UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA

"ESTUDIO DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS (Pb, Cu, Mn, As, Cd, B y Fe) EN LA COLUMNA DE AGUA DE LAS ZONAS MARINO COSTERAS DE ILO, PERÚ"

PRESENTADO POR:

BACH. NORKA LISETT GOMEZ PACCO

BACH. MARITZA MARIBEL MAMANI SIHUAYRO

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO PESQUERO

ILO-PERÚ

2022

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA

Folio Nº 0041

ACTA DE SUSTENTACIÓN

I. Modalidad:

Tesis : [X]
Trabajo de Suficiencia Profesional : [ ]
Otro: ..... : [ ]

II. Documento de aprobación para la sustentación:

RESOLUCIÓN DE FACULTAD Nº 364-2022-FACIA-UNAM.

Fecha: 26 de diciembre de 2022.

III. El jurado ha dictaminado la (el) TESIS, TITULADO:

"ESTUDIO DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS (Pb, Cu, Mn, As, Cd, B y Fe) EN LA COLUMNA DE AGUA DE LAS ZONAS MARINO COSTERAS DE ILO - PERÚ"

Bachiller: NORKA LISETT GOMEZ PACCO, MARITZA MARIBEL UAMANI SIHUAYRO

Asesor Principal: Mgo. JOSÈ LUIS RAMOS TEJEDA

Co-Asesor: Ing° Renee Monrroy Condori Apaza

IV. Se dictamina:

Como: APROBADO por UNANIMIDAD la sustentación de manera:

Presencial [X] Virtual [ ]

Con nota: CATORCE (14) por lo que; Sí [X] No [ ]

Opta el Título Profesional de INGENIERO PESQUERO.

Siendo las 11:40 horas, del 28 de diciembre del año 2022 se procede con la firma en conformidad de lo dictaminado por el Jurado.

Mg. Vilma Amalia Vilca Caceres
Presidente

Dr. Mario Ruiz Choque
Primer Miembro

MSc. Suey Alicia Caballero Apaza
Segundo Miembro

Norka Gomez Pacco
Bachiller

Maritza Maribel Uamani Sihuayro

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a todas aquellas personas que buscan vivir en armonía con la naturaleza y con la preservación de cada ser vivo que habita en nuestro mar de Ilo.

Dedicado a nuestros padres, docentes y amigos que estuvieron presentes brindándonos su apoyo a lo largo de estos 5 años de estudios en la carrera.

AGRADECIMIENTOS

A nuestros padres, por ser nuestro soporte a lo largo de toda nuestra vida, apoyándonos a seguir adelante en cada dificultad que tuvimos en nuestra etapa universitaria.

A la Universidad Nacional de Moquegua y a la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera por brindarnos la formación profesional.

A todos los docentes de la carrera que nos brindaron sus conocimientos y experiencias en sus respectivos campos, en especial al Ing Renée Condori Apaza, quién siempre brindó su apoyo en nuestra formación universitaria y en la ejecución de proyectos y al Mag. José Luis Ramos Tejeda por el apoyo y gestión en la parte administrativa del proyecto.

A los miembros del jurado, por cada uno de sus aportes para mejorar el presente trabajo de tesis.

A nuestros amigos por su ayuda incondicional y ánimos. Los aprecio y admiro.

RESUMEN

La contaminación por metales pesados en el medio acuático marino es un problema que ha ido en ascenso a medida que transcurre el tiempo viéndose afectados los recursos hidrobiológicos. El objetivo del presente trabajo fue determinar el nivel de contaminación por metales pesados (Pb,Cu,Mn,As,Cd,B y Fe) en la columna de agua de las zonas marino costeras de Ilo. Se recogió muestras de agua en zonas de estudio siendo analizado por espectrometría de absorción atómica, los resultados indicaron que la Playa 3 Hermanas, en la estación de invierno, fue el punto de estudio con más alto índice de contaminación por Pb(0.748 mg/L) y Cd(0.106 mg/L) sobrepasando los límite máximos establecido del ECA-Perú en Pb(0.0081 mg/L) y Cd(0.01 mg/L) con un rango de diferencia porcentual en Pb de 9135% y Cd 960% además que el Mn(0.125 mg/L) y Cu(0.048 mg/L) estuvieron por encima de los límites establecidos del EPA de Mn(0.1mg/L),Cu(0.0031mg/L),Pb(0.0081 mg/L) y Cd(0.0088mg/L) el rango de diferencia porcentual para Mn fue 25%, Cu 1448%,Pb 9135% y Cd 1105%.En primavera, Playa el Diablo se posiciona como el punto más contaminado en B (7.7 mg/L) y Cd(0.117mg/L),Playa 3 Hermanas en Cu(0.069mg/L),Playa Media Luna en Mn(0.139mg/L) y Fundición en Pb(0.772mg/L) sobrepasando los límites máximos del ECA (Boro:5mg/L y Cobre:0.05 mg/L) y EPA (Boro:0.75mg/L) siendo el rango diferencial con ECA de B(54%),Cd(1070%),Cu(38%) y Pb(9431%) mientras EPA con B(927%),Cd(1230%),Cu(2126%),Pb(9431%) y Mn(39%).En verano, Playa el Diablo presentó altos índices de Cd(0.108 mg/L), Pb(0.762 mg/L) y Mn(0.129 mg/L), Playa 3 Hermanas la más alta en B(8.34 mg/L) y Fundición Cu(0.051 mg/L) superando los límites del ECA con un porcentaje diferencial:Cd(980%),Pb(9307%),B(67%),Cu(2%) y EPA:Mn(29%),Cu(1545%),Cd(1127%),Pb(9307%) y B(1012%). Evidenciando la alta contaminación por metales pesados en las zonas marino costeras de Ilo, los recursos hidrobiológicos expuestos a ellos desarrollan afecciones en su etapa larvaria y bioacumulación.

Palabras clave: Estándares de calidad,zonas marino costeras, metales pesados,bioacumulación.

ABSTRACT

Contamination by heavy metals in the marine aquatic environment is a problem that has been on the rise as time goes by, affecting hydrobiological resources. The objective of this work was to determine the level of contamination by heavy metals (Pb,Cu,Mn,As,Cd,B and Fe) in the water column of the coastal marine areas of Ilo. Water samples were collected in study areas and analyzed by atomic absorption spectrometry, the results indicated that Playa 3 Hermanas, in the winter season, was the study point with the highest index of Pb contamination (0.748mg/L) and Cd(0.106 mg/L) exceeding the maximum limits established by the ECA-Peru in Pb(0.0081mg/L) and Cd(0.01mg/L) with a range of percentage difference in Pb of 9135% and Cd 960% besides that Mn(0.125mg/L) and Cu(0.048 mg/L) were above the established EPA limits of Mn(0.1mg/L),Cu(0.0031mg/L),Pb(0.0081 mg/L) and Cd(0.0088mg/L) the percentage difference range for Mn was 25%, Cu 1448%, Pb 9135% and Cd 1105%. In spring, Playa el Diablo is positioned as the most contaminated point in B(7.7 mg/L). L) and Cd(0.117mg/L), Playa 3 Hermanas in Cu(0.069mg/L),Playa Media Luna in Mn(0.139mg/L) and Fundicion in Pb(0.772mg/L) exceeding the maximum limits of the ECA (Boron:5mg/L and Copper:0.05 mg/L) and EPA (Boron:0.75mg/L) being the different range rential with ECA of B(54%), Cd(1070%), Cu(38%) and Pb(9431%) while EPA with B(927%),Cd(1230%),Cu(2126%),Pb(9431%) and Mn(39%). In summer, Playa el Diablo presented high levels of Cd(0.108 mg/L), Pb(0.762 mg/L) and Mn(0.129 mg/L), Playa 3 Hermanas the highest in B(8.34 mg/L) and Fundicion Cu(0.051 mg/L) exceeding the limits of the ECA with a differential percentage: Cd(980%),Pb(9307%),B(67%),Cu(2%) and EPA:Mn(29%),Cu(1545%),Cd(1127%), Pb(9307%) and B(1012%). Evidenced by the high contamination by heavy metals in the coastal marine areas of Ilo, the hydrobiological resources exposed to them develop conditions in their larval stage and bioaccumulation .

Keywords: Quality standards, coastal marine areas, heavy metals, bioaccumulation.

LISTA DE ACRÓNIMOS

AAS:

Atomic Absorption Spectroscopy/ Espectroscopía de Absorción Atómica

ANA:

Autoridad Nacional del Agua

APHA:

American Public Health Association/ Asociación Americana de Salud Pública

As:

Arsénico

AWWA:

American Water Works Association **/** Asociación Americana de trabajos del agua

B:

Boro

Cd:

Cadmio

Cu:

Cobre

DPA:

Desembarcadero Pesquero Artesanal

EPA:

Environmental Protection Agency / Agencia de Protección Ambiental

ECA:

Estándares de Calidad Ambiental

EPIP:

Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera

Fe:

Hierro

IMARPE:

Instituto del Mar Peruano

MINAM:

Ministerio del Ambiente

MPI:

Municipalidad Provincial de Ilo

Mn:

Manganeso

LMP:

Límite Máximo Permisible

LME:

Límites Máximo Establecido

OD:

Oxígeno disuelto

Pb:

Plomo

PSU:

Unidades prácticas de salinidad

SANIPES:

Organismo Nacional de Sanidad Pesquera

TDS:

Total de Sólidos Disueltos

UNAM:

Universidad Nacional de Moquegua

UNSA:

Universidad Nacional de San Agustín Arequipa

ÍNDICE

DEDICATORIA ii

AGRADECIMIENTOS iii

RESUMEN iv

ABSTRACT v

LISTA DE ACRÓNIMOS vi

ÍNDICE ix

ÍNDICE DE FIGURAS xii

ÍNDICE DE TABLAS xv

INTRODUCCIÓN 1

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2

1.1. Descripción y formulación del problema 2

1.1.1 Interrogante general 4

1.1.2 Interrogantes específicas 4

1.2. Objetivos 4

1.2.1. Objetivo general 4

1.2.2. Objetivos específicos 5

1.3. Justificación e importancia 5

1.4. Hipótesis 7

1.4.1. Hipótesis general 7

1.4.2. Hipótesis específicas 8

1.5. Variables 8

1.5.1 Variable 1 (Independiente) 8

1.5.2 Variable 2 (Dependiente) 8

II. MARCO TEÓRICO 11

2.1 Antecedentes del problema 11

2.2 Bases teóricas 20

2.3 Definición de términos 39

III. METODOLOGÍA 42

3.2 Tipo y nivel de investigación 42

3.3 Ámbito temporal y espacial 42

3.4 Población y muestra 43

3.5 Instrumentos 44

3.6 Procedimientos 45

3.6.1 Plan de Monitoreo 45

3.6.2 Frecuencia de muestreo de los puntos de estudio en Ilo 47

3.6.3 Estaciones de muestreo 47

3.6.4 Selección de parámetros 52

3.6.5 Toma de muestras 54

3.6.6 Preservación, almacenamiento y transporte de las muestras 54

3.6.7 Metodología analítica 55

3.7 Análisis de datos 57

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 59

4.1 Parámetros fisicoquímicos en los períodos de Invierno, Primavera y Verano 59

4.2 Análisis analítico químico 62

4.2.1 Estación: Invierno 62

4.2.2 Estación: Primavera 64

4.2.3 Estación: Verano 65

4.3 Comparativa de cada metal de estudio con el ECA y EPA 66

4.4 Pocentaje de contaminación por metales pesados en los puntos de muestreo 70

4.5 Concentración de metales pesados en las 3 estaciones (General) 70

4.6 Nivel de contaminación por el método de semáforo 71

4.7 Estadística descriptiva 74

4.7.1 Valores máximos,mínimos y promedio de la concentración de los metales pesados 74

4.7.2 Anova de los metales de estudio en las estaciones de invierno, primavera y verano _____75

4.8 Efectos negativos y /o toxicológicos de los metales de estudio en los recursos hidrobiológicos marinos _____ 79

4.9 Discusión de datos _____81

V. CONCLUSIONES _____83

VI. RECOMENDACIONES _____ 84

VII. REFERENCIAS _____ 85

VIII. ANEXOS _____98

8.1 Fotograías de la ejecución del proyecto _____ 103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Lugares de ejecución en la provincia de Ilo 42

Figura 2. E1: Playa Tres Hermanas 49

Figura 3. E2: Desembarcadero Pesquero Artesanal de Ilo 50

Figura 4. E3 Playa el Diablo 50

Figura 5. E4: Playa Media Luna 51

Figura 6. E5: Fundición SPCC 52

Figura 7. Medición de los parámetros in situ del agua de mar 53

Figura 8. Toma de muestra de los puntos de muestreo 54

Figura 9. Almacenamiento y preservación de las muestras 55

Figura 10. Espectrómetro de absorción atómica utilizado PinAAcle 900T 56

Figura 11. Leyenda establecida po el Método del Semáforo 58

Figura 12. Parámetros fisicoquímicos de los puntos de muestreo en el estación de Invierno 59

Figura 13. Parámetros fisicoquímicos en cada punto de muestreo en Primavera 60

Figura 14. Parámetros fisicoquímicos en cada punto de muestreo en Verano 61

Figura 15. Concentración de Boro, Cadmio, Plomo, Manganeso, Cobre, Arsénico y Hierro en los puntos de muestreo con respecto a la estación de Invierno 63

Figura 16. Concentración de Boro, Cadmio, Plomo, Manganeso, Cobre, Arsénico y Hierro en los puntos de muestreo con respecto a la estación de Primavera 64

Figura 17. Concentración de Boro, Cadmio, Plomo, Manganeso, Cobre, Arsénico y Hierro en los puntos de muestreo con respecto a la estación de Verano 66

Figura 18. Concentración de As en las estaciones de muestreo vs ECA y EPA 66

Figura 19. Concentración de B en las estaciones de muestreo vs ECA y EPA 67

Figura 20. Concentración de Cd en las estaciones de muestreo vs ECA y EPA 67

Figura 21. Concentración de Cu en las estaciones de muestreo vs ECA y EPA 68

Figura 22. Concentración de Fe en las estaciones de muestreo vs EPA _____68

Figura 23. Concentración de Mn en las estaciones de muestreo vs EPA _____69

Figura 24. Concentración de Pb en las estaciones de muestreo vs ECA y EPA _____69

Figura 25. Nivel de contaminación en los puntos de muestreo por metales pesados (porcentaje) _____70

Figura 26. Concentración de metales pesados en las estaciones de invierno, primavera y verano _____70

Figura 27. Región de Rechazo y aceptación de la hipótesis alternativa _____76

Figura 28. Región de Rechazo y aceptación de la hipótesis alternativa de primavera _____77

Figura 29. Región de Rechazo y aceptación de la hipótesis alternativa de verano _____79

Figura 30. Resolución de comisión organizadora N°064-2022-UNAM actualizada de los integrantes que se conforma en el proyecto _____102

Figura 31. Punto de partida para el muestreo en los diferentes puntos de estudio _____103

Figura 32. Partida de la empbarcación para el posicionamiento de los puntos de muestreo 103

Figura 33. Uso del GPS para ubicar las coordenadas de los puntos de muestreo_____104

Figura 34. Uso del equipo multiparámetros para la toma de parámetros in situ _____104

Figura 35. Etiquetado y cerrado de las muestras de agua de mar obtenidos en cada punto de muestreo _____105

Figura 36. Almacenamiento de las muestras de agua de mar en cooler _____105

Figura 37. Cadena de custodia del muestreo de Invierno _____106

Figura 38. Cadena de custodia del muestreo de Primavera _____107

Figura 39. Cadena de custodia del muestreo de Verano _____108

Figura 40. Análisis de Agua de mar por Espectrometría de Absorción atómica de la Playa Tres Hemanas estación Invierno_____109

Figura 41. Análisis de Agua de mar de DPA estación Invierno _____109

Figura 42. Análisis de Agua de mar de Playa El Diablo estación Invierno_____110

Figura 43. Análisis de Agua de mar de playa Media Luna estación Invierno _____110

Figura 44. Análisis de Agua de mar de Fundición estación Invierno _____111

Figura 45. Análisis de Agua de mar por Espectrometría de Absorción atómica de Fundición estación Primavera _____111

Figura 46. Análisis de Agua de mar de playa Media Luna estación Primavera _____112

Figura 47. Análisis de Agua de mar de Playa el Diablo estación Primavera_____112

Figura 48. Análisis de Agua de mar de DPA estación Primavera _____113

Figura 49. Análisis de Agua de mar de playa Tres Hermanas estación Primavera _____113

Figura 50. Análisis de Agua de mar por Espectrometría de Absorción atómica de la Playa Tres Hemanas estación Verano_____114

Figura 51. Análisis de Agua de mar de DPA estación Verano _____114

Figura 52. Análisis de Agua de mar de Playa el Diablo estación Verano _____115

Figura 53. Análisis de Agua de mar de playa Media Luna estación Verano _____115

Figura 54. Análisis de Agua de mar de Fundición estación Verano _____116

Figura 55. Especies hidrobiológicas *Romaleon setosum* halladas en la Playa Tres Hermanas _____116

Figura 56. Recursos hidrobiológicos *Isacia conceptionis* halladas en el punto de muestreo DPA- Ilo _____117

Figura 57. Delfines *Delphinus delhis* que se desplazan por las zonas marinas de la Fundición SPCC_____117

Figura 58. Delfin *Tursiops truncatus* hallado varado en la Playa Media Luna _____118

Figura 59. Presencia de *Lessonia nigrescens* en la Playa El Diablo _____118

Figura 60. Choritos *h*hallados en la Playa Tres Hermanas _____119

Figura 61. Erizo de mar *Loxechinus albus* de tamaño juvenil en el DPA -Ilo _____119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables _____9

Tabla 2. Toxicología de los metales pesados en los recursos hidrobiológicos _____33

Tabla 3. Plan de muestreo para los puntos de monitoreo de acuerdo al protocolo _____48

Tabla 4. Métodos analíticos seleccionados _____55

Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos de los puntos de muestreo en el estación de Invierno__59

Tabla 6. Parámetros fisicoquímicos de los puntos de muestreo en la estación de Primavera 60

Tabla 7. Parámetros fisicoquímicos de los puntos de muestreo en la estación de Verano __60

Tabla 8. Concentracion de Metales pesados de los puntos de muestreo en relación a los Límites máximos establecidos por la EPA Y ECA en invierno _____63

Tabla 9. Concentracion de Metales pesados de los puntos de muestreo en relación a los Límites máximos establecidos por la EPA Y ECA en pimavera _____64

Tabla 10. Concentracion de Metales pesados de los puntos de muestreo en relación a los Límites máximos establecidos por la EPA Y ECA en verano _____65

Tabla 11. Evaluación de contaminación por metales pesados mediante el método del semáforo _____71

Tabla 12. Valores máximos,mínimos y promedio de la concentración de los metales pesados en las 3 estaciones_____74

Tabla 13. Resumen estadístico_____75

Tabla 14. Análisis de varianza de los metales de estudio _____75

Tabla 15. Resumen estadístico de los datos de primavera_____76

Tabla 16. Análisis de varianza de los metales de estudio en primavera _____77

Tabla 17. Resumen estadístico de los datos de verano _____78

Tabla 18. Análisis de varianza de los metales de estudio en verano _____78

Tabla 19. Efectos negativos de los metales de estudio en los recursos hidrobiológicos ____80

Tabla 20. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua en Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales _____98

Tabla 21. Criterios internacionales recomendados por el EPA correspondiente a la calidad de agua que debe presentar un recurso hídrico priorizado en contaminantes de nivel tóxico 99

Tabla 22. Criterios internacionales recomendados por el EPA correspondiente a contaminantes de bajo nivel toxico en la calidad de agua marina y dulce _____100

Tabla 23. Resolución de comisión organizadora N°0581-2019-UNAM del proyecto financiado de concurso de docentes _____101

INTRODUCCIÓN

Los metales pesados se consideran contaminantes tóxicos influyentes que tienen una extensa literatura acerca de su acumulación en los ecosistemas acuáticos marinos. Los metales pesados son liberados continuamente a la biósfera ya sea a través de la meteorización natural de las rocas o por las numerosas actividades antropogénicas, como la minería, la combustión de combustibles, las aguas residuales industriales y urbanas, las actividades agrícolas y productos químicos que llegan a incorporarse en el cauce o recorrido de los ríos alcanzando a desembocar todos estos contaminantes en el mar. (Valavanidis, A. & Vlachogianni, T., 2010).

Por ello, a medida que transcurre el tiempo, se han registrado cambios en los parámetros fisicoquímicos y biológicos de los océanos debido a la contaminación antropogénica en la mayoría de las zonas marino costeras del mundo. Las altas concentraciones de metales pesados en mares cerrados y aguas costeras generan preocupación porque son estas áreas las que poseen una alta productividad biológica, es decir existe el desarrollo de vida ya sea de flora y fauna marina, y también estas zonas son puntos en donde se realizan extracción y captura de recursos hidrobiológicos ya sea para consumo directo o para su comercialización. (Cohen et al., 1997; Muniz et al., 2015).

Además este problema llega a perjudicar a los organismos marinos que viven en este medio acuático porque éstos son incapaces de degradar estos metales, como consecuencia de ello, los metales pueden bioacumularse y biomagnificarse en sus cuerpos estando a largo plazo en las cadenas alimentarias del ecosistema marino y provocando varios cambios y efectos negativos en el desarrollo de vida de las especies marinas. (Macfarlane y Burchett, 2000; Miller et al., 2002; Censi et al., 2006). Por lo tanto, el presente estudio busca dar respuesta a todas aquellas incertidumbres que se presenta en el recurso hídrico marino y por consecuente los efectos de interacción al recurso hidrobiológico, todo detallado en los siguientes capítulos.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y formulación del problema

El problema de la contaminación por metales pesados en el recurso hídrico marino es una problemática que se ha trascendido desde hace varios años, el desconocimiento acerca de la calidad de agua marina presente para el uso de diferentes actividades humanas ya sea de tipo recreativo o de extracción de recursos hidrobiológicos desencadena en varios problemas de salud, intoxicación por alimentos y desequilibrio en el ecosistema acuático marino. (Departamento de Medio Ambiente, 1991).

Según estudios realizados por varios investigadores indica que los problemas de contaminación en el medio marino están estrechamente relacionados con el crecimiento constante de las poblaciones cercanas a las zonas costeras, y de las actividades que se realizan cerca de ahí que son de tipo industrial, pesquera, minera y/o agrícola, así mismo la contaminación puede proceder de afluentes cercanas de los ríos. (Grupo INCLAM et al., 2013; Ramos, Vidal, Vilardy, & Saavedra, 2008; Trujillo & Guerrero, 2015)

Acorde a los reportes que brinda la prensa regional, el Rio Osmore, que inicia su partida desde Moquegua y termina en la provincia de Ilo, viene siendo afectado por diferentes contaminantes que desembocan y se dispersan en el recurso hídrico marino de la provincia de Ilo.

Un informe realizado por el Instituto del mar del Perú “Determinación del Estado, Presión y Respuesta de la zona marino costera de Ilo” evidenció resultados acerca de la concentración de traza de metales pesados en agua de mar superficial

de la Bahía Ilo-Ite los cuales manifestaban la presencia de mercurio (Hg), aluminio (Al) , selenio (Se) y plomo (Pb) estando sus concentraciones por encima del límite máximo permisible del Estándar Nacional de Calidad de Agua (ECA) del Perú siendo perjudicial para la vida de las especies acuáticas marinas que habitan dentro de este recurso hídrico marino y siendo perjudicial a la salud de la población ileña que usan estas zonas para actividades recreativas y de extracción. (IMARPE, 2017)

Por ello, el mismo trabajo recomienda que se debe realizar estudios posteriores a éste para así poder reflejar en que en épocas existen mayor influencia antropogénica o en que estación se observa mayor tránsito dinámico de contaminantes potenciales que afecten el recurso hídrico marino costero de Ilo.

Por lo tanto, la preocupación radica que actualmente existen pocos estudios publicados acerca de la existencia de este problema en nuestra localidad y la falta de fomentación de la misma a la población ileña, el cuál desconoce que zonas presentan un riesgo alto de contaminación por metales ya sea para su salud, actividades recreativas, extracción o cultivo.

Por otro lado los recursos hidrobiológicos que viven en este medio acuático pueden resultar afectados debido a que altas concentraciones de metales pesados en su hábitat natural pueden originar cambios en su fisiología o biología desencandenando una reducción poblacional del mismo en el mar de Ilo.

Para zanjar con la problemática principal es necesario que se realice primero un estudio químico-analítico en donde se logre evaluar el nivel de contaminación por metales pesados (Pb, Cu, Mn, As, Cd, B y Fe) en la columna de agua de las zonas marino costeras de Ilo.

De ahí se planteará los objetivos específicos que buscará conocer sus concentraciones en los diferentes puntos de estudio, si las zonas marino costeras presentan una condición óptima y de calidad para actividades de extracción, cultivo y desarrollo normal de organismos vivos y los efectos negativos que se propagan en los recursos hidrobiológicos por la alta presencia de éstos metales pesados tóxicos.

1.1.1 Interrogante general

- ¿El presente estudio podrá evaluar el nivel de contaminación por metales pesados (Pb, Cu, Mn, As, Cd, B y Fe) en la columna de agua de las zonas marino costeras de Ilo, Perú?

1.1.2 Interrogantes específicas

- ¿Se evidenciará la presencia de los metales pesados de estudio en los 5 puntos de muestreo de las zonas marino costeras de Ilo?
- ¿Las concentraciones de metales pesados identificados en las zonas marinas costeras de Ilo superarán los límites máximos establecidos en los estándares de calidad ambiental nacionales proporcionados por el MINAM e internacionales por la EPA?
- ¿Las concentraciones altas de los metales pesados de estudios pueden ocasionar efectos negativos y/o toxicológicos en los recursos hidrobiológicos?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Evaluar el nivel de contaminación por metales pesados (Pb, Cu, Mn, As, Cd, B y Fe) en la columna de agua de las zonas marino costeras de Ilo, Perú.

1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar la presencia de los metales pesados de estudio en los 5 puntos de muestreo de las zonas marino costeras de Ilo.
- Comparar las concentraciones de metales pesados identificados en las zonas marinas costeras de Ilo con los límites máximos establecidos en los estándares de calidad ambiental nacionales proporcionados por el MINAM e internacionales por la EPA
- Reconocer los principales efectos negativos y/o toxicológicos de los metales de estudio en los recursos hidrobiológicos a través de la bibliografía.

1.3. Justificación e importancia

La contaminación en el medio marino es un problema que ataca y abarca a muchos campos de estudio y sectores en el Perú como es en el campo de la medicina, por ejemplo en el área de seguridad alimentaria, por intoxicación de recursos hidrobiológicos contaminados, en el campo de la maricultura, cultivo de especies hidrobiológicas de importancia biológica en el medio marino, en el campo de la ecología, que busca identificar los principales contaminantes que contribuyen al desequilibrio y perturbación en el ecosistema acuático marino y a su vez a la disminución de la biodiversidad de los organismos marinos que habitan dentro ahí.

Es ésta incertidumbre que nos coloca a nosotros los investigadores y ciudadanos de Ilo en un punto de reflexión, acerca de las condiciones que presentan ciertas zonas marino costera de uso para la extracción de recursos hidrobiológicos, cultivo y un normal desarrollo de la biodiversidad de las especies hidrobiológicas en el Puerto de Ilo, es ahí en donde nuestro campo de estudio busca difundir y

otorgar a la población ileña las condiciones en las que se encuentran ciertos zonas marino costeros de Ilo en donde se pueden realizar estas actividades.

Esta investigación tiene como fin que la población ileña y diferentes entidades que buscan la sostenibilidad y conservación acuática marina de Ilo tomen las medidas necesarias para la mitigación del impacto ambiental que se vienen suscitando en las zonas marino costeras de Ilo intrínsecamente relacionado con la contaminación por metales pesados.

Por lo tanto, la realización de este estudio busca convertirse en una fuente o base de información actualizada acerca de los principales metales pesados que se llegan a concentrar en las zonas marinas costeras de Ilo: Playa Tres hermanas, Desembarcadero Pesquero Artesanal , Playa El Diablo, Playa Media Luna y Fundición, informando además los principales efectos negativos de la bioacumulación de los metales de estudio en los recursos hidrobiológicos marinos con referente a la bibliografía recolectada.

En el campo de cultivo, esta investigación otorgaría datos acerca de las condiciones fisicoquímicas y de calidad de diferentes zonas marino costeras en donde se busca realizar o plantear el cultivo de especies marinas de importancia económica o repoblacional.

En el campo de salud, se busca dar advertencia a la población de ciertos recursos hidrobiológicos que acumulan en su organismo y carne trazas de metales pesados tóxicos que adjudican en problemas gastrointestinales, neurológicos, hemáticos y renales hacia la población consumidora.

Por último, en el campo ecológico, esta investigación busca esclarecer ciertos puntos acerca del impacto ambiental que se ha trascendido en el recurso hídrico marino de Ilo a lo largo del tiempo desencadenando la reducción de biomasa biológica (flora y fauna) de los recursos hidrobiológicos de Ilo llegando a promover el cultivo de repoblación de especies marinas que se han ido disminuyendo en el mar ileño.

La ejecución de este tema de investigación contempla con un asesoramiento especializado en este campo de estudio, en donde se realizó los análisis respectivos con equipos y metodología de alto grado de certeza en el campo científico para su análisis y registro de resultados fehacientes y precisos.

Los resultados obtenidos de esta investigación no solo otorgarán a la población ileña información acerca del nivel de contaminación en el que se encuentra ciertas zonas costeras de estudio y de pesca de Ilo, sino que además la comunidad científica peruana e internacional obtendrá nuevos datos acerca del nivel de contaminación por metales pesados que posee nuestro recurso hídrico marino abriendo nuevas investigaciones de estudio en el futuro.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

- El presente estudio evalúa el nivel de contaminación por metales pesados (Pb, Cu, Mn, As, Cd ,B y Fe) en la columna de agua de las zonas marino costeras de Ilo (Playa Tres hermanas, Desembarcadero Pesquero Artesanal de Ilo, El Diablo, Media Luna y Fundición).

1.4.2. Hipótesis específicas

- Existe la presencia de metales pesados de plomo, cobre, manganeso, arsénico, cadmio, boro y hierro en los 5 puntos de muestreo de las zonas marino costeras de Ilo.
- Las concentraciones de metales pesados identificados en las zonas marinas costeras de Ilo superan los límites máximos establecidos en los estándares de calidad ambiental nacionales proporcionados por el MINAM e internacionales por la EPA.
- Las concentraciones altas de los metales pesados de estudios ocasionan efectos negativos y/o toxicológicos en los recursos hidrobiológicos.

1.5. Variables

1.5.1 Variable 1 (Independiente)

- Concentración de metales pesados (Pb, Cu, Mn, As, Cd, B y Fe) en la columna de agua de las zonas marinas costeras de Ilo.

1.5.2 Variable 2 (Dependiente)

- Nivel de contaminación por metales pesados que superan los límites máximos establecidos del ECA por parte del MINAM y EPA con respecto a la calidad de agua marino costero.

