



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**CARACTERIZACIÓN, CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA Y
ELABORACIÓN DE MONOLITOS DE SUELOS EN LA COSTA
SUR DEL PERÚ**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. VICTOR MANUEL ZURITA FLORES

Bach. CRISTIAN PAUL MARTINES QUINTEROS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2024



VICTOR MANUEL, CRISTIAN PAUL ZURITA FLORES... CARACTERIZACIÓN, CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA Y ELABORACIÓN DE MONOLITOS DE SUELOS EN LA COSTA SU...

Universidad Nacional del Altiplano

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid::8254:412394612

100 Páginas

Fecha de entrega
3 dic 2024, 9:20 p.m. GMT-5

15,351 Palabras

Fecha de descarga
3 dic 2024, 9:22 p.m. GMT-5

82,975 Caracteres

Nombre de archivo
TESIS FINAL 03-12-24...pdf

Tamaño de archivo
4.8 MB


Sandro Sardón Niza
INGENIERO AGRÓNOMO
CIP. 14207


Dr. Manuel Alfredo Callohuanca P.
Cod. 82081 CIP: 24042





17% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 12 palabras)

Fuentes principales

- 16% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 2% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Sandro Sardón Nina
INGENIERO AGRÓNOMO
CIP. 14202^o



Dr. Manuel Alfredo Callahuanca P.
Cod. 82081 CIP: 24042





DEDICATORIA

*A Dios, fuente infinita de sabiduría y
guía.*

*A mi madre Graciela Quinteros y mi
padre Wilber Turpo y mis hermanos
Jessica y Piero, cuyo apoyo
incondicional, su fe y confianza han
sido mi mayor inspiración.*

*A todas las personas que me apoyaron
con la elaboración de esta tesis, con su
apoyo incondicional, conocimientos y
porque estuvieron presentes en todo
momento, para poder culminar con mi
proyecto de tesis.*

*A mis amigos y seres queridos, por su
paciencia, aliento y comprensión
durante toda esta travesía, gracias.*

Cristian Paul Martines Quinteros



A Dios todo poderoso, por haber iluminado mi camino y brindarme fortalezas en momentos de tempestad y sabiduría para concluir esta maravillosa etapa de mi vida.

Con mucho cariño a mis queridos tíos Fredy Marca y Eliana Flores por su incansable apoyo moral e incondicional en mi formación profesional, gracias por todos aquellos consejos que me brindaron. Gracias tía por creer y confiar en mí, tus palabras de aliento y abrazos me dieron la motivación para superar muchos desafíos, gracias por nunca dejarme solo.

Con mucho amor y cariño a mi madre Betty Flores Layme por haberme apoyado y ser mi guía en esta bonita etapa académica, por enseñarme a nunca rendirme en la vida y sobre todo ser fuerte y perseverante, gracias por tus consejos mama sin ti nada de esto hubiera sido posible. Asimismo, a mis hermanos y hermanas por formar parte de mi inspiración. Los amo y agradezco infinitamente.

A mis abuelos Calixto y Jesusa Layme, por estar siempre ahí para mí hasta el día de hoy.

Victor Manuel Zurita Flores



AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida y por brindarme la oportunidad de ser quien somos.

A la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, por haberme brindado una formación profesional gracias a las enseñanzas de sus docentes por los conocimientos impartidas durante mi formación profesional.

A mi director de tesis M.Sc. Sandro Sardón Nina, por su acertada dirección, orientación y asesoramiento incondicional durante la ejecución hasta la culminación del presente proyecto de investigación.

A los compañeros Jhiorshi Pari C., Jhonatan Manani N. y Maryli por el apoyo incondicional en campo y trabajo de laboratorio.

Finalmente, a todas aquellas personas que directa e indirectamente me han apoyado durante la ejecución del proyecto de investigación.

Victor Manuel Zurita Flores

Cristian Paul Martines Quinteros



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	15
ABSTRACT.....	16
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. OBJETIVO GENERAL	18
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN.....	19
2.2. MARCO TEÓRICO	24
2.2.1. Geomorfología de las zonas áridas.....	24
2.2.2. Geoformas de las zonas áridas de la costa peruana.....	25
2.2.3. Degradación de suelos en la costa.....	28
2.2.4. Procesos de degradación de suelos en la costa.....	29
2.2.5. Clasificación de suelos	34



2.2.6. Clasificación taxonómica de suelos	35
2.2.7. Monolitos de suelos.....	39
2.2.8. Impregnantes para la conservación de los monolitos.....	39

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ZONA DE ESTUDIO.....	41
3.2. MATERIALES Y EQUIPOS.....	42
3.2.1. Materiales	42
3.2.2. Equipos	43
3.2.3. Soluciones	44
3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	44
3.4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	44
3.4.1. Metodología para la caracterización de suelos.....	44
3.4.2. Metodología para la clasificación taxonómica.....	44
3.4.3. Metodología para la elaboración de monolitos	45

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZAR Y CLASIFICAR LOS SUELOS SEGÚN LA SOIL TAXONOMY PARA CONOCER LA VARIABILIDAD DE SUELOS.....	51
4.1.1. Suelo Yarada - Los Palos	51
4.1.2. Suelo Yalata - Sama	52
4.1.3. Suelo Omo - Moquegua	54
4.1.4. Comparación descriptiva de las características de las tres calicatas de suelo en Tacna Yarada - Los Palos, Yalata - Sama y Moquegua – Omo.....	56
4.1.5. Clasificación de los suelos según el Soil Taxonomy	58



4.2.	ELABORAR MONOLITOS EN SUELOS REPRESENTATIVOS DE LAS REGIONES DE MOQUEGUA Y TACNA	61
4.2.1.	Suelo de la región Tacna, Yarada - Los Palos.....	61
4.2.2.	Suelo de la región Tacna, Sama - Yalata	62
4.2.3.	Suelo de la región de Moquegua, Omo	63
V.	CONCLUSIONES.....	65
VI.	RECOMENDACIONES.....	67
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
	ANEXOS.....	72

ÁREA : Ciencias Agrarias

TEMA : Manejo de suelos y conservación de los sistemas ecosistémicos

Fecha de sustentación: 12 de diciembre del 2024



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Nomenclatural de Soil Taxonomy	35
Tabla 2 Textura y propiedades físicas de suelo Yarada - Los Palos (CAL – 1)	51
Tabla 3 Propiedades químicas y fisicoquímicas del suelo Yarada - Los Palos (CAL - 1)	52
Tabla 4 Propiedades de sorción de suelo Yarada - Los Palos (CAL – 1)	52
Tabla 5 Textura y propiedades físicas del suelo Yalata - Sama (CAL – 2)	53
Tabla 6 Propiedades químicas y fisicoquímicas del suelo Yalata - Sama (CAL – 2)	54
Tabla 7 Propiedades de sorción de suelo de la Yalata - Sama (CAL – 2)	54
Tabla 8 Textura y propiedades físicas de suelo denominado Omo – Moquegua (CAL – 3)	55
Tabla 9 Propiedades químicas y fisicoquímicas del suelo denominado Omo – Moquegua (CAL-3)	55
Tabla 10 Propiedades de sorción de suelo denominado Omo – Moquegua (CAL – 3)	56
Tabla 11 Clasificación natural de los suelos según la Soil Taxonomy	58



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Áreas afectadas por mal drenaje y salinidad (MIDAGRI, 1998-2002).....	32
Figura 2 Mapa de ubicación de los puntos de muestreo	42



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1 Descripción del perfil de suelo Yarada – Los Palos (Calicata N° 1).....	72
ANEXO 2 Paisaje del área de estudio Yarada - Los Palos (Calicata N° 1)	74
ANEXO 3 Perfil de suelo Yarada – Los Palos (Calicata N° 1).....	75
ANEXO 4 Descripción del perfil de suelo Yalata - Sama (Calicata N°2)	76
ANEXO 5 Paisaje del área de estudio Yalata - Sama (Calicata N°2).....	77
ANEXO 6 Perfil de suelo Yalata - Sama (Calicata N° 2)	77
ANEXO 7 Descripción del perfil de suelo denominado Omo - Moquegua (Calicata N°3)	78
ANEXO 8 Evidencias fotográficas.....	79



ACRÓNIMOS

$Al^{3+} + H^{+}$:	Aluminio + Hidrógeno
Ca^{2+} :	Calcio
$CaCO_3$:	Carbonato de calcio
CE:	Conductividad Eléctrica
CIC:	Capacidad de Intercambio Catiónico
CIRS:	Centro de Información y Referencia de Suelos
CISP:	Centro de Interpretación de Suelos del Pirineo
CRISAP:	Centro de Referencia e Información de Suelos de la Amazonía Peruana
Da:	Densidad Aparente
FCA:	Facultad de Ciencias Agrarias
GEOCATMIN:	Sistema de Información Geológico y Catastral Minero
GPS:	Sistema de Posicionamiento Global
GSR:	Grupos de Suelos de Referencia
INGEMMET:	Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico
INRENA:	Instituto Nacional de Recursos Naturales
IUSS:	Unión Internacional de Ciencias del Suelo
K^{+} :	Potasio
Mg^{2+} :	Magnesio
MIDAGRI:	Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego
Na^{+} :	Sodio
NRCS:	Servicio de Conservación de los Recursos Naturales
PSI:	Porcentaje de Sodio intercambiable



pH:	Potencial de Hidrógeno
SB:	Saturación de Bases
UNA:	Universidad Nacional del Altiplano
USDA:	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
UTM:	Universal Transverse Mercator
WRB:	World Reference Base for Soil Resources.



RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el departamento de Moquegua y Tacna, en los distritos de Moquegua, Yarada y Sama, con los objetivos específicos de: 1) caracterizar y clasificar los suelos según la soil taxonomy para conocer la variabilidad de suelos en tacna y moquegua. 2) Elaborar monolitos de suelos representativos de las regiones de Moquegua y Tacna. Los resultados de caracterización, clasificación y elaboración fueron: Los tres suelos se clasificaron como orden Entisol, con régimen arídico y con muy ligero desarrollo pedogenético según la Soil Taxonomy. En el suelo Yarada Los Palos, presentó un desarrollo pedogenético muy ligero teniendo el horizonte Ap, con epipedón ócrico, y se clasificó como suborden Psamments. El suelo Yalata – Sama presentó una discontinuidad litológica a los 50cm, el cual contiene una gran acumulación de sales en el horizonte R y esta se encuentra sobre un depósito aluvial y fue clasificado en sub grupo Lithic Torriorthents. En cuanto al suelo de Omo en Moquegua, presenta un desarrollo pedogenético muy ligero y fue clasificado en sub orden Fluvents y fue la única calicata que presentó al contenido de carbonatos (CaCO_3) en sus horizontes. En la elaboración de monolitos se realizó con la aplicación de la goma de carpintero que permitió apreciar los atributos de los horizontes que lo componen en su disposición natural, así mismo identificar estructuras, texturas, colores, aspectos que proporcionan evidencia para su análisis de su formación pedogenética y funcionamiento para su presentación fue instalada en un soporte de melamina.

Palabras clave: Clasificación, Epipedón, Monolitos, Pedogenético, Soil Taxonomy.



ABSTRACT

The research work was carried out in the department of Moquegua and Tacna, in the districts of Moquegua, Yarada and Sama, with the specific objectives of: 1) characterizing and classifying the soils according to soil taxonomy in order to know the variability of soils in Tacna and Moquegua. 2) Elaborating representative soil monoliths of the regions of Moquegua and Tacna. The results of characterization, classification and elaboration were: The three soils were classified as order Entisol, with aridic regime and with very slight pedogenetic development according to the Soil Taxonomy. In the Yarada Los Palos soil, it presented a very slight pedogenetic development having the Ap horizon, with ochric epipedon, and was classified as suborder Psamments. The Yalata – Sama soil presented a lithological discontinuity at 50 cm, which contains a large accumulation of salts in the R horizon and this is located on an alluvial deposit and was classified in the Lithic Torriorthents subgroup. As for the Omo soil in Moquegua, it presents a very light pedogenetic development and was classified in the Fluvents suborder and was the only pit that presented carbonate content (CaCO_3) in its horizons. In the elaboration of monoliths, it was done with the application of carpenter's gum that allowed to appreciate the attributes of the horizons that compose it in its natural disposition, as well as to identify structures, textures, colors, aspects that provide evidence for its analysis of its pedogenetic formation and function for its presentation it was installed on a melamine support.

Keywords: Classification, Epipedon, Monoliths, Pedogenetic, Soil Taxonomy.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso limitado, que puede perderse o degradarse; por lo tanto, considerado no renovable a corto plazo. Por consiguiente, el suelo es un elemento clave para el desarrollo agrícola y la sostenibilidad ambiental, ya que constituye la base para la producción de alimentos, forrajes, combustibles y ofrece servicios ecosistémicos cruciales (Porta et al., 2011).

Los monolitos son herramientas muy útiles para la difusión, educación sobre el suelo y sus relaciones con el medio ambiente y los seres humanos. Mediante la observación directa de los monolitos, se pueden analizar aspectos morfológicos del suelo, como su color, textura, granulometría, estructura, actividad biológica, tipos de horizontes y capas (incluyendo su grosor y disposición), la profundidad de la actividad radicular, la influencia de la fauna del suelo, la presencia de inclusiones y otras propiedades (Stalin et al., 2007).

