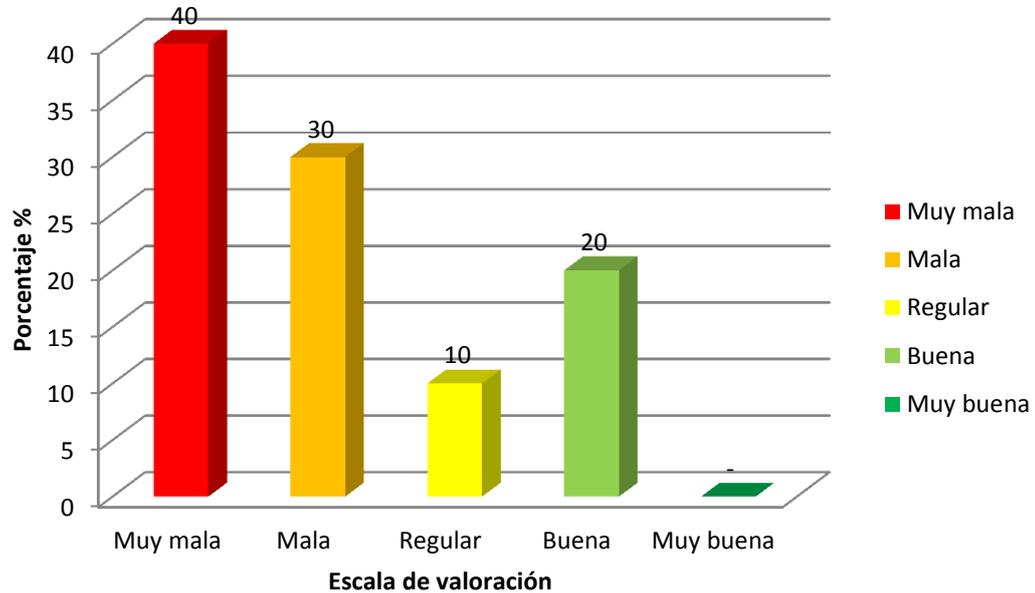
GRAFICO N° 119. EPP del operador.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

En el gráfico N° 119 la tendencia es que el 90% de los tanques evaluados se encuentran en muy malas condiciones con respecto al EPP del operador, siendo así los tanques Imhoff de: Llacanora, Otuzco, Jesús, Encañada, Baños Del Inca, Huayrapongo, Magdalena, San Juan y Namora ya que no se tiene una efectiva operación y mantenimiento por lo que no cuenta con un operador o la persona que se encarga de dichas actividades, mientras que el tanque Imhoff de Matara el personal si tiene EPP aun cuando manifiesta que no es completo; lo apropiado seria según la organización panamericana de la salud en la guía para la operación y mantenimiento de tanques Imhoff el operador debe utilizar en el mantenimiento del tanque Imhoff: casco, guantes, botas de jebe y mameluco, además deberá existir un botiquín de primeros auxilios.

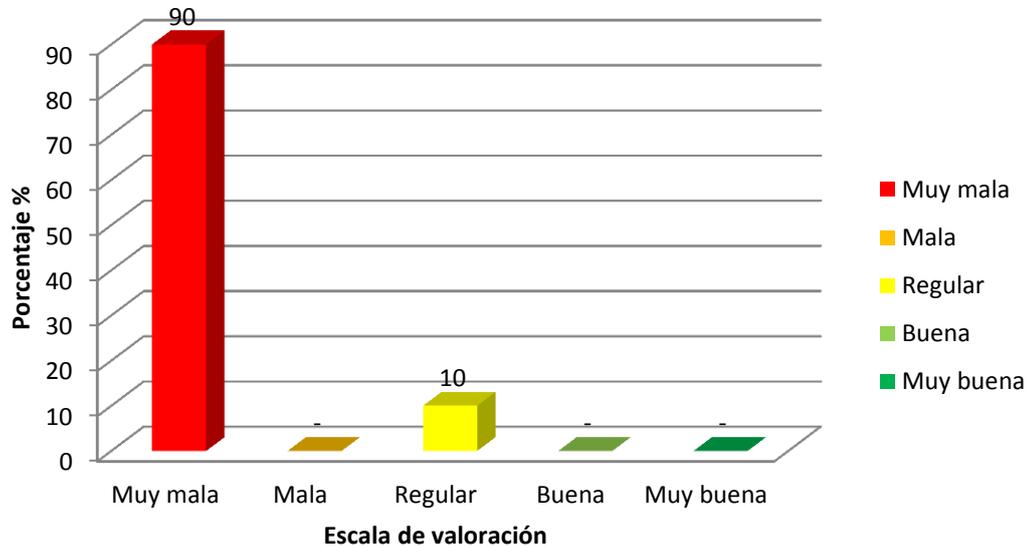
GRAFICO N° 120. Mantenimiento de válvulas.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

