UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA

TITULO

Evaluación longitudinal de las concentraciones de metales pesados en ecosistemas marinos costeros en zonas con impacto antrópico utilizando Fluorescencia de Rayos X en sedimento marino del litoral de Ilo, Perú.

TESIS PRESENTADO POR:

José Carlos Orestes Centón Luna

ASESOR Y COASESOR:

Jose Luis Ramos Tejeda

Renée Mauricio Condori Apaza

Para optar el título de

INGENIERO PESQUERO

MOQUEGUA – PERÚ

2023

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA

Folio Nº 0043

ACTA DE SUSTENTACIÓN

I. Modalidad:

Tesis	:	X
Trabajo de Suficiencia Profesional	:	
Otro:	:	

II. Documento de aprobación para la sustentación:

Resolución de Facultad N°011-2023 - FACIA-UNAM

Fecha: 21 Marzo 2023

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

Evaluación Longitudinal de las concentraciones de metales pesados en ecosistemas marinos costeros en zonas con impacto antrópico utilizando Fluorescencia de rayos "X" en sedimentos marinos del litoral de Ilo-Perú.

Bachiller: José Carlos Orestes Centeno Luna

Asesor Principal: MSc. José Luis Ramos Tejeda

Co-Asesor: Ing° Renee Mauricio Condori Apaza

IV. Se dictamina:

Como: Aprobado por Unanimidad la sustentación de manera:

Presencial [X] Virtual [ ]

Con nota: Quince (15) por lo que; Sí [X] No [ ]

Opta el Título Profesional de INGENIERO PESQUERO.

Siendo las 11:15 horas, del 30 de Marzo del año 2023 se procede con la firma en conformidad de lo dictaminado por el Jurado.

Mg. Vilma Amalia Vilca Cecovs.
Presidente

Dr. MARIO RUIZ CHOQUE
Primer Miembro

Mg. Suly Aurea Caballero Apaza
Segundo Miembro

José Carlos Orestes Centeno Luna
Bachiller

DEDICATORIA

A mi madre Hilda Luna, padre Orestes Centon, mi quería hermana mayor Karina que siempre estuvo pendiente de mí y mi pequeña Flavia por motivarme a continuar con mis objetivos.

AGRADECIMIENTOS

A mi acogedora casa de estudios la Universidad Nacional de Moquegua y a la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera y a su plana de docentes por brindarme los conocimientos necesarios para cumplir con mis objetivos.

Un agradecimiento especial al Ing. Renée M. Condori Apaza por su constante apoyo en el asesoramiento y orientación de la presente tesis, del mismo modo al Lic. Jose Luis Ramos Tejeda.

A mis amigos y colegas que dieron soporte en los buceos Bryand Barriga Anculle, Juan Carlos Chilpa Champi, Gorky Calizaya Bustamante y Yonny Mamani.

Agradezco los valiosos aportes para mejorar el presente trabajo de investigación brindados por los jurados de la tesis.

RESUMEN

Ilo un puerto altamente productivo por la actividad industrial y artesanal presente, da como resultados la alteración de las condiciones naturales en sedimentos marinos. Por tal razón el presente estudio se realizó en el litoral del puerto de Ilo, para lo cual se extrajo sedimentos marinos con la finalidad de analizarlos con la técnica denominada Fluorescencia de Rayos X (FRX) y determinar la concentración de metales pesados. Este estudio es una investigación tipo cuantitativa y correlacional con diseño no experimental – longitudinal. El objetivo principal es determinar las concentraciones de metales pesados en los sedimentos marinos los cuales serán obtenidos de cinco (5) zonas de estudio: Tres Hermanas, Desembarcadero Pesquero Artesanal, Playa el Diablo, Media Luna y Fundición, también se consideró la estacionalidad (invierno, primavera y verano). Las muestras fueron analizadas en los laboratorios de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa donde se utilizó el método mencionado Fluorescencia de Rayos X (FRX) donde se determinaron la concentración de metales pesados de Hierro, Manganeso, Níquel, Cobalto, Cobre, Zinc y Plomo en sedimentos. Se obtuvo concentraciones medias globales de 36413,13 mg/kg de Hierro, 816 mg/kg de Manganeso, 162 mg/kg de níquel, 141,80 mg/kg de Cobalto, 155,53 mg/kg de Cobre, 118,27 mg/kg de Zinc y 22,13 mg/kg de Plomo. En la temporada de invierno se registraron los niveles más altos de Hierro los cuales sobrepasaron los NES con un pico de 118200mg/kg. En primavera en todas las zonas la presencia de Cobre fue mayor al NES con un pico de 317 mg/kg el cual estuvo 301 puntos por encima del Nivel de Efecto Bajo.

Palabras clave: metales pesados, sedimentos, fluorescencia de rayos x

ABSTRACT

Ilo, a highly productive port due to the industrial and artisan actıvıty present, results in the alteration of natural conditions in marine sediments. For this reason, the present study was carried out on the coast of the port of Ilo, for which marine sediments were extracted in order to analyze them with the technique called X-Ray Fluorescence (XRF) and determine the concentration of heavy metals. This study is a quantitative and correlational research with a non-experimental - longitudinal design. The main objective is to determine the concentrations of heavy metals in marine sediments which will be obtained from five (5) study areas: Tres Hermanas, Desembarcadero Pesquero Artesanal, Playa el Diablo, Media Luna and Fundición, seasonality was also considered (winter , spring and summer). The samples were analyzed in the laboratories of the National University of San Agustín de Arequipa where the aforementioned X-Ray Fluorescence (XRF) method was used, where the concentration of heavy metals of Iron, Manganese, Nickel, Cobalt, Copper, Zinc and Lead in sediments. Global mean concentrations of 36413.13 mg/kg of Iron, 816 mg/kg of Manganese, 162 mg/kg of Nickel, 141.80 mg/kg of Cobalt, 155.53 mg/kg of Copper, 118.27 mg/kg of Zinc and 22.13 mg/kg of Lead. In the winter season, the highest iron levels were recorded, which exceeded the NES with a peak of 118,200mg/kg. In spring, in all areas, the presence of Copper was higher than NES with a peak of 317 mg/kg, which was 301 points above the Low Effect

Level.

Keywords: heavy metals, sediments, x-ray fluorescence

INDICE

I. Planteamiento Del Problema..... 1

1.1 Descripción de la realidad problemática..... 1

1.2 Formulación del Problema de Investigación..... 2

1.3 Justificación……2

1.4 Objetivos…….3

1.5 Hipótesis…….3

1.6 Operacionalización de Variables..... 4

II. MARCO TEÓRICO..... 5

2.1 Antecedentes del Problema..... 5

2.2 Bases Teóricas..... 9

2.3 Marco Legal Nacional..... 17

2.4 Marco Legal Internacional..... 18

2.5 Definición de Términos..... 19

III. METODOLOGÍA..... 21

3.1 Tipo y nivel de investigación..... 21

3.2 Diseño de Investigación..... 21

3.3 Población y Muestra..... 21

3.4 Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos..... 28

3.5 Validación y confiabilidad de los instrumentos..... 30

3.6 Procedimientos..... 30

3.7 Métodos y Técnicas para la Presentación y Análisis de Datos 35

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 37

4.1 Análisis estadístico con los datos del estudio..... 37

4.2 Concentración de metales pesados en sedimentos marinos por temporada respecto a los Estándares de calidad de los sedimentos marino costeros 39

4.3 Pruebas de Normalidad y Homogeneidad..... 56

4.4 Discusión de Resultados..... 60

V. CONCLUSIONES..... 62

VI. RECOMENDACIONES..... 63

VII. BIBLIOGRAFÍA 64

VIII. ANEXOS..... 69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de contaminación a causas naturales..... 12

Tabla 2 Tipos de contaminación antrópica 13

Tabla 3 Coordenadas de las zonas de muestreo 21

Tabla 4 Estadística descriptiva de las concentraciones de metales pesados por zona de muestreo 37

Tabla 5 Concentración de metales (%) - Estación Invierno..... 40

Tabla 6 Concentración de metales (%) - Estación Primavera..... 42

Tabla 7 Concentración de metales (%) - Estación Verano..... 44

Tabla 8 Prueba de Shapiro Wilk - Playa 3 Hermanas..... 56

Tabla 9 Prueba de Shapiro Wilk - Playa el Diablo 57

Tabla 10 Prueba de Shapiro Wilk - Playa Media Luna..... 57

Tabla 11 Prueba de Shapiro Wilk - Desembarcadero Pesquero Artesanal 57

Tabla 12 Prueba de Shapiro Wilk - Fundición..... 58

Tabla 13 Resumen de análisis estadísticos del ANOVA de dos factores con una sola muestra por grupo..... 58

Tabla 14 Análisis de Varianza 59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Carta de clasificación de sedimentos marinos 10

Figura 2 Zonas de muestreo .....

Figura 3 Área - Playa 3 Hermanas 23

Figura 4 Área - Desembarcadero Pesquero Artesanal 24

Figura 5 Área - Playa el Diablo 25

Figura 6 Área - Paya Media Luna 26

Figura 7 Área - Fundición Souther Copper Coporation 27

Figura 8 Draga Van Veen 28

Figura 9 Equipo de buceo 29

Figura 10 Bolsa Siploc 30

Figura 11 Obtención de muestra de sedimento 32

Figura 12 Determinación de la profundidad del área a muestrear 32

Figura 13 Equipo para el análisis de fluorescencia de rayos x 34

Figura 14 Técnica de FRX 34

Figura 15 Gráficos de cajas y bigotes de la concentración de metales pesados de Fe, Mn, Ni, Co, Cu, Zn y Pb en la temporada de invierno 41

Figura 16 Gráficos de cajas y bigotes de la concentración de metales pesados de Fe, Mn, Ni, Co, Cu, Zn y Pb en la temporada de primavera 43

Figura 17 Gráficos de cajas y bigotes de la concentración de metales pesados de Fe, Mn, Ni, Co, Cu, Zn y Pb en la temporada de verano 45

Figura 18 Concentraciones de Fe por temporadas y zonas de muestreo 46

Figura 19 Concentración de Mn, Ni, Cu, Zn y Pb por temporadas y zonas de muestreo 47

Figura 20 Concentraciones de metales pesados - invierno 49

Figura 21 Concentración de metales pesados - primavera..... 51

Figura 22 Concentraciones de metales pesados - verano..... 54

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Estándares de calidad para metales pesados en sedimentos marinos 69

ANEXO 2 Temperatura del litoral de Ilo – verano 70

ANEXO 3 Temperatura del litoral de Ilo - invierno..... 71

ANEXO 4 Temperatura del litoral de Ilo - primavera..... 72

ANEXO 5 Periodo de Ola del Litoral de Ilo - verano 73

ANEXO 6 Periodo de Ola del Litoral de Ilo - invierno..... 74

ANEXO 7 Periodo de Ola del Litoral de Ilo - primavera..... 75

ANEXO 8 Gráfico de cajas y bigotes de temperatura de periodo de olas – verano, primavera e invierno 76

SIGLAS Y ABREVIATURAS

Fe	Hierro
Mn	Manganeso
Ni	Níquel
Co	Cobalto
Cu	Cobre
Zn	Zinc
Pb	Plomo
FRX	Fluorescencia de Ratos X
NOM	Norma Oficial Mexicana
CEQG	Guía de Calidad Ambiental Canadiense
ISQG	Guía Provisional de Calidad del Sedimento
PEL	Nivel de Efecto Probable
NOAA	Administración Oceanográfica y Atmosférica de los Estados Unidos
NES	Nivel de efecto severo
NEB	Nivel de efecto bajo
NYSDEC	New York State Department of Environmental Conservation Division of Fish

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia se registraron perjuicios hacia nuestros mares por influencia antrópica, entre los principales causantes están las aguas residuales, los efluentes industriales, las actividades comerciales como la pesca entre otros, los cuales se reconoce que contienen sustancias letales bioacumulables y/o sedimentarias como los metales pesados los cuales se caracterizan por ser depósitos de material particulado que se acumulan en el fondo marino, los metales pesados pueden ser sustancias toxicas influyen en el desarrollo normal de la biodiversidad marina por esa razón pueden ser utilizados como trazadores geoquímicos para estudiar el área afectada. (IMARPE, 2010)

La humanidad viene investigando durante muchos años alternativas que puedan amortiguar los daños antrópicos causados al medio ambiente, ya que estos metales suelen bioacumularse en los organismos. Actualmente se vienen desarrollando biotecnología como alternativa para la eliminación de algunos metales pesados, esto con el fin de recuperar el estado de los ecosistemas marinos perjudicados. (MER-CLUB, 2023)

El Perú es un país declarado megadiverso, Ilo considerado el distrito más limpio y ordenado del país (MPI, s.f.). Ilo posee un gran litoral donde se practica la pesca deportiva, pesca selectiva para consumo directo, buceo a pulmón, salta mocheros, pesca de red, entre otros. Por tal razón se evaluará la concentración de metales pesados en los sedimentos en las zonas: Playa 3 hermanas la cual esta situada cerca del muelle ENAPU donde se realizan actividades como el embarque de minerales, Desembarcadero Pesquero Artesanal donde existe constante actividad portuaria como el desembarque de recursos hídricos, carga de combustibles, carga de insumos y materiales para la ejecución de las faenas de pesca, Playa el Diablo donde se sabe que frente a esta se realiza la carga y/o descarga de combustible, y existen filtraciones de agua de origen desconocido, Playa Media Luna lugar que se encuentra cerca a los pozos de tratamiento de aguas residuales, se sabe que la sobre carga de estos pozos conlleva a la descarga directa al medio marino, y como último punto de muestreo esta frente a la zona denominada “Fundición” donde se realiza actividad con relación a la minería. Para este estudio se tomará muestra en 3 temporadas (invierno, primavera y verano) de las 5 zonas mencionadas.

El monitoreo de los niveles de metales pesados en los sedimentos marinos puede ayudar a identificar las fuentes de contaminación y diseñar estrategias de mitigación y prevención. (Perú LNG, 2006)

I. Planteamiento Del Problema

1.1 Descripción de la realidad problemática

Actualmente los factores que influyen directamente a ecosistemas marino costeros son los efluentes generados por áreas urbanas e industrias tanto pesqueras como mineras, entre los principales contaminantes están los metales pesados los cuales pueden bioacumularse en la biota cercana a los puntos de desfogue generando la sedimentación de estos. Estudios muestran una tasa que esta entre los 200 millones de metros cúbicos diarios de contaminación de agua. Algunos de estos metales resultan ser beneficiosos para las plantas, sin embargo, la presencia de metales en los sustratos crea acides donde se da la fitotoxicidad por metales tóxicos que tiene como resultado malformaciones en su morfología. (Pabon, Benitez, Sarria-Villa, & Gallo, 2020)

Metales como el As, Cd, Cr, Hg y Pb son considerados altamente peligrosos, así como los niveles altos de Zn y Cu. Estos metales tienden a bioacumularse en organismos presentes en la zona, así como en los sedimentos marinos por tal razón resulta peligroso para la población que la consume y la cadena trófica involucrada. (Laino, y otros, 2015).

Las zonas de interés a analizar son 5, las cuales son: Playa 3 Hermanas, Desembarcadero Pesquero Artesanal de Ilo, Playa el Diablo, Media Luna y Frente a la Fundición de Southern Copper. Tales puntos se tomaron en cuenta por ser principales áreas de descarga antrópica.

Los factores antrópicos han sido los principales responsables de la disminución o extinción de reservas o áreas naturales, por tal motivo es fundamental realizar los análisis necesarios en sedimentos marinos en áreas de alto impacto antrópico donde los metales de interés son: hierro (Fe), manganeso (Mn), níquel (Ni), cobalto (Co), cobre (Cu), cinc (Zn) y plomo (Pb).

1.2 Formulación del Problema de Investigación

1.2.1 Interrogante General

¿Cuáles son las concentraciones y fluctuaciones respecto al tiempo (invierno, primavera y verano) de metales pesados (Fe, Mn, Ni, Co, Cu, Zn y Pb) en los sedimentos marino costeros de las zonas de interés?

1.2.2 Interrogante Especificas

- ¿Qué metal pesado tuvo mayor concentración en cada punto de muestreo?
- ¿Cuáles son las variaciones según los estándares de calidad de NYSDEC y los datos obtenidos?
- ¿Existe relación entre la concentración de metales pesados y los impactos antrópicos de cada área de estudio?
- ¿Cuáles son las diferencias según los resultados de FRX entre cada punto de muestreo?

1.3 Justificación

Este trabajo de investigación está enfocado en la determinación de metales pesados en ecosistemas marino costeros, donde hay antecedentes históricos de actividad antrópica como la industria minera donde se confirmó la presencia de metales (Calderón & Jorge, 2012), la actividad portuaria y pesquera por el uso de pinturas antiincrustantes, efluentes sanitarios (Fuentes, Astudillo, Diaz, & Martínez, 2010), relaves, entre otros. La toma de muestra será longitudinal ya que existen factores como las corrientes marinas, tráfico de embarcaciones, los cuales comprometen la composición natural de los sedimentos marinos (Baggio, 2019).

Este estudio permitirá reconocer los niveles de concentración de metales pesados en las 5 zonas de estudio para su pronta comparación con los límites máximos permisibles establecidos por NYSDEC, además, el estudio facilitara a reconocer como se encuentra el medio acuático y cuales metales son los que están o afectaran a mediano y largo plazo. Los datos obtenidos nos permitirán impulsar las normativas medioambientales en ecosistemas marinos para su preservación.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Determinar las concentraciones y fluctuaciones respecto al tiempo (invierno, primavera y verano) de metales pesados (Fe, Mn, Ni, Co, Cu, Zn y Pb) en los sedimentos marino costeros de las zonas de interés.

1.4.2 Objetivo Especifico

- Determinar el metal que tuvo mayor presencia en cada zona de interés.
- Determinar las variaciones de las concentraciones de metales pesados sobre los estándares de calidad de NYSDEC.
- Distinguir la relación entre las actividades antrópicas y las concentraciones de metales pesados.
- Determinar las diferencias de las concentraciones de metales pesados en cada zona de interés.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis de Causalidad

En base a la realidad problemática surge la siguiente hipótesis: “Los niveles de concentración de metales pesados en las áreas de mayor actividad antrópica sobrepasan los estándares de calidad para sedimentos marinos.”

1.6 Operacionalización de Variables

1.6.1 Variable Independiente

Concentración de metales pesados

1.6.2 Variable Dependiente

Calidad de Sedimentos Marinos

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del Problema

2.1.1 Antecedentes Locales

Carrera, W. (2018). Los efluentes sean de origen minero o planta procesadora pesquera están regidos a constantes monitoreos de calidad de agua, esto se debe a sus altas concentraciones de sulfatos, metales disueltos, sólidos en suspensión, reactivos químicos de procesos como el cianuro y/o aguas negras o servidas.

Neyra, E. & Yucra, L. (2017). La zona donde se tratan las aguas residuales en la provincia de Ilo tiene 2 puntos de vertimientos donde uno es tratado en la laguna primaria y secundaria y el otro punto no es tratado, lo cual resulta que la descarga va directamente al mar con el fin de evitar sobrecargas. La playa afectada por estos vertimientos es conocida como "Media Luna".

Sánchez, G.; Enríquez; E., Morón; O., Solis; J. & Chang, F. (1998). La actividad minera tubo un alcance de 1280,6 ppm de cobre superando los estándares de calidad los cuales exigen se repete el límite 100 ppm, esto se debe a que la planta procesadora solo trabaja con cobre. La playa Media Luna respeto ligeramente los estándares.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Aramayo, V.; Bernales, A. & Jiménez, A. (2018). En la cadena trófica se dan procesos sedimentarios donde están presentes los contaminantes los cuales se depositan en los fondos. Estos estudios pueden aplicar para entender los ciclos biológicos naturales en la cadena trófica, y así lograr determinar el estado o vulnerabilidad de especies de importancia comercial.

Rivera, F. & Noé, N. (2018). Existe la presencia de metales pesados en el musculo de peces de la zona, se podría considerar que las concentraciones de metales pesados en sedimentos marinos podrían influir en la bioacumulación de estos en el musculo de peces de la zona, se llegó a esta conclusión por la presencia de metales en las partículas orgánicas presentes en el sedimento.

Vallejo, A. (2010). Factores naturales como el movimiento de los mares o vientos influyen de varias formas a la contaminación marina. Algunos metales pueden incorporarse a las masas de agua a través de aportes atmosféricos, por ejemplo, los vientos que pueden transportar los metales por kilómetros. El agua de mar tiene concentraciones bajas de metales pesados las cuales no ponen en riesgo la biodiversidad acuática, sin embargo, cuando las concentraciones son elevadas se convierten en sustancias toxicas que pueden comportarse como veneno para la biodiversidad, por lo tanto, afecta a la cadena trófica, donde el hombre puede llegar a consumirla indirectamente.

Miramira, B.; Vilcapoma, L. & Jacay, J. (2016). La fluorescencia de rayos X (FRX) es una técnica que se utilizara para identificar y cuantificar los metales pesados mediante los rayos X, esta técnica nos ayudara a identificar las concentraciones de los elementos de interés.

INGEMMET (2019). Las investigaciones en áreas marinas nos permiten reconocer y cartografiar nuestros fondos, tales datos nos permitirían identificar la evolución del fondo marino, su distribución de sedimentos, variaciones de la circulación de los océanos (dinámica), entre otros. Existen dos métodos; directo e indirecto, donde los estudios de sedimentos, fotografía, videos de fondo son directos y los estudios realizados con instrumentos como ecosondas, sonares, y perfiladores sísmicos son indirectos.

Ibarcena, L. (2011). Las concentraciones de cobre en los sedimentos marinos registraron picos en áreas de influencia de las descargas de la actividad minero-metalurgia. El arsénico obtuvo niveles altos según la norma canadiense (>8ug/g). La presencia del plomo y demás metales demostraron mayores niveles de concentración en sedimentos lejanos a la costa.

2.1.3 Antecedentes Internacionales

López, C.; Carrión, J. & Gonzáles, J. (2006). Las concentraciones mayores se dieron en épocas húmedas (lluvia) que, en seca, se llegó a esta conclusión ya que la mayor actividad de fenómenos naturales se da en esa época e influyen en la mezcla del material suspendido.

Calao, C. & Marruco, J. (2015). Los metales pesados como el Hg, Cd y Pb tienen un alto impacto en los ecosistemas acuáticos, atmosféricos y terrestres, las actividades que promueven estas concentraciones altas son la minería, fundición de metales, residuos industriales, residuos municipales y hospitales, emisores sanitarios, agricultura, entre otros. Pobladores con desconocimiento en protocolos de higiene y sanidad no tienen en cuenta los peligros del consumo de recursos que contengan altas concentraciones de metales pesados, este hecho genera efectos genotóxicos y citotóxicos en el agua de bebida de la ciudad.

Pandey, M.; Pandey, A.; Mishra, A. & Tripathi, B. (2014). Las concentraciones de metales pesados en sedimentos marinos del punto de control y el área afectada por fuentes antropogénicas fueron considerables, de tal forma que afectaron en las etapas de desarrollo de los peces de la zona.

Dimas, M. & Garza, M. (2015). Los resultados de capa muestran variaron según la temporada, en la época de lluvias las concentraciones de cobre varían altamente y en épocas de estiaje el hierro tiene grandes concentraciones. Para corroborar las variaciones según las temporadas se utilizó *t de student* para reconocer cualquier diferencia entre los resultados.