La clasificación de suelos son el principio de la economía, que busca ofrecer la mayor información con el menor esfuerzo para clasificar de forma útil y viable el principio de estructura, que busca ordenarlos para facilitar su comprensión y procesamiento de información (Buol et al., 2011).

En este trabajo se realizó la clasificación de manera que nos permitió organizar el conocimiento, diferenciar y comprender los diversos tipos de suelos, recordar sus propiedades, establecer subdivisiones de los suelos analizados de forma práctica, con la finalidad de predecir los procesos de formación del suelo, identificando sus usos más



adecuados, evaluar su productividad y aplicar los resultados de investigaciones sobre suelo (Buol et al., 2011).

Los sistemas de clasificación de suelos más comunes a nivel global incluyen la Clasificación de Suelos de Estados Unidos conocida como la Taxonomía de Suelos (Soil Taxonomy). Este sistema se enfoca en los taxones, que se distinguen por sus propiedades diagnósticas como epipedones y endopedones, considerando también los regímenes de temperatura y humedad.

La finalidad del trabajo de investigación fue clasificar y elaborar monolitos de suelos de las regiones de Tacna y Moquegua, para su descripción de los horizontes de suelos. Además, que fue una herramienta útil y fundamental para la investigación, docencia y difusión en la agricultura sostenible, biotecnología, microbiología del suelo y desarrollo de tecnologías para conservar y mejorar la calidad de los suelos, para lo cual, se tiene los siguientes objetivos:

1.1. OBJETIVO GENERAL

Caracterizar, clasificar y elaborar monolitos de suelos en suelos representativos de las regiones de Moquegua y Tacna.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar y clasificar los suelos según la Soil Taxonomy para conocer la variabilidad de suelos en Moquegua y Tacna.
- Elaborar monolitos en suelos representativos de las regiones de Moquegua y Tacna.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

Stalin et al., (2003), desarrolló una nueva metodología para la preparación y Preservación de monolitos de suelos basada en el uso de pegamento o goma de carpintero disuelta en agua, a diferencia de la metodología tradicional que utiliza laca y diluyente para la impregnación y preservación de dichos monolitos. Se ha comprobado que la goma de carpintero es más económica, menos riesgosa para la salud y seca más rápido. En el Centro de Información y Referencia de Suelos (CIRS) de la Universidad Central de Venezuela se ha utilizado esta técnica durante más de cinco años para preparar diferentes tipos de monolitos de suelos. Hasta ahora lograron trabajar 48 perfiles de suelo, que lo están conservando en excelentes condiciones, lo que ha permitido reducir significativamente los costos de preparación y mantenimiento.

El CRISAP es reconocido como un museo especializado en suelos. El INRENA creó 28 monolitos de suelo, que ahora se encuentran en el Museo de monolitos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Este museo exhibe 21 monolitos y se considera una colección accesible para visitas previamente coordinadas (Richer et al., 2021).

Carles et al., (2019), manifiestan que gracias a la colaboración entre el Centro de Interpretación de Suelos del Pirineo (CISP) del Institut Cartogràfic y Geològic de Catalunya y el Entorno de Aprendizaje de Tremp, se han creado diversas actividades dirigidas a estudiantes de secundaria centradas en el conocimiento de los suelos. Estas actividades se centran en utilizar monolitos de suelo como un mecanismo de investigación



para examinar la morfología de los suelos, los procesos de formación, la diversidad edáfica y la importancia de conservar el suelo como un recurso natural. El World Soil Museum en Wageningen (Holanda) es un ejemplo reconocido de utilización de monolitos de suelo con una exposición permanente y talleres educativos. El uso de monolitos del CISP junto con talleres y actividades de campo para estudiantes de secundaria proporciona una experiencia educativa integral que ha generado mucho interés entre los alumnos.

Stalin et al., (2007), discuten la importancia de un Centro de Información y Referencia de Suelos, como apoyo fundamental al inventario del Recurso Tierra, sus posibilidades de ordenamiento, de uso y manejo, de conservación y el interés del conocimiento del mismo, como una manera de crear conciencia sobre el carácter perecedero del suelo y la necesidad de conservarlo para asegurar la sostenibilidad del recurso, base para la agricultura y otras actividades humanas.

Martínez et al., (2021), tuvieron como objetivo hacer una reflexión sobre la importancia del Centro de Información y Referencia de Suelos de Cuba en la enseñanza de esta materia, con las ventajas de ahorrar tiempo y recursos si se compara con los métodos tradicionales y su papel en la conservación del acervo edafológico, mediante el rescate de la información de los principales levantamientos realizados en el país. La factibilidad del establecimiento y desarrollo de estas entidades para la región quedó demostrada.

Lladós (2017), menciona que la conservación y exposición de monolitos de suelos naturales facilita el estudio y comparación de un recurso no renovable con el fin de comprender los procesos de formación, propiedades agronómicas y aspectos ambientales. El Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña, a través de su Centro de Soporte



Territorial del Pirineo, busca promover el conocimiento y la importancia de la diversidad de suelos en áreas montañosas, como parte del proyecto Geoparque Conca de Tremp-Montsec. La disponibilidad de secciones naturales de suelos en un espacio expositivo permite avanzar en el conocimiento científico a través de estudios comparativos y su uso como recurso educativo y divulgativo, con capacidad para exposiciones temporales y temáticas.

En las EEA - Illpa, obtuvieron muestras de suelos que fueron categorizados: Salcedo e Illpa - Waru Waru como Mollisol según la Soil Taxonomy. Por otro lado, los suelos Illpa - Río y San Gabán fueron designados como Inceptisol en esa misma clasificación. De igual manera, los suelos Salcedo e Illpa - Waru Waru fueron catalogados como Phaeozem, mientras que los suelos Illpa - Río y San Gabán recibieron la designación de Cambisol (Mamani, 2023).

Manuel et al., (2009), evaluaron la conductividad hidráulica de suelos en diferentes pendientes y clases texturales en laboratorio, con un tensiómetro infiltrómetro. Utilizaron monolitos de suelos de Chile central y también emplearon varios potenciales de suministro de agua. Así mismo ajustaron los datos a un modelo bilineal para caracterizar las propiedades de macroporos y mesoporos, estimando la conductividad hidráulica saturada. Observaron que la conductividad hidráulica saturada disminuyó con el aumento de la pendiente, debido a cambios en el flujo de agua por fricción o viscosidad al inclinar el suelo.

Martínez et al., (2001), encontraron una concordancia significativa entre la medición de humedad en monolitos utilizando TDR y gravimetría, independientemente de la fase del ciclo de secado. Observaron desviaciones principales en suelos arcillosos al final del secado. A pesar de algunas discrepancias, la similitud entre los datos fue notoria,



salvo en el monolito 16. Aunque hubo una pequeña diferencia entre la medida con TDR y la humedad gravimétrica, esta fue insignificante. Cierta subestimación fue detectada en algunos casos, pero no se pudo inferir nada estadísticamente al respecto. Los dos monolitos con diferencias negativas presentaban características edáficas opuestas. La precisión del ajuste entre los datos fue evidente, con desviaciones por debajo del 4% en todos los monolitos examinados.

Edgar et al., (2019), manifiestan en su trabajo de investigación dinámica del agua en el suelo de Orden Andisol bajo condiciones de ladera, el cual tuvo como objetivo de estudio evaluar la dinámica de la humedad volumétrica y del potencial matricial del suelo a lo largo de un período de secado, en dos suelos del Orden Andisol, localizados en terrenos de ladera en los municipios de Chinchiná – Colombia. En cada zona escogieron y separaron tres bloques individuales de monolitos de 1,5 m de ancho y 6,0 m de largo, con variadas pendientes. En general, la humedad disminuye en la primera etapa de drenaje (0-24 horas) y luego se observa un drenaje más lento con cambios mínimos en la humedad. La velocidad de secado aumentó con el aumento de la pendiente, lo que se atribuye a la refracción del flujo de agua, ya que el potencial gravitacional es influenciado por la inclinación del terreno, lo que a su vez afecta el movimiento del agua en el suelo.

Sardon (2023), manifestó que los suelos de las distintas regiones de la costa, sierra y selva muestran variaciones significativas en sus propiedades físicas, químicas y clasificación taxonómica. En la costa, el suelo lo clasificó como sub-grupo Fluventic Eutrudepts del orden Inceptisol debido a la presencia del horizonte B. En la sierra, logro identificar como sub-grupo Entic Calcic Haplustolls del orden Mollisol gracias a la presencia de un epipedón móllico. En la selva, categorizó como sub-grupo Typic Dystrudepts del orden Inceptisol por la presencia del horizonte B.



Alvaro et al., (2016), llevaron a cabo la revisión de estudios de suelos en el lugar, comprobando la información con observaciones en el terreno y describiendo perfiles de suelos en piedemontes, lomeríos y planicie aluvial. Se analizaron propiedades físicas y químicas, así como el potencial para el cultivo. Además, extrajeron monolitos de suelos para actividades de extensión y transferencia de tecnología a palmicultores. Así mismo destacaron la variabilidad de suelos en la Zona Suroccidental por diferencia de paisaje y relieve, útil para seleccionar tierras aptas para palma aceitera. Por último, hacen referencia que la creación de colecciones de monolitos facilita la obtención de información sobre variabilidad de suelos en el lugar y contribuye en transmitirla a los palmicultores de manera positiva.

González et al., (2004), analizaron la porosidad del suelo en huertas de nogal pecanero (*Karya illinoensis* Koch) con diferentes métodos de manejo mediante imágenes, extrayendo monolitos de suelo intacto cada 10 cm hasta los 40 cm de profundidad y tratándolos con resina poliéster y pigmento fluorescente. El objetivo era caracterizar la porosidad del suelo basándose en la forma y el tamaño de los poros. El análisis mostró que el tráfico de maquinaria y las prácticas agrícolas influyen en la distribución y la forma de los poros en el suelo.

La Universidad Nacional de Piura y el INDECI (2002), mencionan que realizaron una descripción de Calicatas, utilizando los datos de los análisis de textura del suelo y la observación de los perfiles en las calicatas, crearon las columnas estratigráficas correspondientes. Los suelos principales identificados en la zona de investigación son los siguientes: Suelos arcillosos y arcillo-arenosos (CL), Suelos areno arcillosos (SC), Suelos arenosos y areno limosos (SP-SM), Arenosos (SP). Utilizando los datos de los análisis de textura del suelo y la observación de los perfiles en las calicatas, crearon las columnas estratigráficas correspondientes.



2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Geomorfología de las zonas áridas

La aridez indica el nivel de sequedad o escasez de agua en cierta área, así como la disponibilidad de agua para las plantas o la humedad en el suelo en una región en particular. Por lo tanto, se utiliza como un indicador relevante en zonas secas desde una perspectiva eco-hidrológica. (Ramarao et al., 2019). En Perú, más de la mitad de los habitantes residen en una zona designada como Zona Árida, la cual posee únicamente el 2% del total de agua dulce disponible en el país (Rau et al., 2018).

En regiones áridas, el suelo es caracterizado por ser arenoso, rocoso y con acantilados, los cuales se forman a través de procesos de erosión. El agua, ya sea por precipitación esporádica o humedad atmosférica, juega un papel crucial en la erosión que define los paisajes áridos. La acción del viento también es relevante en la evolución del terreno, especialmente en áreas con escasa vegetación que brinde protección. Los limos y arcillas, al ser más pequeños que las arenas, son fácilmente transportados por el viento, generando polvaredas en períodos de sequía y vientos fuertes (Salas, 2000).

2.2.1.1. Causas de la aridez

Los anticiclones son la causa principal de la aridez, ya que crean condiciones estables y secas y desvían las corrientes de aire húmedo fuera de sus áreas, como se ve tanto en los casquetes polares como en los desiertos cálidos. En algunos casos, la aridez se produce porque las corrientes de aire húmedo procedentes del mar corren paralelas a las cadenas montañosas a lo largo de las costas, impidiéndoles llegar a la tierra



y proporcionar humedad. La aridez también puede ser el resultado del secado del aire marítimo al cruzar una cadena montañosa que se encuentra entre el océano y las regiones interiores (Tamayo et al., 2016).

Las corrientes oceánicas frías de Humboldt y Benguela influyen en los desiertos costeros de Perú-Chile y Namib-Angola respectivamente. La evaporación del mar es baja y las lluvias son escasas, presentándose principalmente en forma de nieblas y rocío. Cuando el vapor de agua se condensa sobre la corriente fría, se generan nieblas y brumas costeras que se calientan al acercarse a la costa, alejándose de su punto de saturación.

2.2.2. Geoformas de las zonas áridas de la costa peruana

2.2.2.1. Geomorfología de la costa peruana

Montenegro (2014), menciona, que la franja larga y estrecha de la macro región costera abarca alrededor del 12,5% del territorio nacional y está atravesada por 53 ríos que crean pequeños oasis en medio de un área desértica. Esta región está influenciada por las corrientes marinas peruanas y el Niño. En la costa se encuentran ciudades importantes como Lima, Callao, Piura, Chiclayo, Trujillo, Chimbote y Arequipa. Sus principales relieves que destacó fueron:

2.2.2.1.1. Valles

Los valles costeros de Perú son áreas planas de terreno entre montañas o altitudes, destacándose por su alta concentración de población y actividad agrícola. Entre los valles importantes se encuentran el extenso valle de Majes en Arequipa, formado por el río Colca-Majes-Camaná, y el



valle con más polución, el Rímac en Lima, que es también el más urbanizado, industrializado y densamente poblado de la costa peruana. En los valles de la costa del Perú se cultivan una variedad de productos como algodón, café, azúcar, mango, limón, espárragos, uvas, fresas, aguacate, páprika, mandarinas, naranjas, aceitunas y frijoles.