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores	Técnicas e Instrumentos
Independiente **Concentración de metales pesados (Pb, Cu, Mn, As, Cd, B y Fe) en la columna de agua de las zonas marinas costeras de Ilo.**	Los metales pesados son contaminantes que se acumulan en un recurso hídrico a lo largo del tiempo, a esto se lo define como "concentración", el cual puede aumentar progresivamente en un ambiente acuático marino.	Análisis químico analítico	Unidades en mg/L de los Metales pesados (Pb, Cu, Mn, As, Cd, B y Fe)	Determinación de la concentración de metales pesados de estudio mediante Espectrometría de Absorción Atómica.
Dependiente **Nivel de contaminación por metales pesados que superan los límites máximos establecidos del ECA por parte del MINAM y EPA con respecto a la calidad de agua marino costero.**	El nivel de contaminación por metales pesados que se presente en un recurso hídrico marino de estudio se puede evaluar mediante métodos estadísticos e indicadores gráficos que demuestre que el nivel de contaminación por metales pesados se encuentre dentro, al límite o fuera de los límites máximos establecidos de los ECAs nacionales e internacionales.	Análisis Estadístico	Indicador estadístico y visual cuantitativo en unidades ppm o mg/L de los datos obtenidos del estudio comparando con las concentraciones establecidas por los ECAS nacionales e internacionales para el recurso hídrico marino: Decreto Supremo N° 004-2017- MINAM	Procesamiento y Análisis de datos en Excel 2019. Método del Semáforo Estadística descriptiva (media aritmética, valores máximo, mínimos y ANNOVA) Representaciones gráficas: Gráfico de barras y de pastel.

	Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales. (Subcategoría 2)
	Citerios de calidad del agua conforme con la sección 304 (a) de la Ley de Agua Limpia 2009 EPA

Nota. La tabla refleja información recopilada por diferentes autores y simplifica los métodos para la obtención de datos. Se contextualizo los conceptos de los autores Pabón, S., Benítez, R., Sarria-Villa, R., & Gallo, J. (2020)

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

Nivel Internacional

- Yilmaz & Sadıkoğlu (2010). Estudio de la contaminación por metales pesados en el agua de mar de Kepez Puerto de Canakkale (Turquía)/ Study of heavy metal pollution in seawater of Kepez harbor of Canakkale (Turkey).

Con la finalidad de determinar los niveles de contaminación ambiental que se presentaba el Puerto de Kepez acerca de la presencia de metales pesados, Cadmio (Cd) y Plomo (Pb), (Yılmaz & Sadikoglu, 2010) recolectaron muestras de agua de mar de la estación más cercana a el Puerto de Kepez el cual lo analizaron por la técnica ICP-AES (Espectroscopia de emisión atómica de plasma acoplado por inducción) obteniendo como resultado una alta concentración de Cd y Pb de 73,80 mg/L^{-1} y 9,39 mg/L^{-1}. Concluyeron que estas concentraciones elevadas pueden tener un efecto tóxico en algas sensibles y organismos vivos que habitan en el agua de mar. Los aportes de esta investigación nos recalca la importancia de los estudios de calidad de agua marina porque los datos obtenidos de ello nos brinda indicios de las condiciones en las que se pueden encontrar ciertos organismos vivos.

- Dawagreh, A.; Hailat, M.; Khasawneh, H.; Khasawneh, E.; Sundaramurth, S. & Titinchi, S. (2019). Estudio de la presencia de elementos metálicos en agua de mar en el Estado de Kuwait / Study of the presence of metal elements in Sea water in the State of Kuwait.

Con el propósito de determinar la concentración de algunos elementos metálicos en el agua de mar en el Estado de Kuwait, un grupo de investigadores

(Dawagreh et al., 2019) recolectaron muestras de agua de 13 diferentes ubicaciones, de 1 a 1,5 km de distancia a lo largo de la costa desde el extremo norte hasta el extremo sur a una profundidad de 1 metro luego de ello las muestras se enviaron a laboratorio para su respectivo análisis por absorción atómica. Las ubicaciones de muestreo fueron seleccionadas debido al impacto del medio marino y urbano industrial. Los resultados finales fueron obtenidos utilizando diferentes técnicas de análisis los cuales se compararon con los estándares de la EPA indicando que la concentración de arsénico (As), cobre (Cu), hierro (Fe), níquel (Ni), vanadio (V), plomo (Pb), mercurio (Hg) y cadmio (Cd) se encontraron dentro de los límites estándar permitidos por la agencia de protección ambiental (EPA). Los aportes de estudio nos proporcionan información detallada acerca del procedimiento de toma de muestras, análisis y comparación de datos.

- Wang, Chen, & Xia (2010).Evaluación del riesgo ambiental de los metales pesados en el mar de Bohai, norte de China / Environmental risk assessment of heavy metals in Bohai Sea, North China.

Con la finalidad de introducir un nuevo método que permite la evaluación del riesgo ambiental que se presenta de metales pesados en el agua de mar de Bohai, China además de ser recomendado por Partnerships in Environmental Management for the Seas of East Asia (PEMSEA) (Wang, Chen, & Xia, 2010) recolectaron la información disponible de diferentes datos medidos en el 2002 por un estudio diferente que buscaba examinar la calidad del agua de mar de Bohai para así aplicar el método del Monte Carlo el cual estimaría la incertidumbre de riesgo. El resultado de la investigación mostraron que los agentes de riesgo prioritarios fueron Hg y Pb, el agente de amenaza potencial fue Cu mientras que el Cd estuvo en un nivel

aceptable. Por lo tanto, el análisis de incertidumbre da como resultado que con una confianza de más del 75% los cocientes de riesgo Hg y Pb superaran los valores críticos en los próximos años.

Este estudio recalca que si en un futuro se desea saber el nivel de contaminación que presenta una bahía, puerto o cualquier otra zona marítima de importancia es necesario que se realice un estudio anterior en donde se refleje datos que serán de mucha utilidad para comprobar el nivel de aumento o disminución de contaminantes potenciales que llegan a generar un desequilibrio u amenaza contra el ecosistema acuático marino, salud de la población y/o actividades portuarios e económicas. Por lo tanto, este antecedente nos da a entender que la realización de este proyecto de tesis servirán como base de datos para proyectos futuros.

- Srikanth, Somasekhar, Kanthi, & Raghu (2013). Análisis de metales pesados mediante espectroscopio de absorción atómica de las muestras tomadas alrededor de Visakhapatnam/ Analysis of heavy metals by using atomic absorption spectro - scopy from the samples taken around Visakhapatnam. International Journal of Environment, Ecology, Family and Urban Studies (IJEEFUS), 3(1), 127-132.

El trabajo de investigación realizado por Srikanth, Somasekhar, Kanthi, & Raghu, (2013) tenia como objetivo el análisis de metales pesados utilizando espectroscopia de absorción atómica de las muestras tomadas alrededor de Visakhapatnam, ciudad portuaria en el estado de Andhra Pradesh, en la India. Se realizo entonces análisis experimental de metales pesados en efluentes industriales de la Planta de Acero los cuales eran vertidos al medio ambiente y el Embalse Thatipudi, los resultados obtenidos del Espectrómetro de Absorción Atómica

(AAS) mostraron que el agua de los efluentes industriales de la zona estudiada tenía una alta concentración de metales pesados (Pb, Cd, Cu, Zn) a excepción del Hg comparado que el del Embalse, lo cual la presencia de estas concentraciones son capaces de contaminar el medio ambiente de manera grave.Los datos de esta información son de suma de importancia ya que nos proyecta el impacto que provoca los efluentes industriales al ecosistema acuatico ya sea marino o dulceacuícola.

- Alarcón (2003). Determinación de elementos traza (Cd, Cu, Ni, Pb, Hg y As) en agua de mar y sedimento de la Bahía de Puerto Montt, año 2002 (Universidad Austral de Chile).

El plan de tesis realizado por Alarcón (2003) tuvo como objetivo determinar la concentración de metales pesados: Cu, Cd, Ni, Pb, As y Hg en agua de mar y sedimento de la Bahía de Puerto Montt, perteneciendo a Otoño (primer muestreo), Invierno (segundo muestreo) y Primavera (tercer muestreo). Los resultados obtenidos por Espectrometría de Absorción Atómica, en Horno de Grafito (Análisis electrotérmico) para las muestras de Agua de mar, Llama en muestras de sedimento, Generador de Hidruros para As y "Cool Vapor" en el caso de Hg, en ambas muestras, mostraron que en el agua de mar se encontraron concentraciones promedio de: Cu de 1,80 (µg/L), Cd de 0,03 (µg/L), Ni de 0,8 (µg/L), Pb de 0,59 (µg/L), As de 0,7 (µg/L) y para Hg de 0,24 (µg/L) mientras que en las muestras de sedimento se encontraron concentraciones promedio de: Cu de 29,6 (mg/Kg), Cd de 0.06 (mg/Kg), Ni de 13,19 (mg/Kg), Pb de 2,07 (mg/Kg), As de 2,59 (mg/Kg) y Hg de 0,02 (mg/Kg). Conluyendo así que existe un efecto

negativo en las actividades producidas por el hombre cercanas a la Bahía de Puerto Montt, debido a las descargas de desechos directamente al mar, como las empresas salmoneras, astilleros, emisarios del alcantarillado, etc. Fortaleciendo así el punto de investigación anterior y sumando datos a la investigación en general.

- Alfaro, Piedra, Saravia, & Piedra (2021). Evaluación de los parámetros físicos y químicos del agua de mar en los alrededores de la Isla Uvita, Limón, Costa Rica.

El trabajo de investigación realizado por Alfaro,et al. evaluó una serie de parámetros físicos y químicos para determinar la calidad del agua marina en los alrededores de la isla Uvita y la posible influencia de las descargas procedentes del emisario submarino de la ciudad de Limón sobre el entorno marino circundante. Se evaluaron nutrientes (nitritos, nitratos, silicatos, fosfatos y amonio), metales pesados (plomo, cromo, níquel), sólidos (disueltos y sedimentables) y parámetros físicos (pH, temperatura, turbiedad, etc.). La zona de estudio se dividió en segmentos circundantes a la isla y se ubicaron 6 puntos de muestreo alrededor de la misma con el fin de comparar la calidad del agua de las áreas con mayor influencia del emisario con las de menor influencia. Se programaron tres actividades de muestreo: setiembre 2012 (época lluviosa), octubre 2012 (transición lluviosa-seca) y septiembre 2013 (época lluviosa). Los niveles de nutrientes, metales pesados, sólidos y parámetros físicos, se compararon con los reportados en la literatura para el Golfo de México y el Mar Caribe, encontrándose que, en general, eran mayores a los reportados en la literatura. En particular, los datos del último muestreo mostraron un incremento considerable en la concentración de los metales pesados (Pb, Cr y Ni), que podría ser

atribuido a factores ajenos a las descargas del emisario como por ejemplo las operaciones portuarias y las actividades industriales, las cuales repercuten en la zona mencionada. Por lo tanto esta investigación es otra prueba de la influencia que genera las actividades antropogénicas en la concentración de metales pesados en el ecosistema acuático.

- Doria, & Deluque (2014). Niveles y distribución de metales pesados en el agua de la zona de playa de Riohacha, La Guajira, Colombia.

Con la intención de determinar la presencia de niveles y distribución de metales pesados en el agua de la zona de playa de Riohacha, La Guajira, en el país de Colombia Doria & Deluque (2014) efectuaron una toma de muestras de agua durante 8 meses en donde encontraron metales pesados tóxicos como Ni y Zn en concentraciones que superaban los límites máximos permisibles siguiendo la normativa nacional Colombiana y otras a nivel internacional, para recursos hídricos marinos y estuarinas destinadas a la preservación de fauna y flora.

- Esta investigación aporta información al estudio actual otorgando datos importantes acerca de la metodología utilizada para la recolección de muestras, detección de metales pesados con Espectrofotómetro HACH DR 5000 en un ambiente marino y la importancia de la calidad de agua que debe tener una zona marina para que sea apta para las diferentes actividades de la población. Soualili, D., Dubois, P., Gosselin, P., Pernet, P. y Guillou, M. (2008). Evaluación de la contaminación del agua de mar por metales pesados en el barrio de Argel: utilización del erizo de mar, *Paracentrotus lividus*, como bioindicador/ Assessment

of seawater pollution by heavy metals in the neighbourhood of Algiers: use of the sea urchin, *Paracentrotus lividus*, as a bioindicator

Con el objetivo de evaluar los niveles de contaminación por metales pesados cerca de la metropóli Argil, (Soualili et al., 2008) decidieron realizar un análisis en el recurso hídrico, sedimentos y parámetros biológicos del erizo de mar siendo financiado por una beca del Instituto de Ciencias Agronómicas y Veterinarias de la Universidad de Blida (Francia). Obtuviendo una información valiosa acerca del efecto toxicológico que genera el Pb en el erizo de mar provocando en sí anomalías en su desarrollo larvario y una bioacumulación de zinc, plomo, cadmio, cobre y hierro en las gónadas de los adultos.

Los aportes de este estudio nos permite rescatar los efectos ofensivos de los metales pesados en los recursos hidrobiológicos en este caso el erizo de mar, siendo en el puerto de Ilo, un recurso hidrobiológico de producto comercial además de ser una especie de cultivo y repoblación por entidades como el IMARPE que busca mitigar el descenso de estas especies marinas en nuestro medio marino.

Nivel Nacional

- Ibárcena (2019).Estudio de la contaminación por metales pesados en las costas de Tacna Perú.

Con el propósito de conocer el estado toxicológico en el que se encuentra el recurso hídrico marino de Tacna, Ibárcena (2019) planteó obtener datos actualizados acerca del nivel de contaminación de metales pesados en las zonas marino costeras de Tacna conociendo el rol que desempeña en la alimentación de la población tacneña. Con los resultados obtenidos del espectrofotómetro de

absorción atómica modelo 6701F-Shimadzu con sistema automatizado en horno de grafito y flama se determinó concentraciones de metales pesados de cobre en agua de mar de 10,66 µg/L en Punta Mesa y 13,42 µg/L en Santa Rosa, mucho más alto que en la zona sur. Las otras muestras de sedimentos marinos obtuvieron concentraciones superiores, en Punta mesa de Manganeso con 164,50 µg/g, y Cobre con 46,84 µg/g por otro lado en Santa Rosa cobre con 216,94 µg /g, seguido del manganeso con 85,84 µg /g, y el zinc con 15,06 µg /g. Concluyendo que las concentraciones de Cu en la zona sur (Punta Mesa) y norte (Santa Rosa) superan el LMP para la categoría: Aguas de zonas de pesca de mariscos y bivalvos, siendo el límite de 10 µg/I, para el cobre. Este estudio aporta datos acerca de las concentraciones de metales pesados identificados en las diferentes zonas marítimas costeras de Tacna.

- Ancieta (2012). Efectos de los efluentes domésticos en la Bahía del Callao. En Repositorio Institucional - UNAC. Universidad Nacional del Callao website:http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/2036

Este estudio realizado por Ancieta (2012) buscaba determinar el efecto de los efluentes domésticos en la Bahía del Callao. Los resultados obtenidos de este estudio demuestran que existe un alto nivel de contaminación de los efluentes hacia y en el mar. La calidad del agua de mar en la zona de estudio presenta concentraciones de metales pesados (plomo, zinc y hierro), superando los limites máximos permisibles para aguas de clase VI según Ia Ley general de aguas. Este estudio concluyó que la calidad del agua de mar en la zona costera de la bahía del Callao, comprendida entre la desembocadura del Rio Rímac y del Rio Chillén, no cumple con el estándar de calidad ambiental (ECA). Los aportes de este estudio

nos otorgan datos importantes del nivel de concentración de metales pesados que llega a presentar en el Callao siendo también un puerto pesquero como el de Ilo.

Nivel Local

- Cárdenas, Pastor Cuba, Baldarrago, Castañeda Muñoz, & Romucho (2015). Trazas de metales en agua, sedimento y organismos bentónicos en bancos naturales de las Regiones Tacna y Moquegua. Instituto del Mar del Perú.

El estudio realizado por los investigadores Cárdenas, Pastor Cuba, Baldarrago, Castañeda Muñoz, & Romucho (2015) tuvo como objetivo evaluar el contenido de trazas de metales en los bancos naturales de Meca-Lozas (Tacna), Tancona y Punta Coles (Ilo-Moquegua). Los resultados de esta investigación mostraron que Las trazas de cobre, plomo y cadmio contenidos en agua de los tres bancos naturales, no superaron los Estándares de Calidad Ambiental para Conservación del Ambiente Acuático (Grupo 4). Las trazas de cobre, plomo, cadmio y zinc para sedimentos, no superó al Probable Nivel de Efecto estipulado en la Tabla de Protección Costera de los EE UU, a excepción del cobre que superó el estándar en una estación (136,99 μg/g) de Meca-Las Lozas. Sólo las concentraciones traza de cobre en los tres bancos naturales y en los cuerpos eviscerados de caracol negro (*Thaisella chocolata*), lapa (*Fissurella sp*.), chanque (*Concholepas concholepas*) y choro (*Aulacomya atra*) superaron el límite máximo permisible internacional estipulado por la FAO, siendo la mayor concentración de 1782,27 μg/g en la especie *Fissurella sp*. muestreada en Meca-Lozas, por lo que se concluye que las especies que bioacumulan más trazas de cobre son *Fissurella sp.*, *Thaisella chocolata*, *Concholepas concholepas* y *Aulacomya atra*.

La importancia de esta investigación es de proveer datos acerca del nivel de concetración de metales pesados que presenta el recurso hidrico marino y especies marinas del banco natural de Punta de Coles de Ilo pero al solo tomar un punto costero de Ilo no nos manifiesta el estado general de las aguas costeras del Puerto de Ilo.

2.2 Bases teóricas

- **Contaminantes en el recurso hídrico marino:**

Es toda aquella sustancia introducida en los océanos que tiene efectos no deseados. Esta amplia definición incluye a los metales pesados, como el plomo o el mercurio, y compuestos orgánicos sintéticos como plaguicidas clorados, retardantes a la llama y bifenilos policlorados (PCB), además de algunos elementos fundamentales de la vida como los compuestos del nitrógeno y fósforo. Esos contaminantes pueden introducirse en nuestros océanos mediante vertidos directos ilícitos de desechos industriales o a través de procesos naturales más difíciles de controlar, por ejemplo, viento, lluvia y ríos contaminados. OIEA, (2013).

- **Metales pesados**

Los metales pesados se encuentran presentes en los seres vivos y de la corteza terrestre y otros son necesarios para los seres vivos, sin embargo pueden ser tóxicos a cierta concentración, denominándose como “metales pesados”. Se consideran metales pesados aquellos metales que contienen una densidad mayor a 4 g/cm3 y peso atómico mayor a 20. Aquellos metales pesados como (Cadmio, cromo, cobre, magnesio, níquel, plomo y zinc), y el de los metaloides (Arsénico y el Selenio) sean biológicamente esenciales o no, se consideran altamente tóxicos. (Londoño,L.; Londoño,T. & Muñoz, 2016).

- **Metales pesados tóxicos**

Los metales pesados son considerados tóxicos y altamente contaminantes ambientales, muy peligrosos, el cual presentan características comunes como: persistencia, bioacumulación, biotransformación y mucha toxicidad. Son potencialmente tóxicos y empleados en procesos industriales, como: el cadmio, el cobre, el mercurio, y el níquel, incluso en concentraciones bajas llegan a ser muy nocivos para cualquier tipo de vida. (Rodríguez, 2017).

- **Contaminación del agua marino costera**

Por la magnitud de los océanos, hasta hace poco el hombre creía que podría utilizarlos para verter basura y sustancias químicas en cantidades ilimitadas sin que esto tuviera consecuencias importantes. Aunque muchos continúan con la idea de continuar con los vertidos en los océanos incluso tenían un eslogan: La solución a la contaminación es la dilución. (Medina González R., Zetina Moguel C., Comas Bolio M., Pat Canul R. , 2004)

La contaminación marino costera se define como la introducción directa o indirecta por parte del hombre, de sustancias o energía en el ambiente marino; incluyendo el vertimiento de contaminantes de transportes y uso de combustibles fósiles o el de sustancias como pinturas, recubrimientos, lubricantes, etc, lo cual son utilizadas para disminuir el deterioro de las construcciones del ser humano, como muelles, embarcaciones y artes de pesca. Que tiene como resultado: el deterioro de los recursos vivos; el riesgo para la salud humana; el obstáculo de las actividades marinas: la pesca, actividades recreativas. Por otro lado el océano se puede también contaminar por fuentes naturales (erupciones volcánicas,

filtraciones submarinas de petróleo, desgaste de la corteza terrestre).La contaminación y destrucción de los fondos costeros de reproducción y cría, junto con la pesca excesiva, han reducido la captura de muchas especies de peces comercialmente importantes. (Medina González R et al.,2004)

- **Zona marino costera**

Es la franja de tierra firme y el espacio oceánico adyacente (columna de agua y lecho y sub suelo marinos), en la cual la ecología terrestre y el uso del suelo afectan directamente la ecología del espacio oceánico, y viceversa, interconectada con las actividades humanas. El Peruano (Ed.). (2019).

- **Calidad de agua**

Generalmente calidad se define como propiedad o un conjunto de propiedades perteneciente a algo. (Real Academia Española, 2016).

La calidad del agua es el término que describe las características químicas, físicas y biológicas del agua dependiendo del uso que se le va a dar. Para determinarla, se miden y analizan estos elementos, como, por ejemplo, la temperatura, el contenido mineral disuelto en ella, y la cantidad de bacterias que tiene. Fundación Aquae. (2021).

- **Ambiente pelágico**

El dominio pelágico también se conoce como ambiente pelágico, y es toda la zona conformada por la columna de agua sin contar con el sustrato que sería el domino bentónico. Costas, G. (2014).

- **Columna de agua (estrato epipelágico)**

Es el área acuático marino salado que se divide según la profundidad, zona pelágica, en sentido vertical, en donde se divide en varios estratos:

- **Zona Epipelágica:** Identifica a las aguas marinas situadas entre la superficie y los 200 m de profundidad.
- **Zona Mesopelágica:** Identifica a las aguas marinas situadas entre 200 y 1000 m de profundidad.
- **Zona Batipelágica:** identifica a las aguas y fondos marinos situados entre 1.000 y 4.000 m de profundidad.
- **Zona Abisopelágica:** corresponde al espacio oceánico entre 3000 y 6000 m de profundidad.
- **Zona Hadopelágica:** corresponde a las zonas más profundas del océano en las grandes fosas oceánicas situadas a más de 6000 m de profundidad.

Valdez, Y. (2015).

- **Flora y fauna epipelágica**

La flora de la zona epipelágica está representada por el fitoplancton aproximadamente hasta donde se matiene luz suficiente para que los organismos realicen la fotosíntesis. El fitoplancton está constituido por algas unicelulares y bacterias también fotosintéticas. Entre las especies fitoplanctónicas se encuentran las diatomeas, dinoflagelados, algas verdeazules, algas pardas, cocolitofóridos, entre otras. La fauna de la zona epipelágica es muy diversa y está representada por organismos microscópicos pertenecientes al plancton, así como organismos de gran tamaño pertenecientes al necton. CONABIO. (2022)

Entre los organismos del zooplancton se encuentran las larvas de prácticamente todos los grupos zoológicos existentes en el ambiente marino como copépodos, miscidáceos, poliquetos, rotíferos y medusas, entre otros. Entre las

especies del necton están los peces como jureles, sardinas, barracudas, tiburones, atunes; mamíferos marinos como delfines y ballenas; calamares y pulpos, así como tortugas y aves marinas. CONABIO. (2022)

- **Isópodos marinos**

Los isópodos son un orden de invertebrados marinos (animales sin columna vertebral) que pertenecen al gran grupo de animales crustáceos, que incluye cangrejos y camarones. Aproximadamente la mitad de las especies conocidas de isópodos viven en el océano. Algunos son grandes y espinosos y viven en las profundidades del mar, otros viven en las aguas costeras y de la plataforma, moviéndose por el lecho marino o viviendo en la flora acuática. NOAA Ocean Exploration. (2004).

Un estudio realizado recientemente en Chile demostró el rol e interacción biótica que presenta los isópodos marinos en la reproducción y aumento poblacional de algas marinas en el medio acuático siendo una de estas especies el isópodo *Idotea balthica* el cual facilita la dispersión y fertilización de los gametos masculinos en el alga roja *Gracilaria gracilis* debido a que cuando la marea sube, para resistirse a las olas, se aferran con fuerza a las algas con los agudos garfios de sus patas, siendo retenido en sus cuerpos espermatia algal y en marea baja se desplazan hacia otras zonas. (Lavaut, E., Guillemin, M.-L., Colin, S., Faure, A., Coudret, J., Destombe, C., & Valero, M.; 2022)

- **Espectrometría de absorción atómica**

La espectrometría de absorción atómica es una técnica utilizada para determinar la concentración de un elemento metálico determinado en una muestra. Puede utilizarse para analizar la concentración de más de 62 metales diferentes en

una solución. Aunque la espectrometría de absorción atómica data del siglo XIX, la forma moderna fue desarrollada en gran medida durante la década de los 50 por un equipo de químicos en el país de Australia, dirigidos por Alan Walsh. (Pérez, 2010).

La técnica se basan en el hecho de que un elemento atomizado absorberá la luz de una longitud de onda característica, elevándola de un estado base a un estado excitado. (Technologies Agilent, 2022)

- **Estándares Nacionales de Calidad Ambiental Para Agua de Mar**

En el Perú se ha establecido una nueva norma acerca de la calidad de agua de mar tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos. (El Peruano (Ed.), 2017).

- **Estándares Internacionales de Calidad Ambiental Para Agua de Mar**

La EPA ha publicando una recopilación de sus criterios nacionales de calidad de agua recomendados para 157 contaminantes, desarrollado en conformidad con la sección 304 (a) de la Ley de Agua Limpia. Éstos criterios recomendados brindan orientación a los estados y tribus en la adopción de agua en los estándares de calidad.Estos criterios de calidad del agua no son regulaciones y

no impone requisitos legales vinculantes a la EPA, los estados, las tribus o el público en general. (EPA,2009)

- **Plomo**

Este es un metal no esencial para los seres vivos, el cual está presente en muchos tejidos y órganos de los mamíferos. El plomo se presenta en dos estados de oxidación Pb^{+2} y Pb^{+4}, siendo el Pb^{+2} el que más predomina en el ambiente acuático Sin embargo en el agua de mar se puede encontrar como $PbCl^2$ (43%), $PbCO^3$ (42%) y $Pb(OH)^2$ (9%) (Whitfield, M.;Turner, D.R. y Dickison, A.G. 1981).

El plomo se encuentra en forma natural en las rocas, así como suelos y en las tierras, en una proporción que varía entre 2 y 200 ppm; la minería, la metalurgia y la transformación del plomo han sido la causa de la contaminación a través de sus emisiones a las agua y a la atmósfera (UNIPLOM, 2004).

Por otro lado, la presencia de altas concentraciones de Pb en el medio acuático marino tiene un efecto negativo como:

- La perturbación de las funciones del fitoplancton, el cuál se conoce como el principal productor de oxígeno en el recurso hídrico marino y son el principal alimento para las diferentes especies marinas.
- EL Pb llega a acumularse en varios recursos hidrobiológicos, los cuales provocan intoxicaciones y malestares gastrointestinales a las personas que los ingiere como alimento. (Lenntech, 1998c)

- **Cobre**

El Cu se caracteriza por ser un micronutriente esencial para los productores marinos, pero también puede en convertirse tóxico cuando su concentración excede determinados niveles. (González, 2006)

Este elemento químico (Cu) proviene de las siguientes fuentes:

Plantas industriales de metales y otras industrias como son las refinerías y fundiciones además de los vertidos domésticos, botes de pintura así como provenientes de fuentes mas lejanas, un ejemplo es la escorrentía que trae consigo fertilizantes y pesticidas (Cousillas, sf).

Según estudios monitoreados por la EPA (1986) existe sensibilidad aguda de algunas especies marinas de agua salada al cobre cuando varian de 0.0058 mg/L para el mejillón azul a 0.6 mg/L para el cangrejo verde. Se realizó una prueba de ciclo de vida crónico con un *mysid* y se observaron efectos adversos a 0.077 mg/L pero no a 0.038 mg/L, lo que dio como resultado una relación aguda-crónica de 0.003346 mg/L .

Además, la presencia de cobre en el medio marino y su sobreexposición en los peces puede provocar cambios de comportamiento, disminución del crecimiento, interferencia en la osmorregulación y capacidad reproductiva baja, interrupción de la actividad enzimática y mortalidad. (Sandoval, Paredes, & Ulloa, 2015)

El cobre en el medio marino se presenta en 2 formas ya sea en cobre (I) o cobre (II) siendo un poco más predominante el cobre I en el agua superficial del medio marino pero al concentrarse se transforma inmediatamente a Cobre II siendo éste tóxico para la salud humana ya sea al estar en contacto (irritación,

conjuntivitis) o la ingesta de alimentos que contenga este metal (depresión del sistema nervioso central, daños gastrointestinales, al hígado, al riñón, al sistema vascular o insuficiencias en el sistema circulatorio). Asimismo el óxido cúprico puede ser utilizado para producir pilas secas, así como también en pilas "mojadas" como cátodo. (Gonzales, 2006; QUIMICA.ES, 2007)

Por otro lado, en las especies marinas como el *Loxechinus Albus* el cobre (I) y (II) afecta negativamente en su desarrollo larvario según el estufdio realizao por Figueroa et al., (2012).

- **Manganeso**

Este metal es un de transición del primer periodo largo en la tabla periódica, este metal se encuentra entre dos metales muy conocidos y con propiedades similares como es el cromo y hierro. El manganeso llega a oxidarse con rapidez en el aire a fin de crear una capa castaña de óxido. Los diversos compuestos de manganeso tienen aplicaciones en la industria, como es el caso de el dióxido de manganeso que es utilizado como un agente desecante o catalizador en diferentes pinturas y barnices además como decolorante para la fabricación de vidrio y en todo lo que son pilas secas. (Lenntech, 1998b)

Además se conoce mediante una recopilación de estudios que si existe más acidez en un medio acuático marino se incrementa la concentración de Mn en el mismo. (Gibson, RN, Atkinson, RJA y Gordon, JDM: 2006).

El manganeso es un metal tóxico que frecuentemente se encuentra en los sedimentos o en la columna de agua de los sistemas marinos provocando efectos negativos en el recurso hidrobiológico como:

- El contacto en concentraciones bajas de este metal infiere en el crecimiento, la formación ósea y en la reproducción de diferentes especies. Ejemplo: Mulloway (*Argyrosomus japonicus*) especie marina en estado juvenil que al estar en un ambiente marino a 5 mg/L de Mn (II) su tasa de supervivencia descendió de 100% a 73±13 %. (Partridge, GJ y Lymbery, AJ; 2009).
- Cuando el Manganeso es tomado a través de la piel este puede causar temblores y fallos en la coordinación. Un ejemplo de ello son los delfines que habita en el recuso hídrico marino o estuarios, los cuales se encuentran expuestos a este metal desde edades tempranas haciendo aún más vulnerable su desarrollo. (Romero, Polizzi, & Gerpe, 2019)

- **Hierro**

El hierro (Fe) es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre (5%). El uso más extenso del hierro (fierro) es para la obtención de aceros estructurales; también se producen grandes cantidades de hierro fundido y de hierro forjado. Entre otros usos del hierro y de sus compuestos se tienen la fabricación de imanes, tintes (tintas, papel para heliográficas, pigmentos pulidores) y abrasivos (colcótar). (Lenntech, 1998a)

Aunque el Fe no se considera un contaminante prioritario, niveles significativos (>13.000 μg L^{-1}) se han registrado en muestras de agua marina (Jonathan et al., 2011); estos niveles han demostrado exceder la tolerancia fisiológica de Fe durante las primeras etapas de vida de invertebrados marinos (Gorski y Nugegoda, 2006).