Quintero, L.; Agudelo, E.; Quintana, Y.; Cardona, S. & Asorio, A. (2010). Sugerencias para mejorar la calidad de agua y sedimentos son: tener información de los puntos de descarga, así como estableces sistemas de tratamientos de agua residual, domestica, generar pozos sépticos, trampas de grasa, entre otros. Para la obtención de muestras se debe de tener por puntos de exactos de muestreo, así como obtener reportes de parámetros, fecha, hora, temperatura, pH, salinidad, entre otros. Además, se sugiere conocer los valores normales que presentan los sedimentos no afectados; para partir de allí, se puedan estableces limites que representen los niveles de contaminación y/o toxicidad. Estos niveles ser deben contrastar con estudios de efectos en plantas, animales y humanos.

Baggio, R. (2019). Las evaluaciones tuvieron variaciones temporales y espaciales en la concentración de metales. Esto se debe a las corrientes marinas, a la geografía del lugar, tráfico de embarcaciones, entre otros. Los sedimentos sirven

como almacén de los metales, los factores que influyen en las concentraciones son por efluentes, ríos, arroyos, actividad atmosférica, etc.

Gonzáles, V.; Valle, S.; Nirchio, M.; Olivero, J.; Tejeda, L.; Valdelamar, J.; Pesantes, F. & González, K. (2018). En el presente estudio se quiso demostrar las concentraciones de metales pesados en zonas de mayor impacto antropogénico del puerto Bolívar, Ecuador. La actividad el plomo no fue de gran riesgo por sus niveles de concentración, sin embargo, el mercurio al estar en altas concentraciones en el lugar se tuvo que tomar las medidas para poder remediar la situación y poder recuperar los ecosistemas afectados.

Castro, G. & Valdés, J. (2012). Dos fueron los lugares de estudio; Playa artificial (Paraíso) y playa natural (El lenguado). Una más tranquila que otra, Paraíso con olas de acción moderada y pendiente de 25%, y El lenguado con oleajes moderados a fuertes con 10% de pendiente tuvieron grandes diferencias estadísticas en las concentraciones de metales pesados, playa Paraíso sobrepasando los límites máximos permisibles de pb que sean posiblemente por la actividad de embarque de pb de la bahía.

Calderón, C. & Valdés, J. (2012). El motivo de los estudios realizados en el puerto de Antofagasta fue por la actividad minera histórica, donde los metales evaluados fueron: Cu, Zn y Pb. las concentraciones determinadas fueron de interés científico ya que su existencia fue confirmada, concentraciones mayores fueron encontradas en las zonas costeras donde se ubican los puertos de embarque y no hubo bioacumulación alarmante en los recursos de la zona, a excepción del *Argopecten purpuratus* que mostros altos índices de Zn.

Fuentes, M.; Rojas, L.; Diaz, A. & Martinez G. (2010). Las concentraciones de metales pesados en los sedimentos marinos pueden ser explicadas por las actividades antrópicas de la zona, tales como el uso de pinturas antiincrustantes de embarcaciones las cuales pueden incrementar los niveles de cobre del medio, las descargas sanitarias urbanas influyen en la presencia de cadmio, la quema de desechos puede generar el incremento de los niveles de Zn, Cu y Pb.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Sedimentos Marinos

Se refiere a compuestos depositados en el fondo de sistemas acuáticos, estos compuestos pueden ser de varios tamaños, formas y mineralogía.

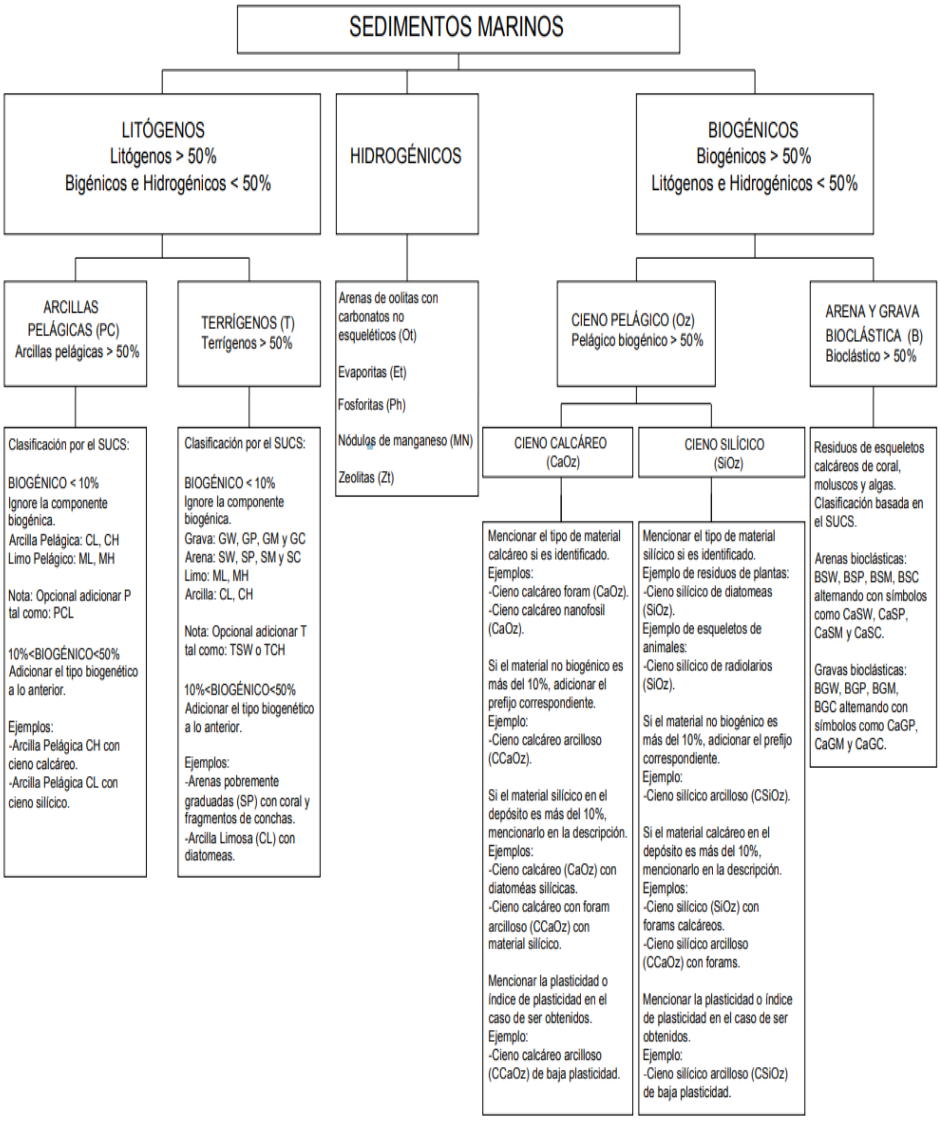
Los sedimentos marinos son el almacenamiento final de compuestos producidos por las aguas superficiales y de procesos naturales que terminan en el mar por procesos naturales o antrópicos que terminan decantando en el fondo marino (Valdés, 2014).

Los sedimentos marinos son fundamentales para el funcionamiento del ecosistema, esto se debe a que la fauna bentónica se alimenta de organismos que se encuentran escondidas en la materia sedimentada, también sirve como fuente de información histórica para determinar los orígenes, estos sedimentos poseen estructuras y tamaños diferentes, y se suelen clasificar por el tamaño de su partícula (Balasubramanian, 2017).

Los sedimentos se pueden clasificar como: S. litógenos, biógenicos e hidrogénicos.

Figura 1

Carta de clasificación de sedimentos marinos



Fuente: (Mejía, 2009)

2.2.2 Contaminación de Ecosistemas Acuáticos

La contaminación en cuerpos acuáticos está ligada a la adición de sustancias que alteren la composición natural de estos, la constante adición de estos compuestos al medio natural causa rezagos que podrían ser suficientes como para generar efectos dañinos permanentes.

Históricamente el medio de evacuación de desperdicios por actividad antrópica fueron los sistemas acuáticos como: ríos, lagos y mares. A lo largo de la historia los procesos industriales o artesanales fueron cambiando, por lo tanto, los insumos utilizados en estos también lo hicieron, los productos químicos son los que generan mayor impacto ya que son más nocivos los cuales destruyen la vida tanto animal como vegetal del ecosistema acuático. (EPA, 2021)

Entre los contaminantes más frecuentes en los litorales están los hidrocarburos, material orgánico generado por el desembarcadero pesquero artesanal, desperdicios industriales, productos químicos de hogar, efluentes sanitarios, entre otros. Los de mayor impacto negativo son los desechos derivados del petróleo los cuales son absorbidos por la fauna y flora acuática donde se entiende que los peces, crustáceos, algas, entre otros son afectados indirectamente por su consumirlos. Las concentraciones de metales pesados en los ecosistemas acuáticos están ligadas a las descargas de efluentes domésticos, fugas de fosas sépticas, drenajes de minas, entre otros, los cuales contienen minerales disueltos que serán absorbidas o sedimentadas en un lapso de tiempo. (IAEA, 2021).

Clasificación de la Contaminación.

Contaminación a Causas Naturales. Son todas aquellas que se ocasionan por fenómenos geoquímicos donde la mano del hombre no está presente.

Tabla 1

Tipos de contaminación a causas naturales

Tipo	Concepto
Erupciones Volcánicas	Las erupciones volcánicas pueden liberar grandes cantidades de gases y partículas a la atmósfera, lo que puede afectar la calidad del aire y del agua en las zonas cercanas al volcán.
Incendios Forestales	Los incendios forestales pueden liberar grandes cantidades de gases tóxicos a la atmósfera, así como contaminar el suelo y el agua con los residuos y cenizas de los incendios.
Tormentas de polvo	Tormentas de polvo: Las tormentas de polvo pueden transportar grandes cantidades de partículas finas a la atmósfera, lo que puede afectar la calidad del aire en las zonas afectadas.
Actividades sísmicas	Actividades sísmicas: Los terremotos y otros eventos sísmicos pueden liberar sustancias tóxicas al medio ambiente, como petróleo y productos químicos almacenados en instalaciones cercanas.

Fuente: (AQUA, 2023)

Contaminación a Causas Antrópica. Son actividades donde el hombre se ve involucrado que causan efectos nocivos a la humanidad misma, organismos y ecosistemas. Efectos como enfermedades infecciosas o crónicas hacia los humanos son variantes de los efectos de la contaminación antrópica, así mismo la flora y fauna es afectada, dando como resultado alteraciones en los ecosistemas. Otras variantes como malos olores y la apariencia desagradable son consideradas también efectos del daño antrópico ***(ESDA, 2013)***.

Tabla 2

Tipos de contaminación antrópica

Tipo	Concepto
Contaminación Biológica	La contaminación biológica se refiere a la presencia de organismos vivos, tales como bacterias, virus, hongos, algas y otros microorganismos, en un ambiente o sustancia en niveles que pueden ser perjudiciales para la salud humana o el medio ambiente. La contaminación biológica puede ocurrir en diferentes ámbitos, como en el agua, aire, suelo, alimentos y productos médicos, entre otros. Por ejemplo, el agua contaminada con bacterias como la Escherichia coli puede causar enfermedades gastrointestinales en los seres humanos, mientras que los alimentos contaminados con Salmonella pueden causar intoxicaciones alimentarias.
Contaminación Química	La contaminación química en los ecosistemas marinos se refiere a la presencia de sustancias químicas tóxicas o peligrosas en el agua del mar y en los sedimentos. Estos contaminantes pueden provenir de una variedad de fuentes, como las descargas industriales, los desechos municipales,

	la agricultura, el transporte marítimo y la extracción de petróleo. Los contaminantes químicos pueden ser muy peligrosos para la vida marina y los ecosistemas en general. Algunos contaminantes pueden matar directamente a los organismos marinos, mientras que otros pueden acumularse en los tejidos de los animales y causar problemas a largo plazo.
Contaminación Física	La contaminación física puede tener efectos graves en la biodiversidad marina, afectando a las especies que habitan en los ecosistemas marinos y también en la calidad del agua. Los objetos sólidos pueden dañar los hábitats de los organismos marinos, obstruir las vías respiratorias de los animales acuáticos, y provocar la muerte de animales que se enredan en ellos.
Contaminación de Luz	La contaminación lumínica es un problema ambiental cada vez más extendido que afecta a una amplia variedad de ecosistemas, incluidos los marinos. La iluminación artificial nocturna puede afectar negativamente a los organismos marinos y a los procesos ecológicos. La contaminación lumínica puede alterar el comportamiento de los animales marinos, incluidas las tortugas marinas, las aves marinas, los peces y los invertebrados, que se ven atraídos o desorientados por la luz artificial. Por ejemplo, las tortugas marinas pueden confundir la luz artificial con la luz de la luna y dirigirse hacia ella en lugar de hacia el mar. Las crías de algunas especies de peces pueden ser atraídas por la luz y alejarse de sus zonas de

	alimentación, lo que puede afectar a su crecimiento y supervivencia.
Contaminación Térmica	La contaminación térmica es un problema que afecta a los ecosistemas marinos y se produce cuando hay un aumento de la temperatura del agua debido a la actividad humana, como la descarga de agua caliente de las centrales térmicas, la eliminación de aguas residuales calientes o la alteración de los patrones naturales de corrientes y temperaturas del agua. Los efectos de la contaminación térmica pueden ser muy perjudiciales para la vida marina. Los organismos acuáticos, especialmente aquellos que son sensibles a los cambios de temperatura, pueden verse afectados por un aumento de la temperatura del agua, lo que puede provocar la disminución de la tasa de crecimiento, cambios en la distribución geográfica, e incluso la muerte.
Contaminación Radiactiva	La contaminación radiactiva en ecosistemas marinos se produce cuando materiales radiactivos son liberados al mar, ya sea por accidentes nucleares, pruebas nucleares, vertidos de residuos radiactivos, o por la operación normal de centrales nucleares cercanas al mar. Los materiales radiactivos pueden tener efectos graves en la salud humana y en el medio ambiente, en particular en los ecosistemas marinos. Es importante tener en cuenta que la contaminación radiactiva puede tener efectos a largo plazo en los ecosistemas marinos, y que estos efectos pueden ser difíciles de prever y de mitigar. Por lo tanto, es importante tomar medidas

	para minimizar la liberación de materiales radiactivos al medio ambiente y para monitorear de cerca los efectos de la contaminación radiactiva en los ecosistemas marinos.

Fuente: (CEUPE, 2023, s.f.)

Tipos de Contaminantes.

Físicos. Interfieren con el aspecto natural del agua cuando se encuentran suspendidos en la superficie o por otro lado se sedimentan afectando la flora y fauna presente. También se presentan como líquidos insolubles, materiales solidos que pueden ser de origen natural o sintéticos que llegan al ecosistema por actividades humanas. (Intecoastur, 2019)

Químicos. Se originan a través de la disolución de compuestos orgánicos o inorgánicos que son generados por efluentes de origen doméstico, industrial y agrícola, pueden también generarse a través de la erosión de suelos. Entre los principales contaminantes están los desechos ácidos, alcalino y gases que se disuelven en el agua como el nitrógeno, amoniaco, cloro o sulfuro de hidrogeno. (Intecoastur, 2019)

Biológicos. Contaminantes donde se encuentran los hongos, bacterias y virus. Algunas de ellas pueden consumir la materia orgánica presente en el sistema acuático. Se reconoce que los procesos de inhibición de estos contaminantes son de alto costo. Los suelos contaminados que están interactuando con las lluvias suelen trasporta metales pesados como el plomo, cadmio, mercurio y molibdeno, así como, nitratos que son generados por la lluvia acida. (Intecoastur, 2019)

2.2.3 Contaminación de Metales Pesados

Los metales pesados son componentes naturales del suelo de nuestro planeta, estos metales no pueden ser destruidos. Se encuentran químicamente conocidos como metales de alta densidad y tóxicos, algunos de ellos son el plomo (Pb), arsénico (Ar), cromo (Cr), mercurio (Hg) y talio (Tl).

Algunos metales como el zinc, cobre y selenio son esenciales para el funcionamiento de nuestro cuerpo (metabolismo), sin embargo, en concentraciones elevadas pueden causar envenenamiento. (FAO, 2002)

Estudios demuestran que los metales pesados son un riesgo ya que tienden a bioacumularse lo cual significa un incremento en su concentración. los metales pesados pueden ser introducidos por diversas fuentes, como la actividad industrial, la agricultura, la minería y la disposición de residuos. Estos contaminantes pueden ser transportados por ríos y corrientes oceánicas, y se depositan en los sedimentos marinos. Los metales pesados pueden ser absorbidos por organismos marinos a través de la alimentación, y acumularse en su tejido, lo que se conoce como bioacumulación. (Cahuana & Aduvire, 2019)

Metales como el cobre, zinc y níquel son elementos que son liberados por las embarcaciones en general. De acuerdo a estudios el cobre está presente en las pinturas antifouling, se comprende que los cascos de las embarcaciones los cuales están en contacto permanente con el medio acuático están recubiertos por esta pintura. El zinc está presente en las embarcaciones como un accesorio el cual va bajo la embarcación que lleva como nombre "Ánodos de sacrificio", su función es degradarse primero para así evitar una corrosión prematura del casco. El níquel es procedente de las aguas residuales que son generadas por el sistema de depuración los cuales cumplen la función de reducir las emisiones de gases nocivos. (Ferrer, 2021)

2.3 Marco Legal Nacional

Con el fin de disminuir y detener las continuas negligencias medioambientales se crearon las normas legales que el gobierno peruano promueve para prevenir, controlar o evitar el daño de este. Las normas que destacan son las siguientes:

- **Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Decreto Legislativo N° 613).** Destaca que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente ecológicamente equilibrado y este sujeto a la preservación del paisaje y la naturaleza (Gobierno Peruano, 1990).

- **Ley para el Crecimiento de la Inversión Privada (Decreto Legislativo N° 757).** Ley que promueve a las empresas privadas a generar actividades que mejoren y/o protejan el medio ambiente (Gobierno del Perú, 1991).
- **Ley General de Pesca 25977, Articulo 76.** Donde establece que está totalmente prohibido introducir o abandonar materiales tóxicos, sustancias contaminantes que causen daños a las poblaciones costeras.
- **Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua (Decreto Supremo N° 004-2017_MINAM).** Creado para establecer niveles de concentración, parámetros físicos, químicos o biológicos que no presenten un riesgo para los ecosistemas acuáticos. Respetar estos estándares son de carácter obligatorio para el diseño de normas legales y las públicas.

Es importante mencionar que el Perú no cuenta con protocolos estandarizados para la recolección de muestras, ni datos para poder ser comparados.

2.4 Marco Legal Internacional

- **EPA-823-B93-001, United states Environmental Protection Agency.** El objetivo de la guía es asistir a las instituciones locales reguladoras para que se logre un mejor manejo de decisiones sobre procesos que puedan contaminar los sedimentos en zonas de congestión. (EPA, 1993)
- **Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protetion of Aquatic Life.** Guía la cual nos permitirá reconocer los estándares establecidos por la institución las cuales fueron desarrolladas para mejorar el desenvolvimiento de los ecosistemas acuáticos y promover su salud. (Port Of London, 2022)
- **Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality in Ontario.** Guía desarrollada por Gobiernos y el Comité Consultivo sobre Normas Ambientales o ACES por sus siglas en inglés, la cual fue financiada y también asesorada por el Gobierno de Canadá. (Ministry of Environment and Energy, 1993)

- **Screening Quick Reference Tables.** Representa las concentraciones de contaminantes orgánicos e inorgánicos, así como guías para la preservación de los ecosistemas acuáticos. (NOAA, 2008)
- **NTC ISO 5667-15:2010.** Guía para la conservación y manipulación de muestras de lodo y sedimentos.
- **NTC ISO 5667-19:2004.** Guía para el muestreo de sedientos marinos.

2.5 Definición de Términos

- **Floculación.** Proceso donde se requiere 2 pasos para realizar la agregación de partículas de menor tamaño (Tettler Toledo, s.f.).
- **Isobata.** Curva donde se representan puntos de igual profundidad en los océanos y mares. Se pueden observar en cartografías (RAE, s.f.).
- **Genotóxico.** Sustancias que pueden dañar el ADN ya que pueden unirse directamente con este o afectar lo indirectamente mediante enzimas. No son consideradas cancerígenas, sin embargo, la mayoría de las cancerígenas son genotóxicos (GreenFacts, s.f.).
- **Citotóxico.** Son sustancias que dañan o matan celular o los tejidos (CUN, s.f.).
- **Metales Pesados.** Son elementos químicos de densidad alta que se caracterizan por ser tóxicos para el ser humano y otros organismos.
- **Antrópico.** Daño producido por la actividad humana (RAE, s.f.).
- **Instalación Metalúrgica.** La industria metalúrgica comprende tanto la producción como el procesamiento de metales. (TECHNOLOGIES, 2023)
- **Aguas Residuales.** Recurso hídrico donde las características originales han sido modificadas por actividades antrópicas y por tal razón requieren un tratamiento previo antes de ser reusadas, vertidas al medio natural o descargadas en los alcantarillados. (OEFA, 2014)
- **Embarque de carga Solida a Granel – Minerales.** Es la capacidad de acopiar y embarcar concentrados de minerales (ENAPU, 2023)

- **Desembarcadero Pesquero Artesanal (DPA).** Es aquella infraestructura artesanal donde se realizan actividades como: desembarque, comercialización entre otras actividades referente a recursos hidrobiológicos destinados al consumo humano directo (CHD). (PRODUCE , 2018)

.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y nivel de investigación

La investigación presente será: **"Investigación cuantitativa y correlacional"** donde se utilizarán 2 variables de nivel **"analítico"** se utilizará ANOVA para la distinción de las variables.

3.2 Diseño de Investigación

El diseño de la investigación será: "**Diseño no experimental – longitudinal**"

3.3 Población y Muestra

Serán 5 las zonas donde se recolectarán las muestras; las cuales son: Playa tres hermanas, Desembarcadero Pesquero Artesanal, Playa el Diablo, Playa Media Luna y al frente de la fundición de Southern Copper Corporation – Ilo. Estos puntos de muestreo fueron seleccionados por la actividad antrópica que se dieron por años.

El tamaño de la muestra será mayor o igual a 400 gramos. Esta cantidad es recomendada por el laboratorio donde se realizarán las evaluaciones de concentración; las muestras serán recolectadas del fondo (sustrato solido).

Tabla 3

Coordenadas de las zonas de muestreo

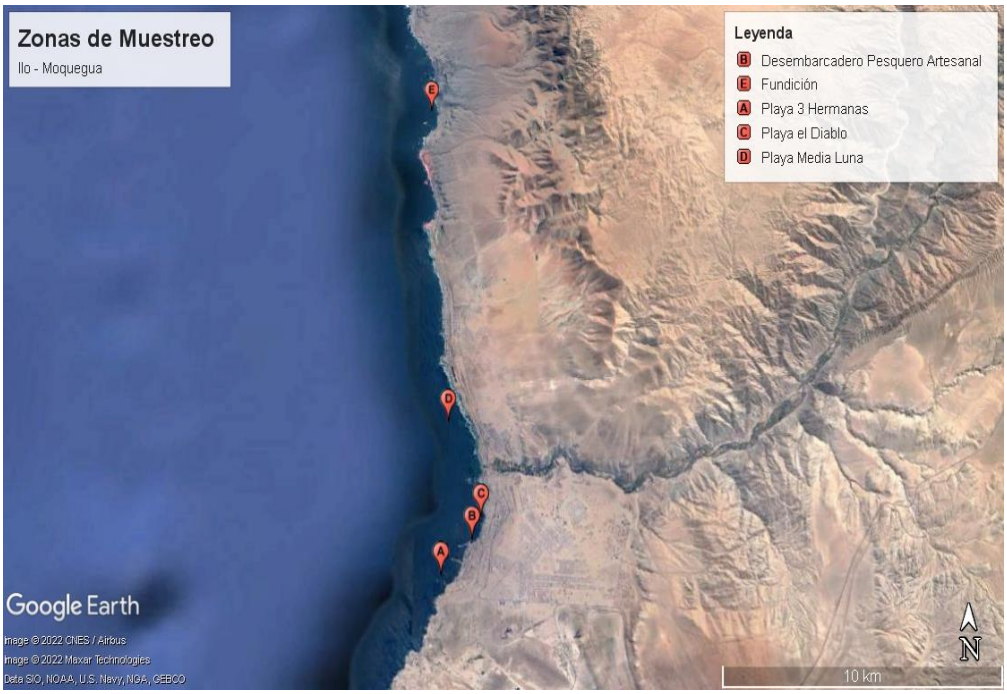
Zona de Muestreo	Latitud	Longitud
Playa 3 hermanas	-17.654315	-71.356399
Desembarcadero Pesquero Artesanal	-17.642947	-71.346502
Playa el diablo	-17.636840	-71.342852

Playa Media Luna	-17.611477	-71.348247
Fundición Shouthern Cooper	-17.501791	-71.363353

Nota: Previo a la recolección de las muestras se utilizó el GPS para poder determinar las coordenadas donde se tomará.