2.2.2.1.2. Pampas

En América Meridional, las llanuras extensas sin vegetación arbórea son conocidas como pampas. En el Perú, las pampas costeras se distinguen por su suelo aluvial, resultado de la deposición de aluviones anteriores, lo que les confiere un alto potencial agrícola para la expansión de la frontera agrícola a través de proyectos de irrigación. Algunas pampas importantes en el país son Olmos (Lambayeque), donde se realiza el Proyecto Energético Olmos Tinajones, Hospital (Tumbes), La Brea, Del Venado, De Peña (Piura), Palo Grueso, La Mariposa Vieja, Mórrope, Cayaltí, Collique (Lambayeque), La Yarada (Tacna), entre otras.

2.2.2.1.3. Desiertos

Un área de tierra con poca o ninguna vegetación debido a la escasez de lluvias se conoce como desierto. Estas regiones tienen poca pluviosidad natural y, por ende, una vegetación escasa y una ocupación humana limitada. Los desiertos costeros en el Perú se extienden a lo largo de la franja costera, influenciados por la corriente peruana. La acumulación de arena generada por la actividad eólica se conoce como dunas o médanos. Algunos de los desiertos más importantes en el Perú son



Sechura (Piura) como el más extenso, seguido por Nazca (Ica) y Sarapampa (Lima).

2.2.2.1.4. Depresiones

Una región con declive en la superficie terrestre, generalmente rodeada por montañas, donde los vientos secos son comunes debido a la falta de humedad, creando un clima seco. Las depresiones costeras peruanas se caracterizan por encontrarse bajo el nivel del mar, con depósitos de sales, fosfatos o lagunas salinas, y en cercanía al océano. Las depresiones más importantes en el Perú son Bayovar o Sechura (Piura), la cual alberga la mayor reserva de fosfatos del país. Otras depresiones relevantes incluyen Otuma (Ica), Chilca y Huacho (Lima).

2.2.2.1.5. Tablazos

Termino que refiere a áreas planas y elevadas sobre el nivel del mar, conocidas como tablazos costeros peruanos. Estas zonas tienen reservas de petróleo y formaban parte del zócalo continental. Actualmente están experimentando una lenta elevación, por lo que también se les denomina "Terrazas Marinas". Los tablazos más importantes en la costa norte del Perú son Máncora en Piura, el más alto y antiguo; Tablada de Lurín en Lima, el más poblado; y otros como Zorritos en Tumbes, Negritos, Lobitos, Talara, Los Órganos, La Brea y Pariñas en Piura.

2.2.2.1.6. Estribaciones

Pequeñas ramificaciones de cadenas montañosas que se desprenden de la cordillera principal, ubicándose de forma transversal o



longitudinal con respecto al mar peruano. Algunos de los ejemplos más importantes son el Tunga o Criterión en Ica, el San Cristóbal, San Cosme, El Agustino, Morro Solar y El Pino en Lima.

2.2.2.1.7. Dunas

Las dunas se generan al acumularse arena transportada por el viento, creciendo a lo largo de extensas regiones que pueden abarcar cientos de millas de kilómetros cuadrados. Cuando ocupan grandes extensiones, reciben el nombre de Ergs. Estas elevaciones de arena se pueden encontrar en distintos entornos, como desiertos, costas y llanuras cercanas al mar.

2.2.2.1.8. Lomas

Elevaciones largas y de baja altitud, con laderas y bases suavemente escalonadas, usualmente superando los 200 m de altura, se localizan comúnmente en áreas no propensas a inundaciones. Durante los periodos más húmedos, entre junio y septiembre, las lomas costeras del Perú se ven de vegetación estacional. Entre las más destacadas se encuentran Lachay (Lima), Atiquipa (Arequipa), Lúcumo, Atocongo y Amancaes (Lima).

2.2.3. Degradación de suelos en la costa

La degradación del suelo provoca una disminución en su capacidad potencial o actual, lo que resulta en un deterioro del suelo a medida que avanza el proceso de degradación (Porta et al., 2008).



Se da una pérdida de categoría o posición, como el paso de suelo a no - suelo debido a la erosión que exponen el material original, resultando en una pérdida total de funcionalidad; la transformación de suelos aptos para la agricultura a suelos no aptos debido a la salinización o contaminación, lo que lleva a una reducción en la producción de biomasa; y la pérdida de suelos debido a la construcción de estructuras encima de ellos, vendiéndolos permanentemente (Porta et al., 2008).

De manera similar, si la erosión afecta al suelo y expone un material menos adecuado, es posible que la infiltración de agua disminuya, lo que resultaría en una menor recarga de un acuífero (Porta et al., 2008).

En cuanto a las características naturales, la degradación se puede entender como una reducción, pérdida o modificación de atributos de calidad, como por ejemplo, la disminución del espesor del horizonte superficial debido a la erosión, la pérdida de suelo fértil en la superficie con un aumento de la rocosidad: la disminución de la materia orgánica por erosión o trabajos excesivos: la reducción de la conductividad hidráulica por compresión, entre otros (Porta et al., 2008).

2.2.4. Procesos de degradación de suelos en la costa

La investigación de los procesos de deterioro puede ser analizada considerando el entorno donde ocurren: deterioro de bosques tropicales, áreas áridas, bosques mediterráneos, zonas húmedas, un sistema agrícola específico y áreas mineras a cielo abierto, entre otros. (Porta et al., 2008)

Pérdida de población microbiana; la disminución de la población microbiana en el suelo puede deberse a varias razones, y sus consecuencias pueden ser significativas para la sostenibilidad del suelo, por tanto, para la



productividad de los cultivos. Algunas de las causas comunes incluyen el uso de pesticidas y herbicidas, la aplicación de fertilizantes sintéticos, prácticas intensivas de labranza, la contaminación del suelo y cambios en la utilización del suelo (Coleman, 2017).

Los distintos procesos que tienen lugar en el suelo: erosión, acidificación, salinización, compactación, etc.

Según Porta et al., (2008), los principales procesos de degradación de suelos pueden agruparse según supongan:

- a) La pérdida del recurso suelo: El arrastre de partículas por erosión hídrica, erosión eólica y los movimientos en masa suponen la desaparición física del suelo
- b) Un estrés interno sin manifestaciones extremas: La tensión que provoca dentro del suelo la degradación hace que para realizar una misma función se requiera una intensificación del trabajo interno en el sistema, por lo que pierde eficiencia, si bien el suelo permanece in situ, como:
 - **Deterioro químico:** Reducción de la calidad del suelo debido a la disminución de la fertilidad, salinización, sodificación, pérdida de nutrientes por lavado y acidificación, así como inundaciones y gleyficación.
 - **Deterioro biológico:** Reducción en materia orgánica, perjuicio de la población microbiana, pérdida de biodiversidad dentro del suelo, etc.
 - **Deterioro físico:** deterioro de la estructura, sellado y encostramiento superficial.



2.2.4.1. Degradación por salinización

La salinización implica un incremento en la concentración de sales más solubles que el yeso, principalmente: NaCl, Na, SO, MgCl, MgSO, lo cual impacta en la composición de la solución externa a la doble capa difusa. Estas sales, al ser transportadas hacia la capa superior del suelo por capilaridad en ciertos momentos del año, se acumulan en la superficie y ocasionan formaciones pulverulentas de color blanco con sabor salado (Na) o amargo (Mg) (Porta et al., 2008).

Un riego constante con aguas de mala calidad sin un adecuado proceso de lavado y drenaje, se corre el riesgo de degradar el suelo por la acumulación de sales, lo que resulta en su salinización y afecta el crecimiento y rendimiento de los cultivos. Además, la descarga de aguas salinas en áreas petroleras puede contribuir a la salinización de los suelos, al igual que el uso de polielectrolitos con sodio en el riego con agua industrial (Porta et al., 2008).

En regiones semiáridas, áridas, en marismas y llanuras costeras, la presencia de suelos salinos puede ser originada por fenómenos naturales, formando ecosistemas cuya conservación puede ser muy recomendable debido a sus atractivos paisajísticos y el valor de su biodiversidad (Porta et al., 2008).

Figura 1

Áreas afectadas por mal drenaje y salinidad (MIDAGRI, 1998-2002)



Nota: Superficie afectada por la salinidad y/o mal drenaje en los valles de la costa

2.2.4.2. Degradación por sodificación

La sodificación implica un aumento del sodio en los sitios de intercambio, alterando la composición de la capa doble difusa. Se determina mediante el ESP, indicando sodicidad si el ESP es mayor a 15% (Porta et al., 2008).

El sodio intercambiable, aún en niveles por debajo del 15%, puede causar deterioro en la estructura del suelo, especialmente si no hay carbonato cálcico. En suelos con sodio, el agua se moverá lentamente y las



raíces pueden tener problemas de crecimiento debido a la pobre estructura, además de que el sodio puede resultar tóxico para ciertas plantas.

2.2.4.3. Desertificación

La degradación de suelos en regiones áridas y semiáridas es causada por impactos humanos, lo que provoca la pérdida de vegetación, erosión, compactación del suelo y disminución de la productividad agrícola. En casos graves, esta situación puede desencadenar la desertificación (Porta et al., 2008).

La desertificación disminuye la capacidad de regeneración del suelo, cambia el ciclo del agua y produce condiciones más áridas. Este proceso refleja la última fase de deterioro de un territorio, con efectos perjudiciales para la salud y el bienestar de las personas, generando costos sociales significativos. Desde un enfoque global, la desertificación afecta la seguridad nacional al comprometer la producción de alimentos y la estabilidad internacional al ser causa de conflictos armados y desplazamientos de poblaciones en busca de recursos (Porta et al., 2008).

En el territorio peruano, las causas predominantes de la desertificación varían según la zona geográfica. En la región costera, se destacan la salinización de tierras, la contaminación del suelo por residuos mineros y la erosión causada por el viento y el agua. (Centro Peruanos de Estudios Sociales, 2015).



2.2.5. Clasificación de suelos

Poch et al., (2014), clasificar implica la distribución de los suelos en clases o categorías según un sistema, considerando las propiedades presentes en varios de ellos.

Un sistema de clasificación se basa en conceptos y propiedades que permiten establecer niveles jerárquicos de mayor o menor generalización. Las categorías creadas de esta manera estructuran el sistema como un esquema jerárquico, con propiedades más específicas a medida que se desciende en los niveles de clasificación. Como resultado, los niveles superiores tendrán pocas clases de suelos, mientras que habrá más clases en niveles inferiores.

Una clasificación refleja el nivel actual de conocimientos y se va actualizando con nuevas informaciones a lo largo del tiempo. Esto la convierte en un sistema dinámico y en constante evolución para adaptarse a nuevos descubrimientos y cambios. Esta evolución puede resultar confusa para quienes no son especialistas en ciencia del suelo.

La clasificación de suelos surgió como un método para comparar perfiles de suelos, pero actualmente se utiliza como una herramienta fundamental en la investigación y en la transferencia de conocimientos y tecnología de una región a otra. A lo largo de la historia de la Ciencia del Suelo se han propuesto diversos sistemas de clasificación a nivel nacional, pero actualmente los más utilizados a nivel mundial son la Soil Taxonomy (NRCS-USDA) y la World Reference Base (WRB) (IUSS-WG).

2.2.6. Clasificación taxonómica de suelos

En cierto momento en los Estados Unidos, se requirió armonizar las clases establecidas para evitar errores de superposición o incoherencias. Fue entonces cuando se originó el desarrollo de la Soil Taxonomy. Esta clasificación definió seis categorías taxonómicas (órdenes, subórdenes, grandes grupos, grupos, familias y series) basadas en las características observables del suelo (tanto en campo como en laboratorio). Se considera la génesis del suelo, pero no como criterio principal de clasificación, y emplea una nomenclatura derivada de las lenguas griega y latina (Poch et al., 2014).

2.2.6.1. Regla nomenclatural de Soil Taxonomy

Tabla 1

Nomenclatural de Soil Taxonomy

Categoría	Regla nomenclatural
Orden	Raíz + i/o + sol
Suborden	Prefijo + EFO (elemento formador del orden)
Grupo	Prefijo + Nombre del suborden
Subgrupo	Nombre del grupo + calificativo
Familia	Nombre del subgrupo + descriptores
Serie	Nombre local

Nota: Poch et al., (2014).

Orden: Los nombres de los doce ordenes de Soil Taxonomic se forman con:

Raíz + i/o + sol; las raíces se forman de manera que incluyen el

EFO y en algunos casos son el propio EFO.

Por ejemplo: Alfisol = Alf (EFO) + i + sol.