Los efectos negativos de la presencia de hierro en el ecosistema marino son:

- En las aves marinas les provoca alteraciones funcionales. (Lenntech, 1998a)
- En el Avalón *Haliotis rubra* en su etapa larvaria provoca descoordinación, tamaño inmaduro y falta de calcificación. Gorski, J., & Nugegoda, D. (2006)
- En los cuerpos de agua provoca precipitación y una coloración no deseada. (Lenntech, 1998a)

- **Boro**

El Boro pertenece al grupo de los metaloides y el estado habitual en el medio natural es sólido, su presencia en el medio ambiente se debe a la meteorización de rocas con boro, desde el agua de mar en forma de vapor de ácido bórico además de las actividades geotérmicas tale como vapores geotérmicos y por volcanes, también es causado en menor medida por la liberación de este metal en el uso de fertilizantes y herbicidas que con concentraciones de boro, así como la quema de madera, carbón, o petróleo. (GreenFacts, 2005).

Los efectos negativos de la presencia de boro en el mar y la salud:

- Una caracterísitca preocupante del boro es que suele acumularse en diferentes proporciones tanto en la fauna como en la flora acuática marina siendo esta última el principal alimento de especies y aves marinas reduciendo así sus niveles de supervivencia. (GreenFacts, 2005).
- El consumo de los recursos hidrobiológicos con concentraciones altas de boro ocasiona en el ser humano serios daños en el estómago, intestinos, hígado, riñón y cerebro. (GreenFacts, 2005).

- **Cadmio**

El cadmio es considerado un elemento no esencial; en el sector de industria, este metal es aprovechable por la gran resistencia a la corrosión, el bajo punto de fusión y por ser un excelente conductor eléctrico teniendo usos en derivados de pigmentos, revestimientos, pinturas y baterías recargables de níquel-cadmio. Este tipo de metal se encuentra en el medio ambiente por el vertido de efluentes industriales como de fundición del cobre, plomo, zinc y de níquel y de efluentes municipales como combustibles de los automóviles, combustión de plásticos hasta del humo de tabaco según (Cousillas, A. sf).

El Cd produce efectos negativos tanto en los recursos hidrobiológicos como en el ser humano los cuales son:

- Deformaciones en el sistema esquelético.
- Daño en el funcionamiento del riñón de los peces. (Bradl, H.,2005)

Por ejemplo, cétaceos, especímenes del delfín *Stenella coeruleoalba* varado en varios lugares de las zonas costeras de los mares Tirreno y Jónico en el sur de Italia presentaron concentraciones elevadas de cadmio en hígado (rango: 0,005 - 8,95 mg/kg peso húmedo) y riñón (rango: 0,005 - 34,1 mg/kg peso seco), el cual denota el papel acumulador de estos órganos durante la exposición a largo plazo. (Esposito, M., Capozzo, D., Sansone, D., Lucifora, G., La Nucara, R., Picazio, G., Riverso, C., & Gallo, P.; 2020)

- **Arsénico**

El arsénico se puede encontrar en el medio natural y en abundantes proporciones en la corteza terrestre y en menor cantidad en la roca, el suelo, agua y aire. dicho metal acumulado en la atmósfera es de fuentes naturales provenientes

de volcanes, mientras que el resto por diversas actividades humanas (GreenFacts, 2001). El arsénico inorgánico (As) es un contaminante generalizado en los ambientes marinos, que está presente en dos estados de oxidación diferentes arseniato (AsV) y arsenito (AsIII) que tienen efectos tóxicos complejos en los organismos marinos. (Liu et al., 2022).

Siendo:

- El efecto del arsénico inorgánico (As III/ As V) en la vieira *Chlamys farreri* interfieren en su crecimiento celular y metabolismo de moléculas pequeñas, alterando las funciones fisiológicas de los bivalvos. (Liu et al., 2022)
- Estragos en la salud en los organismos acuáticos, peces, que a bajas concentraciones de este metal da como resultado la bioacumulación focalizada en el hígado y riñón de los peces. (GreenFacts, 2001).
- El arsénico afecta los parámetros hematológicos, bioquímicos e ionoregulatorios de los organismos. (Kumari, B.; Kumar, V.; Sinha, A.; Ahsan, J.; Ghosh, A.; Wang, H. & DeBoeck, G.; 2016)

- **Toxicología de los metales pesados en los recursos hidrobiológicos**

La tabla 2 muestra la toxicología de algunos metales pesados en los recursos hidrobiológicos.

Tabla 2

Toxicicología de los metales pesados en los recursos hidrobiológicos

METALES PESADOS	EFECTO TOXICOLÓGICOS
Pb	Principal metal que afecta al desarrollo del erizo de mar *Paracentrotus lividus* en su fase larval debido a que es en esta fase en donde son más susceptibles al contacto directo con diferentes contaminantes ocasionando una embriotoxicidad. (Soualili et al., 2008) Son biocumulabes en las quelas y hepatopáncreas del *Cancer setosus* (jaiba peluda) y *Platyxanthus orbignyi* (cangrejo violáceo). (Domínguez, C., & Pereda, M.; 2020).
Cu	Los iones de Cu presentes ya sea en su estado de oxidación +1 ó +2 en la pintura de las embarciones pesqueras generan en el erizo de mar *Loxechinus Albus* un impacto negativo en su desarrollo larvario, pero siendo el más nocivo el sulfato de cobre (II). (Figueroa et al., 2012)

	La especie marina Lorna *Sciaena deliciosa* presenta biocumulación de Cu en el músculo e hígado el cual asciende en su etapa adulta. (Rodriguez Vilchez, R., 2022)
Mn	La presencia de concentraciones de Mn(II) a 5 mg/L en el cultivo de especies marinas como Mulloway (*Argyrosomus japonicus*) afecta a su desarrollo y crecimiento bajando su tasas de mortalidad del 100% a 73$\pm$13 %. (Partridge, GJ y Lymbery, AJ; 2009). El delfín franciscana *Pontoporia blainvillei* que habita en estuarios, ríos y costas del Océano Atlántico en Sudamérica, a edades tempranas son vulnerables a concentraciones de Mn lo cual reduce su desarrollo y crecimiento. (Romero, Polizzi, & Gerpe, 2019)
Fe	Concentraciones elevadas de Fe afectan al desarrollo de las larvas del Abulón *Haliotis rubra* mostrando descoordinación, tamaño de aspecto inmaduro y evidente falta de calcificación. (Gorski, J., & Nugegoda, D., 2006)
B	Concentraciones altas de boro en el medio hídrico marino reduce de manera severa la biomasa de los isópodos marinos que residen en este ecosistema marino llegando a una concentración letal de muerte de 28.35 mg/L de Boro en sólo 24 horas. (Hovatter, P. S., & Ross, R. H.,1995). Siendo en el año 2021, el registro de una especie de isópodo marino *Isocladus bahamondei* en las playa Puerto Inglés, Tres

	Hermanas y Malecón costero obteniendo muy bajos registros de biomasa de esta especie en la Playa Tres Hermanas (56 ind/m2) siendo diferente a la biomasa que poseía la playa Puerto Inglés (179 ind/m2) siendo resultado de la concentración y contaminación de contaminantes que liberan una zona marina de otra. (Zúñiga Delgado, J. G., Torres Conde, E. G., & Hinostroza Miranda, J. D., 2021).
Cd	Concentraciones altas de cadmio de 3.61 mg/L^{-1} en el medio acuático marino de especies adultas *Anguilla japónica* provoca en ellas toxicidad aguda, siendo afectados los tejidos medio: riñón, hígado, branquias, bazo y biocumulación en el músculo. (Ahn et al.2020) Los copépodos a una concentración de 5 µg/l (0.005 mg/L) se percibe un retraso en su desarrollo biológico (pronlongado el estadio copepodito hasta alcanzar su fase adulta) *Pseudodiaptomus annandalei* fue la especie de estudio. (Kadiene, E. U., Meng, P.-J., Hwang, J.-S., & Souissi, S.; 2019) Por otro lado, la concha de abanico *Argopecten purpuratus* expuestas a concentraciones de 0.352 mg/ L^{-1} de Cd presentaron una reducción poblacional en su fase juvenil. (Vera, R., 2021)
	Concentraciones de As de 100 µg L^{-1} (0.1 mg/L) en el medio marino de la ostra *Crassostrea gigas* responden en efectos de retardo del desarrollo embrionario de esta especie reduciendo su

	tasa poblacional en el medio acuático marino y resultando en cambios en su entorno ecológico. (Moreira, A., Freitas, R., Figueira, E., Volpi Ghirardini, A., Soares, A. M. V. M., Radaelli,
As	M., Guida, M., & Libralato, G.; 2018) En la pintadilla *Cheilodactylus variegatus valenciennes* se observa biocumulación de As en el tejido hepático de hasta un 2,94 mg/kg. (Quintana Paetán, S. A.; 2021). La bioacumulación de As en organismos acuáticos provoca trastornos fisiológicos, bioquímicos, lesiones hepáticas y disminución de la fertilidad. (Bears et al. 2006 ; Ribeiro et al. 2005).

Nota. La tabla refleja información recopilada por diferentes autores acerca de los efectos toxicológicos en las especies marinas.

- **Efectos toxicológicos del consumo de recursos hidrobiológicos contaminados**

Cuando se extraen recursos hidrobiológicos para su comercialización y/o consumo humano existe una concentración máxima establecida por la FAO en donde los moluscos marinos bivalvos deben presentar como máximo de 2 ppm de cadmio y 0.2 ppm de plomo. Mientras que los límites máximos establecidos por Perú establecen un rango de Pb y Cd del 0.5 ppm para los productos pesqueros del tipo crustáceo. (FAO, 2015) (SANIPES, 2016)

Siendo las concentraciones de Pb biocumulabes en el recurso hidrobiológico *Cancer setosus* (jaiba peluda), 1.355 ppm en hepatopáncreas y 7.669 ppm en las quelas, por otro lado, *Platyxanthus orbignyi* (cangrejo violáceo) acumuló concentraciones de 1.785 ppm en hepatopáncreas y 7.035 ppm en quelas,

superando los LMPs del SANIPES ocasionando su consumo en problemas de intoxicación alimentaria hacia la salud de la población. (Domínguez, C., & Pereda, M.; 2020).

Además que se reportaron niveles de cadmio de 1.0 ppm en *Romaleon setosum*, "cangrejo peludo" en la ciudad de Piura superando los LMPs atribuidos por el SANIPES siendo inaceptable para el consumo humano directo debido a que provoca problemas gastrointestinales graves y en ciertas ocasiones la muerte. Loaiza et al. (2018).

Con respecto al erizo de mar, se sabe que las gónadas son un producto marino exótico y comerciable para el consumo humano, sin embargo, el estudio realizado por Soualili et al., (2008) recalca que las muestra del erizo de mar bioacumularon concentraciones de plomo, cadmio, cobre y hierro, siendo de cuidado su consumo debido a que altas concentraciones en el organismo humano de estos metales pesados causa serios problemas en el "sistema digestivo, hepático e inclusive la muerte". (Mayo Clinic, 2020).

Por otro lado, la ingesta de Cd en alimentos del medio marino o tomar agua con niveles de cadmio muy altos produce irritación grave del estómago, vómitos, diarrea y deceso del consumidor. (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, 2016). Siendo el mejillón *Aulacomya ater (*Molina, 1782) recurso hidrobiológico distribuido en el litoral marino de Ilo y Chile, con altas concentraciones de Cd 4 veces, el nivel máximo permitido por la Unión Europea para su extracción y consumo. Barriga-Sánchez, M., & Aranda Pariasca, D. (2018). Además, siendo identificados en los tejidos del caracol marino *Thaisella chocolate* concentraciones de As, Cd y Cu que superaron alguna de las normas

internacionales. Luna-Pacompea, N., Juárez-Laguna, F., Jaén-Rodriguez, C., Alvariño, L., & Iannacone, J. (2022).

- **Organización Mundial de la Salud**

Esta organización determina que las zonas costeras esten limpias y bien administradas, ya sea de océanos, lagos o ríos, constituyen un punto de encuentro para las comunidades y representan ungran atractivo económico para el turismo y los eventos deportivos. Sin embargo, a medida que las actividades humanas y el cambio climático se intensifican, la mayoría de playas están expuestas a la contaminación, lo que da como resultado diversas enfermedades o incluso conyeba a la muerte, según la Dra. María Neira, Directora del Departamento de Medio Ambiente, Cambio Climático y Salud de la OMS. (OMS, 2021)

- **Bases legales**

El soporte legal que se ha manejado como referencia para la elaboración de este plan de tesis son las siguientes:

- Constitución Política del Perú, 1993.

- Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.

- D.S. Nº 002-2009-MINAM. Decreto Supremo que aprueba el Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales.

- D.S. N° 012-2009-MINAM, Política Nacional del Ambiente.

- RJ. 010-2016 ANA-MINAM. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.

- D.S. N° 004-2017- MINAM. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

- D.S. N° 020-2021-MINAM. Plan de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) para el periodo 2021-2023

- Política del Estado N° 19 – Desarrollo Sostenible y Gestión Ambiental.

- Decreto Supremo N° 014-2011-MINAM, Plan Nacional de Acción Ambiental (PLANAA) 2011-2021.

- Ley de Recursos Hídricos Nº 29338.

- La ley de la Marina de Guerra del Perú mediante el D.L. N° 1138 con fecha 10 de diciembre de 2012, en su artículo 16° indica a la DIHIDRONAV como órgano técnico encargado de administrar, operar e investigar las actividades relacionadas del ámbito acuático.

- Ley Nº 26620, Ley de Control y Vigilancia de las actividades marítimas, fluviales y lacustres.

- Ley N° 29325 - Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental.

- Ley de Aguas Limpias en Conformidad con la Sección 304(a), EPA-2009

2.3 Definición de términos

- **Agua de mar**: El agua de mar o agua salada es definida como una disolución hecha o en agua que compone los océanos y mares de la Tierra. Es salada por la concentración de sales minerales disueltas que contiene, un 3.5 % es decir en

cada litro de agua (1000 gramos) hay 35 gramos de sales disueltas, como media.(Basto, J.,2002)

- **ANA:** La Autoridad Nacional del Agua, es el ente rector en otras palabras es la máxima autoridad técnico normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos. Es un organismo altamente especializado creado por Decreto Legislativo N° 997 y adscrito al Ministerio de Agricultura y Riego. (ANA, 2001)
- **AWWA:** Es una asociación científica y educativa internacional sin fines de lucro fundada para mejorar la calidad y el suministro de agua sus siglas en inglés significa "American Water Works Association" traducido al español Asociación Estadounidense de Trabajos de Agua. (AWWA,1974)
- **EAA/AAS:** Significa, Espectrofotometría de absorción atómica, el cual es una técnica instrumental en donde los átomos presentes en la llama absorben parte de la radiación, por lo tanto, la señal disminuye y el dato es lo que mide el detector, posteriormente pasa a ser transformado en una concentración (Pérez, 2013).
- **EC**A: Los Estándares de Calidad Ambiental del Agua son considerados instrumentos de control e indicador para garantizar la calidad de los recursos hídricos en cuerpos receptores y de gestión ambiental (R. Pilar, 2017).
- **EPA:** La Agencia de Protección Ambiental (EPA) o por sus siglas en inglés "Environmental Protection Agency" es una agencia ejecutiva independiente del gobierno federal de los Estados Unidos encargada de asuntos de protección ambiental. (EPA, 2017)

- **LMP:** El Límite Máximo Permisible, es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Guarda coherencia entre el nivel de protección ambiental establecido para una fuente determinada y los niveles generales que se establecen en los ECA. (SPIJ, 2017)
- **OMS:** La Organización Mundial de la Salud es el organismo de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) el cual es especializado en gestionar políticas de prevención, promoción e intervención a nivel mundial en la salud, definida como un estado de completo bienestar físico, mental y social.(OMS, 2021).
- **SEIA:** Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental. el cual es administrado por la Autoridad Ambiental Nacional. Según la ley y su reglamento desarrollan los componentes del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.(Sistema Peruano de Información Jurídica, 2017)
- **DIHIDRONAV:** Dirección de Hidrografía y Navegación (DIHIDRONAV), a través de la División de Oceanografía Química, monitorea y estudia las condiciones químicas y geológicas del litoral peruano y zonas costeras mediante la determinación de la calidad del agua y caracterización del lecho marino.

III.METODOLOGÍA

3.2 Tipo y nivel de investigación

Tipo: Descriptiva -Trasversal – Analítico – Correlacional y Longitudinal

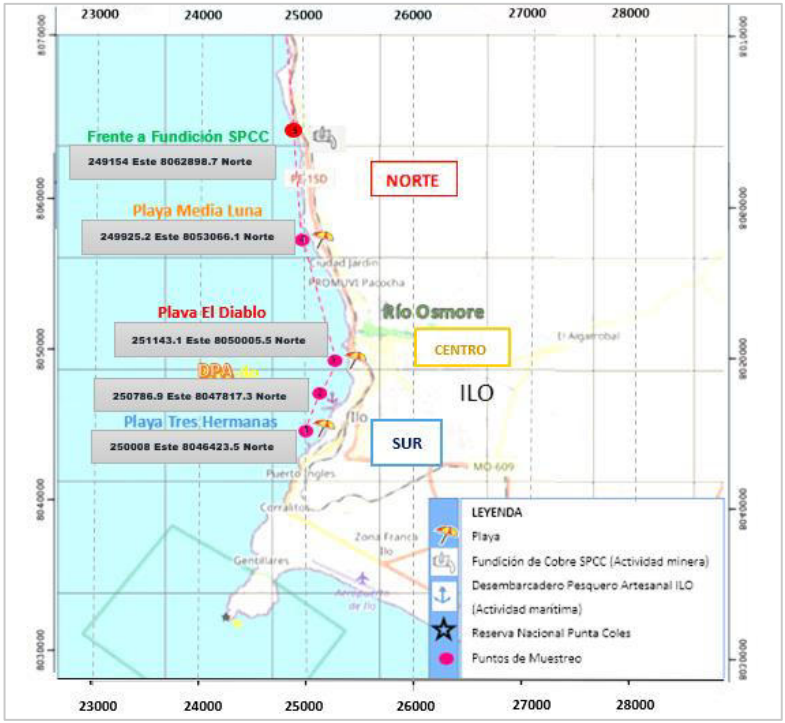
Nivel: Explicativo, porque su finalidad será poder explicar el nivel de contaminación proporcionado por los metales pesados en el recurso hídrico marino y el efecto negativo que provoca en los recursos hidrobiológicos.

3.3 Ámbito temporal y espacial

Los lugares de ejecución se desarrolló en el litoral marino de la provincia de Ilo. Estableciendo 5 puntos de muestreo cercanas a la costa, visualizadas en el Norte, Centro y Sur de Ilo, considerando también la contaminación antropogénica ligado a esos zonas de muestreo. Comprendiendo el área de estudio de unos 10.02 km de distancia a lo largo de la costa desde el extremo sur al norte.

Figura 1

Lugares de ejecución en la provincia de Ilo



Nota. Las coordenadas están en sistema UTM de acuerdo a lo establecido por la ANA

- La Zona “Norte de Ilo” se divide en 2 puntos de muestreo: Punto Nro.5 en donde se recolecto muestras de agua de mar al frente de la Fundición SPCC y Punto Nro. 4 el cuál se encuentra cerca de Ciudad Nueva - Distrito de Pacocha.
- La Zona “Centro de Ilo” donde se ubica el Punto Nro. 3 ubicado a la altura de Plaza Vea en el Malecón Costero de Ilo
- La zona “Sur Ilo” se divide en 2: Punto Nro. 2 en la parte lateral Desembarcadero Pesquero Artesanal de Ilo – cerca a la Glorieta y el Punto Nro. 1 se ubica a orillas del Patio Puerto de Southern Copper Perú en Costa Azul.

3.4 Población y muestra

- **Población:**

  Son aquellas zonas marino costeras de la provincia de Ilo, que son de uso recreativo, captura y extracción de recursos hidrobiológicos.

- **Puntos de muestreo:**

  Se ubicaron 5 puntos de muestreo a 200 metros de la costa cumpliendo con el protocolo de muestreo en agua marino-costera de la ANA, se seleccionaron esas zonas debido a las diferentes actividades antropogénicas que ponen en peligro la calidad de agua marina de estas zonas, atenta contra la salud pública de las personas que los usa para actividades recreativas además que son puntos de extracción de recursos hidrobiológicos y recolección de algas marinas siendo inseguro su consumo, además de los efectos perjudiciales que generan en los seres marinos que habitan dentro del medio acuático marino.

- **Muestra :**

  Son 3 muestras totales de agua marina de 1000 mL recolectadas por cada punto de muestreo para su análisis fisicoquímico, a 1m de profundidad, obteniendo así

una muestra representativa de las estaciones de invierno, primavera y verano siendo finalmente analizado en AAS en laboratorio.

3.5 Instrumentos

- Cámara fotográfica (Celular)
- GPS
- Indumentaria (chaleco) y guantes
- Multiparámetros HANNA HI98194
- Balde
- Botellas PET y vidrio esterilizados
- Cooler
- Gel Pack Refrigerante
- Tabla portapapeles
- Etiquetas
- Cinta
- Lapiceros
- Plumón indeleble
- Cuaderno de apuntes
- Cadenas de custodia
- Balde
- Botella Niski
- Espectrofotómetro de absorción atómica PinAAcle 900T

3.6 Procedimientos

3.6.1 Plan de Monitoreo

El plan de monitoreo que se siguió es el "Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales", aprobado mediante Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, de fecha 11 de Enero del 2016.

- Ubicación de los puntos de Control en el cuerpo de agua marino-costero

Se debe tener como mínimo 4 puntos de control alrededor de las zonas de estudio a una distancia de 200 metros de fuentes de actividad antropogénica. Asimismo, cuando los puntos de estudio no son accesibles o seguras, se ubicarán en zonas accesibles y seguras más cercanas. (Autoridad Nacional del Agua, 2016).

- Identificación de los puntos de monitoreo en el cuerpo de agua marino-costero

Para la determinación de los puntos de monitoreo en el mar se utiliza el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) en sistema UTM en estándar geodésico WGS 84. (Autoridad Nacional del Agua, 2016).

- Frecuencia del monitoreo

La frecuencia del monitoreo se establece para medir los cambios sustanciales en la calidad del recurso hídrico que se da en determinados períodos. (Autoridad Nacional del Agua, 2016).

- Parámetros recomendados para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales

En este caso la categoría 4 de Ecosistemas marino-costeros recomienda que los parámetros mínimos en campo de este recurso hídrico son el pH, T, y OD. (Autoridad Nacional del Agua, 2016).

- Procedimiento para la toma de muestras

En este caso el protocolo para la toma de muestra usando embarcación en cuerpos de agua navegables de mar son las siguientes:

- Antes de la partida se debe tener un pronóstico del día fiable, si las condiciones son malas se pospone la campaña.
- Mantener una estabilidad de la embarcación para una correcta toma de muestras.
- Tomar un volumen de agua en un balde para la medición de los parámetros en campo y registrar las mediciones.
- Utilizar un brazo muestreador para la toma de muestra de agua de mar para su análisis asegurando el cierre de la tapa de las botellas de cada muestra.
- Para la toma de muestras se sumerge el recipiente a una profundidad aproximada de 20 a 30 cm desde la superficie en dirección opuesta al flujo de la corriente.

(Autoridad Nacional del Agua, 2016).

- Preservación, almacenamiento y transporte de las muestras.

Para su conservación las muestras deben ser almacenadas en caja térmicas (cooler) bajo un adecuado sistema de enfriamiento(5°C + 3 °C), refrigerante (ice pack, hielo o similar) o un refrigerador móvil. Siendo transportados al laboratorio

en un plazo no mayor de 24 horas con respecto al análisis a estudiar. (Autoridad Nacional del Agua, 2016).

- Actividades post muestreo

Se procede a realizar un informe técnico basado en la interpretación de los resultados obtenidos tanto en campo y laboratorio.

(Autoridad Nacional del Agua, 2016).

3.6.2 Frecuencia de muestreo de los puntos de estudio en Ilo

Las campañas de muestreo consistió inicialmente en identificar las zonas de muestreo y la distancia de la toma de muestras. Luego se estableció 3 campañas de muestreo que se realizaron en el período de invierno (Septiembre), primavera (Noviembre) y Verano (Marzo) en las zonas marino costeras de Ilo.

Las fechas de muestreo se realizaron el 18 de septiembre, 19 de noviembre (debido a fuertes oleajes y clima adverso se postergó para esa fecha) del 2021 y 11 de Marzo del 2022.

Se eligieron esas fechas de acuerdo a los periodos establecidos en la Plataforma única del Estado Peruano por el SENAMHI en donde la estación de Invierno iniciaba desde el 20 de junio hasta el 21 de septiembre del 2021, período de Primavera del 22 de septiembre al 20 de diciembre y Verano de 21 de diciembre de 2021 al 19 de marzo del 2022.

3.6.3 Estaciones de muestreo

Se seleccionaron 5 estaciones de muestreo georeferenciadas por el GPS GARMIN 78 S. La selección de dichas estaciones de monitoreo se realizó buscando

garantizar la representatividad y la accesibilidad. En la tabla 3 se presenta la ubicación de cada estación en sistema UTM en estándar geodésico WGS 84.

Tabla 3

Plan de muestreo para los puntos de monitoreo de acuerdo al protocolo

ZONA	N° PUNTOS DE MUESTREO	ESTACIÓN	CÓDIGO	COORDENADAS UTM WGS84	REFERENCIA GEOGRÁFICA
Sur	**1**	E: 1 AS	PTH001	Este: 250008 Norte: 8046423.5	Playa 3 hermanas
Sur	**2**	E: 2 AS	DA002	Este: 250786.9 Norte: 8047817.3	Desembarcadero Pesquero Artesanal
Centro	**3**	E: 3 AS	PED003	Este: 251143.1 Norte: 8050005.5	Playa el Diablo
Norte	**4**	E: 4 AS	PML004	Este: 249925.2 Norte: 8053066.1	Playa Media Luna
Norte	**5**	E: 5 AS	FF005	Este: 249154 Norte: 8062898.7	Fundición SPCC

Nota. La tabla muestra las coordenadas capturadas con el equipo GPS utilizado en los puntos de muestreo.

3.6.3.1 Estación E1: Playa Tres Hermanas.

Se ubica cerca al Patio Puerto del Southern Copper Perú en Ilo, siendo por este motivo un punto crítico y viable de contaminación antropogénica de acuerdo a las actividades de refinería y transporte de minerales de nivel toxico y contaminante no sólo para la salud humana sino también un riesgo para la calidad de agua marina de la zona y repercutiendo en efectos negativos al recurso hidrobiológico.

Figura 2

E1: Playa Tres Hermanas.



Nota. Reconocimiento preliminar de la zona de estudio.

3.6.3.2 Estación E2: Desembarcadero Pesquero Artesanal.

Se ubica al lado del Muelle Fiscal y la Glorieta de Ilo siendo lugares muy concurridos por los turistas y la misma población ileña. A parte de ello el DPA-Ilo es una zona habilitada para la descarga de recursos hidrobiológicos y entrada y salida de embarcaciones pesqueras, sin embargo para la partida de estas flotas se proveen de comestibles de primera necesidad, combustible, aceite, pilas, baterías, linternas, aparejos de pesca entre otros materiales o instrumentos que al no tener cuidado de ello descienden al mar provocando un daño al ecosistema marino de Ilo.

Figura 3

E2: Desembarcadero Pesquero Artesanal de Ilo



Nota. Reconocimiento del lugar de estudio.

3.6.3.3 Estación E3 Playa el Diablo.

Se ubica al lado del Centro comercial Plaza Vea en el Malecón Costero de Ilo, es una zona que a parte de ser una zona recreativa del deporte acuático es un sitio en donde se recolecta y se seca algas marinas (Lessonia nigrescens) pero que se ha visto afectada por derrames de hidrocarburos por parte de buques de descarga del Consorcio de Terminales

Figura 4

E3 Playa el Diablo



Nota. Reconocimiento preliminar de la zona de estudio.

3.6.3.4 Estación E4 Playa Media Luna.

Se encuentra cerca a Ciudad Nueva-Distrito de Pacocha es una zona recreativa para los ciudadanos de Ilo pero periódicamente se ve afectada por la acumulación o acopio de residuos que al final llegan a incorporarse al mar por ello la municipalidad realiza continuos campañas de limpieza para suprimir su impacto en el medio acuático.

Figura 5

E4:Playa Mdia Luna



Nota. Reconocimiento del lugar de estudio.

3.6.3.5 Estación E5 Fundición. SPCC.

Zona que se encuentra propiamente en la Fundición SPCC Ilo dirigido por el Southern Perú debido a su actividad de refinería de metales en Ilo los diferentes residuos que genera pueden ser nocivos que al llegar a asentarse en el medio acuático marino afecta la vida de la flora y fauna del mismo.

Figura 6

E5: Fundición SPCC



Nota. Reconocimiento del lugar y actividades que se realizan cerca de ahí.

En todos los puntos de muestreo se halló presencia de residuos como botellas, plástico, productos de aseo personal, alambres entre otros desechos sólidos además de especies tanto de flora y fauna varados como algas, cangrejos y erizos en las orillas del mar permitiéndonos tener conocimiento de las características que presenta cada punto de estudio y la influencia antropogénica emitida en cada una de ellas.

3.6.4 Selección de parámetros

Se siguió con lo establecido en el protocolo de la categoría 4: Ecosistemas marino-costeros recomienda que los parámetros mínimos en campo de este recurso hídrico son el pH, T, y OD. Se rellenaron los datos de campo en las cadenas de custodia en las estaciones de verano, primavera e invierno de todos los puntos de muestreo. (Anexos: Figura 37, 38 y 39)

3.6.4.1 Mediciones de parámetros in situ.

Para la medición de los parámetros "in situ" se recolecto muestras de agua de mar en cada punto de muestreo con un balde e inmediatamente después se hizo uso del equipo multiparámetros para obtener datos de:

- Temperatura (°C)
- pH
- Oxígeno disuelto (mg/L)

(Tabla 5, 6 y 7 en el capítulo de resultados)

Figura 7

Medición de los parámetros in situ del agua de mar



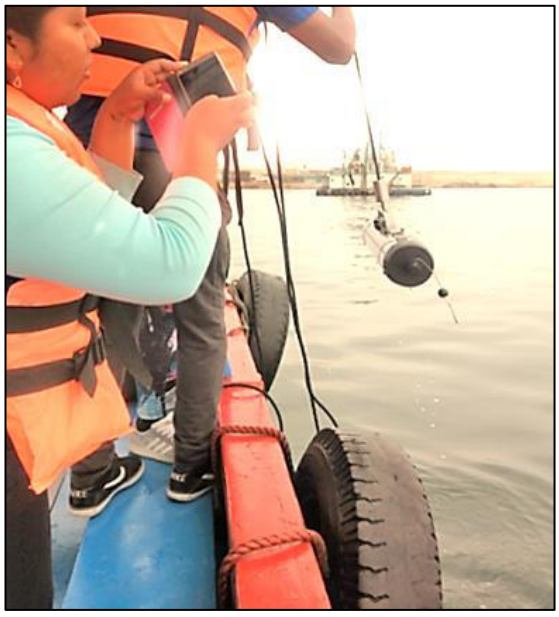
Nota. La medición de los parámetros se realizaron en la embarcación con el multiparámetro HANNA HI98194.

3.6.5 Toma de muestras

Para la toma de muestras para el análisis de Espectrometría de absorción atómica se hizo uso de la botella Niski y balde para recolectar las muestras de agua de mar a 1 metro de profundidad en cada punto de muestreo siendo éstas envasadas en botella FEP y de vidrio etiquetadas y rotuladas para su envío al laboratorio.

Figura 8

Toma de muestra de los puntos de muestreo



Nota. Obtención de las muestras de agua de mar con el uso de la botella Niski

3.6.6 Preservación, almacenamiento y transporte de las muestras

Las muestras fueron preservadas con ácido nítrico Q.P. (químicamente puro) de 20 gotas y almacenadas en un cooler con gel Pack refrigerante manteniéndolo a una T° de 4°C para su transporte y envío a los laboratorios de la UNSA en Arequipa.

Figura 9

Almacenamiento y preservación de las muestras



Nota. Las muestras se almacenan en un cooler con el pack refrigerante dentro para su envío a la UNAS

3.6.7 Metodología analítica

Una vez las muestras se encuentra en los laboratorios de la UNSA para la identificación de la concentración de los metales pesados de estudio se procedió con el método de Espectrometría de absorción atómica (AAS) siendo añadido el As con dietilditiocarbamato de plata y el Boro cumpliendo con la normativa del AWWA

Tabla 4

Métodos analíticos seleccionados

Metales de estudio	Método	Referencia/Norma
Plomo	Espectrometría de Absorción Atómica	APHA 3500-Pb B
Cadmio	Espectrometría de Absorción Atómica	APHA 3500-Cd B

Cobre	Espectrometría de Absorción Atómica	APHA 3500-Cu B
Hierro	Espectrometría de Absorción Atómica	APHA 3500-Fe B
Manganeso	Espectrometría de Absorción Atómica	APHA 3500-Mn B
Arsénico	AAS	Tratamiento con dietilditiocarbamato de plata
Boro	AAS	Normativa AWWA

Nota. La métodos analíticos se aplicaron en las muestras de agua de mar recibidos por la UNSA (2022)

Figura 10

Espectrómetro de absorción atómica utilizado PinAAcle 900T



Nota. Equipo utilizado para el análisis de presencia de metales pesados en las muestras tomadas en campo.

3.7 Análisis de datos

- **Software Microsoft Excel**

Los datos obtenidos en el muestro y laboratorio se digitan en el programa Excel versión 2019 en donde se clasifica y ordena por estación los datos paramétricos y analíticos adquiridos. Realizando cuadros comparativos de los registros alcanzados versus los rangos establecidos por la EPA y ECA

Además de aplicar estadística descriptiva: media aritmética,valores máximos y mínimos se aplicó ANNOVA en cada período del muestreo.

Finalmente los resultados obtenidos se visualizaron en graficos representativos y tablas.

- Tablas: Comparativa de los resultados con el ECA y EPA resaltando los puntos con mayor concentración de metales pesados y que superan los rangos establecidos de la calidad de agua de mar tanto para la extracción de recursos hidrobiológicos, como su cultivo y desarrollo natural en el medio marino.
- Gráfico de barras: Resume de los datos paramétricos y concentración de metales pesados en unidades mg/L observando la diferencia o la superación con los rangos máximos establecidos del ECA y EPA.
- Gráfica de pastel: Círculo dividido en partes, donde se observa las zonas con mayor porcentaje de contaminación.

- **Método del Semáforo**

Para la evaluación del nivel de contaminación en los 3 períodos de estudio: invierno, primavera y verano, el método del semáforo, nos indica mediante colorimetría que puntos de estudio se encuentra dentro, al límite y fuera de los ECAs nacionales e internacionales en relación a la contaminación por metales pesados en el medio acuático marino.

Se registra la información en una tabla en donde se evalúa por punto que metales pesados superaron los rangos máximos establecidos siendo categorizados con rojo, en amarillo si se encuentra al límite o si el dato excedente es ínfimo y verde si están dentro y no superan los rangos establecidos del ECA y EPA, siendo así se deduciría como zonas óptimas para cualquier tipo actividad y sin ninguna influencia negativa a los organismos vivos que habitan en el medio acuático , por el contrario si hay más dominio del color rojo indicaría una influencia antropogénica alta y una situación preocupante para los organismos vivos que habitan en recurso hídrico de estudio.

Figura 11

Leyenda establecida po el Método del Semáforo

	Dentro de los parámetros establecidos.
	En el límite de los parámetros establecidos.
	Fuera de los parámetros establecidos.

Nota. El método del semáforo fue aplicado en un trabajo similar por Herrera & Heredia, (2017) para la identificación del nivel de contaminación en el recurso hídrico.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Parámetros fisicoquímicos en los períodos de Invierno, Primavera y Verano

Los datos paramétricos obtenidos del muestreo *in situ* se ven reflejados en las Tabla 5, 6 y 7 con sus respectivas representaciones gráficas.

Tabla 5

Parámetros fisicoquímicos de los puntos de muestreo en el estación de Invierno

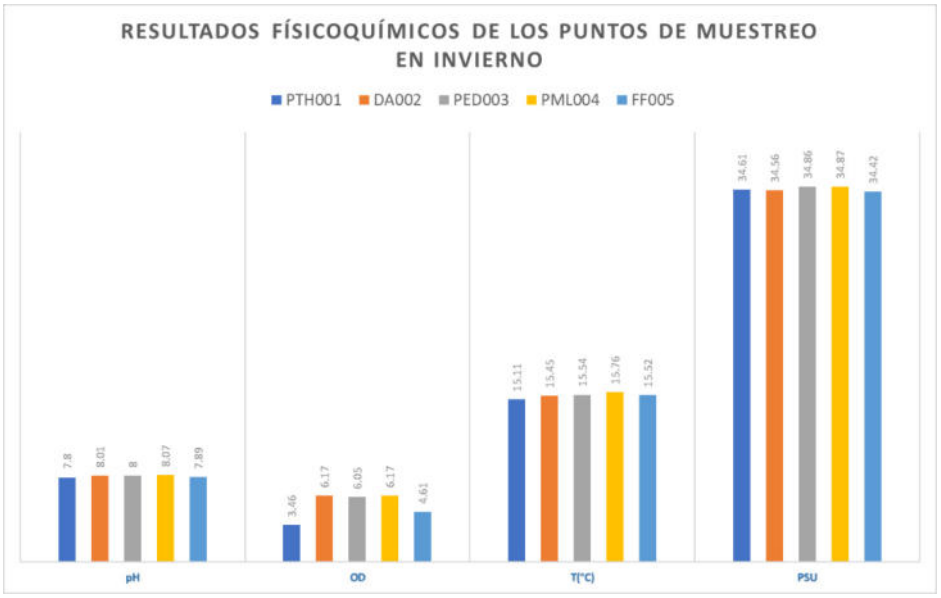
RESULTADOS FÍSICOQUÍMICOS DE LOS PUNTOS DE MUESTREO EN INVIERNO							
PARÁMETROS	**ECA**	**EPA**	**PTH001**	**DA002**	**PED003**	**PML004**	**FF005**
pH	6.8 a 8.5	6.5 a 9	7.8	8.01	8	8.07	7.89
OD	≥ 3 mg/L	5 a 8 mg/L	3.46	6.17	6.05	6.17	4.61
T(°C)	Δ3 °C	Δ1 °C	15.11	15.45	15.54	15.76	15.52
PSU			34.61	34.56	34.86	34.87	34.42

LEYENDA
CONCENTRACIÓNES QUE SÓLO SUPERAN EL ECA
CONCENTRACIONES QUE SÓLO SUPERAN EL EPA
CONCENTRACIONES QUE SUPERAN TANTO ECA Y EPA

Nota. La tabla muestra los parámetros fisicoquímicos obtenidos por el equipo multiparámetros

Figura 12

Parámetros fisicoquímicos en cada punto de muestreo en Invierno



Nota. El gráfico nos da índices de los parámetros que se encuentra elevados.

Tabla 6

Parámetros fisicoquímicos de los puntos de muestreo en la estación de Primavera

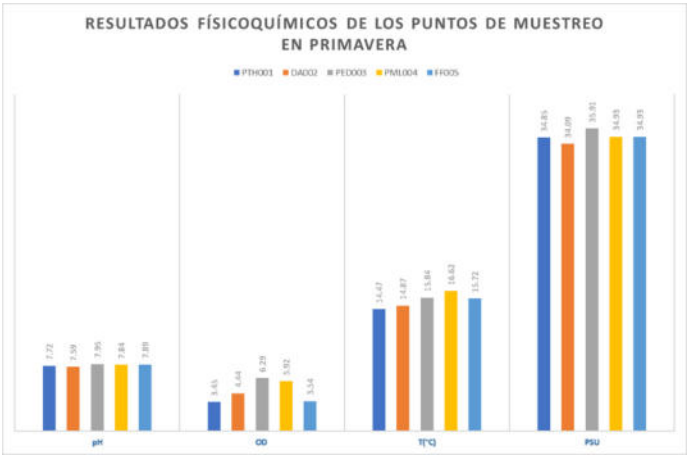
RESULTADOS FÍSICOQUÍMICOS DE LOS PUNTOS DE MUESTREO EN PRIMAVERA							
PARÁMETROS	ECA	EPA	PTH001	DA002	PED003	PML004	FF005
pH	6.8 a 8.5	6.5 a 9	7.72	7.59	7.95	7.84	7.89
OD	≥ 3 mg/L	5 a 8 mg/L	3.45	4.44	6.29	5.92	3.54
T(°C)	Δ3 °C	Δ1 °C	14.47	14.87	15.84	16.62	15.72
PSU			34.85	34.09	35.91	34.93	34.93

LEYENDA	
	CONCENTRACIÓNES QUE SÓLO SUPERAN EL ECA
	CONCENTRACIONES QUE SÓLO SUPERAN EL EPA
	CONCENTRACIONES QUE SUPERAN TANTO ECA Y EPA

Nota. La tabla muestra los parámetros fisicoquímicos obtenidos por el equipo multiparámetros en primavera.

Figura 13

Parámetros fisicoquímicos en cada punto de muestreo en Primavera



Nota. El gráfico nos da índices de los parámetros que se encuentra elevados en primavera

Tabla 7

Parámetros fisicoquímicos de los puntos de muestreo en la estación de Verano

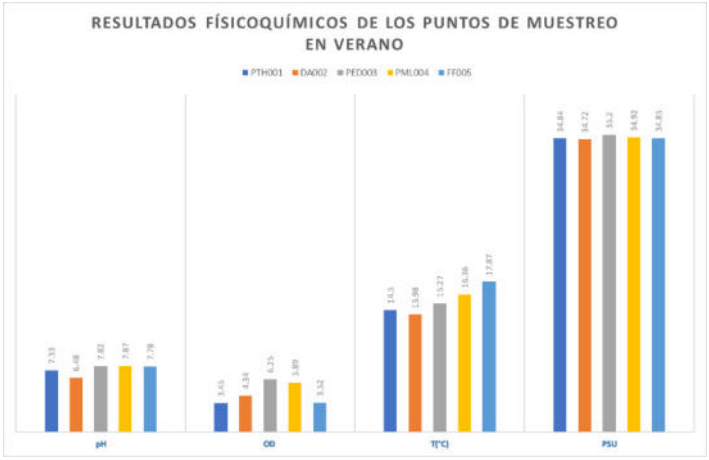
RESULTADOS FÍSICOQUÍMICOS DE LOS PUNTOS DE MUESTREO EN VERANO							
PARÁMETROS	ECA	EPA	PTH001	DA002	PED003	PML004	FF005
pH	6.8 a 8.5	6.5 a 9	7.33	6.48	7.82	7.87	7.78
OD	≥ 3 mg/L	5 a 8 mg/L	3.45	4.34	6.25	5.89	3.52
T(°C)	Δ3 °C	Δ2 °C	14.5	13.98	15.27	16.36	17.87
PSU			34.84	34.72	35.2	34.92	34.85

LEYENDA	
	CONCENTRACIÓNES QUE SÓLO SUPERAN EL ECA
	CONCENTRACIONES QUE SÓLO SUPERAN EL EPA
	CONCENTRACIONES QUE SUPERAN TANTO ECA Y EPA

Nota. La tabla muestra los parámetros fisicoquímicos obtenidos por el equipo multiparámetros HANNA en verano.

Figura 14

Parámetros fisicoquímicos en cada punto de muestreo en Verano



Nota. El gráfico nos da índices de los parámetros que se encuentra elevados en verano

Según los estándares de la ECA (2017) señala que los parámetros fisicoquímicos ideales para la Categoría 2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costera debe ser de un pH entre 6.8 a 8.5 con un valor mínimo de oxígeno disuelto de ≥ 3 mg/L y temperatura de Δ3 °C en los puntos de muestreo. En tanto la EPA sostiene un límite de pH de 6.5 a 9, OD mínimo de 5 a 8 mg/L y temperatura de Δ1°C en todos los períodos estacionales a excepción del verano que es de Δ2, estos valores están establecidos por estas autoridades debido a los diferentes estudios previamente realizados en consideración a la protección y conservación de vida acuática marina.

Los resultados obtenidos con respecto a los parámetros anteriormente mencionados en los 3 períodos estacionales son los siguientes:

En la estación de Invierno todos los puntos de muestreo registraron estar dentro de los rangos establecidos por el EPA Y ECA en cuanto a pH y temperatura pero es en el parámetro de oxígeno disuelto en donde la playa Tres hermanas con 3.46 mg/L y Fundición con 4.61 mg/L se encuentra por debajo de los rangos mínimos permisibles de la EPA (de 5 a 8 mg/L) y al límite pero dentro del rango dado por la ECA ≥ 3 mg/L.

En la estación de Primavera se cumple positivamente los parámetros anteriores a excepción del OD que esta vez se suma el punto de muestreo del DPA con 4.44 mg/L, playa 3 Hermanas con 3.45 mg/L y Fundición con 3.54 mg/L, viendo así un descenso del oxígeno disuelto en los puntos de muestreo.

Por último, en la estación de verano es donde se observa que el punto de muestreo DPA registra un valor de 6.48 encontrándose por debajo del rango establecido para el pH tanto en el ECA (6.8 a 8.5) y EPA (6.5 a 9) con respecto a la temperatura y oxígeno disuelto los datos se registraron dentro los Límites máximos establecidos del ECA pero no dentro de los rangos establecidos por la EPA en donde hubo Δ2°C más de temperatura con respecto a los puntos de muestreo y el OD bajo en playa 3 Hermanas con 3.45 mg/L, DPA 4.34 mg/L y Fundición 3.52 mg/L

4.2 Análisis analítico químico

4.2.1 Estación: Invierno

La tabla 8 expone los resultados obtenidos en cada uno de los puntos de muestreo de estudio en este caso en la estación de Invierno en donde se logra visualizar

la concentración por metales pesados en mg/L que superan los ECA-Perú y EPA-Estados Unidos.

Tabla 8

Concentración de Metales pesados de los puntos de muestreo en relación a los límites máximos establecidos por la EPA Y ECA en Invierno

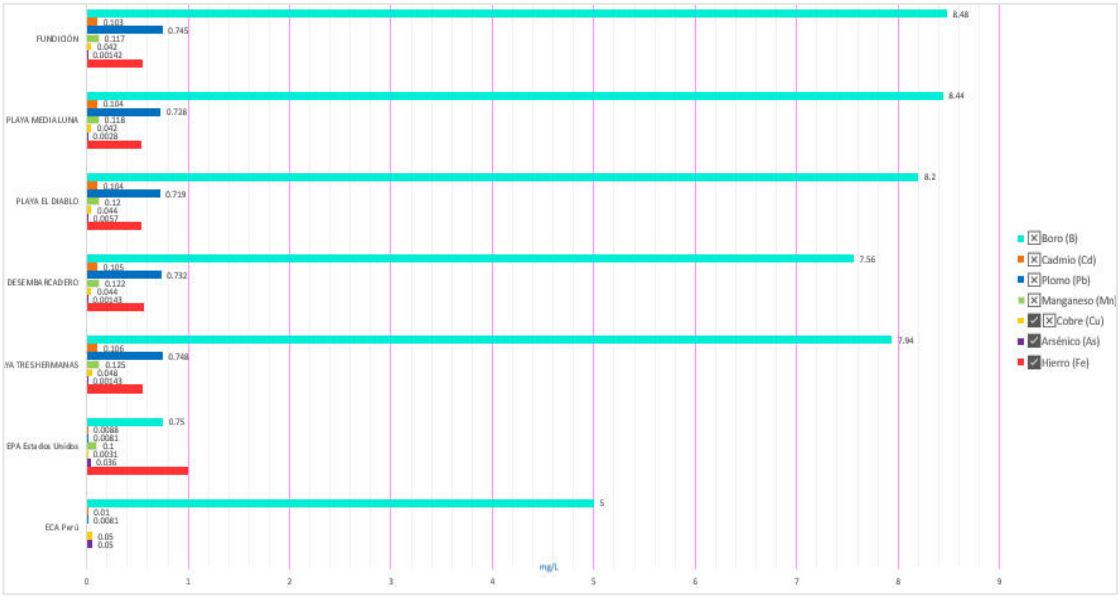
METALES DE ESTUDIO	ECA Perú	EPA Estados Unidos	PLAYA TRES HERMANAS	DESEMBARCADERO	PLAYA EL DIABLO	PLAYA MEDIA LUNA	FUNDICIÓN
Plomo (Pb)	0.0081	0.0081	0.748	0.732	0.719	0.728	0.745
Cobre (Cu)	0.05	0.0031	0.048	0.044	0.044	0.042	0.042
Arsénico (As)	0.05	0.036	0.00143	0.00143	0.0057	0.0028	0.00142
Cadmio (Cd)	0.01	0.0088	0.106	0.105	0.104	0.104	0.103
Boro (B)	5	0.75	7.94	7.56	8.2	8.44	8.48
Manganeso (Mn)		0.1	0.125	0.122	0.12	0.118	0.117
Hierro (Fe)		1	0.549	0.558	0.537	0.542	0.548

LEYENDA
CONCENTRACIÓN MAS ALTA
CONCENTRACIONES QUE SÓLO SUPERAN EL EPA (Numeración)
CONCENTRACIONES QUE SUPERAN TANTO ECA Y EPA (Numeración)

Nota. La tabla da a conocer que punto de muestreo posee mayor contaminación por metales pesados siendo resaltado en amarillo las concentraciones más altas por cada metal.

Figura 15

Concentración de Boro,Cadmio,Plomo,Manganeso,Cobre,Arsénico y Hierro en los puntos de muestreo con respecto a la estación de Invierno



Nota. El gráfico señala los niveles de concentración por metales pesados en Invierno.

Según los resultados se observa que la playa Tres Hermanas posee el más alto índice de contaminación por metales pesados por su concentración superior en Plomo

y Cadmio además de Manganeso y Cobre que superan los rangos permisibles de la EPA en el período de Invierno a comparación de los otros puntos de muestreo.

4.2.2 Estación: Primavera

La tabla 9 expone los resultados obtenidos en cada uno de los puntos de muestreo de estudio en este caso en la estación de Primavera en donde se logra visualizar las concentraciones por metales pesados en mg/L que superan los ECA-Perú y EPA-Estados Unidos.

Tabla 9

Concentración de Metales pesados de los puntos de muestreo en relación a los límites máximos establecidos por la EPA Y ECA en primavera

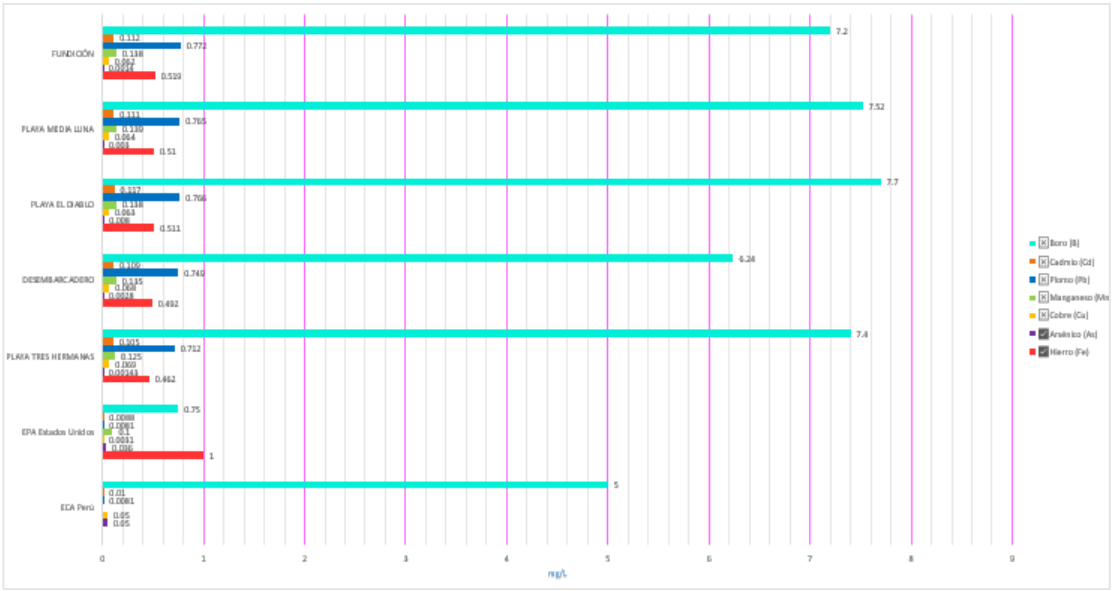
METALES DE ESTUDIO	ECA Perú	EPA Estados Unidos	PLAYA TRES HERMANAS	DESEMBARCADERO	PLAYA EL DIABLO	PLAYA MEDIA LUNA	FUNDICIÓN
☒ Plomo (Pb)	0.0081	0.0081	0.712	0.749	0.766	0.765	0.772
☒ Cobre (Cu)	0.05	0.0031	0.069	0.068	0.063	0.064	0.062
☑ Arsénico (As)	0.05	0.036	0.00143	0.0028	0.008	0.003	0.0014
☒ Cadmio (Cd)	0.01	0.0088	0.105	0.109	0.117	0.111	0.112
☒ Boro (B)	5	0.75	7.4	6.24	7.7	7.52	7.2
☒ Manganeso (Mn)		0.1	0.125	0.135	0.138	0.139	0.138
☑ Hierro (Fe)		1	0.462	0.492	0.511	0.51	0.519

LEYENDA
CONCENTRACIÓN MAS ALTA
CONCENTRACIONES QUE SÓLO SUPERAN EL EPA (Numeración)
CONCENTRACIONES QUE SUPERAN TANTO ECA Y EPA (Numeración)

Nota. Los ícono de ☑ y ☒ en la tabla nos indica que metales pesados están dentro de los rangos permisible del EPA y ECA.

Figura 16

Concentración de Boro,Cadmio,Plomo,Manganeso,Cobre,Arsénico y Hierro en los puntos de muestreo con respecto a la estación de Primavera



Nota. El gráfico señala los niveles de concentración por metales pesados en primavera.

Los datos obtenidos reflejan que el índice de contaminación se comienza a dispersar en varios puntos de muestreo en la estación de Primavera siendo la playa el Diablo el que posee altas concentraciones de Boro y Cadmio, la playa 3 Hermanas en Cobre y por último, Fundición en Plomo superando ambos estándares de calidad de EPA y ECA.

4.2.3 Estación: Verano

La tabla 10 expone los resultados obtenidos en cada uno de los puntos de muestreo de estudio en este caso en la estación de Verano en donde se logra visualizar las concentraciones por metales pesados en mg/L que superan los ECA-Perú y EPA-Estados Unidos.

Tabla 10

Concentración de Metales pesados de los puntos de muestreo en relación a los límites máximos establecidos por la EPA Y ECA en Verano

METALES DE ESTUDIO	ECA Perú	EPA Estados Unidos	PLAYA TRES HERMANAS	DESEMBARCADERO	PLAYA EL DIABLO	PLAYA MEDIA LUNA	FUNDICIÓN
Plomo (Pb)	0.0081	0.0081	0.743	0.745	0.762	0.704	0.749
Cobre (Cu)	0.05	0.0031	0.05	0.05	0.045	0.044	0.051
Arsénico (As)	0.05	0.036	0.0037	0.0037	0.0028	0.0088	0.0071
Cadmio (Cd)	0.01	0.0088	0.106	0.106	0.108	0.102	0.107
Boro (B)	5	0.75	8.34	7.7	8.2	7.66	8.04
Manganeso (Mn)		0.1	0.121	0.124	0.129	0.117	0.123
Hierro (Fe)		1	0.589	0.557	0.542	0.525	0.696

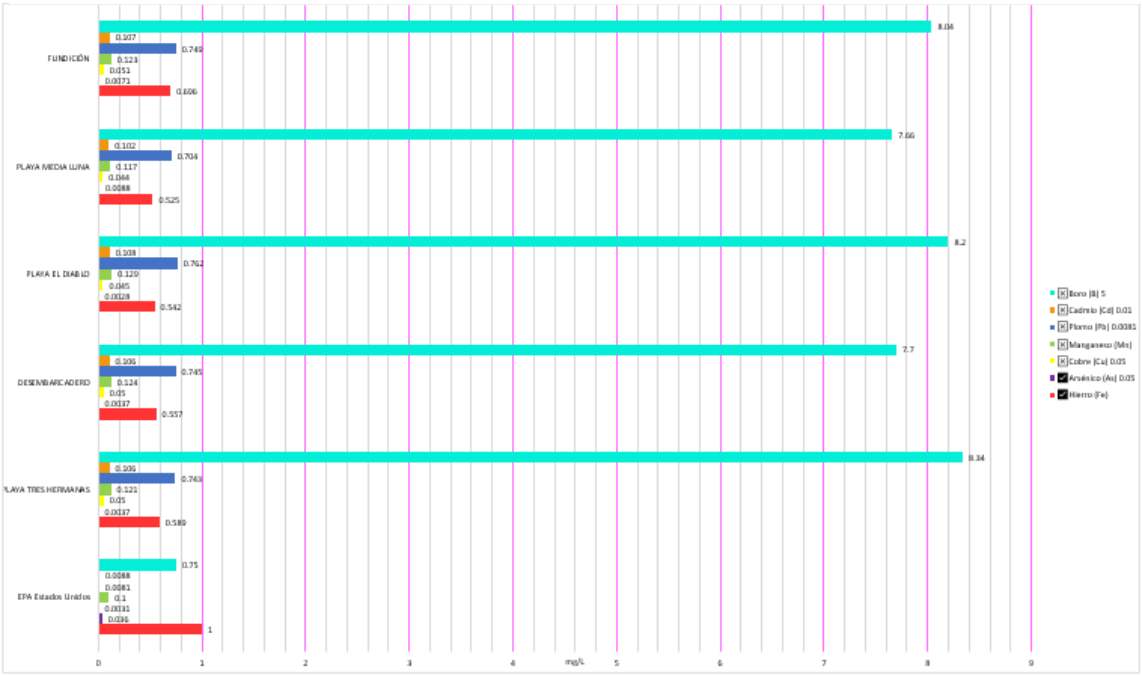
LEYENDA
CONCENTRACIÓN MAS ALTA
CONCENTRACIONES QUE SÓLO SUPERAN EL EPA (Numeración)
CONCENTRACIONES QUE SUPERAN TANTO ECA Y EPA (Numeración)

Nota. La tabla da a conocer los datos que superan los rangos máximos permitidos por la EPA o la ECA e incluso ambas.

Según se observa en la tabla 9 es en la estación de Verano en donde vuelve a liderar la playa el Diablo con altas concentraciones de Cd, Pb y Mn siendo la playa 3 Hermanas en tomar la primera posición en concentración de Boro y Fundición en Cobre.

Figura 17

Concentración de Boro,Cadmio,Plomo,Manganeso,Cobre,Arsénico y Hierro en los puntos de muestreo con respecto a la estación de Verano



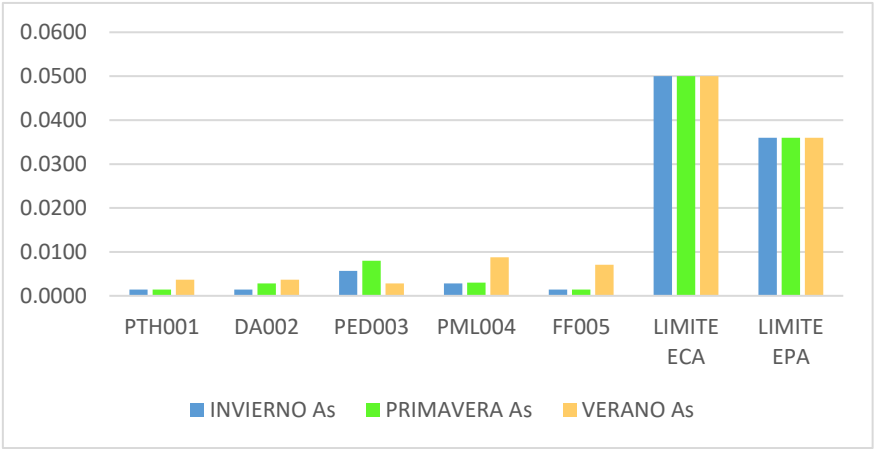
Nota. El gráfico señala los niveles de concentración por metales pesados en verano.

