

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

ESCUELA DE POST GRADO



**MAESTRIA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN
INGENIERIA AMBIENTAL**

**“IMPACTO AMBIENTAL POR EL VERTIMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES AL DREN 2000 SOBRE LA CALIDAD DE AGUA
INTERMAREAL DEL DISTRITO DE SAN JOSÉ”**

Tesis presentada para optar el grado Académico de Maestro en Ciencias con Mención
en Ingeniería Ambiental

PRESENTADA POR:

**FRANZ CRISTIAN GORDILLO OROZCO
HERNANDO SERGUEL MALCA CARDOZA**

LAMBAYEQUE – PERÚ

**“IMPACTO AMBIENTAL POR EL VERTIMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES AL DREN 2000 SOBRE LA CALIDAD DE AGUA
INTERMAREAL DEL DISTRITO DE SAN JOSÉ”**

Br. FRANZ CRISTIAN GORDILLO OROZCO
AUTOR

Br. HERNANDO SERGUEL MALCA CARDOZA
AUTOR

Dr. ANTERO VASQUEZ GARCIA
ASESOR

**Tesis presentada a la escuela de Post Grado de la Universidad Nacional
Pero Ruiz Gallo, para optar el Grado de MAESTRO EN CIENCIAS con
mención en INGENIERIA AMBIENTAL.**

APROBADA POR:

**Dr. OLGA FRANCIA ARANA
PRESIDENTE**

**Dr. CESAR GARCIA ESPINOZA
SECRETARIO**

**MSc. JOSÉ REUPO PERICHE
VOCAL**

Abril del 2018

DEDICATORIA

A mi esposa Fressia quien en todo momento me brindó su apoyo constante y me alentó en cada uno de ellos para continuar con este proyecto, cuando parecía que me iba a rendir.

A mis padres quienes me dieron vida, educación, apoyo y consejos.

Franz Cristian Gordillo Orozco

DEDICATORIA

La concepción de este proyecto está dedicada a mis padres, pilares fundamentales en mi vida. Sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mis tres queridos hermanos. También dedico especialmente este proyecto a mi amada esposa, compañera inseparable de cada jornada. Ella representó gran esfuerzo y tesón en momentos de decline y cansancio y mis adorables hijos. A ellos este proyecto, que sin ellos, no hubiese podido ser.

Hernando Serguel Malca Cardoza

AGRADECIMIENTO

A Dios todopoderoso por sus bendiciones constantes y su ayuda para poder hacer realidad este sueño anhelado, que significa un avance en mi vida profesional y personal.

A mis profesores que durante toda mi carrera profesional han aportado con un granito de arena a mi formación, por sus consejos, su enseñanza y más que todo por su amistad brindada.

A mi amigo Hernando que me acompañó en esta aventura llena de aprendizaje.

Franz Cristian Gordillo Orozco

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia a mi MADRE Clara Cardoza, mi PADRE Víctor Malca, mis hermanos Henry, Liliana y Edwin y a mi ESPOSA Diana Zuloeta; por siempre haberme dado su amor, fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora, a mis HIJOS Tatiana y Thiago por su ternura, felicidad y razón de seguir cada día adelante. Por último a mi compañero de tesis Cristian Gordillo y esposa porque en esta armonía grupal lo hemos logrado.

Hernando Serguel Malca Cardoza

INDICE

	Página
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I. ANALISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO.....	4
1.1 Área de estudio – Ubicación	4
CAPITULO II. MARCO TEORICO.....	7
2.1 Antecedentes Bibliográficos.....	7
2.2 Base teórica.....	15
CAPITULO III. MATERIAL Y METODOS.....	23
3.1 Población y muestra de estudio.....	23
3.2 Materiales, instrumentos y técnicas de recolección.....	28
3.3 Métodos y procedimientos.....	30
3.4 Análisis estadísticos de los datos.....	36
CAPITULO IV. RESULTADOS.....	38
4.1 Características físicas – químicas.....	38
4.2 Características microbiológicas.....	74
Propuesta de Lineamientos de Mitigación	79
CAPITULO V. DISCUSION.....	80

CAPITULO VI. CONSLUSIONES.....	86
CAPITULO VII. RECOMENDACIONES.....	88
CAPITULO VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	89
CAPITULO IX. ANEXOS.....	97

INDICE DE TABLAS

TABLA	TITULO	PAGINA
1	Coordenadas UTM – WGS84 de los puntos de muestreo del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José.	24
2	Valores de Temperatura superficial del agua (°C) de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	39
3	Prueba de t para comparar la Temperatura en el agua (°C) de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque con la media hipotética setiembre-diciembre 2016.	40
4	Valores del potencial de hidrógeno de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	41
5	Valores de la Conductividad eléctrica de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	42
6	Valores de sólidos suspendidos totales de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	44
7	Prueba de t para comparar las concentraciones de Sólidos suspendidos totales del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.	45
8	Valores de oxígeno disuelto de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	47
9	Prueba de t para comparar las concentraciones de oxígeno disuelto del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.	48
10	Valores de la demanda bioquímica de oxígeno de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	49

11	Prueba de t para comparar las concentraciones de demanda bioquímica de oxígeno del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.	50
12	Valores de la demanda química de oxígeno de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	52
13	Prueba de t para comparar las concentraciones de demanda química de oxígeno del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.	53
14	Valores de aceites y grasas de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	54
15	Prueba de t para comparar las concentraciones de aceites y grasas del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.	55
16	Valores del metal Arsénico de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	57
17	Prueba de t para comparar las concentraciones del metal arsénico del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.	58
18	Valores del metal cadmio de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	59
19	Prueba de t para comparar las concentraciones del metal cadmio del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.	60
20	Valores del metal cobre de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José, Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	61
21	Prueba de t para comparar las concentraciones del metal cobre del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.	62

22	Valores del metal cromo de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	63
23	Prueba de t para comparar las concentraciones del metal cromo del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.	63
24	Valores del metal mercurio de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	64
25	Prueba de t para comparar las concentraciones del metal mercurio del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.	65
26	Valores del metal níquel de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	66
27	Prueba de t para comparar las concentraciones del metal níquel del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.	67
28	Valores del metal plomo de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	68
29	Prueba de t para comparar las concentraciones del metal plomo del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.	69
30	Valores del metal selenio de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	70
31	Prueba de t para comparar las concentraciones del metal selenio del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.	71
32	Valores del metal zinc de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José, Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	72

33	Prueba de t para comparar las concentraciones del metal zinc del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.	73
34	Valores de coliformes totales de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	75
35	Prueba de t para comparar las concentraciones de los coliformes totales del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.	76
36	Valores de coliformes termotolerantes de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	77
37	Prueba de t para comparar las concentraciones de los coliformes termotolerantes del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.	78

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	TITULO	PAGINA
1	Mapa de Localización del distrito de San José.	4
2	Mapa de Ubicación de los Puntos de Muestreos.	27
3	Mapa de Ubicación de los Puntos de Muestreos 1, 2 y 3.	28
4	Mapa de Ubicación de los Puntos de Muestreos 4, 5, 6 y 7.	29
5	Muestras listas para traslado al laboratorio acreditado para la realización de los análisis respectivos.	31
6	Variaciones de temperatura media superficial del agua (°C) de las muestras en las estaciones de muestreo del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	41
7	Variaciones del pH medio superficial del agua (°C) de las estaciones de muestreo del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	43
8	Variaciones de la Conductividad eléctrica media superficial del agua (°C) de las muestreo del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	45
9	Variaciones de sólidos suspendidos totales medios del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	47
10	Variaciones de oxígeno disuelto medios del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	49
11	Variaciones de oxígeno disuelto medios del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	52
12	Variaciones de la demanda química de oxígeno medios del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	54

13	Variaciones de aceites y grasas medios del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	57
14	Variaciones del metal arsénico medios del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	59
15	Variaciones del metal cadmio medios del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	61
16	Variaciones del metal cobre medios del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	63
17	Variaciones del metal mercurio medios del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	67
18	Variaciones del metal plomo medios del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	71
19	Variaciones del metal selenio medios del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	73
20	Variaciones del metal zinc medios del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	75
21	Variaciones coliformes totales medios del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	77
22	Variaciones coliformes termotolerantes medios del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.	80
23	Toma de puntos georeferenciales del Dren 2000 con GPS marca Garmin modelo Oregon 450.	98
24	Toma de puntos georeferenciales de la zona intermareal de San José con GPS marca Garmin modelo Oregon 450.	98
25	Toma de muestra 100m antes de descarga del canal – E1.	99

26	Toma de muestra de canal de descarga de laguna de oxidación – E2.	99
27	Toma de muestra 100m dentro de la ribera del mar – E5.	100
28	Recolección de las muestras E1, E2, E3, E4, E5, E6 y E7.	100
29	Embarcación pesquera empujada hacia el mar por cargador frontal.	101
30	Embarcación pesquera remolcada a playa por cargador frontal.	101
31	Presencia de embarcación pesquera, moto carguera y por cargador frontal.	102
32	Presencia de motos cargueras y por cargador frontal.	102

“IMPACTO AMBIENTAL POR EL VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES AL DREN 2000 SOBRE LA CALIDAD DE AGUA INTERMAREAL DEL DISTRITO DE SAN JOSÉ”

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo principal conocer las características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales del dren 2000, vertidas en el agua intermareal del distrito de San José – Lambayeque y su impacto ambiental sobre las mismas, formulándose una propuesta para mitigar los impactos negativos. Se establecieron siete Estaciones de Muestreo: tres en el Dren 2000 (E1, E2 y E3) y cuatro en el Intermareal de San José (E4, E5, E6 y E7), realizando cuatro muestreos durante los meses setiembre - diciembre de 2016; muestras que fueron enviadas al laboratorio NKAP S.R.L. ubicado en la ciudad de Trujillo-La Libertad, para el análisis respectivo. Se aplicó análisis de variancia para determinar diferencias significativas de los parámetros entre estaciones de muestreo y entre muestreos; asimismo, se aplicó la prueba de igualdad de medias de t para comparar los valores de los parámetros con los Límites Máximos Permisibles y los Estándares de Calidad de Agua.

La alta temperatura, Demanda Bioquímica y Demanda Química de Oxígeno y bajo contenido de Oxígeno disuelto en las aguas del Dren 2000, no impactaron negativamente en el Intermareal de San José. Las elevadas concentraciones de Mercurio, Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes en el Dren 2000, impactaron negativamente en el Intermareal de San José y se ubicaron por encima de los Límites Máximos Permisibles y los Estándares de Calidad de Agua. Los altos valores de Conductividad Eléctrica, Sólidos Suspendidos, Arsénico, Cobre y Plomo de las aguas del Intermareal de San José, no fueron como consecuencia del vertido de las aguas del Dren 2000. Finalmente, los valores de Grasas y Aceites, Cadmio, Niquel, Selenio y Zinc, estuvieron debajo de los Límites Máximos Permisibles y los Estándares de Calidad de Agua, tanto en las aguas del Dren 2000 como en el Intermareal de San José.

Palabras Clave: Dren 2000, Intermareal de San José, Impacto ambiental, Límites Máximos Permisibles, Estándares de Calidad de Agua.

“ENVIRONMENTAL IMPACT OF THE WASTE DRAINED DREN 2000 ON THE INTERMEDIATE WATER QUALITY OF SAN JOSÉ DISTRICT”

ABSTRACT

The investigation objective of the research is to know the physical, chemical and biological characteristics of the wastewater from the 2000 drain, discharged into the intertidal water of the district of San José - Lambayeque and its environmental impact on them, formulating a proposal to mitigate the negative impacts. Seven Sampling Stations were established: three in the Dren 2000 (E1, E2 and E3) and four in the Intermareal of San José (E4, E5, E6 and E7), carrying out four samplings during the months September - December 2016; Samples that were sent to the laboratory NKAP S.R.L. located in the city of Trujillo-La Libertad, for the respective analysis. Variance analysis was applied to determine significant differences of the parameters between sampling stations and between samplings; likewise, the equality test of t was applied to compare the values of the parameters with the Maximum Permissible Limits and the Water Quality Standards.

The high temperature, Biochemical Demand and Chemical Oxygen Demand and low content of Dissolved Oxygen in the waters of Dren 2000, did not negatively impact the Intermareal of San José. The high concentrations of Mercury, Total Coliforms and Thermotolerant Coliforms in the Dren 2000, negatively impacted the Intermareal of San José and were located above the Maximum Permissible Limits and the Water Quality Standards. The high values of Electrical Conductivity, Suspended Solids, Arsenic, Copper and Lead of the waters of the Intermareal of San José, were not as a consequence of the discharge of the waters of the Dren 2000. Finally, the values of Fats and Oils, Cadmium, Nickel, Selenium and Zinc, were below the Maximum Permissible Limits and the Water Quality Standards, both in the waters of the Dren 2000 and in the intertidal of San José.

Palabras Clave: Physical-chemical and biological characteristics, Dren 2000 and Intermareal of San José, Environmental impact, Maximum Permissible Limits, water quality standards.

INTRODUCCION

El cambio de hábitos de vida de los seres humanos desde inicios de la civilización los hizo gregarios, los mismos que posteriormente dependiendo de las condiciones económicas y sociales, formaron ciudades para su sobrevivencia.

A nivel mundial, 2 millones de toneladas de aguas residuales, desechos industriales y agrícolas se vierten en las aguas del mundo y sólo el 20% de dichas aguas residuales generadas en los países en desarrollo, se descargan con tratamiento previo a los cuerpos de agua superficiales. Esto indica que actualmente se ven afectados 245 000 km² de los ecosistemas marinos, con repercusiones en la pesca, la cadena alimentaria y medios de vida, según PNUMA y ONU-HABITAT (2010), OMS (2014).

En el Perú, a fines del 2007, el 63,6% de la población urbana total tuvo servicio de alcantarillado administrado por empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS); el resto fue administrado directamente por las municipalidades a través de operadores especializados en pequeñas ciudades, comités de agua o simplemente no cuenta con dicho servicio. En el año 2015, SUNASS recoge información del estado actual de las PTAR en cuanto a su infraestructura, eficiencia de tratamiento, operación y mantenimiento, obteniendo como resultado que 163 estaban inoperativas, 32 en construcción y 9 paralizadas; de ahí que la descarga de agua residual sin tratamiento adecuado a los cuerpos de aguas de nuestro país, genera contaminación perjudicando la pesca, agricultura y la salud pública.

En las zonas marino costeras del litoral lambayecano, se vierten aguas residuales de uso poblacional que trasladan los drenes de la región, originando un impacto negativo en el ecosistema marino. La acumulación de sólidos, la disminución del oxígeno disuelto por la descomposición aerobia de la materia orgánica, perjudican a los organismos acuáticos lo que puede extenderse hasta los organismos superiores por la bioacumulación en la cadena alimentaria.

Teniendo en cuenta que la descarga de aguas residuales no tratadas, son portadoras de grandes poblaciones de microorganismos patógenos que pueden alterar la calidad sanitaria de las aguas naturales; surge la necesidad de hacer un control para poder determinar si las aguas residuales vertidas no sobrepasen los límites permitidos de manera que se contribuye a preservar, en lo posible, la calidad de las aguas marinas y de ésta manera proteger la salud pública y permitir satisfacer nuestras necesidades en mejores condiciones económicas.

En la región de Lambayeque (Perú), la ciudad de San José tiene 13 798 habitantes, cuenta con servicio de agua potable y alcantarillado; sin embargo, no posee Plantas de tratamiento de aguas residuales, no contándose con información de la calidad del agua residual que ingresa a la zona intermareal de esta ciudad, ya que a lo largo de la costa lambayecana se evacúan efluentes contaminados, sin contar con los residuos sólidos que alteran la calidad ambiental afectando a las especies ícticas, razón que motivó la formulación del problema siguiente: ¿Cuál es el impacto del vertimiento de aguas residuales al dren 2000 sobre la calidad del agua intermareal del distrito de San José – Lambayeque entre los meses de setiembre a diciembre 2016?.

Por tal motivo se determinó realizar esta investigación para obtener nuevos datos que científicamente orienten a tener conocimientos del vertimiento de aguas residuales al dren 2000 y de la calidad del agua intermareal del distrito de San José - Lambayeque, para lo cual se utilizará instrumentos de medición adecuados y necesarios. Así, el presente trabajo permitirá mostrar el impacto de las aguas residuales sin tratamiento en la zona intermareal del distrito de San José y de esta manera impulsar en realizar más estudios en nuestro litoral lambayecano, ya que este es un problema que afecta directamente a la población no sólo de la misma ciudad, sino de aquellas personas que viven del oficio de la pesca, agricultura y sin dejar de mencionar a la salud pública. Dando origen a la formulación de la hipótesis: el vertimiento de aguas residuales al dren 2000 genera impacto ambiental negativo en la calidad del agua de la zona intermareal del distrito de San José – Lambayeque, durante los meses de setiembre a diciembre 2016.

Teniendo en cuenta este contexto, se determinó realizar el presente trabajo de investigación, considerando como objetivo principal el determinar las características físicas, químicas y microbiológicas de las aguas residuales vertidas al dren 2000 sobre la calidad de agua intermareal del distrito de San José – Lambayeque, y como objetivos específicos identificar los impactos significativos que genera el vertimiento de aguas residuales en la salud y el ambiente, y formular una propuesta para implementar un sistema integrado, identificando los criterios de éxito y los aspectos que requieran mayor atención y desarrollo para lograr su viabilidad.

I. ANALISIS DEL OBJETO DEL ESTUDIO

1.1 AREA DE ESTUDIO – UBICACIÓN

El área de estudio fue el Distrito de San José. Cuenta con un área total de 43,73 km² y se encuentra en una altitud de 8 m.s.n.m. Limita por el norte con el distrito de Lambayeque, por el este con los distritos de Lambayeque y Chiclayo, por el sur con el distrito de Pimentel y por el oeste con el mar peruano. (Figura N°1). Se comunica con el distrito de Chiclayo mediante una vía asfaltada, y con el distrito de Lambayeque mediante una vía encalaminada.



Figura N°1. Mapa de Localización del distrito de San José

1.1.1 POBLACION

En el distrito de San José de acuerdo al Censo Nacional 2007 XI de población y VI de vivienda, tiene una población total de 12,078 habitantes, de los cuales 6,187 son mujeres y 5,891 son hombres. En cuanto a la zona urbana hay un total de 10,781 habitantes, de los cuales 5,567 son mujeres y 5,214 son hombres, y la zona rural hay un total de 1,297 habitantes, de los cuales 620 son mujeres y 677 son hombres.

La principal actividad de trabajo en la población en cuanto a hombres es la pesca y diversas actividades de compra y venta de recursos hidrobiológicos.

1.1.2 GEOGRAFÍA Y CLIMA DE SAN JOSÉ

Ubicado a 765 km de la capital de la República (Lima) y a 11 km del "Parque principal de Chiclayo". Su territorio se encuentra en la región chala y frente a las costas del mar aproximadamente entre las coordenadas geográficas 6°47'54 de latitud sur y 79°59'30 de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Las principales poblaciones son: Ciudad de Dios (continuo urbano de Chiclayo), Juan Tomis Stack ETAPA I y II (continuo urbano de Chiclayo), San Francisco (continuo Urbano de Chiclayo) y la Caleta San José.

El clima en condiciones normales, presenta escasas precipitaciones que son las que condicionan el carácter semidesértico y desértico de la angosta franja costera, por ello el clima de la zona se puede clasificar como desértico subtropical árido, influenciado directamente por la corriente fría marina de Humboldt, que actúa como elemento regulador de los fenómenos meteorológicos.

Los vientos y brisas persisten casi todo el año, se tiene vientos con velocidad mínima de 3.54 m/seg. y máxima de 9.72 m/seg.

La humedad relativa varía de 72% a 95%.

1.1.3 OCEANOGRAFÍA

1.1.3.1 CORRIENTES MARINAS

El mar Lambayecano presenta la corriente de Humboldt, que es una corriente superficial proveniente del sur, que fluye hacia el norte y noroeste, es una corriente de aguas frías y más lenta en los meses de verano y más rápida en los meses de invierno, debido a los vientos del anticiclón pacífico sur, que soplan de sur a norte, los cuales se debilitan en verano y se fortalecen en invierno.

1.1.3.2 MAREAS

En nuestra zona de estudio (como todo el Perú) las mareas son semi diurnas, es decir que hay dos pleamares cada 24 horas, estas mareas se inician en el norte (Talara) y llegan al sur (Ilo) en unas 4 horas.

Podríamos en conclusión que el mar frente a las costas que son materias de estudio es poco agitado, pues el tamaño que tienen sus olas es pequeño, con una altura media de 2 a 3 metros.

II. MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

Rheinheimer (1987), sostuvo que la concentración de microorganismos presentes en las aguas litorales, dependen del suministro que llegan a ellas, tendiendo a disminuir a una velocidad que depende de las características intrínsecas del ambiente marino costero, entre éstas podemos señalar la concentración de nutrientes, potencial redox, salinidad, pH, temperatura, vientos y corrientes marinas, sin embargo, cuando hay un flujo constate de desagües urbanos, se incrementa el tiempo de supervivencia, entre ellas de algunos patógenos.

Li, Sánchez y Orozco (1994), determinaron los niveles de contaminación de origen fecal, que permiten evaluar la calidad del medio marino con fines recreativos y de pesca comercial en la bahía del Callao, desde Ventanilla (11° 51' LS) a Mar Brava (12° 05' LS). Los muestreos se llevaron a cabo en las estaciones de verano, otoño y primavera de 1994. La metodología aplicada fue tomada de la AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1992) y consiste en el método del número más probable (NMP), para la cuantificación de indicadores de contaminación fecal. Los resultados obtenidos muestran una fuente de contaminación de origen fecal principalmente en la línea costera, entre los ríos Chillón y Rímac, para la estación de verano y desde la playa Márquez hasta el terminal pesquero del Callao, para la estación de otoño y primavera. En primavera esta contaminación se hizo más evidente por el debilitamiento de los vientos alisios y las corrientes costeras que no facilitaron la dispersión de la carga contaminante.

Borrego y Mariño (1995), sostuvieron que el agua residual se vierte en muchas ocasiones directamente a la línea de costa o a través de emisarios marinos, lo que puede afectar algunas zonas de importancia turística o pesquera.

Sánchez y Orozco (1999), señalaron que las áreas costeras más afectadas por las aguas residuales son la bahía del Callao y Ferrol, las cuales presentan altas concentraciones de Coliformes totales y fecales, superando los límites permisibles para fines recreativos y de pesca comercial establecidos por la Ley General de Aguas (1976). La bahía de Ferrol es un área crítica de contaminación marina, debido a que diversas fuentes confluyen a esta bahía, entre las que destacan las domésticas, industriales pesqueras y de la siderúrgica.

Rodríguez (2000), reportó que en la ciudad de Trujillo, la planta de tratamiento de aguas residuales tiene dos lagunas de tratamiento aerobio, cuatro lagunas facultativas. El sistema trabajaba con una eficiencia de 80.90 % en el tratamiento primario, en lagunas anaerobias de 62,45 % y en las lagunas facultativas de 49,15 % en 12 horas.