Poch et al., (2014), menciona que las raíces se seleccionaron de manera que su significado esté relacionado con algún atributo relevante para el uso del suelo, presentando así sus principales ordenes como:

- **Entisols:** Con epipedón ócrico y sin Endopedones, se pueden formar en lugares de pendiente y con erosión: regiones arenosas, llanuras aluviales y áreas con déficit de agua.
- **Inceptisols:** Componentes en un estadio de meteorización bajo: carbonato cálcico o yeso, con epipedón ócrico y endopedón cámbico, cálcico, petrocálcio o gípsico.
- **Aridisols:** Se presenta en zonas áridas en estadio de meteorización bajo, con epipedón ócrico, y endopedón cámbico, cálcico; con régimen de humedad arídico.
- **Vertisols:** Contenido Alto de arcillas, presenta problemas para las raíces de las plantas.
- **Mollisols:** Epipedón de gran espesor, oscuro, típico de suelos con pastos de gramíneas. Muy productivos.
- **Alfisol:** Endopedón de acumulación de arcilla iluviada: argílico, muy productivo, se encuentra en zonas mediterráneas.
- **Ultisols:** Se encuentra en la zona intertropical y zonas templadas húmedas, suelos ácidos, con pocos perfiles y requieren la corrección de la acidez y la falta de nutrientes para un uso agrícola.
- **Espodosol:** Presente en zonas frías, húmedas y templadas, suelos ácidos, epipedón úmbrico y epipedón espódico de acumulación de humus.



- **Oxisol:** Presente en áreas tropicales, suelos ácidos, muy meteorizados, fertilidad natural muy baja.
- **Histosol:** Suelo orgánico, en un espesor de consideración, color muy oscuro epipedón hístico, formado en condiciones de exceso de agua, Turbera.
- **Andisol:** Formados en húmedas zonas principalmente a partir de cenizas, materiales de baja cristalinidad, con capacidad de intercambio aniónico alto y tiene propiedades ándicas.
- **Gelisol:** Suelo con hielo permanente, climas muy fríos, presente en zonas polares y altas montañas. Procesos de criogénesis.

2.2.6.2. Regla de nomenclatura para nombrar al suborden

Los subórdenes se crean mediante la combinación del Elemento Formativo del Suborden (EFO) con el nombre del suborden.

Para la formación de los subórdenes se emplean varios elementos formativos, los cuales pueden dar detalles sobre el régimen de humedad, la temperatura, las características de los materiales orgánicos, atributos especiales y los procesos que influyen en la formación debido a la presencia de horizontes diagnóstico específicos (Silva y Vázquez, 2011).

2.2.6.3. Regla de nomenclatura para grupos de Soil Taxonomy

Prefijo + Nombre del suborden = nombre del Grupo

El prefijo del grupo añade información acerca del suelo en relación a la presencia de algún horizonte de diagnóstico u otra característica.

2.2.6.4. Reglas de nomenclatura para subgrupo de la Soil Taxonomy



Según Poch et al., (2014), menciona que se forman con: Nombre del grupo + Calificativo del grupo = nombre del Subgrupos

El Calificativo puede expresar una característica central, un extra grado o integrada.

- **Central:** carácter medial del subgrupo, ejemplo: Argidoll típico = Mollisol con régimen údico y endopedón argílico.
- **Extragrado:** clase taxonómica a nivel de subgrupo que tiene propiedades que no son características de ninguna clase en una categoría superior y que no indica transición a ninguna clase de suelo conocida ejemplo: Argiudoll páquico = Mollisol con régimen údico y endopedón argílico y un epipedón móllico.
- **Intergrado:** clase taxonómica a nivel de subgrupo poseen características distinguibles moderadamente bien desarrolladas de dos o más clases genéticamente relacionadas, ejemplo: Argiudoll vértico = Mollisol con régimen údico y endopedión argílico, con rasgos debidos a la presencia de arcillas expansibles, por lo que se integrada los vertisoles (Departamento de agricultura de los Estados Unidos, 2014).

2.2.6.5. Reglas de nomenclatura para Familias de la Soil Taxonomy

Según Poch et al., (2014). Se forman son el régimen de temperaturas, la mineralogía y la actividad de la CIC entre otras características:



Nombre del subgrupo + 2 o más descriptores = nombre de la Familia.

2.2.7. Monolitos de suelos

Los monolitos de suelo son muestras representativas extraídas en campo sin alterar su forma original, endurecidas para conservar detalles sobre horizontes, profundidad, color, textura, estructura, actividad biológica y otros aspectos morfológicos (Lladós et al., 2017).

Según Stalin et al., (2003), los monolitos de suelo son una herramienta que muestra al observador los atributos naturales como estructura, color, actividad biológica, raíces, tipo, espesor y distribución de horizontes. Además, la información proporcionada junto al monolito incluye detalles sobre la localización, paisaje, clima, relieve, geología y propiedades físicas, químicas y mineralógicas del lugar estudiado.

Martínez et al., (2021), señalan que los monolitos de suelo, junto con los datos de análisis físicos, químicos, biológicos, mineralógicos y otros obtenidos de muestras de sitios de extracción y la descripción morfológica de perfiles, pueden ser útiles para tomar decisiones sobre el uso y cuidado de los suelos, así como para entender y aprender sobre los fenómenos naturales que los crearon.

2.2.8. Impregnantes para la conservación de los monolitos

Según Mamani (2023), se menciona que se empleó goma blanca y agua destilada para impregnar, así como yute de las mismas dimensiones que la columna de suelo y madera de soporte con un excedente de 2.5 cm a cada lado. Se presionó durante aproximadamente tres semanas para mejorar la adherencia.



Para el tallado final, se usaron un destornillador plano, pinzas y una compresora con cuidado. Finalmente, se pintaron los bordes de la madera de soporte con esmalte de color negro.

2.2.8.1. Preparación de las diluciones

Según Torres et al., (2004), se preparan diluciones de pegamento de carpintero (Acetato de Polivinilo) en agua destilada en concentraciones de 10, 30 y 50%. Después de mezclarlas hasta que sean homogéneas, se ajusta la viscosidad para aplicar la misma concentración en cada dilución en los suelos durante la impregnación. Se usa un viscosímetro tipo copa o de flujo, que consiste en una copa metálica de 100 cm³ con fondo cónico perforado, para estandarizarla. El proceso implica llenar la copa con el producto, tapar el orificio de salida con un dedo y medir el tiempo de caída libre del líquido, considerando la interrupción del flujo como el punto final. Esto proporciona un valor relativo de viscosidad en términos de tiempo.

Según Torres et al., (2004), se ha utilizado un volumen de pegamento de 2.0; 0.75 y 0.50 L en la primera, segunda y tercera aplicación en la mayoría de los suelos. Sin embargo, estos volúmenes pueden cambiar según la textura del suelo, los contenidos orgánicos, el grado de desarrollo estructural y la porosidad.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La investigación se llevó a cabo en las unidades representativas de la costa sur peruana como fue en Tacna y Moquegua (Figura 2), ya que según las cartas geológicas se definieron las unidades más representativas para el muestreo, por contener material aluvial (INGEMET, 2014), la ubicación de los puntos de estudio fue:

1) Primer monolito de suelo, ubicada en Los Palos distrito de Yarada, provincia y departamento de Tacna (región costa).

Altitud: 62 m.s.n.m.

Latitud Sur: 18° 14' 34,785"

Longitud Oeste: 70° 24' 16.877"

UTM/Zona 19S: 351489 Este, 7982360 Norte

2) Segundo monolito de suelo Yalata, ubicado en el distrito de Sama, provincia y departamento de Tacna (región costa).

Altitud: 374 m.s.n.m.

Latitud Sur: 18° 01' 06,387"

Longitud Oeste: 70° 39' 00,312"

UTM/Zona 19S: 325316 Este, 8006996 Norte

3) Tercer monolito de suelo OMO-M16, ubicado en el distrito de Moquegua, provincia de Mariscal Nieto y departamento de Moquegua (región costa).

Altitud: 1410 m.s.n.m.

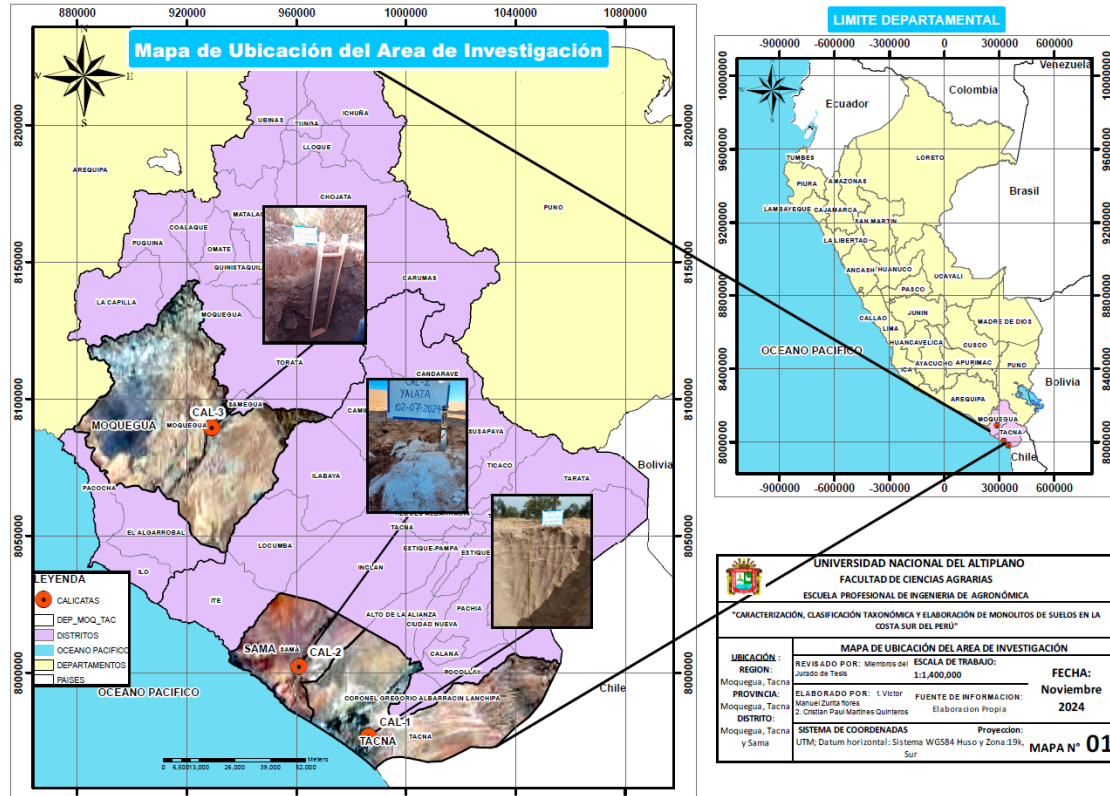
Latitud Sur: 17° 14' 18.626"

Longitud Oeste: 70° 58' 03.152"

UTM/Zona 19k: 0290801 Este, 8092995 Norte

Figura 2

Mapa de ubicación de los puntos de muestreo



Nota: Elaboración propia

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1. Materiales

- Pico
- Pala
- Barreta
- Cuchillo de suelero
- Cinta métrica
- Picota
- Plumón indeleble



- Plumón acrílico
- Pizarra
- Ficha de descripción del perfil de suelo
- Tablero de campo
- Bolsas Ziploc de polipropileno de 1kg
- Mochila
- Mapa de distribución de calicatas y
- Guías para la descripción de suelo.
- Tabla Munsell
- Caja para extracción de monolitos
- Yute
- Destornillador
- Pernos de 4"
- Cilindros para la densidad aparente
- Prensaes o sargentas
- Pintura de esmalte color negro
- Sistema de Posicionamiento Global

3.2.2. Equipos

- Cámara digital
- Balanza analítica de Precisión
- pH-metro
- Conductímetro
- Estufa
- Agitador electrónico



3.2.3. Soluciones

- Cola sintética con agua destilada

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Para el primer objetivo específico, se utilizó un enfoque no experimental. Esto significa que las variables independientes ocurren y no se pueden controlar debido a que no se han manipulado deliberadamente. En tal sentido este enfoque fue de tipo descriptivo como transversal.

3.4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.4.1. Metodología para la caracterización de suelos

Se llevaron a cabo análisis de suelo en laboratorio para caracterizar cada una de las muestras recolectadas de las calicatas en campo. Se evaluaron distintos parámetros como el pH, conductividad eléctrica, textura, materia orgánica, nitrógeno, fósforo disponible, potasio disponible, aluminio intercambiable, carbonato de calcio, cationes cambiabiles y la capacidad de intercambio catiónico (CIC) (Aduviri, 2024).

3.4.2. Metodología para la clasificación taxonómica

Para clasificar los suelos se emplearon las claves de Taxonomía que abarcan 12 órdenes de suelos (Alfisols, Andisols, Aridisols, Entisol, Gelisols, Histosols, Inceptisol, Mollisol, Oxisols, Spodosols, Ultisols y Vertisols), 64 subórdenes, más de 300 grandes grupos, subgrupo, familia y series. Se consideraron propiedades de diagnóstico para la identificación de los horizontes (epipedón y endopedón), así como el régimen de temperatura (Gélico, Cryico, Mésico, Térmico e Hipertérmico) y régimen de humedad (Aquic, Aridic y Tórrico,

Údico, Ústico y Xérico). Una vez establecido el tipo de horizonte, régimen de temperatura y régimen de humedad, se procedió a clasificar desde el orden, grandes grupos, subgrupo y familia (nivel jerárquico). (Soil Survery Staff, 2022).