En el grafico N° 120 la tendencia es que el 40% del total de tanques Imhoff evaluados se encuentran en condiciones muy malas con respecto al mantenimiento de válvulas siendo así los tanques de: Otuzco, Encañada, San Juan y Namora; encontrándose obstruidas y deterioradas totalmente provocando al colapso del sistema de los tanques Imhoff. El 30% de los tanques evaluados tampoco le brindan un mantenimiento a las válvulas por lo que se encuentran en malas condiciones y siendo así los tanques Imhoff de: Jesús, Baños Del Inca y Huayrapongo encontrándose deteriorados y obstruidos parcialmente, Debido a que no tiene una limpieza adecuada ni el mantenimiento correspondiente que permita que las válvulas estén en óptimas condiciones de funcionamiento. En el tanque de Matara las válvulas se encuentran en condiciones medias de mantenimiento ya que se encuentran obstruidos pero no deteriorados. Las válvulas de los tanques de Llacanora y Magdalena se encuentran en buenas condiciones aunque estén deteriorados pero sin obstrucciones lo cual permite que el sistema esté en funcionamiento.

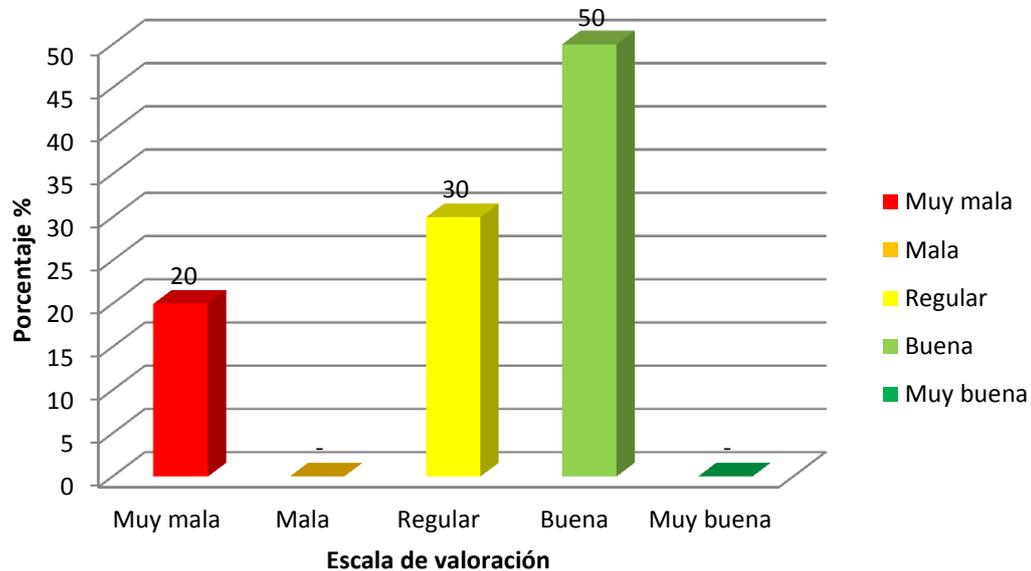
GRAFICO N° 121. Instrumentos, herramientas y equipos necesarios.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

En el gráfico N° 121 la tendencia es que el 90% de los tanques evaluados están en muy malas condiciones en cuanto a los instrumentos, herramientas y equipos necesarios de los tanques Imhoff, siendo así en: Llacanora, Otuzco, Jesús, Encañada, Baños Del Inca, Huayrapongo, Magdalena, San Juan y Namora por lo que no se da un mantenimiento periódico, no cuenta con el personal ni con instrumentos, herramientas tampoco equipos necesarios para dar el mantenimiento adecuado del tanque, lo adecuado es que los operadores deben contar con su casco, guantes, botas de jebe y mameluco además debe de existir un botiquín cerca de la zona donde se encuentra dicho operador. En Matara los instrumentos, herramientas y equipos necesarios para el tanque Imhoff se encuentran en condiciones medias ya que en campo se observó que se le da la limpieza pero no cuenta con lo necesario dar un buen mantenimiento del tanque Imhoff; para que el sistema primario de aguas residuales funcione en óptimas condiciones debería contar con pala plana, tridente, carretilla, desnatador, raspador, limpiador de cadena y sonda.