Figura 2

Zonas de muestreo



Fuente: (Google Earth, 2022)

3.3.1 Playa 3 Hermanas

Esta playa está ubicada a 8 km de la ciudad y 1 km del patio puerto de Southern Copper. Esta área es de interés por los distintos recursos embarcados por el muelle ubicado al norte de la playa, la constante actividad portuaria y almacenamiento principal de cobre del distrito existe la posibilidad de que por aspectos atmosféricos y oceanográficos sean trasladados a esta zona, el área de estudio presenta roquerios donde existe gran actividad biológica, por tal motivo es considerada área de refugio silvestre donde conviven especies como el cangrejo peludo, caracol, erizo, chanque, lapa, y cangrejo violáceo.

Figura 3

Área - Playa 3 Hermanas



Fuente: Catastro acuícola (2021)

3.3.2 Desembarcadero Pesquero Artesanal

Área donde existe la actividad pesquera durante décadas, esta zona fue elegida por la constante actividad antrópica generada por los pescadores y sus embarcaciones, actualmente se desconoce cuál es la situación biológica bajo sus aguas, durante años se realizaron limpiezas submarinas donde se lograron recuperar distintos materiales como metales, embaces de pintura, embaces de pegamentos, llantas, botellas entre otros.

Figura 4

Área - Desembarcadero Pesquero Artesanal



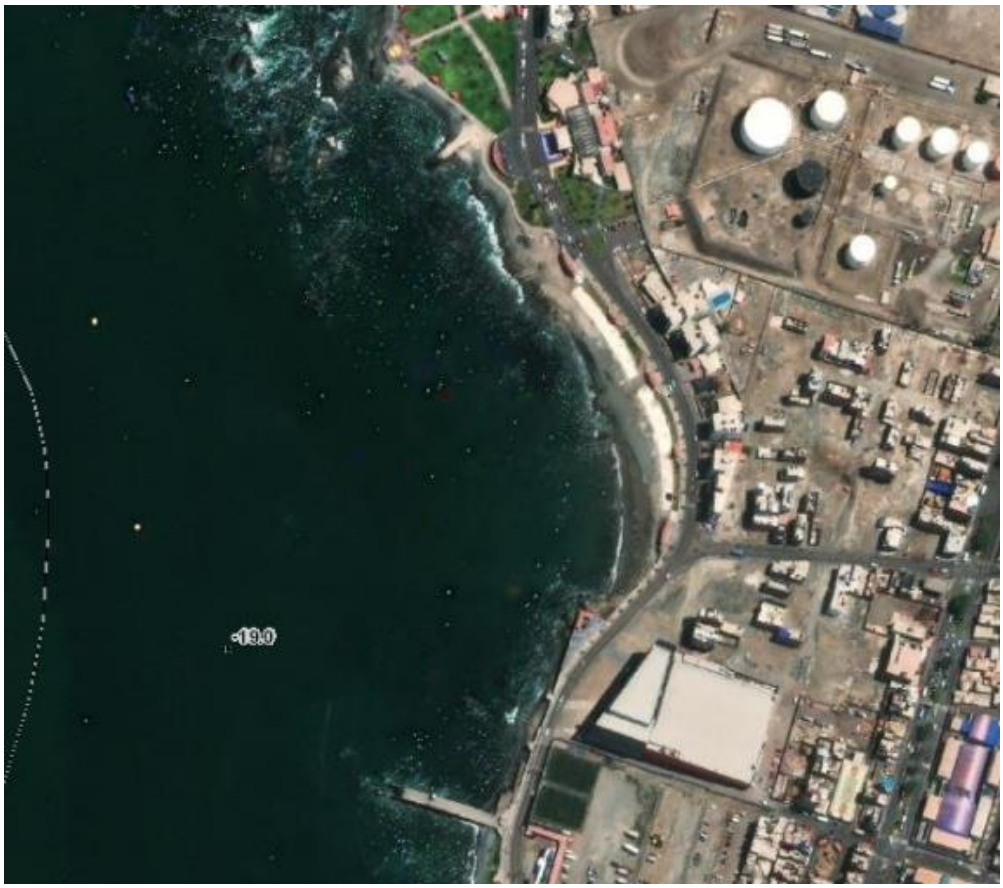
Fuente: Catastro Acuícola (2021)

3.3.3 Playa el Diablo

Área ubicada en la zona central del distrito de Ilo, hay antecedentes del año 2016 donde hubo un derrame de petróleo el cual causó la muerte de especies marinas como estrella y erizos.

Figura 5

Área - Playa el Diablo



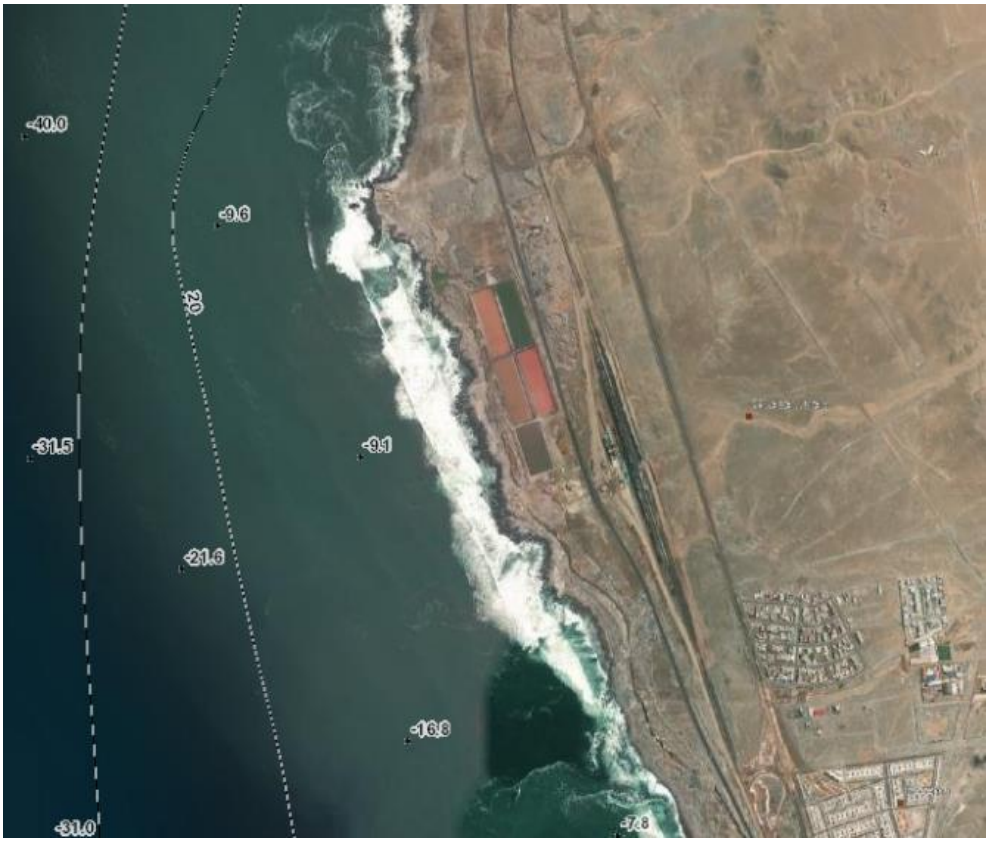
Fuente: Catastro Acuícola (2021)

3.3.4 Playa Media Luna

En febrero del 2021 se realizó un operativo de constatación por "Incumplimiento de normas relativas al manejo de residuos sólidos. Esta actividad fue realizada por el Ministerio Publico, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), Marina de Guerra, entre otros. Cabe recalcar que en tal plaza existen efluentes de aguas residuales las cuales no son tratadas por las plantas de aguas residuales.

Figura 6

Área - Paya Media Luna



Fuente: Catastro Acuícola (2021)-

3.3.5 Fundición – Southern Copper Corporation

Área donde la empresa privada realiza actividades con relación a procesos de extracción de cobre, se sabe que la empresa utiliza el agua de mar para sus fines, la empresa da tratamiento al agua para luego ser devuelta al mar.

Figura 7

Área - Fundición Souther Copper Coporation



Fuente: Catastro Acuícola (2021)

3.4 Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos

3.4.1 Colecta de sedimentos

Se colectaron 2 muestras por área de interés, en total habrán 10 al culminar la recolección, todas las muestras deberán ser almacenadas con hielo en un contenedor aislante que conserve la temperatura. Todas las muestras deberán ser rotuladas antes de su almacenamiento y se deberán tomar apunte de la ubicación con ayuda de un GPS. Se tomo como referencia el manual técnico denominado "Norma Técnica Colombiana (NTC-ISO 5667-15)"

Draga Van Veen. La colecta de sedimentos se realizará en 3 temporadas (invierno, primavera y verano), se utilizará la Draga de Van Veen para las áreas arenosas, limosas o arcillosas, cercanas a la costa.

Figura 8

Draga Van Veen



Fuente: https://n9.cl/r7gj

Buceo Autónomo. Por características oceanográficas de algunas de las zonas presenta roquerios los cuales no permitirán el funcionamiento correcto de una draga, por tal motivo se optará por la recolección manual con ayuda de un buzo autónomo. El buzo llevara un par de bolsas siploc donde recolectara el sedimento encontrado.

Figura 9

Equipo de buceo



Fuente: https://n9.cl/e_buceo

Figura 10

Bolsa Siploc



Fuente: https://n9.cl/b_siploc

3.5 Validación y confiabilidad de los instrumentos

Los instrumentos utilizados serán proporcionados por la Universidad Nacional de Moquegua con previa coordinación, todo equipo de la institución debe estar 100% operativo ya que todos los años pasan por inventariado donde se determina si los equipos están operativos.

Para el análisis de las muestras se utilizará equipo especializado de la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.

3.6 Procedimientos

3.6.1 Muestreo de sedimentos

Las muestras deben contener una cantidad representativa de 500g aproximadamente cada una, este proceso debe realizarse utilizando los materiales y técnica adecuada.

Equipos y Materiales.

- Draga Van Veen
- Cabo para la draga
- Bolsas para la protección para las muestras

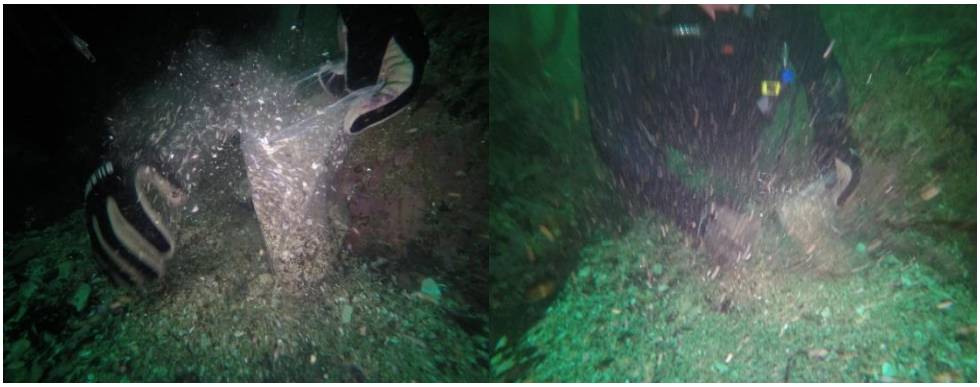
- Guantes de latex
- Guantes de tela para el manejo de equipos
- Chalecos salvavidas
- Mascarilla
- Lentes de seguridad
- GPS
- Equipo de Buceo Autonomo
- Profundimetro
- Libreta de campo
- Marcador permanente
- Cinta
- Tijeras
- EPPs

Preparación de recipientes para la toma de muestras. Las muestras de sedimentos fueron recolectadas una vez por temporada de cada uno de los puntos de control, se tomó dato de los puntos recolectados utilizando el GPS. Las muestras fueron almacenadas en bolsas herméticas las cuales tienen que ser rotuladas según la zona de muestreo.

Tipos de recolectores. Son 2 las técnicas utilizadas para recolectar la muestra, esto depende del sustrato del área a muestrear. En caso de fondos rocosos se utilizó equipos de buceo autónomo para ingresar y realizar el muestreo, sin embargo, en fondos arenosos, limosos, etc. Se utilizo la Draga Van Veen.

Figura 11

Obtención de muestra de sedimento



Nota: En cada zona de muestreo se registró la temperatura superficial del mar (C°), profundidad y coordenadas.

Figura 12

Determinación de la profundidad del área a muestrear



Nota: Se tomo la profundidad en cada zona de muestreo.

Muestreo. La toma de muestra se realizó con la indumentaria y metodología adecuada para evitar contaminación cruzada, para ello fue fundamental el uso de guantes de latex.

La Draga Van Veen es complementada con un peso muerto el cual sigue la línea (cabo), este muerto se lanza desde a superficie y al llegar al fondo choca con el accionador de la draga la cual libera las cucharas (se cierra). Para lograr la muestra representativa son necesarios 3 a 4 lances.

En el buceo se procede a ingresar a la zona de muestreo donde se bajará y recolectará la muestra representativa de forma manual.

Conservación y transporte de muestras. Para la conservación de las muestras se utilizaron cajas isotérmicas o colores con hielo para posteriormente ser refrigeradas hasta su análisis en laboratorio.

3.6.2 Análisis en laboratorio

Se utilizo la técnica denominada Fluorescencia de Rayos X (FRX), el método consta en excitar la muestra mediante una emisión secundaria. Esta técnica es utilizada para el análisis químico elemental. (TECHLAB, 2022). La radiación es generada por un sincrotrón sobre la muestra, posteriormente la radiación aplicada causara que los elementos químicos presentes emitan radiación específica, esto se debe a que cada átomo tiene niveles específicos de energía (Rivera, s.f.).

Figura 13

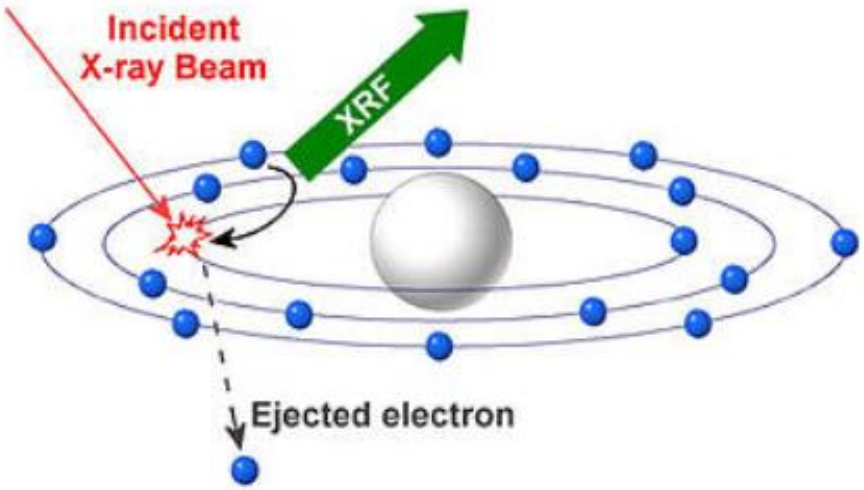
Equipo para el análisis de fluorescencia de rayos x



Fuente: (TECHLAB, 2022)

Figura 14

Técnica de FRX



Fuente: (Rivera, s.f.)

3.6.3 Preparación de la muestra para el análisis de FRX

El método denominado Fluorescencia de rayos X normalmente utiliza materiales sólidos, en este caso se analizó “Sedimentos marinos” para determinas las concentraciones de metales pesados.

- Molienda y homogenización
- Molino
- Operación

3.7 Métodos y Técnicas para la Presentación y Análisis de Datos

Para el análisis de los datos obtenidos de las muestras se utilizarán el test estadístico ANOVA (análisis de varianza). Además, se realizará un análisis estadístico como: valor medio, desvió estándar y el rango.

3.7.1 Media

Valor el cual representa un grupo de datos. Se haya realizado la suma de cada uno de los datos dividido entre el número de datos.

$$\bar{x} = \sum_{i}^{n} = \mathbf{1}^{x}\boldsymbol{i}$$

Donde:

∑xi: Sumatoria del conjunto de datos

N: Numero de datos

3.7.2 Desviación estándar

Brinda un valor el cual demuestra una dispersión de un grupo de datos que están alrededor del valor medio.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{(x_i - \bar{x})} 2}{n-1}}$$

Donde:

S: Desviación Estándar

$X_{i:}$ Sumatoria del conjunto de datos

$\bar{x}$: Promedio de los datos

$\sum$: Sumatoria

n: Número de datos

3.7.3 Análisis de Varianza ANOVA

Técnica para el estudio del efecto de un solo o varios factores sobre una variable continua. Este método estadístico es aplicable en las medias de dos o más grupos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis estadístico con los datos del estudio

Cumpliendo con el objetivo general se desarrolló una estadística descriptiva (tabla 2) de las concentraciones de los metales por zona de muestreo.

Tabla 4

Estadística descriptiva de las concentraciones de metales pesados por zona de muestreo

Zonas de muestreo	***Metales***	***Media***	***Desviación estándar***	***Mínimo***	***Máximo***
Playa Tres Hermanas	Fe	2,4733	2,345	0,120	4,810
	Mn	0,0619	0,030	0,031	0,090
	Ni	0,0226	0,020	0,000	0,037
	Co	0,0103	0,010	0,000	0,021
	Cu	0,0102	0,009	0,000	0,016
	Zn	0,0056	0,005	0,000	0,010
	Pb	0,0014	0,002	0,000	0,003
Desembarcadero Pesquero Artesanal	Fe	2,6533	1,632	1,340	4,480
	Mn	0,0629	0,014	0,048	0,075
	Ni	0,0177	0,015	0,000	0,027
	Co	0,0127	0,011	0,000	0,021
	Cu	0,0114	0,010	0,000	0,019
	Zn	0,0074	0,007	0,000	0,013
	Pb	0,0015	0,002	0,000	0,003
	Fe	3,0633	1,679	1,630	4,910

Playa el Diablo	Mn	0,0710	0,018	0,052	0,089
	Ni	0,0160	0,014	0,000	0,024
	Co	0,0131	0,011	0,000	0,021
	Cu	0,0118	0,010	0,000	0,019
	Zn	0,0159	0,008	0,011	0,025
	Pb	0,0033	0,003	0,000	0,005
Playa Media Luna	Fe	6,0700	4,984	2,980	11,820
	Mn	0,1188	0,064	0,071	0,192
	Ni	0,0118	0,010	0,000	0,020
	Co	0,0158	0,017	0,000	0,034
	Cu	0,0083	0,008	0,000	0,015
	Zn	0,0148	0,009	0,008	0,025
	Pb	0,0022	0,002	0,000	0,004
Fundición Southern Copper	Fe	3,9467	1,710	2,720	5,900
	Mn	0,0935	0,011	0,082	0,104
	Ni	0,0129	0,011	0,000	0,020
	Co	0,0190	0,018	0,000	0,037
	Cu	0,0361	0,017	0,022	0,055
	Zn	0,0154	0,008	0,011	0,024
	Pb	0,0026	0,002	0,000	0,004

En la presente tabla se muestran las concentraciones de los metales según las zonas muestreadas.

- Las concentraciones de Fe superaron los niveles de efecto severo (NES) en la temporada de invierno obteniendo un máximo de 118200 mg/kg superando por más de 98200 mg/kg el nivel de efecto bajo (NEB).

- El metal Mn presento una media de 0.08162% o 816.2 mg/kg y alcanzo un máximo de 0.192% o 1920 mg/kg en la zona denominada Playa Media Luna en la temporada de invierno, además de superar el nivel de efecto severo de 1100 mg/kg.
- Se determinaron concentraciones de 0% y 0.037% o 370 mg/kg de Ni, tanto en primavera como en verano los niveles de concentración superaron el nivel de efecto severo, sin embargo, en inverno se registró concentraciones de 0 mg/kg.
- Se determino una concentración media de 0.01418% o 141.8 mg/kg de Co.
- Se determino que en la zona caracterizada como Fundición Southern Copper sobrepaso el nivel de efecto severo en todas las temporalidades. En la época de primavera las concentraciones de Cu superaron los NES en todas las zonas muestreadas.
- Se determino que las concentraciones de Zn en las temporalidades de primavera y verano estuvieron en el rango de niveles de efecto bajos, sin embargo, en invierno estuvieron cerca al nivel de efecto severo.
- Las concentraciones de Pb fueron de 0% a 0.005% o 50 mg/kg los cuales no superan los estándares de calidad.

4.2 Concentración de metales pesados en sedimentos marinos por temporada respecto a los Estándares de calidad de los sedimentos marino costeros

Continuando con el objetivo general se determinó las concentraciones de metales pesados de manera longitudinal – Temporadas

Las concentraciones de Fe (Invierno: 6,3840% / Primavera: 1,9440% / Verano: 2,5960%) y Mn (Invierno: 0,1099% / Primavera: 0,0637% / Verano: 0,0712%) presentaron una significativa variación en la estación de invierno (Tabla 3, 4, 5). La zona denominada “Playa Media Luna” fue la que presento mayores índices de carga en todas las temporadas, alcanzando un pico de 11,8200% de fe y 0,0147% de Zn. Las concentraciones de Ni, Co y Pb fueron nulas (0,00%) en la estación de invierno.