Mendoza y Millones (2000), hicieron un inventario de toda la información existente sobre la Planta de Tratamiento de Agua Residual de la ciudad de Lambayeque, en ese entonces, en el sistema de alcantarillado funcionaron dos estaciones de bombeo y dos lagunas de estabilización, de las cuales solamente una estuvo en funcionamiento. Desde la cámara de bombeo ubicado en la parte sur de la ciudad, el agua residual se elevó aproximadamente 8 m para ser conducido por el colector principal de 24 pulgadas, hasta la laguna de Estabilización N° 2 de 2 ha de

superficie y 2,25 m de profundidad. Los efluentes de la laguna fueron vertidos al Dren D-2210 en su extensión km2+01 que los transportó sucesivamente al Dren D-2200, luego al Dren D-2000 y finalmente al mar. La caracterización del agua residual en el afluente fue: pH: 6,2; Dureza total 364 mg/l, alcalinidad total: 347 mg/L y en el efluente; pH: 8,0, dureza total 472,0 mg/L y alcalinidad 333 mg/L; el NMP/1000ml varió desde 43 000 hasta 93 000 000 en el afluente y desde 1 100 hasta 21 000 000 en el efluente; en el Dren 2000 las cifras variaron desde 210 hasta 43 000 NMP/100 mL. La DBO₅ varió desde 82,40 mg/L hasta 140,40 mg/L en el afluente; en el efluente desde 20,95 hasta 45,23 mg/L; en al agua del Dren 2000 vario desde 09,80 hasta 60,00 mg/L. Concluyeron que el sistema de tratamiento de agua residual era insuficiente; y que era necesario implementar el tratamiento secundario y ampliar la dimensión del sistema para lograr resultados adecuados.

Jiménez (2001), sostuvo que la presencia de sedimentos contaminados en ambientes acuáticos, ya sea en aguas continentales o en aguas marinas, es un hecho constatado a nivel mundial, sobre todo a partir de la segunda mitad del siglo XX. La existencia de estos sedimentos es debida tanto a los vertidos incontrolados desde industrias como a la utilización de productos químicos tales como los pesticidas que van a parar a los sedimentos, una vez que son transportados desde zonas agrícolas por las aguas. En otros casos, éstos son debidos a los vertidos "controlados" tales como emisores submarinos que vierten aguas residuales principalmente domésticas, aunque en aquellas zonas donde no existe separación de tratamiento y "conducción", se mezclan las aguas residuales industriales con las domésticas, aumentando la carga contaminante y el nivel de toxicidad.

La Autoridad Nacional del Agua – Administración Local del Agua Chancay Lambayeque (2002), reveló en su informe técnico, que hay siete drenes que desembocan directa e indirectamente al mar, siendo el principal el dren 4,000 que desemboca en la zona litoral del distrito de Santa Rosa. Cabe indicar que se encuentran afectados por 42 vertimientos contaminantes, ya que el estudio detalla que se han identificado 12 vertimientos de uso doméstico, 17 de origen industrial, 13 municipales y además, 3 botaderos de residuos sólidos.

Jimeno (2003), explicó que la mayor parte de materia orgánica que contamina el agua de mar, procede de las descargas de aguas residuales domésticas e industriales, que son descompuestas por bacterias, protozoarios y diversos organismos mayores. Este proceso de descomposición, ocurre tanto en el agua como en la tierra y se lleva a cabo mediante reacciones químicas, que requieren oxígeno para transformar sustancias ricas en energía en sustancias pobres en energía. El oxígeno disuelto en el agua puede ser consumida por la fauna acuática a una velocidad mayor a la que es reemplazado desde la atmosfera, lo que ocasiona que los organismos acuáticos compitan por el oxígeno y en consecuencia se ve afectada la distribución de la vida acuática.

Monteza (2003), mencionó que la conservación de los océanos es de suma importancia para la economía y alimentación de la humanidad, que por su gran extensión y capacidad de autodepuración son utilizados como vertederos para las descargas de efluentes orgánicos e inorgánicos, quienes de algún modo perturban el ecosistema, en especial a las comunidades intermareales del litoral costero, las cuales son las más próximas a estos efluentes.

Ramírez y Vivas (2005), señalaron que la descarga de aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias en el mar, traen como consecuencia efectos desfavorables del tipo sanitario, económico y ecológico, constituyéndose en un peligro potencial para las zonas pesqueras por el vertimiento continuo de contaminantes, los cuales llegan con facilidad a las áreas costeras, hábitat de numerosas especies.

Herrera y Suarez (2005), seleccionaron dos playas arenosas de Venezuela, la de Tucacas y Agua Sal, las cuales fueron sometidas a descargas importantes de aguas servidas, mayormente por la influencia de las desembocaduras de los ríos. Los valores estimados de coliformes totales y fecales en la columna de agua de las localidades en estudio, cumplieron con los límites establecidos para las aguas tipo IV, excepto durante el segundo muestreo realizado en la playa de Tucacas, a comienzos de abril, cuando se obtuvieron valores de coliformes totales de 1600 NMP/100ml y termotolerantes de 900 NMP/100ml en contraste a los límites fijados de 1000 NMP/100ml de coliformes totales y 200 NMP/100ml de coliformes termotolerantes.

Almeida, Armas y Rojas (2006), demostraron que existe una correspondencia entre el consumo de oxidante químico y el CO (monóxido de carbono), lo que se debe a que la materia orgánica presente en los sedimentos es de fácil biodegradabilidad. Asimismo, manifiestan que la caracterización preliminar de los sedimentos estudiados, demuestra una vez más la influencia de los aportes de las descargas de aguas residuales e industriales en la bahía y los ríos que tributan a

ella. El aporte directo y continuo de aguas residuales no solo afecta la composición del agua, sino también la calidad de los sedimentos.

Camacho (2007), menciona que la fuente principal de los indicadores de contaminación en el agua de la desembocadura del Dren “La Bocana”, la constituye la descarga de aguas residuales domésticas provenientes de las Lagunas de Oxidación de la ciudad de San José. Por ello concluyó que el nivel de contaminación fecal en el agua de la desembocadura del Dren La Bocana y en el agua del litoral de la Caleta de San José a un 1, 50, 100 y 200 metros de la orilla es bajo , pues el valor promedio de los indicadores de contaminación no supera los límites máximos permisibles considerados por el reglamento de la Ley General de Aguas (DS 007-83-SA), para aguas de zonas recreativas de contacto primario y para agua de zonas de pesca de mariscos bivalvos y por la EPA.

La Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (2008), reportó que en el Perú, a fines de 2007, el 63,6% de la población urbana total tuvo servicio de alcantarillado administrado por empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS); el resto fue administrado directamente por las municipalidades o a través de operadores especializados (OES) en pequeñas ciudades, comités de agua o simplemente no cuenta con dicho servicio.

Ore y Castillo (2009), alertaron sobre la situación crítica de los recursos hídricos en el Perú, señalando que más de la mitad de los ríos de la costa, que tienen mayores caudales y demanda de uso, están severamente contaminados por sustancias como plomo, arsénico, cianuro, mercurio, aceites y grasas de

hidrocarburos y coliformes termotolerantes, que se encuentran en altos niveles. Por ejemplo en la región Junín, los ríos Mantaro y Yauli, y en Lima los ríos Chillón y Rímac. En el norte, los ríos Chira y Llaucano presentan un diagnóstico similar, mientras que en la Amazonía, la actividad petrolera ha generado impactos en los ríos Corrientes y Trompeteros.

Estrada (2009), obtuvo que los valores promedios de indicadores coliformes y Enterococos en las aguas marinas de las playas de la Caleta Santa Rosa, libres del vertido de aguas residuales, dependen del grado de contaminación fecal y disposición final de residuos sólidos de la actividad pesquera en las playas, tanto en el mar como en la arena. Asimismo, nos indica que los parámetros físicos y químicos determinan las condiciones necesarias para el desarrollo y supervivencia de la población bacteriana en un cuerpo de agua, convirtiéndose en factores limitantes que guardan un alto grado de interrelación dentro de los procesos biológicos.

Castañeda et al. (2009), realizaron estudios en el dren 4000, el cual muestra un color rosáceo o vinoso debido al crecimiento y abundancia de la bacteria *Thiopedia rosea*, en la investigación se logra obtener como resultado un alto grado de contaminación, sin embargo estas aguas residuales al llegar al mar tienden a diluirse a causa de las corrientes marinas permitiendo la mezcla y reducción de la contaminación orgánica y microbiológica, pero a pesar de esta disminución de la carga bacteriana se mantiene el peligro para la salud humana.

Romero (2010), encontró que la contaminación presente en las acequias Cois, Pulen y Yortuque constituyen uno de los problemas ambientales más críticos en el medio urbano de la ciudad de Chiclayo, siendo las actividades de vertido de agua residual doméstica, lavado de vehículos y acumulación de residuos sólidos, las que afectan la calidad del agua de las acequias, calidad del aire por la emanación de olores desagradables y fétidos, con la pérdida de la calidad del paisaje urbano. Además indicó que el agua de las acequias antes mencionadas presenta niveles elevados de DBO, metales como plomo, cadmio, coliformes totales y termotolerantes, concluyendo que no son aptas para el riego de cultivos, actividades de recreación y bebida de animales.

Sánchez (2012), sostuvo que “las descargas de efluentes y ríos fueron identificadas como las principales fuentes de contaminación de las aguas costeras. Además de distribuirse en la columna de agua, los contaminantes orgánicos prioritarios y emergentes estudiados se acumulan en sedimentos, pudiendo ser por tanto disponibles para organismos bentónicos”.

La Autoridad Nacional del Agua – Proyecto de Modernización de Gestión de los Recursos Hídricos (2014), realizó el estudio de Identificación de Fuentes Contaminantes en la zona marino costera, en donde manifiesta el vertimiento de los drenes que desembocan al mar de la región de Lambayeque, dando a conocer el uso irresponsable de las aguas residuales sin tratamiento para el riego en la cuenca baja que afecta a la salud de la población, en dicho estudio también especifican que los drenes 2210 y 2210 – 1, confluyen en el dren 2000.

2.2 BASE TEORICA

EL AGUA COMO RECURSO

Brack y Mendiola (2000), mencionan que el agua es un recurso natural renovable que se regenera continuamente mediante el **ciclo del agua o ciclo hidrológico**.

Los mismos autores mencionan que el ciclo del agua es el resultado de la energía calorífica del Sol sobre el agua y constituye un proceso continuo de renovación y que el agua es un recurso indispensable para los seres vivos en términos generales y para los humanos en especial. Su importancia se atribuye a los siguientes aspectos: **1. Es fuente de vida**, sin ella no pueden vivir ni las plantas, ni los animales ni los seres humanos; **2. Es indispensable en la vida diaria**, por los diversos usos tales como; doméstico, industrial, agrícola, ganadero, en acuicultura, uso medicinal, deportivo y uso municipal en las ciudades para riego de parques y jardines.

Fair, Geyer y Ohun (2001), al referirse al abastecimiento y evacuación de aguas de las comunidades mencionan que las ciudades reciben agua para muchos fines: 1) para usos potables y culinarios; 2) para lavado y baños; 3) para limpieza de ventanas, paredes y pisos; 4) para calefacción y acondicionamiento de aire; 5) para riego de prados y jardines; 6) para riego y lavado de calles; 7) para llenado de piscinas y estanques de vadeo; 8) para exhibición en fuentes y cascadas; 9) para generar energía hidráulica y de vapor; 10) para emplearla en numerosos y variados procesos industriales; 11) para protección de la vida y la propiedad contra incendios y 12) para eliminar desechos caseros perjudiciales y potencialmente peligrosos (aguas negras) y aguas residuales industriales. Este uso múltiple de las aguas naturales es el que obliga a establecer un control estricto de su calidad.

Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM - Límites Máximos Permisibles (LMP) para Efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales (2010), en su artículo 1° aprobar los Límites máximos permisibles para efluentes de la Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, los que en anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo y que son aplicables en el ámbito nacional, menciona los parámetros contaminantes y sus valores máximos permisibles para los efluentes que son: aceites y grasas (A y G) 20 mg/L, sólidos suspendidos totales (SST) 150 mL/L, pH 6.5 hasta 8.5 unidad, Demanda química de oxígeno (DQO) 200 mg/L, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) 200 mg/L, coliformes termotolerantes 10,000 NMP/100mL y temperatura <35 °C.

En su artículo 4° establece que los titulares de las PTAR están obligados a realizar el monitoreo de sus efluentes.

PROCEDIMIENTOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

METCALFF & EDDY, INC. (1995) en Vásquez (2013), mencionan que toda comunidad genera residuos tanto sólidos como líquidos. La fracción líquida de los mismos (**aguas residuales**), es esencialmente el agua de la que se desprende la comunidad una vez ha sido contaminada durante los diferentes usos para los cuales ha sido empleada. Desde el punto de vista de las fuentes de generación, podemos definir el **agua residual** como la combinación de los residuos líquidos, o aguas portadoras de residuos, procedentes tanto de residencias como de instituciones públicas y establecimientos industriales y comerciales, a los que pueden agregarse, eventualmente, aguas subterráneas, superficiales y pluviales.

Si se permite la acumulación y estancamiento de agua residual, la descomposición de la materia orgánica que contiene puede conducir a la generación de grandes cantidades de gases mal olientes. A este hecho cabe añadir la frecuente presencia en el agua residual bruta, de numerosos microorganismos patógenos y causantes de enfermedades que habitan en el tracto intestinal humano o que pueden estar presentes en ciertos residuos industriales. También suele contener nutrientes, que pueden estimular el crecimiento de plantas acuáticas, y puede incluir también compuestos tóxicos. Por ello la evacuación inmediata y sin molestias del agua residual de sus fuentes de generación, seguida de su tratamiento y eliminación, no sólo es deseable sino también necesaria en toda sociedad industrializada.

En lo relacionado con el tratamiento de aguas residuales, mencionan que las aguas residuales recogidas en comunidades y municipios deben ser conducidas, en última instancia, a cuerpos de agua receptores o al mismo terreno. La compleja pregunta acerca de que los contaminantes contenidos en el agua residual –y a qué nivel- deben ser eliminados de cara a la protección del entorno, requiere una respuesta específica en cada caso concreto. Para ello, es preciso analizar las condiciones y necesidades locales en cada caso y aplicar tanto los conocimientos científicos como la experiencia previa de ingeniería, respetando la legislación y las normas reguladoras de la calidad del agua existentes.

Las Nuevas tendencias y aspectos problemáticos se orientan a varias áreas específicas del tratamiento de aguas residuales, entre las que se encuentran (1) la naturaleza cambiante del agua residual que hay que tratar; (2) el problema de los residuos industriales; (3) el impacto de las aguas pluviales y las fuentes no localizadas de contaminación; (4) aliviado de colectores unitarios; (5) operaciones

de tratamiento, procesos y conceptos; (6) problemática de la salud pública y el medio ambiente; (7) efectividad de los procesos de tratamiento y (8) pequeños sistemas de tratamiento y sistemas individuales.

La Naturaleza cambiante de las aguas residuales, muestran que el número de compuestos orgánicos que se ha conseguido sintetizar desde principios de siglo pasado, pasa hoy en día del medio millón, y aparecen unos 1000 compuestos nuevos cada año. En la actualidad es de gran importancia para los sistemas de acopio y tratamiento de las aguas residuales la presencia en las mismas de compuestos orgánicos volátiles (COV) y compuestos orgánicos volátiles tóxicos (COVT).

En la actualidad, la mayoría de las operaciones y procesos unitarios empleados en el tratamiento de aguas residuales están siendo sometidos a una intensa y continua investigación, tanto desde el punto de vista de ejecución como de aplicación de los mismos

Debido a la naturaleza cambiante de las aguas residuales se está intensificando el estudio de la tratabilidad de las aguas residuales, especialmente en relación con algunos compuestos específicos. Tales estudios son de especial importancia a la hora de proponer y desarrollar nuevos métodos de tratamiento. Por lo tanto, el ingeniero debe comprender las generalidades y metodología implícitas en: (1) la estimación de la tratabilidad de un agua residual (doméstica o industrial); (2) La realización de estudios en plantas piloto y laboratorios y (3) la transformación de datos experimentales en parámetros de proyecto.

Rolim (2000) citado por **Vásquez (2013)**, señala que de acuerdo con su origen, las aguas residuales pueden ser clasificadas como: a) **Domésticas**, aquellas aguas

utilizadas con fines higiénicos (sanitarios, cocinas, lavanderías, etc.), consisten básicamente en residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de las descargas de las instalaciones hidráulicas de la edificación y también en residuos originados en establecimientos comerciales, públicos y similares; b) **Industriales**, son residuos líquidos generados en los procesos industriales. Poseen características físicas dependiendo del tipo de industria; c) **de 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, cajas de paso, estructuras de los pozos de registro, estaciones de bombeo, etc. y d) **Pluviales**; son aguas lluvia, que descargan grandes cantidades de agua sobre el suelo. Parte de ésta es drenada y otra escurre por la superficie, arrastrando arena, tierra, hojas y otros residuos que pueden estar sobre el suelo. Hay también aguas pluviales, que son descargadas por medio de varias fuentes, como canales, drenajes y colectores de aguas lluvias.

Mcghee (1999) y Vásquez (2013), señalaron que los tratamientos de aguas residuales han sido clasificados en sistemas preliminares, primarios, secundarios y avanzados, división que, aunque para algunos es arbitraria, está bastante bien establecida. Los sistemas preliminares incluyen medición y regulación del caudal entrante y remoción de sólidos flotantes grandes, arena y calvez grasas. La calidad del agua residual no es sustancialmente mejorada por los sistemas primarios; más bien, la operación de los procesos subsiguientes es mejorada a través de la medición y el control del flujo y por la remoción de materiales que pueden interferir con el tratamiento mecánico, químico o biológico. Indica además, que los denominados procesos de tratamiento primario, en la práctica actual, involucran un proceso de sedimentación simple, aunque en ocasiones se utilizan rejillas finas

para el mismo propósito y se añaden químicos algunas veces para ayudar en la remoción de sólidos finamente divididos o coloidales o para precipitar fósforo.

Los sistemas de tratamiento secundario son proyectados para remover la materia orgánica soluble y coloidal que permanece después del tratamiento primario. Aunque la remoción de este material puede ser efectuada por medios fisicoquímicos, usualmente se entiende que el tratamiento secundario implica un proceso biológico. El tratamiento biológico consiste en la aplicación de un proceso natural controlado, en el cual los microorganismos remueven material orgánico soluble coloidal del residuo y, a su vez, ellos mismos son removidos.

BIOLOGÍA DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN.

Rolim (2000), señala que en las lagunas de estabilización, la remoción de la materia orgánica (expresada como DBO_5) se realiza a través de procesos biológicos aerobios y anaerobios. Dependiendo del proceso predominante, las lagunas se clasifican en: aerobias (de maduración o de pulimento), anaerobias o facultativas.

En las lagunas anaerobias, la biodegradación de la materia orgánica la realizan las bacterias acetogénicas y metanogénicas. Las primeras convierten los compuestos orgánicos complejos de las aguas residuales en moléculas orgánicas más simples. Los carbohidratos, como celulosa y almidón, son convertidos en ácidos orgánicos, aldehídos y alcoholes; los lípidos (grasas y aceites), en glicerol y ácidos grasos que más adelante serán convertidos en alcoholes, aldehídos y ácidos; las proteínas son degradadas hasta aminoácidos y éstos son transformados en ácidos

orgánicos más simples, mercaptanos y dióxido de carbono. Los productos de la degradación ácida son el ácido acético (en mayor proporción), los ácidos propiónico y butírico, además de metanol, entre otros. El ácido acético es el sustrato para la acción de las bacterias metanogénicas que lo convierten en metano y dióxido de carbono. Las bacterias metanogénicas son muy sensibles a los cambios de temperatura y pH, así como al oxígeno molecular, pues son microorganismos estrictamente anaerobios.

El éxito de las lagunas anaerobias depende del equilibrio entre las poblaciones bacterianas (las formadoras de ácidos orgánicos y las formadoras de metano). Para lograrlo, la temperatura debe ser superior a 15 °C y el pH debe variar apenas entre 6,8 y 7,4. Las lagunas facultativas son llamadas así porque tienen una capa aerobia superficial, una zona facultativa intermedia y una capa anaerobia en el fondo. En este tipo de laguna los procesos de oxidación bacteriana convierten el material orgánico en dióxido de carbono, amonio y fosfatos. Las bacterias predominantes responsables de los procesos oxidativos son *Pseudomonas spp.*, *Flavobacterium spp.*, y *Alcaligenes spp.*

La existencia de nutrientes (NH_4^+ y PO_4^{3-}) proporcionan un ambiente favorable para que se desarrollen las poblaciones de algas y, a través de la fotosíntesis generan gran cantidad de oxígeno disuelto; el mismo que está disponible para que las bacterias aerobias continúen con la oxidación de la materia orgánica. En las lagunas facultativas existe una relación mutualista entre las algas y las bacterias; sin embargo, algunos géneros de algas son capaces de metabolizar directamente

materia orgánica y, también, hacer fotosíntesis; este tipo de metabolismo restringido a algunos pocos microorganismos se denomina mixotrofía.

El oxígeno disuelto producido en las capas superiores de la laguna facultativa depende de la fotosíntesis y de la reaeración superficial a través de la interfase aire/agua, debido a la agitación mecánica de los vientos. La concentración de oxígeno disuelto varía con la actividad de las algas y está asociada con las condiciones climáticas locales.

III. MATERIAL Y METODOS

3.1 POBLACION Y MUESTRA DE ESTUDIO

La población objeto de estudio estuvo constituida por las aguas residuales del dren 2000 y el agua intermareal del distrito de San José.

Se registraron un total de 28 muestras de diferentes puntos: 4 muestras en el canal de vertimiento de la laguna de oxidación al dren 2000, 12 muestras de agua del dren 2000 y 12 muestras de aguas intermareales del distrito de San José.

Las estaciones de muestreo fueron definidas de acuerdo al diseño de muestreo no probabilístico por conveniencia:

Estación de muestreo 1: 100 metros antes de la descarga del canal de la laguna de oxidación al dren 2000.

Estación de muestreo 2: dentro del canal de descarga de la laguna de oxidación de Lambayeque.

Estación de muestreo 3: 100 metros después de la descarga del canal de la laguna de oxidación al dren 2000.

Estación de muestreo 4: 100 metros antes del Vertimiento a la Zona Intermareal.

Estación de muestreo 5: 100 metros dentro de la ribera del mar al frente del vertimiento a la zona intermareal.

Estación de muestreo 6: 100 metros a la izquierda del vertimiento a la zona intermareal.

Estación de muestreo 7: 100 metros a la derecha del vertimiento a la zona intermareal.

Las coordenadas de las estaciones de muestreo fueron tomadas con GPS marca Garmin modelo Oregon 450 (Figura N°23 y N°24 – Anexo) estos puntos se señalan en la Tabla 1 y Figuras N°2, N°3 y N°4.

Tabla 1. Coordenadas UTM – WGS84 de los puntos de muestreo del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José.

PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS UTM - WGS84	
	ESTE	NORTE
E1	619193.88	9256128.07
E2	619279.62	9256050.55
E3	619085.02	9256006.27
E4	612629.87	9252920.73
E5	612490.69	9252880.19
E6	612538.60	9252808.44
E7	612441.12	9252954.44

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Google Earth

Figura N° 2. Mapa de Ubicación de los Puntos de Muestreos



Fuente: Google Earth

Figura N° 3. Mapa de Ubicación de los Puntos de Muestreos 1, 2 y 3.



Fuente: Google Earth

Figura N° 4. Mapa de Ubicación de los Puntos de Muestreos 4, 5, 6 y 7.

3.2 MATERIALES, INSTRUMENTOS Y TECNICAS DE RECOLECCION

3.2.1 MATERIALES Y EQUIPOS

- Frascos de vidrio color ámbar boca ancha, con tapa rosca para la toma de muestra
- Frascos plásticos con tapa rosca para la toma de muestra
- Muestreador
- Nevera o cooler
- Espectrómetro marca Perkin Elmer modelo Nexion 350
- Conductivímetro, pHMetro y oxímetro marca SCHOTT.
- GPS marca Garmin modelo Oregon 450.