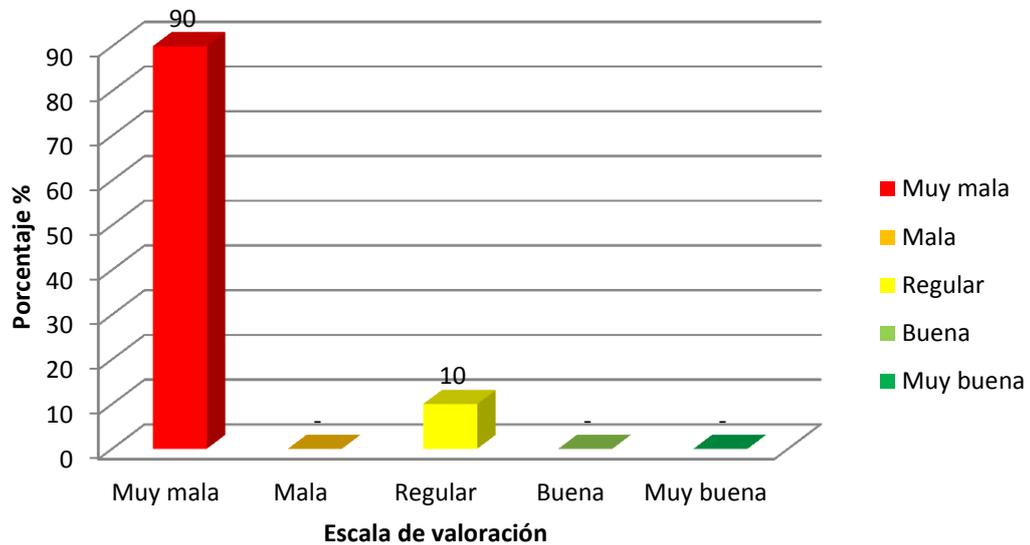
GRAFICO N° 122. Accesos al tanque.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

En el gráfico N° 122 la tendencia es que el 50% de los tanques Imhoff evaluados los accesos se encuentran en buen estado siendo así los tanques de: Jesús, Encañada, Baños Del Inca, Namora y Matara lo cual nos ha permitido el fácil acceso para la evaluación de estos tanques en mención. En los tanques de: Otuzco, Huayrapongo y San Juan los accesos al tanque se encuentran en condiciones medias teniendo ciertas obstrucciones, pero se pudiendo llegar a la zona en estudio con total normalidad. En los tanques de Llacanora y Magdalena el acceso se encuentra en muy malas condiciones ya que es dificultoso la llegada a la zona evaluada y complicado para que el personal encargado del mantenimiento respectivo; por otro lado en algunos lugares antes de llegar al tanque los caminos se encuentran obstruidos por material de construcción, debido a la irresponsabilidad de las personas que viven en la zona donde se encuentran los tanque Imhoff.

GRAFICO N° 123. Registro completo y exacto de todos los acontecimientos relacionados con el mantenimiento.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

En el grafico N° 123 la tendencia es que el 90% de los tanques Imhoff evaluados no cuentan con un registro completo y exacto de los acontecimientos relacionados con el mantenimiento, siendo así los tanques de: Llacanora, Otuzco, Jesús, Encañada, Baños Del Inca, Huayrapongo, Magdalena, San Juan y Namora debido a que no cuentan con un personal responsable de dichas funciones, para llevar un buen historial del funcionamiento del tanque se debe llevar un registro de operación y reportes periódicos, lo cual permitirá la eficiencia de los procesos de tratamiento, criterios para la modificación del plan de operación y mantenimiento. En Matara se encuentra en condiciones medias dichos registros por tener una operación y mantenimiento en condiciones de funcionabilidad, pero aun faltando el detalle de cada actividad hecha para la operación y mantenimiento en el transcurso del tiempo de funcionamiento del sistema primario de tratamiento de aguas residuales.

CONCLUSIONES

1. Luego de obtener los resultados se concluye que la hipótesis planteada se cumple ya que la infraestructura, operación y mantenimiento de los tanques Imhoff de la provincia de Cajamarca, 2016 es deficiente, según detalle de los siguientes cuadros.