3.4.3. Metodología para la elaboración de monolitos

3.4.3.1. Etapa de Gabinete

Aquí se realizó la localización del sitio específico donde se extrajeron los monolitos de suelos de las dos regiones de la costa.

3.4.3.2. Etapa de Campo

La representación del monolito fue realizada a una escala natural de 1:1, para ello se elaboró una caja para poder transportar, las dimensiones de las cajas son: 1.40 m de largo 0.25 m de ancho, y altura de 0.8 m.

Además, se seleccionó el sitio adecuado para la extracción de monolito, tomando en cuenta criterios de representación, seleccionando el sitio definitivo con ayuda del Sistema de Posicionamiento Global – GPS, se tomó datos de coordenadas del sitio, luego se obtuvo información relacionada al área de influencia sobre su uso, manejo, paisaje y se realizó la toma de fotografía de la zona.

Con el sitio ya definido se procedió la apertura de la calicata, para describir las características y la calicata tubo las siguientes dimensiones 2 m de ancho por 2 m de largo con 1.6 m de profundidad.

Culminado con la apertura de la calicata se procedió con la descripción del perfil y horizontes, y se obtuvo una muestra de



aproximadamente 1 kg de suelo de cada horizonte para las evaluaciones físicas (textura y densidad aparente), propiedades químicas y fisicoquímicas, las muestras fueron tomadas desde la parte más profunda hasta la superficie, para evitar la contaminación al momento de ser colectados.

Realizado el paso anterior se procedió a alisar lo más parejo posible la cara donde se extrajo el monolito, con el marco de madera se realizó el marcado para el corte y se aisló del resto realizando cortes de manera cuidadosa y así evitando que se derrumbe, posteriormente se logró obtener un espesor y tamaño de la columna, teniendo ya listo la columna se introdujo a la caja de madera haciendo presión con mucho cuidado para luego ser transportada.

Después de haber introducido la caja a la columna se colocó los soportes en la parte superior e inferior esto para impedir el desplazamiento, se procedió a realizar el corte por la parte posterior hasta lograr el aislamiento total de la columna, para esto se utilizó los cinceles de albañil con punta plana en orientación al corte deseado con una comba o martillo, seguidamente con la ayuda de la barreta, cinceles y bandas de tela se sujetó la caja de madera, el cual facilitó el desprendimiento.

Luego de aislar la columna se procedió a eliminar el sobrante de suelo, de esta manera nos permitió el cierre total de la caja para su traslado, luego se colocó la tapa fijada con tornillos para asegurar y evitar riesgos de deterioro durante el traslado al taller.



3.4.3.3. Etapa de laboratorio

a) Caracterización de suelos

Se llevo a cabo cada una de las muestras obtenidas un análisis del suelo a través de la calicata para su respectiva caracterización. Correspondientemente se llevó para cada ensayo las siguientes normas de referencia:

pH, Conductividad eléctrica, textura, Materia orgánica, Carbonato de calcio, Capacidad de Intercambio Catiónico, Cationes cambiables y Densidad aparente.

3.4.3.4. Etapa de taller

En esta etapa se desarrolló un conjunto de actividades que tuvo como resultado la preparación definitiva del monolito para su exposición final, como:

a. Secado del monolito:

Una vez extraído de campo, los monolitos presentaron contenidos de humedad. Para ello se realizó un secado óptimo de la columna, la cual consistió en retirar la tapa de la caja que contenía el perfil y posteriormente fueron expuesto al aire libre para su secado natural.

b. Preparación e impregnación

Fue crucial realizar esta etapa correctamente, debido a que si no se realiza apropiadamente las mezclas de las soluciones afectaría la apariencia y durabilidad del monolito a lo largo del tiempo.

Una vez que esté seco, se destapo y se procedió a un alisado final de la cara, se procedió a realizar una serie de orificios (con instrumentos



punzantes o destornilladores de punta fina) de una profundidad no mayor de 1.5 cm a 2 cm distanciados 0.5 cm, para realizar los orificios fue conveniente realizar con ayuda de una rejilla para una distribución uniforme que disminuye, el suelo se adhiera al objeto punzante. Los orificios tienen la finalidad de permitir una penetración adecuada y uniforme del producto (goma blanca) para su impregnación. Realizado los orificios se preparó las diluciones de goma blanca con agua destilada para luego aplicarla a la columna de arena, a continuación, se presenta los volúmenes para 1 litro de dilución.

Para 100ml de Goma blanca son 900ml de agua destilada, para 300ml Goma blanca son 700ml de agua destilada y para 500ml de Goma blanca son 500ml de agua destilada.

Teniendo los volúmenes de dilución se utilizó para la primera aplicación 2000 ml, segunda aplicación 750 ml, tercera dilución 500 ml de dilución preparada. Se continuo con la aplicación en el orden anterior hasta lograr que el suelo esté saturado. Se concluyó con la impregnación, y se procedió a colocar una pieza de tela o yute sobre la columna de suelo, finalmente se aplicó goma sin diluir tanto a la columna y al yute hasta que el impregnante y el yute queden completamente adheridos.

c. Fijación del monolito a la madera de soporte

Luego de que haya secado el yute con la columna de suelo se colocó sobre ello la madera de soporte cuyo ancho en este caso será de 0.30 m para su fijación a la estructura de exhibición, la madera fue fijado fuertemente al espécimen utilizando goma sin diluir, aplicando al yute y a



la madera, una vez colocado la madera sobre la columna de suelo se ejerció presión sobre esta, para ello se colocó las sargentas de presión de carpintero las cuales garantizaran la presión adecuada. Esto fue por un tiempo determinado hasta lograr el secado total.

d. Tallado de la cara externa del monolito

Después del prensado se retiró la tapa de la cara externa y las tapas laterales fijados a la madera de soporte para que luego quede expuesto al aire libre.

Antes de empezar la preparación final o tallado del monolito fue necesario esperar unos días para que el suelo y la goma estén secos. Estando ya listo se dio inicio con el tallado, el cual consiste en darle la condición de su estado natural con la utilización de herramientas especiales como las pinzas odontológicas, cinceles pequeños y brochas, seguidamente se eliminó el suelo no endurecido y con el compresor de aire se da limpieza para que quede con el aspecto deseado para su exposición, luego de la limpieza se aplica una solución diluida de goma en agua destilada de 100ml de goma y 900 ml de agua destilada y por ultimo con el uso de un asperjado manual se aplicó en toda la columna de suelo para su fijación y protección final del monolito.

3.4.3.5. Etapa de montaje y exposición

Es el acondicionamiento final de la columna del suelo que se expuso finalmente, como espécimen de exhibición.



Se dieron los últimos retoques finales como el pintado de color negro mate a la madera de soporte, en los bordes laterales para resaltar el perfil de suelo.

Se conto con el soporte para la exhibición en donde fue anclado en monolito de suelo, para la presentación del monolito y fue ser acompañado con las siguientes informaciones:

- Clasificación taxonómica del suelo según Soil Taxonomy.
- Ubicación geográfica, información del clima y uso de tierras.
- Fotografías del proceso de extracción y del paisaje.
- Resultado de los análisis realizados en laboratorio y su interpretación.
- Información sobre morfología, espesor y profundidad de horizontes.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZAR Y CLASIFICAR LOS SUELOS SEGÚN LA SOIL TAXONOMY PARA CONOCER LA VARIABILIDAD DE SUELOS

4.1.1. Suelo Yarada - Los Palos

El suelo denominado Yarada Los Palos, cuya textura es arenoso en todos sus horizontes (Tabla 2), este suelo se desarrolló a partir de depósitos aluviales, este suelo se desarrolló a partir de material de depósito aluvial, se ubica en un desierto desecado-templado cálido (dd-Tc) con una superficie llana, plana o casi a nivel (0-2%), con un régimen de temperatura térmico a nivel del suelo (18.85°C), con un régimen de humedad arídico - torrido (9.75mm), de perfil Ap/C1/C2/C3/C4/C5, identificado un epipedón ócrico, los colores de suelo en el perfil son variables, de color pardo amarillento oscuro a pardo.

Tabla 2

Textura y propiedades físicas de suelo Yarada - Los Palos (CAL – 1)

Horizonte	Profundidad [cm]	% de fracciones, tamaño de las fracciones en mm, (USDA)				Clase textural	Da (g/cm ³)
		Gravas >2.0	Arena 2.0-0.05	Limo 0.05-0.002	Arcilla <0.002		
Ap	0-22	01	90	7	3	A.	1.48
C1	22-38	01	88	9	3	A.	1.48
C2	38-47	02	92	7	1	A.	1.40
C3	47-90	02	96	1	3	A.	1.53
C4	90-136	02	96	1	3	A.	1.50
C5	136-168	03	92	5	3	A.	1.27

Nota: Elaboración Propia

La propiedad química y fisicoquímica (tabla 3), en el primer horizonte el contenido de materia orgánica es bajo (M.O 1.03%), y es moderadamente ácido

(pH 5.75), la conductividad eléctrica es de 3.92 dS/m y el porcentaje de sodio intercambiable es de 2.2%, no presenta carbonatos de calcio en el perfil de suelo.

Tabla 3

Propiedades químicas y fisicoquímicas del suelo Yarada - Los Palos (CAL - 1)

Horizonte	Profundidad [cm]	pH (1:1)	CE [ds.m ⁻¹]	CaCO ₃ [%]	M.O. [%]	PSI [%]
Ap	0-22	5.75	3.92	0.00	1.03	2.2
C1	22-38	7.31	0.21	0.00	0.66	6.3
C2	38-47	7.54	0.08	0.00	0.56	9.8
C3	47-90	7.05	0.14	0.00	0.47	5.3
C4	90-136	7.59	0.09	0.00	0.47	11.1
C5	136-168	7.35	0.52	0.00	0.75	9.7

Nota: Elaboración Propia

Las propiedades de sorción (tabla 4) en suelo del primer horizonte, presenta una CIC de 6.60 Cmol (+). Kg⁻¹, clasificado como bajo y además con una saturación de base de alta (100%).

Tabla 4

Propiedades de sorción de suelo Yarada - Los Palos (CAL - 1)

Horizonte	Profundidad [cm]	CIC	Cationes cambiabiles					SB [%]
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ +H ⁺	
Ap	0-22	6.60	4.80	1.51	0.22	0.10	0.00	100
C1	22-38	6.80	3.70	2.50	0.31	0.30	0.00	100
C2	38-47	6.60	3.40	2.48	0.30	0.45	0.00	100
C3	47-90	5.80	3.05	2.20	0.33	0.20	0.00	100
C4	90-136	5.60	2.70	2.18	0.31	0.40	0.00	100
C5	136-168	5.60	2.65	2.24	0.34	0.35	0.00	100

Nota: Elaboración Propia

4.1.2. Suelo Yalata - Sama

El suelo denominado Sama, cuya textura es franco Arenoso de 0 a 8cm y de +60cm (Tabla 5), este suelo se desarrolló a partir de material parental residual,

se ubica en un desierto perarido-templado cálido (dp-Tc) con una superficie llana con una pendiente moderadamente inclinada (4 a 8%), con un régimen de temperatura térmico a nivel del suelo (19.30°C), con un régimen de humedad árido (74.0mm), este suelo se desarrolló a partir de materiales parental residual (sal halita), de perfil C/R/2C, identificado un epipedón ócrico, los colores de suelo en el perfil son variables desde, color pardo fuerte a blanco pardo rojizo y pardo amarillento oscuro.

Tabla 5

Textura y propiedades físicas del suelo Yalata - Sama (CAL – 2)

Horizonte	Profundidad [cm]	% de fracciones, tamaño de las fracciones en mm, (USDA)				Clase textural	Da(g/cm ³)
		Gravas >2.0	Arena 2.0-0.05	Limo 0.05-0.002	Arcilla <0.002		
C	0 - 8	5	65	26	9	AF	1.16
R	8 - 25	-	-	-	-	-	-
2C	+60	0	60	31	9	AF	1.28

Nota: Elaboración propia

La propiedad química y fisicoquímica (tabla 6), en el primer horizonte el contenido de materia orgánica es bajo (0.54%), y es moderadamente ácido (pH 5.75), la conductividad eléctrica es de 13.19 dS/m y el porcentaje de sodio intercambiable es de 59.2%, se clasifica el suelo como salino – sódico y no presenta carbonatos de calcio en el perfil de suelo.

Tabla 6*Propiedades químicas y fisicoquímicas del suelo Yalata - Sama (CAL – 2)*

Horizonte	Profundidad [cm]	pH (1:1)	CE [ds.m ⁻¹]	CaCO ₃ [%]	M.O. [%]	PSI [%]
C	0 - 8	6.37	13.19	0.00	0.54	59.2
R	8 - 25	-	-	-	-	-
2C	+60	6.43	18.35	0.00	0.82	61.1

Nota: Elaboración propia

Las propiedades de sorción (tabla 7) en suelo del primer horizonte, presenta una CIC de 7.60 Cmol (+). Kg⁻¹, clasificado como bajo y además con una saturación de base de 100%, clasificado como alto.