4.3 Comparativa de cada metal de estudio con el ECA y EPA

- **As**

Figura 18

Concentración de As en las estaciones de muestreo vs ECA y EPA

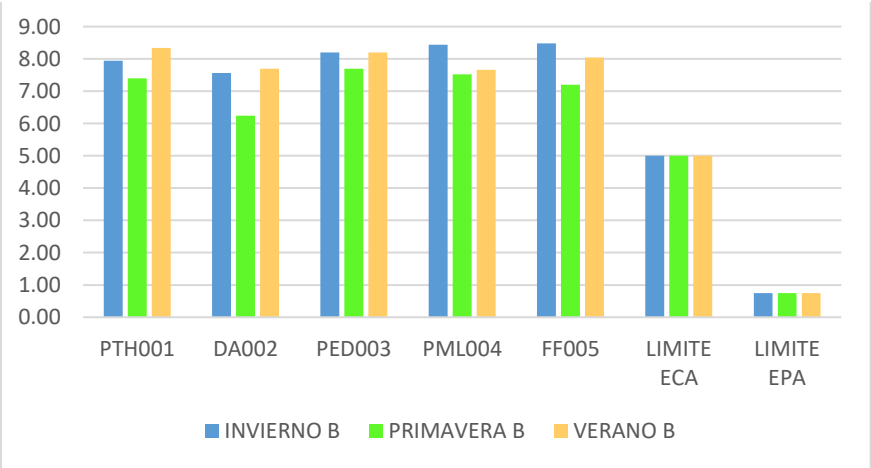


Nota. El gráfico señala que los niveles de concentración de As están dentro de los rangos establecidos por el EPA y ECA

- **B**

Figura 19

Concentración de B en las estaciones de muestreo vs ECA y EPA

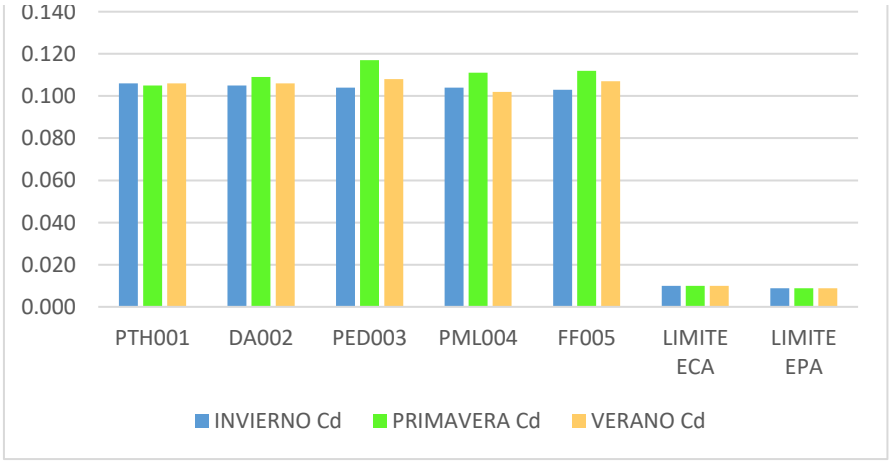


Nota. El gráfico señala que los niveles de concentración de B sobrepasa los los rangos establecidos por el de EPA y ECA

- **Cd**

Figura 20

Concentración de Cd en las estaciones de muestreo vs ECA y EPA

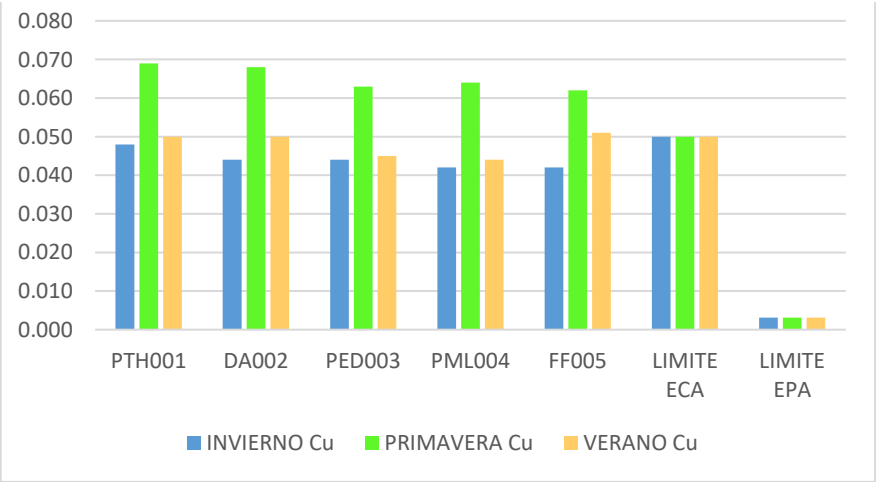


Nota. El gráfico señala que los niveles de concentración de Cd sobrepasa los los rangos establecidos por el EPA y ECA

- **Cu**

Figura 21

Concentración de Cu en las estaciones de muestreo vs ECA y EPA

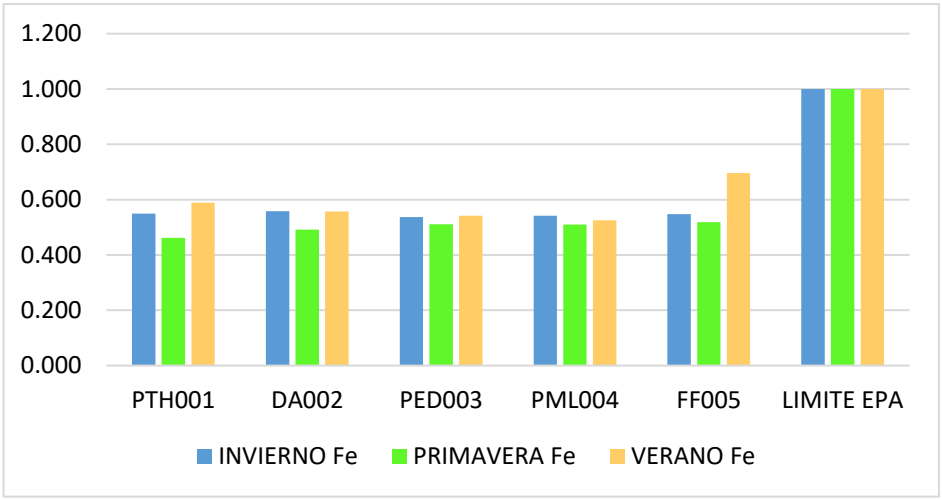


Nota. El gráfico señala que los niveles de concentración de Cu sobrepasa los rangos establecidos por el EPA y ECA en primavera

- **Fe**

Figura 22

Concentración de Fe en las estaciones de muestreo vs EPA

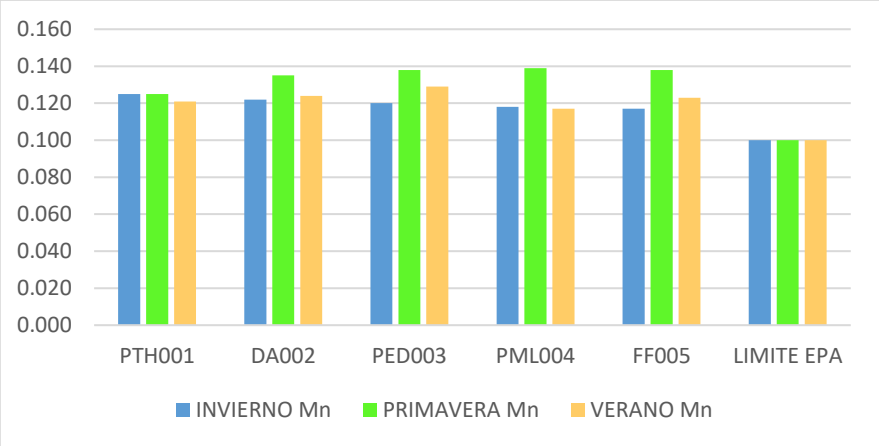


Nota. El gráfico señala que los niveles de concentración de Fe están dentro de los rangos establecidos por el EPA.

- **Mn**

Figura 23

Concentración de Mn en las estaciones de muestreo vs EPA

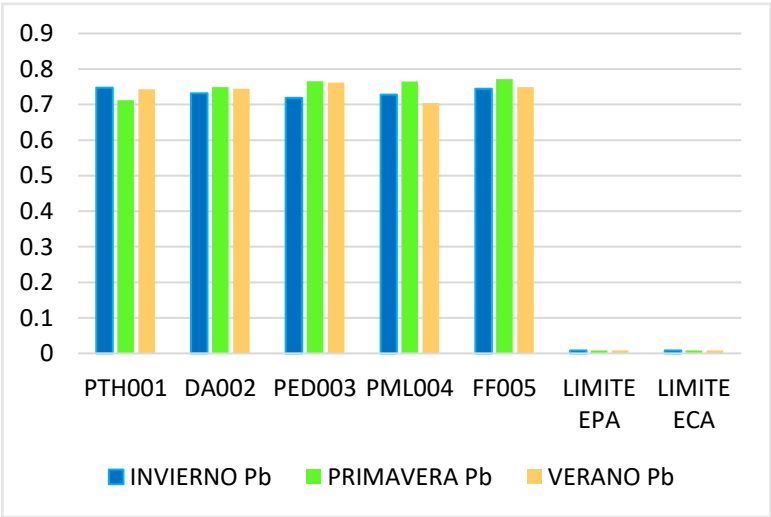


Nota. El gráfico señala que los niveles de concentración de Mn sobrepasa los rangos establecidos por el EPA

- **Pb**

Figura 24

Concentración de Pb en las estaciones de muestreo vs ECA y EPA

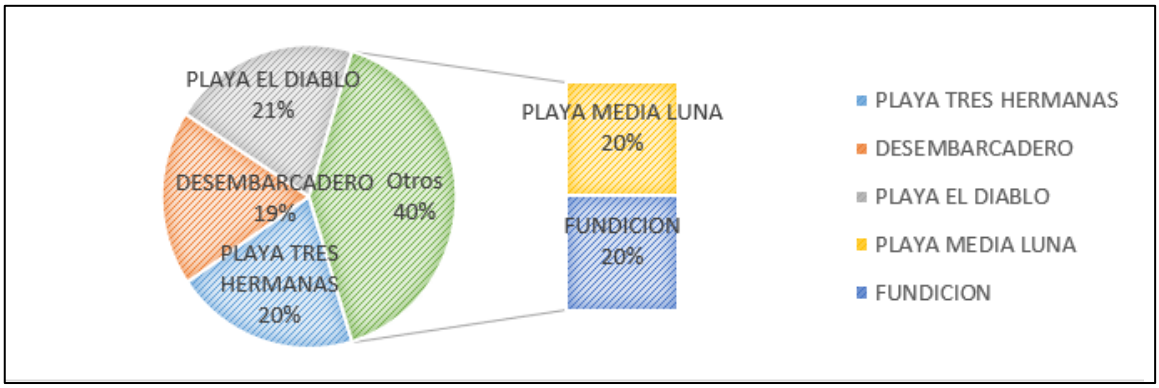


Nota. El gráfico señala que los niveles de concentración de Pb sobrepasa los rangos establecidos por el EPA y ECA

4.4 Pocentaje de contaminación por metales pesados en los puntos de muestreo

Figura 25

Nivel de contaminación en los puntos de muestreo por metales pesados (porcentaje)

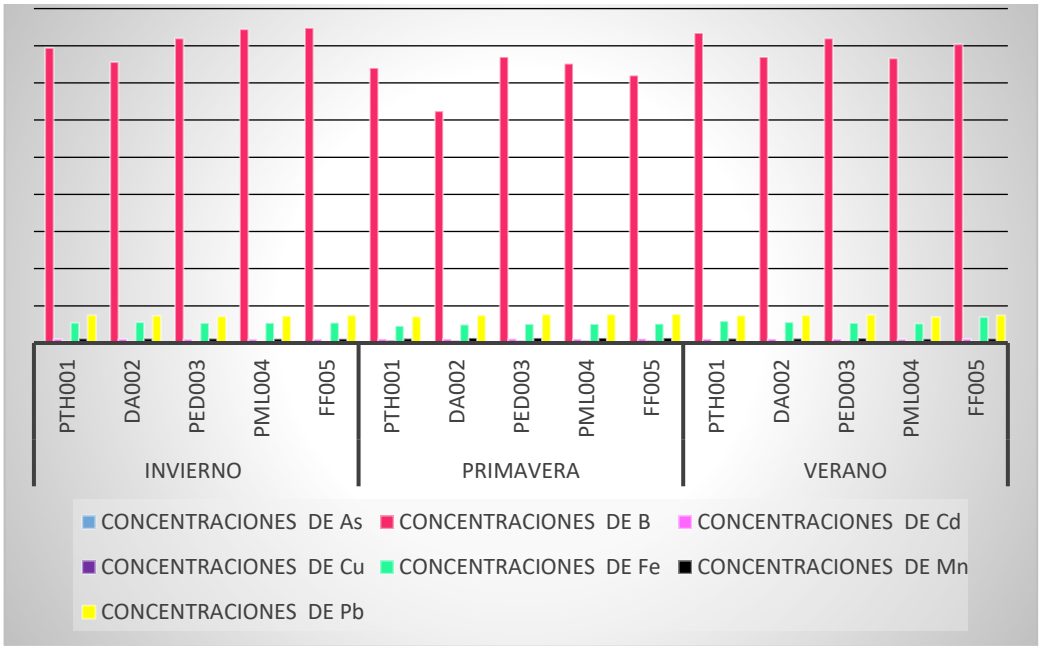


Nota. El gráfico señala el porcentaje de nivel de concentración por metales pesados que superaron los estándares de calidad del EPA y ECA en cada punto de muestreo.

4.5 Concentración de metales pesados en las 3 estaciones (General)

Figura 26

Concentración de metales pesados en las estaciones de invierno,primavera y verano



Nota. El gráfico muestra los metales pesados que poseen mayor concentración en los puntos de muestreo en la estación de invierno,primavera y verano.

4.6 Nivel de contaminación por el método de semáforo

Tabla 11

Evaluación de contaminación por metales pesados mediante el método del semáforo

Zonas de Muestreo	Coordenadas	Época de monitoreo	Metales Pesados	Método del semáforo
Playa tres hermanas	Latitud:17°39’18’’S Longitud:71°21’23’’ W Este: 250008 Norte: 8046423.5	**Invierno**	Boro	
Desembarcadero	Latitud: 17°38’33’’S Longitud:71°20’56’’W Este: 250786.9 Norte: 8047817.3		Cadmio	
Playa el diablo	Latitud: 17°37´22’’S Longitud:71°20’43’’W Este: 251143.1 Norte: 8050005.5		Plomo	
Playa media luna	Latitud: 17°35’42’’S Longitud: 71°21’23’’S Este: 249925.2 Norte: 8053066.1		Manganeso	
			Cobre	
Fundición	Latitud: 17°30’22’’S Longitud:71°21’45’’W Este: 249154 Norte: 8062898.7		Arsénico	
			Hierro	

Playa tres hermanas	Latitud: 17°39’18’’S Longitud: 71°21’23’’ W Este: 250008 Norte: 8046423.5	**Primavera**	Boro	
Desembarcadero	Latitud: 17°38’33’’S Longitud:71°20’56’’W Este: 250786.9 Norte: 8047817.3		Cadmio	
			Plomo	
Playa el diablo	Latitud: 17°37´22’’S Longitud:71°20’43’’W Este: 251143.1 Norte: 8050005.5		Manganeso	
Playa media luna	Latitud: 17°35’42’’S Longitud: 71°21’23’’S Este: 249925.2 Norte: 8053066.1		Cobre	
Fundición	Latitud: 17°30’22’’S Longitud:71°21’45’’W Este: 249154 Norte: 8062898.7		Arsénico	
			Hierro	
Playa tres hermanas	Latitud: 17°39’18’’S Longitud: 71°21’23’’ W Este: 250008 Norte: 8046423.5	**Verano**	Boro	
Desembarcadero	Latitud: 17°38’33’’S Longitud:71°20’56’’W Este: 250786.9 Norte: 8047817.3		Cadmio	
			Plomo	

Playa el diablo	Latitud: 17°37′22’’S Longitud: 71°20’43’’W Este: 251143.1 Norte: 8050005.5	Manganeso	
Playa media luna	Latitud: 17°35’42’’S Longitud: 71°21’23’’S Este: 249925.2 Norte: 8053066.1	Cobre	
Fundición	Latitud: 17°30’22’’S Longitud:71°21’45’’W Este: 249154 Norte: 8062898.7	Arsénico	
		Hierro	

Nota. La tabla muestra que en invierno,primavera y verano los niveles de contaminación por metales pesados en los puntos de muestreo son altos y superan los estándares de calidad del EPA-ECA siendo pocos metales que estan dentro de los límites máximos establecidos en las tres estaciones de estudio.

4.7 Estadística descriptiva

4.7.1 Valores máximos,mínimos y promedio de la concentración de los metales pesados

La tabla 12 expone los resultados obtenidos en cada uno de los puntos de muestreo de estudio en este caso en la estación de Primavera en donde se logra visualizar las concentraciones por metales pesados en mg/L que superan los ECA-Perú y EPA-Estados Unidos.

Tabla 12

Valores máximos,mínimos y promedio de la concentración de los metales pesados en las 3 estaciones

	PUNTOS DE MUESTREO	CONCENTRACIONES DE As	B	Cd	Cu	Fe	Mn	Pb
INVIERNO	PTH001	0.0014	7.94	0.106	0.048	0.549	0.125	0.748
	DA002	0.0014	7.56	0.105	0.044	0.558	0.122	0.732
	PED003	0.0057	8.20	0.104	0.044	0.537	0.12	0.719
	PML004	0.0028	8.44	0.104	0.042	0.542	0.118	0.728
	FF005	0.0014	8.48	0.103	0.042	0.548	0.117	0.745
	VALOR MÁXIMO	0.0057	8.4800	0.1060	0.0480	0.5580	0.1250	0.7480
	VALOR MÍNIMO	0.0014	7.5600	0.1030	0.0420	0.5370	0.1170	0.7190
	PROMEDIO	**0.003**	**8.124**	**0.104**	**0.044**	**0.547**	**0.120**	**0.734**
PRIMAVERA	PTH001	0.0014	7.40	0.105	0.069	0.462	0.125	0.712
	DA002	0.0028	6.24	0.109	0.068	0.492	0.135	0.749
	PED003	0.0080	7.70	0.117	0.063	0.511	0.138	0.766
	PML004	0.0030	7.52	0.111	0.064	0.51	0.139	0.765
	FF005	0.0014	7.20	0.112	0.062	0.519	0.138	0.772
	VALOR MÁXIMO	0.0080	7.7000	0.1170	0.0690	0.5190	0.1390	0.7720
	VALOR MÍNIMO	0.0014	6.2400	0.1050	0.0620	0.4620	0.1250	0.7120
	PROMEDIO	**0.003**	**7.212**	**0.111**	**0.065**	**0.499**	**0.135**	**0.753**
VERANO	PTH001	0.0037	8.34	0.106	0.05	0.589	0.121	0.743
	DA002	0.0037	7.70	0.106	0.05	0.557	0.124	0.745
	PED003	0.0028	8.20	0.108	0.045	0.542	0.129	0.762
	PML004	0.0088	7.66	0.102	0.044	0.525	0.117	0.704
	FF005	0.0071	8.04	0.107	0.051	0.696	0.123	0.749
	VALOR MÁXIMO	0.0088	8.3400	0.1080	0.0510	0.6960	0.1290	0.7620
	VALOR MÍNIMO	0.0028	7.6600	0.1020	0.0440	0.5250	0.1170	0.7040
	PROMEDIO	**0.005**	**7.988**	**0.106**	**0.048**	**0.582**	**0.123**	**0.741**

Nota. La tabla muestra que es en Primavera en donde los promedios de Cd,Cu,Mn y Pb son altos y supera a la estaciones de invierno y verano.

4.7.2 Anova de los metales de estudio en las estaciones de invierno, primavera y verano

4.7.2.1 Análisis de varianza de un factor de los metales de estudio en invierno.

- Resumen

Tabla 13

Resumen estadístico

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
As	5	0.01278	0.002556	3.44263E-06
B	5	40.62	8.124	0.14608
Cd	5	0.522	0.1044	0.0000013
Cu	5	0.22	0.044	0.000006
Fe	5	2.734	0.5468	6.27E-05
Mn	5	0.602	0.1204	0.0000103
Pb	5	3.672	0.7344	0.0001453

Nota. La tabla muestra los elementos de estudio con su cuenta, suma, promedio y varianza.

- Análisis de Varianza

Tabla 14

Análisis de varianza de los metales de estudio

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	267.4425697	6	44.57376161	2132.584054	6.69E-36	2.445259395
Dentro de los grupos	0.585236171	28	0.020901292			
Total	268.0278058	34				

Nota. La tabla los grados de libertad, F, probabilidad y valor crítico para F.

- Planteamiento de las Hipótesis

- Ho: No hay variación en las concentraciones de los metales pesados en Invierno.
- H1: Existe variación en la concentración de los metales pesados en Invierno.

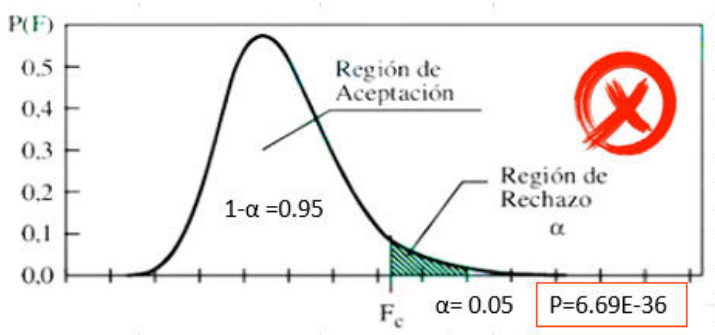
- Regiones de aceptación y rechazo

  Nivel de signifancia: α= 0.05

  Probabilidad: 6.69E-36

Figura 27

Región de Rechazo y aceptación de la hipótesis alternativa



Nota. La figura muestra que P es menor que 0.05 rechazando Ho.

- Conclusión

  Se rechaza la H0 y se acepta la H1. Por lo tanto existe una variación en la concentración de metales pesados en la estación de invierno a un nivel de confianza del 95%.

4.7.2.2 Análisis de varianza de un factor de los metales de estudio en primavera

- Resumen

Tabla 15

Resumen estadístico de los datos de primavera

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
As	5	0.01663	0.003326	7.38338E-06
B	5	36.06	7.212	0.32832
Cd	5	0.554	0.1108	0.0000192
Cu	5	0.326	0.0652	9.7E-06
Fe	5	2.494	0.4988	0.0005207
Mn	5	0.675	0.135	3.35E-05
Pb	5	3.764	0.7528	0.0005927

Nota. La tabla muestra los elementos de estudio con su cuenta, suma, promedio y varianza.

- Análisis de Varianza

Tabla 16

Análisis de varianza de los metales de estudio en primavera

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	209.2789531	6	34.87982551	740.9906517	1.68E-29	2.445259395
Dentro de los grupos	1.318012734	28	0.047071883			
Total	210.5969658	34				

Nota. La tabla los grados de libertad, F, probabilidad y valor crítico para F.

- Planteamiento de las Hipótesis

- Ho: No hay variación en las concentraciones de los metales pesados en primavera
- H1: Existe variación en la concentración de los metales pesados en primavera

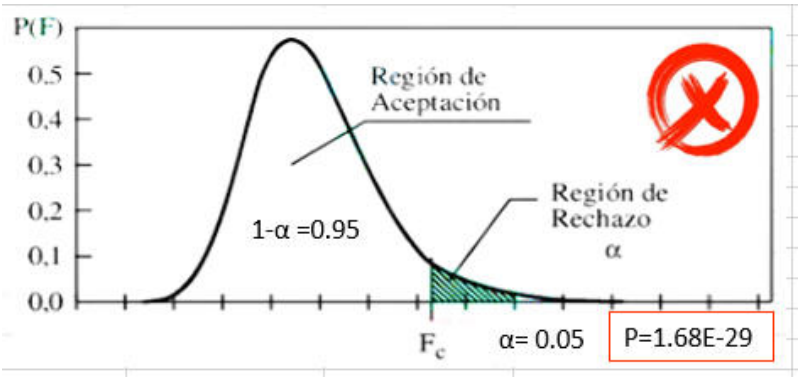
- Regiones de aceptación y rechazo

  Nivel de significancia: α= 0.05

  Probabilidad: 1.68E-29

Figura 28

Región de Rechazo y aceptación de la hipótesis alternativa de primavera



Nota. La figura muestra que P es menor que 0.05 rechazando Ho.

- Conclusión

Se rechaza la H0 y se acepta la H1. Por lo tanto existe una variación en la concentración de metales pesados en la estación de primavera a un nivel de confianza del 95%.

4.7.2.3 Análisis de varianza de un factor de los metales de estudio en verano

- Resumen

Tabla 17

Resumen estadístico de los datos de verano

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
As	5	0.0261	0.00522	0.000006707
B	5	39.94	7.988	0.09052
Cd	5	0.529	0.1058	5.2E-06
Cu	5	0.24	0.048	0.0000105
Fe	5	2.909	0.5818	0.0046297
Mn	5	0.614	0.1228	0.0000192
Pb	5	3.703	0.7406	0.0004733

Nota. La tabla muestra los elementos de estudio con su cuenta, suma, promedio y varianza.

- Análisis de Varianza

Tabla 18

Análisis de varianza de los metales de estudio en verano

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	257.8967241	6	42.98278735	3145.149715	2.94E-38	2.445259395
Dentro de los grupos	0.382658428	28	0.013666372			
Total	258.2793825	34				

Nota. La tabla los grados de libertad, F, probabilidad y valor crítico para F.

- Planteamiento de las Hipótesis

- Ho: No hay variación en las concentraciones de los metales pesados en verano
- H1: Existe variación en la concentración de los metales pesados en verano

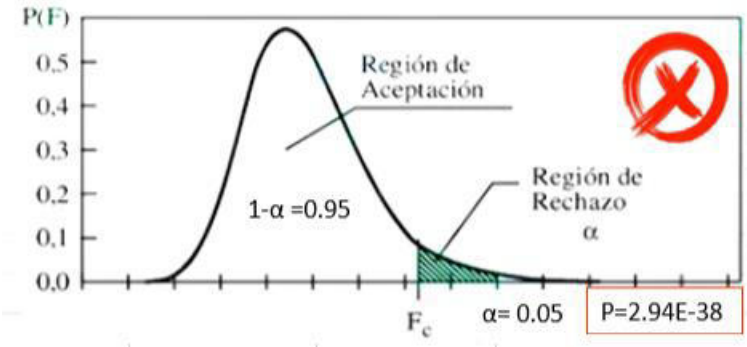
- Regiones de aceptación y rechazo

  Nivel de signifancia: α= 0.05

  Probabilidad: 2.94E-38

Figura 29

Región de Rechazo y aceptación de la hipótesis alternativa de verano



Nota. La figura muestra que P es menor que 0.05 rechazando Ho.

- Conclusión

  Se rechaza la H0 y se acepta la H1. Por lo tanto existe una variación en la concentración de metales pesados en la estación de verano a un nivel de confianza del 95%.

4.8 Efectos negativos y /o toxicológicos de los metales de estudio en los recursos hidrobiológicos marinos

Los efectos adversos que se originan por las altas concentraciones de metales pesados en el ambiente marino provocan serios efectos en los recursos hidrobiológicos y esto se observa en la tabla 19.

Tabla 19

Efectos toxicológicos de los metales de estudio en los recursos hidrobiológicos marinos

RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS	EFECTOS NEGATIVOS	BIBLIOGRAFÍA
Erizos de mar (molusco)	Provoca embriotoxicidad en su estado larvario. Biocumulación en gónadas de etapa adulta.	(Soualili et al., 2008) (Figueroa et al., 2012)
Isópodos marinos	Intoxicación aguda. Reducción poblacional y tasa de supervivencia baja.	(Hovatter, P. S., & Ross, R. H.,1995). (Zúñiga et al., 2021).
Abulón (molusco)	Embriotoxicidad en su estado larvario. Descoordinación, bajo desarrollo de madurez y deficiencia en su calcificación.	(Gorski et al., 2006)
Copépodos	Retraso en su fase de desarrollo “copepodito”	(Kadiene et al., 2019)
Cangrejos de mar	Biocumulación en quelas y hepatopáncreas.	(Domínguez, C., & Pereda, M.; 2020).
Concha de abánico	Biocumulación en los tejidos y reducción poblacional	(Vera, R., 2021)
Especies ícticas: (Lorna *Sciaena, Anguilla japónica* y *Cheilodactylus variegatus*	Biocumulación de metales pesados en el músculo, tejido hepático e hígado el cual asciende hacia su fase adulta. Causa trastornos fisiológicos, bioquímico y lesiones hepáticas.	(Ahn et al.2020) (Quintana Paetán, S. A.; 2021). (Rodriguez Vilchez, R., 2022)

Delfín (Mamífero marino)	Disminuye su desarrollo y crecimiento. Biocumlación de metales pesados en hígado y riñón.	(Romero, Polizzi, & Gerpe, 2019) (Esposito et al.;2020)

Nota. Se hizo una sintesís de la información recopilada en el marco teórico y (tabla 2) desde los inicios investigativos de los efectos toxicológicos en especies marinas hasta la actualidad.

4.9 Discusión de datos

Según diferentes autores (McLusky et al., 1986; Heugens et al., 2001 & Rebolledo et al., 2021)afirman que la toxicidad de los metales pesados llega a elevarse a medida que disminuye la salinidad, así como cuando los organismos se alejan de sus niveles óptimos de salinidad. Siendo ese el caso en casi todo los puntos de muestreo a excepción del punto de muestreo recogido en el DPA y esto es debido a que es el único punto de estudio que incumple con un parámetro no mencionado por los otros autores que es el pH, el DPA posee en la estación de verano una acidez por debajo de los rangos mínimos permisibles siendo este otro factor que se tiene que tomar en cuenta con respecto al aumento de toxicidad en el medio marino costero.

Por otro lado, los ECAs de Perú no tiene un Límite máximo establecido para concentraciones de Manganeso y Hierro pero el EPA sí, siendo para Fe: 1 mg/L y Mn: 0.1mg/L habiéndose establecido en el Gold Book/Libro Dorado del EPA por los siguientes motivos: “La presencia de Hierro es esencial en la proliferación y crecimiento de algas en el medio acuático” (EPA, 1986) sin embargo, es necesario controlarlo ya que las microalgas en altas concentraciones pueden producir mortalidad en especies marinas por el bajo nivel de oxígeno, exposición a toxinas que afectan la

piel de los peces y las especies de fitoplancton dañan mecánicamente las branquias de éstos provocándoles la muerte. (Universidad de Costa Rica, 2020)

Mientras que la concentración de Manganeso fue establecido por el EPA con un Límite máximo establecido de 0.1 mg/L, porque era la restricción adecuada para evitar la intoxicación por alimentos debido a su bioacumulación en porciones y tejidos comestibles de varios moluscos marinos siendo un riesgo para la salud humana. (EPA, 1986).

Además recientes estudios indica que cuando el Manganeso es tomado a través de la piel este puede causar temblores y fallos en la coordinación. Un ejemplo de ello son los delfines que habita en el recuso hídrico marino o estuarios, los cuales al estar expuestos a este metal desde edades tempranas su desarrollo se vuelve vulnerable y sufren de descoordinación (Romero, Polizzi, & Gerpe, 2019)

Por lo tanto, es necesario incorporar más restricciones o límites para los metales pesados que no están estipulados en los estándares de calidad ambiental del agua en el Perú, siendo importante esta propuesta debido a la incidencia e impacto que poseen ciertos metales pesados en el recurso hidrobiológico y en el ecosistema acuático marino y esto a su vez a la población, ya que la extracción de los recursos hidrobiológicos obtenidos de este medio marino puede desencadenar en problemas de salud hacia los consumidores.

V. CONCLUSIONES

Se evaluó el nivel de contaminación por metales pesados (Pb, Cu, Mn, As, Cd, B y Fe) en la columna de agua de las zonas marino costeras de Ilo, Perú a través del del método del semáforo y estadística, se concluyó que es en la estación de Primavera donde se presenta el más alto índice de contaminación por metales pesados.

Se logró identificar la presencia de todos los metales pesados de estudio en los 5 puntos de muestreo de las zonas marino costeras de Ilo mediante Espectrometría de absorción atómica encontrándose en la Playa 3 Hermanas, invierno, concentraciones altas de Pb (0.748 mg/L) y Cd (0.106 mg/L) que superaron los límites máximos establecidos del ECA-Perú siendo el límite en Pb (0.0081 mg/L) y Cd (0.01 mg/L) además de sus concentraciones de Mn 0.125 mg/L y Cu 0.048 mg/L de la Playa 3 Hermanas estuvieron por encima de los límites máximos establecidos del EPA siendo para Mn 0.1 mg/L, Cu de 0.0031 mg/L, Pb de 0.0081 mg/L y Cd de 0.0088 mg/L.En primavera, Playa el Diablo se posiciona como el punto más contaminado en B (7.7 mg/L) y Cd (0.117mg/L) mientras Playa 3 Hermanas en Cu (0.069mg/L), Playa Media Luna en Mn (0.139mg/L) y Fundición en Pb (0.772mg/L) sobrepasando los límites del ECA en B(5mg/L), Cd(0.01 mg/L), Cu (0.05 mg/L), Pb (0.0081 mg/L) y del EPA Boro(0.75mg/L), Mn (0.1 mg/L), Cd(0.0088 mg/L), Cu (0.0031 mg/L) y Pb (0.0081 mg/L). Por último en la estación de verano, Playa el Diablo presentó altos índices de Cd(0.108 mg/L), Pb(0.762 mg/L) y Mn(0.129 mg/L), la Playa 3 Hermanas en B(8.34 mg/L) y Fundición Cu(0.051 mg/L) superando los límites máximos del ECA y EPA.

Se logró comparar las concentraciones de los metales pesados de estudio en las zonas marinas costeras de Ilo con los límites máximos establecidos del ECA y EPA siendo el rango de diferencia porcentual para Playa 3 Hermanas, invierno, para Pb de 9135% y Cd 960% en ECA mientras que para EPA la diferencia en Mn fue de un 25%

y Cu 1448%. En primavera, Playa el Diablo supera en concentraciones de B y Cd ,Playa 3 Hermanas en Cu, Playa Media Luna en Mn y Fundición en Pb siendo el rango diferencial con el ECA en B(54%), Cd(1070%), Cu(38%) y Pb(9431%) y EPA B(927%), Cd(1230%), Cu(2126%), Pb(9431%) y Mn(39%).En verano, Playa el Diablo superó en Cd, Pb y Mn, Playa 3 Hermanas en B y Fundición Cu superando los límites del ECA con porcentaje diferencial de Cd(980%), Pb(9307%), B(67%) ,Cu(2%) y EPA: Mn(29%), Cu(1545%), Cd(1127%), Pb(9307%) y B(1012%).

Por último, se logró reconocer los principales efectos negativos y/o toxicológicos de los metales pesados de estudio en los recursos hidrobiológicos marinos siendo uno de ellos: un retraso en el desarrollo larvario, toxicidad aguda, reducción poblacional, bioacumulación en órganos y tejidos toda esta información obtenida de diferentes bibliografías mencionadas en el marco teórico.

VI. RECOMENDACIONES

- Ampliar las zonas de estudio del litoral marino de Ilo para reunir una información unificada de la calidad hídrica marina que presenta el Puerto de Ilo.
- Adoptar nuevos Límites Máximos Permisibles en los Estándares de Calidad del Agua en Perú para metales pesados como el Fe y Mn como se tiene a nivel Internacional.
- Ampliar estudios de otros factores físico-químicos que pudieran condicionar la bioacumulación de cadmio y plomo en las especies marinas.
- Establecer medios de difusión para que la población ileña tenga acceso a información actualizada de las zonas marinas costeras de Ilo que se encuentra contaminadas.
- Ampliar el análisis de otros metales pesados tóxicos que podrían estar presentes en el ambiente marino de Ilo llegando a ser perjudicial para las especies marinas.

VII. REFERENCIAS

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades.(2016). *Resumen de Salud Pública: Cadmio (Cadmio)*

Ahn, T.-Y., Park, H.-J., Kim, J.-H. y Kang, J.-C. (2020). *Effects of antioxidant enzymes and bioaccumulation in eels (Anguilla japonica) by acute exposure of waterborne cadmium. Fish Aquatic Sci* 23, 23. https://doi.org/10.1186/s41240-020-00166-7

Alarcón, S. (2003). *Determinación de elementos traza (Cd, Cu, Ni, Pb, Hg y As) en agua de mar y sedimento de la Bahía de Puerto Montt, año 2002* (Universidad Austral de Chile). http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2003/fca321d/doc/fca321d.pdf

Alfaro, S., Piedra, G., Saravia, A., & Piedra, L. (2021). *Evaluación de los parámetros físicos y químicos del agua de mar en los alrededores de la Isla Uvita, Limón, Costa Rica. Revista Tecnología en Marcha*, 34, 88. https://doi.org/10.18845/TM.V34I2.4985

American Water Works Association.(1974).*About Us* - American Water Works Association. American Water Works Association website: https://www.awwa.org/About-Us

Ancieta, C. (2012). *Efectos de los efluentes domésticos en la Bahía del Callao.* En Repositorio Institucional-UNAC.Universidad Nacional del Callao website: http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/2036

Autoridad Nacional del Agua (ANA).(2001). *La Autoridad Nacional del Agua.* ANA website: https://www.ana.gob.pe/contenido/la-autoridad-nacional-del-agua

Barriga-Sánchez, M., & Aranda Pariasca, D. (2018). *Bioacumulación de plomo, cadmio y mercurio en Argopecten purpuratus (LAMARCK, 1819) y Aulacomya ater (Molina, 1782), especies comerciales del Perú y evaluación de riesgos. Ecología aplicada* , 17 (1), 53. https://doi.org/10.21704/rea.v17i1.1173

Basto, José Vicente Feo (2002). *Latitudes 7°: geografía de América. Editorial Norma. ISBN 978-958-04-6312-2*. Consultado el 29 de noviembre de 2019.

Bradl, H.(2005). *Heavy metals in the environment: origin, interaction and remediation.* vol 6. *Elsevier/Academic Press*. London.

Cárdenas, F., Pastor Cuba, R., Baldarrago, D., Castañeda Muñoz, V., & Romucho, Y. (2015). *Trazas de metales en agua, sedimento y organismos bentónicos en bancos naturales de las Regiones Tacna y Moquegua.* Instituto del Mar del Perú - IMARPE. Imarpe website: https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/2966

Censi, P., Spoto, S.E., Saiano, F., Sprovieri, M., Mazzola, S., Nardone, G., (2006). *Heavy metals in coastal water systems. A case study from the northwestern Gulf of Thailand.* Chemosphere 64, 1167–1176.

Cohen, J.E., Small, C., Mellinger, A., Gallup, J., Sachs, J. (1997). *Estimates of coastal populations. Sience* 278, 1211–1212.

CONABIO. (2022). Ambiente pelagico . Biodiversidad Mexicana. Website: https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/ecosismex/ambiente-pelagico

Costas, G. (2014). *El ambiente pelagico*. Ciencia y Biología. Website: https://cienciaybiologia.com/ambiente-pelagico/

Cousillas,A.sf. *Informe Toxicológico: Contaminación del agua.* Sitio web: http://cedoc.infd.edu.ar/upload/Informe_Toxicologico_agua_adriana_cousillas.pdf

Dawagreh, A. K., Hailat, M., Khasawneh, H., Khasawneh, E., Sundaramurthy, S., & Titinchi, S. (2019). *Study of the presence of metal elements in sea water in the State of Kuwait. EM International*, 25,570-574. https://www.researchgate.net/publication/338518316_Study_of_the_presence_of_metal_elements_in_Sea_water_in_the_State_of_Kuwait

Departamento de Medio Ambiente. (1991). *Libro de Consulta para Evaluación Ambiental* (Español 140, Vol. 1-2-3; Banco Mundial, Ed.). https://www.amazon.com/Evaluacion-Ambiental-LineamientosSectoriales0821318446/dp/9221151034

Dirección de Hidrografía y Navegación. (2021). *Normas Técnicas Hidrográficas N° 10: Procedimiento de muestreo y análisis de agua y sedimentos* https://www.dhn.mil.pe/Archivos/Oceanografia/normastecnicas/NormasTecnicasHidrograficasN°10.pdf

Domínguez, C., & Pereda, M. (2020). Concentracion de cadmio y plomo en quelas y hepatopancreas de cancer setosus y platyxanthus orbignyi provenientes de la Bahia de Huarmey, Ancash - 2016 [Universidad Nacional del Santa]. http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3556

Doria, C., & Deluque, H. (2014). *Niveles y distribución de metales pesados en el agua de la zona de playa de Riohacha, La Guajira, Colombia. Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 6, 123 -131. https://1library.co/document/qorx7pkq-niveles-distribucion-metales-pesados-playa-riohacha-guajira-colombia.html

El Peruano. (Ed.). (2017). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias*. 10-16. https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM

El Peruano (Ed.). (2019). *Decreto Supremo que aprueba la Política Nacional Marítima 2019-2030-DECRETO SUPREMO-N° 012-2019-DE* . El Peruano. https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-la-politica-nacional-maritima-20-decreto-supremo-n-012-2019-de-1839591-1/

EPA. (1986). *Quality Criteria for Water*. Office of Water. Website: https://www.epa.gov/sites/default/files/2018-10/documents/quality-criteria-water-1986.pdf

Enviromental Protection Agency of US.(2009). *National Recommended Water Quality criteria Correction.* U.S. EPA, 401M.Street, S.W. Washington.

Environmental Protection Agency. (2017). *Our Mission and What We Do*. EPA website:https://web.archive.org/web/20170328120158/https://www.epa.gov/aboutepa/our-mission-and-what-we-do

Esposito, M., Capozzo, D., Sansone, D., Lucifora, G., La Nucara, R., Picazio, G., Riverso, C., & Gallo, P. (2020). *Mercury and cadmium in striped dolphins (Stenella coeruleoalba) stranded along the Southern Tyrrhenian and Western Ionian coasts. Mediterranean Marine Science*, 21(3), 519–526. https://doi.org/10.12681/mms.22204

FAO (2015). *Codex Alimenticio*. Disponible en: http://www.fao.org/3/a-a0369s.pdf

Figueroa, J., Luer, R., Ortega, M., Ureta, N., & Velásquez, F. (2012). *Efectos en la sobrevivencia de las larvas de erizo de mar Loxechinus albus, producto de la exposición a diferentes concentraciones iones de cobre liberados por componentes presentes en pinturas antiincrustantes. Revista Ciencia Joven*, 64–68. https://issuu.com/revcienciajoven/docs/no1/66

Fundación Aquae. (2021). *¿Cuál es la calidad perfecta del agua?* Fundación Aquae. https://www.fundacionaquae.org/wiki/calidad-agua/

Gibson, RN, Atkinson, RJA y Gordon, JDM (2006). *Oceanografía y biología marina: revisión anual, volumen 49*. *Routledge y CRC Press*. https://doi.org/10.1201/9781420006391

González,A.(2006).*Oxidación de Cu(I) en agua de mar.URL:* https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/2815/5/0347134_00000_0000.pdf

Gorski, J., & Nugegoda, D. (2006). *Sublethal toxicity of trace metals to larvae of the blacklip abalone, Haliotis rubra*. *Environmental Toxicology and Chemistry*, *25*(5), 1360–1367. https://doi.org/10.1897/05-060r.1

GreenFacts (Facts on Health and the Environment), (2001). *Compuestos inorgánicos de arsénico.* GreenFactswebsite:https://www.greenfacts.org/es/glosario/abc/compuestos-inorganicos-arsenico.htm

GreenFacts (Facts on Health and the Environment), (2005). *Boro*. GreenFacts website https://www.greenfacts.org/es/boro/boro-1.htm

Grupo INCLAM, ALTERNATIVA, & Autoridad Nacional del Agua. (2013). *Plan de gestión de los recursos hídricos de la cuenca Chira - Piura: Resumen ejecutivo.* Autoridad Nacional del Agua. Repositorio web:https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.1254/26

Herrera, A., & Heredia, E. (2017). *Determinación de los niveles de concentración de metales pesados en la Cuenca Mashcón – Cajamarca en los meses de Setiembre y Diciembre, 2016 (UNIVERSIDAD DE LAMBAYEQUE).* Repositorio web de la Universidad de Lambayeque: https://repositorio.udl.edu.pe/bitstream/UDL/108/3/TESIS-Det.Metales Pesados-Cajamarca-2017.pdf

Heugens, E.H., Hendriks, A.J., Dekker, T., Straalen, N.M.V., Admiraal, W. (2001). *A review of the effects of multiple stressors on aquatic organisms and analysis of uncertainty factors for use in risk assessment. Crit. Rev. Toxicol.* 31, 247e284. https://doi.org/10.1080/20014091111695.

Hovatter, P. S., & Ross, R. H. (1995*). A comparative analysis of the toxicity of boron compounds to freshwater and saltwater species*. Environmental Toxicology and Risk Assessment: Third Volume (pp. 288-288–15). ASTM International.

Ibárcena, W. (2019). *Estudio de la contaminación por metales pesados en las costas de Tacna -Perú. Ciencia y Desarrollo*, 0(11),113-118. https://doi.org/10.33326/26176033.2007. 11.238

IMARPE. (2017). *Determinación del Estado, Presión y Respuesta de la zona marino costera de Ilo.* Ilo.

Jonathan, M.P., Roy, P.D., Thangadurai, N., Srinivasalu, S., Rodríguez-Espinosa, P.F., Sarkar, S.K., Lakshumanan, C., Navarrete-Lopez, M., Muñoz-Sevilla, N.P. (2011) *Metal concentrations in water and sediments from tourist beaches of Acapulco, Mexico.* Mar. Pollut. Bull. 62, 845e850. https://doi.org/10.1016/ j.marpolbul.2011.02.042.

Kadiene, E. U., Meng, P.-J., Hwang, J.-S., & Souissi, S. (2019). *Acute and chronic toxicity of cadmium on the copepod Pseudodiaptomus annandalei: A life history traits approach*. *Chemosphere*, *233*,396–404. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.05.220

Kumari B, Kumar V, Sinha A, Ahsan J, Ghosh A, Wang H, DeBoeck G. (2016).*Toxicology of arsenic in fish and aquatic system. Environ Chem*. 15, 43-64.

Lavaut, E., Guillemin, M.-L., Colin, S., Faure, A., Coudret, J., Destombe, C., & Valero, M. (2022). *Pollinators of the sea: A discovery of animal-mediated fertilization in seaweed*. *Science (New York, N.Y.)*, *377*(6605), 528–530. DOI: https://doi.org/10.1126/science.abo6661

Lenntech. (1998a).*Hierro (Fe) Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente.* Lenntech website: https://www.lenntech.es/periodica/elementos/fe.htm

Lenntech. (1998b). *Manganeso (Mn) Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente.* Lenntech website: https://www.lenntech.es/periodica/elementos/mn.htm

Lenntech. (1998c). *Plomo (Pb) Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente*. Lenntech website: https://www.lenntech.es/periodica/elementos/pb.htm

Liu, H., Tian, X., Gong, X., Han, D., Ren, L., Cui, Y., Jiang, F., Zhao, J., Chen, J., Jiang, L., Xu, Y., & Li, H. (2022). *Analyzing toxicological effects of AsIII and AsV to Chlamys farreri by integrating transcriptomic and metabolomic approaches*. *Marine Pollution Bulletin*, *186*(114385), 114385. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114385

Loaiza I., M. De Troch y G. De Boeck. (2018*). Potential health risks via consumption of six edible shellfish species collected from Piura – Peru. Ecotoxicology and Environmental Safety*, 159, 249–260. doi:10.1016/j.ecoenv.2018.05.005

Londoño,L.; Londoño,T.; P., & Muñoz, F. (2016). *Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 145-153.https://doi.org/10.18684/BSAA(14)145-153

Luna-Pacompea, N., Juárez-Laguna, F., Jaén-Rodriguez, C., Alvariño, L., & Iannacone, J. (2022*). Metales pesados e imposex en Thaisella chocolata (Gasteropoda: Muricidae) en Matarani, Arequipa*, *Perú. Revista de investigaciones veterinarias del Peru*, *33*(5), e23793. https://doi.org/10.15381/rivep.v33i5.23793

Macfarlane, G.R., Burchett, M.D. (2000*). Photosynthetic pigments and peroxidase activity as indicators of heavy metal stress in the Greymangrove, Avicennia marina (Forsk.)* Vierh.; Marine Pollution Bulletin. Vol. 42, 233–240.

Mayo Clinic. (2020). *Hemocromatosis*. https://www.mayoclinic.org/es-es/diseasesconditions /hemochromatosis/symptoms-causes/syc-20351443

McLusky, D.S., Bryant, V., Campbell, R. (1986). *The effects of temperature and salinity on the toxicity of heavy metals to marine and estuarine invertebrates.* Oceanogr. Mar. Biol. 24, 481e520.

Medina González R., Zetina Moguel C., Comas Bolio M., Pat Canul R. (2004). *Concentración de Cd, Cr, Cu y Pb en sedimentos y en tres especies de pepino de mar (clase holothuroidea) de las costas del estado de Yucatán, México. Ingeniería - Revista Académica de la FIUADY*, 8 (2) 7-19.

BOE website:https://boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2001-14276#a16bis

Miller, G.G., Sweet, L.I., Adams, J.V., Omann, G.M, Passino-Reader, D., Meier, P.G. (2002) *In vitro toxicity and interactions of environmental contaminants (Arochlor 1254 and mercury) and immunomodulatory agents (lipopolysaccharide and cortisol) on thymocytes from lake trout (Salvelinus namaycush),* Fish & Shellfish Immunology, Volumen 13, pages 11-26.

Ministerio del ambiente, (2008). *Estándares de calidad ambiental.* MINAM. Perú. Sistema Nacional de Información Ambiental website:

https://sinia.minam.gob.pe/normas/estandares-nacionales-calidad-ambiental-aire

Moreira, A., Freitas, R., Figueira, E., Volpi Ghirardini, A., Soares, A. M. V. M., Radaelli, M., Guida, M., & Libralato, G. (2018). *Combined effects of arsenic, salinity and temperature on Crassostrea gigas embryotoxicity*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *147*, 251–259. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.08.043

Muniz, P., Venturini, N., Martins, C.C., Munshi, A.B., García-Rodríguez, F., Brugnoli, E., Lindroth Dauner, A.L., Caruso Bícego, M., García-Alonso, J. (2015). *Integrated assessment of contaminants and monitoring of an urbanized temperate harbor*

(Montevideo, Uruguay): a 12-year comparison. *Brazilian Journal of Oceanography.*Volumen 63 (3), 311–330.

NOAA Ocean Exploration. (2004). *What is an isopod?: Ocean Exploration Facts: NOAA Office of Ocean Exploration and Research*. Website: https://oceanexplorer.noaa.gob/facts/isopod.html

OIEA, (2013). *Efectos de la contaminacion en los oceanos y la vida marina* . División de Información Pública de la OIEA. https://www.iaea.org/es/bulletin/efectos-de-la-contaminacion-en-los-oceanos-y-la-vida-marina

OMS, (2021). *Directrices sobre la calidad del agua para usos recreativos actualizados.*Organización Mundial de la Salud website: https://www.who.int/es/news/item/13-07-2021-who-launches-guidelines-for-recreational-water-quality-as-summer-heats-up

Osos, H., Richards, JG y Schulte, PM (2006). *La exposición al arsénico altera la composición de especies de arsénico hepático y la expresión génica mediada por el estrés en el pez killi común (Fundulus heteroclitus). Toxicología acuática (Ámsterdam, Países Bajos)* , *77* (3), 257–266. https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2005.12.008

Pabón, S., Benítez, R., Sarria-Villa, R., & Gallo, J. (2020). *Contaminación del agua por metales pesados, métodos de análisis y tecnologías de remoción. Entre Ciencia e Ingeniería*, 14, 1–10. http://www.scielo.org.co/pdf/ecei/v14n27/1909-8367-ecei-14-27-9.pdf

Partridge, GJ y Lymbery, AJ (2009). *Efectos del manganeso en juveniles de mulloway (Argyrosomus japonicus) cultivados en agua con salinidad variable: implicaciones para la maricultura continental. Acuicultura (Ámsterdam, Países Bajos)* , 290 (3–4), 311–316. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.02.020

Pérez, E. (2013). *Manual de Laboratorio de Técnicas Instrumentales de Análisis*. Tacares de Grecia: Universidad de Costa Rica.

Pérez, G. (2010). *Espectrometría de absorción atómica*. Recuperado 17 de noviembre de 2021, de ESPECTROMETRIA.COM, website: https://www.espectrometria.com/espectrometra_de_absorcin_atmica#

Quintana Paetán, S. A. (2021). *Niveles de As, Cd, Cu, Mn, Se Y Zn en tejido muscular y hepático del Cheilodactylus variegatus valenciennes, 1833 "Pintadilla" en la zona costera de Lima, Perú. . Revista de la Sociedad Química del Perú*, *87*(2), 137–148. https://doi.org/10.37761/rsqp.v87i2.337

QUIMICA.ES.(2007).*Óxido de cobre (II).*https://www.quimica.es/enciclopedia/%C3%93xido_de_cobre_%28II%29.html#_ref-1/

RAE. (2016). *Real Academia Española. Definición de Calidad.* Website: http://lema.rae.es/drae/?val=calidad

Ramos, L., Vidal, L., Vilardy, S., & Saavedra, L. (2008). *Análisis de la contaminación microbiológica (coliformes totales y fecales) en la bahía de Santa Marta, Caribe, Colombiano.* https://www.redalyc.org/pdf/3190/319028004007.pdf

Ribeiro, C. A. O., Vollaire, Y., Sanchez-Chardi, A., & Roche, H. (2005). *Bioaccumulation and the effects of organochlorine pesticides, PAH and heavy metals in the Eel (Anguilla anguilla) at the Camargue Nature Reserve, France*. *Aquatic Toxicology (Amsterdam, Netherlands)*, *74*(1), 53–69. https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2005.04.008

Rodríguez, D. (2017*).Intoxicación ocupacional por metales pesados.* MEDISAN,21(12),3372-3385. *Scielo* website: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192017001200012&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Rodriguez Vilchez, R. (2022). *Cuantificación de las concentraciones de metales pesados (Pb, Cd, Cu) por espectrofotometría de absorción atómica de los peces pelágio de la bahía del Callao*. Universidad Nacional del Callao.

Romero, M. B., Polizzi, P., & Gerpe, M. (2019). *Trazas metálicas en delfines franciscana – Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras.* Recuperado 29 de diciembre de 2021, de Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras website: https://www.iimyc.gob.ar/iimyc/es/2017/08/28/trazas-metalicas-en-delfines-franciscana/

Sandoval, C., Paredes, E., & Ulloa, M. (2015*). Intoxicación por metales en peces.Patología veterinaria*, 18 - 23. Patología veterinaria website: www.patologia-veterinaria.com

SANIPES (2016). *Resolución N°057-2016-SANIPES-DE*. Disponible en: http://www.sanipes.gob.pe/procedimientos/6_R_DE_N_057_2016_A1.pdf

Sistema Peruano de Información Jurídica (SPIJ), (2017). *DECRETO LEGISLATIVO N° 1055.* https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/12819/DLeg-1055.pdf

Soualili, D., Dubois, P., Gosselin, P., Pernet, P., Guillou Soualili, M., Soualili, D., & Dubois, A. P. (2008). *Assessment of seawater pollution by heavy metals in the neighbourhood of Algiers: use of the sea urchin, Paracentrotus lividus, as a bioindicator. ICES Journal of Marine Science: Journal Du Conseil*, 132–138. Website: https://academic.oup.com/icesjms/article/65/2/132/733408

Srikanth, P., Somasekhar, S., Kanthi, G., & Raghu, K. (2013). *Analysis of heavy metals by using atomic absorption spectro-scopy from the samples taken around Visakhapatnam.*

International Journal of Environment, Ecology, Family and Urban Studies (IJEEFUS), 3(1), 127-132.Researchgate website: https://www.researchgate.net/publication/322926867_Analysis_of_Water_Samples_for_heavy_metal_pollutants

Tamani, Y. (2014). *Evaluación de la calidad de agua del rio negro en la provincia de padre abad, Aguaytía.* Sitio web: https://web2.unas.edu.pe/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/PRACTICA FINAL PARA EMPASTAR.pdf

Trujillo, G., & Guerrero, A. (2015). *Caracterización físico-química y bacteriológica del agua marina en la zona litoral costera de Huanchaco y Huanchaquito, Trujillo, Perú. REBIOL*, 35(1), 23-33. Sitio web: https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/facccbiol/article/view/872

UNIPLOM, (2004). *El Plomo Hechos y realidades: Fuentes, niveles y desplazamientos del plomo en el medio ambiente*. http://www.uniplom.es/fuentes.htm

Universidad de Costa Rica. (2020). *Mareas rojas: ¿qué son y por qué se producen?* Universidad de Costa Rica. Website: https://www.ucr.ac.cr/noticias/2020/09/25/mareas-rojas-que-son-y-por-que-se-producen.html

Valavanidis, A. & Vlachogianni, T. (2010). *Metal Pollution in Ecosystems. Ecotoxicology Studies and Risk Assessment in the Marine Environment.* WEB-SITE: www.chem-tox-ecotox.org. SCi Advan Environ Chem, Toxicol, Ecotoxicol Issues.

Valdez, Y. (2015). *Dominio pelágico o de columna de agua - Ecosistemas acuáticos y sus efectos*. Ecosistemas acuáticos y sus efectos. Website:

https://sites.google.com/site/ecosistemasmarinosysusefectos/ecosistema-marino/dominios

Vera, R. (2021). *Efectos ecotoxicológicos del cadmio sobre la mortalidad de la concha de abanico y riesgo ecológico en áreas de la costa peruana*, Universidad Ricardo Palma. https://hdl.handle.net/20.500.14138/4340

Wang, J., Chen, S., & Xia, T. (2010). *Environmental risk assessment of heavy metals in Bohai Sea, North China. Procedia Environmental Sciences*, 2, 1632 - 1642.https://doi.org/10.1016/J.PROENV.2010.10.17

Whitfield,M.; Turner,D.R. y Dickison,A.G. (1981).*Speciation of dissolved constituents in estuaries.* En: River inputs to ocean systems. Proceedings of UNESCO/IOC/UNEP.Review Workshop, 16-19 March, 1979. Nueva York, United Nations, pp. 132-188.

Yılmaz, S., & Sadikoglu, M. (2010). *Study of heavy metal pollution in seawater of Kepez harbor of Canakkale (Turkey). Environmental Monitoring and Assessment*, 173(1-4), 899-904. https://doi.org/10.1007/S10661-010-1432-5

Zúñiga Delgado, J. G., Torres Conde, E. G., & Hinostroza Miranda, J. D. (2021). *Lista sistemática de isópodos marinos del Perú, primer registro de Isocladus bahamondei Carvacho, 1997 (CRUSTACEA, PERACARIDA) y aportes de su ecología para la costa peruana. Revista de Investigaciones Marinas*. Repositorio AquaDocs: https://aquadocs.org/handle/1834/41821

VIII. ANEXOS

Tabla 20

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua en Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales.

Parámetros	Unidad de medida	C1 Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras	C2 Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras	C3 Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras	C4 Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas
FÍSICOS- QUÍMICOS					
Aceites y Grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0	1,0
Cianuro Wad	mg/L	0,004	0,004	**	0,0052
Color (después de filtración simple) (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)	**	100 (a)
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/L	**	10	10	10
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,062	**	0,025
Nitratos (NO_3^-) (c)	mg/L	16	16	**	13
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4	≥ 3	≥ 2,5	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7 – 8,5	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5	6,0-9,0
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	80	60	70	**
Sulfuros	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS					
Amoniaco Total (NH_3)	mg/L	**	**	**	(1)
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**
Arsénico	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,1
Boro	mg/L	5	5	**	0,75
Cadmio	mg/L	0,01	0,01	**	0,01
Cobre	mg/L	0,0031	0,05	0,05	0,2
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,10
Mercurio	mg/L	0,00094	0,0001	0,0018	0,00077
Níquel	mg/L	0,0082	0,1	0,074	0,052
Plomo	mg/L	0,0081	0,0081	0,03	0,0025
Selenio	mg/L	0,071	0,071	**	0,005
Talio	mg/L	**	**	**	0,0008
Zinc	mg/L	0,081	0,081	0,12	1,0
ORGÁNICO					
Hidrocarburos Totales de Petróleo (fracción aromática)	mg/L	0,007	0,007	0,01	**
Bifenilos Policlorados					
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,00003	0,00003	0,00003	0,000014
ORGANOLÉPTICO					
Hidrocarburos de Petróleo	mg/L	No visible	No visible	No visible	**
MICROBIOLÓGICO					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	≤ 14 (área aprobada) (d)	≤ 30	1 000	200
	NMP/100 ml	≤ 88 (área restringida) (d)			

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).
(b) Después de la filtración simple.
(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO_3^--N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO_3^-).
(d) **Área Aprobada:** Áreas de donde se extraen o cultivan moluscos bivalvos seguros para el comercio directo y consumo, libres de contaminación fecal humana o animal, de organismos patógenos o cualquier sustancia deletérea o venenosa y potencialmente peligrosa.
Área Restringida: Áreas acuáticas impactadas por un grado de contaminación donde se extraen moluscos bivalvos seguros para consumo humano, luego de ser depurados.
Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 3:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

(1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de Amoniaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH_3).

Nota. La tabla muestra el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua publicado en El Peruano (Ed.), (2017).

Tabla 21

Criterios internacionales recomendados por el EPA correspondiente a la calidad de agua que debe presentar un recurso hídrico priorizado en contaminantes de nivel tóxico.

	Priority Pollutant	CAS Number	Freshwater CMC (Fg/L)	Freshwater CCC (Fg/L)	Saltwater CMC (Fg/L)	Saltwater CCC (Fg/L)	Human Health For Consumption of: Water + Organism (Fg/L)	Human Health For Consumption of: Organism Only (Fg/L)	FR Cite/ Source
1	Antimony	7440360					5.6 B	640 B	65FR66443
2	Arsenic	7440382	340 A,D,K	150 A,D,K	69 A,D,bb	36 A,D,bb	0.018 C,M,S	0.14 C,M,S	65FR31682 57FR60848
3	Beryllium	7440417					Z		65FR31682
4	Cadmium	7440439	2.0 D,E,K,bb	0.25 D,E,K,bb	40 D,bb	8.8 D,bb	Z		EPA-822-R-01-001 65FR31682
5a	Chromium (III)	16065831	570 D,E,K	74 D,E,K			Z Total		EPA820/B-96-001 65FR31682
5b	Chromium (VI)	18540299	16 D,K	11 D,K	1,100 D,bb	50 D,bb	Z Total		65FR31682
6	Copper	7440508	13 D,E,K,cc	9.0 D,E,K,cc	4.8 D,cc,ff	3.1 D,cc,ff	1,300 U		65FR31682
7	Lead	7439921	65 D,E,bb,gg	2.5 D,E,bb,gg	210 D,bb	8.1 D,bb			65FR31682
8a 8b	Mercury Methylmercury	7439976 22967926	1.4 D,K,hh	0.77 D,K,hh	1.8 D,ee,hh	0.94 D,ee,hh		0.3 mg/kg J	62FR42160 EPA823-R-01-001
9	Nickel	7440020	470 D,E,K	52 D,E,K	74 D,bb	8.2 D,bb	610 B	4,600 B	65FR31682
10	Selenium	7782492	L,R,T	5.0 T	290 D,bb,dd	71 D,bb,dd	170 Z	4200	62FR42160 65FR31682 65FR66443
11	Silver	7440224	3.2 D,E,G		1.9 D,G				65FR31682
12	Thallium	7440280					0.24	0.47	68FR75510
13	Zinc	7440666	120 D,E,K	120 D,E,K	90 D,bb	81 D,bb	7,400 U	26,000 U	65FR31682 65FR66443
14	Cyanide	57125	22 K,Q	5.2 K,Q	1 Q,bb	1 Q,bb	140 jj	140 jj	EPA820/B-96-001 57FR60848 68FR75510
15	Asbestos	1332214					7 million fibers/L I		57FR60848
16	2,3,7,8-TCDD (Dioxin)	1746016					5.0E-9 C	5.1E-9 C	65FR66443
17	Acrolein	107028					6 ll	9 ll	74FRXXX
18	Acrylonitrile	107131					0.051 B,C	0.25 B,C	65FR66443
19	Benzene	71432					2.2 B,C	51 B,C	IRIS 01/19/00 &65FR66443
20	Bromoform	75252					4.3 B,C	140 B,C	65FR66443
21	Carbon Tetrachloride	56235					0.23 B,C	1.6 B,C	65FR66443
22	Chlorobenzene	108907					130 Z,U,	1,600 U	68FR75510
23	Chlorodibromomethane	124481					0.40 B,C	13 B,C	65FR66443
24	Chloroethane	75003							

Nota. La tabla muestra los límites máximos permisibles de metales pesados obtenidos por Enviromental Protection Agency. (2009)

Tabla 22

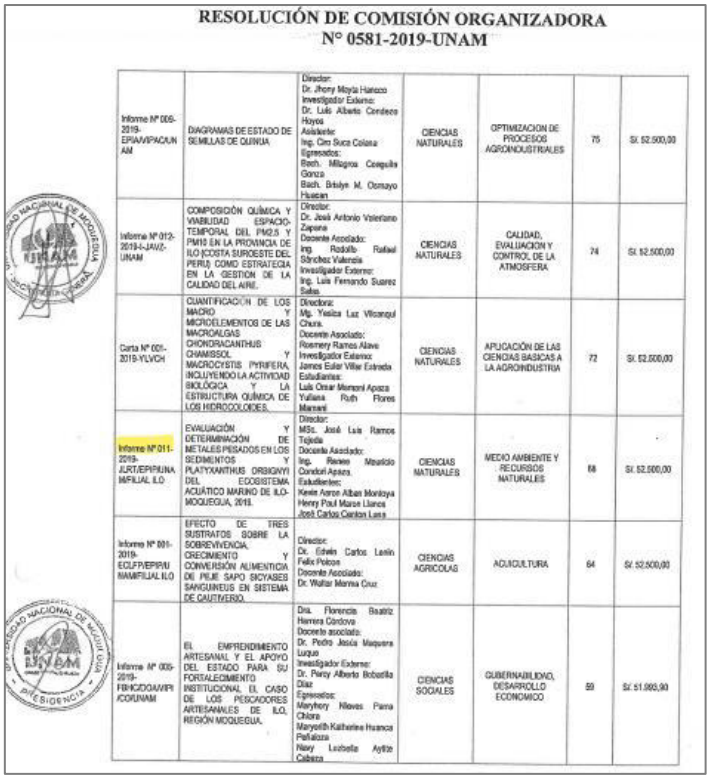
Criterios internacionales recomendados por el EPA correspondiente a contaminantes de bajo nivel toxico en la calidad de agua marina y dulce.

	Non Priority Pollutant	CAS Number	Freshwater CMC (Fg/L)	Freshwater CCC (Fg/L)	Saltwater CMC (Fg/L)	Saltwater CCC (Fg/L)	Human Health For Consumption of: Water + Organism (Fg/L)	Human Health For Consumption of: Organism Only (Fg/L)	FR Cite/Source
1	Alkalinity	--		20000 F					Gold Book
2	Aluminum pH 6.5 - 9.0	7429905	750 G,I	87 G,I,L					53FR33178
3	Ammonia	7664417	FRESHWATER CRITERIA ARE pH, Temperature and Life-stage DEPENDENT -- SEE DOCUMENT D SALTWATER CRITERIA ARE pH AND TEMPERATURE DEPENDENT						EPA822-R-99-014 EPA440/5-88-004
4	Aesthetic Qualities	--	NARRATIVE STATEMENT-- SEE DOCUMENT						Gold Book
5	Bacteria	--	FOR PRIMARY RECREATION AND SHELLFISH USES -- SEE DOCUMENT						Gold Book
6	Barium	7440393					1,000 A		Gold Book
7	Boron	--	NARRATIVE STATEMENT-- SEE DOCUMENT						Gold Book
8	Chloride	16887006	860000 G	230000 G					53FR19028
9	Chlorine	7782505	19	11	13	7.5	C		Gold Book
10	Chlorophenoxy Herbicide (2,4,5,-TP)	93721					10 A		Gold Book
11	Chlorophenoxy Herbicide (2,4-D)	94757					100 A,C		Gold Book
12	Chloropyrifos	2921882	0.083 G	0.041 G	0.011 G	0.0056 G			Gold Book
13	Color	--	NARRATIVE STATEMENT-- SEE DOCUMENT F						Gold Book
14	Demeton	8065483		0.1 F		0.1 F			Gold Book
15	Ether, Bis(Chloromethyl)	542881					0.00010 E, H	0.00029 E,H	65FR66443
16	Gases, Total Dissolved	--	NARRATIVE STATEMENT -- SEE DOCUMENT F						Gold Book
17	Guthion	86500		0.01 F		0.01 F			Gold Book
18	Hardness	--	NARRATIVE STATEMENT-- SEE DOCUMENT						Gold Book
19	Hexachlorocyclo-hexane-Technical	608731					0.0123	0.0414	Gold Book
20	Iron	7439896		1000 F			300 A		Gold Book
21	Malathion	121755		0.1 F		0.1 F			Gold Book
22	Manganese	7439965					50 A,O	100 A	Gold Book
23	Methoxychlor	72435		0.03 F		0.03 F	100 A,C		Gold Book
24	Mirex	2385855		0.001 F		0.001 F			Gold Book
25	Nitrates	14797558					10,000 A		Gold Book
26	Nitrosamines	--					0.0008	1.24	Gold Book
27	Dinitrophenols	25550587					69	5300	65FR66443
28	Nonylphenol	84852153	28	6.6	7.0	1.7			71FR9337
29	Nitrosodibutylamine,N	924163					0.0063 A,H	0.22 A,H	65FR66443
30	Nitrosodiethylamine,N	55185					0.0008 A,H	1.24 A,H	Gold Book

Nota. La tabla muestra los límites máximos permisibles de metales pesados obtenidos por Enviromental Protection Agency. (2009)

Tabla 23

Resolución de comisión organizadora N°0581-2019-UNAM del proyecto financiado de concurso de docentes.



RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA
N° 0581-2019-UNAM

Informe Nº 005-2019-EPIA/VIPACUNAM	DIAGRAMAS DE ESTADO DE SEMILLAS DE QUINUA	Director: Dr. Jhony Mayta Huanca Investigador Externo: Dr. Luis Alberto Cordero Hoyos Asistente: Ing. Ciro Suca Colana Egresados: Bach. Milagros Ccequiña Gonza Bach. Brisiye M. Osmayo Huaican	CIENCIAS NATURALES	OPTIMIZACION DE PROCESOS AGROINDUSTRIALES	75	Si. 52.500,00
Informe Nº 012-2019-I-JAVZ-UNAM	COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VIABILIDAD ESPACIO-TEMPORAL DEL PM2.5 Y PM10 EN LA PROVINCIA DE ILO (COSTA SUROESTE DEL PERÚ), COMO ESTRATEGIA EN LA GESTION DE LA CALIDAD DEL AIRE.	Director: Dr. José Antonio Valeriano Zapana Docente Asociado: Ing. Rodolfo Rafael Sánchez Valencia Investigador Externo: Ing. Luis Fernando Suarez Salas	CIENCIAS NATURALES	CALIDAD, EVALUACION Y CONTROL DE LA ATMOSFERA	74	Si. 52.500,00
Carta Nº 001-2019-YLVCH	CUANTIFICACIÓN DE LOS MACRO Y MICROELEMENTOS DE LAS MACROALGAS CHONDRACANTHUS CHAMISSOI Y MACROCYSTIS PYRIFERA, INCLUYENDO LA ACTIVIDAD BIOLÓGICA Y LA ESTRUCTURA QUÍMICA DE LOS HIDROCOLOIDES.	Directora: Mg. Yesica Luz Vizcarpi Chura. Docente Asociado: Rosmery Ramos Alave Investigador Externo: James Eular Villar Estrada Estudiantes: Luis Omar Moreno Apaza Yuliana Ruth Flores Mamani	CIENCIAS NATURALES	APLICACIÓN DE LAS CIENCIAS BASICAS A LA AGROINDUSTRIA	72	Si. 52.500,00
Informe Nº 011-2019-JURT/EPIPIUNA MARIUAL ILO	EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN LOS SEDIMENTOS Y PLATYXANTHUS ORBIGNYI DEL ECOSISTEMA ACUÁTICO MARINO DE ILO-MOQUEGUA, 2018.	Director: MSc. José Luis Ramos Tejeda Docente Asociado: Ing. Renee Mauricio Condori Apaza Estudiantes: Kevin Aaron Alban Montoya Henry Paul Marca Llanos José Carlos Cantos Luna	CIENCIAS NATURALES	MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES	68	Si. 52.500,00
Informe Nº 001-2019-ECLFP/EPIP/UNAMIFIUAL ILO	EFECTO DE TRES SUSTRATOS SOBRE LA SOBREVIVENCIA, CRECIMIENTO Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE RUJE SAPO SICYASES SANGUINEUS EN SISTEMA DE CAUTIVERIO.	Director: Dr. Edwin Carlos Lasin Felix Polcos Docente Asociado: Dr. Walter Marma Cruz	CIENCIAS AGRICOLAS	ACUICULTURA	64	Si. 52.500,00
Informe Nº 005-2019-FBHC/DOA/VRI/CDI/UNAM	EL EMPRENDIMIENTO ARTESANAL Y EL APOYO DEL ESTADO PARA SU FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL EL CASO DE LOS PESCADORES ARTESANALES DE ILO, REGIÓN MOQUEGUA.	Dra. Florencia Beatriz Herrera Córdova Docente asociado: Dr. Pedro Jesica Maquera Luque Investigador Externo: Dr. Percy Alberto Bobadilla Díaz Egresados: Maryhery Nilaves Parra Chilora Maryorith Katherine Huanca Peñaloza Nany Lucibella Ayñze Cabeza	CIENCIAS SOCIALES	GUBERNABILIDAD, DESARROLLO ECONOMICO	59	Si. 51.993,90

*Nota.*Obtenido por la Universidad Nacional de Moquegua, (2019)

Figura 30

Resolución de comisión organizadora N°064-2022-UNAM actualizada de los integrantes que se conforma en el proyecto.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
COMISIÓN ORGANIZADORA

RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA
N° 064–2022-UNAM

Que, en Sesión Extraordinaria Virtual de Comisión Organizadora de la Universidad Nacional Moquegua, de fecha 19 de enero de 2022, por UNANIMIDAD se acordó: Reformar, el equipo del proyecto de investigación: "EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN LOS SEDIMENTOS Y PLATYXANTHUS ORBIGNYI DEL ECOSISTEMA ACUÁTICO MARINO DE ILO-MOQUEGUA 2019", aprobado con Resolución de Comisión Organizadora N° 0581-2019-UNAM, para efectos de garantizar la continuidad del Proyecto de Investigación, por ser un fin de la universidad previsto en la Ley N° 30220, Ley Universitaria y Estatuto de la UNAM.

Que, estando a las consideraciones precedentes y en uso de las atribuciones que concede la Ley Universitaria N° 30220, Resolución Viceministerial N° 244-2021- MINEDU y el Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua aprobado con Resolución de Comisión Organizadora N° 578-2021-UNAM de fecha 22 de junio del 2021.

SE RESUELVE:
ARTÍCULO PRIMERO. - REFORMAR, el equipo de Investigación del Proyecto de Investigación titulado: **"EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN LOS SEDIMENTOS Y PLATYXANTHUS ORBIGNYI DEL ECOSISTEMA ACUÁTICO MARINO DE ILO-MOQUEGUA 2019"**, aprobado con Resolución de Comisión Organizadora N° 0581-2019-UNAM para efectos de garantizar la continuidad del Proyecto de Investigación, por ser un fin de la universidad previsto en la Ley N° 30220, Ley Universitaria y Estatuto de la UNAM, dejando subsistentes los demás extremos de la citada resolución, quedando conforme al siguiente detalle:

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN:
Investigador Principal
MSc. José Luis Ramos Tejada
Investigador Asociado
Ing. Renee Mauricio Condori Apaza
Estudiantes
Kevin Aaron Albán Montoya
José Carlos Centon Luna.
Darwin Arnaldo Acostupa Mamani.
Maritza Maribel Mamani Sihuayro
Norka Lissett Gómez Pacco.

ARTÍCULO SEGUNDO. – ENCARGAR, a la Vicepresidencia de Investigación, y demás dependencias respectivas, adopten las acciones que corresponden para el cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, Comuníquese, Publíquese y Archívese.

UNAM FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por ZEBALLOS GAMEZ Washington FAU 20449347448 soft
Fecha: 2022.01.20 19:25:48 -05'00'

DR. WASHINGTON ZEBALLOS GÁMEZ
PRESIDENTE

UNAM FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por KUONG CORNEJO Guillermo Santiago Victorio FAU 20449347448 soft
Fecha: 2022.01.20 12:41:09 -05'00'

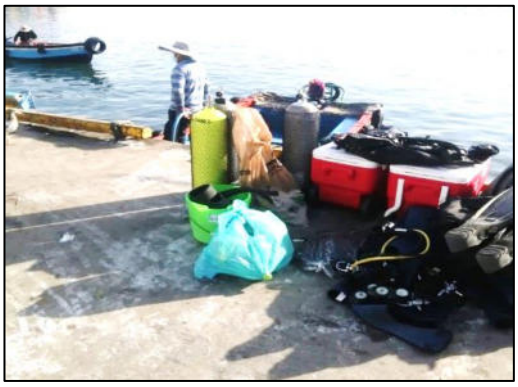
ABOG. GUILLERMO S. KUONG CORNEJO
SECRETARIO GENERAL

Nota. Resolución obtenida por la Universidad Nacional de Moquegua (2022)

8.1 Fotograías de la ejecución del proyecto

Figura 31

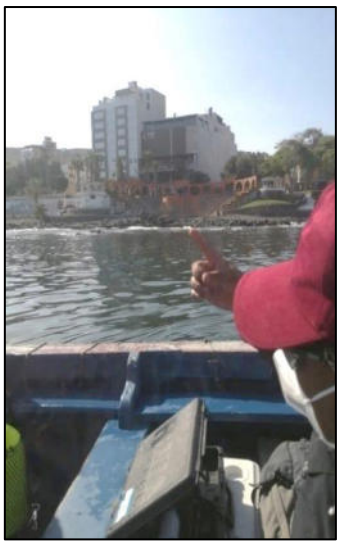
Punto de partida para el muestreo en los diferentes puntos de estudio



Nota. Se alquiló una embarcación para la toma de muestras junto con los equipos y materiales de muestreo.

Figura 32

Partida de la empbarcación para el posicionamiento de los puntos de muestreo



Nota. Se mantiene a una distancia de 200 metros de la orilla para recién tomar las muestras de agua para su el análisis en laboratorio.

Figura 33

Uso del GPS para ubicar las coordenadas de los puntos de muestreo



Nota. Se encendió el GPS antes del muestreo en cada punto de estudio.

Figura 34

Uso del equipo multiparámetros para la toma de parámetros in situ



Nota. Se calibró el multiparámtros para la obtención de datos en *in situ.*

Figura 35

Etiquetado y cerrado de las muestras de agua de mar obtenidos en cada punto de muestreo



*Nota.*Las muestras estuvieron cerradas y etiquetadas para su análisis en laboratorio de la UNSA

Figura 36

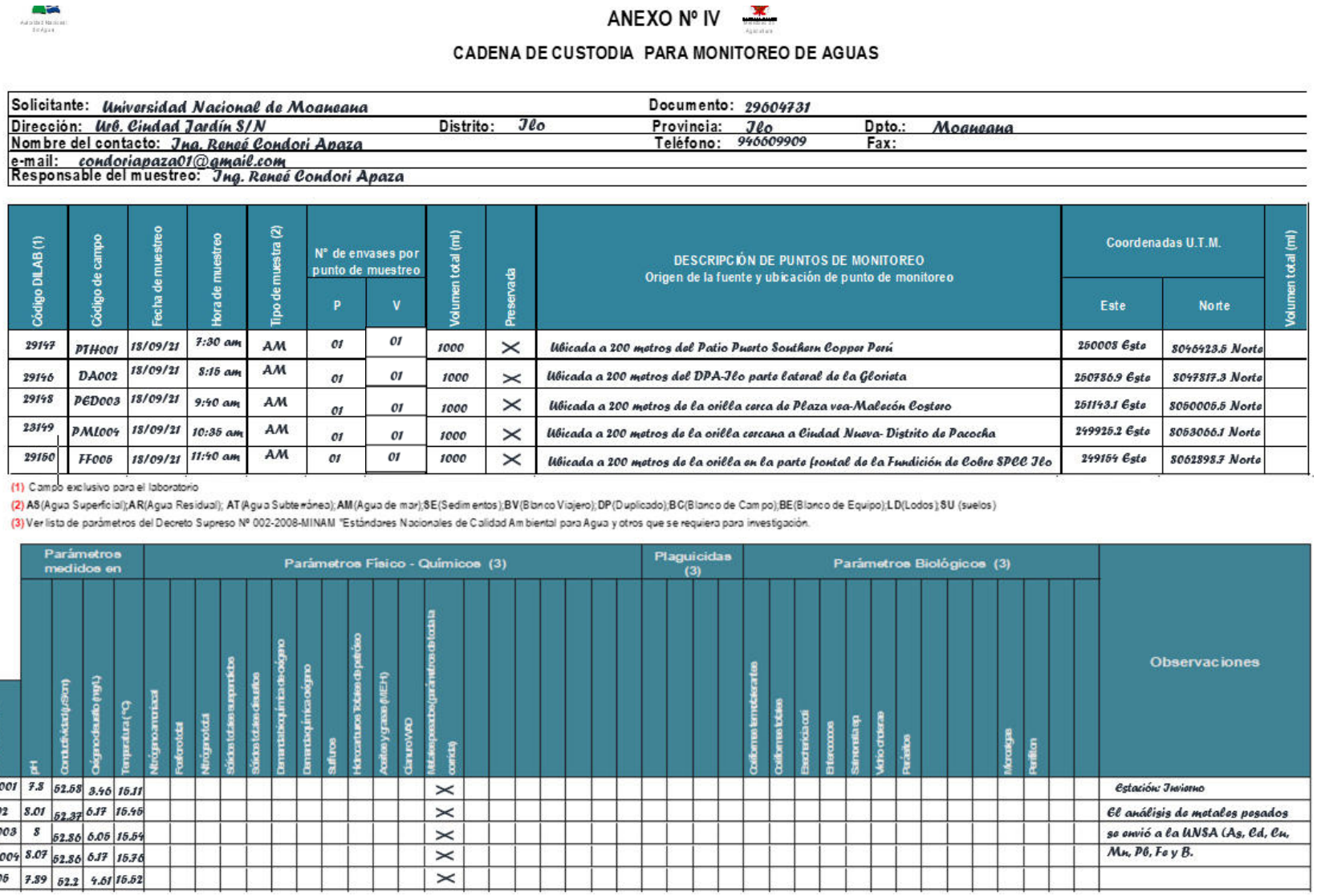
Almacenamiento de las muestras de agua de mar en cooler



*Nota.*Almacenamiento de las muestras de agua con gel pack para su traslado a la UNSA

Figura 37

Cadena de custodia del muestreo de Invierno



ANEXO Nº IV

CADENA DE CUSTODIA PARA MONITOREO DE AGUAS

Solicitante: Universidad Nacional de Moquegua — Documento: 29004731
Dirección: Urb. Ciudad Jardín S/N — Distrito: Ilo — Provincia: Ilo — Dpto.: Moquegua
Nombre del contacto: Ing. Reneé Condori Apaza — Teléfono: 946009909 — Fax:
e-mail: condoriapaza01@gmail.com
Responsable del muestreo: Ing. Reneé Condori Apaza

Código DILAB (1)	Código de campo	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Tipo de muestra (2)	N° de envases por punto de muestreo P	N° de envases por punto de muestreo V	Volumen total (ml)	Preservada	DESCRIPCIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO Origen de la fuente y ubicación de punto de monitoreo	Coordenadas U.T.M. Este	Coordenadas U.T.M. Norte	Volumen total (ml)
29147	PTH001	18/09/21	7:30 am	AM	01	01	1000	X	Ubicada a 200 metros del Patio Puerto Southern Copper Perú	250008 Este	8046423.5 Norte	
29146	DA002	18/09/21	8:15 am	AM	01	01	1000	X	Ubicada a 200 metros del DPA-Ilo parte Lateral de la Glorieta	250736.9 Este	8047817.3 Norte	
29148	PED003	18/09/21	9:40 am	AM	01	01	1000	X	Ubicada a 200 metros de la orilla cerca de Plaza vea-Malecón Costero	251143.1 Este	8050005.5 Norte	
23149	PML004	18/09/21	10:35 am	AM	01	01	1000	X	Ubicada a 200 metros de la orilla cercana a Ciudad Nueva- Distrito de Pacocha	249925.2 Este	8053056.1 Norte	
29150	FF005	18/09/21	11:40 am	AM	01	01	1000	X	Ubicada a 200 metros de la orilla en la parte frontal de la Fundición de Cobre SPCC Ilo	249154 Este	8062898.7 Norte	

(1) Campo exclusivo para el laboratorio
(2) AS (Agua Superficial); AR (Agua Residual); AT (Agua Subterránea); AM (Agua de mar); SE (Sedimentos); BV (Blanco Viajero); DP (Duplicado); BC (Blanco de Campo); BE (Blanco de Equipo); LD (Lodos); SU (suelos)
(3) Ver lista de parámetros del Decreto Supreso Nº 002-2008-MINAM "Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y otros que se requiera para investigación.

Código de campo	Parámetros medidos en: pH	Conductividad (µS/cm)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Temperatura (°C)	Parámetros Físico - Químicos (3): Nitrógeno total	Fosforo total	Nitrógeno total	Sólidos totales suspendidos	Sólidos totales disueltos	Demanda bioquímica de oxígeno	Demanda química de oxígeno	Sulfuros	Hidrocarburos totales de petróleo	Aceites y grasas (MEH)	Cianuro WAD	Microorganismos (especifique en observaciones)	Plaguicidas (3)	Parámetros Biológicos (3): Coliformes termotolerantes	Coliformes totales	Escherichia coli	Enterococos	Salmonella sp.	Vibrio cholerae	Parásitos	Microalgas	Perifiton	Observaciones
PTH001	7.5	52.58	3.46	15.11												X											Estación: Invierno
DA002	8.01	52.37	6.17	15.46												X											El análisis de metales pesados
PED003	8	52.56	6.05	15.54												X											se envió a la UNSA (As, Cd, Cu,
PML004	8.07	52.56	6.17	15.36												X											Mn, Pb, Fe y B.
FF005	7.39	52.2	4.51	15.52												X											

Nota. Datos registrados en los puntos de mestreo de Invierno

Figura 38

Cadena de custodia del muestreo de Primavera

ANEXO Nº IV

CADENA DE CUSTODIA PARA MONITOREO DE AGUAS

Solicitante:	*Universidad Nacional de Moquegua*			Documento:	*29604731*
Dirección:	*Urb. Ciudad Jardín S/N*	Distrito:	*Ilo*	Provincia:	*Ilo*
Nombre del contacto:	*Ing. Reneé Condori Apaza*			Teléfono:	*946609909*
e-mail:	*condoriapaza01@gmail.com*				
Responsable del muestreo:	*Ing. Reneé Condori Apaza*				

Código DILAB (1)	Código de campo	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Tipo de muestra (2)	N° de envases por punto de muestreo		Volumen total (ml)	Preservada	DESCRIPCIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO Origen de la fuente y ubicación de punto de monitoreo	Coordenadas U.T.M.		Volumen total (ml)
					P	V				Este	Norte	
29147	PTH001	19/11/21	7:35 am	AM	01	01	1000	X	Ubicada a 200 metros del Patio Puerto Southern Copper Perú	250008 Este	8046423.5 Norte	
29146	DA002	19/11/21	8:50 am	AM	01	01	1000	X	Ubicada a 200 metros del DPA-Ilo parte lateral de la Glorieta	250736.9 Este	8047817.3 Norte	
29148	PED003	19/11/21	9:55 am	AM	01	01	1000	X	Ubicada a 200 metros de la orilla cerca de Plaza vea-Malecón Costero	2511743.1 Este	8050005.5 Norte	
23149	PML004	19/11/21	10:40 am	AM	01	01	1000	X	Ubicada a 200 metros de la orilla cercana a Ciudad Nueva- Distrito de Pacocha	249925.2 Este	8053066.1 Norte	
29150	FF005	19/11/21	11:35 am	AM	01	01	1000	X	Ubicada a 200 metros de la orilla en la parte frontal de la Fundición de Cobre SPCC Ilo	249154 Este	8052898.3 Norte	

(1) Campo exclusivo para el laboratorio

(2) AS(Agua Superficial);AR(Agua Residual); AT(Agua Subterránea);AM(Agua de mar);SE(Sedimentos);BV(Blanco Viajero);DP(Duplicado);BC(Blanco de Campo);BE(Blanco de Equipo);LD(Lodos);SU (suelos)

(3) Ver lista de parámetros del Decreto Supreso Nº 002-2008-MINAM "Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y otros que se requiera para investigación.

	Parámetros medidos en				Parámetros Físico - Químicos (3)														Plaguicidas (3)				Parámetros Biológicos (3)															Observaciones
Código de campo	pH	Conductividad (µS/cm)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Temperatura (°C)	Nitrógeno nitrico	Fosforo total	Nitrogeno total	Sólidos totales suspendidos	Sólidos totales disueltos	Demanda bioquímica de oxigeno	Demanda química de oxigeno	Sulfuros	Hidrocarburos totales de petróleo	Aceites y grasas (MEH)	Cianuro WAD	Metales totales (arsénico y cobre)										Coliformes termotolerantes	Coliformes totales	Escherichia coli	Enterococos	Salmonella sp.	Vibrio cholerae	Parásitos			Microcistina	Perifiton				
PTH001	7.72	52.76	3.46	14.47												X																					Estación: Primavera
DA002	7.59	52.72	4.44	14.87												X																					El análisis de metales pesados
PED003	7.96	52.9	6.29	15.84												X																					se envió a la UNSA (As, Cd, Cu,
PML004	7.84	52.86	6.92	16.62												X																					Mn, Pb, Fe y B.
FF005	7.89	52.77	3.64	15.72												X																					

Nota. Datos registrados en los puntos de mestreo de Primavera

Figura 39

Cadena de custodia del muestreo de Primavera



ANEXO Nº IV



CADENA DE CUSTODIA PARA MONITOREO DE AGUAS

Solicitante:	Universidad Nacional de Moquegua			Documento:	29604731
Dirección:	Urb. Ciudad Jardín S/N	Distrito:	Ilo	Provincia: Ilo	Dpto.: Moquegua
Nombre del contacto:	Ing. Renee Condori Apaza			Teléfono: 946609909	Fax:
e-mail:	condoriapaza01@gmail.com				
Responsable del muestreo:	Ing. Renee Condori Apaza				

Código DLAB (1)	Código de campo	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Tipo de muestra (2)	N° de envases por punto de muestreo P	N° de envases por punto de muestreo V	Volumen total (ml)	Preservada	DESCRIPCIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO Origen de la fuente y ubicación de punto de monitoreo	Coordenadas U.T.M. Este	Coordenadas U.T.M. Norte	Volumen total (ml)
29147	PTH001	11/03/22	7:40 am	AM	01	01	1000	X	Ubicada a 200 metros del Patio Puerto Southern Copper Perú	250008 Este	8046423.5 Norte	
29146	DA002	11/03/22	8:10 am	AM	01	01	1000	X	Ubicada a 200 metros del DPA-Ilo parte lateral de la Glorieta	250786.9 Este	8047817.3 Norte	
29148	PED003	11/03/22	9:20 am	AM	01	01	1000	X	Ubicada a 200 metros de la orilla cerca de Plaza vea-Malecón Costero	251143.1 Este	8050005.5 Norte	
23149	PML004	11/03/22	10:45 am	AM	01	01	1000	X	Ubicada a 200 metros de la orilla cercana a Ciudad Nueva- Distrito de Pacocha	249925.2 Este	8053066.1 Norte	
29150	FF005	11/03/22	11:55 am	AM	01	01	1000	X	Ubicada a 200 metros de la orilla en la parte frontal de la Fundición de Cobre SPCC Ilo	249154 Este	8052898.7 Norte	

(1) Campo exclusivo para el laboratorio

(2) **AS**(Agua Superficial);**AR**(Agua Residual); **AT**(Agua Subterránea);**AM**(Agua de mar);**SE**(Sedimentos);**BV**(Blanco Viajero);**DP**(Duplicado);**BC**(Blanco de Campo);**BE**(Blanco de Equipo);**LD**(Lodos);**SU** (suelos)

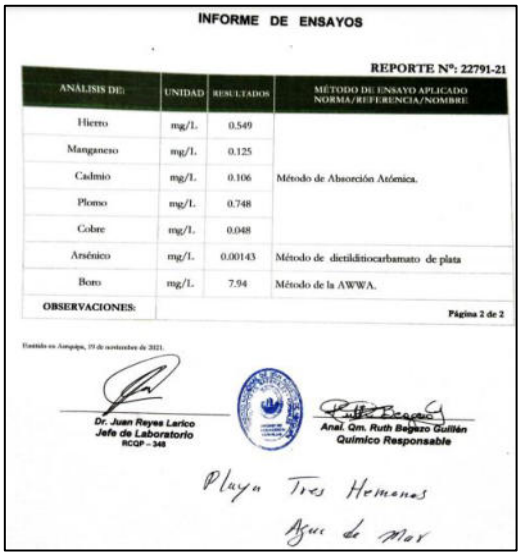
(3) Ver lista de parámetros del Decreto Supreso Nº 002-2008-MINAM "Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y otros que se requiera para investigación.