INFRAESTRUCTURA

TANQUE IMHOFF	RESULTADO	MAGNITUD
LLACANORA	73%	Eficiencia alta
OTUZCO	46%	Eficiencia moderada
JESUS	38%	Eficiencia baja
ENCAÑADA	36%	Eficiencia baja
BAÑOS DEL INCA	25%	Eficiencia baja
HUARIAPONGO	38%	Eficiencia baja
MAGDALENA	78%	Eficiencia alta
SAN JUAN (ANTIGUO)	35%	Eficiencia baja
NAMORA	46%	Eficiencia moderada
MATARA	78%	Eficiencia alta

OPERACIÓN

TANQUE IMHOFF	RESULTADO	MAGNITUD
LLACANORA	64%	Eficiencia alta
OTUZCO	35%	Eficiencia baja
JESUS	41%	Eficiencia moderada
ENCAÑADA	33%	Eficiencia baja
BAÑOS DEL INCA	29%	Eficiencia baja
HUARIAPONGO	36%	Eficiencia baja
MAGDALENA	69%	Eficiencia alta
SAN JUAN (ANTIGUO)	32%	Eficiencia baja
NAMORA	37%	Eficiencia baja
MATARA	67%	Eficiencia alta

MANTENIMIENTO

TANQUE IMHOFF	RESULTADO	MAGNITUD
LLACANORA	53%	Eficiencia alta
OTUZCO	27%	Eficiencia baja
JESUS	29%	Eficiencia baja
ENCAÑADA	27%	Eficiencia baja
BAÑOS DEL INCA	25%	Eficiencia baja
HUARIAPONGO	26%	Eficiencia baja
MAGDALENA	48%	Eficiencia moderada
SAN JUAN (ANTIGUO)	22%	Eficiencia baja
NAMORA	35%	Eficiencia baja
MATARA	54%	Eficiencia moderada

RESULTADO TOTAL DE LA EVALUACION

TANQUE IMHOFF	RESULTADO	MAGNITUD
LLACANORA	63%	Eficiencia alta
OTUZCO	37%	Eficiencia baja
JESUS	37%	Eficiencia baja
ENCAÑADA	33%	Eficiencia baja
BAÑOS DEL INCA	27%	Eficiencia baja
HUAYRAPONGO	34%	Eficiencia baja
MAGDALENA	68%	Eficiencia alta
SAN JUAN	30%	Eficiencia baja
NAMORA	41%	Eficiencia moderada
MATARA	68%	Eficiencia alta

RECOMENDACIÓN

1. Se recomienda en futuras investigaciones se tome los reclamos de los pobladores a cerca de la mala gestión de proyectos que se está haciendo para hacer llegar a las autoridades encargadas y así tomen las medidas del caso, relacionado a los aspectos técnico sociales.
2. Se debe dar más importancia a la gestión del mantenimiento y operación de cada proyecto para la sostenibilidad en el tiempo.

REFERENCIAS

1. **AGUAS RESIDUALES:** http://www.frbb.utn.edu.ar/carreras/efluentes/tema_9.pdf
2011/05/27
2. **AGUASRESIDUALES:** http://www.frbb.utn.edu.ar/carreras/efluentes/tema_9.pdf
2011/05/27.
3. **Andrade, E. (8 de DICIEMBRE de 2011).** civilgeeks.com. Recuperado el 8 de marzo de 2016, de civilgeeks.com: <http://civilgeeks.com/2011/12/08/tratamiento-de-aguas-residuales-y-su-impacto-ambiental/>
4. **Arce Jáuregui. 2013.** Urbanizaciones sostenibles: descentralización del tratamiento de aguas residuales residenciales. Lima, Perú: trabajo de investigación de tesis.
5. **Cárdenas, T. 2008.** TANQUE IMHOFF. CHONTALPA. MEXICO.
6. Colectivo Kadiko. 2014. Política, Tecnología, Desecho e Impacto Ambiental. “Aguas residuales y las oportunidades de negocio”. Posteador por: colectivo kadiko, noviembre 13, 2014.
7. Edwards. (2013). Escala de likert. Full service research company.
8. **Gonzales y Ocaña. 2010.** “Evaluación técnica de un tanque Imhoff para el tratamiento de aguas residuales en centro, tabasco”. México: trabajo de investigación.
9. **Guzmán A. 2001.** principal función tanques imhoff tratamiento primario, Mexico.
10. **HAMMEKEN, A, & ROMERO, G,** Análisis y Diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Municipio de San Andrés Cholupa., Universidad de Las Américas., Escuela de Ingeniería., Departamento de Ingeniería Civil., Puebla–México., 2005. Pp.34–37
11. **Hidalgo, E. 2011.** impacto tratamiento aguas residuales tanques septicos tanques imhoff.
12. Ing. Guillermo León Suematsu. 1995. “IMPACTO AMBIENTAL DE LOS PROYECTOS DE USO DE AGUAS RESIDUALES”. CEPIS/OPS (1995).
13. **Luis francisco Arce Jáuregui, 2015** por Tesis Urbanizaciones sostenibles: descentralización del tratamiento de aguas residuales residenciales por Luis francisco Arce Jáuregui Perú, lima.
14. **María Berzabé Vázquez González y Dr. Gaspar López Ocaña 14 de octubre 2010.** Evaluación Técnica de un Tanque Imhoff para el tratamiento de aguas residuales en Centro, Tabasco.
15. **Marsilli, 2005.** Aguas residuales tratamientos anaeróbicos.