Tabla 7*Propiedades de sorción de suelo de la Yalata - Sama (CAL – 2)*

Horizonte	Profundidad [cm]	CIC	Cationes cambiabiles					SB [%]
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ +H ⁺	
			Cmol(+). Kg ⁻¹					
C	0 - 8	7.60	2.00	0.90	0.23	4.50	0.00	100
R	8 - 25							
2C	+60	7.50	1.80	0.90	0.22	4.58	0.00	100

Nota: Elaboración propia

4.1.3. Suelo Omo - Moquegua

El suelo denominado Omo , cuya textura es franco arenoso de 0 a 8cm y Arenoso desde 8cm hasta los +64cm (Tabla 8), este suelo se desarrolló a partir de material deposito aluvial, se ubica en una desierto desecado-templado cálido (dd-Tc), con una pendiente ligeramente inclinada (2 a 4%), de perfil Ap /C1/C2, identificado un epipedón Ócrico, con un régimen de temperatura térmico a nivel del suelo (18.85°C), con un régimen de humedad arídico - torrido (9.75mm), los

colores de suelo en el perfil son variables desde el primer horizonte de color pardo, segundo y tercer horizonte pardo grisáceo.

Tabla 8

Textura y propiedades físicas de suelo denominado Omo – Moquegua (CAL – 3)

Horizonte	Profundidad [cm]	% de fracciones, tamaño de las fracciones en mm, (USDA)				Clase textural	Da(g/cm ³)
		Gravas >2.0	Arena 2.0-0.05	Limo 0.05-0.002	Arcilla <0.002		
Ap	0 - 25	5	62	28	10	AF	1.39
C1	25 - 38	50	88	8	4	A	1.40
C2	+64	80	92	4	4	A	1.72

Nota: Elaboración propia

Las propiedades químicas y fisicoquímicas del primer horizonte (Tabla 9) son: En el primer horizonte el contenido de materia orgánica es bajo (0.89%), con un pH neutro (pH 7.08), el contenido de sodio es 39.0% y tiene presencia de sales (PSI 39.0) el contenido de carbonatos de calcio es media (CaCO₃ 3.00), en el perfil de suelo.

Tabla 9

Propiedades químicas y fisicoquímicas del suelo denominado Omo – Moquegua (CAL-3)

Horizonte	Profundidad [cm]	pH (1:1)	CE [ds.m ⁻¹]	CaCO ₃ [%]	M.O. [%]	PSI [%]
Ap	0 - 25	7.08	13.55	3.00	0.89	39.0
C1	25 - 38	7.06	7.26	3.60	0.54	30.6
C2	+64	7.33	6.35	2.40	0.54	31.3

Nota: Elaboración propia

Las propiedades de sorción (Tabla 10) en suelo del primer horizonte, presenta una CIC de 15.40 Cmol (+). Kg⁻¹ clasificado como medio y edemas, con una saturación de 100% clasificado como alto.

Tabla 10*Propiedades de sorción de suelo denominado Omo – Moquegua (CAL – 3)*

Horizonte	Profundidad [cm]	CIC	Cationes cambiables					SB [%]
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ H ⁺	
			Cmol(+). Kg ⁻¹					
Ap	0 - 25	15.40	6.50	2.60	0.28	6.00	0.00	12.88
C1	25 - 38	13.40	6.50	2.40	0.39	4.10	0.00	14.51
C2	+64	11.20	5.40	2.01	0.33	3.50	0.00	11.84

Nota: Elaboración propia

4.1.4. Comparación descriptiva de las características de las tres calicatas de suelo en Tacna Yarada - Los Palos, Yalata - Sama y Moquegua – Omo

Potencial de hidrogeno (pH): En los suelos de Yarada los Palos -Tacna con (7.10) y Omo -Moquegua con (7.20) presentan un promedio de pH neutro mientras que en el suelo de Yalata Sama - Tacna presenta un pH ligeramente ácido (6.40).

Conductividad eléctrica: En los suelos de Yarada los Palos -Tacna indica que es un suelo que no presenta problemas de salinidad con (0.83), mientras que en los suelos de Yalata Sama - Tacna con (15.77) y Omo - Moquegua con (9.10), presentan suelos salinos sódicos, esto quiere decir que estos suelos presentan problemas de salinidad.

Porcentaje de carbonatos (CaCO₃): En los suelos de Yarada los Palos - Tacna y Yalata Sama - Tacna nos dice que no presentan carbonatos, mientras que en Omo - Moquegua con un promedio de (3.0) si presentan carbonatos, esto hace referencia que estos suelos presentan sales derivadas de la combinación de ácido carbónico y metales.



Porcentaje de materia orgánica: En los suelos de Yarada los Palos -Tacna con (0.66), Yalata Sama - Tacna con (0.68) y Omo - Moquegua con (0.70) nos manifiesta suelos con baja materia orgánica.

Clase textural: En Yarada los Palos -Tacna indica que es un suelo Arenoso, mientras que en los suelos de Yalata Sama - Tacna es un suelo Arenosa Franca y en los suelos de Omo - Moquegua presenta el primer horizonte como Arenosa Franca y el segundo y tercer horizonte Arenosa.

Capacidad de Intercambio Catiónico: En los suelos de Yarada los Palos - Tacna con promedio de (6.17) y Yalata Sama - Tacna con (7.55) nos indica que tienen una capacidad de intercambio catiónico baja, mientras que en el suelo Omo - Moquegua con (13.3) nos presenta una capacidad de intercambio catiónico media, esto nos indica que tienen un bajo potencial para retener e intercambiar nutrientes.

Porcentaje de saturación de bases: En los tres suelos de Yarada los Palos -Tacna, Yalata Sama - Tacna y Omo - Moquegua nos indica que presenta un alto porcentaje del 100% de saturación bases, manifestándonos que tiene un buen porcentaje de cationes básicos.

4.1.5. Clasificación de los suelos según el Soil Taxonomy

Tabla 11

Clasificación natural de los suelos según la Soil Taxonomy

SOIL TAXONOMY (2024)					
Orden	Suborden	Gran grupo	Subgrupo	Familia	Suelo
Entisol	Psamments	Torrripsamments	Typic Torrripsamments	Arenosa - Typic Torrorthents	Yarada - Los Palos
	Orthents	Torrorthents	Lithic Torrorthents	Arenosa sobre esquelética - Lithic Torrorthents	Yalata - Sama
	Fluvents	Torrfluvents	Ustic Torrfluvents	Arenosa - Ustic Torrfluvents	OMO - Moquegua

Nota: Elaboración propia



Según Soil Survery Staff, (2022), se clasificó los 3 suelos en el orden Entisol, en términos de suborden, el suelo de Yarada – Los Palos, se clasificó en el Suborden Psamments, la cual tiene un epipedón ócrico y con una saturación de bases del 100%, la caracterización de este perfil de suelo presenta depósitos no consolidados de arena. En cuanto a Grandes Grupos fue designado como Torripsamments, asimismo cuenta con un régimen de humedad arídico – Torrido y régimen de temperatura térmico. En la categoría Sub Grupo, se clasificó como Typic Torripsamments, mostrando características denominadas en la clasificación de familia Arenosa - Typic Torriorthents.

En el suelo Sama - Yalata, ubicado en la región Tacna, se clasificó en el Sub orden Orthents. En cuanto a Gran Grupo fue designados como Torriorthents porque tienen un régimen de humedad arídico y régimen de temperatura térmico, a su vez este suelo se clasificó en el Subgrupo Lithic Torriorthents, porque son suelo que tiene un epipedón ócrico y tienen un contacto lítico dentro de los 50 cm de la superficie del suelo mineral.

El suelo de Omo - Moquegua, cuenta con un epipedón ócrico y con una saturación de bases del 100%, este suelo se caracteriza por lo que el perfil presenta depósitos que se forman en deltas fluviales y valles, especialmente en aquellos que tienen grandes cantidades de sedimento. Sus características indican un Suborden Fluvents, en donde no cuenta con un contacto lítico o paralítico dentro de los 25cm de la superficie del suelo mineral. Para los Grandes Grupos, se identificó como Torrifluvents porque cuenta con un régimen de humedad arídico – Torrido y régimen de temperatura térmico. en el nivel de Sub Grupo el suelo Omo - Moquegua se clasificó como Ustic Torrifluvents. Finalmente, a nivel de familia se clasificó como Arenosa – Ustic Torrifluvents. Por otra parte en la



investigación realizada por Sardon (2023), fue distinta clasificando como orden Inceptisol, sin embargo las características del suelo si muestran una similitud, porque manifestó que se ha originado a partir de depósitos aluviales, constituidos por materiales que fueron transportados y depositados por acción del agua, constituidos por materiales redondeados de gravas y partículas de arenas, limos y arcilla principalmente como material parental, con un régimen de humedad arídico y régimen de temperatura térmico. Sin embargo, la diferencia en el orden se da aparentemente debido a la distancia de los puntos geo referenciados (INGEMET, 2014).

En los suelos de Tacna y Moquegua no manifiestan una clasificación similar sin embargo estos suelos se clasificaron con orden Entisol por ser de característica arenosos y poco desarrollados, sin embargo, según (Mamani, 2023), nos indica que sus suelos de Illpa, los clasificó como Mollisol y Inceptisol, en las categorías Salcedo e Illpa - Waru Waru y Illpa - Río y San Gabán, respectivamente, los suelos Salcedo e Illpa - Waru Waru fueron identificados como Phaeozem, mientras que Illpa - Río y San Gabán fueron denominados Cambisol, con estos resultados los suelos Entisol y Inceptisol difieren del orden Mollisol porque son suelos jóvenes con poco desarrollo y una débil expresión morfológica por otra parte el orden Mollisol presenta suelos bien estructurados con un horizonte superficial oscuro.

En Moquegua – Omo, Tacna -Yarada Los Palos y Sama Yalata, son del orden Entisol porque sus suelos presentaron una clase textural árida, su contenido de materia orgánica es baja y poca presencia de pedogénesis, sobre todo en los suelos de Tacna -Sama Yalata ya que presentaron mayor salinidad, así mismo según (Recursos Naturales, 2014), manifestó que los suelos del Orden Entisol, son



poco desarrollados y se encuentran en áreas que van desde pendientes suaves hasta muy empinadas y suelen estar presentes en tierras áridas y erosionadas, lo cual concuerda con los resultados obtenidos de los suelos de Tacna y Moquegua.

4.2. ELABORAR MONOLITOS EN SUELOS REPRESENTATIVOS DE LAS REGIONES DE MOQUEGUA Y TACNA

En proceso de elaboración de monolitos de suelos, se logró obtener tres modelos representativos de las regiones de Tacna y Moquegua, para ello fue muy útil el uso de la goma blanca, el yute y una serie de materiales adecuados para la colección de los monolitos, al igual que (Stalin et al., 2003), resalta el uso de la goma blanca como nueva propuesta en la elaboración de monolitos y el uso de yute. Utilizando esta metodología, a continuación, se detalla las fases de elaboración que se siguió en cada uno de ellos.

4.2.1. Suelo de la región Tacna, Yarada - Los Palos

En el proceso de elaboración del monolito, en la fase de campo se realizó la selección y la extracción del sitio denominado Yarada - Los Palos, donde se realizó la apertura de calicata a una profundidad de 2 m, después se describió el perfil encontrándose seis horizontes/capas los mismos que fue lecturado y muestreado. el primero siendo un Ap que indica que hubo disturbios (labranza), C1, C2, C3, C4, C5 horizontes donde el material parental forma el suelo, con un desarrollo pedogenético muy ligero. Posterior a ello, se realizó la extracción del monolito con todos los materiales necesarios sin tener inconvenientes.

En la fase de laboratorio, las muestras que fueron ingresadas al Laboratorio de Aguas y Suelos FCA - UNA, para ello, se realizó el análisis de caracterización.



Se desarrolló una nueva metodología para la preparación y Preservación de monolitos de suelos basada en el uso de pegamento o goma de carpintero disuelta en agua (Stalin et al., 2007), de igual forma en la fase de taller se puede destacar que para la realización de los agujeros se tuvo que utilizar una rejilla de plástico con agujeros distribuidos a cada 0.5 cm, para esta operación se utilizó goma de carpintero de este modo a la hora del secado nos da resultados naturales, por otro lado, no tuvo dificultad en la infiltración debido a la consistencia que presentaba era suave, la impregnación se realizó sin dificultades. Finalmente, el tallado final de la cara externa.

4.2.2. Suelo de la región Tacna, Sama - Yalata

En la fase de campo, se realizó la selección del sitio denominado Sama - Yalata , donde se opta por realizar el proceso de extracción, se realizó la calicata con dificultades (suelo de consistencia dura), posterior a ello, se leyó el perfil, llenando la ficha de campo con todos los datos necesarios, después, se realizó el muestreo de suelo de cada uno de los horizontes en la cual se vio tres horizontes/capas, el primero siendo un horizonte C1 seguido del horizonte R Y 2C con desarrollo pedogenético muy ligero. Culminado lo anterior, se extrajo el monolito con todos los materiales necesarios.

En la fase de laboratorio las muestras fueron ingresadas al laboratorio de aguas y suelos FCA - UNA, siendo un total de dos muestras para ello se realizó el análisis de caracterización.

En fase de taller tenemos que resaltar que se tuvo que dar uso de un taladro para realizar los orificios debido a que una de sus capas del suelo fue de consistencia dura, en el caso de la primera y última capa no se realizó orificios por



presentar una textura arenosa, posterior a ello, se procedió con la impregnación con el uso de goma blanca y agua destilada, también, se usó el yute en las mismas dimensiones de la columna de suelo y madera de soporte con un excedente de 2.5 cm a los lados, la misma que fue prensado por un tiempo de dos semanas y media aproximadamente para una mejor adherencia.