Tabla 5

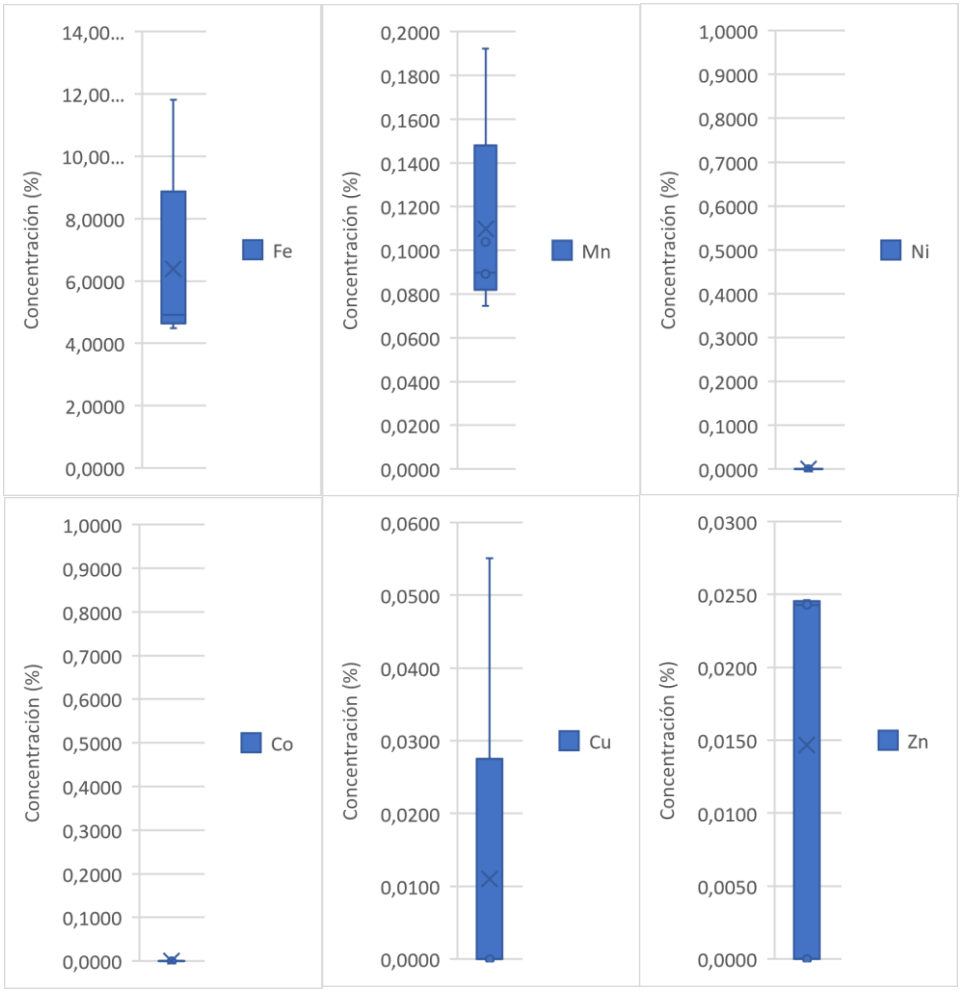
Concentración de metales (%) - Estación Invierno

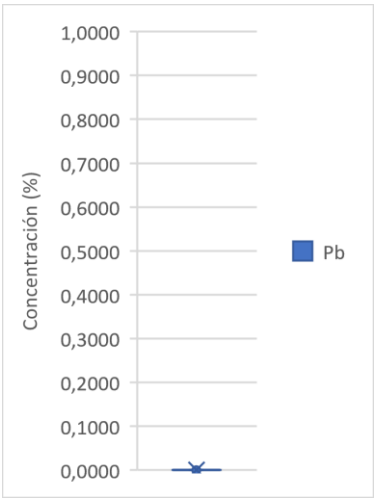
Zona	Fe	Mn	Ni	Co	Cu	Zn	Pb
Playa 3 Hermanas	4,8100	0,0898	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
DPA	4,4800	0,0747	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Playa el Diablo	4,9100	0,0891	0,0000	0,0000	0,0000	0,0246	0,0000
Playa Media Luna	11,8200	0,1921	0,0000	0,0000	0,0000	0,0245	0,0000
Fundición	5,9000	0,1038	0,0000	0,0000	0,0551	0,0243	0,0000
Media	6,3840	0,1099	0,0000	0,0000	0,0110	0,0147	0,0000

Nota: En el siguiente cuadro se puede apreciar que en varias zonas de muestreo que las concentraciones de Ni, Co, Cu, Zn o Pb fueron de 0 mg/kg. En el caso de Mn, metal que supero el nivel de efecto severo de 0.11 % con una concentración de 0.1921 % en la zona denominada “Media Luna”, del mismo modo con el metal Fe que llego a una concentración de 11.82 % donde se supera el nivel de efecto severo de 0.04 %.

Figura 15

Gráficos de cajas y bigotes de la concentración de metales pesados de Fe, Mn, Ni, Co, Cu, Zn y Pb en la temporada de invierno





Nota: Gráficos representativos al cuadro 3.

Tabla 6

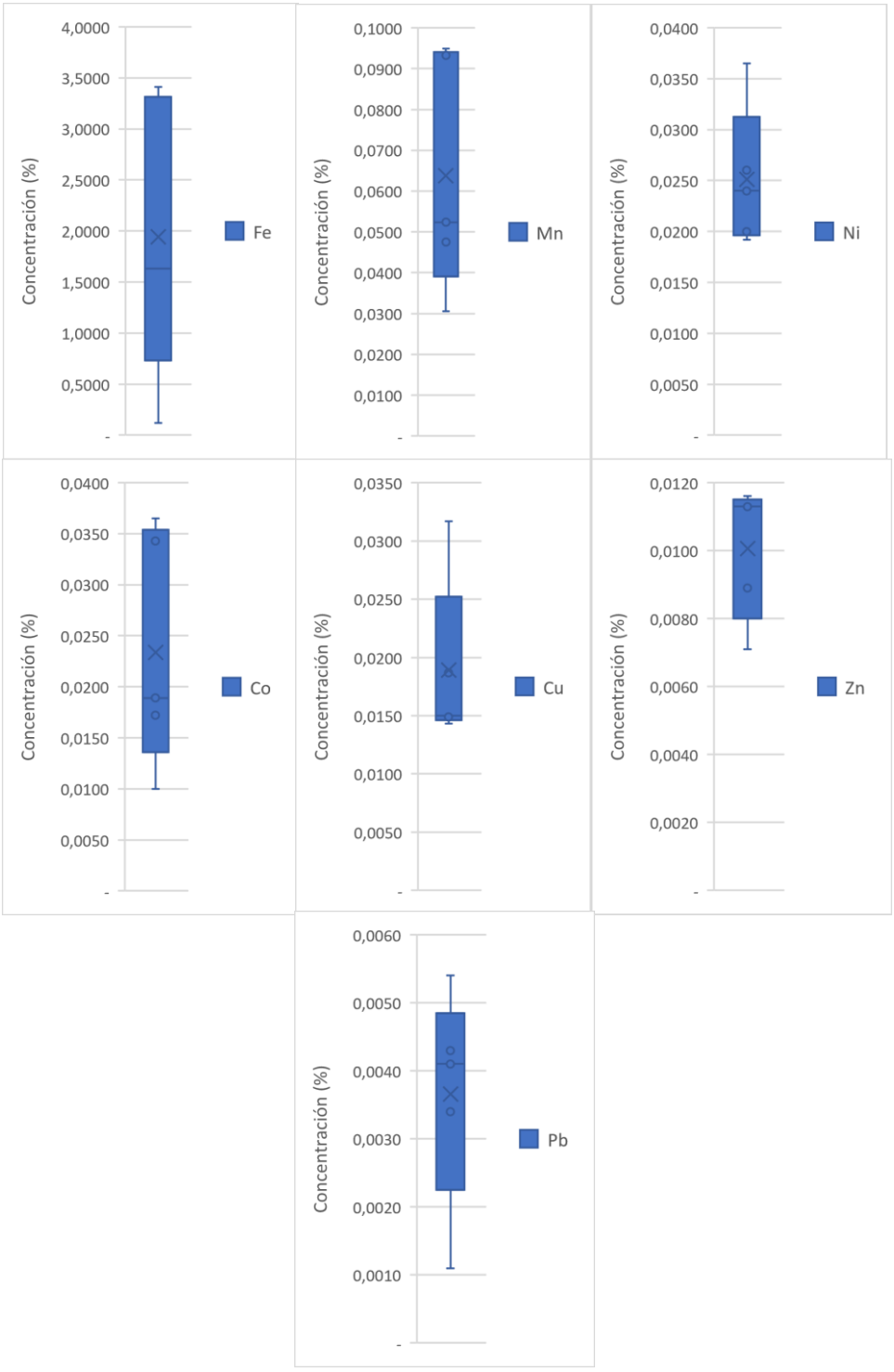
Concentración de metales (%) - Estación Primavera

Zona	Fe	Mn	Ni	Co	Cu	Zn	Pb
Playa 3 Hermanas	0,1200	0,0306	0,0365	0,0100	0,0143	0,0071	0,0011
DPA	1,3400	0,0475	0,0260	0,0172	0,0149	0,0089	0,0034
Playa el Diablo	1,6300	0,0524	0,0240	0,0189	0,0187	0,0114	0,0054
Playa Media Luna	3,4100	0,0932	0,0200	0,0343	0,0150	0,0116	0,0043
Fundición	3,2200	0,0949	0,0192	0,0365	0,0317	0,0113	0,0041
Media	1,9440	0,0637	0,0251	0,0234	0,0189	0,0101	0,0037

Nota: En el siguiente cuadro se puede apreciar que las concentraciones de Fe están por debajo del nivel de efecto severo de 0.04 %, del mismo modo con el Mn con una concentración máxima de 0.0949 % la cual no supera el NES de 0.11 %. Las concentraciones de Zn y Pb no superaron las NES de 0.027 % y 0.011 % respectivamente. Sin embargo, las concentraciones medias de Cu y Ni sobrepasaron el NES de 0.011 % y 0.005 % respectivamente.

Figura 16

Gráficos de cajas y bigotes de la concentración de metales pesados de Fe, Mn, Ni, Co, Cu, Zn y Pb en la temporada de primavera



Nota: Gráficos representativos de la tabla 4.

Tabla 7

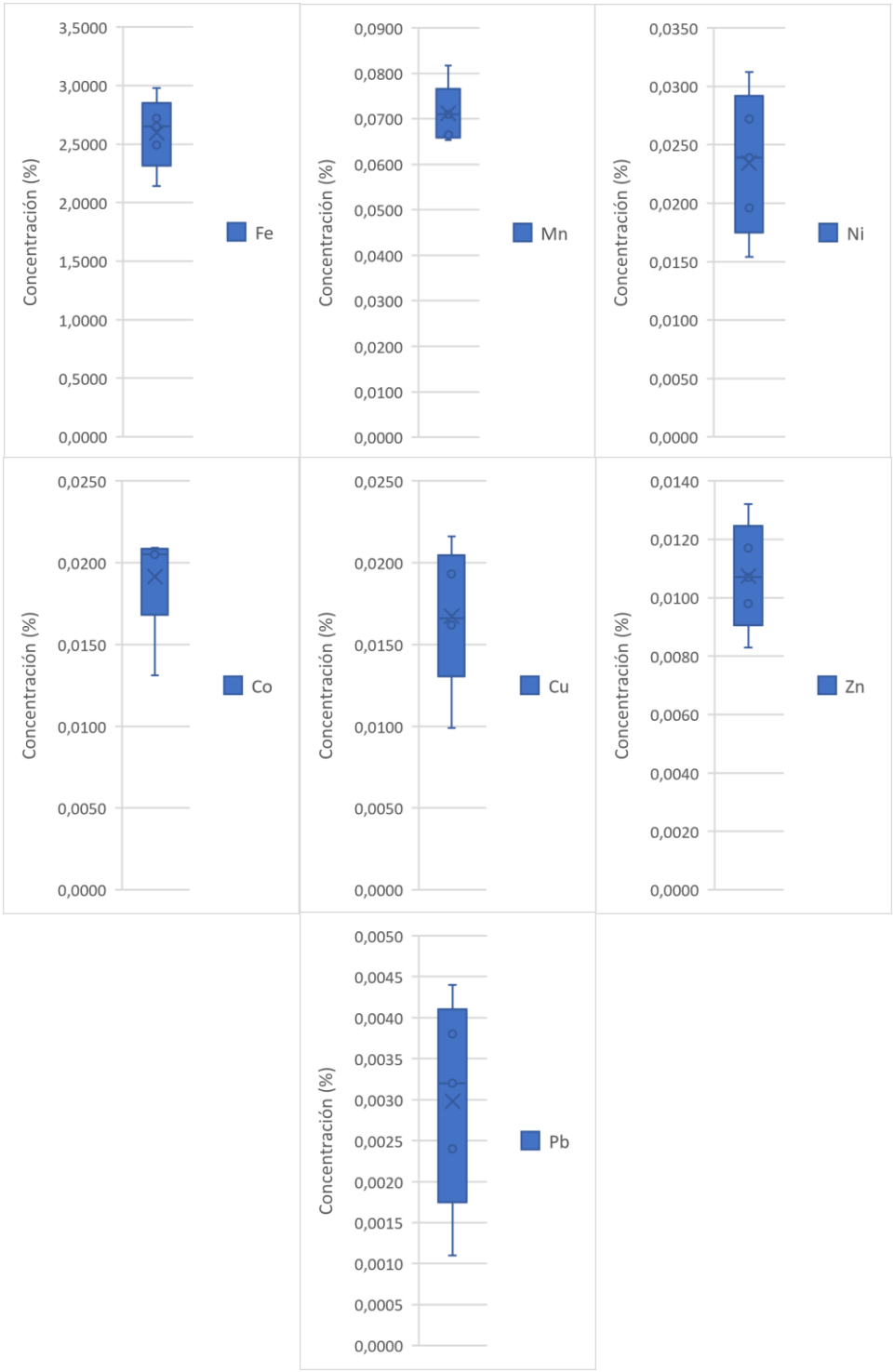
Concentración de metales (%) - Estación Verano

Zona	Fe	Mn	Ni	Co	Cu	Zn	Pb
Playa 3 Hermanas	2,4900	0,0653	0,0312	0,0209	0,0162	0,0098	0,0032
DPA	2,1400	0,0665	0,0272	0,0208	0,0193	0,0132	0,0011
Playa el Diablo	2,6500	0,0714	0,0239	0,0205	0,0166	0,0117	0,0044
Playa Media Luna	2,9800	0,0710	0,0154	0,0131	0,0099	0,0083	0,0024
Fundición	2,7200	0,0817	0,0196	0,0205	0,0216	0,0107	0,0038
Media	2,5960	0,0712	0,0235	0,0192	0,0167	0,0107	0,0030

Nota: En el siguiente cuadro se puede apreciar que las concentraciones de Fe, Mn, Zn y Pb obtuvieron una media de 2.5960 %, 0.0712 %, 0.0107 % y 0.003 no pasaron el NES de 4 %, 0.11 %, 0.027 % y 0.011 % respectivamente. Sin embargo, las concentraciones de Ni superaron los NES del 0.005 % y el Cu supero en los puntos de muestro el NES de 0.011 % a excepción de Media Luna la cual llego a una concentración de 0.0099 %.

Figura 17

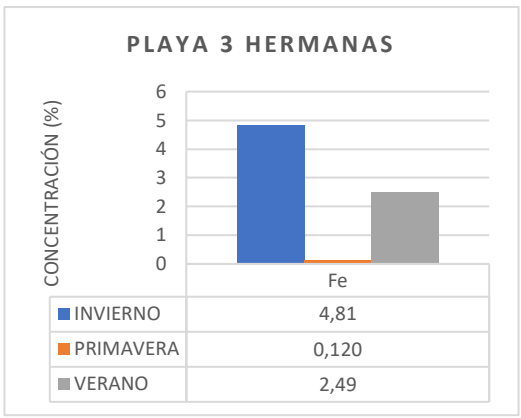
Gráficos de cajas y bigotes de la concentración de metales pesados de Fe, Mn, Ni, Co, Cu, Zn y Pb en la temporada de verano

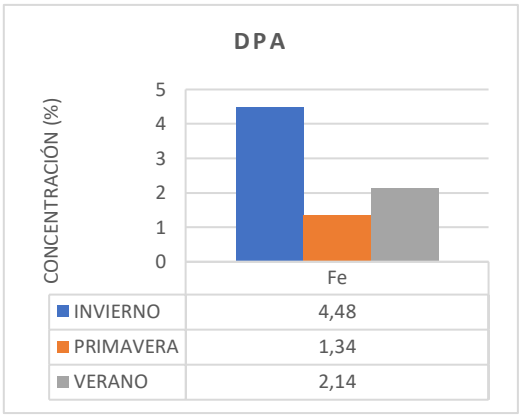


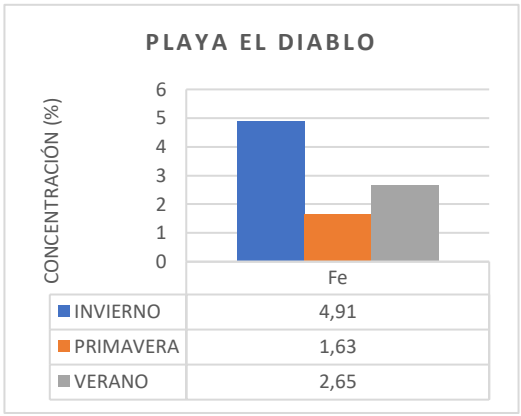
Nota: Gráficos representativos de la tabla 5.

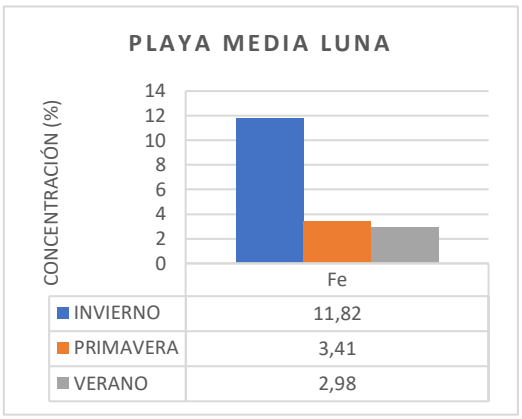
Figura 18

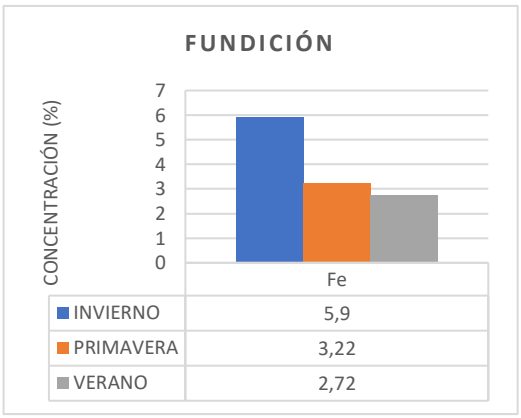
Concentraciones de Fe por temporadas y zonas de muestreo









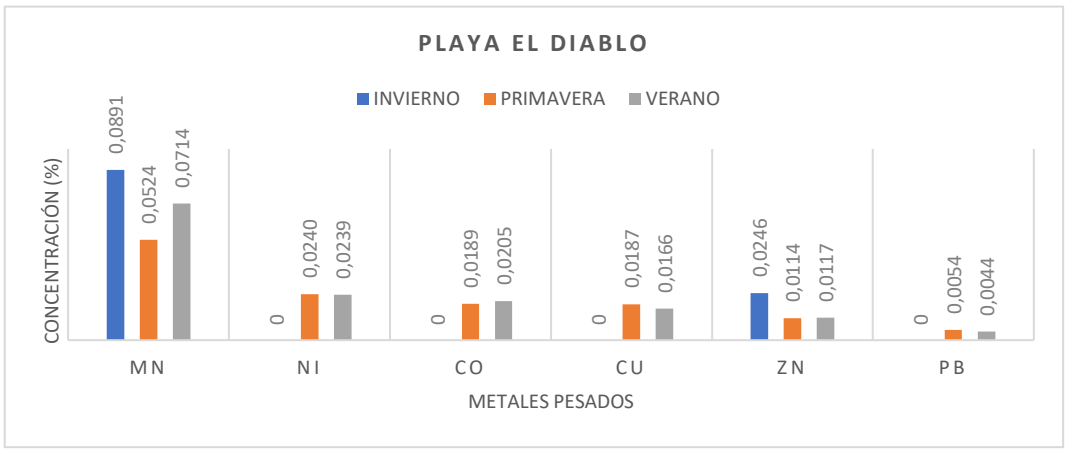


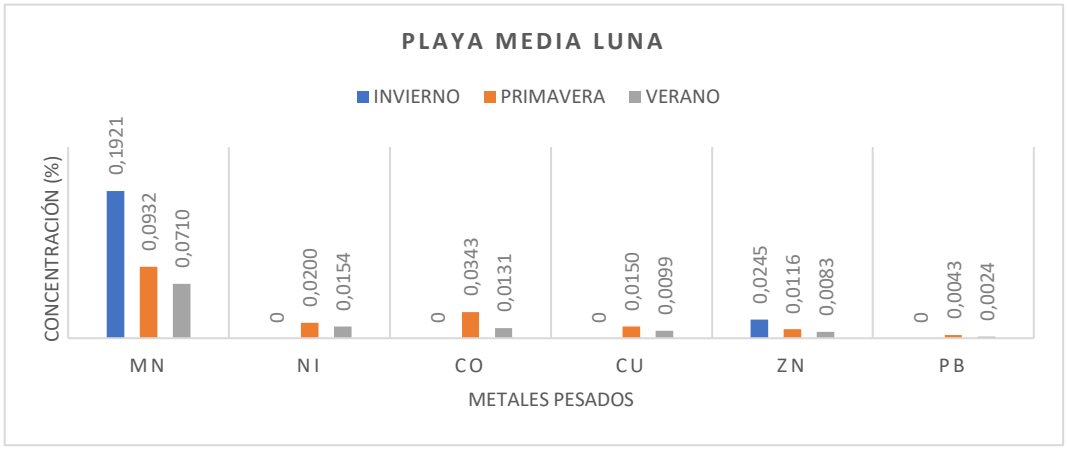
Nota: Se separo el Fe de los demás metales en la Figura ya que al ser un macro elemento sus concentraciones son altas en comparación a los otros metales evaluados. Esta es una representación gráfica de los cuadros 3, 4 y 5. De acuerdo con el anexo 1 donde están identificados los niveles de efecto bajo y severo, se determina que en invierno todas las zonas estudiadas sobrepasaron el NES. En

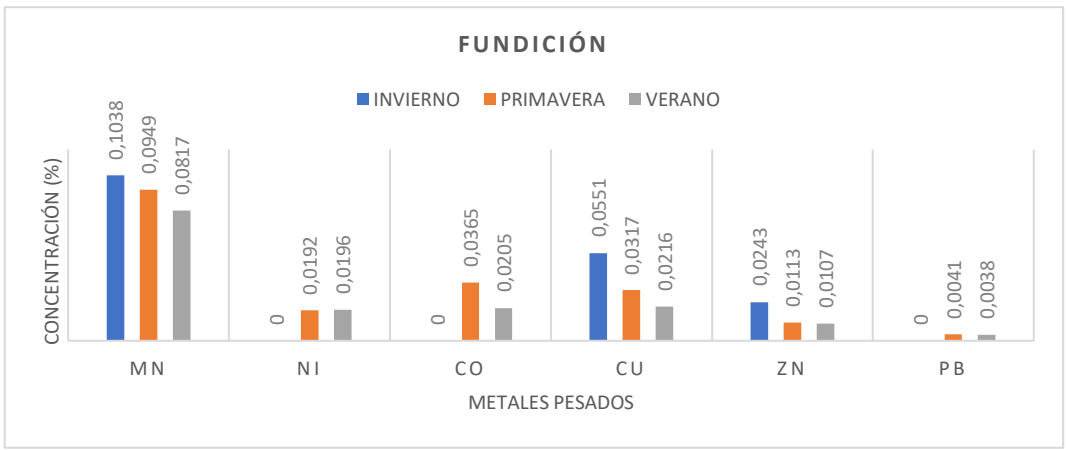
primavera solo las zonas denominadas Fundición y Media luna llegaron al NEB y en verano todas las concentraciones estuvieron ligeramente sobre el NEB.