3.2.2 TECNICA DE RECOLECCION

Las muestras de agua se obtuvieron de acuerdo a los criterios de la APHA (American Public Health Association) y fueron enviados al laboratorio NKAP S.R.L. ubicado en la ciudad de Trujillo-La Libertad, el cual está acreditado por INACAL, para los análisis respectivos de los diversos parámetros en evaluación.

3.2.2.1 Toma de Muestra

En las estaciones de muestreo previamente establecidas, se procedió a tomar las muestras utilizando frascos con tapa rosca debidamente esterilizados, los cuales fueron etiquetados con fecha, hora, lugar de toma de muestra, número de muestra y responsable de la toma de muestra (Figura N° 25, N° 26 y N° 27 – Anexo).

Se introdujo el frasco con la boca hacia abajo hasta la profundidad de 30 cm – 50 cm de la superficie, llenando el frasco hasta que quede 1/3 del frasco del volumen libre y luego se tapó de inmediato.

La toma de muestras para los análisis de aceites y grasas, así como los análisis microbiológicos de Coliformes totales y termotolerantes, se hizo directamente en los frascos de vidrio color ámbar.

Para el análisis de metales pesados, la toma se realizó en frascos de plástico de 1 litro y luego se añadió 20 gotas de ácido nítrico químicamente puro para su conservación.

Luego, los frascos con las muestras fueron guardados en la caja conservadora o cooler (Figura N° 28 - Anexo), para que las aguas residuales no sufran alteración alguna.

Finalmente, fueron transportadas, vía terrestre, al laboratorio NKAP S.R.L. el cual se encargó de realizar los análisis respectivos (Figura N° 5).



Figura N° 5. Muestras listas para traslado al laboratorio acreditado para la realización de los análisis respectivos.

3.3 METODOS Y PROCEDIMIENTOS

3.3.1 Determinación de características físicas y químicas

Temperatura y pH

En un vaso Petri se colocaron 250 ml de la muestra de agua tomada, luego se procedió a introducir el pHmetro marca Schott, debidamente calibrado para luego hacer la lectura de los datos de pH y temperatura, que fueron registrados en una libreta de campo.

Conductividad

En un vaso Petri se colocaron 250 ml de la muestra de agua tomada, luego se introdujo el conductímetro marca Schott, debidamente calibrado, para de esta manera obtener los datos de conductividad eléctrica, cuya anotación se hizo en una libreta de campo.

Sólidos suspendidos totales

Se realizó la toma de muestra y en un vaso Petri se colocaron 250 ml de agua, luego se procedió a introducir el conductímetro marca Schott, debidamente calibrado, para de esta manera obtener los datos de sólidos suspendidos totales, los cuales fueron anotados en una libreta de campo.

Oxígeno disuelto

De la muestra de agua tomada, se colocaron 250 ml en un vaso Petri, se introdujo el Oxímetro marca Schott, debidamente calibrado, haciendo la lectura de los datos de oxígeno disuelto, anotándolos en una libreta de campo.

DBO₅ y DQO

Se realizó la toma de muestra y en un vaso Petri se colocó 250 ml de agua, luego se procedió a introducir el Oxímetro marca Schott debidamente calibrado, para de esta manera obtener los datos de DQO, cuyo registro se hizo en una libreta de campo. Para el caso del DBO₅ se tomará la muestra y luego se procederá a ser transportada al laboratorio NKAP.

Aceites y grasas (EPA METHOD 1664 Rev. A 2012)

La muestra se colocó en baño maría a temperatura < 40 °C y se homogenizó; luego se vertió un volumen de 20 a 25 ml en placas Petri revestidas desde el interior con papel de aluminio y se sometió a sequedad (40°C) hasta la formación de una capa seca, para evaporar el agua.

Luego del secado, se separó el papel metálico que contiene la muestra y envolvió con suficiente papel Whatman 42 formando un cartucho, para posteriormente ser introducido en la cámara de extracción.

Se pesó el balón (P1=peso inicial) que corresponde al balón vacío con perlitas. Se codificó y se unió a la cámara de extracción sellando el sistema Soxhlet.

Luego se preparó un blanco solvente (B) empleando sólo el cartucho (con papel de aluminio y filtrar Whatman 42) y se colocó como las demás muestras en la cámara de extracción correspondiente.

En el caso del blanco el peso inicial del balón seco con perlitas será A1 (en gramos).

Se recicló las muestras y el blanco por lo menos 25 ciclos en 4 horas con 200 ml de hexano.

Se concentró la muestra separando el solvente del extracto orgánico por destilación al vacío en equipo rotavapor hasta la formación de una película de gras y secar en la estufa a 105°C a peso constante (1 hora aproximadamente). Luego se enfrió en el desecador antes de cada pesada. Se registró el peso final en la muestra y se procedió a los cálculos respectivos.

Determinación de metales pesados (EPA 200.7, Rev 4.4, 1994)

Los componentes de la muestra de agua se ionizaron por efecto de un plasma de argón (plasma: volumen de gas con parte de sus átomos o moléculas ionizados). Estos iones producidos fueron separados en base a su relación masa/carga en un espectrómetro de masas y posteriormente cuantificados por un detector multiplicador de electrones. Esta técnica tiene una amplia aplicación en la determinación de elementos de interés medioambiental, pudiendo analizar más de 70 elementos de forma simultánea, con una alta precisión de resultados. Esta técnica se basó en la introducción de la muestra, las cuales primero son ligeramente aciduladas y se introducen al equipo mediante una bomba peristáltica, luego la muestra se absorbe y es inyectada a la cámara de nebulización la cual es típicamente de cuarzo y se mantiene en 3°C, para que luego sólo las gotas menores a 10 μm logren proseguir y sean bombeadas por la diferencia de presión hacia el interior del sistema.

Luego en la generación de iones (esta fase se realiza con la finalidad de romper la estructura molecular de la muestra), por el capilar más fino del equipo se introduce la muestra en forma de niebla junto con el argón, por el segundo capilar viaja la mayor parte del argón que es utilizado para el plasma (flujo auxiliar) y por

el tercer y más grande de los tubos, se inyecta el flujo enfriador. Es importante suministrar un flujo constante tanto de argón como de muestra.

En la interfase de acondicionamiento de haz de iones, la muestra sigue su recorrido por una cámara de expansión que es un cono de agujero muy pequeño, aquí parte del plasma con la muestra es continuamente absorbida dentro de ella por efecto de la gran diferencia de presión, después pasa a la zona de baja presión en donde se empiezan a separar los iones de las especies neutras y de los electrodos (producidos por el proceso de la técnica).

Aquí es donde empieza la discriminación de iones, como estos se separan o se acercan a las barras del equipo de acuerdo a su relación carga/masa (m/e), los iones colisionan con las barras, se neutralizan rápidamente, y buena parte de ellos son evacuados por las bombas de vacío, luego en el sistema de detección los iones son atraídos por el alto voltaje aplicado a este sistema, y este detecta automáticamente y en continuo el nivel de señal amplificada. Esta señal se recoge por medio de un circuito integrador y se utiliza para accionar el cierre del resto de las etapas de amplificación del detector. Luego se procedió a obtener los resultados en pantalla.

3.3.2 Determinación del número de Coliformes totales y termotolerantes (Número Más Probable - NMP)

Prueba presuntiva

Se agitó vigorosamente la muestra por lo menos 20 veces para lograr una distribución uniforme de los microorganismos.

Se prepararon las diluciones, con una pipeta estéril tomar una alícuota de 1 mL de la muestra original y se llevó a uno de los tubos conteniendo 9 mL de agua de dilución estéril, obteniendo de esta manera una dilución de 10^{-1} . Se agitó el tubo de la dilución 10^{-1} y con otra pipeta estéril se tomó una alícuota de 1 mL y se llevó a otro tubo con 9 mL de agua de dilución estéril para obtener una dilución de 10^{-2} .

Se procedió de la misma manera hasta obtener una dilución de 10^{-3} o hasta donde sea necesario.

Se inoculó asépticamente con 1 mL de muestra, tubos de fermentación conteniendo caldo lauril triptosa, a partir de las últimas 3 diluciones y conservar todas las anteriores en refrigeración por si se requiere su utilización posterior.

Se incubó todos los tubos a una temperatura de 35 °C durante 24 horas.

Después de 24 horas de incubación se efectuó la primera lectura para observar si hay tubos positivos, es decir, con producción de ácido, si el medio contiene un indicador de pH, turbidez y producción de gas en el interior de la campana Durham.

Al hacer esta verificación es importante asegurarse que la producción de gas sea resultado de la fermentación de la lactosa, en cuyo caso se observará turbidez en el medio de cultivo, y no confundir con burbujas de aire.

Para evitar este tipo de confusiones es recomendable revisar las campanas Durham antes de proceder a la inoculación y desechar aquellos tubos cuyas campanas contengan burbujas de aire ó de alguna manera eliminar éstas y así poder utilizarlos.

En caso de no apreciarse crecimiento en el resto de los tubos, continuarán en incubación 24 horas más.

Después de 48 horas ($\pm 2h$) a partir de la inoculación, se realizó la lectura final.

Si pasadas 48 h no se apreció crecimiento ni producción de gas, los tubos se tomaron como negativos.

Prueba confirmatoria para Coliformes totales.

Se realizó a partir de cada uno de los tubos que han resultado positivos en la prueba presuntiva, agitándolos para homogeneizar, inoculando con tres asadas los tubos conteniendo caldo Lactosa Bilis Verde Brillante (LBVB).

Se incubaron durante 48 ± 3 h a $35 \pm 0,5$ °C.

Después de la incubación se observó la presencia de turbidez y de gas.

Prueba confirmatoria para Coliformes termotolerantes.

A partir de cada uno de los tubos que han resultado positivos en la prueba presuntiva, se agitó para homogeneizar y se inoculó con tres asadas tubos conteniendo caldo E.C. (*Escherichia coli*).

Se incubaron durante 24 horas a $44,5 \pm 0,2$ °C y después de este período, se observó presencia de turbidez y gas.

3.3.3 Determinación del Impacto Ambiental

Se analizaron los resultados de las pruebas físicas, químicas y microbiológicas, y de esta manera se determinó el impacto ambiental por el Vertimiento de Aguas Residuales al Dren 2000 sobre la Calidad de Agua Intermareal del Distrito de San José, teniendo en cuenta los Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de plantas de tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales descritos en el Decreto Supremo N°003-2010-MINAM, y los valores

de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA) descritos en el Decreto Supremo N°015-2015-MINAM.

3.4 ANALISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

Finalizada la etapa de investigación de campo y documental, se procedió al análisis e interpretación de los datos recogidos. Los datos se ordenaron en cuadros en la hoja de cálculo Excel del Microsoft Office (2010), con las cuales se generaron gráficos.

Para determinar diferencias significativas entre los parámetros por zonas de muestreo y entre muestreos, se aplicó el análisis de varianza para un diseño mixto encajado (Sokal and Rohlf, 2012):

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Una medición cualquiera.

U : Promedio verdadero.

A_i : Efecto del nivel estaciones de muestreo.

B_j : Efecto de los muestreos.

E_{ijk} : Error experimental

Se plantearon las hipótesis:

H_0 : Las mediciones de los parámetros no difieren entre estaciones de muestreo ni entre muestreos.

H_1 : Las mediciones de los parámetros difieren entre estaciones de muestreo ni entre muestreos.

Las decisiones se tomaron de acuerdo a lo siguiente:

Aceptar H_0 si P es mayor que 0,05.

Aceptar H_1 si p es menor o igual que 0,05.

Luego, a fin de establecer si los valores de los parámetros difieren de los Límites Máximos Permisibles – Estándares de Calidad de Agua, se aplicó la prueba de t de igualdad de medias, planteándose las hipótesis:

H_0 : Los valores de los parámetros medidos en las estaciones de muestreo son menores o iguales que los valores permitidos.

H_1 : Los valores de los parámetros medidos en las estaciones de muestreo son mayores que los valores permitidos.

Planteándose la reglas de decisiones:

Aceptar H_0 si T_c es menor o igual que T_t .

Aceptar H_1 si T_c es mayor que T_t .

Todos los análisis estadísticos fueron procesados con una Computadora Hp utilizando el programa Excel y el paquete computacional Minitab 17, siendo el nivel de significación de 0,05.

IV. RESULTADOS

4.1 Características Físico-químicas de las aguas del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

4.1.1 Temperatura

En la Estación de muestreo 100 metros antes del Vertimiento a la zona Intermareal (E4), las temperaturas del agua variaron desde 20 °C hasta 24 °C, encontrándose por encima del límite máximo permitido ($< 20\text{ °C}$); sin embargo, en las estaciones 100 metros dentro de la ribera del mar (E5), 100 metros a la izquierda (E6) y 100 metros a la derecha (E7) del vertimiento, las temperaturas fueron muy similares, variaron de 18 °C a 19 °C y estuvieron por debajo de las ECAs ($< 20\text{ °C}$); en tanto, en las estaciones 100 metros antes de la descarga de canal (E1), dentro del canal de descarga de la laguna de oxidación (E2) y 100 metros después de descarga (E3), las temperaturas oscilaron entre 21 y 23 °C, siendo menores del LMP ($< 35\text{ °C}$) (Tabla 2). Las temperaturas medias superficiales del agua se mantienen por encima de 20 °C mientras discurren por el dren 2000, disminuyendo su valor por debajo de este nivel en las estaciones de la zona intermareal de San José (Figura N° 6).

El análisis de variancia determinó que existieron diferencias significativas entre las temperaturas de las estaciones de muestreo y entre muestreos ($p < 0,05$).

La prueba de t para las diferentes estaciones evidenciaron que los niveles térmicos del Dren 2000 y en la zona Intermareal de San José se encontraron por debajo de los valores normales ($T_c < T_t$) (Tabla 3).

Tabla 2. Valores de Temperatura superficial del agua (°C) de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Estación de muestreo	Lugar	V. N. / LMP	Valores de Temperatura (°C)			
			1er Muestreo	2do Muestreo	3er Muestreo	4to Muestreo
E1	100 m antes de descarga de canal	< 35 °C	21	22	21	22
E2	Canal descarga laguna oxidación	< 35 °C	22	23	23	23
E3	100 m después de descarga de canal	< 35 °C	21	22	21	22
E4	Vertimiento a la zona Intermareal	< 20°C	20	21	23	24
E5	100 m dentro de la ribera del mar	< 20°C	18	18	19	19
E6	100 m izquierda vertimiento	< 20°C	18	18	19	19
E7	100 m derecha del vertimiento	< 20°C	18	18	19	19

Fuente: Elaboración propia

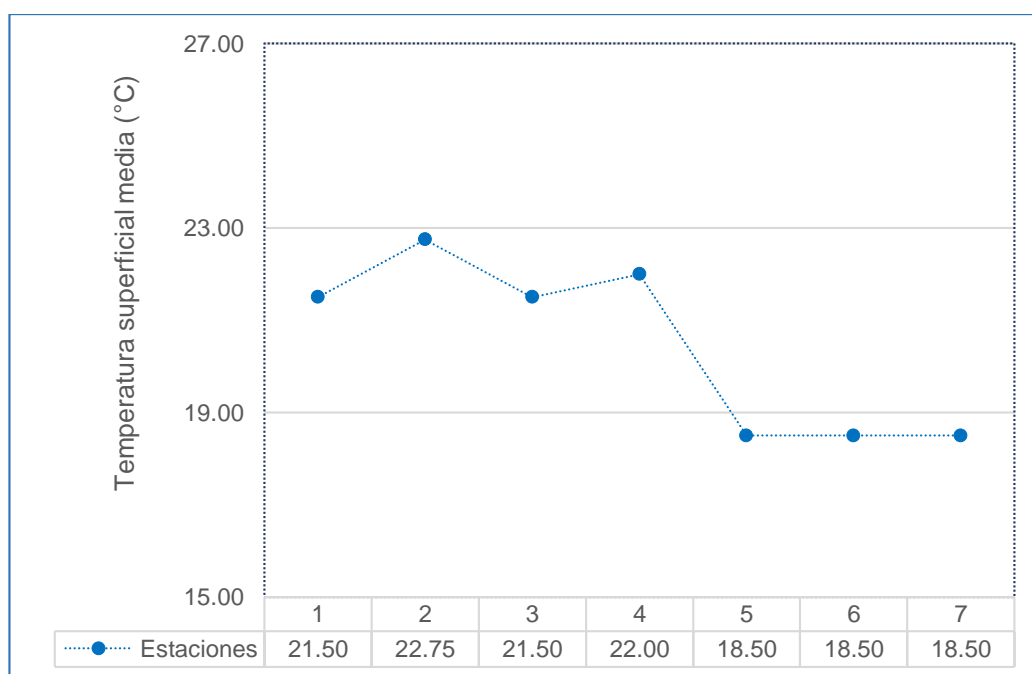


Figura N° 6. Variaciones de temperatura media superficial del agua (°C) de las muestras en las estaciones de muestreo del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Tabla 3. Prueba de t para comparar la Temperatura en el agua (°C) de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque con la media hipotética setiembre-diciembre 2016.

	Estación 1	Estación 2 y 3	Estación 4	Estación 5, 6 y 7
media hipotética	35°C	35°C	20°C	20°C
media	21,50°C	22,13°C	22,00°C	18,50
Valor Tc	-46,77	-43,64	2,19	-9,95
Valor Tt	2,35	1,89	2,35	1,80

Fuente: Elaboración propia

Tc: valor de prueba t calculada, Tt: valor de t de tablas

4.1.2 pH

Los valores de pH, en general, alcanzaron valores superiores a 7 y muy cercanos entre estaciones y muestreos. Sus niveles oscilaron entre 6,8 y 8,4, los mismos que se ubicaron en el rango de los valores permitidos (6,5 – 8,5) (Tabla 4). Observándose también, que el pH promedio de las estaciones de muestreo, tiende a disminuir desde el inicio de las estaciones de muestreo en el dren 2000 hasta las estaciones ubicadas en el Intermareal de San José (Figura N° 7).

A través del análisis de variancia se determinó que existen diferencias significativas de sus valores entre muestreos y estaciones de muestreo ($p < 0,05$).

Tabla 4. Valores del potencial de hidrógeno de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Estación de muestreo	Lugar	V. N. / LMP	Valores de pH			
			1er Muestreo	2do Muestreo	3er Muestreo	4to Muestreo
E1	100 m antes de descarga de canal	6.8 - 8.5	7.4	7.4	7.3	8.1
E2	Canal descarga laguna oxidación	6.8 - 8.5	7.4	7.6	7.9	8.4
E3	100 m después de descarga de canal	6.8 - 8.5	7.4	7.8	7.6	8.2
E4	Vertimiento a la zona intermareal	6.8 - 8.5	7.3	7.5	7.4	8.2
E5	100 m dentro de la ribera del mar	6.8 - 8.5	6.9	7.2	7.3	7.7
E6	100 m izquierda vertimiento	6.8 - 8.5	6.8	7.3	7.6	8.0
E7	100 m derecha del vertimiento	6.8 - 8.5	6.8	7.2	7.1	7.8

Fuente: Elaboración propia

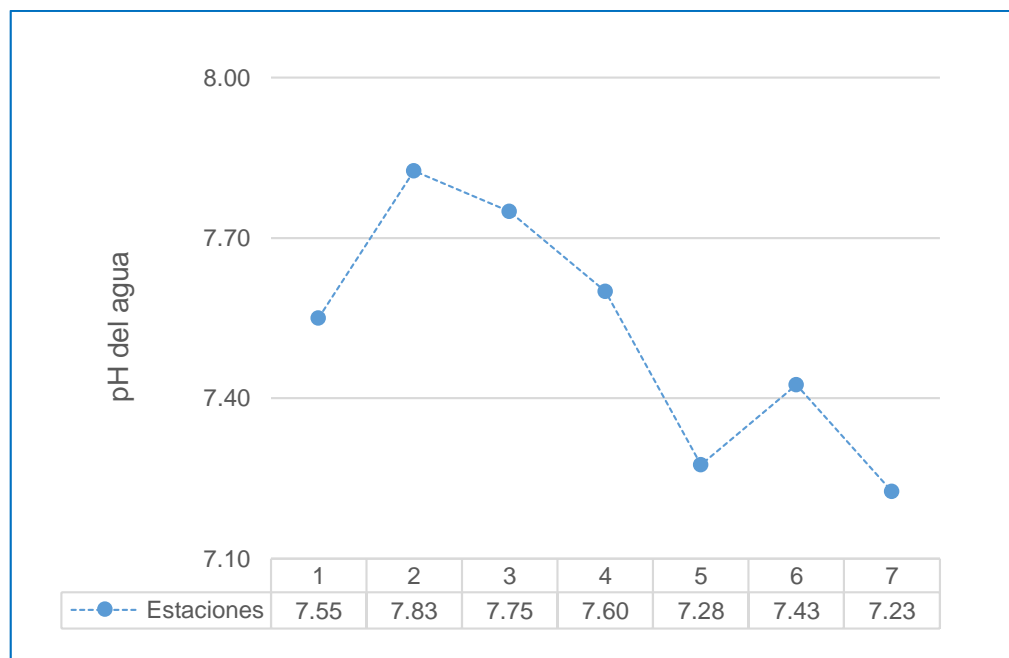


Figura N° 7. Variaciones del pH medio del agua de las estaciones de muestreo del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

4.1.3 Conductividad Eléctrica

La conductividad eléctrica alcanzó mayores valores en las estaciones de muestreo ubicadas en el ambiente marino: 100 metros dentro de la ribera del mar (E5), 100 m a la izquierda del vertimiento (E6) y 100 m a la derecha del vertimiento (E7), y con un rango que varió de 4100 a 4530 uS/cm; muy cerca de estos valores estuvo la Estación 100 metros antes del vertimiento a la zona intermareal (E4): 3750 a 4005 uS/cm; en cambio, en las otras estaciones de muestreo fueron inferiores, oscilando entre 1 380 y 2 700 uS/cm (Tabla 5).

La tendencia de los valores fue a aumentar desde el inicio de las estaciones en el dren 2000 hasta las estaciones ubicadas en el Intermareal de San José (Figura N° 8).

El análisis de variancia determinó que existen diferencias significativas entre estaciones de muestreo ($p < 0,05$), pero no entre muestreos ($p > 0,05$).