Finalmente, el tallado final se realizó con bastante cuidado con ayuda de un desarmador plano, pinzas, y compresora, al final para un buen acabado se realizó el pintado de los bordes de la madera de soporte con pintura esmalte de color negro.

4.2.3. Suelo de la región de Moquegua, Omo

En la fase de campo, se realizó la selección del sitio denominado Omo - Moquegua para su extracción. Posterior a ello, se realizó la apertura de calicata con mucha dificultad, de este modo el suelo presento características arenosas y con presencia de gravas, seguidamente se prosiguió con la lectura del perfil y el apunte de datos en la ficha de campo de todos los datos necesarios, en la lectura se pudo apreciar tres horizontes, el primero siendo un Ap que indica que hubo disturbios antrópicos (labranza), C1, C2, horizontes donde el material parental forma el suelo, con un desarrollo pedogenético muy ligero. De cada uno de los horizontes se tomaron las muestras necesarias, continuando con el siguiente paso, donde se realizó el proceso de extracción; en este proceso se tuvo inconvenientes con las capas de arena, al presentar una capa sin estructura como es grano simple, suelto, lo cual tomó más tiempo en la extracción, al final se logró culminar con éxito.



En fase de laboratorio las muestras fueron ingresadas al Laboratorio de Aguas y Suelos FCA - UNA, siendo un total de tres muestras para ello se realizó el análisis de caracterización.

En la fase de taller se trabajó con inconvenientes, porque el suelo arenoso tendía a caerse, en la apertura de orificios se realizó con rejilla de plástico, después se continuó con la aplicación de las diluciones de goma blanca y agua destilada, posterior a ello, se aplicó goma sin diluir y se cubrió con yute toda la columna de suelo y se procedió a prensar a la madera de soporte, dicha madera también se le aplicó goma sin diluir (goma blanca pura) y se le prensó por un tiempo hasta lograr su adherencia total. Finalmente, el tallado del monolito se realizó sin inconvenientes retirando la madera que lo rodeaba quedando así en un espesor de 3.5 a 4 cm aproximadamente.



V. CONCLUSIONES

- Los suelos presentaron diferencias en cuanto a sus características físicas, químicas, y taxonómicas a nivel de Suborden, sin embargo, los suelos de Tacna y Moquegua tuvieron en común el orden Entisol debido a su aspecto árido y poco desarrollado en áreas con pendientes suaves y con sedimentos aluviales. Por otro lado, el Suelo Yarada Los Palos mostraron un mínimo desarrollo pedogenético, presentando un suborden Psamments según Soil Taxonomy. En cuanto al suelo Yalata - Sama, también presentó una escasa pedogénesis y una acumulación de sales en el horizonte R que lo vuelve infértil, este suelo fue clasificado como sub grupo Lithic Torriorthents según Soil Taxonomy porque tienen un contacto lítico dentro de los 50 cm de la superficie del suelo mineral. Finalmente, los suelos de Omo - Moquegua, presentaron características de un Suborden Fluvents, porque tienen un régimen de humedad arídico (tórrido), con la presencia de carbonatos (CaCO_3) en todos sus horizontes, por el contrario, los suelos de Tacna, en comparación, carecieron de carbonatos (CaCO_3) en sus diferentes horizontes.
- Finalmente, en la elaboración de monolitos de suelo se concluyó con la realización de tres monolitos, empleando la metodología de (Stalin, 2003). Los monolitos de suelos de Tacna Yarada Los Palos, tiene una dimensión de 0.25 m de ancho y 1.60 m de altura, Sama Yalata, tuvieron una dimensión de 0.25 m de ancho y 0.60m de altura y Moquegua - Omo tuvo una dimensión de 0.25 m de ancho y 0.64 m de altura, con respecto a la altura se consideró según las características del perfil de suelo que presentaba, ya que en la calicata dos y tres en el tercer horizonte presento que el suelo era el mismo hasta 1.60m y por lo tanto se consideró tomar una parte referencial del último horizonte. Así mismo, nos permitió identificar estructuras, texturas, colores,



aspectos que proporcionaron evidencia para su análisis de su formación pedogenética y funcionamiento, finalmente su presentación fue instalada en un soporte de melamina.



VI. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones exhaustivas sobre el análisis y la caracterización de suelos en diversas regiones a nivel nacional para comprender sus propiedades físico-químicas y determinar los usos y las gestiones más apropiadas
- Indagar y explorar más regiones a nivel nacional sobre los suelos, zonas no exploradas con el objetivo de identificar y clasificar la diversidad de tipos de suelos, compartir los conocimientos de manera visual y textual.
- Elaborar más monolitos de suelo, con dosis adecuada de goma blanca, es importante ajustar la dosificación de la goma en suelos arenosos.
- Se recomienda al momento de perfilar la columna del monolito en suelos arenosos adherir agua a la columna de arena para humedecerla y de esta manera sea más fácil su extracción.
- Proseguir con la elaboración y recolección de monolitos para su eventual incorporación en un museo de suelos, dentro del contexto de nuestra prestigiosa carrera de Ingeniería Agronómica. Esto nos permitirá alcanzar un reconocimiento mundial al ser la primera institución educativa en establecer un museo de suelos.
- Se recomienda difundir la metodología de la elaboración de monolitos de suelos a nivel nacional e internacional.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aduviri, F. (2024). Estimación del carbono orgánico en las sustancias húmicas en los suelos de la Estación Experimental Quimsachata - INIA Puno. Universidad Nacional del Altiplano.
<https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/21931>
- Aparin, B. F., Gerasimova, M. I., Lebedeva, I. I., Sukhacheva, E. I., & Tonkonogov, V. D. (2007). Verification of the classification and diagnostic system of Russian soils (2004) on the materials of a collection of soil monoliths from the V.V. Dokuchaev Central Soil Museum. *Eurasian Soil Science*, 40(5), 478–484.
<https://doi.org/10.1134/S106422930705002X>.
- Brevik, E.C. & Burgess, L.C. (2014). The influence of soils on human health. *Nat. Educ. Knowl.* 5 (12), 1.
- Buol, S. W., Southard, R. J., Graham, R. C., & McDaniel, P. A. (2011). Soil Genesis and Classification: Sixth Edition. *Soil Genesis and Classification: Sixth Edition*.
<https://doi.org/10.1002/9780470960622>
- Casanova P, Manuel, Salazar G, Osvaldo, Seguel S, Oscar, & Nogueira A, Verónica. (2009). CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA EN MONOLITOS DE SUELO DE CHILE CENTRAL. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*, 9(3), 210-221. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-27912009000300004>.
- Centro peruano de Estudios Sociales (2015). Los suelos en el Perú. *La Revista Agraria*, 170(15), 1-16.
- Coleman, C. J. (2017). *Fundamentos de la ecología del suelo*. Prensa académica.
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. (2014). *Claves para la Taxonomía de Suelos*, (12ª ed.). Estados Unidos: NRCS, p. 7-11.
- González-Cervantes, G., Sánchez-Cohen, I., & García-Arellano, D. (2004). Relaciones entre el manejo del huerto de nogal y la porosidad del suelo. *Terra Latinoamericana*, 22(3), 279-287.



- Hincapié Gómez, E., & Tobón Marín, C. (2012). Dinámica del agua en Andisoles bajo condiciones de ladera. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 65(2),6765-6777.
- Hernández Sampieri, F. C., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta Edición–UCA.
- INGEMMET. (2014). GEOCATMIN, Sistema de Información Geológico y Catastral Minero. *Ingemmet, Manual de Uso*, 36.
- Lladós Soldevila, A., Adell, J., Puras, G., & Rivas, G. (2017). Monolitos de suelo en el territorio del proyecto Geoparque Conca de Tremp-Montsec: Ciencia para la educación. *Patrimonio Geológico, Gestionando La Parte Abiótica Del Patrimonio Natural*, 2017, ISBN 978-84-9138-032-0, Págs. 383-390, June, 383–390.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8165343&info=resumen&idoma=ENG>.
- Mamani, D. (2023). Caracterización, clasificación y elaboración de monolitos de suelos en la estación experimental agraria Illpa – INIA, región Puno. Universidad Nacional del Altiplano.
<https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/20297>
- Martínez Fernández, J., & Ceballos, A. (2001). Diseño y validación de una sonda TDR para la medición de la humedad del suelo. JJ López, M. Quemada, M. Eds.) *Temas de Investigación de Zona no Saturada*. Universidad Pública de Navarra. Pamplona, 37-43.
- Martínez, R., Pineda Ruiz, E., Viñas Quintero, Y., Villegas Delgado, R. (2021). Centro de información y referencia de suelos para la enseñanza y conservación del patrimonio edafológico. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 41-48.
- Montenegro Agreda, S. M. (2014). *Geografía del Perú*. Universidad Alas Peruanas.
- Numpaque, Á. H. R., González, E. M. G., & Aguas, J. S. T. (2016). Suelos por tipo de paisaje asociados al cultivo de la palma de aceite en la Zona Suroccidental de Colombia. *Palmas*, 37(1), 25-43.



- Poch Claret, R., Porta, C J., y López- Acevedo, M. (2014). Edafología: uso y protección de suelos (3ª ed.). Madrid, España: Mundi-Prensa, p. 420-434
- Porta Casanellas, J., López-Acevedo Reguerín, M., & Poch Claret, R. M. (2008). Introducción a la edafología: uso y protección de suelos.
- Ramarao, MV, Sanjay, J., Krishnan, R., Mujumdar, M., Bazaz, A. y Revi, A. (2019). Sobre los cambios de aridez observados en las regiones semiáridas de la India en un clima en calentamiento. *Climatología teórica y aplicada*.
- Rau, P., Bourrel, L., Labat, D., Frappart, F., Ruelland, D., Lavado, W., Dewitte, B. y Felipe, O. (2018). Disparidad del cambio hidroclimático en las cuencas hidrográficas del Pacífico peruano. *Climatología teórica y aplicada*, 134(1):139–153.
- Recursos Naturales, S. D. C. (2014). Claves para la Taxonomía de Suelos. *Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Décima*, 400.
- Richer-de-Forges, A. C., Lowe, D. J., Minasny, B., Adamo, P., Amato, M., Ceddia, M. B., ... & Arrouays, D. (2021). A review of the world's soil museums and exhibitions. *Advances in Agronomy*, 166, 277- 304.
<https://doi.org/10.1016/BS.AGRON.2020.10.003>
- Rodrigo Zapata (2018). Tipos De Suelos: Caracterización De Suelos Arcillosos Y Limosos. Pag 3-6.
- Salas, J. D. (2000). Hidrología de zonas áridas y semiáridas. *Ingeniería del agua*
- Salomé Chacón & Pablo Meza. (2010). Características morfológicas de las dunas de las pampas de san José, Arequipa.
- Sardon, N. (2023). Evaluación de soluciones extractoras de fósforo (P) disponible mediante la aplicación de una fuente fosfatada en diferentes tipos de suelos. Universidad Nacional del Altiplano.
- https://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/19384/Sardon_Nina_Nat_y_Adelaida.pdf?sequence=3.



- Silva, M. y Vázquez, (2011). Taxonomía de Suelos. Recuperado de http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/18678/mod_resource/content/1/TEMA%2011%20%20TAXONOMIA.pdf 11/07/2017 3:53.
- Soil Survey Staff. (2022). Keys to Soil Taxonomy, 13th edition (13th ed.). Natural Resources Conservation Service.
- Solà, C. A., & Soldevila, A. L. (2019). Descubriendo la importancia y la diversidad de los suelos mediante monolitos de suelo. Recursos didácticos para la Enseñanza Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 27(1), 31-31
- Soldevila, A. L., Adell, J., Puras, G., & Rivas, G. (2017). Monolitos de suelo en el territorio del proyecto Geoparque Conca de Tremp-Montsec: Ciencia para la educación. In *Patrimonio geológico, gestionando la parte abiótica del patrimonio natural* (pp. 383-390). Instituto Geológico y Minero de España.
- Stalin, J., Torres, P. L. A., & Madero, S. (2007). El recurso suelo y los centros de información y referencia de suelos. *Venesuelos*, 15, 33-42.
- Stalin Torres P1., Marcos Martínez1 y Cenaida Perdomo R.1, (2003) Propuesta Metodológica Y Experiencias En La Preparación E Impregnación De Monolitos De Suelo Usando Goma De Carpintero.
- Tamayo, H. L. B., Márquez, A. D., & Hanco, M. J. (2016). Niveles de aridez en función a los factores climáticos en el valle del Cusco. *Revista de Investigación Universitaria*, 5(1).
- Torres, S., & Perdomo, C. (2004). Centro de Información y Referencias de Suelos (CIRS).
- Universidad Nacional De Piura e INDECI (2002). Estudio De Mecánica De Suelos Y Mapa De Peligros De La Ciudad De Piura.
- <https://www.midagri.gob.pe/portal/56-sector-agrario/cuencas-y-drenaje/384-estadisticas?start=4>.