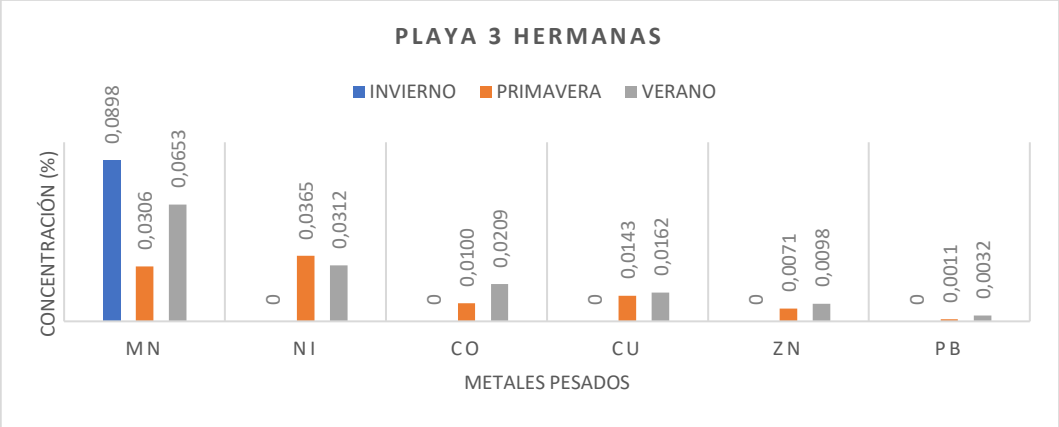
Figura 19

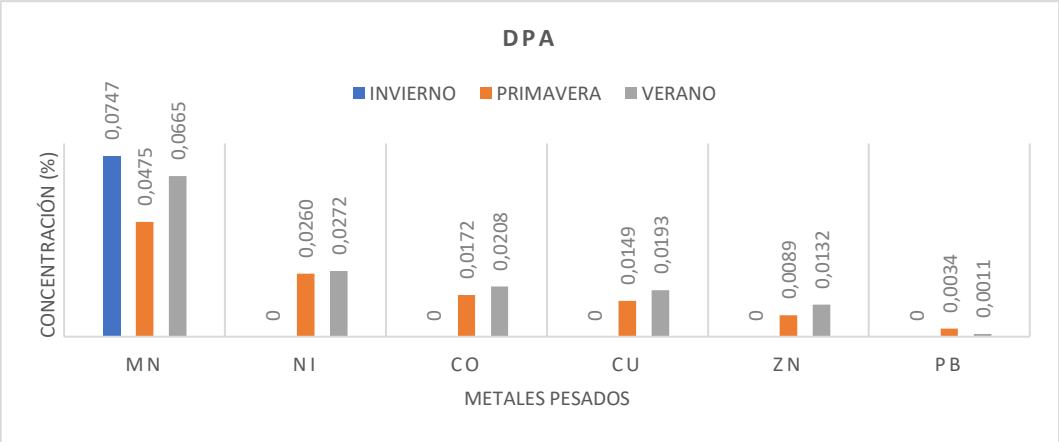
Concentración de Mn, Ni, Cu, Zn y Pb por temporadas y zonas de muestreo







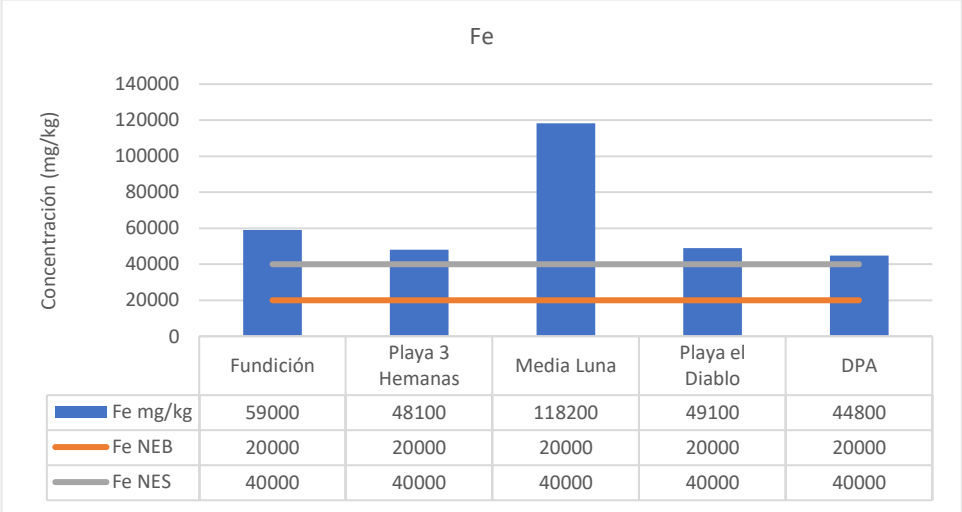




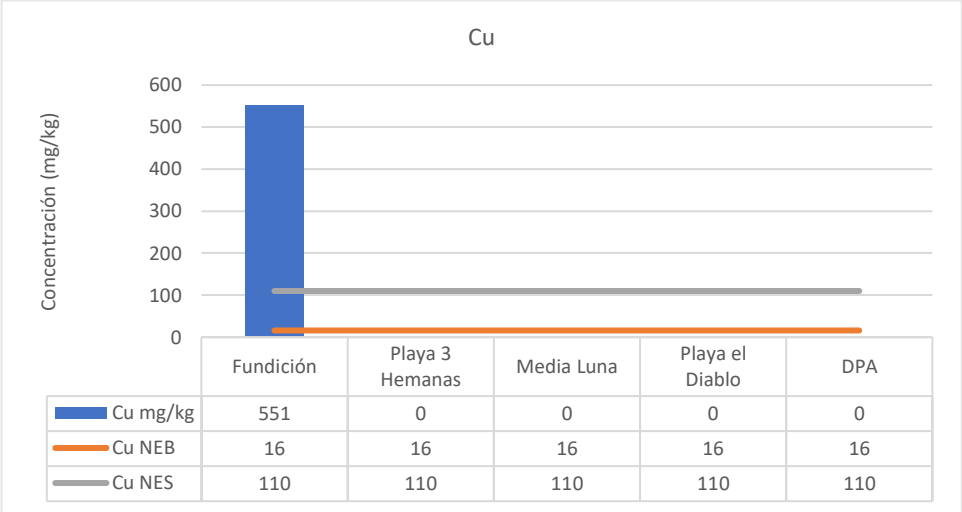
Nota: Determinación de la concentración de metales pesados en Mn, Ni, Co, Cu, Zn y Pb en el lapso temporal (invierno, primavera y verano). Esta es una representación gráfica de los cuadros 3, 4 y 5.

Figura 20

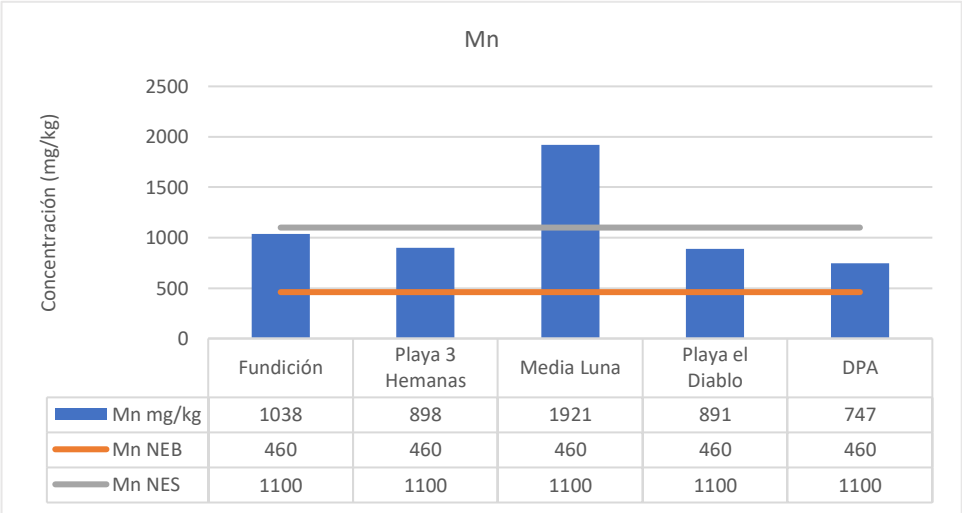
Concentraciones de metales pesados - invierno



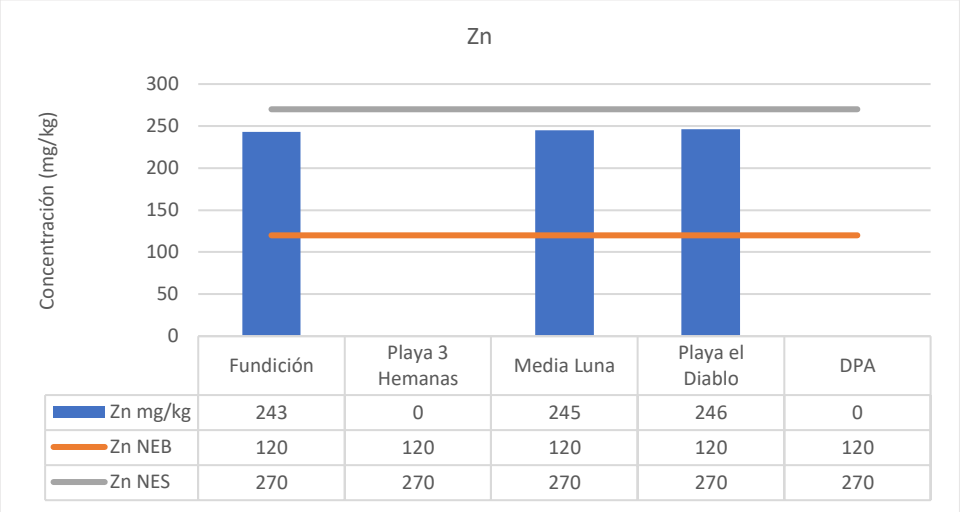
	Fundición	Playa 3 Hemanas	Media Luna	Playa el Diablo	DPA
Fe mg/kg	59000	48100	118200	49100	44800
Fe NEB	20000	20000	20000	20000	20000
Fe NES	40000	40000	40000	40000	40000



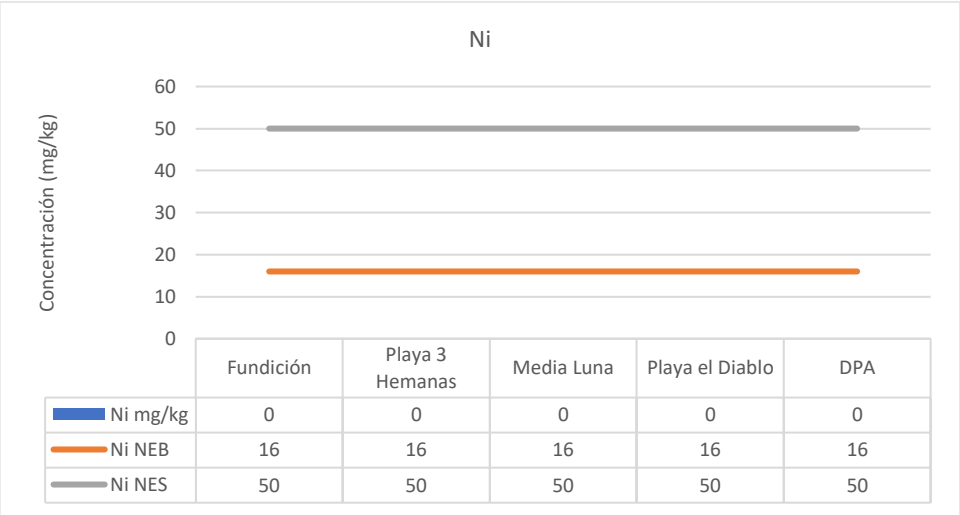
	Fundición	Playa 3 Hemanas	Media Luna	Playa el Diablo	DPA
Cu mg/kg	551	0	0	0	0
Cu NEB	16	16	16	16	16
Cu NES	110	110	110	110	110



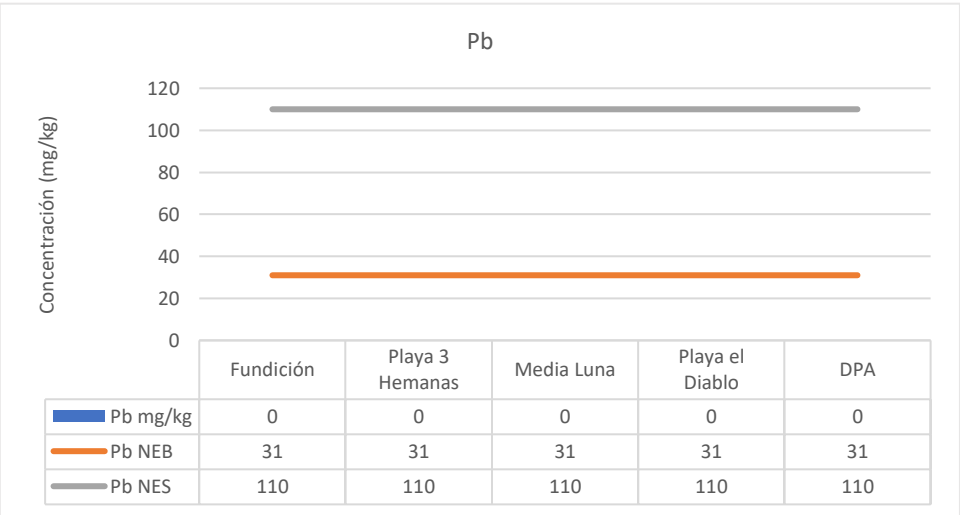
	Fundición	Playa 3 Hemanas	Media Luna	Playa el Diablo	DPA
Mn mg/kg	1038	898	1921	891	747
Mn NEB	460	460	460	460	460
Mn NES	1100	1100	1100	1100	1100



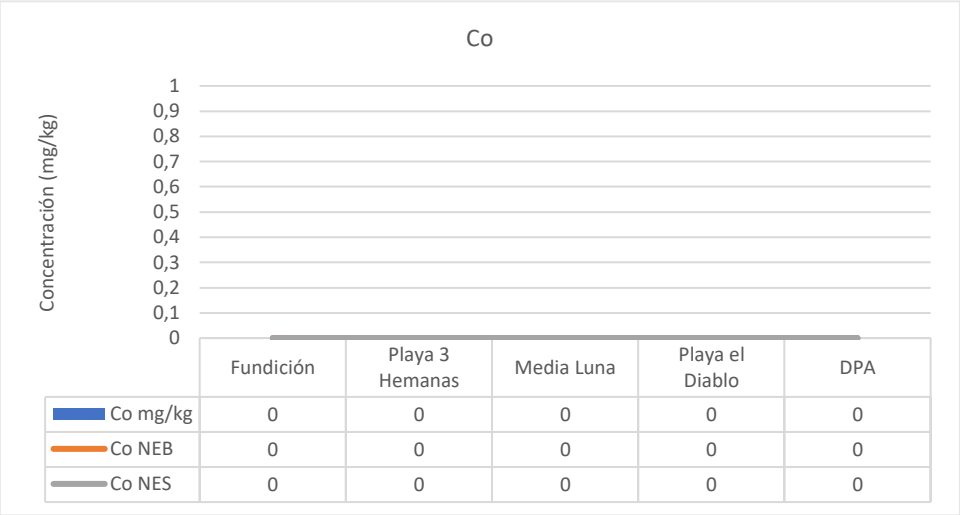
	Fundición	Playa 3 Hemanas	Media Luna	Playa el Diablo	DPA
Zn mg/kg	243	0	245	246	0
Zn NEB	120	120	120	120	120
Zn NES	270	270	270	270	270



	Fundición	Playa 3 Hemanas	Media Luna	Playa el Diablo	DPA
Ni mg/kg	0	0	0	0	0
Ni NEB	16	16	16	16	16
Ni NES	50	50	50	50	50



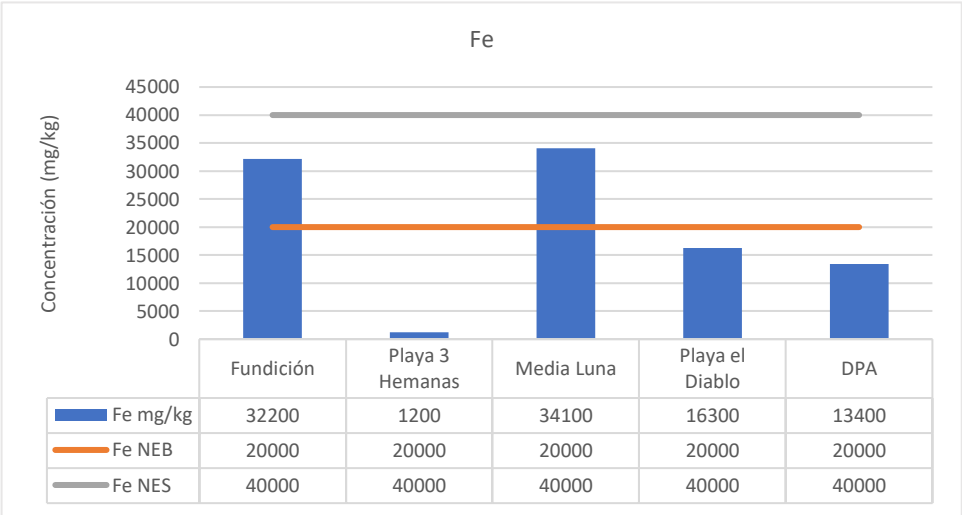
	Fundición	Playa 3 Hemanas	Media Luna	Playa el Diablo	DPA
Pb mg/kg	0	0	0	0	0
Pb NEB	31	31	31	31	31
Pb NES	110	110	110	110	110

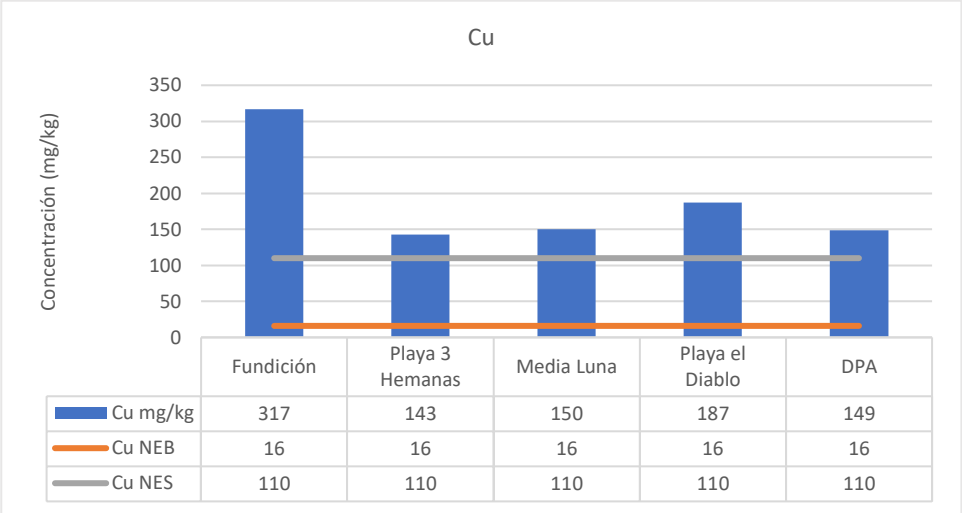


Nota: Las concentraciones de Fe en la temporada de invierno sobrepaso el NES, con un pico máximo de 118200 mg/kg en la zona denominada Media Luna. El Cu solo tuvo presencia en la zona denominada Fundición sobrepasando el NES y con un pico de 551 mg/kg. Mn no presento concentraciones que sobrepasen las NES a acepción de Media Luna con un pico de 1921 mg/kg. Las concentraciones de Zn no llegaron a sobrepasar el NES. No se obtuvo registro de Ni, Pb y Co en esta temporalidad.

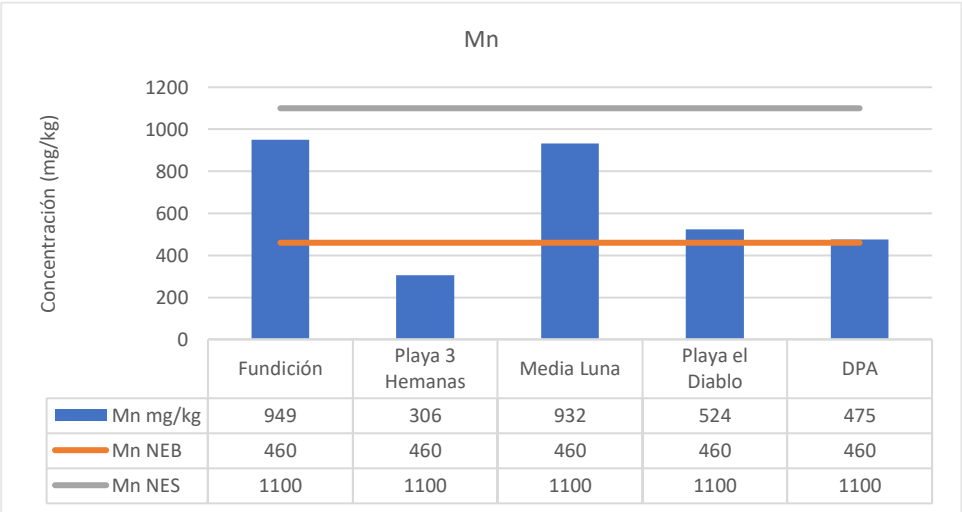
Figura 21

Concentración de metales pesados - primavera

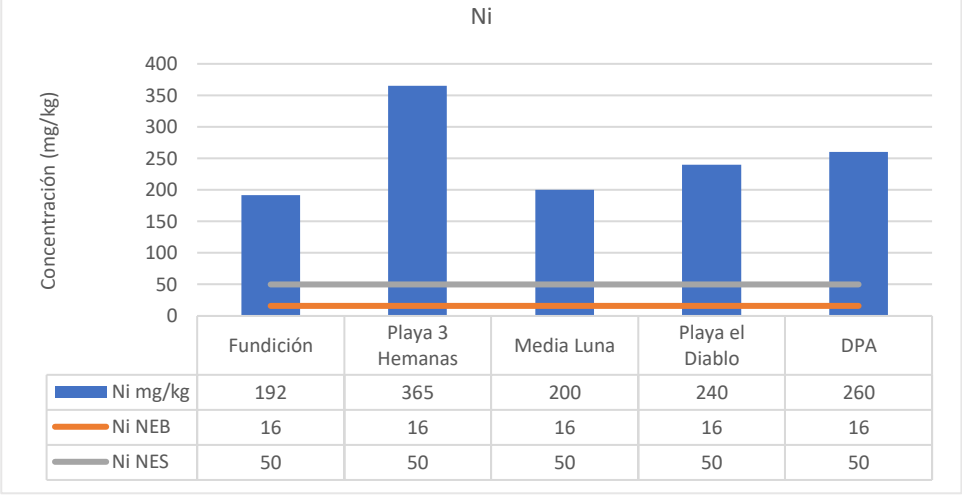




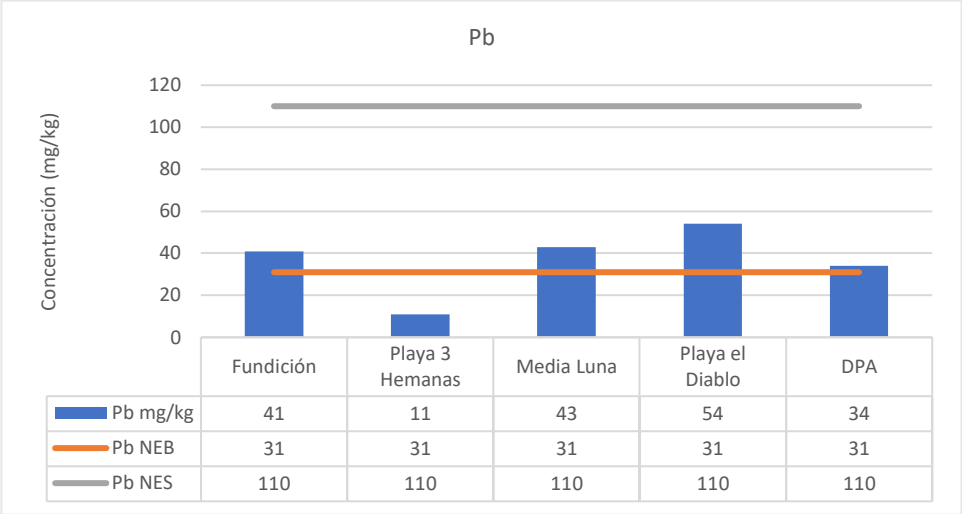
	Fundición	Playa 3 Hemanas	Media Luna	Playa el Diablo	DPA
Cu mg/kg	317	143	150	187	149
Cu NEB	16	16	16	16	16
Cu NES	110	110	110	110	110



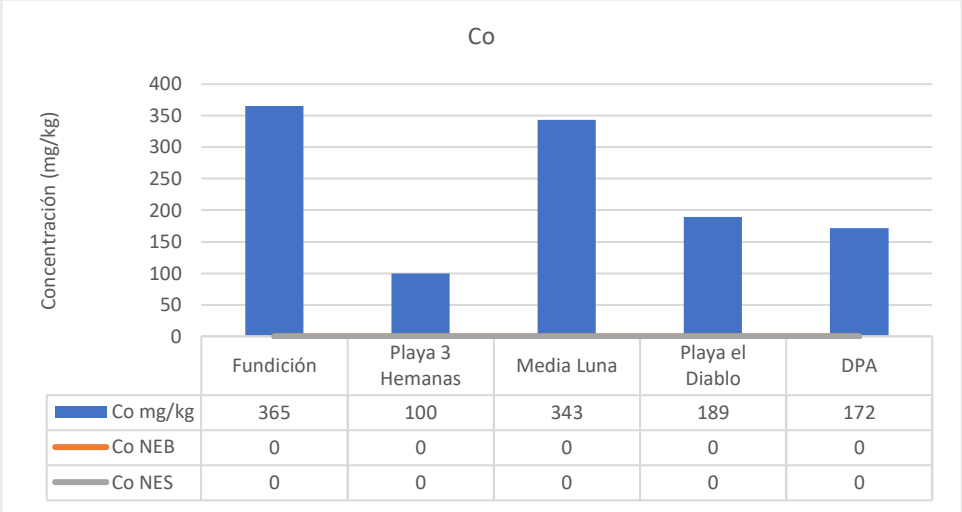
	Fundición	Playa 3 Hemanas	Media Luna	Playa el Diablo	DPA
Mn mg/kg	949	306	932	524	475
Mn NEB	460	460	460	460	460
Mn NES	1100	1100	1100	1100	1100



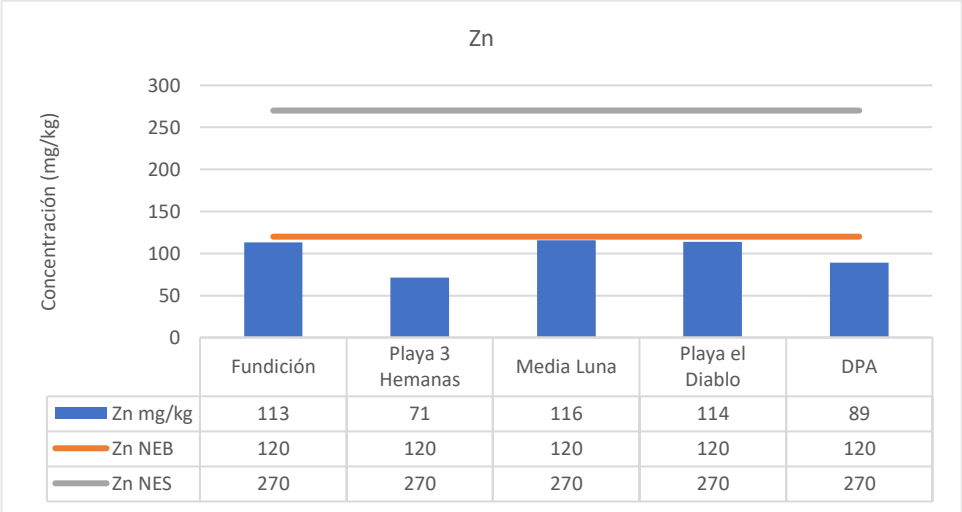
	Fundición	Playa 3 Hemanas	Media Luna	Playa el Diablo	DPA
Ni mg/kg	192	365	200	240	260
Ni NEB	16	16	16	16	16
Ni NES	50	50	50	50	50



	Fundición	Playa 3 Hemanas	Media Luna	Playa el Diablo	DPA
Pb mg/kg	41	11	43	54	34
Pb NEB	31	31	31	31	31
Pb NES	110	110	110	110	110



	Fundición	Playa 3 Hemanas	Media Luna	Playa el Diablo	DPA
Co mg/kg	365	100	343	189	172
Co NEB	0	0	0	0	0
Co NES	0	0	0	0	0



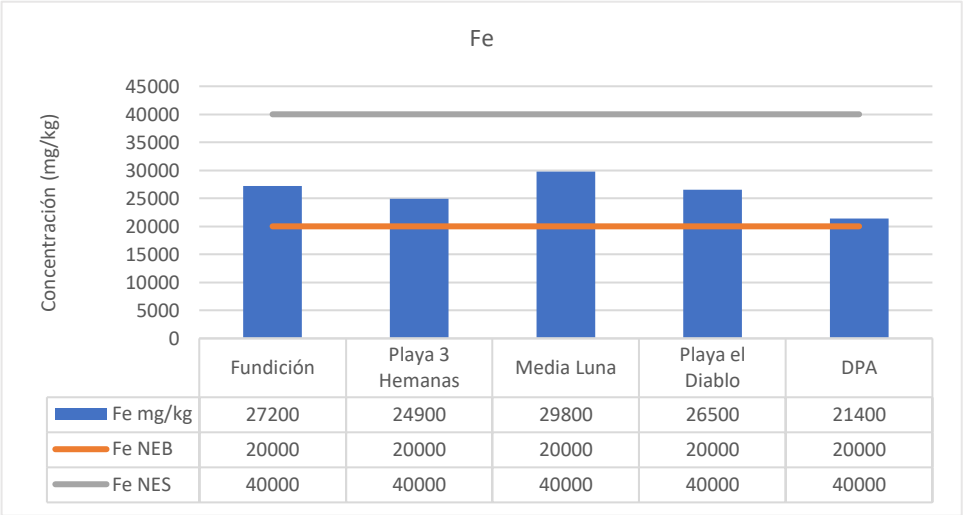
	Fundición	Playa 3 Hemanas	Media Luna	Playa el Diablo	DPA
Zn mg/kg	113	71	116	114	89
Zn NEB	120	120	120	120	120
Zn NES	270	270	270	270	270

Nota: Las concentraciones de Fe en esta temporalidad estuvieron por debajo del Nivel de Efecto Severo (NES). En todas las zonas la presencia de Cu fue mayor al NES con un pico de 317 mg/kg. Las concentraciones de Mn, Zn y Pb estuvieron

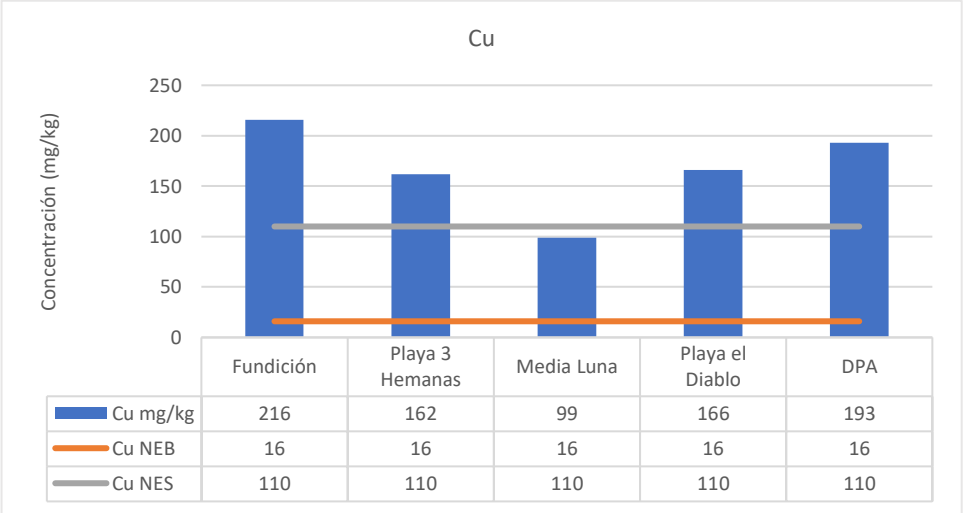
por debajo del NES. Las concentraciones de Ni estuvieron muy por arriba del NES con un pico de 365 mg/kg en la zona denominada “Playa 3 hermanas”.

Figura 22

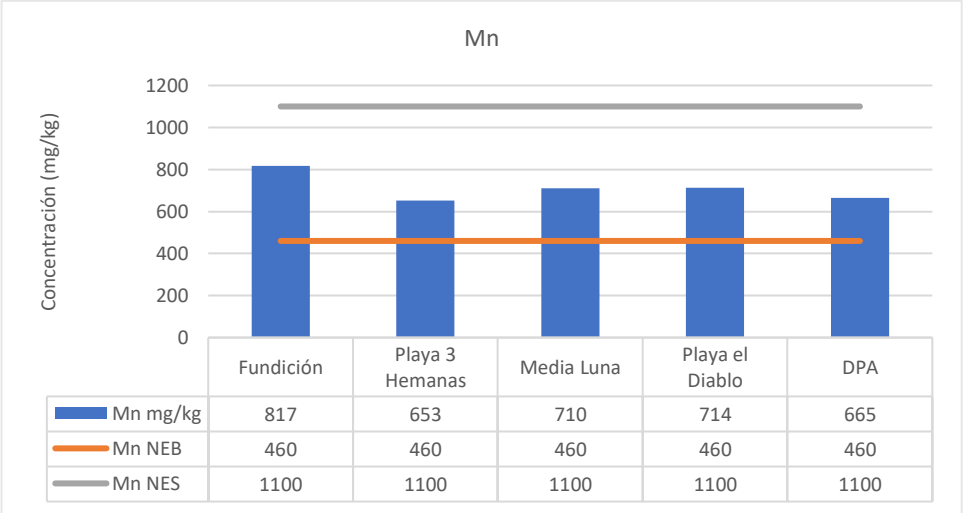
Concentraciones de metales pesados - verano



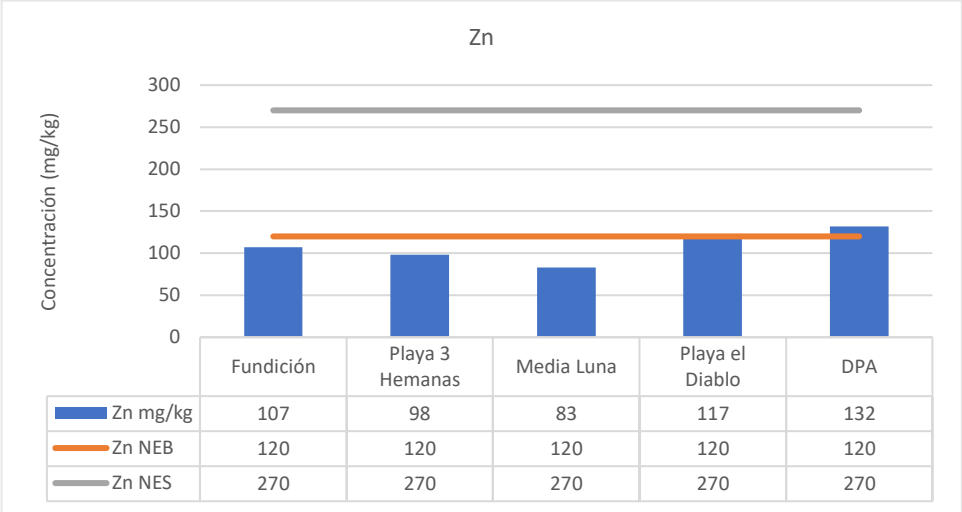
	Fundición	Playa 3 Hemanas	Media Luna	Playa el Diablo	DPA
Fe mg/kg	27200	24900	29800	26500	21400
Fe NEB	20000	20000	20000	20000	20000
Fe NES	40000	40000	40000	40000	40000



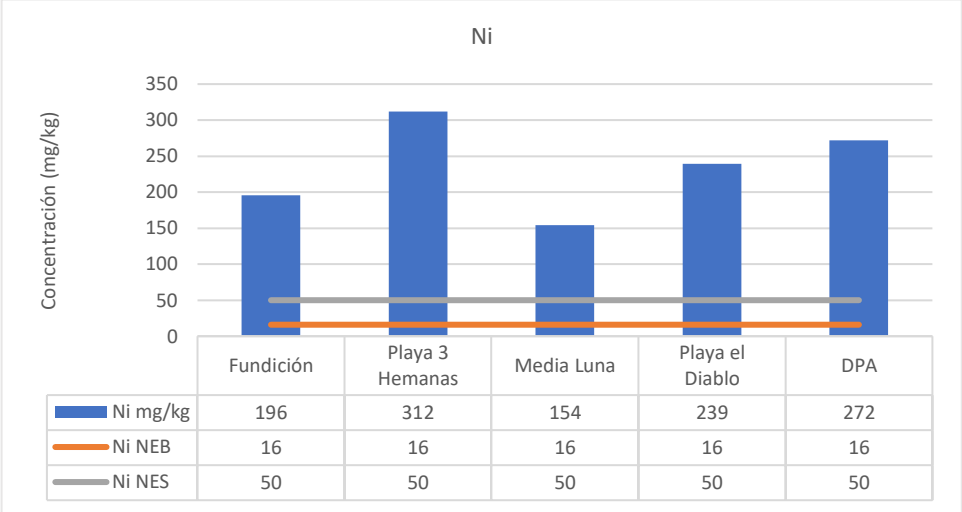
	Fundición	Playa 3 Hemanas	Media Luna	Playa el Diablo	DPA
Cu mg/kg	216	162	99	166	193
Cu NEB	16	16	16	16	16
Cu NES	110	110	110	110	110



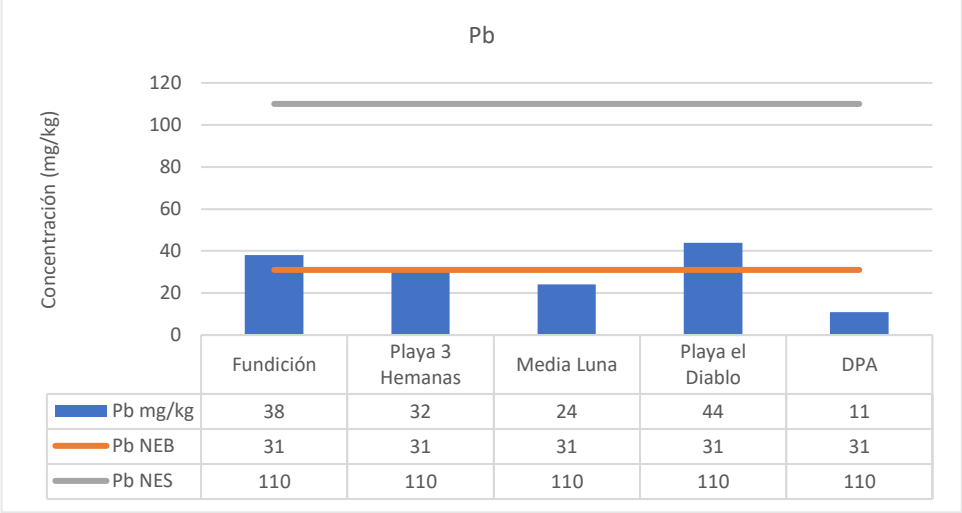
	Fundición	Playa 3 Hemanas	Media Luna	Playa el Diablo	DPA
Mn mg/kg	817	653	710	714	665
Mn NEB	460	460	460	460	460
Mn NES	1100	1100	1100	1100	1100



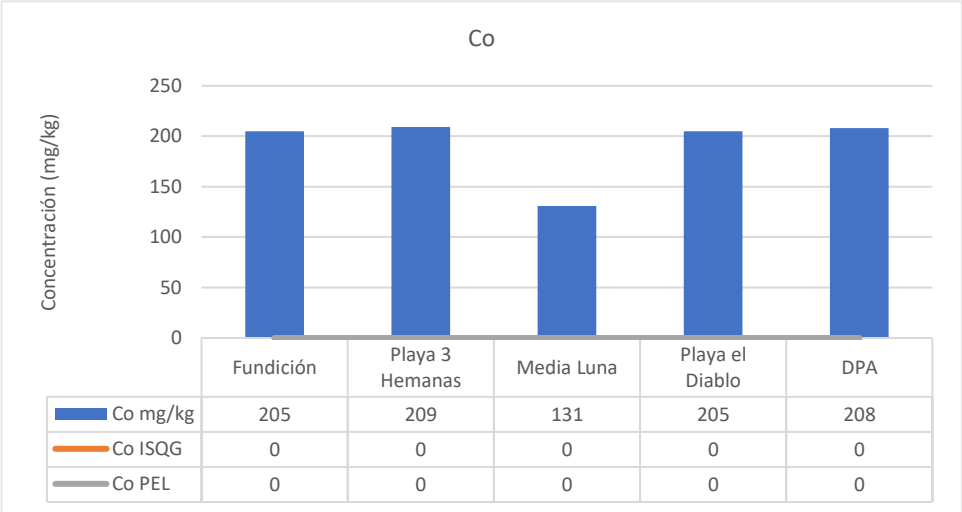
	Fundición	Playa 3 Hemanas	Media Luna	Playa el Diablo	DPA
Zn mg/kg	107	98	83	117	132
Zn NEB	120	120	120	120	120
Zn NES	270	270	270	270	270



	Fundición	Playa 3 Hemanas	Media Luna	Playa el Diablo	DPA
Ni mg/kg	196	312	154	239	272
Ni NEB	16	16	16	16	16
Ni NES	50	50	50	50	50



	Fundición	Playa 3 Hemanas	Media Luna	Playa el Diablo	DPA
Pb mg/kg	38	32	24	44	11
Pb NEB	31	31	31	31	31
Pb NES	110	110	110	110	110



Nota: Las concentraciones de Fe, Zn, Mn, y Pb estuvieron por debajo del Nivel de Efecto Severo. Las concentraciones de Cu sobrepasaron los NES a excepción de la zona denominada Media Luna, sin embargo, sigue estando al limine con una diferencia de 11 mg/kg para estar en el NES. Concentraciones de Ni estuvieron por encima del NES con un pico de 312 mg/kg.

4.3 Pruebas de Normalidad y Homogeneidad

Tabla 8

Prueba de Shapiro Wilk - Playa 3 Hermanas

	Fe	***Mn***	***Ni***	***Co***	***Cu***	***Zn***	***Pb***
W-stat	0,99996212	0,99020151	0,85628251	0,99938226	0,83661325	0,93703656	0,96847415
p-value	0,98824371	0,81063702	0,25739906	0,95252589	0,20527543	0,51559018	0,65908604
Alpha	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Normal	yes	yes	Yes	yes	yes	yes	yes

Nota: Todos los metales analizados tuvieron un valor > a 0.05, lo cual significa que los datos tienen una distribución normal.

Tabla 9

Prueba de Shapiro Wilk - Playa el Diablo

	Fe	***Mn***	***Ni***	***Co***	***Cu***	***Zn***	***Pb***
W-stat	0,9545261	0,99958193	0,75312495	0,80815236	0,83304482	0,76703645	0,88327948
p-value	0,58957735	0,9609457	0,00690511	0,13411219	0,19609867	0,0380168	0,33409716
Alpha	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Normal	yes	yes	no	yes	yes	no	yes

Nota: Los datos muestran una distribución normal en Fe, Mn, Co, Cu y Pb, sin embargo, en Ni y Zn la distribución no es normal.

Tabla 10

Prueba de Shapiro Wilk - Playa Media Luna

	Fe	***Mn***	***Ni***	***Co***	***Cu***	***Zn***	***Pb***
W-stat	0,78639139	0,88205564	0,91141086	0,98175006	0,9669933	0,89521081	0,99551328
p-value	0,08240757	0,33046563	0,42280349	0,74120036	0,65108293	0,37041457	0,87197508
Alpha	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Normal	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes

Nota: Todos los metales analizados tuvieron un valor > a 0.05, lo cual significa que los datos tienen una distribución normal.

Tabla 11

Prueba de Shapiro Wilk - Desembarcadero Pesquero Artesanal

	Fe	***Mn***	***Ni***	***Co***	***Cu***	***Zn***	***Pb***
W-stat	0,92577245	0,95007191	0,783021	0,87526975	0,91019939	0,96109436	0,96013289
p-value	0,47300074	0,56961536	0,07457714	0,31061796	0,41874464	0,62080212	0,61608184
Alpha	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Normal	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes

Nota: Todos los metales analizados tuvieron un valor > a 0.05, lo cual significa que los datos tienen una distribución normal.

Tabla 12

Prueba de Shapiro Wilk - Fundición

	Fe	***Mn***	***Ni***	***Co***	***Cu***	***Zn***	***Pb***
W-stat	0,86456386	0,98753808	0,76529962	0,99495892	0,9500824	0,783021	0,80456286
p-value	0,28022105	0,78635042	0,03409833	0,86428378	0,56966135	0,07457714	0,12543768
Alpha	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Normal	yes	yes	no	yes	yes	yes	yes

Nota: Solo la concentración de Ni no posee una distribución normal.

Tabla 13

Resumen de análisis estadísticos del ANOVA de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Hierro	3	14,181	4,727	7,745089
Manganeso	3	0,26043	0,08681	0,00053315
Niquel	3	0,03771	0,01257	0,000158
Cobalto	3	0,03507	0,01169	0,00013666
Cobre	3	0,04491	0,01497	1,5602E-05
Cinc	3	0,03711	0,01237	5,3361E-06
Plomo	3	0,00549	0,00183	3,3489E-06
Invierno	7	7,6456	1,09222857	8,01029536
Primavera	7	2,08888	0,29841143	0,52691696
Verano	7	4,86724	0,69532	3,16140846

Tabla 14

Análisis de Varianza

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Filas	56,9053524	6	9,48422539	8,56597281	0,00090459	2,99612038
Columnas	2,2055098	2	1,1027549	0,99598735	0,39793617	3,88529383
Error	13,2863724	12	1,1071977			
Total	72,3972346	20				

Nota: Según los resultados de varianza el valor crítico para F en filas (2,99612038) al ser menor a F (8,56597281) se considera respecto a las temporalidades no es variable. Sin embargo, en las columnas el valor critico F (3,88529383) es mayor a F (0,99598735) por lo tanto si existe variabilidad respecto a las concentraciones.

4.4 Discusión de Resultados

Se cuantifico las concentraciones de metales pesados para luego determinar la variación de estas de acuerdo a la temporada muestreada como se tenía planeado en el objetivo general, Fe alcanzo concentraciones de 118 200 mg/kg en la temporada de invierno y con 1 200 mg/kg en primavera, lo cual representa una variación del 9 850%. Es importante reducir las emisiones de hierro y tomar medidas para minimizar su impacto en los ecosistemas marinos. El elemento Mn también presento concentraciones altas en la temporada de invierno llegando hasta 1 921 mg/kg con un mínimo registrado en primavera de 306 mg/kg, registrando una variación de 627.7%. El manganeso es un metal que se encuentra naturalmente en el ambiente, pero en altas concentraciones puede ser tóxico para la vida marina y afectar la salud humana si se consume pescado o mariscos contaminados.

Según el primer objetivo se concluye que la concentración mayor de Fe es de 118 200 mg/kg en la zona denominada “Playa Media Luna”, Mn con 1 921 mg/kg en “Playa Media Luna”, Ni con 365 mg/kg en “Playa 3 Hermanas, Co con 365 mg/kg en “Fundición”, Cu con 551 mg/kg en “Fundición”, Zn con 246 mg/kg en “Playa el Diablo” y Pb con 54 mg/kg en “Playa el Diablo”.