16. **METCALF., & EDDY.**, Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, Vertido y Reutilización., 3a.ed., Madrid – España, McGraw-Hill, 1995., Pp. 95 – 102
17. **Norma OS.090. 2006.** Reglamento Nacional de Edificaciones “plantas de tratamiento de aguas residuales” 8 de Junio, Lima, Perú.
18. **OEFA. 2014.** Fiscalización ambiental en aguas residuales. Lima, Perú.
19. **Ojea, M. V. (2013).** Rios De Latinoameria, Entre Los Mas Contaminados Del Mundo. El Pais .
20. **OPS. 2005.** Organización Panameña De La Salud-guia para el diseño de tanques imhoff. lima.
21. **RAMALHO, R,** Tratamiento de Aguas Residuales., 2a ed., Reveté S.A., Sevilla– España, 2003, Pp. 78
22. **Reynolds. 2002.** Tratamiento de aguas residuales en Latinoamérica.
23. **ROJAS, R,** Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. CEPIS/OPS-OMS. Curso ter ac o al: “Gest ó tegral de tratamiento de aguas res duales”. Lima–Perú. 2002.,Pp. 19
24. **RON CRITES, R, & TCHOBANOGLIOUS., G.,** Tratamientos de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones, Bogotá - Colombia, McGraw Hill, 2000., Pp 33, 42–44, 46–48
25. **ROMERO., J.,** Calidad del Agua., Bogotá -Colombia, Alfaomega, 2002.,Pp. 67-71–74–233-246–706-707.
26. **Vega, r. p. 2007.** participacion del agua en el tratamiento de residuos. mexico.
27. **Villarroel Cárdenas. 2012.** “Tratamiento de aguas residuales domesticas mediante humedales artificiales en la comunidad de Rumichaca”. Lima, Perú, noviembre de 2012: trabajo de investigación.

ANEXOS

- 1) PANEL FOTOGRÁFICO.
- 2) PLANO DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA Y SUS DITRITOS

PANEL FOTOGRÁFICO

DISTRITO: JESÚS

FOTOGRAFÍA N° 1: accesibilidad al tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 2: Unidad de cribado



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 3: Infraestructura de tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 4: Evaluación de tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 5: Evaluación de tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 6: Drenaje de aguas residuales



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 7: Salida de aguas residuales del tanque Imhoff

Tanque Imhoff



Transcurso de
aguas residuales

Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 8: trayectoria de aguas residuales



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 9: Desemboque de aguas residuales al río



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 10: Desemboque de aguas residuales



Fuente: Elaboración propia, 2016

DISTRITO: MATARA

FOTOGRAFÍA N° 11: Accesibilidad a tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 12: Unidad de cribado



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 13: Techo de lecho de secado



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 14: Evaluación de tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 15: purificación mediante filtros de agregados



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 16: Lecho de secado de lodos



Fuente: Elaboración propia, 2016

DISTRITO: BAÑOS DEL INCA

FOTOGRAFÍA N° 17: Accesibilidad al tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 18: Evaluación del tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 19: Lecho de secado



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 20: Área de sedimentador



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 21: Entrada de aguas residuales



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 22: infiltración de agua en sedimentador



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 23: colapso de tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 24: Recolección de datos



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 25: Recolección de datos



Fuente: Elaboración propia, 2016

DISTRITO: NAMORA

FOTOGRAFÍA N° 26: Accesibilidad al tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 27: Infraestructura de tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 28: Lecho de secado



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 29: Falla por saturación de aguas residuales

Drenación por saturación a través de muro perimetral



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 30: Tubería de rebose



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 31: Desemboque del tanque Imhoff al río



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 32: Evaluación del tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

DISTRITO: ENCAÑADA

FOTOGRAFÍA N° 33: Accesibilidad del tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 34: Evaluación del tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 35: Evaluación del tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 36: Área de secado del tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 37: cámara de digestión



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 38: Área de sedimentador



Fuente: Elaboración propia, 2016

DISTRITO: MAGDALENA

FOTOGRAFÍA N° 39: Plaza de Magdalena



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 40: Plaza De Magdalena



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 41: Orientación Al Tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 42: Orientación Al Tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 43: Accesibilidad del Tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 44: Evaluación Del Tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 45: Evaluación Del Tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 46: Tubería De Ventilación



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 47: Estructura De Sedimentador



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 48: Área De Cribado



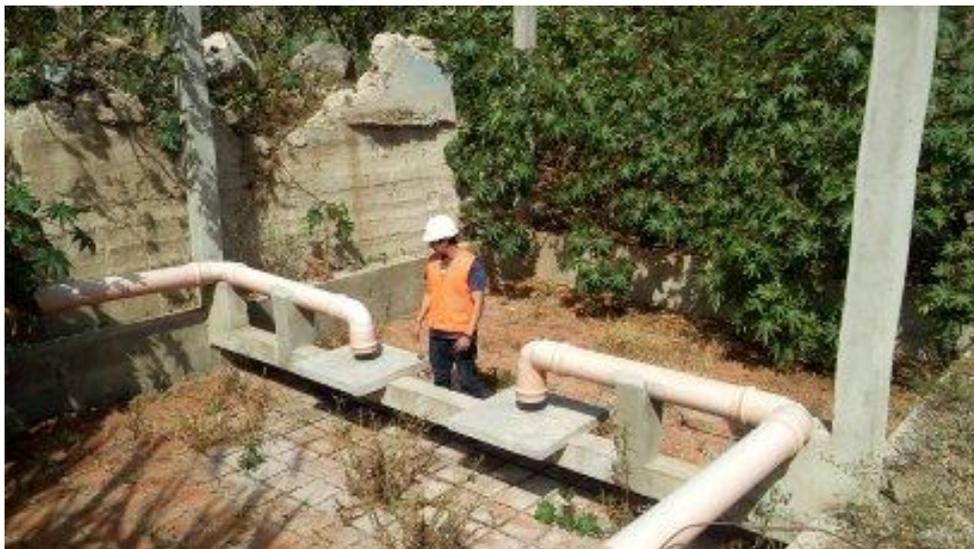
Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 49: Tubería De Ingreso De Aguas Residuales



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 50: Área De Secado



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 51: Ingreso De Aguas Residuales



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 52: Área De lecho de Secado



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 53: Área De Secado



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 54: cámara de digestión



Fuente: Elaboración propia, 2016

DISTRITO: SAN JUAN

FOTOGRAFÍA N° 55: Ubicación De Tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 56: Accesibilidad Al Tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 57: Evaluación De Tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 58: Estructura De Sedimentador



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 59: Cámara De Digestión Y Tubería De Ventilación



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 60: falla de estructura



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 61: área de secado



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 62: Estructura Techo De Área De Secado



Fuente: Elaboración propia, 2016

DISTRITO: OTUZCO

FOTOGRAFÍA N° 63: Ubicación De Tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 64: Accesibilidad Del Tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 65: Unidad De Cribado



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 66: Evaluación De Infraestructura



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 67: Área De Sedimentador



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 68: tubería de remoción



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 69: Cámara De Digestión



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 70: Infraestructura De Tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 71: Área De Secado



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 72: Área De Secado



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 73: Salida De Aguas Residuales



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 74: Desemboque De Aguas Residuales Al Rio



Fuente: Elaboración propia, 2016

DISTRITO: LLACANORA

FOTOGRAFÍA N° 75: infraestructura del tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 76: Unidad De Cribado



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 77: Lecho De Secado



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 78: sedimentadores



Fuente: Elaboración propia, 2016

DISTRITO: LLACANORA-HUAYRAPONGO

FOTOGRAFÍA N° 79: Infraestructura del tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 80: Tubería de ventilación



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 81: evaluando el tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016

FOTOGRAFÍA N° 82: evaluando el tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia, 2016