Tabla 5. Valores de la Conductividad eléctrica de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Estaciones de muestreo	Lugar	Unidad	Valores de Conductividad eléctrica (uS/cm)			
			1er Muestreo	2do Muestreo	3er Muestreo	4to Muestreo
E1	100 m antes de descarga de canal	uS/cm	2400	2450	2400	2120
E2	Canal descarga laguna oxidación	uS/cm	1380	1395	1400	1420
E3	100 m después de descarga de canal	uS/cm	2700	2695	2600	2005
E4	Vertimiento a la zona Intermareal	uS/cm	3835	4005	3950	3750
E5	100 m dentro de la ribera del mar	uS/cm	4415	4210	4300	4530
E6	100 m izquierda del vertimiento	uS/cm	4155	4175	4100	4420
E7	100 m derecha del vertimiento	uS/cm	4350	4180	4250	4420

Fuente: Elaboración propia

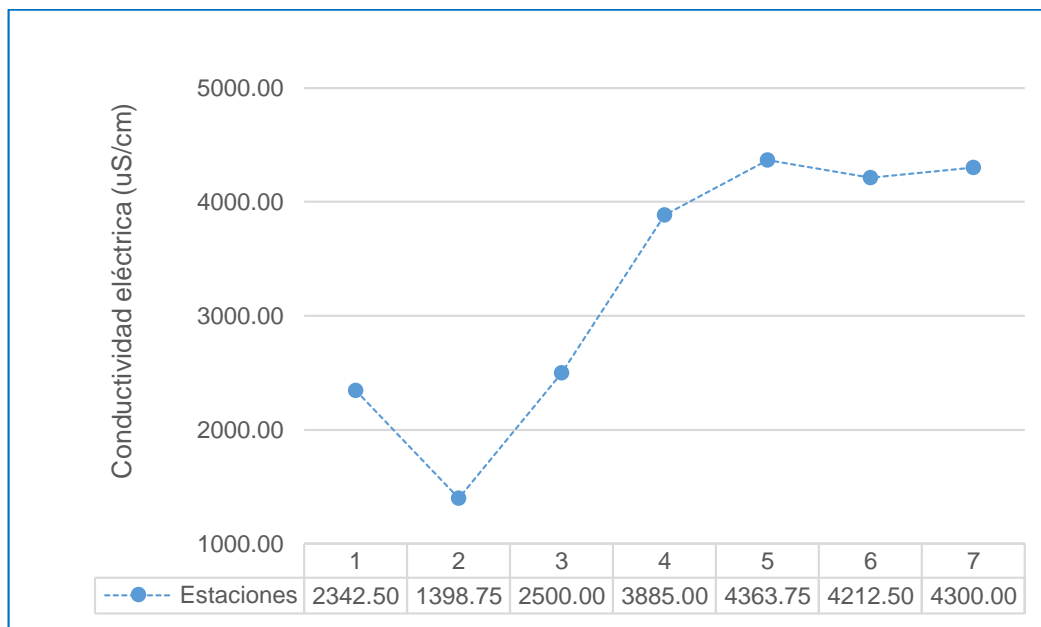


Figura N° 8. Variaciones de la Conductividad eléctrica media del agua de las muestreo del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

4.1.4 Sólidos suspendidos totales

En cuanto a este parámetro, las estaciones de muestreo se alinearon en dos agrupamientos: el primero, con valores altos de sólidos suspendidos, que superaron los valores permitidos de 30 mg/L y que variaron de 278,96 a 339,30 mg/L, correspondiendo a las estaciones E4, E5, E6 y E7; y el segundo, con concentraciones menores de sólidos suspendidos, entre 62,77 y 78,43 mg/L, que no superaron el LMP de 150 mg/L, que comprendió a las estaciones E1, E2 y E3 (Tabla 6).

Los sólidos suspendidos totales medios del agua de las estaciones 1, 2 y 3 son menores a los valores de las estaciones 4, 5, 6 y 7 (Figura N° 9).

Los valores manifestaron diferencias significativas entre estaciones de muestreo ($p < 0,05$), pero no entre muestreos ($p > 0,05$).

La prueba de t evidenció que para las estaciones E1, E2 y E3, los valores son menores que el LMP de 150 mg/L ($T_c < T_t$) en cambio, para las estaciones E4, E5, E6 y E7, los valores son mayores a los valores normales de 30 mg/L ($T_c > T_t$) (Tabla 7).

Tabla 6. Valores de sólidos suspendidos totales de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Estaciones de muestreo	Lugar	Unidad	V. N. / LMP	Valores de sólidos suspendidos totales (mg/L)			
				1er Muestreo	2do Muestreo	3er Muestreo	4to Muestreo
E1	100 m antes de descarga de canal	mg/L	150	62,77	64,29	62,87	64,37
E2	Canal descarga laguna oxidación	mg/L	150	73,33	70,22	71,56	78,43
E3	100 m después de descarga de canal	mg/L	150	68,29	69,82	69,99	71,90
E4	Vertimiento a la zona Intermareal	mg/L	30	279,66	296,46	278,96	298,46
E5	100 m dentro de la ribera del mar	mg/L	30	339,30	310,70	320,70	305,60
E6	100 m izquierda vertimiento	mg/L	30	333,93	303,10	303,63	303,50
E7	100 m derecha del vertimiento	mg/L	30	331,74	300,90	301,74	301,90

Fuente: Elaboración propia

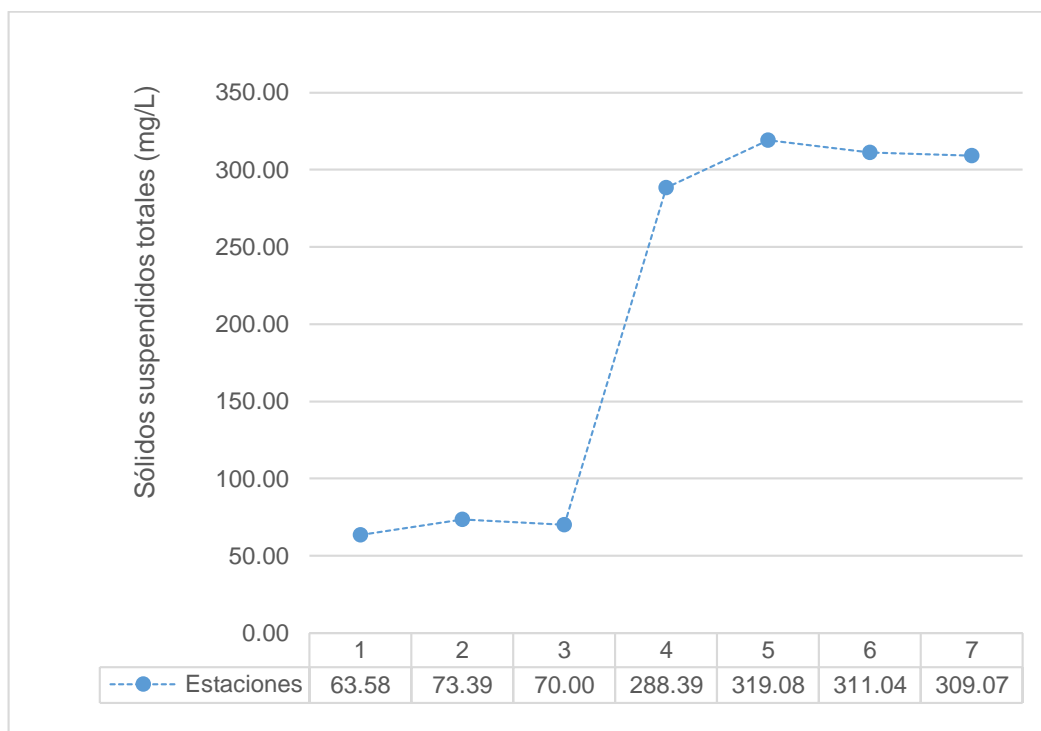


Figura N° 9. Variaciones de sólidos suspendidos totales medios del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Tabla 7. Prueba de t para comparar las concentraciones de Sólidos suspendidos totales del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.

	Sólidos suspendidos totales (mg/L)			
	Estación 1	Estación 2 y 3	Estación 4	Estación 5, 6 y 7
media hipotética	150,00	150,00	30,00	30,00
media	63,58	71,69	288,38	313,06
Valor Tc	-197,91	-70,91	49,15*	68,22*
Valor Tt	2,35	1,89	2,35	1,80

Fuente: Elaboración propia

Tc: valor de prueba t calculada, Tt: valor de t de tablas.

4.1.5 Oxígeno Disuelto

El oxígeno disuelto en el agua, evidenció que las estaciones ubicadas en el intermareal: E5, E6 y E7, ostentaron concentraciones, que en general, superaron los 4 mg/L (valores normales), siendo su rango de 3,86 a 5,5 mg/L. Las demás estaciones presentaron concentraciones menores a los valores normales, debiendo anotarse que la E4 registró valores entre 3,41 y 3,92, mientras que las estaciones E1, E2 y E3, observaron valores que fluctuaron entre 0,94 y 1,78 mg/L (Tabla 8).

El comportamiento de la concentración de oxígeno disuelto en el agua, incrementó su valor desde el inicio de las estaciones de muestreo en el dren 2000, hasta las estaciones ubicadas en el Intermareal de San José, donde se observaron los mayores valores (Figura N° 10).

Los valores observados presentaron diferencias estadísticas significativas entre estaciones de muestreo ($p < 0,05$), mas no entre muestreos ($p > 0,05$).

Al aplicar la prueba de t, se encontró que los valores de oxígeno disuelto en el agua en las estaciones E1, E2, E3 y E4, son menores que valores normales (LMP – ECAs) que es mayor de 4 mg/L ($T_c < T_t$); mientras que en las estaciones de muestreo E5, E6 y E7, son mayores que el límite antes indicado ($T_c > T_t$) (Tabla 9).

Tabla 8. Valores de oxígeno disuelto de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Estaciones de muestreo	Lugar	Unidad	V. N. / LMP	Valores de Oxígeno disuelto (mg/L)			
				1er Muestreo	2do Muestreo	3er Muestreo	4to Muestreo
E1	100 m antes de descarga de canal	mg/L	> 4	1,14	0,99	0,94	0,99
E2	Canal descarga laguna oxidación	mg/L	> 4	1,51	1,37	1,78	1,48
E3	100 m después de descarga de canal	mg/L	> 4	1,62	1,24	1,68	1,23
E4	Vertimiento a la zona intermareal	mg/L	> 4	3,92	3,41	3,42	3,41
E5	100 m dentro de la ribera del mar	mg/L	> 4	5,20	5,50	4,80	4,90
E6	100 m izquierda vertimiento	mg/L	> 4	4,59	3,91	4,01	3,71
E7	100 m derecha del vertimiento	mg/L	> 4	4,02	4,12	4,42	3,86

Fuente: Elaboración propia

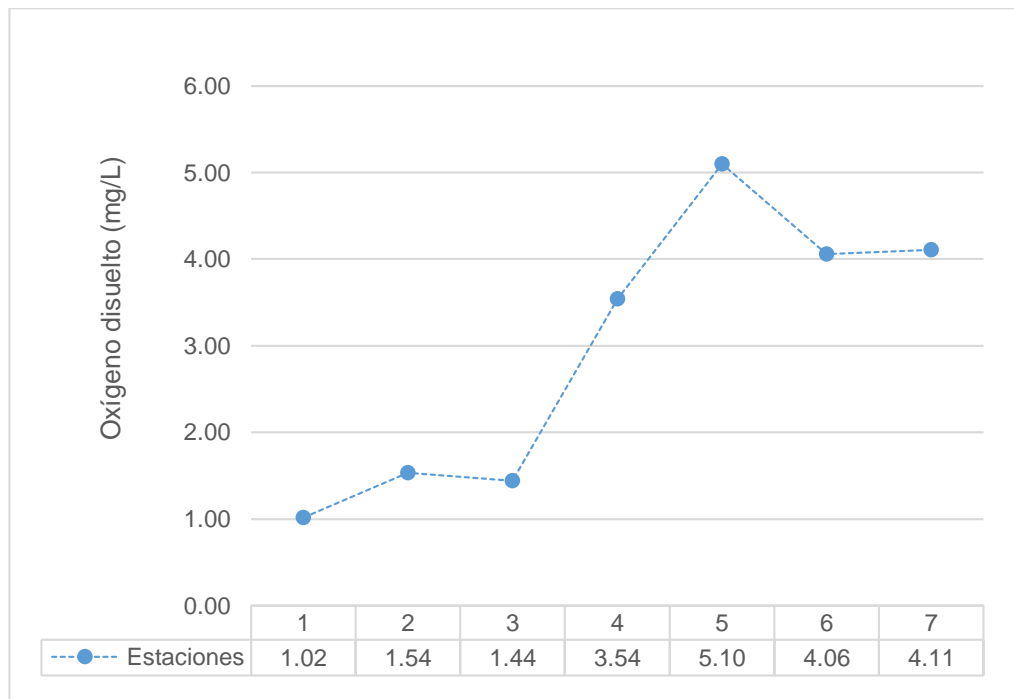


Figura N° 10. Variaciones de oxígeno disuelto medios del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Tabla 9. Prueba de t para comparar las concentraciones de oxígeno disuelto del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.

	Oxígeno disuelto (mg/L)			
	Estación 1	Estación 2 y 3	Estación 4	Estación 5, 6 y 7
media hipotética (mg/L)	< 4	< 4	< 4	< 4
media (mg/L)	1,01	1,45	3,54	4,42
Valor Tt	-68,94	-35,38	-3,63	2,52*
Valor Tc	2,35	1,89	2,35	1,80

Fuente: Elaboración propia

Tc: valor de prueba t calculada, Tt: valor de t de tablas.

4.1.6 Demanda Bioquímica y Química de Oxígeno

En lo que se refiere a la Demanda Bioquímica de Oxígeno, se observa que en las estaciones ubicadas en la zona intermareal, como la E5, E6 y E7, las demandas bioquímicas fueron inferiores a 2 mg/L, muy por debajo de los valores normales (10 mg/L); situación que también se presentó en la estación E1, cuyos valores estuvieron entre 82,23 y 89,90 mg/L, siendo el LMP de 100 mg/L. Las demás estaciones de muestreo, superaron el LMP, siendo necesario señalar que la E4 presentó valores entre 33,71 y 46,75 mg/L (ECAs: 10 mg/L) y las estaciones E2 y E3 entre 107,80 y 147,20 mg/L (LMP: 100 mg/L) (Tabla 10).

La tendencia de la demanda bioquímica de oxígeno promedio fue a disminuir su valor desde el inicio de las estaciones de muestreo en el dren 2000, hacia las estaciones ubicadas en el intermareal (Figura N° 11).

El análisis de variancia determinó que existen diferencias significativas de sus valores entre estaciones de muestreo ($p < 0,05$), mas no entre muestreos ($p > 0,05$).

Por otro lado, estadísticamente a través de la prueba de t, se estableció que los valores de la demanda bioquímica de oxígeno, fueron menores a los valores normales (LMP - ECAs) en las estaciones E1, E5, E6 y E7; en cambio, para las estaciones E2, E3 y E4, sus valores fueron mayores a los valores normales (LMP - ECAs) (Tabla 11).

Tabla 10. Valores de la demanda bioquímica de oxígeno de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Estaciones de muestreo	Lugar	Unidad	V. N. / LMP	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)			
				1er muestreo	2do muestreo	3er muestreo	4to muestreo
E1	100 m antes de descarga de canal	mg/L	100	86,23	86,93	82,23	89,9
E2	Canal descarga laguna oxidación	mg/L	100	116,5	119,8	107,8	125,6
E3	100 m después de descarga de canal	mg/L	100	126,49	138,2	128,72	147,2
E4	Vertimiento a la zona intermareal	mg/L	10	46,71	35,1	33,71	35,6
E5	100 m dentro de la ribera del mar	mg/L	10	1,89	1,9	1,92	1,9
E6	100 m izquierda vertimiento	mg/L	10	1,94	1,94	1,9	1,93
E7	100 m derecha del vertimiento	mg/L	10	1,9	1,86	1,89	1,87

Fuente: Elaboración propia

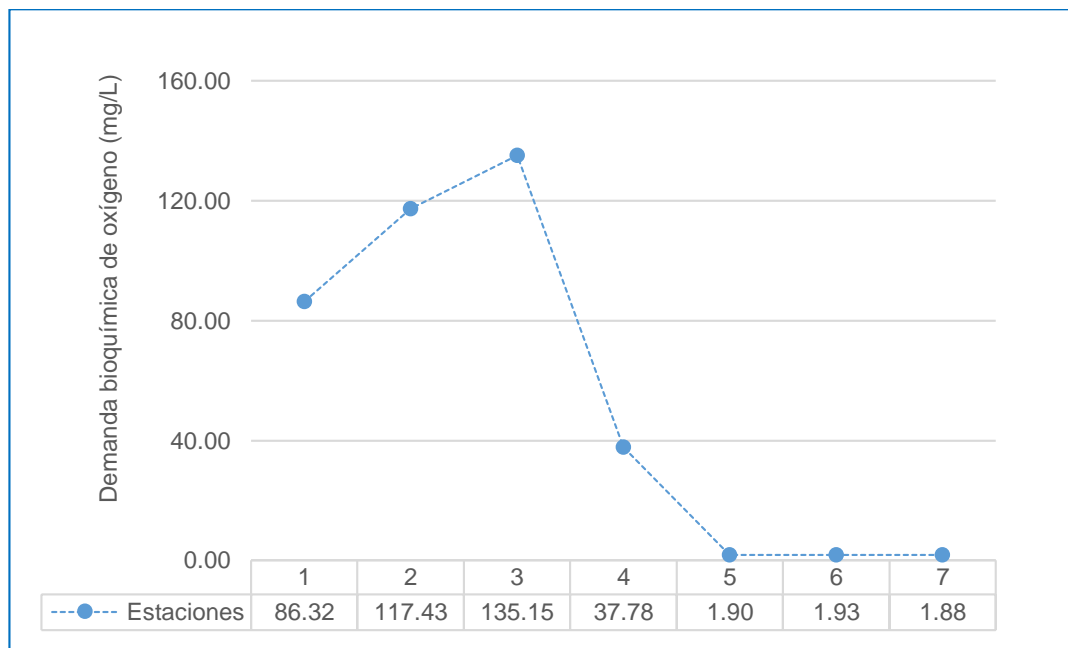


Figura N° 11. Variaciones de demanda bioquímica del oxígeno medios del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Tabla 11. Prueba de t para comparar las concentraciones de demanda bioquímica de oxígeno del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.

	Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)			
	Estación 1	Estación 2 y 3	Estación 4	Estación 5, 6 y 7
media hipotética (mg/L)	100	100	10	10
media (mg/L)	86,32	126,29	37,78	1,90
Valor Tt	-8,66	6,03*	9,25*	-1106,59
Valor Tc	2,35	1,89	2,35	1,80

Fuente: Elaboración propia

Tc: valor de prueba t calculada, Tt: valor de t de tablas.

Respecto a la Demanda Química de Oxígeno, solo la estación E1 presentó valores por debajo del Límite Máximo Permisible de 200 mg/L, oscilando entre 118,71 y 134,51 mg/L. Las demás estaciones estuvieron por encima de los LMP, siendo que en la E2 sus valores fluctuaron entre 256,90 y 277,90 mg/L (LMP: 200 mg/L); en la estación E3, entre 194,32 y 209,36 mg/L (LMP: 200 mg/L); siendo que las estaciones E4, E5, E6 y E7, presentaron valores entre 53,88 y 77,38 mg/L, para los valores normales de 20 mg/L (Tabla 12). La demanda química de oxígeno promedio fue disminuyendo su valor desde el inicio de las estaciones en el dren 2000 hasta las estaciones ubicadas en el intermareal (Figura N° 12).

Los valores de demanda química de oxígeno presentaron diferencias significativas entre estaciones de muestreo y entre muestreos ($p < 0,05$).

Mediante la prueba de t, se estableció que los valores de demanda química de oxígeno de la estación E1 fueron menores a los LMP y a los ECAs ($T_c < T_t$); en cambio, en las demás estaciones, sus valores fueron mayores que este ($T_c > T_t$) (Tabla 13).

Tabla 12. Valores de la demanda química de oxígeno de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Estaciones de muestreo	Lugar	Unidad	V. N. / LMP	Demanda Química de Oxígeno (mg/L)			
				1er Muestreo	2do Muestreo	3er Muestreo	4to Muestreo
E1	100 m antes de descarga de canal	mg/L	200	134,51	123,71	129,51	118,71
E2	Canal descarga laguna oxidación	mg/L	200	277,9	268,7	256,9	270,5
E3	100 m después de descarga de canal	mg/L	200	209,36	194,32	199,32	199,92
E4	Vertimiento a la zona intermareal	mg/L	20	72,18	77,38	72,88	77,34
E5	100 m dentro de la ribera del mar	mg/L	20	71,87	70,27	69,88	68,89
E6	100 m izquierda vertimiento	mg/L	20	67,53	57,52	67,58	57,82
E7	100 m derecha del vertimiento	mg/L	20	65,58	53,88	62,88	58,98

Fuente: Elaboración propia

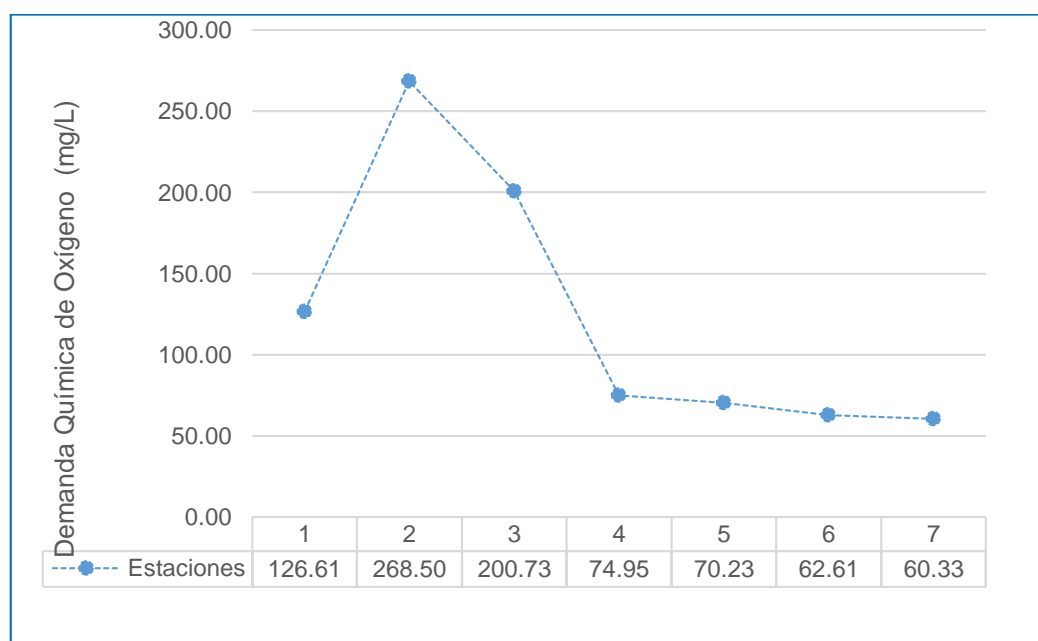


Figura N°12. Variaciones de la demanda química de oxígeno medios del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Tabla 13. Prueba de t para comparar las concentraciones de demanda química de oxígeno del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.

	Demanda Química de Oxígeno (mg/L)			
	Estación 1	Estación 2 y 3	Estación 4	Estación 5, 6 y 7
media hipotética (mg/L)	200	200	20	20
media (mg/L)	126,61	234,60*	74,94*	64,39*
Valor Tt	-21,36	2,65	39,20	25,67
Valor Tc	2,35	1,89	2,35	1,82

Fuente: *Elaboración propia*

Tc: valor de prueba t calculada, Tt: valor de t de tablas.

4.1.7 Aceites y Grasas

Las concentraciones de aceites y grasas en las aguas de las diferentes estaciones de muestreo, fueron inferiores a los valores normales (LMP – ECAs), apreciándose valores menores a 1 mg/L (0,81 a 0,95 mg/L) en E1, E4, E5, E6 y E7, de las cuales la primera tuvo 20 mg/L como LMP y las cuatro últimas tuvieron 5 mg/L como valor normal (ECAs). La estación E2 alcanzó los valores más altos entre 3,0 y 4,4 mg/L, seguida de cerca por la estación E3 con un rango de 1,8 a 2,9 mg/L (Tabla 14), siendo el LMP de 20 mg/L, para ambas estaciones. Los valores de aceites y grasas fueron bajos en la Estación E1 (100 metros antes de la descarga de la laguna en el Dren 2000), alcanzó el valor más alto en el canal de descarga de la laguna de oxidación (E2), disminuyó 100 metros después de la descarga en el Dren 2000 (E3), para alcanzar nuevamente valores bajos en las demás estaciones (Figura N° 13).

Las concentraciones de aceites y grasas presentaron diferencias estadísticas entre estaciones de muestreo ($p < 0,05$) y no entre muestreos ($p > 0,05$).

La prueba de t evidenció que las concentraciones de aceites y grasas de todas las estaciones de muestreo fueron menores que los valores normales (LMP – ECAs) (T_c menor que T_t) (Tabla 15).

Tabla 14. Valores de aceites y grasas de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Estaciones de muestreo	Lugar	Unidad	V.N. / LMP	Valores de aceites y grasas (mg/L)			
				1er Muestreo	2do Muestreo	3er Muestreo	4to Muestreo
E1	100 m antes de descarga de canal	mg/L	20	0,82	0,93	0,87	0,95
E2	Canal descarga laguna oxidación	mg/L	20	4,20	3,80	4,40	3,00
E3	100 m después de descarga de canal	mg/L	20	2,90	2,00	3,20	1,80
E4	Vertimiento a la zona intermareal	mg/L	5.0	0,90	0,88	0,93	0,89
E5	100 m dentro de la ribera del mar	mg/L	5.0	0,83	0,95	0,89	0,92
E6	100 m izquierda vertimiento	mg/L	5.0	0,92	0,90	0,92	0,94
E7	100 m derecha del vertimiento	mg/L	5.0	0,85	0,81	0,94	0,91

Fuente: *Elaboración propia*

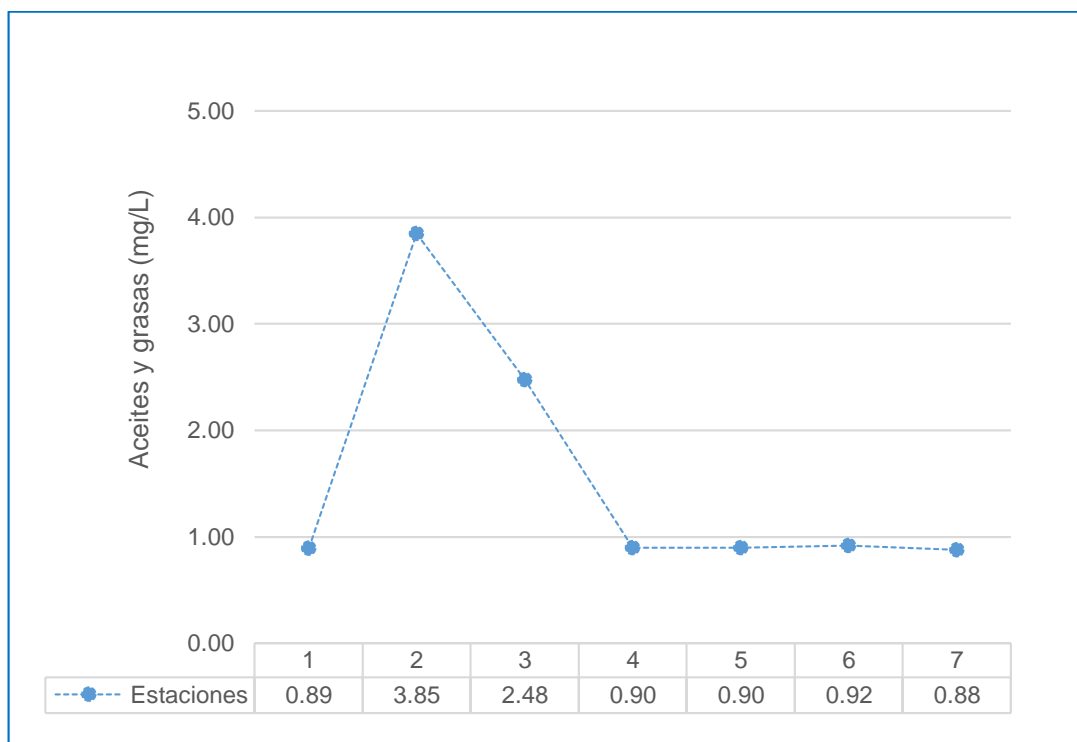


Figura N°13. Variaciones de aceites y grasas medios del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Tabla 15. Prueba de t para comparar las concentraciones de aceites y grasas del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.

	Aceites y grasas (mg/L)			
	Estación 1	Estación 2 y 3	Estación 4	Estación 5, 6 y 7
media hipotética (mg/L)	20	20	5	5
media (mg/L)	0,8925	3,163	0,900	0,898
Valor T	-646,72	-50,13	-379,59	-317,70
Valor Tc	2,35	1,89	2,35	1,80

Fuente: Elaboración propia

Tc: valor de prueba t calculada, Tt: valor de t de tablas.

4.1.8 Metales pesados

4.1.8.1 Arsénico

Las concentraciones de Arsénico, alcanzaron los valores más altos en las estaciones ubicadas en la zona intermareal: E5, E6 y E7, oscilando entre 0,612 y 0,672 mg/L, superando los valores normales de 0,036 mg/L. Las estaciones E1, E2 y E3 presentaron la misma concentración: 0,0058 mg/L y la E4 0,0059 mg/L, las mismas que estuvieron por debajo de los valores normales (Tabla 16 y figura N° 14).

El análisis de variancia manifestó diferencias significativas de sus valores entre estaciones de muestreo ($p < 0,05$), mas no entre muestreos ($p > 0,05$).

La prueba estadística de t, demostró que las concentraciones de Arsénico en las E1, E2, E3 y E4, fueron menores que los valores normales ($T_c < T_t$); mientras que las concentraciones de las estaciones E5, E6 y E7, fueron mayores que los valores normales ($T_c > T_t$) (Tabla 17).

Tabla 16. Valores del metal Arsénico de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Estaciones de muestreo	Lugar	Símbolo	Unidad	V. N.	Valores de Arsénico (mg/L)			
					1er Muestreo	2do Muestreo	3er Muestreo	4to Muestreo
E1	100 m antes de descarga de canal	As	mg/L	0.036	0,0058	0,0058	0,0058	0,0058
E2	Canal descarga laguna oxidación	As	mg/L	0.036	0,0058	0,0058	0,0058	0,0058
E3	100 m después de descarga de canal	As	mg/L	0.036	0,0058	0,0058	0,0058	0,0058
E4	Vertimiento a la zona intermareal	As	mg/L	0.036	0,0059	0,0059	0,0059	0,0059
E5	100 m dentro de la ribera del mar	As	mg/L	0.036	0,629	0,632	0,612	0,62
E6	100 m izquierda vertimiento	As	mg/L	0.036	0,661	0,651	0,646	0,672
E7	100 m derecha del vertimiento	As	mg/L	0.036	0,625	0,624	0,634	0,629

Fuente: Elaboración propia

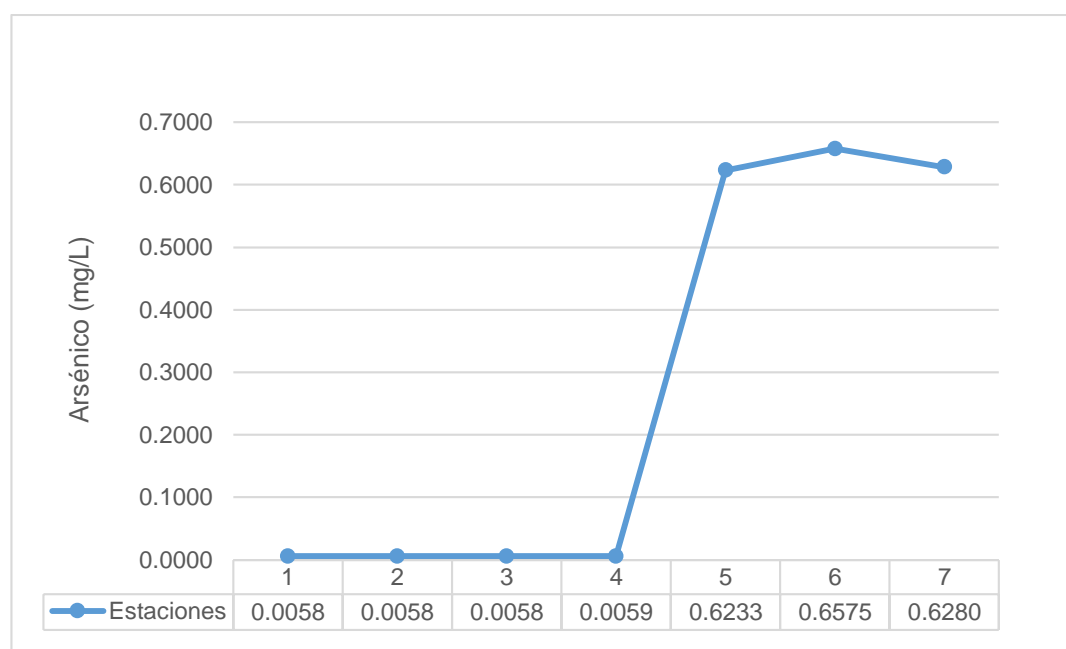


Figura N° 14. Variaciones del metal arsénico medios del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Tabla 17. Prueba de t para comparar las concentraciones del metal arsénico del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.

	Arsénico (mg/L)			
	Estación 1	Estación 2 y 3	Estación 4	Estación 5, 6 y 7
media hipotética (mg/L)	0,036	0,036	0,036	0,036
media (mg/L)	0,006	0,006	0,006	0,636
Valor Tc	0,001	0,002	0,001	117,240*
Valor Tt	2,35	1,89	2,3534	1,80

Fuente: *Elaboración propia*

Tc: valor de prueba t calculada, Tt: valor de t de tablas.

4.1.8.2 Cadmio

Los niveles de Cadmio oscilaron entre 0,0019 y 0,0023 mg/L, en todas las estaciones de muestreo, encontrándose por debajo del valor normal de 0,0088 mg/L (Tabla 18 y Figura N° 15).

Los valores de cadmio presentaron diferencias significativas entre estaciones de muestreos ($p < 0,05$), no así entre muestreos ($p < 0,05$).

Estadísticamente, mediante la prueba de t, se evidenció que las concentraciones de Cadmio de todas las estaciones de muestreo fueron menores que los valores normales ($T_c < T_t$) (Tabla 19).

Tabla 18. Valores del metal cadmio de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Estaciones de muestreo	Lugar	Símbolo	Unidad	V.N.	Valores de Cadmio (mg/L)			
					1er Muestreo	2do Muestreo	3er Muestreo	4to Muestreo
E1	100 m antes de descarga de canal	Cd	mg/L	0.0088	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023
E2	Canal descarga laguna oxidación	Cd	mg/L	0.0088	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019
E3	100 m después de descarga de canal	Cd	mg/L	0.0088	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023
E4	Vertimiento a la zona intermareal	Cd	mg/L	0.0088	0,0022	0,0022	0,0022	0,0022
E5	100 m dentro de la ribera del mar	Cd	mg/L	0.0088	0,0022	0,0022	0,0022	0,0022
E6	100 m izquierda vertimiento	Cd	mg/L	0.0088	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021
E7	100 m derecha del vertimiento	Cd	mg/L	0.0088	0,0020	0,0020	0,0020	0,0020

Fuente: Elaboración propia

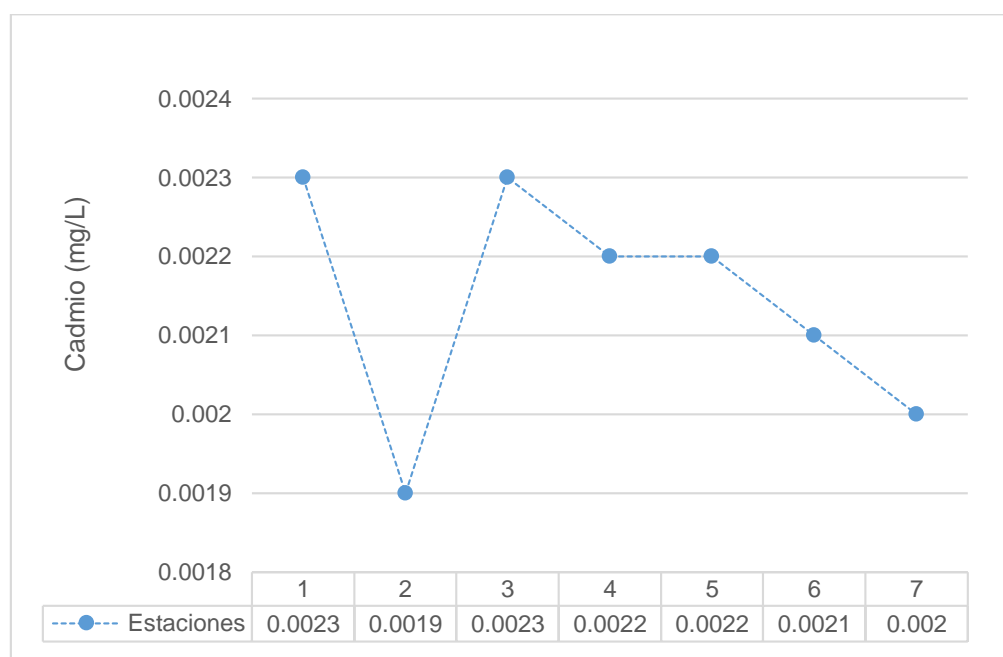


Figura N° 15. Variaciones del metal cadmio medios del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Tabla 19. Prueba de t para comparar las concentraciones del metal cadmio del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.

	Cadmio (mg/L)			
	Estación 1	Estación 2 y 3	Estación 4	Estación 5, 6 y 7
media hipotética (mg/L)	0,0088	0,0088	0,0088	0,0088
media (mg/L)	0,0023	0,0021	0,0022	0,0021
Valor Tc	0,000	-88,630	0,000	0,000
Valor Tt	2,35	1,89	2,35	1,80

Fuente: Elaboración propia

Tc: valor de prueba t calculada, Tt: valor de t de tablas.

4.1.8.3 Cobre

Solo las estaciones E6 y E7 superaron el valor normal de 0,050 mg/L, las mismas que se encontraron en la zona intermareal con valores entre 0,048 y 0,102 mg/L. Las demás estaciones ostentaron niveles entre 0,031 y 0,048 mg/L (Tabla 20 y figura N° 16).

Los valores de cobre presentaron diferencias significativas entre estaciones de muestreo ($p < 0,05$), no así entre muestreos ($p > 0,05$).

Las concentraciones de Cobre en las estaciones de muestreo E1, E2, E3, E4 y E5, fueron menores que el Valor Normal ($Tc < Tt$), mientras que los valores en las estaciones E6 y E7, fueron mayores que el Valor Normal ($Tc > Tt$) (Tabla 21).

Tabla 20. Valores del metal cobre de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Estaciones de muestreo	Lugar	Símbolo	Unidad	V. N.	Valores de cobre (mg/L)			
					1er Muestreo	2do Muestreo	3er Muestreo	4to Muestreo
E1	100 m antes de descarga de canal	Cu	mg/L	0.050	0,045	0,041	0,048	0,041
E2	Canal descarga laguna oxidación	Cu	mg/L	0.050	0,020	0,020	0,024	0,022
E3	100 m después de descarga de canal	Cu	mg/L	0.050	0,041	0,040	0,036	0,041
E4	Vertimiento a la zona intermareal	Cu	mg/L	0.050	0,032	0,037	0,044	0,031
E5	100 m dentro de la ribera del mar	Cu	mg/L	0.050	0,028	0,034	0,032	0,031
E6	100 m izquierda vertimiento	Cu	mg/L	0.050	0,058	0,061	0,048	0,058
E7	100 m derecha del vertimiento	Cu	mg/L	0.050	0,052	0,052	0,102	0,054

Fuente: Elaboración propia

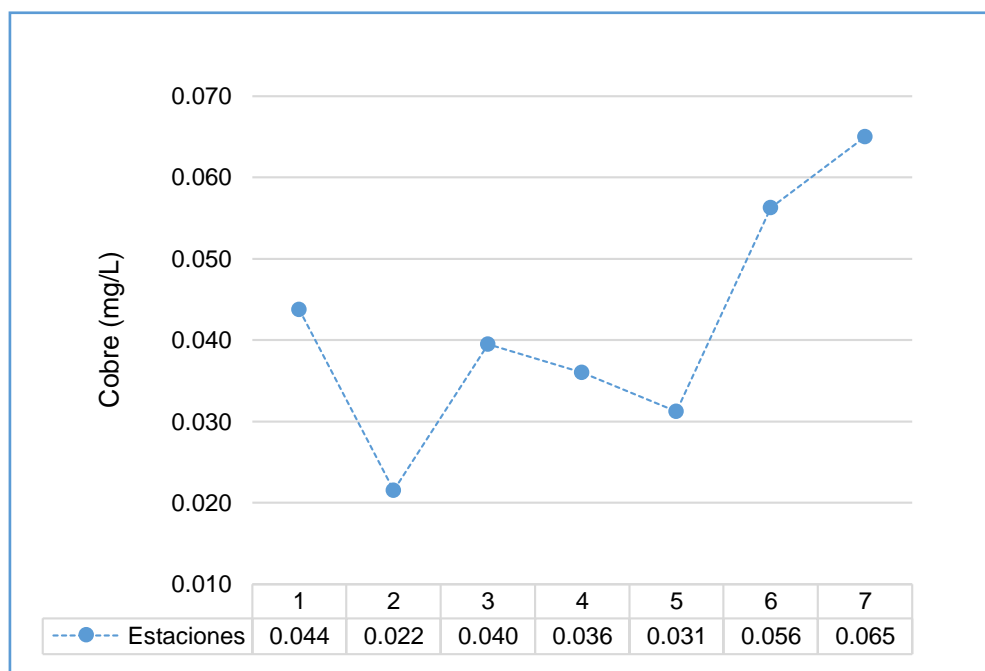


Figura N° 16. Variaciones del metal cobre medios del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Tabla 21. Prueba de t para comparar las concentraciones del metal cobre del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.

	Cobre (mg/L)			
	Estación 1	Estación 2 y 3	Estación 4	Estación 5, 6 y 7
media hipotética (mg/L)	0.,05	0,05	0,05	0,05
media (mg/L)	0,044	0,0305	0,036	0,220
Valor Tc	-3,67	-5,61	-4,71	2,30*
Valor Tt	2,35	1,89	2,35	1,80

Fuente: Elaboración propia

Tc: valor de prueba t calculada, Tt: valor de t de tablas.

4.1.8.4 Cromo

Los niveles de Cromo fueron inferiores al Límite Máximo Permisible de 0,050 mg/L, en todas las estaciones de muestreo, siendo que en las aguas de la estación E1 osciló entre 0,0180 y 0,0230 mg/L, mientras que las estaciones E2, E3, E4, E5, E6 y E7 presentaron el mismo nivel: 0,0019 mg/L (Tabla 22).

El análisis de varianza determinó que las concentraciones de Cromo evidenciaron diferencias significativas entre muestreos ($p < 0,05$), pero no entre estaciones de muestreo ($p > 0,05$).

A través de la prueba de t se determinó que las concentraciones de Cromo en todas las estaciones de muestreo, fueron menores que los valores normales ($T_c < T_t$) (Tabla 23).

Tabla 22. Valores del metal cromo de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Estaciones de muestreo	Lugar	Símbolo	Unidad	V.N.	Valores de cromo (mg/L)			
					1er Muestreo	2do Muestreo	3er Muestreo	4to Muestreo
E1	100 m antes de descarga de canal	Cr	mg/L	0.050	0,0210	0,0230	0,0290	0,0180
E2	Canal descarga laguna oxidación	Cr	mg/L	0.050	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019
E3	100 m después de descarga de canal	Cr	mg/L	0.050	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019
E4	Vertimiento a la zona intermareal	Cr	mg/L	0.050	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019
E5	100 m dentro de la ribera del mar	Cr	mg/L	0.050	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019
E6	100 m izquierda vertimiento	Cr	mg/L	0.050	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019
E7	100 m derecha del vertimiento	Cr	mg/L	0.050	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Prueba de t para comparar las concentraciones del metal cromo del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.

	Cromo (mg/L)			
	Estación 1	Estación 2 y 3	Estación 4	Estación 5, 6 y 7
media hipotética (mg/L)	0,05	0,05	0,05	0,05
media (mg/L)	0,023	0,0019	0,0019	0,0019
Valor Tc	-11,73	0,001	0,0001	0,0002
Valor Tt	2,35	1,89	2,35	1,80

Fuente: Elaboración propia

Tc: valor de prueba t calculada, Tt: valor de t de tablas.

4.1.8.5 Mercurio

Las aguas de todas las estaciones de muestreo presentaron niveles de Mercurio que superaron el valor normal de 0,0001 mg/L (Tabla 24 y Figura N° 17); observándose que en las estaciones ubicadas en el dren 2000, oscilaron entre 0,0005 mg/L en la E2 y 0,0009 mg/L en la E3, mientras que en las estaciones ubicadas en el intermareal, dos estaciones presentaron el mismo nivel de 0,0006 mg/L (E5 y E6) y la estación E7 0,0009 mg/L.

Los valores de Mercurio manifestaron diferencias significativas entre estaciones de muestreo ($p < 0,05$), no así entre muestreos ($p > 0,05$).

La prueba de t, ratificó estadísticamente, que las concentraciones de mercurio de todas las estaciones de muestreo fueron mayores al Valor Normal ($T_c > T_t$) (Tabla 25).

Tabla 24. Valores del metal mercurio de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Estaciones de muestreo	Lugar	Símbolo	Unidad	V.N.	Valores de mercurio (mg/L)			
					1er Muestreo	2do Muestreo	3er Muestreo	4to Muestreo
E1	100 m antes de descarga de canal	Hg	mg/L	0.0001	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007
E2	Canal descarga laguna oxidación	Hg	mg/L	0.0001	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
E3	100 m después de descarga de canal	Hg	mg/L	0.0001	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009
E4	Vertimiento a la zona intermareal	Hg	mg/L	0.0001	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008
E5	100 m dentro de la ribera del mar	Hg	mg/L	0.0001	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
E6	100 m izquierda vertimiento	Hg	mg/L	0.0001	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
E7	100 m derecha del vertimiento	Hg	mg/L	0.0001	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009

Fuente: Elaboración propia

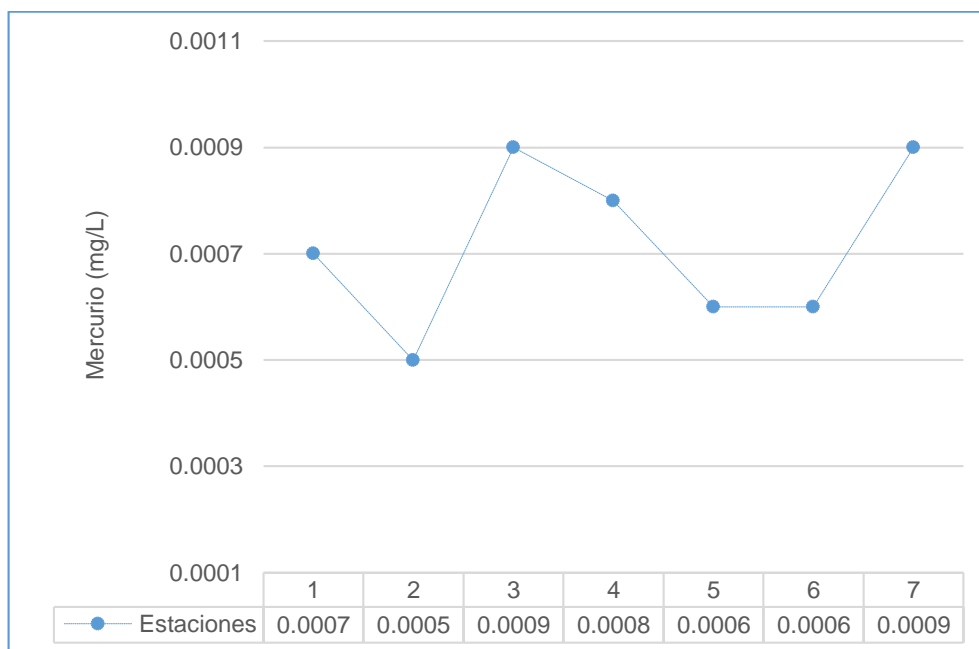


Figura N° 17. Variaciones del metal mercurio medios del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Tabla 25. Prueba de t para comparar las concentraciones del metal mercurio del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.

	Mercurio (mg/L)			
	Estación 1	Estación 2 y 3	Estación 4	Estación 5, 6 y 7
media hipotética (mg/L)	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
media (mg/L)	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007
Valor Tc	3,47	7,94	3,47	14,07
Valor Tt	2,3534	1,89	2,3534	1,80

Fuente: Elaboración propia

Tc: valor de prueba t calculada, Tt: valor de t de tablas.

4.1.8.6 Niquel

Las concentraciones de Niquel alcanzaron valores muy cercanos entre estaciones de muestreo, fluctuaron entre 0,0027 y 0,0030 mg/L y se encontraron por debajo del Valor Normal de 0,0082 mg/L (Tabla 26).

Sus valores no evidenciaron diferencias significativas entre estaciones de muestreo y entre muestreos ($p > 0,05$).

Por otro lado, las concentraciones de Niquel de todas las estaciones de muestreo fueron significativamente menores que el valor normal ($T_c < T_t$) (Tabla 27).

Tabla 26. Valores del metal niquel de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Estaciones de muestreo	Lugar	Símbolo	Unidad	V.N.	Valores de niquel (mg/L)			
					1er Muestreo	2do Muestreo	3er Muestreo	4to Muestreo
E1	100 m antes de descarga de canal	Ni	mg/L	0.0082	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027
E2	Canal descarga laguna oxidación	Ni	mg/L	0.0082	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028
E3	100 m después de descarga de canal	Ni	mg/L	0.0082	0,0029	0,0027	0,0028	0,0029
E4	Vertimiento a la zona intermareal	Ni	mg/L	0.0082	0,0030	0,0028	0,0030	0,0030
E5	100 m dentro de la ribera del mar	Ni	mg/L	0.0082	0,0029	0,0030	0,0030	0,0030
E6	100 m izquierda vertimiento	Ni	mg/L	0.0082	0,0030	0,0027	0,0030	0,0030
E7	100 m derecha del vertimiento	Ni	mg/L	0.0082	0,0029	0,0027	0,0029	0,0029

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Prueba de t para comparar las concentraciones del metal níquel del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.

	Níquel (mg/L)			
	Estación 1	Estación 2 y 3	Estación 4	Estación 5, 6 y 7
media hipotética (mg/L)	0,0082	0,0082	0,0082	0,0082
media (mg/L)	0,0027	0,00285	0,003	0,003
Valor Tt	0,002	-283,100	0,001	-368,200
Valor Tc	2,3534	1,89	2,3534	1,80

Fuente: Elaboración propia

Tc: valor de prueba t calculada, Tt: valor de t de tablas.

4.1.8.7 Plomo

De las cuatro estaciones de muestreo ubicadas en el Dren 2000, solo las concentraciones de Plomo de la estación E3 (100 metros después de la descarga del canal de la laguna de oxidación), estuvieron por encima del Valor Normal de 0,0081, estando sus valores entre 0,0560 y 0,0600 mg/L; en tanto las estaciones E1, E2 y E4, presentaron valores que estuvieron entre 0,0075 y 0,0079 mg/L.

En cambio, de las estaciones en el intermareal, las estaciones E5 y E6 presentaron los niveles más altos de Plomo, encontrándose entre 0,0910 y 0,1020 mg/L, superando el valor normal, mientras que la E7 observó valores entre 0,0078 y 0,0079 mg/L (Tabla 28 y Figura N° 18).

Los niveles de Plomo manifestaron diferencias significativas entre estaciones de muestreo ($p < 0,05$), pero no entre muestreos ($p > 0,05$).

A través de las prueba de t se establece que las concentraciones de Plomo de las estaciones de muestreo 1, 2, 3, 4 y 7, fueron menores que el valor normal ($T_c < T_t$) y en las estaciones de muestreo 5 y 6 fueron mayores ($T_c > T_t$) (Tabla 29).

Tabla 28. Valores del metal plomo de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Estaciones de muestreo	Lugar	Símbolo	Unidad	V.N.	Valores de plomo (mg/L)			
					1er Muestreo	2do Muestreo	3er Muestreo	4to Muestreo
E1	100 m antes de descarga de canal	Pb	mg/L	0.0081	0,0076	0,0075	0,0076	0,0076
E2	Canal descarga laguna oxidación	Pb	mg/L	0.0081	0,0077	0,0076	0,0077	0,0077
E3	100 m después de descarga de canal	Pb	mg/L	0.0081	0,0560	0,0560	0,0600	0,0590
E4	Vertimiento a la zona intermareal	Pb	mg/L	0.0081	0,0078	0,0078	0,0079	0,0078
E5	100 m dentro de la ribera del mar	Pb	mg/L	0.0081	0,1020	0,1110	0,0920	0,1070
E6	100 m izquierda vertimiento	Pb	mg/L	0.0081	0,0940	0,0910	0,0910	0,0990
E7	100 m derecha del vertimiento	Pb	mg/L	0.0081	0,0078	0,0079	0,0079	0,0079

Fuente: Elaboración propia

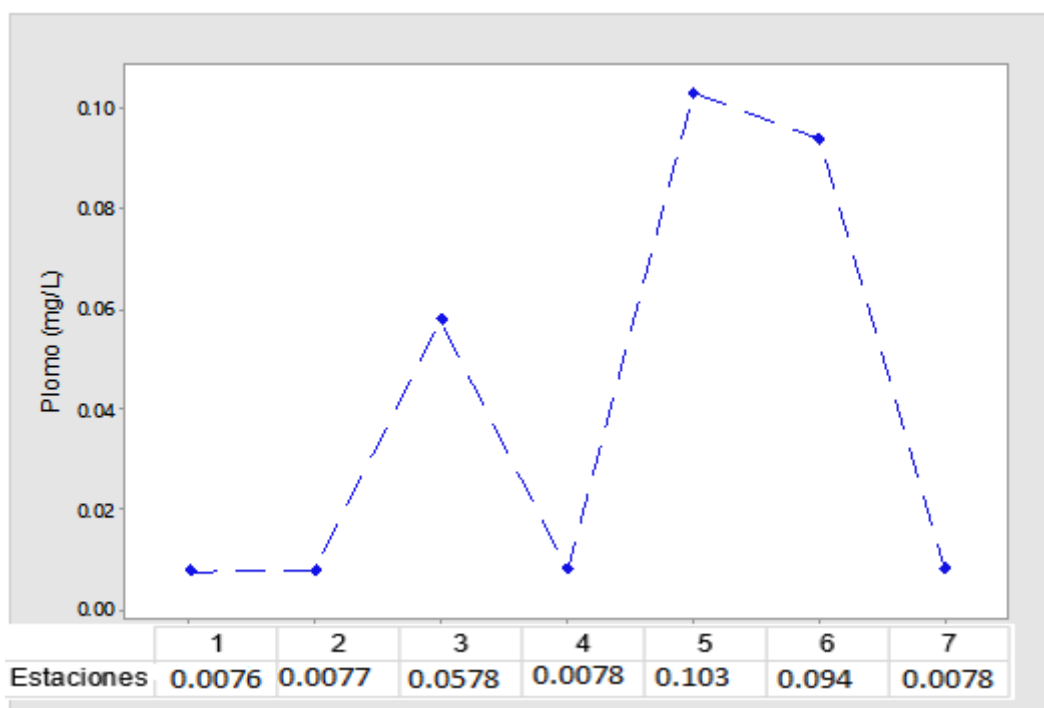


Figura N°18. Variaciones del metal plomo medios del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Tabla 29. Prueba de t para comparar las concentraciones del metal plomo del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.

	Plomo (mg/L)				
	Estación 1 y 2	Estación 3	Estación 4	Estación 5 y 6	Estación 7
Valor normal (mg/L)	0.0081	0.0081	0.0081	0.0081	0.0081
media (mg/L)	0.0076	0.0580	0.0780	0.0984	0.0079
Valor Tc	-23.81	48.17*	0.650	33.13*	0.655
Valor Tt	1.89	2.35	2.35	1.89	2.35

Fuente: Elaboración propia

Tc: valor de prueba t calculada, Tt: valor de t de tablas.

4.1.8.8 Selenio

El metal Selenio se encontró en concentraciones muy cercanas en todas las estaciones de muestreo variando entre 0,0081 y 0,0084 mg/L, siendo inferiores al Valor Normal de 0,071 mg/L (Tabla 30 y figura N° 19).

Los niveles de Selenio no presentaron diferencias significativas diferentes entre estaciones de muestreo y entre muestreos ($p > 0,05$).

Las concentraciones de Selenio en todas las estaciones de muestreo fueron significativamente menores que el valor normal para este metal (Tabla 31).

Tabla 30. Valores del metal selenio de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Estaciones de muestreo	Lugar	Símbolo	Unidad	V.N.	Valores de selenio (mg/L)			
					1er Muestreo	2do Muestreo	3er Muestreo	4to Muestreo
E1	100 m antes de descarga de canal	Se	mg/L	0.071	0,0082	0,0082	0,0082	0,0082
E2	Canal descarga laguna oxidación	Se	mg/L	0.071	0,0082	0,0082	0,0082	0,0082
E3	100 m después de descarga de canal	Se	mg/L	0.071	0,0083	0,0083	0,0083	0,0083
E4	Vertimiento a la zona intermareal	Se	mg/L	0.071	0,0083	0,0083	0,0083	0,0083
E5	100 m dentro de la ribera del mar	Se	mg/L	0.071	0,0082	0,0082	0,0082	0,0082
E6	100 m izquierda vertimiento	Se	mg/L	0.071	0,0081	0,0081	0,0081	0,0081
E7	100 m derecha del vertimiento	Se	mg/L	0.071	0,0084	0,0084	0,0083	0,0084

Fuente: Elaboración propia

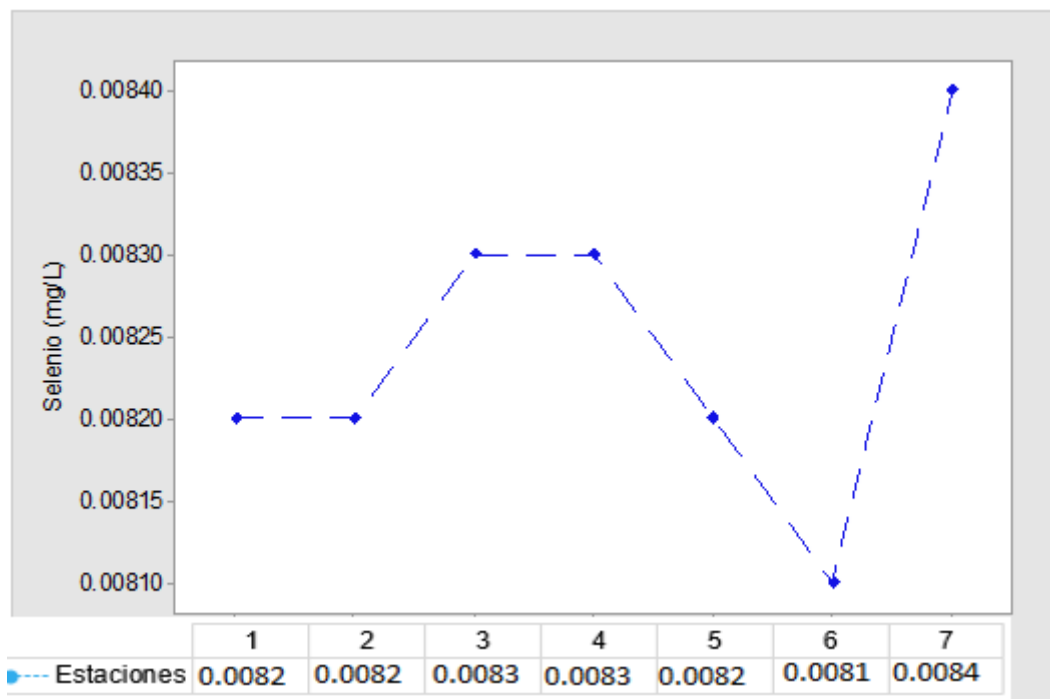


Figura N° 19. Variaciones del metal selenio medios del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Tabla 31. Prueba de t para comparar las concentraciones del metal selenio del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.

	Selenio (mg/L)			
	Estación 1	Estación 2 y 3	Estación 4	Estación 5, 6 y 7
media hipotética (mg/L)	0,071	0,071	0,071	0,071
media (mg/L)	0,008	0,008	0,008	0,008
Valor Tc	0,001	-3320,420	0,003	-1669,000
Valor Tt	2,35	1,89	2,35	1,80

Fuente: Elaboración propia

Tc: valor de prueba t calculada, Tt: valor de t de tablas.

5.1.8.9 Zinc

Las concentraciones de Zinc en el agua de las estaciones de muestreo estuvieron en el rango de 0,012 y 0,048 mg/L, valores que no superaron los valores normales de 0,081 mg/L (Tabla 32 y figura N° 20).

El análisis de variancia presentó diferencias significativas de los niveles de Zinc entre estaciones de muestreo ($p < 0,05$), pero no entre muestreos ($p > 0,05$).

Estadísticamente, a través de la prueba de t, se demostró que las concentraciones de Zinc de todas las estaciones de muestreo, fueron menores que los valores normales ($T_c < T_t$) (Tabla 33).

Tabla 32. Valores del metal zinc de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José, Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Estaciones de muestreo	Lugar	Símbolo	Unidad	V.N.	Valores de zinc (mg/L)			
					1er Muestreo	2do Muestreo	3er Muestreo	4to Muestreo
E1	100 m antes de descarga de canal	Zn	mg/L	0.081	0,025	0,022	0,027	0,028
E2	Canal descarga laguna oxidación	Zn	mg/L	0.081	0,048	0,025	0,027	0,024
E3	100 m después de descarga de canal	Zn	mg/L	0.081	0,048	0,045	0,036	0,036
E4	Vertimiento a la zona intermareal	Zn	mg/L	0.081	0,026	0,026	0,027	0,028
E5	100 m dentro de la ribera del mar	Zn	mg/L	0.081	0,012	0,017	0,018	0,014
E6	100 m izquierda vertimiento	Zn	mg/L	0.081	0,027	0,025	0,026	0,025
E7	100 m derecha del vertimiento	Zn	mg/L	0.081	0,025	0,024	0,021	0,029

Fuente: Elaboración propia

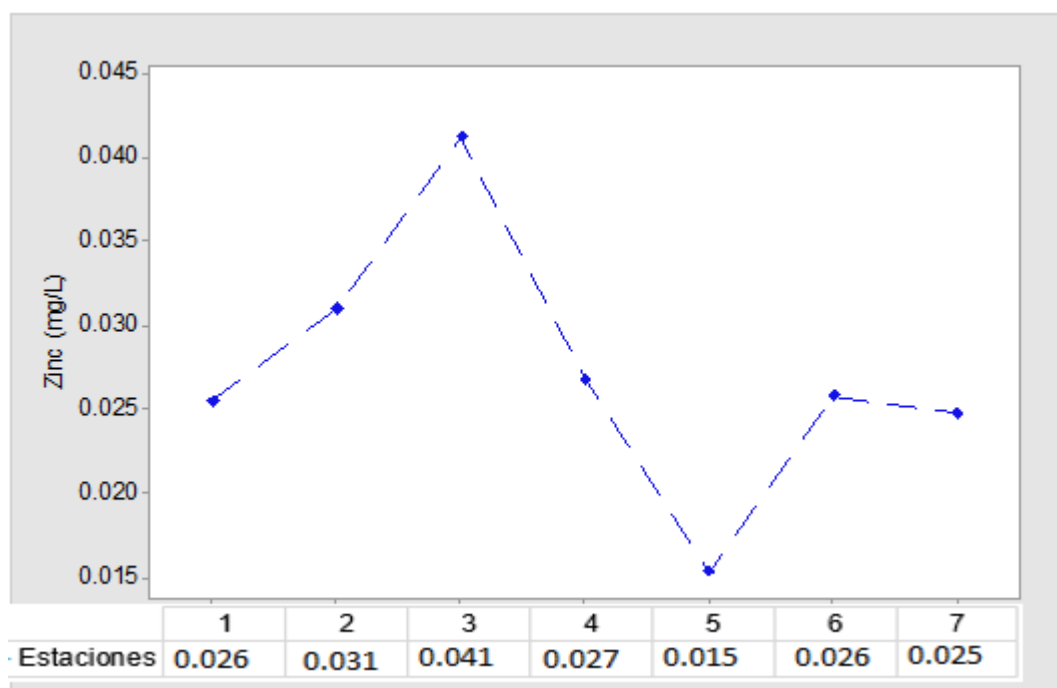


Figura N° 20. Variaciones del metal zinc medios del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Tabla 33. Prueba de t para comparar las concentraciones del metal zinc del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.

	Zinc (mg/L)			
	Estación 1	Estación 2 y 3	Estación 4	Estación 5, 6 y 7
media hipotética (mg/L)	0,081	0,081	0,081	0,081
media (mg/L)	0,026	0,036	0,027	0,022
Valor Tc	-41,95	-12,56	-113,32	-37,54
Valor Tt	2,35	1,89	2,35	1,80

Fuente: Elaboración propia

Tc: valor de prueba t calculada, Tt: valor de t de tablas.

4.2 Características Microbiológicas

4.2.1 Coliformes Totales

Los niveles de Coliformes Totales presentes en las estaciones de muestreo, sobrepasaron en exceso los valores normales (LMP – ECAs), considerados de 2000 NMP/100 ml para las estaciones E4, E5, E6 y E7 y, de 10 000 NMP/100 ml, para las estaciones E1, E2 y E3; siendo su rango de variación de 45×10^3 NMP/100ml a 92×10^3 NMP/100ml (Tabla 34). La estación E1 fue la que presentó las menores concentraciones de Coliformes Totales, ya que se ubica 100 metros antes de recibir la descarga de la laguna de oxidación al dren 2000, incrementándose grandemente después de ello, en todas las estaciones de muestreo (Figura N° 21)

Los valores de Coliformes Totales manifestaron diferencias significativas entre estaciones de muestreo ($p < 0,05$) y entre muestreos ($p < 0,05$).

La prueba de t, estableció que las concentraciones de Coliformes Totales de todas las estaciones de muestreo, fueron mayores que los valores normales ($T_c > T_t$) (Tabla 35).

Tabla 34. Valores de coliformes totales de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Estaciones de muestreo	Lugar	Unidad	V. N. / LMP	Valores de coliformes totales (NMP/100 ml)			
				1er Muestreo	2do Muestreo	3er Muestreo	4to Muestreo
E1	100 m antes de descarga de canal	NMP/100 ml	10,000 NMP/100 ml	50x10 ³	60x10 ³	45x10 ³	50x10 ³
E2	Canal descarga laguna oxidación	NMP/100 ml	10,000 NMP/100 ml	92x10 ³	90x10 ³	70x10 ³	89x10 ³
E3	100 m después de descarga de canal	NMP/100 ml	10,000 NMP/100 ml	92x10 ³	90x10 ³	77x10 ³	88x10 ³
E4	Vertimiento a la zona intermareal	NMP/100 ml	2000 NMP/100ml	92x10 ³	90x10 ³	80x10 ³	88x10 ³
E5	100 m dentro de la ribera del mar	NMP/100 ml	2000 NMP/100ml	92x10 ³	90x10 ³	84x10 ³	90x10 ³
E6	100 m izquierda vertimiento	NMP/100 ml	2000 NMP/100ml	92x10 ³	90x10 ³	84x10 ³	90x10 ³
E7	100 m derecha del vertimiento	NMP/100 ml	2000 NMP/100ml	92x10 ³	90x10 ³	84x10 ³	90x10 ³

Fuente: Elaboración propia

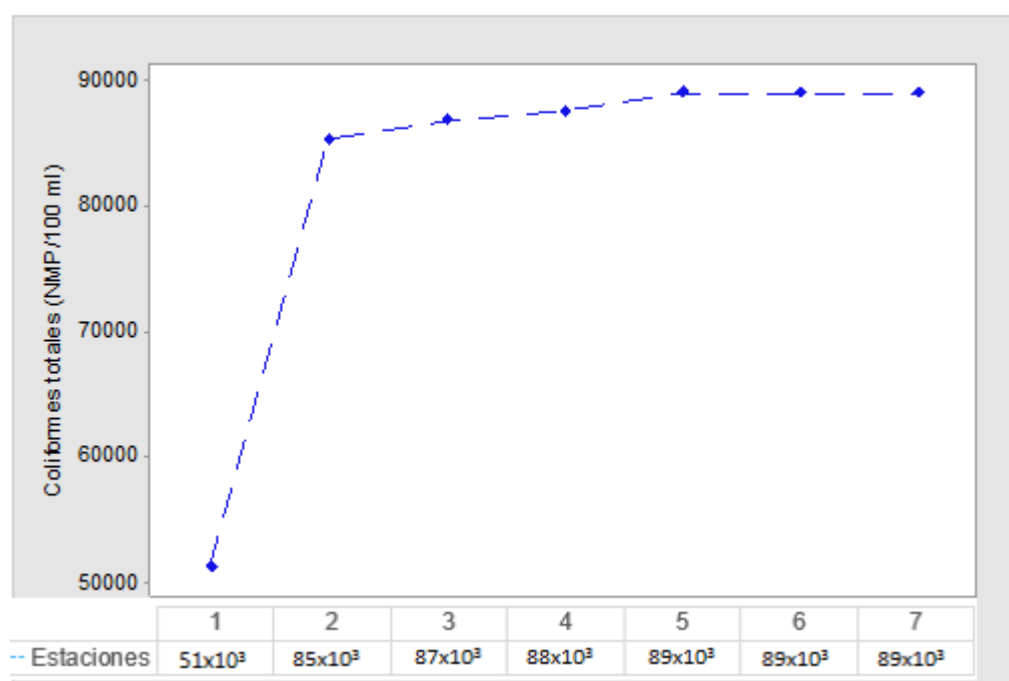


Figura N° 21. Variaciones coliformes totales medios del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Tabla 35. Prueba de t para comparar las concentraciones de los coliformes totales del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.

	Coliformes totales (NMP/100 ml)			
	Estación 1	Estación 2 y 3	Estación 4	Estación 5, 6 y 7
media hipotética (mg/L)	10000	10000	2000	2000
media (mg/L)	51250	86000	87500	89000
Valor Tc	13,11	26,69	32,51	96,18
Valor Tt	2,35	1,89	2,35	1,80

Fuente: Elaboración propia

Tc: valor de prueba t calculada, Tt: valor de t de tablas.

4.2.1 Coliformes Termotolerantes

El número de los Coliformes Termotolerantes, es decir, superaron los valores normales (LMP – ECAs), encontrándose entre 12×10^3 NMP/100ml y 56×10^3 NMP/100ml (Tabla 36). Su nivel se incrementó desde la E1 (100 metros antes de la descarga) hasta alcanzar los niveles máximos en las estaciones E2 (Canal de descarga de la laguna de oxidación) y E3 (100 metros después de la descarga al dren 2000), para luego disminuir hasta los niveles más bajos en la estación E4 e incrementarse ligeramente en las estaciones subsiguientes, pero siempre con valores bajos (Figura N° 22).

Los niveles de Coliformes Termotolerantes manifestaron diferencias significativas entre estaciones de muestreo y entre muestreos ($p < 0,05$).