La determinación del segundo objetivo concluye en que el los valores de Fe sobrepasaron el Nivel de Efecto Severo (NES) en la temporalidad de invierno, sin embargo, en la temporada de primavera y verano las concentraciones estuvieron por debajo del NES. En el elemento Mn la concentración de la zona “Media Luna” temporada de invierno fue la única en superar el Mn, sin embargo, en la temporada de primavera y verano las concentraciones estuvieron por debajo del NES. El Ni supero el NES en la temporada de primavera y verano, en la temporada de invierno no se registró concentraciones. En caso del Co no existen concentraciones estandarizadas por la NYSDEC. El Cu sobrepaso el Nivel de Efecto Severo en todas las temporalidades. Las concentraciones de Zn estuvieron por debajo del NES y en el elemento Pb en la temporada de verano y primavera estuvieron por debajo del NES.

De acuerdo al tercer objetivo las concentraciones de Cu en la zona denominada Fundición Southern Copper presento una concentración de 550 mg/kg

mayores al Nivel de Efecto Severo (110 mg/kg), la contaminación por cobre en los ecosistemas marinos puede tener efectos secundarios en la salud humana, especialmente en las comunidades que dependen de la pesca y la acuicultura. El consumo de pescado y mariscos contaminados con cobre puede ser peligroso para la salud humana, y también puede afectar la calidad del agua y los hábitats de los ecosistemas marinos. El Fe llego hasta 118 200 mg/kg, la contaminación por hierro en los ecosistemas marinos puede tener efectos negativos significativos en la salud de los organismos y en la diversidad y estabilidad de los ecosistemas marino. Por el contrario, las concentraciones de Zn (250 mg/kg) y Pb (50 mg/kg) no superan a los estándares de calidad en ninguna de las temporalidades. El Mn presento una concentración de 1 921 mg/kg en invierno en la zona denominada "Media Luna" donde sobrepaso el NES, se comprende que el manganeso puede ser generado por actividades antropogénicas como la minería, la industria en general y la agricultura. El Ni llego hasta 365 mg/kg, la concentración de este metal supero el NES en 2 temporalidades y podría estar ligada a actividades humanas como la minería, la liberación de residuos, la contaminación por Ni puede tener un impacto negativo en la calidad del agua y la salud humana por el consumo de recursos marinos contaminados.

Y por último las diferencias de Fe, Mn, Ni, Co, Cu, Zn y Pb en la zona denominada Playa Tres Hermanas fue de 46 900 mg/kg, 590 mg/kg, 370 mg/kg, 210 mg/kg, 160 mg/kg, 100 mg/kg y 30 mg/kg respectivamente. En la zona "Desembarcadero Pesquero Artesanal" fue de 31 400 mg/kg, 270 mg/kg, 270 mg/kg, 210 mg/kg, 190 mg/kg, 130 mg/kg y 30 mg/kg respectivamente. Playa el Diablo de 32 800 mg/kg, 370 mg/kg, 240 mg/kg, 210 mg/kg, 190 mg/kg, 140 mg/kg y 50 mg/kg. En Media Luna de 88 400 mg/kg, 1 210 mg/kg, 200 mg/kg, 340 mg/kg, 150 mg/kg, 170 mg/kg y 40 mg/kg respectivamente, y Fundición Southern Copper con diferencias de 31 800 mg/kg, 220 mg/kg, 200 mg/kg, 370 mg/kg, 330 mg/kg, 130 mg/kg y 40 mg/kg respectivamente.

V. **CONCLUSIONES**

Según las concentraciones de metales pesados determinadas (Fe, Mn, Ni, Co, Cu, Zn y Pb) se concluye que la hipotesis general aplica o es aceptada en temporadas específicas y solo en algunos metales.

A nivel nacional no existen estándares de calidad de sedimentos marinos para su respectiva comparación por tal razón se procedió a establecer comparación con los estándares de calidad en sedimento marinos de NYSDEC.

Concentraciones de Fe llegaron a 11.82 % o 118 200 mg/kg (Figura 15) en la zona identificada como “Playa Media Luna” (Figura 18). El hierro es un nutriente esencial para muchos organismos marinos, pero cuando se encuentra en niveles elevados puede tener efectos negativos. Por ejemplo, la contaminación por hierro puede causar la proliferación de algas y otros organismos que pueden agotar el oxígeno del agua y crear zonas muertas. Además, el hierro puede acumularse en los tejidos de los organismos marinos y causar daños en su sistema nervioso y reproductivo.

Niveles excedentes a los estándares de calidad en Cu (0.055% o 550 mg/kg) fue en la zona denominada “Fundición Southern Copper” (Figura 20, 21, 22), se comprende que esta empresa minera tiene como objetivo la extracción de cobre. La contaminación por cobre puede tener un efecto tóxico en los organismos marinos, incluyendo peces, moluscos, crustáceos y algas. El cobre puede dañar los sistemas respiratorios, nerviosos y reproductivos de estos organismos, lo que puede llevar a la muerte o la disminución de las poblaciones.

Las temperaturas entre las temporadas (verano, invierno y primavera) oscilaron entre 14 y 22 grados como se muestra en los anexos 2, 3 y 4.

VI. **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar estudios de concentraciones letales para determinar niveles permisibles a nivel nacional.
- Se recomienda investigar a las especies nativas de la zona para determinar la presencia de metales pesados en su organismo.
- Investigar la influencia de los metales pesados sobre la genética de los organismos.
- Se recomienda realizar estudios comparativos con la Reserva Nacional Punta Coles.
- Se recomienda realizar estudios similares en distintas Reservas Nacionales o áreas donde los factores antrópicos sean nulos para así lograr establecer normativas nacionales de calidad en sedimentos marinos.
- Se recomienda realizar monitoreos anuales para adquirir data historia de los metales pesados.
- Se debería considerar el Co ya que es un metal poco estudiado, sin embargo, hay estudios que revelan que concentraciones elevadas hace toxico para los organismos acuáticos.

VII. **BIBLIOGRAFÍA**

AQUA. (2023).

Aramayo, V., & Bernales, A. &. (2018). *Planteamiento sobre necesidades científicas y técnicas, con énfasis en organismos bentónicos y planctónicos del mar peruano.* IMARPE. Obtenido de https://repositorio.imarpe.gob.pe/bitstream/20.500.12958/3303/1/Informe%2045%284%292.pdf

Baggio, R. (2019). *Metales en sedimentos de fondo marino en el área El Rincón: concentración y distribución.* Obtenido de https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/4652/tesis%20Baggio%2c%20romina.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Balasubramanian, A. (2017). Marine Sediments. *ResearchGate*.

Cahuana, L., & Aduvire, O. (2019). *Bioacumulacion de metales pesados en tejidos de vegetacion acuatica y terrestre evaluados en areas donde existen pasivos ambientales mineros en el Perú.* Scielo. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/pdf/mamym/v4n2/v4n2_a02.pdf

Calderón, C., & Jorge, V. (2012). *Contenido de metales en sedimentos y organismos bentónicos de la bahía San Jorge, Antofagasta, Chile.* Obtenido de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47923893011

CEUPE, 2023. (s.f.).

CUN. (s.f.). *Clinica Universidad de Navarra*. Obtenido de https://www.cun.es/

Department of Ecology . (2013). *Sediment Management.* Washington: WAC.

ENAPU. (2023). *Servicios de Carga* . Obtenido de https://www.enapu.com.pe/servicios-a-la-carga/

EPA. (1993). *Selecting Remediation Techniques For Contaminated Sediment.* Ohio. Obtenido de https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi?Dockey=20003Q0N.PDF

EPA. (2021). *Orígenes y consecuencias de la basura acuática.* Obtenido de https://espanol.epa.gov/espanol/origenes-y-consecuencias-de-la-basura-acuatica

ESDA. (2013). *Estudio de Desempeño Ambiental.* Lima: Ministerio del Ambiente. Obtenido de https://www.minam.gob.pe/esda/

FAO. (2002). *Nutricion humana en el mundo en desarrollo.* Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Ferrer, J. (2021). *Verde y Azul*. Obtenido de https://verdeyazul.diarioinformacion.com/los-barcos-contaminan-el-mar-con-la-pintura-de-sus-cascos-segun-dos-estudios.html

Fuentes, M., Astudillo, L., Diaz, A., & Martínez, G. (2010). *Distribución de metales pesados en los sedimentos superficiales del Saco del Golfo de Cariaco, Sucre, Venezuela.* Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v58s3/art12v58s1.pdf

Fuentes, M., Rojas, L., & Diaz, A. &. (2010). *Distribución de metales pesados en los sedimentos superficiales del Saco del Golfo de Cariaco, Sucre, Venezuela.* Venezuela: Scielo. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v58s3/art12v58s1.pdf

Gobierno del Perú. (1991). *Ley para el Crecimiento para la inversión privada.* Perú. Obtenido de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2159611/Decreto%20Legislativo%20N%C2%B0%20757.pdf.pdf

Gobierno Peruano. (1990). *Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales.* Perú. Obtenido de https://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/94/PLAN_94_DL%20N%C2%BA%20613%20C%C3%B3digo%20del%20Medio%20Ambiente%20y%20los%20Recursos%20Naturales_2008.pdf

Gobierno Peruano. (1993). *Constitución Politica del Perú.* Perú. Obtenido de http://www.pcm.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/Constitucion-Pol%C3%ADtica-del-Peru-1993.pdf

GreenFacts. (s.f.). *Hechos sobre la Salud y el Medio Ambiente* . Obtenido de https://www.greenfacts.org/es/index.htm

IAEA. (2021). *Organismo Internacional de Energia Atomica* . Obtenido de https://www.iaea.org/es/temas/contaminacion-del-mar-y-las-costas

Ibárcena, L. (2011). *Estudio de la Contaminación por Metales Ecotóxicos en Sedimentos en la Bahía de Ite, Tacna.* Ciencia & Desarrollo. Obtenido de file:///E:/INFORME%20DE%20TESIS/BIBLIOGRAFIA/memo,+C&D_13_5.pdf

IMARPE. (2010). *Informe de consultoria convenio IMARPE - CPPS.* Obtenido de https://www.minam.gob.pe/comuma/wp-content/uploads/sites/106/2019/04/Calidad-Marina-IMARPE.pdf

Intecoastur. (25 de Enero de 2019). *Intecoastur*. Obtenido de https://www.intecoastur.com/descontaminacionmaritima/contaminacion-marina/#:~:text=Los%20contaminantes%20f%C3%ADsicos%20son%20aquellos,o%20presencia%20de%20part%C3%ADculas%20radiactivas.

Laino, R., Bello, R., Gonzales, M., Ramirez, N., Jimenez, F., & Musalem, K. (2015). Concentración de metales en agua y sedimentos de la cuenca alta del río Grijalva, frontera México-Guatemala. *Scielo*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v6n4/v6n4a4.pdf

Mejía, A. (2009). *Suelos Marinos: Naturaleza y Propiedades.* Mexico : UNAM.

MER-CLUB. (2023). *MER-CLUB*. Obtenido de https://mer-club.eu/the-project/

Ministry of Environment and Energy. (1993). *Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality in Ontario.* Ontario. Obtenido de https://atrium.lib.uoguelph.ca/xmlui/bitstream/handle/10214/15546/OME_guide_aquatic_sed93.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MPI. (s.f.). Obtenido de https://www.gob.pe/institucion/muniilo/informes-publicaciones/2765200-turismo-en-ilo

NOAA. (2008). *Screening Quick Reference Tables.* NOAA.

Ñaña, R., & Villanueva, R. (2021). *Estado de Contaminación del Medio Marino por Contaminantes Orgánicos Persistentes.* . Lima: Universidad Cesar Vallejo.

OEFA. (2014). *Fiscalización ambiental en aguas residuales* . Lima: MINAM.

Pabon, E., Benitez, R., Sarria-Villa, A., & Gallo, A. (2020). Contaminación del agua por metales pesados, métodos de análisis y tecnologías de remoción. *Scielo*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/pdf/ecei/v14n27/1909-8367-ecei-14-27-9.pdf

Perú LNG. (s.f.). *Programa de Monitoreo Marino.* Obtenido de https://perulng.com/wp-content/uploads/2016/04/1.-Programa-de-Monitoreo-Marino.pdf

Port Of London. (2022). *Port Of London Authority*. Obtenido de https://www.pla.co.uk/Environment/Canadian-Sediment-Quality-Guidelines-for-the-Protection-of-Aquatic-Life

PRODUCE . (2018). Plan de supervisión de la gestión administrativa de los desembarcaderos pesqueros artesanales no transferidos .

RAE. (s.f.). *Real Academia Española*. Obtenido de https://www.rae.es/

Rivera, B. (s.f.). *LINAN*. Obtenido de http://www.linan-ipicyt.mx/Espectroscopia_de_fluorescencia.html

Sánchez, G., Enríquez, E., Morón, O., & Solis, J. &. (1998). Caracteristicas del medio marino, fuentes y evaluacion de la contaminacion en la Bahía de Ilo, costa de Ite a río Sama. *Instituto del mar del Perú*.

TECHLAB. (2022). Obtenido de https://rptechlab.com/productos/fluorescencia-de-rayos-x-wdxrf-marca-rigaku-supermini200/

TECHNOLOGIES, B. (2023). *BEKO TECHNOLOGIES SPAIN*. Obtenido de https://www.beko-technologies.com/es-es/

Tettler Toledo. (s.f.). *Tettler Toledo*. Obtenido de https://www.mt.com/mx/es/home/applications/L1_AutoChem_Applications/L2_ParticleProcessing/Formulation_Flocculation.html#overviewaf

Valdés, J. C. (2014). Evaluación de la calidad ambiental de los sedimentos marinos en el sistema de bahías de Caldera (27°S), Chile. *Scielo*. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/pdf/lajar/v42n3/art10.pdf

Windguru. (2022). Obtenido de https://www.windguru.cz/archive.php?id_spot=52621&id_model=3&date_from=2022-01-01&date_to=2022-10-19

VIII. **ANEXOS**

ANEXO 1

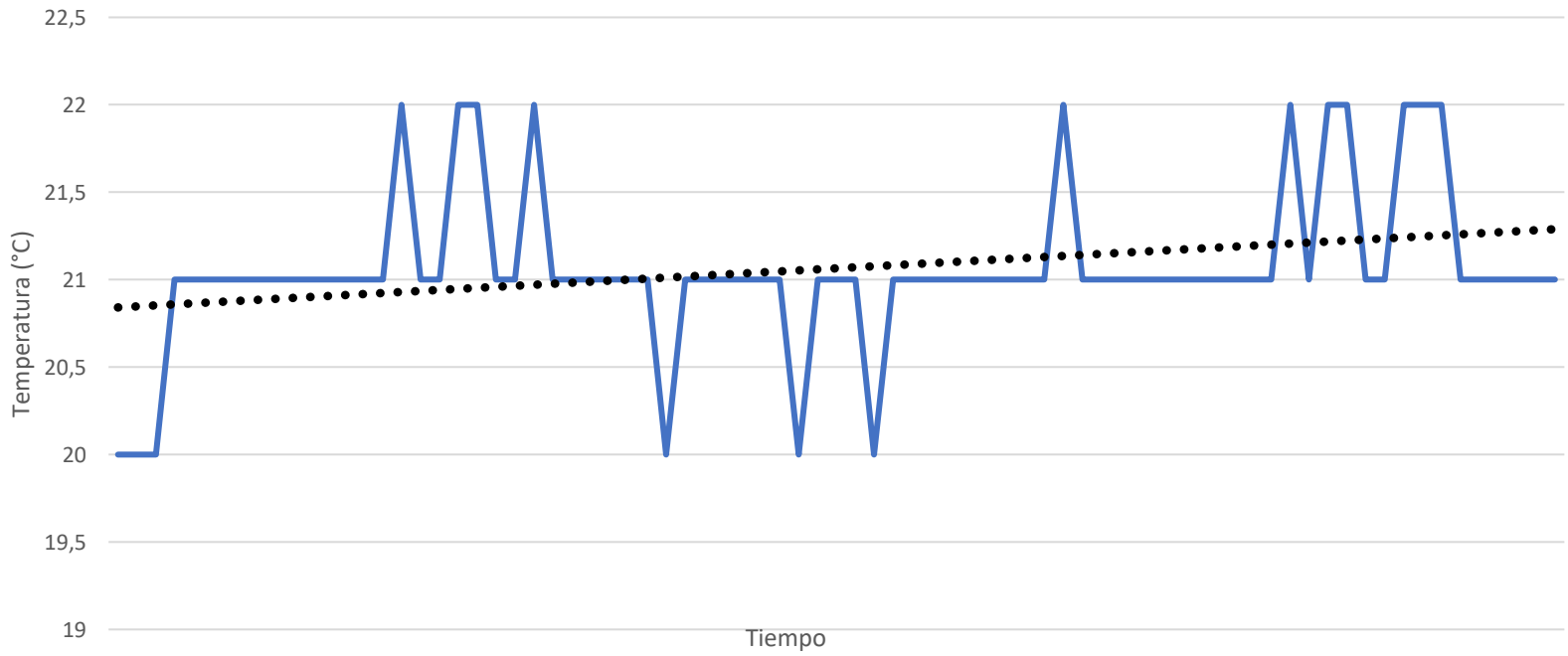
Estándares de calidad para metales pesados en sedimentos marinos

Metal	Nivel de Efecto Bajo (mg/kg)	Nivel de Efecto Severo (mg/kg)
Hierro	20000	40000
Manganeso	460	1100
Niquel	16	50
Cobalto	0	0
Cobre	16	110
Cinc	120	270
Plomo	31	110

Nota: Datos tomados de "New York State Department of Environmental Conservation Division of Fish" la presente tabla hay valores de nivel de efecto bajo y severo,

ANEXO 2

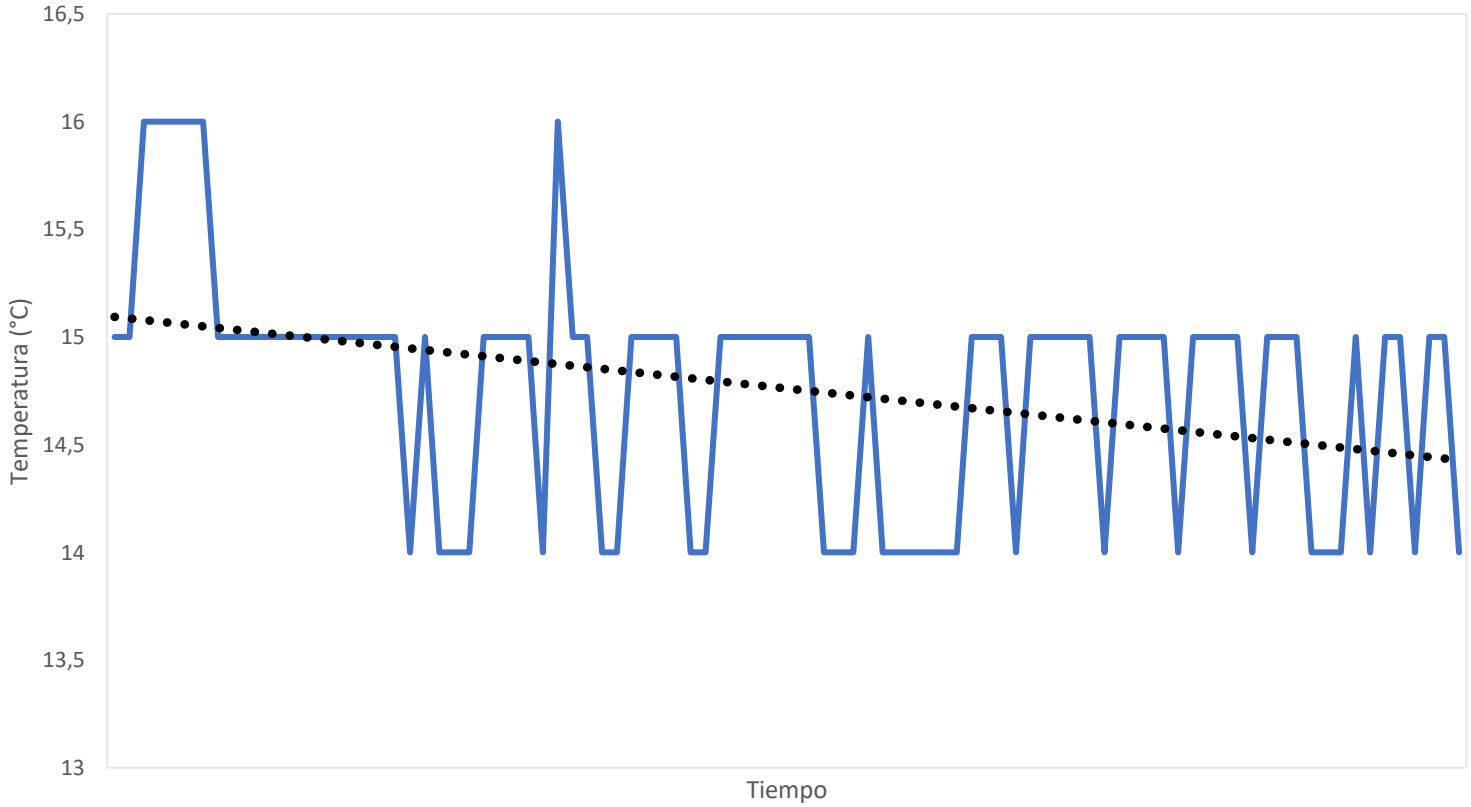
Temperatura del litoral de Ilo – verano



Fuente: (Windguru, 2022).

ANEXO 3

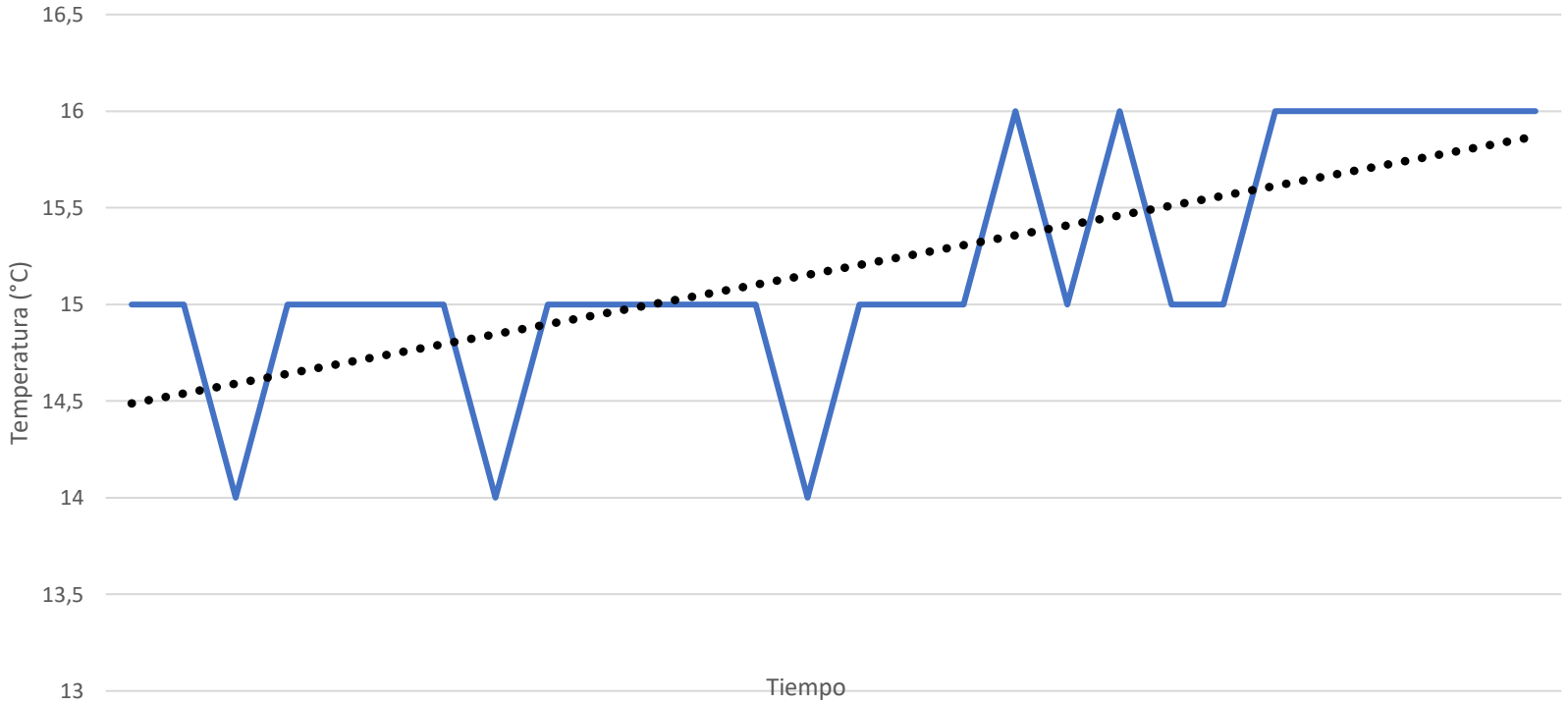
Temperatura del litoral de Ilo - invierno



Fuente: *(Windguru, 2022)*.