Parámetros medidos en					Parámetros Físico - Químicos (3)																																Plaguicidas (3)				Parámetros Biológicos (3)																Observaciones
Código de campo	pH	Conductividad (µS/cm)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Temperatura (°C)	Nitrógeno amoniacal	Fosforo (s)	Nitrógeno (s)	Sólidos totales suspendidos	Sólidos totales disueltos	Demanda bioquímica de oxígeno	Demanda química de oxígeno	Sulfuros	Hidrocarburos totales de petróleo	Aceites y grasas (MEH)	Cianuro WAD	Metales pesados (parámetros de lista a cuenta)																																														
PTH001	7.33	52.83	3.45	14.5												X																																							Estación: Verano
DA002	6.48	51.8	4.34	13.98												X																																						El análisis de metales pesados
PED003	7.32	53.31	6.25	15.27												X																																						se envió a la UNSA (As, Cd, Cu,
PML004	7.37	52.94	6.89	16.36												X																																						Mn, Pb, Fe y B.
FF005	7.38	52.78	3.62	17.37												X																																						

Nota. Datos registrados en los puntos de mestreo de Verano

Figura 40

Análisis de Agua de mar por Espectrometría de Absorción atómica de la Playa Tres Hemanas estación Invierno



INFORME DE ENSAYOS

REPORTE Nº: 22791-21

ANÁLISIS DE:	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO APLICADO NORMA/REFERENCIA/NOMBRE
Hierro	mg/L	0.549	
Manganeso	mg/L	0.125	
Cadmio	mg/L	0.106	Método de Absorción Atómica.
Plomo	mg/L	0.748	
Cobre	mg/L	0.048	
Arsénico	mg/L	0.00143	Método de dietilditiocarbamato de plata
Boro	mg/L	7.94	Método de la AWWA.
OBSERVACIONES:			

Página 2 de 2

Dr. Juan Reyes Larico
Jefe de Laboratorio
RCQP – 348

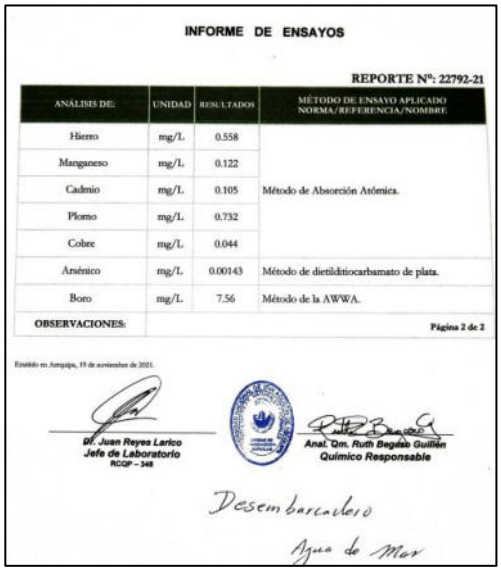
Anal. Qm. Ruth Begazo Guillén
Químico Responsable

Playa Tres Hemanas
Agua de Mar

Nota. Resultados obtenidos por la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (2021)

Figura 41

Análisis de Agua de mar de DPA estación Invierno



INFORME DE ENSAYOS

REPORTE Nº: 22792-21

ANÁLISIS DE:	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO APLICADO NORMA/REFERENCIA/NOMBRE
Hierro	mg/L	0.558	
Manganeso	mg/L	0.122	
Cadmio	mg/L	0.105	Método de Absorción Atómica.
Plomo	mg/L	0.732	
Cobre	mg/L	0.044	
Arsénico	mg/L	0.00143	Método de dietilditiocarbamato de plata.
Boro	mg/L	7.56	Método de la AWWA.
OBSERVACIONES:			

Página 2 de 2

Dr. Juan Reyes Larico
Jefe de Laboratorio
RCQP – 348

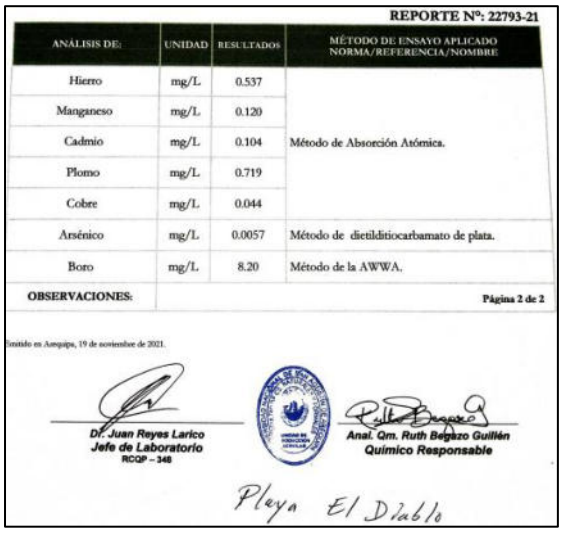
Anal. Qm. Ruth Begazo Guillén
Químico Responsable

Desembarcadero
Agua de Mar

Nota. Resultados obtenidos por la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (2021)

Figura 42

Análisis de Agua de mar de Playa El Diablo estación Invierno



REPORTE Nº: 22793-21

ANÁLISIS DE:	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO APLICADO NORMA/REFERENCIA/NOMBRE
Hierro	mg/L	0.537	Método de Absorción Atómica.
Manganeso	mg/L	0.120	
Cadmio	mg/L	0.104	
Plomo	mg/L	0.719	
Cobre	mg/L	0.044	
Arsénico	mg/L	0.0057	Método de dietilditiocarbamato de plata.
Boro	mg/L	8.20	Método de la AWWA.
OBSERVACIONES:			Página 2 de 2

Emitido en Arequipa, 19 de noviembre de 2021.

Dr. Juan Reyes Larico
Jefe de Laboratorio
RCQP – 348

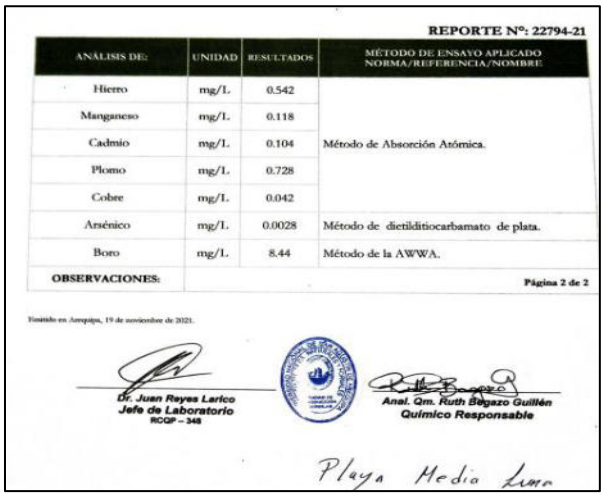
Anal. Qm. Ruth Begazo Guillén
Químico Responsable

Playa El Diablo

Nota. Resultados obtenidos por la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (2021)

Figura 43

Análisis de Agua de mar de playa Media Luna estación Invierno



REPORTE Nº: 22794-21

ANÁLISIS DE:	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO APLICADO NORMA/REFERENCIA/NOMBRE
Hierro	mg/L	0.542	Método de Absorción Atómica.
Manganeso	mg/L	0.118	
Cadmio	mg/L	0.104	
Plomo	mg/L	0.728	
Cobre	mg/L	0.042	
Arsénico	mg/L	0.0028	Método de dietilditiocarbamato de plata.
Boro	mg/L	8.44	Método de la AWWA.
OBSERVACIONES:			Página 2 de 2

Emitido en Arequipa, 19 de noviembre de 2021.

Dr. Juan Reyes Larico
Jefe de Laboratorio
RCQP – 348

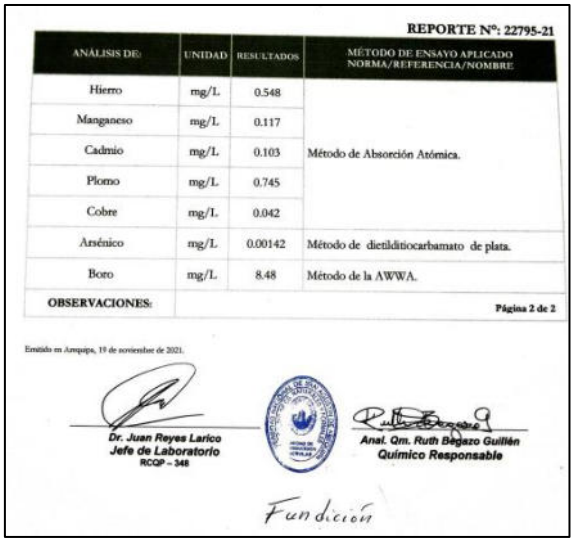
Anal. Qm. Ruth Begazo Guillén
Químico Responsable

Playa Media Luna

Nota. Resultados obtenidos por la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (2021)

Figura 44

Análisis de Agua de mar de Fundición estación Invierno



REPORTE Nº: 22795-21

ANÁLISIS DE:	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO APLICADO NORMA/REFERENCIA/NOMBRE
Hierro	mg/L	0.548	
Manganeso	mg/L	0.117	
Cadmio	mg/L	0.103	Método de Absorción Atómica.
Plomo	mg/L	0.745	
Cobre	mg/L	0.042	
Arsénico	mg/L	0.00142	Método de dietilditiocarbamato de plata.
Boro	mg/L	8.48	Método de la AWWA.
OBSERVACIONES:			Página 2 de 2

Emitido en Arequipa, 19 de noviembre de 2021.

Dr. Juan Reyes Larico
Jefe de Laboratorio
RCQP – 348

Anal. Qm. Ruth Bégazo Guillén
Químico Responsable

Fundición

Nota. Resultados obtenidos por la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (2021)

Figura 45

Análisis de Agua de mar por Espectrometría de Absorción atómica de Fundición estación Primavera



REPORTE Nº: 22938-22

ANÁLISIS DE:	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO APLICADO NORMA/REFERENCIA/NOMBRE
Hierro	mg/L	0.519	
Manganeso	mg/L	0.138	
Cadmio	mg/L	0.112	Método de Absorción Atómica.
Plomo	mg/L	0.772	
Cobre	mg/L	0.062	
Arsénico	mg/L	0.0014	Método de dietilditiocarbamato de plata
Boro	mg/L	7.20	Método de la AWWA.
OBSERVACIONES:			Página 2 de 2

Dr. Juan Reyes Larico
Jefe de Laboratorio
RCQP – 348

Anal. Qúm. Ruth Bégazo Guillén
Químico Responsable

Fundición

Nota. Resultados obtenidos por la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (2022)

Figura 46

Análisis de Agua de mar de playa Media Luna estación Primavera



REPORTE Nº: 22937-22

ANÁLISIS DE:	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO APLICADO NORMA/REFERENCIA/NOMBRE
Hierro	mg/L	0.510	
Manganeso	mg/L	0.139	
Cadmio	mg/L	0.111	Método de Absorción Atómica.
Plomo	mg/L	0.765	
Cobre	mg/L	0.064	
Arsénico	mg/L	0.0030	Método de dietilditiocarbamato de plata
Boro	mg/L	7.52	Método de la AWWA.
OBSERVACIONES:			Página 2 de 2

Emitido en Arequipa, 20 de enero de 2022.

Dr. Juan Reyes Larico
Jefe de Laboratorio
RCGP – 348

Anal. Quim. Ruth Begazo Guillén
Químico Responsable

Playa Media Luna

Nota. Resultados obtenidos por la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (2022)

Figura 47

Análisis de Agua de mar de Playa el Diablo estación Primavera



REPORTE Nº: 22936-22

ANÁLISIS DE:	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO APLICADO NORMA/REFERENCIA/NOMBRE
Hierro	mg/L	0.511	
Manganeso	mg/L	0.138	
Cadmio	mg/L	0.117	Método de Absorción Atómica.
Plomo	mg/L	0.766	
Cobre	mg/L	0.063	
Arsénico	mg/L	0.008	Método de dietilditiocarbamato de plata
Boro	mg/L	7.70	Método de la AWWA.
OBSERVACIONES:			Página 2 de 2

Emitido en Arequipa, 20 de enero de 2022.

Dr. Juan Reyes Larico
Jefe de Laboratorio
RCGP - 348

Anal. Qm. Ruth Begazo Guillén
Químico Responsable

Playa El Diablo

Nota. Resultados obtenidos por la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (2022)

Figura 48

Análisis de Agua de mar de DPA estación Primavera



REPORTE Nº: 22935-22

ANÁLISIS DE:	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO APLICADO NORMA/REFERENCIA/NOMBRE
Hierro	mg/L	0.492	
Manganeso	mg/L	0.135	
Cadmio	mg/L	0.109	Método de Absorción Atómica.
Plomo	mg/L	0.749	
Cobre	mg/L	0.068	
Arsénico	mg/L	0.0028	Método de dietilditiocarbamato de plata
Boro	mg/L	6.24	Método de la AWWA.
OBSERVACIONES:			

Página 2 de 2

Emitido en Arequipa, 20 de enero de 2022.

Dr. Juan Reyes Larico
Jefe de Laboratorio
RCQP - 348

Anal. Qm. Ruth Begazo Guillén
Químico Responsable

Desembarcadero

Nota. Resultados obtenidos por la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (2022)

Figura 49

Análisis de Agua de mar de playa Tres Hermanas estación Primavera



INFORME DE ENSAYOS

REPORTE Nº: 22934-22

ANÁLISIS DE:	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO APLICADO NORMA/REFERENCIA/NOMBRE
Hierro	mg/L	0.462	
Manganeso	mg/L	0.125	
Cadmio	mg/L	0.105	Método de Absorción Atómica.
Plomo	mg/L	0.712	
Cobre	mg/L	0.069	
Arsénico	mg/L	0.00143	Método de dietilditiocarbamato de plata
Boro	mg/L	7.40	Método de la AWWA.
OBSERVACIONES:			

Página 2 de 2

Emitido en Arequipa, 20 de enero de 2022.

Dr. Juan Reyes Larico
Jefe de Laboratorio
RCQP - 348

Anal. Qm. Ruth Begazo Guillén
Químico Responsable

Playa Tres Hermanas

Nota. Resultados obtenidos por la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (2022)

Figura 50

Análisis de Agua de mar por Espectrometría de Absorción atómica de la Playa Tres Hemanas estación Verano



REPORTE N°: 23069-22

ANÁLISIS DE:	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO APLICADO NORMA/REFERENCIA/NOMBRE
Hierro	mg/L	0.589	Método de Absorción Atómica.
Manganeso	mg/L	0.121	
Cadmio	mg/L	0.106	
Plomo	mg/L	0.743	
Cobre	mg/L	0.050	
Arsénico	mg/L	0.0037	Método de dietilditiocarbamato de plata
Boro	mg/L	8.34	Método de la AWWA.
OBSERVACIONES:			

Página 2 de 2

Emitido en Arequipa, 12 de mayo de 2022.

Dra. Gloria María Rossi Saltoss
Administradora del Laboratorio
RCQP - 938

Anal. Quím. Ruth Elisa Bagano Gutiérrez
Química Responsable

Nota. Resultados obtenidos por la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (2022)

Figura 51

Análisis de Agua de mar de DPA estación Verano



INFORME DE ENSAYOS

REPORTE N°: 23070-22

ANÁLISIS DE:	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO APLICADO NORMA/REFERENCIA/NOMBRE
Hierro	mg/L	0.557	Método de Absorción Atómica.
Manganeso	mg/L	0.124	
Cadmio	mg/L	0.106	
Plomo	mg/L	0.745	
Cobre	mg/L	0.050	
Arsénico	mg/L	0.0037	Método de dietilditiocarbamato de plata
Boro	mg/L	7.70	Método de la AWWA.
OBSERVACIONES:			

Emitido en Arequipa, 12 de mayo de 2022.

Dra. Gloria María Rossi Saltoss
Administradora del Laboratorio
RCQP - 938

Anal. Quím. Ruth Elisa Bagano Gutiérrez
Química Responsable

Nota. Resultados obtenidos por la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (2022)

Figura 52

Análisis de Agua de mar de Playa el Diablo estación Verano



INFORME DE ENSAYOS

REPORTE N°: 23071-22

ANÁLISIS DE:	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO APLICADO NORMA/REFERENCIA/NOMBRE
Hierro	mg/L	0.542	Método de Absorción Atómica.
Manganeso	mg/L	0.129	
Cadmio	mg/L	0.108	
Plomo	mg/L	0.762	
Cobre	mg/L	0.045	
Arsénico	mg/L	0.0028	Método de dietilditiocarbamato de plata
Boro	mg/L	8.20	Método de la AWWA.
OBSERVACIONES:			

Emitido en Arequipa, 12 de mayo de 2022.

Ing. Gloria María Rossi Saltoss
Administradora del Laboratorio
RCQP - 438

Anal. Quím. Ruth Elvia Begazo Gutiérrez
Químico Responsable

Nota. Resultados obtenidos por la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (2022)

Figura 53

Análisis de Agua de mar de playa Media Luna estación Verano



INFORME DE ENSAYOS

REPORTE N°: 23072-22

ANÁLISIS DE:	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO APLICADO NORMA/REFERENCIA/NOMBRE
Hierro	mg/L	0.525	Método de Absorción Atómica.
Manganeso	mg/L	0.117	
Cadmio	mg/L	0.102	
Plomo	mg/L	0.704	
Cobre	mg/L	0.044	
Arsénico	mg/L	0.0088	Método de dietilditiocarbamato de plata
Boro	mg/L	7.66	Método de la AWWA.
OBSERVACIONES:			

Página 2 de 2

Emitido en Arequipa, 12 de mayo de 2022.

Ing. Gloria María Rossi Saltoss
Administradora del Laboratorio
RCQP - 438

Anal. Quím. Ruth Elvia Begazo Gutiérrez
Químico Responsable

Nota. Resultados obtenidos por la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (2022)

Figura 54

Análisis de Agua de mar de Fundición estación Verano

REPORTE N°: 23073-22

ANÁLISIS DE:	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO APLICADO NORMA/REFERENCIA/NOMBRE
Hierro	mg/L	0.696	Método de Absorción Atómica.
Manganeso	mg/L	0.123	
Cadmio	mg/L	0.107	
Plomo	mg/L	0.749	
Cobre	mg/L	0.051	
Arsénico	mg/L	0.0071	Método de dietilditiocarbamato de plata
Boro	mg/L	8.04	Método de la AWWA.
OBSERVACIONES:			

Página 2 de 2

Emitido en Arequipa, 12 de mayo de 2022

Dra. Gloria María Rosst Saltzas
Administradora del Laboratorio
RCQP - 438

Anal. Quim. Ruth Elisa Begazo Gutiléz
Químico Responsable

Nota. Resultados obtenidos por la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (2022)

Figura 55

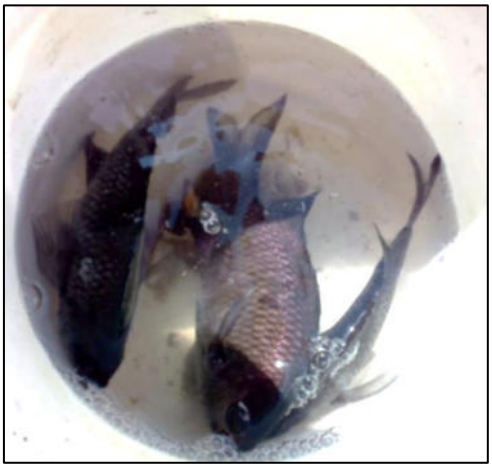
Especies hidrobiológicas Romaleon setosum halladas en la Playa Tres Hermanas



Nota. Cangrejos hallados en la playa tres hermanas con ciertas diferencias en su apariencia natural y caracoles adherido a ellas.

Figura 56

Recursos hidrobiológicos Isacia conceptionis halladas en el punto de muestreo DPA- Ilo



Nota. Peces de apariencia tamaño juvenil hallados cerca al punto de muestreo del DPA- Ilo con características de contaminación en su apariencia y descoordinación en sus movimientos.

Figura 57

Delfines Delphinus delhis que se desplazan por las zonas marinas de la Fundición SPCC



Nota. Presencia de delfines cerca a la refinería SPCC e instalaciones de Austral Group S.A.A

Figura 58

Delfin Tursiops truncatus hallado varado en la Playa Media Luna



Nota. Delfín 'Nariz de botella' hallado varado en la Playa Media Luna El Puerto Noticias (14 de marzo del 2022)

Figura 59

Presencia de Lessonia nigrescens en la Playa El Diablo



Nota. Presencia de residuos cerca a la zona marino costera de Playa el Diablo donde se hace recolección de algas marinas.

Figura 60

Choritos *Aulacomya atra hallados en la Playa Tres Hermanas*



Nota. Presencia de choros en las zonas marinos costeras de la Playa 3 hermanas.

Figura 61

Erizo de mar *Loxechinus albus de tamaño juvenil en el DPA -Ilo*



Nota. Extracción de erizos de mar en el DPA-Ilo

FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNAM

Formulario de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua, de conformidad con la Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y Resolución de Comisión Organizadora N° 041-2022-UNAM que aprueba el Reglamento que regula el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

1. DATOS DEL AUTOR

Nombres y Apellidos	: Maritza Maribel Mamani Sihuayro
DNI/Carnet de Extranjería/Pasaporte N°	: 71066424
Correo electrónico	: mamanimaritza027@gmail.com
Teléfono/Celular	: 929787731

2. GRADO, TITULO O ESPECIALIZACIÓN (Marque con una X)

Bachiller	Título Profesional	Magister	Doctor	Segunda Especialidad
	X			

3. TIPO DE PUBLICACIÓN (Marque con una X)

a) Articulo ( )
b) Tesis de pregrado (X)
c) Tesis de Maestría ( )
d) Tesis de Doctorado ( )
e) Monografía ( )
f) Reporte de caso científico o hallazgos ( )
g) Libro ( )
h) Parte de un libro ( )
i) Revisión ( )
j) Conferencia ( )
k) Presentación ( )
l) Artículo preliminar ( )
m) Articulo antes de ser publicado ( )
n) Artículo de prensa ( )
o) Documentos internos ( )
p) Imagen ( )
q) Documentos técnicos ( )
r) Ponencias presentadas en eventos científicos (Jornada, Congreso, Simposio Conferencias, etc.) ( )
s) Informes de suficiencia profesional ( )
t) Patentes producidas por académicos/as ( )

4. TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Marque con una X)

a) Tesis (X)
b) Trabajo de Investigación ( )
c) Trabajo de suficiencia profesional ( )
d) Trabajo académico ( )

5. DATOS DE LA PUBLICACION

a) Título: "ESTUDIO DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS (Pb, Cu, Mn, As, Cd, B, Fe) EN LA COLUMNA DE AGUA DE LAS ZONAS MARINO COSTERAS DE ILO, PERÚ"
b) Campo del conocimiento OCDE (Indicar el código de clasificación OCDE de la obra: https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html: 4.01.03 - Pesquería
c) Fecha de publicación: ...2023.....

6. DATOS DEL ASESOR:

a) Nombres y Apellidos : JOSE LUIS RAMOS TEJEDA
b) DNI/Pasaporte/Cédula : 30430841
c) ORCID : 0000-0002-2472-0489

FIRMA :

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 71066427
NOMBRES Y APELLIDOS : MARITZA MARIBEL MAMANI SIHUAYRO

LICENCIAS

Licencia Estándar

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

Con la autorización de depósito da mi trabajo de investigación, otorgo a la Universidad Nacional de Moquegua, una Licencia No Exclusiva para reproducir. distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi trabajo de investigación (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Institucional Digital de la UNAM, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias, y libre de remuneraciones.

En virtud de dicha Licencia, la UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, podrá reproducir mi trabajo de investigación en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con los propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que el trabajo de investigación es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicho trabajo de investigación no infringe derechos de autor de terceras personas.

La UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA consignara el nombre del/los autor/es del trabajo de investigación, y no le hará ninguna modificación más de la permitida en la presente licencia.

Autorizo el depósito (marque con una X).

(**X**) **SI autorizo que se deposite inmediatamente.**

FIRMA :

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 71066427
NOMBRES Y APELLIDOS : Maritza Maribel Mamani Sihuayro
FECHA : 21/03/2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN / TESIS / TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Yo Maritza Maribel Mamani Sihuayro, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera, de la Universidad Nacional de Moquegua, identificado (a) con DNI: Nº 71066427, autor(a) de la Tesis / Trabajo de suficiencia profesional titulado "ESTUDIO DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS (Pb, Cu, Mn, As, Cd, B y Fe) EN LA COLUMNA DE AGUA DE LAS ZONAS MARINO COSTERAS DE ILO, PERÚ"

.....

Declaro bajo juramento que:

1. El trabajo de investigación es auténtico, siendo resultado de mi trabajo personal, que no se ha copiado, que no se ha utilizado ideas, formulaciones, citas integrales e ilustraciones diversas, sacadas de cualquier tesis, obra, artículo, memoria, etc., (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor, tanto en el cuerpo del texto, figuras, cuadros, tablas u otros que tengan derechos de autor. Por tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado total ni parcialmente.
2. El trabajo de investigación no ha sido auto plagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
3. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presentan en el trabajo de investigación constituirán aporte a la realidad investigada.

Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales, por lo que asumo cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de irregularidades en el trabajo de investigación, así como de los derechos sobre la obra presentada.

Moquegua, 29-03-2023



Nombres y Apellidos: Maritza Maribel Mamani Sihuayro
DNI: 71066427

Huella digital

Base legal: RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 194-2020-SUNEDU-02-15

FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNAM

Formulario de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua, de conformidad con la Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y Resolución de Comisión Organizadora N° 041-2022-UNAM que aprueba el Reglamento que regula el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

1. DATOS DEL AUTOR

Nombres y Apellidos : Norka Lisett Gomez Pacco
DNI/Carnet de Extranjería/Pasaporte N° : 75163482
Correo electrónico : norkagomez82@gmail.com
Teléfono/Celular : 978196162

2. GRADO, TITULO O ESPECIALIZACIÓN (Marque con una X)

Bachiller	Título Profesional	Magister	Doctor	Segunda Especialidad
	X			

3. TIPO DE PUBLICACIÓN (Marque con una X)

a) Articulo ( )
b) Tesis de pregrado (X)
c) Tesis de Maestría ( )
d) Tesis de Doctorado ( )
e) Monografía ( )
f) Reporte de caso científico o hallazgos ( )
g) Libro ( )
h) Parte de un libro ( )
i) Revisión ( )
j) Conferencia ( )
k) Presentación ( )
l) Artículo preliminar ( )
m) Articulo antes de ser publicado ( )
n) Artículo de prensa ( )
o) Documentos internos ( )
p) Imagen ( )
q) Documentos técnicos ( )
r) Ponencias presentadas en eventos científicos (Jornada, Congreso, Simposio Conferencias, etc.) ( )
s) Informes de suficiencia profesional ( )
t) Patentes producidas por académicos/as ( )

4. TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Marque con una X)

a) Tesis (X)
b) Trabajo de Investigación ( )
c) Trabajo de suficiencia profesional ( )
d) Trabajo académico ( )

5. DATOS DE LA PUBLICACION

a) Título: "ESTUDIO DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS (Pb, Cu, Mn, As, Cd, B, Fe) EN LA COLUMNA DE AGUA DE LAS ZONAS MARINO COSTERAS DE ILO, PERÚ"
b) Campo del conocimiento OCDE (Indicar el código de clasificación OCDE de la obra: https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html: 4.01.03 - Pesquería
c) Fecha de publicación: ...2023.....

6. DATOS DEL ASESOR:

a) Nombres y Apellidos : JOSE LUIS RAMOS TEJEDA
b) DNI/Pasaporte/Cédula : 30430841
c) ORCID : 0000-0002-2472-0489

FIRMA :

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 75163482
NOMBRES Y APELLIDOS : NORKA LISETT GOMEZ PACCO

LICENCIAS

Licencia Estándar

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

Con la autorización de depósito da mi trabajo de investigación, otorgo a la Universidad Nacional de Moquegua, una Licencia No Exclusiva para reproducir. distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi trabajo de investigación (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Institucional Digital de la UNAM, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias, y libre de remuneraciones.

En virtud de dicha Licencia, la UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, podrá reproducir mi trabajo de investigación en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con los propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que el trabajo de investigación es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicho trabajo de investigación no infringe derechos de autor de terceras personas.

La UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA consignara el nombre del/los autor/es del trabajo de investigación, y no le hará ninguna modificación más de la permitida en la presente licencia.

Autorizo el depósito (marque con una X).

(**X**) **SI autorizo que se deposite inmediatamente.**

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 745163482
NOMBRES Y APELLIDOS : Norka Lisett Gomez Pacco
FECHA : 29/03/2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN / TESIS / TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Yo, Norka Lisett Gomez Pacco, bachiller de la Escuela Profesional de: Ingeniería Pesquera, de la Universidad Nacional de Moquegua, identificado (a) con DNI: Nº75163482, autor(a) de la Tesis / Trabajo de suficiencia profesional titulado: ESTUDIO DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS (Pb, Cu, Mn, As, Cd, B y Fe) EN LA COLUMNA DE AGUA DE LAS ZONAS MARINO COSTERAS DE ILO, PERÚ.

.....

Declaro bajo juramento que:

1. El trabajo de investigación es auténtico, siendo resultado de mi trabajo personal, que no se ha copiado, que no se ha utilizado ideas, formulaciones, citas integrales e ilustraciones diversas, sacadas de cualquier tesis, obra, artículo, memoria, etc., (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor, tanto en el cuerpo del texto, figuras, cuadros, tablas u otros que tengan derechos de autor. Por tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado total ni parcialmente.
2. El trabajo de investigación no ha sido autoplagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
3. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presentan en el trabajo de investigación constituirán aporte a la realidad investigada.

Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales, por lo que asumo cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de irregularidades en el trabajo de investigación, así como de los derechos sobre la obra presentada.

Moquegua, 29 /03/2023



Huella digital

Nombres y Apellidos: Norka Lisett Gomez Pacco
DNI: 75163482

Base legal: RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 194-2020-SUNEDU-02-15

Curigional

Document Information

Analyzed document	TESIS SEAWATER ILO.pdf (D162696526)
Submitted	3/30/2023 10:45:00 PM
Submitted by	RENEE MAURICIO CONDORI APAZA
Submitter email	rcondoria@unam.edu.pe
Similarity	1%
Analysis address	rcondoria.unampe@analysis.urkund.com

Sources included in the report

W URL: https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/ecosismex/ambiente-pelagico
Fetched: 3/31/2023 5:13:00 AM 2

Entire Document

i
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA "ESTUDIO DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS (Pb, Cu, Mn, As, Cd, B y Fe) EN LA COLUMNA DE AGUA DE LAS ZONAS MARINO COSTERAS DE ILO, PERÚ" PRESENTADO POR: BACH. NORKA LISETT GOMEZ PACCO BACH. MARITZA MARIBEL
MAMANI SIHUAYRO
Para optar el Título Profesional de: INGENIERO PESQUERO ILO-PERÚ 2022
ii DEDICATORIA
El presente trabajo está dedicado a todas aquellas personas que
buscan vivir en armonía con la naturaleza y con la preservación de cada ser vivo que habita en nuestro mar de Ilo.
Dedicado a nuestros padres, docentes y amigos que estuvieron presentes brindándonos su apoyo a lo largo de estos 5 años de estudios en la carrera. DEDICATORIA
iii AGRADECIMIENTOS A nuestros padres, por ser nuestro soporte a lo largo de toda nuestra vida, apoyándonos a seguir adelante en cada dificultad que tuvimos en nuestra etapa universitaria.
A
la Universidad Nacional de Moquegua y a la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera
por brindarnos la formación profesional.
A todos los docentes de la carrera que nos brindaron sus conocimientos y experiencias en sus respectivos campos, en especial al Ing Renée Condori Apaza, quién siempre brindó su apoyo en nuestra formación universitaria y en la ejecución de proyectos
y al Mag.
José Luis Ramos Tejeda por el apoyo y gestión en la parte administrativa del proyecto.
A los miembros del jurado, por cada uno de sus aportes para mejorar el presente trabajo de tesis.
A nuestros amigos por su ayuda incondicional y ánimos. Los aprecio y admiro.
iv RESUMEN La contaminación por metales pesados en el medio acuático marino es un problema que ha ido en ascenso a medida que transcurre el tiempo viéndose afectados los recursos hidrobiológicos. El objetivo del presente trabajo fue determinar
el nivel de contaminación por metales pesados (Pb,Cu,Mn,As,Cd,B y Fe) en la columna de agua de las zonas marino costeras de Ilo.