A través de la prueba de t se determinó que los niveles de Coliformes Termotolerantes de todas las estaciones de muestreo, fueron mayores que los valores normales (LMP – ECAs) ($T_c > T_t$) (Tabla 37).

Tabla 36. Valores de coliformes termotolerantes de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Estaciones de muestreo	Lugar	Unidad	V. N. / LMP	Valores de coliformes termotolerantes (NMP/100 ml)			
				1er Muestreo	2do Muestreo	3er Muestreo	4to Muestreo
E1	100 m antes de descarga de canal	NMP/100 ml	10,000 NMP/100 ml	30x10 ³	48x10 ³	26x10 ³	28x10 ³
E2	Canal descarga laguna oxidación	NMP/100 ml	10,000 NMP/100 ml	54x10 ³	56x10 ³	48x10 ³	52x10 ³
E3	100 m después de descarga de canal	NMP/100 ml	10,000 NMP/100 ml	54x10 ³	50x10 ³	50x10 ³	50x10 ³
E4	Vertimiento a la zona intermareal	NMP/100 ml	2000 NMP/100ml	14x10 ³	16x10 ³	12x10 ³	15x10 ³
E5	100 m dentro de la ribera del mar	NMP/100 ml	2000 NMP/100ml	17x10 ³	18x10 ³	14x10 ³	16x10 ³
E6	100 m izquierda vertimiento	NMP/100 ml	2000 NMP/100ml	17x10 ³	18x10 ³	14x10 ³	15x10 ³
E7	100 m derecha del vertimiento	NMP/100 ml	2000 NMP/100ml	17x10 ³	18x10 ³	14x10 ³	16x10 ³

Fuente: Elaboración propia

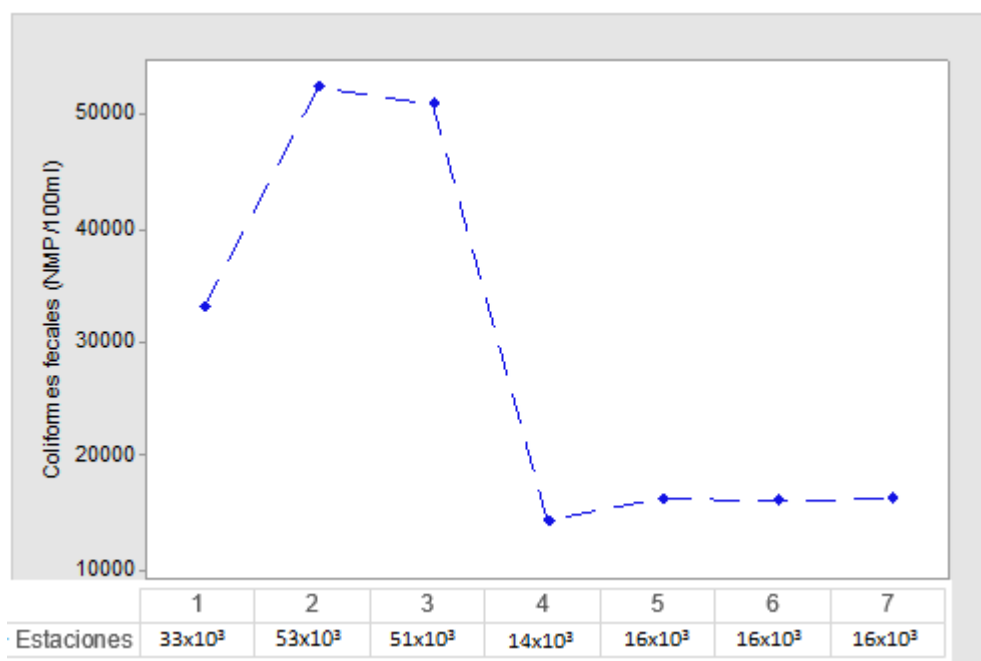


Figura N° 22. Variaciones coliformes termotolerantes medios del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, setiembre-diciembre 2016.

Tabla 37. Prueba de t para comparar las concentraciones de los coliformes termotolerantes del agua de las muestras del Dren 2000 y de la zona intermareal del distrito de San José-Lambayeque, con la media hipotética, setiembre-diciembre 2016.

	Coliformes termotolerantes (NMP/100 ml)			
	Estación 1	Estación 2 y 3	Estación 4	Estación 5, 6 y 7
media hipotética (mg/L)	10000	10000	2000	2000
media (mg/L)	33000	51750	14250	16167
Valor Tc	4.54*	43.54*	14.35*	30.94*
Valor Tt	2.35	1.89	2.35	1.80

Fuente: Elaboración propia

Tc: valor de prueba t calculada, Tt: valor de t de tablas.

Propuesta de Lineamientos de Mitigación

a. Objetivo

- Proponer acciones destinadas a minimizar o reducir el impacto ambiental sobre el agua intermareal del distrito de San José.

b. Estrategias y actividades

En nuestro país el compromiso del cuidado al medio ambiente es todavía un tema muy confuso, son pocas las personas que se interesan por el cuidado del mismo. Así tenemos que las autoridades muy pocas veces destinan interés sobre el tema, siendo este, el último en ser tratado muchas veces.

Es por ello que formulando algunas medidas o estrategias simples, se puede empezar a realizar la estabilización en el medio ambiente, siendo el mar muchas veces el más perjudicado por la contaminación en todo el mundo.

- Coordinar con los gobiernos locales como la Municipalidad Distrital de San José y la Municipalidad Provincial de Lambayeque, las capacitaciones en donde se den a conocer las fuentes de contaminación ambiental que afectan directamente e indirectamente a la zona intermareal del distrito de San José.
- Brindar charlas informativas y de sensibilización a los pobladores, pescadores, agricultores y centros de educación sobre la importancia del cuidado del mar y su hábitat.
- Se realizarán boletines informativos para ser repartidos a cada participante de las charlas.

- Se colocarán paneles informativos en zonas de playa, plaza de armas y el Centro de acopio de recursos hidrobiológicos, donde se indique los cuidados que se deben de tener para la no contaminación al medio ambiente.
- Coordinar con el Gobierno Regional, área de Gerencia Regional de Desarrollo Productivo, capacitaciones a las asociaciones de pescadores del distrito de San José y alrededores, sobre la contaminación producida por sus actividades de trabajo en el mar.
- Coordinar con la Municipalidad Provincial de Lambayeque, para que designe a quien crea conveniente la función de controlar los parámetros permitidos de las aguas residuales ubicadas en la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Lambayeque.
- Proponer a la Municipalidad Provincial de Lambayeque, realizar la ampliación del área del humedal natural del Dren 2000, formado después de la descarga del canal de la laguna de oxidación, con el objetivo de incrementar la purificación de las aguas, sobre todo de coliformes.

V. DISCUSION

Las temperaturas del agua superficial de las estaciones de muestreo ubicadas en el Dren 2000, registraron los mayores valores del estudio, siendo la estación E4 la que presentó los niveles térmicos más altos, probablemente debido a que proceden de un humedal ubicado antes de esta estación, en el cual ingresan las aguas del Dren 2000, donde son remansadas favoreciendo su calentamiento. No obstante, ello no generó un impacto negativo sobre la temperatura del agua intermareal (Estaciones E5, E6 y E7), en tanto sus valores fueron los más bajos y no superaron el valor permitido (ECAs), de manera que la temperatura superficial del agua de mar se encontró relativamente fría, temperatura normal para los meses donde se realizaron los muestreos; concordando con lo reportado por Reque y Dávila (2003) al realizar estudios en el Dren 4000 y su descarga en el mar de Santa Rosa.

El potencial de hidrógeno pH tanto del agua del Dren 2000 como del agua de mar, presentó poca variación y con tendencia a la alcalinidad, encontrándose dentro de los rangos normales establecidos en el Decreto Supremo N°003-2010-MINAM y del Decreto Supremo N°015-2015-MINAM.

Las estaciones de muestreo ubicadas en el Dren 2000 hasta la estación E3, presentaron las menores Conductividades Eléctricas, incrementándose notablemente en la estación E4, probablemente por la influencia del medio marino a través de las mareas, ambiente en el cual se presentaron los mayores valores de

Conductividad Eléctrica, debido a la gran cantidad de sales disueltas en el agua de mar.

Una característica similar al comportamiento de la conductividad eléctrica, se observó en los Sólidos Suspendidos Totales, es decir que en las aguas del Dren 2000, en las estaciones E1, E2 y E3, se obtuvieron los niveles menores de Sólidos Suspendidos Totales que no superaron el Límite Máximo Permisible; pero en la estación E4 su valor se cuadruplicó influenciado por el medio marino a través de las mareas, ambiente intermareal que ostentó los valores más altos de este parámetro, que superaron el valor permitido (ECAs), debido a que son aguas que están en constante movimiento por acción de las mareas y las olas que remueven el fondo marino. De esta manera se observa que hay una relación directa de la Conductividad Eléctrica y los Sólidos Suspendidos Totales, concordando con Romero (2010). Cabe resaltar que todos los resultados obtenidos superan los rangos normales establecidos en el Decreto Supremo N°003-2010-MINAM y del Decreto Supremo N°015-2015-MINAM.

Las concentraciones de oxígeno disuelto en las estaciones E1, E2, E3 y E4, ubicadas en el Dren 2000, fueron menores a 4 mg/L (E1, E2, E3 – LMP / E4 - ECAs); de las cuales las tres primeras fueron las más pobres en oxígeno, probablemente debido a la acumulación de materia orgánica en el fondo que al ser descompuesta por las bacterias consumen el oxígeno, tal como lo señala Romero (2010), quien sostiene que los desechos orgánicos en el agua hacen que el oxígeno disuelto sea consumido rápidamente por las bacterias presentes, teniendo como referencia a esta característica química como indicador de contaminación; sin embargo en la estación E4, sus niveles de oxígeno están cercanos a 4 mg/L, diferenciándose de

las tres estaciones anteriores, lo cual se debería a que las aguas de esta estación han sufrido un proceso de depuración al pasar por un humedal ubicado en una zona anterior a esta estación. No obstante, esta condición de las aguas del Dren 2000 no impactaron negativamente las aguas del intermareal de San José, pues sus tenores de Oxígeno sobrepasaron los 4 mg/L, lo cual fue influenciado por el movimiento de sus aguas así como por el proceso fotosintético del fitoplancton.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno es utilizada como una medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación de la materia orgánica biodegradable presente en las muestras de aguas y como resultado de la acción de oxidación bioquímica aerobia (Metcalf & Eddy, 1998). Así, de las cuatro estaciones ubicadas en el Dren 2000, la estación E1 presentó concentraciones menores al Límite Máximo Permisible; en cambio, tres de ellas ostentaron valores que fueron mayores a los permitidos, de las cuales las estaciones E2 y E3 presentaron los más altos niveles de Demanda Bioquímica de Oxígeno, debido a que reciben la influencia directa de las aguas residuales domésticas de la laguna de oxidación sobre el Dren 2000, siendo las estaciones que contienen grandes cantidades de materia orgánica; sin embargo en la estación E4, su nivel se redujo a un tercio de las anteriores, debido a la presencia del humedal anteriormente mencionado. A pesar de esto, el ambiente intermareal no fue impactado negativamente, pues las Demandas Bioquímicas de Oxígeno fueron menores a los valores permitidos según Decreto Supremo N°015-2015-MINAM.

La Demanda Química del Oxígeno, parámetro que mide la cantidad de oxígeno que consume toda la materia orgánica durante el proceso químico de la oxidación

(Capó, 2002), presentó valores que fueron significativamente menores que el Límite Máximo Permisible en la estación E1, la cual se ubica 100 metros antes de la descarga del canal de la laguna de oxidación al Dren; de ahí en adelante las demás estaciones del Dren 2000 y del intermareal observaron niveles que fueron significativamente mayores que el Límite Máximo Permisible y los valores permitidos de las ECAs, denotando que la descarga de las aguas de las lagunas de oxidación impactan negativamente al Dren 2000 y este a su vez a las aguas del intermareal, cuyas estaciones también presentaron valores mayores a lo permitido.

Las concentraciones de Aceites y Grasas tanto en las estaciones de muestreo del Dren 2000 como en el intermareal, alcanzaron valores que significativamente fueron menores que los valores permitidos (LMP – ECAs).

Respecto a los Metales Pesados, se ha observado que las concentraciones de Cadmio, Cromo, Níquel, Selenio y Zinc, de las estaciones del Dren 2000 y del Intermareal, fueron significativamente menores que los Valores Normales. Por otro lado, las concentraciones del Arsénico y Cobre presentaron niveles menores que los Valores Normales, en las estaciones del Dren 2000, mientras que en las estaciones del Intermareal, estuvieron por encima de los Valores Normales; esto último probablemente, en el caso del Cobre, se debería a que es un metal que se encuentra presente en los motores de las embarcaciones o de las maquinarias utilizadas para la actividad pesquera. En lo que se refiere al Plomo, solo la estación E3 del Dren 2000 y las estaciones E5 y E6 del intermareal, se evidenciaron valores mayores al Valor Normal, lo cual se debería, en el primer caso, a que en esta zona se realiza el lavado de vehículos menores; en cambio, en el intermareal, estaría

ligado a la intensa actividad pesquera observada en la zona en la época del muestreo, ya que las embarcaciones utilizan pinturas que contienen este producto, el cual también está presente en baterías, piezas de tracción, piezas de radiadores y en el petróleo, además de la limpieza de sus movilidades que realizan los pobladores de San José (Figura N°29, N°30, N°31 y N°32). Finalmente, en lo que se refiere al Mercurio, sus concentraciones superaron los Valores Normales en todas las estaciones de muestreo del Dren 2000 y del Intermareal.

Desde el punto de vista microbiológico, los niveles de Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes en las estaciones del Dren 2000 y del Intermareal, fueron significativamente mayores a los Niveles Normales establecidos en el Decreto Supremo N°015-2015-MINAM y en el Decreto Supremo N°003-2010-MINAM, no coincidiendo con Camacho (2007), quien encontró que los valores de coliformes totales y termotolerantes presentes en las aguas costeras de la caleta San José, no sobrepasaron los valores permitidos (ECAs); sin embargo, concordaron con los resultados de Díaz (2003), que también encontró los niveles de coliformes elevados en la Caleta de Santa Rosa. Por otro lado, al haberse encontrado que los niveles de estos microorganismos se incrementaron grandemente en el Dren 2000, luego de la descarga del canal de la laguna de oxidación en el mismo, se asume que esta descarga impactó negativamente al Dren 2000 y este a su vez al Intermareal de San José a donde finalmente desembocó; siendo necesario señalar que a esto contribuyen otros factores como la costumbre de los comerciantes de arrojar directamente al mar los desperdicios de la venta de pescado, el vertimiento directo de aguas residuales (sanguaza) del pequeño desembarcadero artesanal pesquero y la contaminación de las embarcaciones que navegan en el mar de esta caleta.

VI. CONCLUSIONES

1. La Temperatura del agua del Dren 2000, no impactó negativamente al Intermareal de San José, que presentó niveles menores al Límite Máximo Permisible.
2. La Conductividad Eléctrica y los Sólidos Suspendidos guardaron relación directa y sus valores en el Intermareal de San José, fueron mayores que a los valores normales (ECAs), no por efecto del Dren 2000 que presentó los más bajos niveles, sino por las características propias del agua de mar y al constante movimiento de sus aguas por acción de las olas y mareas.
3. El bajo contenido de Oxígeno Disuelto en las aguas del Dren 2000, no impactó negativamente las aguas del Intermareal de San José, cuyos resultados fueron significativamente mayores a los valores normales (LMP), debido al movimiento de sus aguas y al proceso fotosintético del fitoplancton.
4. La Demanda Bioquímica de Oxígeno y la Demanda Química de Oxígeno de las aguas del Dren 2000, superaron el Límite Máximo Permisible, impactada negativamente por la descarga de las aguas residuales de la laguna de oxidación, no ocurriendo así con las aguas del Intermareal de San José que presentó bajos resultados de estos parámetros.
5. Las concentraciones de Aceites y Grasas así como de los Metales Pesados Cadmio, Cromo, Níquel, Selenio y Zinc, tanto en las estaciones de muestreo del Dren 2000 como en el intermareal, alcanzaron valores que significativamente fueron menores que los Estándares de Calidad de Agua.

6. Los resultados de Arsénico, Cobre y Plomo del intermareal de San José, se encontraron por encima de los Estándares de Calidad Ambiental de Agua y no obedecieron a un impacto negativo del Dren 2000, sino a otras causas relacionadas con la actividad pesquera.
7. Los valores de Mercurio en las aguas del Intermareal de San José, fueron significativamente mayores a los Valores Normales y obedecieron a un impacto negativo de las aguas del Dren 2000 que presentaron niveles altos de este metal.
8. Los elevados niveles de Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes superaron significativamente los Límites Máximos Permisibles en el Intermareal de San José y fueron consecuencia del impacto negativo del Dren 2000, así como de otros factores como el arrojo de desperdicios de pescado al mar, el vertimiento directo de aguas residuales (sanguaza) del pequeño desembarcadero artesanal pesquero y la contaminación de las embarcaciones que navegan en el mar de esta caleta.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar evaluaciones de las características fisicoquímicas y biológicas del Dren 2000 y del Intermareal de San José, en un período de un año a fin de determinar sus variaciones estacionales.
2. Realizar análisis de los peces desembarcados en la Caleta San José, a fin de determinar la presencia de metales pesados, específicamente de plomo y mercurio, cuyas concentraciones en el intermareal, se encuentran por encima de los valores normales a los establecidos en el Decreto Supremo N°015-2015-MINAM.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALMEIDA, M., DE ARMAS, Y. y ROJAS, L., 2008. Caracterización Química de los sedimentos sumergidos, elemento clave dentro de un Programa de Monitoreo Ambiental Integral en las playas de la Bahía de Matanzas., 12 pp. Resumen.

ALVITRES, V. (2000). Método Científico. Planificación de la Investigación. Perú. Editorial Ciencia. 205 pp.

APHA, WPCF, AWWA. 1992. Standard Methods for the examination of waters and wastewaters. Ed. Washington. 1134 pp.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. AUTORIZACIONES DE VERTIMIENTO Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS. Accesado el 19 de julio del 2016.

Recuperado de:

http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/archivos/paginas/autorizaciones_de_vertimiento_y_reuso_segun_rj224_2013_ana.pdf

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. INFORME TECNICO DE LA ADMINISTRACION LOCAL DEL AGUA CHANCAY - LAMBAYEQUE. Accesado el 03 de agosto del 2016.

Recuperado de:

<http://www.andina.com.pe/agencia/noticia-identifican-42-vertimientos-contaminantes-a-drenes-provincia-chiclayo-472814.aspx>

BRACK, A. y C. MENDIOLA (2000). Ecología del Perú. Accesado 20 de julio del 2016

Recuperado de:

http://peruecologico.com.pe/lib_c17_t01.htm

BORREGO, J. y F. MARIÑO. 1995. Estudio epidemiológico de zonas de Bahía de la Provincia de Málaga – Sevilla. Junta de Andalucía. Consejería Salud. P: 207 -217.

CAMACHO, K. 2007. Nivel de contaminación fecal en el agua de la desembocadura del Dren “La Bocana” y en su área de influencia en el litoral de la Caleta San José – Lambayeque. P: 68 -69.

CAPO, M. 2002. Principios de ecotoxicología: Diagnóstico, tratamiento y gestión del medio ambiente. Primera Edición. España. Mc Graw Hill. 320 pp.

CASTAÑEDA J., S. Bances, D. Torres, P. Ramírez, J. De la Cruz, J. Galán, J. castro y F. Vílchez. 2009. Estudio preliminar sobre los efectos del dren 4000 en la comunidad macrobentónica intermareal de Caleta Santa Rosa – Lambayeque, Resumen 3 pp.

CHICLAYO ON LINE. MAPA DEPARTAMENTAL DE LAMBAYEQUE. Accesado el 08 de agosto del 2016.

Recuperado de:

http://www.chiclayoonline.com/2012_11_01_archive.html

DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL DEL MINISTERIO DE SALUD. 2015. Calidad sanitaria del Litoral Peruano – Monitoreo 2015. Accesado el 06 de Agosto del 2016.

Recuperado de:

http://www.digesa.sld.pe/pw_playas/monitoreo/2015/sem1-/Lambayeque.html

ESTRADA, E. 2009. Niveles de contaminación fecal de los efluentes de la actividad urbana e industrial y de las playas de la Caleta Santa Rosa. Lambayeque, Agosto –

Octubre 2008. Tesis (Bach.) de la Facultad de Ciencias Biológicas. Univ. Nac.
Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque. P: 123 – 125.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). 1994. Method 200.7, Rev 4.4:
Determination of metals and trace elements in water and wastes by
inductively coupled plasma – atomic emission spectrometry.

FAIR, G., J. GEYER y D. OHUN. 2001. Abastecimiento de agua y remoción de aguas
residuales 1. Ingeniería Sanitaria de Aguas Residuales. Editorial Limusa S.A C.V.
Grupo Noriega Editores. México p: 11-15, 21-25, 63- 66.

GKW CONSULT- SOCIEDAD CONSULTORA ALEMANA DE HIGIENE Y MEDICINA
LTDA. 1996, SERVICIOS DE CONSULTORIA PARA EL PROYECTO DE
ALCANTARILLADO DE CHICLAYO., DISEÑO DETALLADO DE LA PLANTA DE
AGUAS SERVIDAS (LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN SAN JOSE) TOMO I
DISEÑOS DEFINITIVOS. EMAPAL-KREDITANSTALT FUR WIEDERAUFBAU,
CHICLAYO MIMEO vs. Pgs.

HERRERA, A. y SUAREZ, P. 2005. Indicadores bacterianos como herramientas para
medir la calidad ambiental del agua costera. INCI, mar. Vol.30. N°3. P: 171 – 176.
ISSN 0378 – 1844.

IMPLEMENTACION DE MEJORAS PARA LA CALIDAD DEL AGUA Y LA PROTECCIÓN
DE SERVICIOS ECOSISTEMICOS. Accesado el 06 de agosto del 2016.

Recuperado de:

http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/waterandsustainabledevelopment2015/pdf/04%20risk_water_quality_esp_web.pdf

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL. INDECI – PNUD – PER/02/051. San José

– Mapa de peligros de la ciudad de San José. Accesado el 16 de Marzo del 2017.

Recuperado de:

http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_lambayeque/lambayeque/san_jose_mp.pdf

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ – LABORATORIO COSTERO DE SANTA ROSA.

DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE LA ZONA COSTERA DE LAMBAYEQUE 2004.

Accesado el 06 de agosto del 2016.

Recuperado de:

<http://www.imarpe.gob.pe/chiclayo/informes/Diagnostico%20Ambiental%20del%20Litoral%20Lambayeque%20GRL.pdf>

LAMBAYEQUE NET. MAPA DEL DISTRITO DE SAN JOSÉ. Accesado el 07 de agosto del 2016.

Recuperado de:

<http://www.lambayeque.net/lambayeque/san-jose/caracteristicas/>

LA LEY GENERAL DE AGUAS. Decreto Legislativo N° 17752. Decreto Supremo N° 007-83-SA. 11 de Marzo del 1983.

LI, G. SÁNCHEZ, G. y R. OROZCO. 1994. Contaminación Microbiológica en la Bahía del callao. Libro de Resúmenes. IX CONGRESO PERUANO DE MICROBIOLOGIA Y PARASITOLOGIA. Lima - Perú

McGHEE, T. 1999. Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, Ingeniería Ambiental. McGraw Hill INTERAMERICANA S.A. SANTA FE de Bogotá D.C. Colombia. p: 1-15, 431-483.

MENDOZA, y M. MILLONES. 2000. Aguas Residuales de Lambayeque, Ciudad, Tesis Maestro en Ciencias, mención Ecología Conservación. EPG- UNPRG. Lambayeque, Mineo. vs. pgs.

METCALFF, & EDDY, INC. 1995. Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización. 3a ed. McGraw Hill/ INTRAMERICANA DE ESPAÑA S.A.U, Madrid. p: 1-13.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. 2008. DECRETO SUPREMO N° 002 -2008 – MINAM, Aprueban Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental Para Agua. Accesado el 08 de agosto del 2016.

Recuperado de:

http://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0CCkQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.minam.gob.pe%2Findex.php%3Foption%3Dcom_docman%26task%3Ddoc_download%26gid%3D1364%26Itemid%3D39&ei=KwowUuftBZCI9QSe9oCQCQ&usq=AFQjCNGPDk6klqLFE8FA1KA2yPQGwrT58Q.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. 2010. DS 003-2010-MINAM. Aprueban Límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamientos de aguas residuales domésticas y municipales. Accesado el 10 de agosto del 2016.

Recuperado de:

http://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0CCkQFjAA&url=http%3A%2F%2Fsinia.minam.gob.pe%2FadmDocumento.php%3Faccion%3Dbajar%26docadjunto%3D1386&ei=OAswUvesH4rm8QSh_IC4Bg&usg=AFQjCNHP1Cye00nRY-cm3SNU9LI9q6mhGQ

MINISTERIO DE SALUD. 2010. Decreto Supremo N° 031-2010-SA Aprueban el Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano. Accesado el 04 de agosto del 2016.

Recuperado de:

<http://sial.segat.gob.pe/index.php?accion=verElemento&idElementoInformacion=643&idformula=>

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION y SANEAMIENTO. 2010. Decreto Supremo 003-2011-Vivienda; Reglamento del DS 021-2009- Vivienda. Accesado el 06 de agosto del 2016.

Recuperado de:

http://www.sedapar.com.pe/componentes/paginas/base-legal/DS_2011_003%20Reglamento%20VMA%20de%20UND.pdf

MONTEZA, J. 2004. Valoración de los impactos Ambientales significativos en la caleta Santa Rosa, distrito de Chiclayo, Mayo 2003 a Marzo 2004. Tesis (Bach.) de la Facultad de Ciencias Biológicas. Univ. Nac. Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque. P: 74–75.

MOSCOSO, I. y A. FLÓREZ. 1991. Reúso en acuicultura de las aguas residuales tratadas en las lagunas de estabilización de San Juan. CEPIS/OPS/OMS. Accesado el 03 de Agosto del 2016.

Recuperado de:

<http://www.bvsde.ops-oms.org/eswww/fulltext/repind53/raa/raa.html>

NKAP S.R.L. 2016. Laboratorio, Resultados de Análisis de aguas del Dren 2000 y de aguas de zona intermareal del distrito de San José.

ORE, M. y L. CASTILLO. 2009. El agua ante nuevos desafíos: actores e iniciativas en Ecuador, Perú y Bolivia. Instituto de estudios Peruanos-Oxfa. P: 466 – 467.

RHEINHEIMER, G. 1987. Microbiología de las Aguas. Editorial ACRIBA. S.A. Zaragoza – España. P: 299.

RODRIGUEZ, O. 2000. Nivel de contaminación de aceites y grasas en el circuito de la planta de tratamiento de aguas residuales Covicorti Trujillo. Tesis Maestro en Ciencias, Mención Gestión Ambiental EPG UNT. Mimeo vs pgs.

ROJAS, V. 2006. Tratamiento de vertido líquido de la planta de tratamiento de aguas residuales Covicorti mediante el uso de humedales artificiales de flujo superficial en el año 2003. Tesis Maestro en Ciencias, Mención Gestión Ambiental. EPG- Universidad Nacional de Trujillo. Mimeo. vs. pgs.

ROMERO, B. 2010. Impactos Ambientales significativos generados por las acequias Cois, Pulen y Yortuque de la ciudad de Chiclayo y Propuesta de un Plan de Mitigación. P: 103 – 104.

ROLIM, S. 2000. Sistemas de lagunas de Estabilización. McGraw Hill-Interamericana S.A. Santa Fe de Bogotá. p: 1-20, 23-29.

SÁNCHEZ, G. y R. OROZCO. 1999. Estado del Ambiente Marino Costero peruano según Fuentes de Contaminación. Dirección General de Investigaciones Oceanográficas. Instituto del Mar del Perú. P: 127 – 136.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMACION AMBIENTAL- MINISTERIO DE AMBIENTE. 2010. Tratamiento y reúso de aguas residuales. Parte 2. SINIA – Ministerio del Ambiente. Accesado el 06 de Agosto del 2016.

Recuperado de:

[http://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0CCkQFjAA&url=http%3A%2F%2Fsinia.minam.gob.p](http://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0CCkQFjAA&url=http%3A%2F%2Fsinia.minam.gob.pe%2FadmDocumento.php%3Faccion%3Dbajar%26docadjunto%3D153&ei=Wg0wUrbpLYbU9QSvIYHQBg&usq=AFQjCNG8-pTV7Dx_qtLNEWO-l86_Wv0zDw)
[e%2FadmDocumento.php%3Faccion%3Dbajar%26docadjunto%3D15](http://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0CCkQFjAA&url=http%3A%2F%2Fsinia.minam.gob.pe%2FadmDocumento.php%3Faccion%3Dbajar%26docadjunto%3D153&ei=Wg0wUrbpLYbU9QSvIYHQBg&usq=AFQjCNG8-pTV7Dx_qtLNEWO-l86_Wv0zDw)
[3&ei=Wg0wUrbpLYbU9QSvIYHQBg&usq=AFQjCNG8-](http://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0CCkQFjAA&url=http%3A%2F%2Fsinia.minam.gob.pe%2FadmDocumento.php%3Faccion%3Dbajar%26docadjunto%3D153&ei=Wg0wUrbpLYbU9QSvIYHQBg&usq=AFQjCNG8-pTV7Dx_qtLNEWO-l86_Wv0zDw)
[pTV7Dx_qtLNEWO-l86_Wv0zDw](http://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0CCkQFjAA&url=http%3A%2F%2Fsinia.minam.gob.pe%2FadmDocumento.php%3Faccion%3Dbajar%26docadjunto%3D153&ei=Wg0wUrbpLYbU9QSvIYHQBg&usq=AFQjCNG8-pTV7Dx_qtLNEWO-l86_Wv0zDw)

SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - American Public Health Association - Water Works Association - Water Environment Federation. 21th Edition. Methods 9221 B y C. Número Más Probable coliformes.

VÁSQUEZ, A. N. DIAZ., O. VASQUEZ y W. VASQUEZ. 2012. Metodología de la investigación Científica. 2ª- ed. Impresiones Santa Rosa. Chiclayo.
[https://es.wikipedia.org/wiki/San_Jos%C3%A9_\(Lambayeque\)#Clima](https://es.wikipedia.org/wiki/San_Jos%C3%A9_(Lambayeque)#Clima)

IX. ANEXOS



Figura N° 23. Toma de puntos georeferenciales del Dren 2000 con GPS marca Garmin modelo Oreaon 450.



Figura N° 24. Toma de puntos georeferenciales de la zona intermareal de San José con GPS marca Garmin modelo Oregon 450.



Figura N° 25. Toma de muestra 100m antes de descarga del canal – E1.



Figura N° 26. Toma de muestra de canal de descarga de laguna de oxidación – E2.



Figura N° 27. Toma de muestra 100m dentro de la ribera del mar – E5.



Figura N° 28. Recolección de las muestras E1, E2, E3, E4, E5, E6 y E7.



Figura N° 29. Embarcación pesquera empujada hacia el mar por cargador frontal.



Figura N° 30. Embarcación pesquera remolcada a playa por cargador frontal.



Figura N° 31. Presencia de embarcación pesquera, moto carguera y por cargador frontal.



Figura N° 32. Presencia de motos cargueras y por cargador frontal.

INFORME DE ENSAYO

T-535-H215-CULTHURS

Pág 01 de 05

CLIENTE : CONSULTORA CULTHURS EIRL

ATENCION : Hernando Malca Cardoza

MÉTODOS DE ENSAYO : Químico

ITEM DE ENSAYO : Agua Superficial

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : 07 botellas de plástico de 500mL.; 07 botellas de vidrio de 1L.
Preservadas

MUESTREO : Muestras tomadas por el cliente

LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN : Trujillo, 26 de Setiembre de 2016
Hora: 16:00

LUGAR Y FECHAS DE EJECUCIÓN : Trujillo, 26 de Setiembre de 2016

MÉTODO DE ENSAYO

Parámetro	Norma-Método	Límite de detección	Tiempo máximo de conservación recomendado/obligado
Metales por ICP	EPA 200.7, Rev 4.4, 1994	Ag <0.0022, Al <0.0047, As <0.0061, Ba <0.0016, Be <0.0027, B <0.0086, Ca <0.0107, Cd <0.0024, Ce <0.0053, Co <0.0026, Cr <0.0021, Cu <0.0019, Fe <0.0031, Hg <0.0010, K <0.0098, Li <0.0056, Mg <0.0073, Mn <0.0078, Mo <0.0068, Se <0.0085, Na <0.0179, Ni <0.0031, P <0.0183, Pb <0.0080, Sb <0.0058, Si <0.0202, Sn <0.0060, Sr <0.0049, Ti <0.0021, Tl <0.0080, V <0.0095, Zn <0.0068 (mg/L)	30d
Aceites y Grasas	EPA METHOD 1664 Rev. A 2012	<0.98 mg/L	28d

Sello Fecha Emisión Supervisor Administrativo Supervisor del Laboratorio de Química

10/08/2015 Alexandra Aurazo Rodríguez Edder Neyra Jaico
CIP 147028

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS SOLICITADOS PARA LOS ITEM DE ENSAYO RECIBIDOS.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PERMISO DE NKAP SRL.

*Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

* Las muestras serán eliminadas al termino del tiempo máximo de conservación recomendado/ obligado, salvo requerimiento expreso del cliente

* Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO

T-535-H215-CULTHURS

Pág. 02 de 05

Código de Laboratorio	T-535-01	T-535-02	T-535-03
Código de Cliente	San Jose Lambayeque	San Jose Lambayeque	San Jose Lambayeque
Item de Ensayo	Agua Superficial	Agua De Mar	Agua De Mar
Fecha de Muestreo	26/09/2016	26/09/2016	26/09/2016
Hora de Muestreo	10:20	10:40	10:40
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Aceites y Grasas	HEM	mg/L	<0.98

Código de Laboratorio	T-535-04	T-535-05	T-535-06
Código de Cliente	San Jose Lambayeque	Lambayeque Agua de Canal	Lambayeque Agua de Canal Descarga y Mezcla
Item de Ensayo	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha de Muestreo	26/09/2016	26/09/2016	26/09/2016
Hora de Muestreo	10:42	11:20	11:32
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Aceites y Grasas	HEM	mg/L	<0.98

Código de Laboratorio			T-535-07
Código de Cliente			Lambayeque Agua de Dren 2000l
Item de Ensayo			Agua Superficial
Fecha de Muestreo			26/09/2016
Hora de Muestreo			11:39
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Aceites y Grasas	HEM	mg/L	<0.98



INFORME DE ENSAYO

T-535-H215-CULTHURS

Pág. 03 de 05

Código de Laboratorio			T-535-01	T-535-02	T-535-03
Código de Cliente			San Jose Lambayeque	San Jose Lambayeque	San Jose Lambayeque
Item de Ensayo			Agua Superficial	Agua De Mar	Agua De Mar
Fecha de Muestreo			26/09/2016	26/09/2016	26/09/2016
Hora de Muestreo			10:20	10:40	10:40
Parámetro	Símbolo	Unidad			
Metales Totales por ICP					
Aluminio	Al	mg/L	<0.0047	0.156	0.322
Antimonio	Sb	mg/L	<0.0058	<0.0058	<0.0058
Arsénico	As	mg/L	<0.0061	0.625	0.661
Bario	Ba	mg/L	<0.0016	<0.0016	<0.0016
Berilio	Be	mg/L	<0.0027	<0.0027	<0.0027
Boro	B	mg/L	0.548	1.646	1.882
Cadmio	Cd	mg/L	<0.0024	<0.0024	<0.0024
Calcio	Ca	mg/L	71.21	464.4	539.5
Cerio	Ce	mg/L	<0.0053	<0.0053	<0.0053
Cobalto	Co	mg/L	<0.0026	<0.0026	<0.0026
Cobre	Cu	mg/L	0.032	0.052	0.58
Cromo	Cr	mg/L	<0.0021	<0.0021	<0.0021
Estaño	Sn	mg/L	<0.0060	<0.0060	<0.0060
Estroncio	Sr	mg/L	0.720	1.629	1.613
Fósforo	P	mg/L	0.608	1.245	1.597
Hierro	Fe	mg/L	0.099	0.593	1.031
Litio	Li	mg/L	<0.0056	<0.0056	<0.0056
Magnesio	Mg	mg/L	25.78	411.7	466.5
Manganeso	Mn	mg/L	0.013	0.009	0.018
Mercurio	Hg	mg/L	<0.0010	<0.0010	<0.0010
Molibdeno	Mo	mg/L	<0.0068	<0.0068	<0.0068
Niquel	Ni	mg/L	<0.0031	<0.0031	<0.0031
Plata	Ag	mg/L	<0.0022	<0.0022	<0.0022
Plomo	Pb	mg/L	<0.0080	<0.0080	0.094
Potasio	K	mg/L	12.50	143.5	154.5
Selenio	Se	mg/L	<0.0085	<0.0085	<0.0085
Silicio*	Si	mg/L	12.36	3.325	3.604
Sodio	Na	mg/L	526.4	2534	2758
Talio	Tl	mg/L	<0.0080	<0.0080	<0.0080
Titanio	Ti	mg/L	<0.0021	<0.0021	<0.0021
Vanadio	V	mg/L	<0.0095	<0.0095	<0.0095
Zinc	Zn	mg/L	0.026	0.025	0.027



T-535-H215-CULTHURS

INFORME DE ENSAYO

T-535-H215-CULTHURS

Pág. 04 de 05

Código de Laboratorio			T-535-04	T-535-05	T-535-06
Código de Cliente			San Jose Lambayeque	Lambayeque Agua de canal	Lambayeque Agua de Canal Descarga y Mezcla
Item de Ensayo			Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha de Muestreo			26/09/2016	26/09/2016	26/09/2016
Hora de Muestreo			10:42	11:20	11:32
Parámetro	Símbolo	Unidad			
Metales Totales por ICP					
Aluminio	Al	mg/L	0.232	<0.0047	0.115
Antimonio	Sb	mg/L	<0.0058	<0.0058	<0.0058
Arsénico	As	mg/L	0.629	<0.0061	<0.0061
Bario	Ba	mg/L	<0.0016	<0.0016	<0.0016
Berilio	Be	mg/L	<0.0027	<0.0027	<0.0027
Boro	B	mg/L	2.073	0.143	0.174
Cadmio	Cd	mg/L	<0.0024	<0.0024	<0.0024
Calcio	Ca	mg/L	55.60	40.47	42.60
Cerio	Ce	mg/L	<0.0053	<0.0053	<0.0053
Cobalto	Co	mg/L	<0.0026	<0.0026	<0.0026
Cobre	Cu	mg/L	0.028	0.020	0.041
Cromo	Cr	mg/L	<0.0021	<0.0021	<0.0021
Estaño	Sn	mg/L	<0.0060	<0.0060	<0.0060
Estroncio	Sr	mg/L	1.539	0.272	0.289
Fósforo	P	mg/L	1.024	1.212	1.234
Hierro	Fe	mg/L	163.9	17.56	17.16
Litio	Li	mg/L	<0.0056	<0.0056	<0.0056
Magnesio	Mg	mg/L	520.9	8.059	8.420
Manganeso	Mn	mg/L	0.012	0.051	0.086
Mercurio	Hg	mg/L	<0.0010	<0.0010	<0.0010
Molibdeno	Mo	mg/L	<0.0068	<0.0068	<0.0068
Niquel	Ni	mg/L	<0.0031	<0.0031	<0.0031
Plata	Ag	mg/L	<0.0022	<0.0022	<0.0022
Plomo	Pb	mg/L	0.102	<0.0080	0.056
Potasio	K	mg/L	<0.0098	<0.0098	<0.0098
Selenio	Se	mg/L	<0.0085	<0.0085	<0.0085
Silicio*	Si	mg/L	2.22	12.33	13.00
Sodio	Na	mg/L	2959	114.7	136.8
Talio	Tl	mg/L	<0.0080	<0.0080	<0.0080
Titanio	Ti	mg/L	<0.0021	<0.0021	<0.0021
Vanadio	V	mg/L	<0.0095	<0.0095	<0.0095
Zinc	Zn	mg/L	0.012	0.024	0.048



INFORME DE ENSAYO

T-535-H215-CULTHURS

Pág. 05 de 05

Código de Laboratorio			T-535-07
Código de Cliente			Lambayeque Agua De Dren 2000
Item de Ensayo			Agua Superficial
Fecha de Muestreo			26/09/2016
Hora de Muestreo			11:39
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Metales Totales por ICP			
Aluminio	Al	mg/L	0.283
Antimonio	Sb	mg/L	<0.0058
Arsénico	As	mg/L	<0.0061
Bario	Ba	mg/L	<0.0016
Berilio	Be	mg/L	<0.0027
Boro	B	mg/L	0.480
Cadmio	Cd	mg/L	<0.0024
Calcio	Ca	mg/L	60.22
Cerio	Ce	mg/L	<0.0053
Cobalto	Co	mg/L	<0.0026
Cobre	Cu	mg/L	0.045
Cromo	Cr	mg/L	0.021
Estaño	Sn	mg/L	<0.0060
Estroncio	Sr	mg/L	0.492
Fósforo	P	mg/L	0.963
Hierro	Fe	mg/L	0.381
Litio	Li	mg/L	<0.0056
Magnesio	Mg	mg/L	13.92
Manganeso	Mn	mg/L	0.641
Mercurio	Hg	mg/L	<0.0010
Molibdeno	Mo	mg/L	<0.0068
Niquel	Ni	mg/L	<0.0031
Plata	Ag	mg/L	<0.0022
Plomo	Pb	mg/L	<0.0080
Potasio	K	mg/L	9.951
Selenio	Se	mg/L	<0.0085
Silicio*	Si	mg/L	14.66
Sodio	Na	mg/L	381.4
Talio	Tl	mg/L	<0.0080
Titanio	Ti	mg/L	<0.0021
Vanadio	V	mg/L	<0.0095
Zinc	Zn	mg/L	0.025



T-254-C217-GORDILLO

Pág. 01 de 03

CLIENTE : GORDILLO OROZCO FRANZ CRISTIAN
PROLONGACIÓN HUÁSCAR NRO. 215 LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE -
LAMBAYEQUE

MÉTODOS DE ENSAYO : Fisicoquímico, Químico

ITEM DE ENSAYO : Agua Residual, Agua de Mar

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : Envases de plástico, envases de vidrio

Preservadas



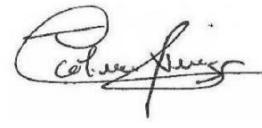
MUESTREO : Muestras tomadas por el cliente

LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN : Trujillo, 26 de setiembre de 2016
Hora: 08:30

LUGAR Y FECHAS DE EJECUCIÓN : Trujillo, 26 de setiembre de 2016

MÉTODO DE ENSAYO

Parámetro	Norma-Método	Límite de detección	Tiempo máximo de conservación recomendado/obligado
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWAWEF Part 2510 A, B, 22nd Ed. 2012	-uS/cm	28d
Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, D, 22nd Ed. 2012	<1.57mg/L	7d
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWAWEF Part 5210 A,B, 22nd Ed. 2012	<2.0 mg/L	48h
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWAWEF Part 5220 A, C 22nd Ed. 2012	<5.17 mg/L	28d
Oxígeno Disuelto	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O A, B, C 22nd Ed.	<0.46mg/L	8h
Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed. 2012	<1.8NMP/100 mL	24h
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed. 2012	<1.8NMP/100 mL	24h
Escherichia Coli	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A, B, C, G-2, 22nd Ed. 2012	<1.8NMP/100 mL	24h
Bacterias Heterotróficas*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 A, B, C, 22nd Ed. 2012	<1.8UFC/mL	24h

Sello	Fecha Emisión	Jefe Administrativo	Jefe del Laboratorio de Química	Jefe del Laboratorio de Microbiología
	05/10/2016	 Alexandra Aurazo Rodríguez	 Edder Neyra Jaico CIP 147028	 Juan Colina Venegas CBP 9924

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS SOLICITADOS PARA LOS ITEM DE ENSAYO RECIBIDOS.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PERMISO DE NKAP SRL.

*Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

* Las muestras serán eliminadas al termino del tiempo máximo de conservación recomendado/ obligado, salvo requerimiento expreso del cliente

* Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO

T-254-C217-GORDILLO

Pág. 02 de 03

Código de Laboratorio			T-535-01	T-535-02	T-535-03
Código de Cliente			M1	M2	M3
Item de Ensayo			Agua Residual	Aguar de Mar	Aguar de Mar
Punto de muestreo			San Jose Lambayeque	San Jose Lambayeque	San Jose Lambayeque
Fecha de Muestreo			26/09/2016	26/09/2016	26/09/2016
Hora de Muestreo			10:20	10:40	10:40
Parámetro	Símbolo	Unidad			
Conductividad	-	uS/cm	3835	4350	4155
Solidos Suspendidos Totales	TSS	mg/L	279.66	331.74	333.93
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	46.71	<2.0	<2.0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	72.18	65.58	67.53
Oxígeno Disuelto	OD	mg/L	3.92	4.02	4.59
Coliformes Totales	NMP/100mL		92X10 ³	92X10 ³	92X10 ³
Coliformes Fecales	NMP/100mL		14X10 ³	17X10 ³	17X10 ³

Código de Laboratorio			T-535-04	T-535-05	T-535-06
Código de Cliente			M4	M5	M6
Item de Ensayo			Agua Residual	Aguar de Mar	Aguar de Mar
Punto de muestreo			San Jose Lambayeque	Lambayeque Agua canal de Laguna	Lambayeque Agua canal descarga y mezcla
Fecha de Muestreo			26/09/2016	26/09/2016	26/09/2016
Hora de Muestreo			10:42	11:20	11:32
Parámetro	Símbolo	Unidad			
Conductividad	-	uS/cm	4415	4350	4155
Solidos Suspendidos Totales	TSS	mg/L	339.3	331.74	333.93
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	<2.0	116.5	126.49
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	71.87	277.9	209.36
Oxígeno Disuelto	OD	mg/L	5.2	1.51	1.62
Coliformes Totales	NMP/100mL		92X10 ³	92X10 ³	92X10 ³
Coliformes Fecales	NMP/100mL		17X10 ³	54X10 ³	54X10 ³



T-254-C217-GORDILLO

INFORME DE ENSAYO

T-254-C217-GORDILLO

Pág. 03 de 03

Código de Laboratorio			T-535-07
Código de Cliente			M7
Item de Ensayo			Agua Superficial
Punto de muestreo			Lambayeque Agua de Dren 2000
Fecha de Muestreo			26/09/2016
Hora de Muestreo			11:39
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Conductividad	-	uS/cm	2400
Solidos Suspendidos Totales	TSS	mg/L	62.77
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	86.23
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	134.51
Oxígeno Disuelto	OD	mg/L	1.14
Coliformes Totales	NMP/100mL		50X10 ³
Coliformes Fecales	NMP/100mL		30X10 ³