ANEXO 4

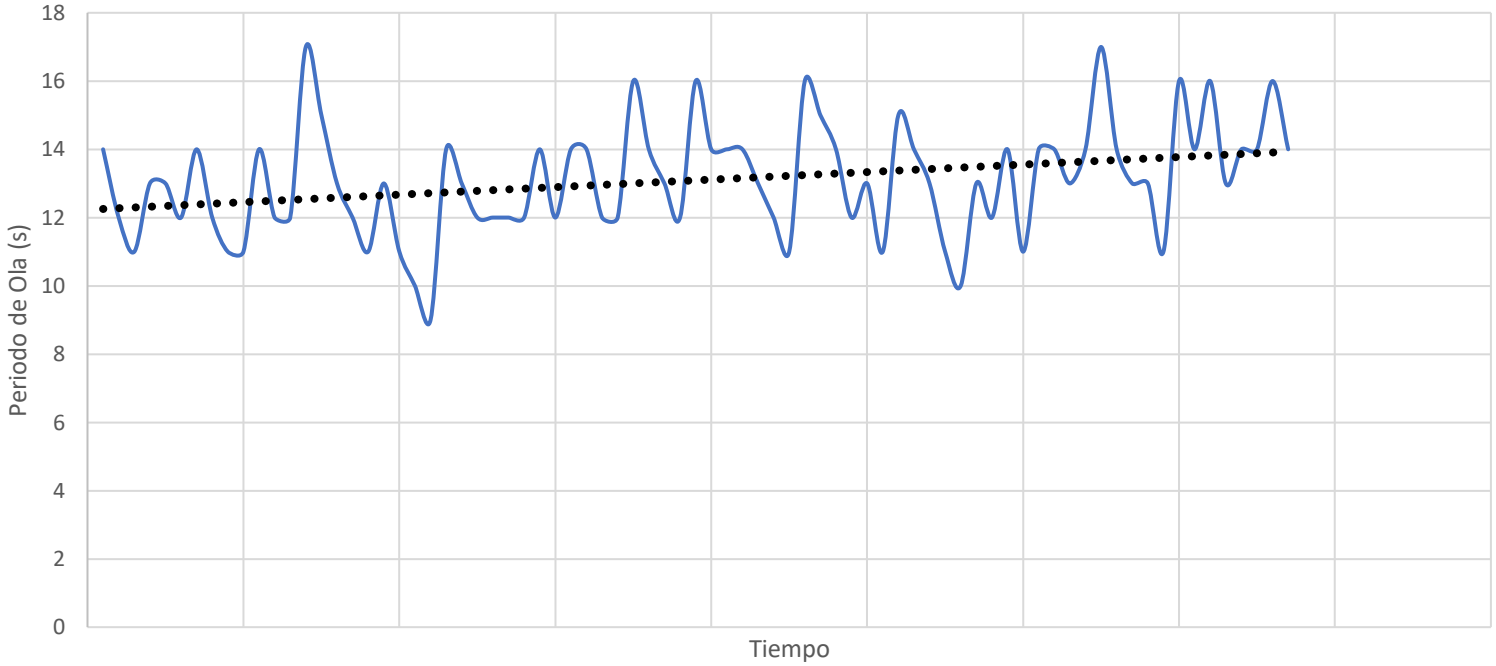
Temperatura del litoral de Ilo - primavera



Fuente: (Windguru, 2022).

ANEXO 5

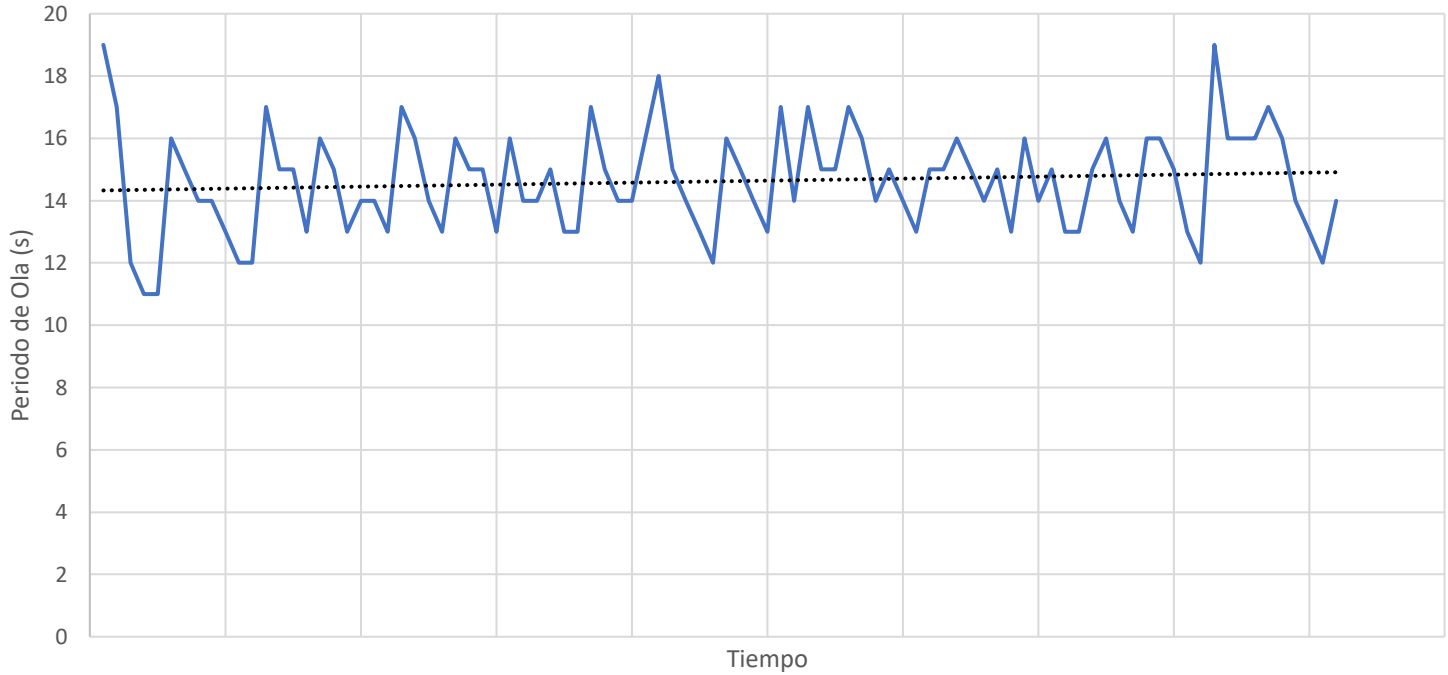
Periodo de Ola del Litoral de Ilo - verano



Fuente: (Windguru, 2022).

ANEXO 6

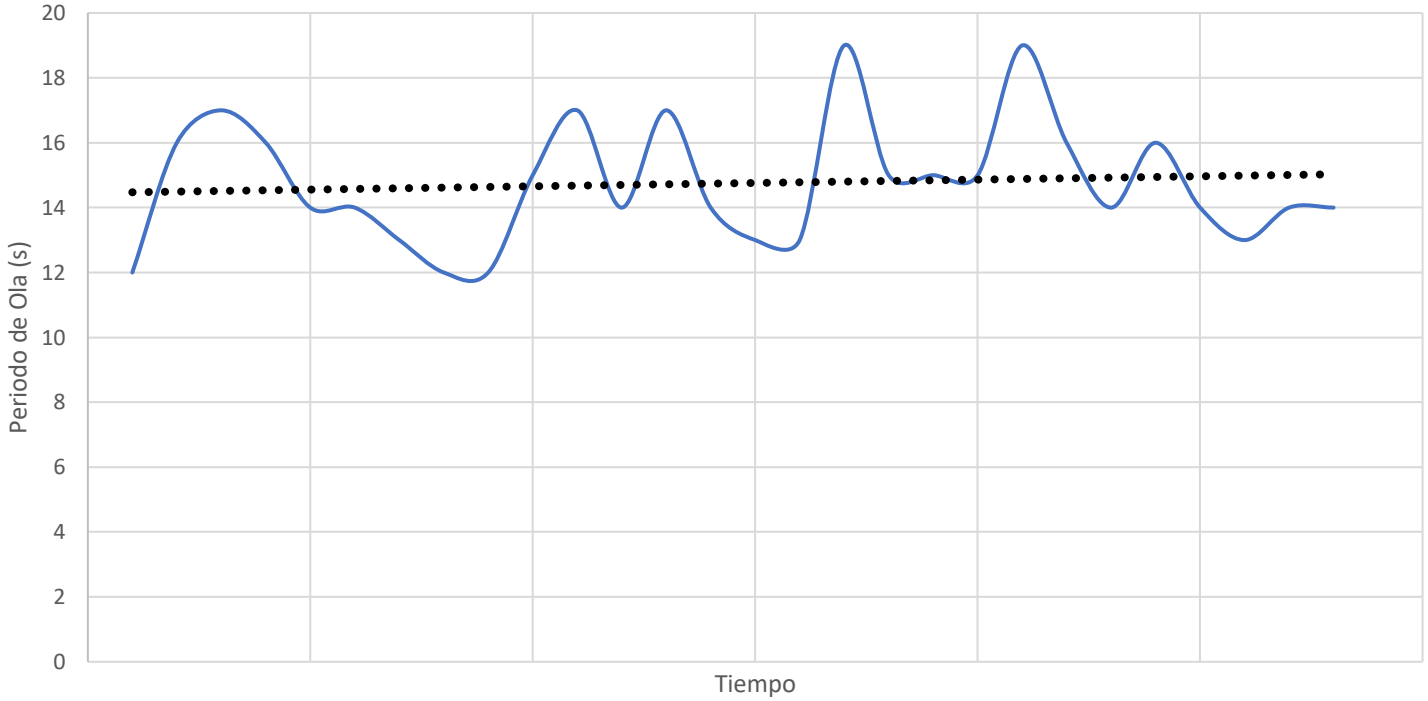
Periodo de Ola del Litoral de Ilo - invierno



Fuente: (Windguru, 2022)

ANEXO 7

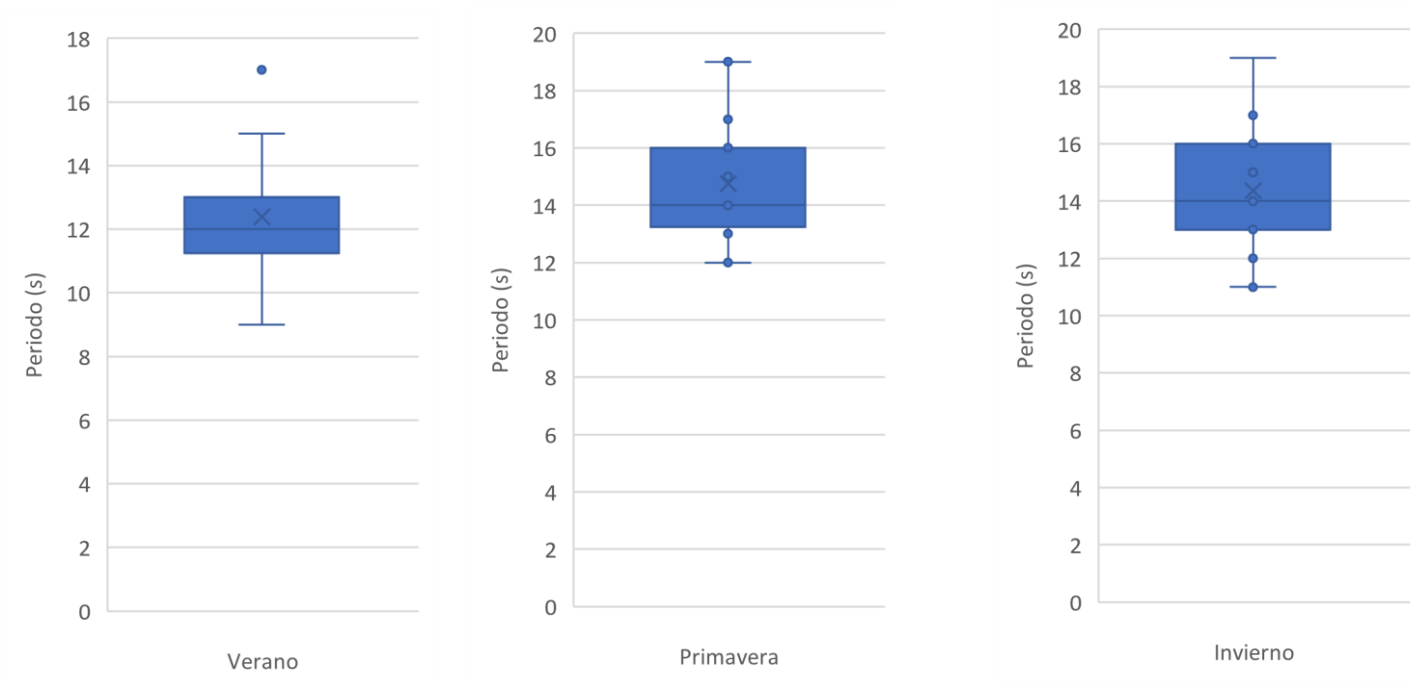
Periodo de Ola del Litoral de Ilo - primavera



Fuente: (Windguru, 2022)

ANEXO 8

Gráfico de cajas y bigotes de temperatura de periodo de olas – verano, primavera e invierno



Fuente: (Windguru, 2022)

"UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

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	: Jose Carlos Orestes Centon Luna
DNI/Carnet de Extranjería/Pasaporte N°	: 73252348
Correo electrónico	: jccenton5@gmail.com
Teléfono/Celular	: 953530111

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: Evaluación longitudinal de las concentraciones de metales pesados en ecosistemas marinos costeros en zonas con impacto antrópico utilizando Fluorescencia de Rayos X en sedimento marino del litoral 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) : 1.05.11 -- Oceanografía, Hidrología, Recursos hídricos
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 : 73252348
NOMBRES Y APELLIDOS : Jose Carlos Orestes Centon Luan

"UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

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 : 73252348

NOMBRES Y APELLIDOS : Jose Carlos Orestes Centon Luna

FECHA : 12 de septiembre del 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

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

Yo, **Jose Carlos Orestes Centon Luna**, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera, de la Universidad Nacional de Moquegua, identificado (a) con DNI: Nº **73252348**, autor(a) de la Tesis / Trabajo de suficiencia profesional titulado **"Evaluación longitudinal de las concentraciones de metales pesados en ecosistemas marinos costeros en zonas con impacto antrópico utilizando Fluorescencia de Rayos X en sedimento marino del litoral 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, 12 de septiembre del 2023



Huella digital

Nombres y Apellidos: José Carlos Orestes Centon Luna
DNI: 73252348

15

Ouriginal
by Turnitin

Document Information

Analyzed document	Infor_Final_Jose Carlos RxR.docx (D154358439)
Submitted	12/22/2022 4:00:00 PM
Submitted by	RENEE MAURICIO CONDORI APAZA
Submitter email	rcondoria@unam.edu.pe
Similarity	2%
Analysis address	rcondoria.unampe@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA **Universidad Nacional de Moquegua / TESIS INFORME TERMINADO Norka y Maritza.pdf**
Document TESIS INFORME TERMINADO Norka y Maritza.pdf (D152999026)
Submitted by: rcondoria@unam.edu.pe
Receiver: rcondoria.unampe@analysis.urkund.com — 2

SA **Universidad Nacional de Moquegua / 47-Texto del artículo-70-1-2-20210424.docx**
Document 47-Texto del artículo-70-1-2-20210424.docx (D108412506)
Submitted by: fondoeditorial@unam.edu.pe
Receiver: fondoeditorial.unampe@analysis.urkund.com — 1

W URL: https://atrium.lib.uoguelph.ca/xmlui/bitstream/handle/10214/15546/OME_guide_aquatic_sed93.pdf?...
Fetched: 12/22/2022 4:02:00 PM — 1

SA **Universidad Nacional de Moquegua / plan de tesis NORKA LISETT GOMEZ PACCO.pdf**
Document plan de tesis NORKA LISETT GOMEZ PACCO.pdf (D131329846)
Submitted by: jramost@unam.edu.pe
Receiver: jramost.unampe@analysis.urkund.com — 1

SA **TESIS MAGALLANES-SUCUY 2DA REVISION.docx**
Document TESIS MAGALLANES-SUCUY 2DA REVISION.docx (D70028032) — 1

SA **Art8.docx**
Document Art8.docx (D149200010) — 1

SA **Tema de tesis Liesi Lino 15 octubre.docx**
Document Tema de tesis Liesi Lino 15 octubre.docx (D11904928) — 1

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA TITULO Evaluación longitudinal de las concentraciones de metales pesados en ecosistemas marinos costeros en zonas con impacto antrópico utilizando Fluorescencia de Rayos X en sedimento marino del litoral de Ilo, Perú TESIS PRESENTADO POR: Bach. Jose Carlos Orestes Centon Luna
ASESOR Y COASESOR: Jose Luis Ramos Tejeda Renee Mauricio Condori Apaza
PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO PESQUERO
ILO - 2022
A mi madre Hilda Luna, padre Orestes Centon, mi queria hermana mayor Karina que siempre estuvo pendiente de mi y mi pequeña Flavia por motivarme a continuar con mis objetivos.
DEDICATORIA
AGRADECIMIENTOS A mi acogedora casa de estudios
la Universidad Nacional de Moquegua y a la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
COMISIÓN ORGANIZADORA

RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA
N.º 962-2023-UNAM

Moquegua, 10 de Octubre del 2023.

VISTOS, El Informe N.º 687-2023-SEGE-PRES/UNAM de fecha 03.10.2023, el Informe N.º 0463-2023-FACIA/VIPAC/UNAM de fecha 18.09.2023, el Informe N.º 287-2023-EPIP/FACIA/VIPAC/UNAM de fecha 12.09.2023; y, el Acuerdo de Sesión Extraordinaria Presencial de Comisión Organizadora de fecha 10 de octubre del 2023, y;

CONSIDERANDO:

Que, el párrafo cuarto del artículo 18º de la Constitución Política del Estado, concordante con el artículo 8º de la Ley Nº 30220, Ley Universitaria, reconoce la autonomía universitaria, en el marco normativo, de gobierno, académico, administrativo y económico, que guarda concordancia con el Artículo 7º del Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua.

Que, el artículo 45º de la Ley Nº 30220, Ley Universitaria, dispone que: "*La obtención de grados y títulos se realiza de acuerdo a las exigencias académicas que cada universidad establezca en sus respectivas normas internas. Los requisitos mínimos son los siguientes: numeral 45.2 Título Profesional: requiere del grado de Bachiller y la aprobación de una tesis o trabajo de suficiencia profesional. Las universidades acreditadas pueden establecer modalidades adicionales a estas últimas (...).* Del mismo modo el Artículo 59º, numeral 59.9 de la citada Ley establece que es atribución del Consejo Universitario conferir los Grados Académicos y Títulos Profesionales (...), y de conformidad a la Resolución Viceministerial Nº 244-2021-MINEDU, para el caso de la Universidad Nacional de Moquegua, con Licenciamiento Institucional, lo ejerce el Pleno de la Comisión Organizadora.

Que, el artículo 14º del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, aprobado mediante Resolución de Comisión Organizadora Nº 1153-2021 de fecha 21.12.2021 señala: "*Formas de Obtención del Título Profesional: Para obtener el Título Profesional, los Bachilleres pueden optar por una de las siguientes modalidades de titulación:* ***a. Presentación, sustentación y aprobación de una Tesis.*** *b. Presentación, sustentación y aprobación de un Trabajo de Suficiencia Profesional, el mismo que estará sustentado en la experiencia mínima de dos (2) años consecutivos o acumulativos en el ejercicio de labores vinculadas a la Carrera Profesional, después de haber obtenido el Grado Académico de Bachiller. c. Examen Profesional; aprobando el examen cuyas áreas y materias fije cada escuela profesional. d. Otras modalidades que sean otorgadas por Ley o normas reglamentarias.*

Que, mediante Informe N.º 287-2023-EPIP/FACIA/VIPAC/UNAM de fecha 12.09.2023, el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera, remite la Carpeta de Titulación bajo la modalidad de Tesis para otorgar el Título Profesional al bachiller JOSE CARLOS ORESTES CENTON LUNA, quien ha aprobado por unanimidad la sustentación de Tesis: "EVALUACIÓN LONGITUDINAL DE LAS CONCENTRACIONES DE MATELES PESADOS EN ECOSISTEMAS MARINOS COSTEROS EN ZONAS CON IMPACTO ANTROPICO UTILIZANDO FLUORESCENCIA DE RAYOS X EN SEDIMENTO MARINO DEL LITORAL DE ILO, PERÚ", según Acta de Sustentación de fecha 30 de marzo del 2023, cumpliendo satisfactoriamente los requisitos legales y reglamentarios exigidos por la Universidad en su Reglamento de Grados y Títulos para la obtención del Título Profesional.

Que, con Informe Nº 687-2023-SEGE-PRES/UNAM de fecha 03.10.2023, el Secretario General de la UNAM, emite la conformidad del expediente del mencionado Bachiller, y solicita su inclusión en la agenda de Sesión de Comisión Organizadora.

Que, la Comisión Organizadora de la Universidad Nacional de Moquegua, en Sesión Extraordinaria Presencial de fecha 10 de octubre del 2023, por UNANIMIDAD acordó: CONFERIR el Título Profesional de Ingeniero Pesquero al bachiller JOSE CARLOS ORESTES CENTON LUNA, con Código Nº 2017206006.

Que, estando a las consideraciones precedentes y en uso de las atribuciones que concede la Ley Universitaria Nº 30220, Resolución Viceministerial Nº 244-2021-MINEDU, modificado con Resolución Viceministerial Nº 055-2022-MINEDU, el Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua aprobado con Resolución de Comisión Organizadora Nº 578-2021-UNAM de fecha 22 de junio del 2021.

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. – CONFERIR, el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO PESQUERO** al **Bachiller JOSE CARLOS ORESTES CENTON LUNA**, con Código Nº 2017206006.

ARTÍCULO SEGUNDO. - AUTORIZAR, a Secretaría General de la Universidad Nacional de Moquegua, expedir y registrar el Diploma correspondiente para su otorgamiento.

Regístrese. Comuníquese, Publíquese y Archívese.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA – UNAM – PRESIDENCIA

DR. ROBERTO H. CASTAÑEDA TERRONES
PRESIDENTE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA – UNAM – SECRETARIA GENERAL

ABOG. GUILLERMO S. KUONG CORNEJO
SECRETARIO GENERAL

Presidencia
VIPAC
VPI
EPIP
FACIA
SEGE-UGT
DASA
OTI
Interesado

IJCD/Esp.
Arch. (2)