ANEXOS

ANEXO 1. Descripción del perfil de suelo Yarada – Los Palos (Calicata N° 1)

DESCRIPCIÓN DEL PERFIL DE SUELO DE LA CALICATA N° 1

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Lugar	: Los Palos
Distrito	: Yarada
Provincia	: Tacna
Departamento	: Tacna
Coordenadas geográficas	: 18° 14' 34,785" Latitud Sur, 70° 24' 16.877" Longitud oeste
Coordenadas UTM	: UTM/Zona 19S: 351489 Este, 7982360 Norte
Altitud	: 62 m.s.n.m.
Denominación del Suelo	: Los palos
Clasificación natural	: Soil Taxonomy (2024): Arenosa – Typic Torriorthents
Material parental	: Aluvial
Paisaje	: Llanura
Unidad geomorfológica	: Superficie Plana
Pendiente	: 0-1 %
Vegetación	: Olivos
Pedregosidad superficial	: 0 % de pedregosidad
Zona de vida	: Desierto desecado-Templado cálido (dd-Tc)
Descrito y elaborado por	: Victor Manuel Zurita Flores y Cristian Paul Martines Quinteros

DESCRIPCIÓN DEL PERFIL

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Ap	0-22	Arenoso; pardo amarillento oscuro (10YR 3/4), en húmedo; grano simple, muy fina, sin estructura; suelto; ácido (pH 5.7); contenido de materia orgánica (1.03%); grava fina en un 75%; raíces finas, muy finas, pocas. Límite de horizonte difuso con una topografía suave.
C1	22-38	Arenoso; pardo amarillento oscuro (10YR 3/6), en húmedo; grano simple, muy fina, sin estructura; suelto; neutro (pH 7.31); contenido de materia orgánica (0.66%); grava fina en un 80%; raíces muy finas, pocas. Límite de horizonte abrupto con una topografía suave.
C2	38-47	Arenoso; pardo (10YR 4/3), en húmedo; grano simple, muy fina, sin estructura; suelto; neutro (pH 7.54); contenido de materia orgánica



(0.56%); grava fina en un 70%; raíces finas, muy finas, pocas. Límite de horizonte abrupto con una topografía suave.

C3	47-90	Arenoso; pardo amarillento oscuro (10YR 3/4), en húmedo; grano simple, muy fina, sin estructura; suelto; neutro (pH 7.05); contenido de materia orgánica (0.47%); grava fina en un 85%; raíces finas, muy finas, pocas. Límite de horizonte difuso con una topografía suave.
C4	90-136	Arenoso; pardo amarillento oscuro (10YR 4/4), en húmedo; grano simple, muy fina, sin estructura; suelto; neutro (pH 7.59); contenido de materia orgánica (0.47%); grava fina en un 75%; raíces muy finas, pocas. Límite de horizonte difuso con una topografía suave
C5	136-168	Arenoso; pardo (10YR 4/3), en húmedo; masivo, muy fina, sin estructura; muy friable; neutro (pH 7.35); contenido de materia orgánica (0.75%); grava fina en un 75%; raíces muy finas, pocas. Límite de horizonte abrupto con una topografía suave.



ANEXO 2. Paisaje del área de estudio Yarada - Los Palos (Calicata N° 1)



ANEXO 3. Perfil de suelo Yarada – Los Palos (Calicata N° 1)



ANEXO 4. Descripción del perfil de suelo Yalata - Sama (Calicata N°2)

DESCRIPCIÓN DEL PERFIL DE SUELO DE LA CALICATA N° 2		
CARACTERÍSTICAS GENERALES		
Lugar	:	Yalata
Distrito	:	Sama
Provincia	:	Tacna
Departamento	:	Tacna
Coordenadas geográficas	:	18° 01' 06,387" Latitud Sur, 70° 39' 00,312" Longitud oeste
Coordenadas UTM	:	UTM/Zona 19S: 325316 Este, 8006996 Norte
Altitud	:	374 m.s.n.m.
Denominación del suelo	:	Yalata
Clasificación natural	:	Soil Taxonomy (2024): Arenosa sobre esquelética - Lithic torriorthents
Material parental	:	Residual
Paisaje	:	Llanura
Unidad geomorfológica	:	Superficie Plana
Pendiente	:	4-8 %
Vegetación	:	Sin vegetación
Pedregosidad superficial	:	0% de pedregosidad
Zona de vida	:	Desierto perarido -Templado cálido (dp-Tc)
Descrito y elaborado por	:	Victor Manuel Zurita Flores y Cristian Paul Martines Quinteros
DESCRIPCIÓN DEL PERFIL		
Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
C	0-8	Arenoso franco; pardo fuerte (7.5YR 5/6), en húmedo; granular, fina, débil; suelto; ligeramente ácido (pH 6.37); contenido de materia orgánica (0.54%); gravas finas en un 5%. Límite de horizonte muy abrupto con una topografía suave.
R	8-25	Roca - Halita; blanco, pardo rojizo (9.5N 50%, 2.5YR 4/4 50%), en húmedo
2C	+60	Arenoso franco; pardo amarillento oscuro, amarillo rojizo, blanco (10YR 4/4 85%, 7.5YR 7/8 10%, 9.5 N 5%), en húmedo, moteaduras en un 5%; masiva, débil, fina; suelto; ligeramente ácido (pH 6.43); contenido de materia orgánica (0.82%); gravas en un 0%. Límite de horizonte muy abrupto con una topografía suave.

ANEXO 5. Paisaje del área de estudio Yalata - Sama (Calicata N°2)



ANEXO 6. Perfil de suelo Yalata - Sama (Calicata N° 2)





ANEXO 7. Descripción del perfil de suelo denominado Omo - Moquegua (Calicata

N°3)

DESCRIPCIÓN DEL PERFIL DE SUELO DE LA CALICATA N° 3

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Lugar	: OMO-16
Distrito	: Moquegua
Provincia	: Mariscal nieta
Departamento	: Moquegua
Coordenadas geográficas	: 17° 14' 18.626" Latitud Sur, 70° 58' 03.152" Longitud Oeste
Coordenadas UTM	: UTM/Zona 19k: 0290801 Este, 8092995 Norte
Altitud	: 1410 m.s.n.m.
Denominación del suelo	: OMO-16
Clasificación natural	: Soil Taxonomy (2024): Arenosa Ustic Torrifuvents
Material parental	: Aluvial
Paisaje	: Llanura
Unidad geomorfológica	: Superficie Plana
Pendiente	: 2-4 %
Vegetación	: Cultivo de palta y granada
Pedregosidad superficial	: 10 % de pedregosidad
Zona de vida	: Desierto desecado-Templado cálido (dd-TC)
Descrito y elaborado por	: Victor Manuel Zurita Flores y Cristian Paul Martines Quinteros

DESCRIPCIÓN DEL PERFIL

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Ap	0 - 25	Arenoso franco; pardo (7.5YR 5/4), en húmedo; grano simple, fina, sin estructura; suelto; Neutro (pH 7.08); contenido de materia orgánica (0.28%); gravas redondeadas en un 5%; raíces finas, medias, pocas. Límite de horizonte difusa con una topografía suave.
C1	25 - 38	Arenoso; pardo grisáceo (10YR 5/2), en húmedo; granular, fina, sin estructura; friable; neutro (pH 7.06); contenido de materia orgánica (0.54%); gravas redondeadas en un 50%; raíces finas, pocas. Límite de horizonte difusa con una topografía suave.
C2	+ 64	Arenoso; pardo grisáceo (10YR 5/2), en húmedo; granular, finas, sin estructura; muy friable; neutro (pH 7.33); contenido de materia orgánica (0.88%); gravas redondeadas en un 80%; raíces muy finas, pocas. Límite de horizonte difusa con una topografía suave.

ANEXO 8. Evidencias fotográficas

Paisaje del área de estudio Omo - Moquegua (Calicata N° 3)



Perfil de suelo Omo - Moquegua (Calicata N° 3)



Materiales que se utilizó en las calicatas



Etapa de gabinete



Selección del punto definido Yalata - Sama



Apertura de la calicata Yarada – Los Palos



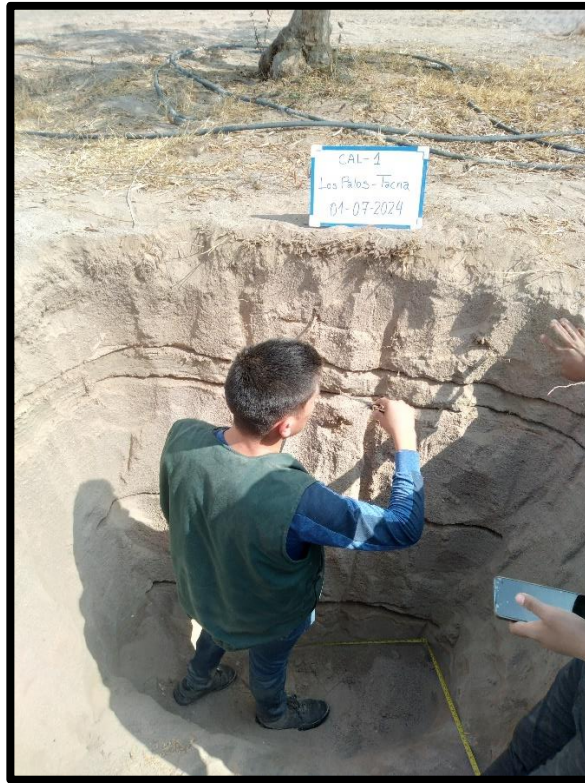
Apertura de la calicata Omo - Moquegua



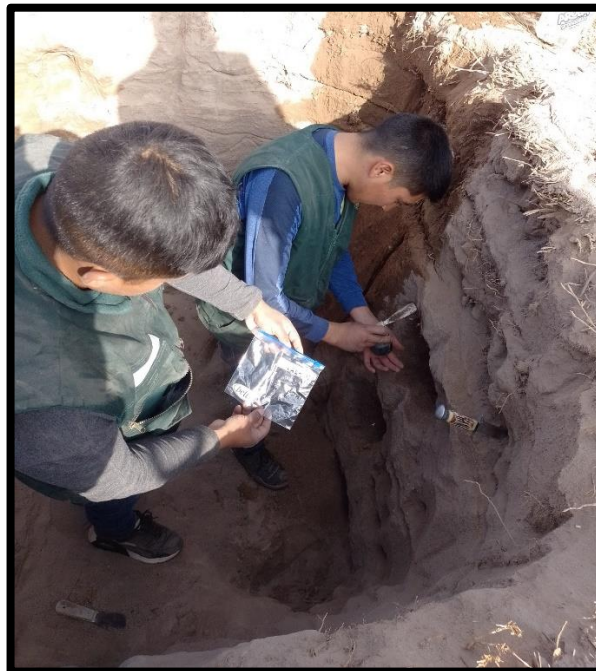
Perfilado de la calicata Yarada – Los palos



Delimitación de los horizontes Yarada – Los Palos



Extracción de muestras de suelo de los diferentes horizontes Yarada – Los Palos



Determinación de colores con la tabla munsell



Trazado del molde de las dimensiones del monolito



Perfilado del monolito Yarada – Los palos



Colocación de la caja del monolito



Perfilado de la cara del monolito



Tapado de la caja del monolito



Aplicado de telas para soporte de la extracción del monolito



Extracción del monolito



Perfilado para el tapado de la caja del monolito



Tapado de la caja del monolito



Envuelto de plástico film para el traslado del monolito



Determinación de carbonatos – fase de laboratorio



Determinación de pH y conductividad eléctrica – fase de laboratorio



Determinación de materia orgánica – fase de laboratorio



Determinación de textura por el método de Bouyoucos – fase de laboratorio



Determinación de cationes cambiables – fase de laboratorio



Determinación de capacidad de intercambio catiónico CIC – fase de laboratorio



Aplicación de la goma de carpintero – fase de taller



Colocado del yute – fase de taller



Prensado de la caja del monolito – fase de taller



Secado y limpiado de los monolitos – fase de taller



Tallado de los monolitos – fase de taller



Aplicación del preservante al soporte de madera del monolito – fase de taller



Pintado del soporte del monolito – fase de taller



Acondicionamiento listo para el montaje y exposición.





AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo VICTOR MANUEL ZURITA FLORES identificado con DNI 72905058 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA AGRONOMICA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“
CARACTERIZACIÓN, CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA Y ELABORACIÓN DE MONOLITOS DE SUELOS EN LA COSTA SUR DEL PERÚ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.


En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 04 de DICIEMBRE del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo VICTOR MANUEL ZURITA FLORES
identificado con DNI 72905058 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
INGENIERIA AGRONÓMICA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“
CARACTERIZACION, CLASIFICACION TAXONOMICA Y ELABORACION
DE MONOLITOS DE SUELOS EN LA COSTA SUR DEL PERU”

Es un tema original.


Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 04 de DICIEMBRE del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo CRISTIAN PAUL MARTINES QUINTEROS,
identificado con DNI 70610535 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA AGRONOMICA
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ CARACTERIZACIÓN, CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA Y
ELABORACIÓN DE MONOLITOS EN LA COSTA SUR
DEL PERÚ ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 04 de Diciembre del 20 24


FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo CRISTIAN PAUL MARTINES QUINTEROS,
identificado con DNI 70610535 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
INGENIERIA AGRONOMICA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
" CARACTERIZACION, CLASIFICACION TAXONÓMICA Y
ELABORACION DE MONOLITOS DE SUELO EN LA
COSTA SUR DEL PERÚ "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 04 de diciembre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella