

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y
MECÁNICAS DEL SUELO PARA UNA PROPUESTA DE
ZONIFICACIÓN URBANA EN EL ANEXO LA
BALERIANA, COCABAMBA, LUYA-2020**

Autor: Bach.Milton Orrillo Chavez

Asesores: Dr. Jorge Alfredo Hernández Chávarry

Mg. Guillermo Arturo Díaz Jáuregui

Registro: (.....)

CHACHAPOYAS-PERÚ

2023

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-H

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): Ovrillo Chavez Milton
DNI N°: 47232586
Correo electrónico: 4723258651@untrm.edu.pe
Facultad: Ingeniería Civil y Ambiental
Escuela Profesional: Ingeniería Civil

Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): _____
DNI N°: _____
Correo electrónico: _____
Facultad: _____
Escuela Profesional: _____

2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional

Evaluación de las características físicas y mecánicas del suelo para una propuesta de zonificación urbana en el anexo La Baleriana, Cocabamba, Luya - 2020.

3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: Dr. Jorge Alfredo Hernández Chavarrí
DNI Pasaporte, C.E N°: 26617086
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) <https://orcid.org/0009-0003-5352-3577>

Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: Mg. Guillermo Arturo Díaz Jáuregui
DNI Pasaporte, C.E N°: 07732230
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) <https://orcid.org/0000-0002-5073-047x>

4. Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-Immunología)

https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html
2.00.00--Ingeniería, Tecnología/2.01.00--Ingeniería civil/2.01.01--Ingeniería civil

5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

6. Autorización de publicación

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC: Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación-RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 28 de junio, 2023

Firma del autor 1

Firma del Asesor 1

Firma del autor 2

Firma del Asesor 2

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación va dedicado a mis padres, por todo su amor y por motivarme a seguir adelante. También va dedicado a mis hermanos, por brindarme su apoyo moral en esas noches que tocaba investigar, finalmente, a mis amigos y colegas, con su aliento que me brindaron, me impulsaron para lograr mis sueños.

AGRADECIMIENTO

A los asesores de tesis: M.Sc. Guillermo Arturo Díaz Jáuregui y al Dr. Jorge Alfredo Hernández Chávarry. Sin ustedes y sus virtudes, su paciencia y constancia, este trabajo no lo hubiera logrado tan fácil, sus consejos fueron siempre útiles cuando no salían de mi pensamiento las ideas para escribir lo que hoy he logrado. Formaron parte de esta historia con sus aportes profesionales que les caracteriza. Muchas gracias por sus múltiples palabras de aliento, cuando más les necesité; por estar allí cuando mis horas de trabajo se hacían confusas. Gracias por sus orientaciones.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TOTIBIO
RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph.D Jorge Luis Maicelo Quintana
RECTOR

Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres
VICERRECTOR ACADÉMICO

Dra. María Nelly Luján Espinoza
VICERRRECTORA DE INVESTIGACIÓN

Ph.D .Ricardo Edmundo Campos Ramos
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIRIA CIVIL Y AMBIENTAL

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Evaluación de las características físicas y mecánicas del suelo para una propuesta de zonificación urbana en el anexo La Baleariana, Cocabamba, Luya-2020; del egresado Milton Orillo Chavez de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental Escuela Profesional de Ingeniería Civil de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.



Chachapoyas, 14 de junio de 2025

Firma y nombre completo del Asesor
Jorge Alfredo Hernández Chouany

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Evaluación de las características físicas y mecánicas del suelo para una propuesta de zonificación urbana en el anexo La Baleriana, Cocabamba, Luya- 2020.;

del egresado Hilton Orillo Chavez

de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.



Chachapoyas, 14 de junio de 2023

Firma y nombre completo del Asesor
Guillermo Arturo Díaz Jáuregui

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



Ing. Franklin Alfonso Tello Reyna

PRESIDENTE



Dr. Erick Stevinsonn Arellanos Carrión

SECRETARIO



Arq. José Luis Flores Bruno

VOCAL

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Evaluación de las características físicas y mecánicas del suelo para una propuesta de zonificación urbana en el anexo La Baleariana, Cocabamba, Luya - 2020.

presentada por el estudiante ()/egresado (X) Orillo Chavez Milton

de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

con correo electrónico institucional 4723358851@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- La citada Tesis tiene 14 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 20 de junio del 2023


SECRETARIO


PRESIDENTE


VOCAL

OBSERVACIONES:

.....
.....

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-5

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 26 de junio del año 2023, siendo las 11:00 horas, el aspirante: Bach. Milton Orrillo Chavez, asesorado por M.sc. Guillermo Arturo Díaz Salvesqui y Dr. Jorge Alfredo Hernández Chavarrí defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: Evaluación de las características físicas y mecánicas del suelo para una propuesta de zonificación urbana en el anexo La Baleariana, Cocabamba, Luya - 2020, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Franklin Alfonso Tello Reyna

Secretario: Erick Stevinson Avellanos Carrion

Vocal: Jose Luis Flores Bruno



Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:


Aprobado () por Unanimidad () / Mayoría ()

Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 12:15 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:
.....

CONTENIDO GENERAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR 1 DE LA TESIS	vi
VISTO BUENO DEL ASESOR 2 DE LA TESIS	vii
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS	viii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS	ix
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....	x
CONTENIDO GENERAL.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN.....	17
II. MATERIAL Y MÉTODOS	20
2.1 Diseño de la investigación	20
2.2 Localización del área de estudio	20
2.2.1 Ubicación geográfica	20
2.2.2 Población beneficiaria	23
2.3 Materiales, equipos y herramientas.....	24
2.3.1 Materiales	24
2.3.2 Equipos	25
2.3.3 Herramientas.....	25
2.4 Variables de estudio	25
2.5 Población y muestra	25
2.5.1 Población	25
2.5.2 Muestra.....	26
2.5.3 Muestreo	26
2.6 MétodosXII.....	26

2.6.1	Método inductivo.....	26
2.6.2	Método deductivo.....	26
2.6.3	Método analítico.....	27
2.7	Técnicas e instrumentos	27
2.7.1	Técnicas	27
2.7.2	Instrumentos.....	28
2.8	Procedimiento.....	28
2.8.1	Evaluación del relieve mediante la topografía	28
2.8.2	Análisis de las características físicas y mecánica del suelo	29
2.8.3	Propuesta de zonificación urbana.....	29
III.	RESULTADOS.....	31
3.1	Estudio topográfico	31
3.1.1	Área de estudio.....	31
3.1.2	Perímetro del área de estudio	31
3.1.3	Orografía del terreno	31
3.2	Análisis y evaluación de las características físicas y mecánicas del suelo	32
3.2.1	Ubicación de calicatas	32
3.2.2	Estudio de la mecánica de suelos en el laboratorio	33
3.3	Propuesta de zonificación urbana en el Anexo la Baleriana.....	63
3.3.1	Zonificación	63
3.3.2	Uso del suelo	64
3.3.3	Zonificación Residencial	64
3.3.4	Zonificación Comercial Vecinal.....	66
3.3.5	Zonificación Industrial (I1).....	66
3.3.6	Zonificación Industrial (I2).....	66
3.3.7	Zonificación Educativa.....	67
3.3.8	Zonificación Salud.....	67
3.3.9	Zonificación de Recreación Pública (ZRP)	67
3.3.10	Vinculación de la Zonificación con la Clasificación del Suelo	68
IV.	DISCUSIÓN	69
V.	CONCLUSIONES.....	71
VI.	RECOMENDACIONES	72
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
	ANEXOS.....	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Crecimiento demográfico del Anexo La Baleriana	23
Tabla 2. Población según Área urbana y rural del Anexo La Baleriana	24
Tabla 3. Determinación de la pendiente en el área de estudio	32
Tabla 4. Ubicación de las calicatas en el sector de estudio	32
Tabla 5. Estado real de los suelos en la zona de estudio C-1.....	33
Tabla 6. Estado real de los suelos en la zona de estudio C-2.....	34
Tabla 7. Estado real de los suelos en la zona de estudio C-3.....	34
Tabla 8. Estado real de los suelos en la zona de estudio C-4.....	35
Tabla 9. Estado real de los suelos en la zona de estudio C-5.....	35
Tabla 10. Contenido de humedad de cada una de las muestras de las calicatas	36
Tabla 11. Contenido de densidad natural de cada una de las muestras de las calicatas	37
Tabla 12. Límite de consistencia C-1.....	38
Tabla 13. Límite de consistencia C-2.....	39
Tabla 14. Límite de consistencia C-3.....	40
Tabla 15. Límite de consistencia C-4.....	41
Tabla 16. Límite de consistencia C-5.....	42
Tabla 17. Análisis Granulométrico C-1	43
Tabla 18. Análisis Granulométrico C-2	45
Tabla 19. Análisis Granulométrico C-3	47
Tabla 20. Análisis Granulométrico C-4	49
Tabla 21. Análisis Granulométrico C-5	51
Tabla 22. Resumen de las muestras en laboratorio de mecánica de suelos	53
Tabla 23. Recomendaciones estructurales de las edificaciones en la zona	62
Tabla 24. Resumen de Capacidad Portante para Cortes Directos, triaxial y SPT	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapas de ubicación del Perú y del departamento de Amazonas.	21
Figura 2. Mapas de ubicación del departamento de Amazonas y la provincia de Luya.	21
Figura 3. Mapas de ubicación de la provincia de luya y el distrito de Cocabamba.	22
Figura 4. Ubicación geográfica del proyecto de investigación.....	22
Figura 5. Proceso que se siguió para alcanzar lo propuesto en la investigación	30
Figura 6. Gráfico del límite de consistencia de la muestra C-1.....	38
Figura 7. Gráfico del límite de consistencia de la muestra C-2.....	39
Figura 8. Gráfico del límite de consistencia de la muestra C-3.....	40
Figura 9. Gráfico del límite de consistencia de la muestra C-4.....	41
Figura 10. Gráfico del límite de consistencia de la muestra C-5.....	42
Figura 11. Curva granulométrica de la muestra C-1	44
Figura 12. Curva granulométrica de la muestra C-2.....	46
Figura 13. Curva granulométrica de la muestra C-3.....	48
Figura 14. Curva granulométrica de la muestra C-4.....	50
Figura 15. Curva granulométrica de la muestra C-5.....	52
Figura 16. Propuesta de zonificación residencial en la zona de estudio	65
Figura 17. Zonificación comercial en la zona de estudio	66
Figura 18. Zonificación industrial en la zona de estudio	67
Figura 19. Zonificación educacional en la zona de estudio.....	67
Figura 20. Tipos de zonificación concordantes con las diferentes clases de suelo.....	68
Figura 21. Plano topográfico del área de estudio.....	77
Figura 22. Plano catastral de La Baleriana	78
Figura 23. Plano de las pendientes existentes en el área de estudio	79
Figura 24. Plano de ubicación de Calicatas	80
Figura 25. Plano de sistema vial urbano La Baleriana (propuesta)	81
Figura 26. Plano de Zonificación La Baleriana (propuesta).....	82
Figura 27. Estado Actual del Anexo La Baleriana.....	83
Figura 28. Levantamiento topográfico del área de estudio	83
Figura 29. Excavación de las Calicatas in situ.....	84
Figura 30. Extracción de la muestra para el análisis en el laboratorio de suelos.....	85
Figura 31. Calicata donde se muestra la estratigrafía del suelo.....	86

RESUMEN

El crecimiento masivo y la expansión de las urbes ha incrementado la necesidad de espacios urbanos, los sistemas que benefician a los ciudadanos requieren estudios de la superficie del terreno como relieve y subsuelo, que garanticen un mejor desarrollo urbano. En el anexo La Baleriana existe una problemática relacionada al mal uso del suelo, por lo que, se propone una zonificación que optimice el espacio del equipamiento urbano y residencial. El objetivo de este estudio es evaluar las características físicas y mecánicas del suelo para una propuesta de zonificación urbana. Se realizó un estudio cuantitativo, por su finalidad es aplicativo, teniendo un nivel descriptivo con un diseño no experimental; la población está constituido por la diversidad de suelos que predominan en la zona, con una muestra de cinco calicatas. Las técnicas que se utilizó son mediante la observación y evaluación directa en campo; como resultados del relieve se encontró una orografía de terreno plano y ondulado, con un área de 52,410.750 m², así mismo se conoció las propiedades del suelo, en concordancia, encontramos una capacidad portante de 2,24Kg/cm² la más baja y 8,65 Kg/cm² la más alta, según la norma E.050 del RNE nos indica que son suelos edificables con una cimentación superficial. En conclusión, se encontró el tipo de relieve del terreno mediante el estudio topográfico, además se conoció las características físicas y mecánicas del suelo que guardan una relación para una propuesta de zonificación urbana.

Palabras Clave: Evaluación, uso del suelo y Zonificación urbano-rural

ABSTRACT

The massive growth and expansion of cities has increased the need for urban spaces, systems that benefit citizens require studies of the land surface as relief and subsoil, to ensure better urban development. In the La Baleriana annex there is a problem related to the misuse of the land, therefore, a zoning that optimizes the space of urban and residential equipment is proposed. The objective of this study is to evaluate the physical and mechanical characteristics of the soil for an urban zoning proposal. A quantitative study was carried out, and due to its purpose, it is applicative, having a descriptive level with a non-experimental design; the population is constituted by the diversity of soils that predominate in the area, with a sample of five pits. The techniques used are through observation and direct evaluation in the field; as results of the relief, we found a flat and undulated terrain orography, with an area of 5,2410.750 m², likewise the properties of the soil were known, in agreement, we found a bearing capacity of 2.24Kg/cm² the lowest and 8.65 Kg/cm² the highest, according to the E050 norm of the RNE indicates that they are buildable soils with a superficial foundation. In conclusion, the type of relief of the terrain was found by means of the topographic study, and the physical and mechanical characteristics of the soil that are related to a proposal for urban zoning were also known.

Keywords: Evaluation, land use and urban-rural zoning

I. INTRODUCCIÓN

En el mundo se estima que a medida que la población se incrementa, los asentamientos urbanos van creciendo, por desconocimiento o necesidad humana no se tiene en cuenta el uso del suelo, generalmente se ubican en zonas donde corren riesgos ante los fenómenos de la naturaleza (Rehren, Orellana, Arenas, & Hidalgo, 2018). No es ajeno a estos riesgos los países asiáticos y sudamericanos, están ubicados en zonas de constante actividad sísmica, que presenta características hidrometeorológicas específicas dentro de dichos continentes (Elizabeth & Peñafiel, 2020). Estos componentes lo colocan como territorios de multiamenazas a las cuales gran parte de la población se encuentra expuesta; en lugares como estos, es importante el ordenamiento territorial y una adecuada zonificación urbana, para un mejor desarrollo de la población que integra dichas urbes (Robles, 2019).

Es importante conocer el uso del suelo urbano y rural para el crecimiento de una ciudad óptima, de lo contrario esto genera riesgos, amenazas tanto naturales y socioeconómicas manifestándose en cierto grado de vulnerabilidad (Charras & Ambiental, 2021). Así como los países que están asentados sobre el cinturón de fuego del pacífico, donde hay constante movimiento sísmico, a esta población se debe dirigir de una mejor manera la ocupación del territorio en caso de un asentamiento urbano y su proyección a futuro, debe ser seguro (Baque-Solis & Baque-Solis, 2019).

En el Perú, la mayor parte de las ciudades de los distintos departamentos están formadas por asentamientos humanos que surgen espontáneamente por invasiones, se genera debido a la migración de las zonas rurales que buscan mejores oportunidades laborales, educación salud, mayores ingresos económicos, etc, produciéndose un desorden urbano (Gavilanes, 2019). Las edificaciones se construyen empíricamente a la larga generan amenazas, por la construcción de edificios de mayor altura sin un adecuado diseño de cimentación, sobre suelos inestables próximos a pendientes, las cuales presentan debilitamiento a causa de sobrecargas, esto se produce a falta de un asesoramiento técnico alguno (Ingenieria et al., 2022).

En el territorio peruano “la zonificación urbana” tiene como objetivo encausar el crecimiento y desarrollo controlado de un área importante para la expansión urbana, el cual está a cargo el campo de la arquitectura, la ingeniería civil y la geotecnia, que permite la división de los sectores urbanos de acuerdo a las características físicas y mecánicas del suelo, que son la base fundamental para la construcción de diversas estructuras urbanas

(Pánchez & Gadway, 2019). Para realizar todo tipo de trabajos de diseño urbano, no basta con conocer teorías exhaustivas, métodos de prueba o evaluación de posibles errores, sino que necesitamos la experiencia, conocimiento y análisis de las normas para poder plasmarlo a la realidad y satisfacer una necesidad de la población logrando un mejor desarrollo expansivo y adecuado de una ciudad (Hernandez & Torres, 2019).

En el anexo La Baleriana uno de los problemas es el mal uso del suelo a causa de asentamientos de viviendas de uno a dos pisos, sin tener en consideración el espacio o lugar a edificar, generando un desorden urbano, al transcurso del tiempo dichas edificaciones tienden a colapsar; por lo que no se ha tenido en cuenta la ubicación apropiada de las construcciones para la integración de la urbanización, además, se desconoce las características físico-mecánicas del suelo, por ello, las construcciones fallan, ya sea por las diferentes cargas emitidas a la propia estructura o fenómenos de la naturaleza.

En esta tesis se busca contribuir a la zonificación urbana en asentamientos de carácter urbano-rural sin ningún estudio técnico alguno. El cual nace como pregunta central: ¿Cuáles son las características físicas y mecánicas del suelo del anexo de La Baleriana para una propuesta de zonificación urbana? El objetivo general es Evaluar las características físicas y mecánicas del suelo para una propuesta de zonificación urbana. Para alcanzar este objetivo se tuvo los siguientes objetivos específicos:

- ❖ Evaluar el relieve del suelo mediante la topografía y calcular el área geográfica, en la cual se hará dicha investigación.
- ❖ Analizar e identificar las características físicas y mecánicas del suelo mediante la excavación de calicatas.
- ❖ Proponer el tipo de zonificación urbana de acuerdo a las características físicas y mecánicas del suelo en la zona de estudio.

El presente trabajo de investigación se desarrolló con la finalidad de elaborar una propuesta de zonificación en la zona de estudio, considerando los diferentes tipos de construcciones que predomina para el diseño de su cimentación, de acuerdo a sus propiedades físico-mecánicas del suelo, teniendo una idea hasta cuanto de carga soporta el suelo para su seguridad.

Para llevar a cabo este estudio se ha procedido con los estudios de campo, topográficos, excavación de calicatas, los ensayos de laboratorio, analizando sus propiedades del suelo detalladamente, finalizando con la determinación de la capacidad de carga que permite el subsuelo.

Por lo tanto, el resultado, nos permitió conocer detalladamente el tipo de relieve, sus características físicas y mecánicas de las muestras estudiadas para identificar las zonas que tienen mayor y menor capacidad portante, proponiendo que tipo de edificación y hasta cuantos pisos se puede construir ya sea residencial, comercial, industrial, educacional, entre otros, a todo este orden lo hemos llamado una propuesta de zonificación urbana.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

A continuación, veamos detalladamente de qué manera se ha logrado el proyecto de investigación, cumpliendo cada uno de los objetivos propuestos.

2.1 Diseño de la investigación

Esta investigación se realizó mediante un enfoque cuantitativo, se siguió un conjunto de procesos para encontrar los datos y poder cuantificarlos de acuerdo a las técnicas y métodos propuestos en base a las teorías.

Por su finalidad es aplicativa, en vista que se aplicó metodologías existentes en el contexto de la investigación, para cuyos resultados comprobarlos con las recomendaciones que nos sugiere las normas o estándares bibliográficos confiables.

Tiene un nivel descriptivo, se busca encontrar las características, comportamiento y propiedades de lo que se ha mencionado en los objetivos específicos. El análisis, además de intentar explicar y determinar los fenómenos, intentará comprender y determinar sus causas.

Por su diseño es no experimental, pues no se manipulan las variables, por el contrario, se observan los hechos en un contexto natural.

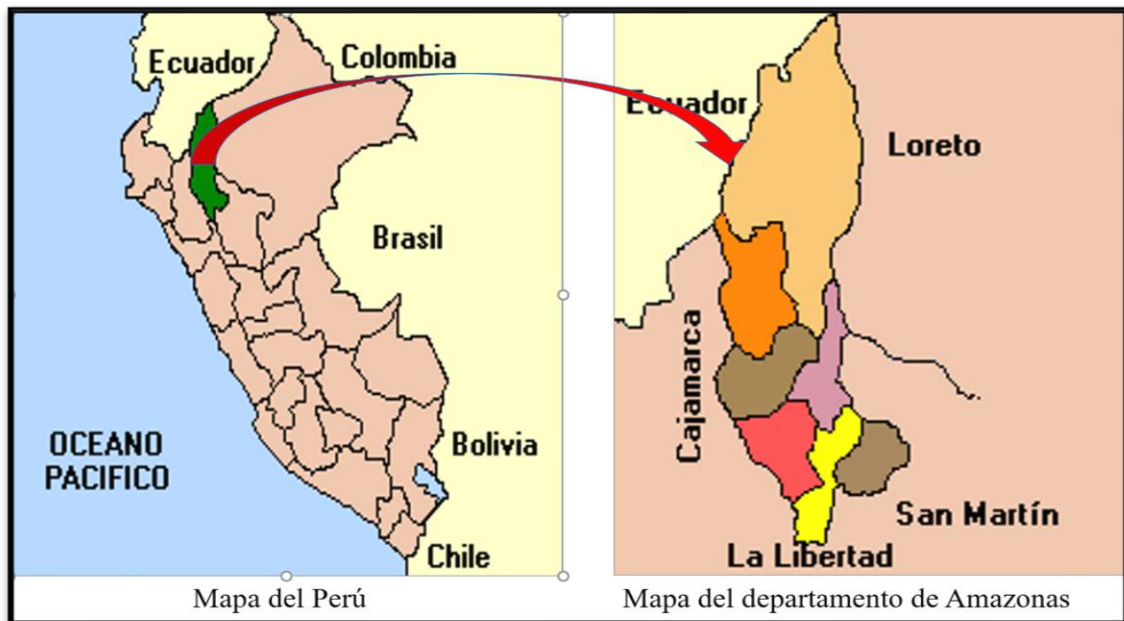
2.2 Localización del área de estudio

2.2.1 Ubicación geográfica

El área de investigación está ubicado en el Anexo de La Baleriana, Distrito Cocabamba, Provincia Luya, Departamento Amazonas a 3,205 m.s.n.m el cual se detallan a continuación en la siguientes imágenes (Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3 y Fig. 4):

Figura 1

Mapas de ubicación del Perú y del departamento de Amazonas.



Nota: El proyecto de investigación está ubicado en el departamento de Amazonas. Fuente: Google imágenes.

Figura 2

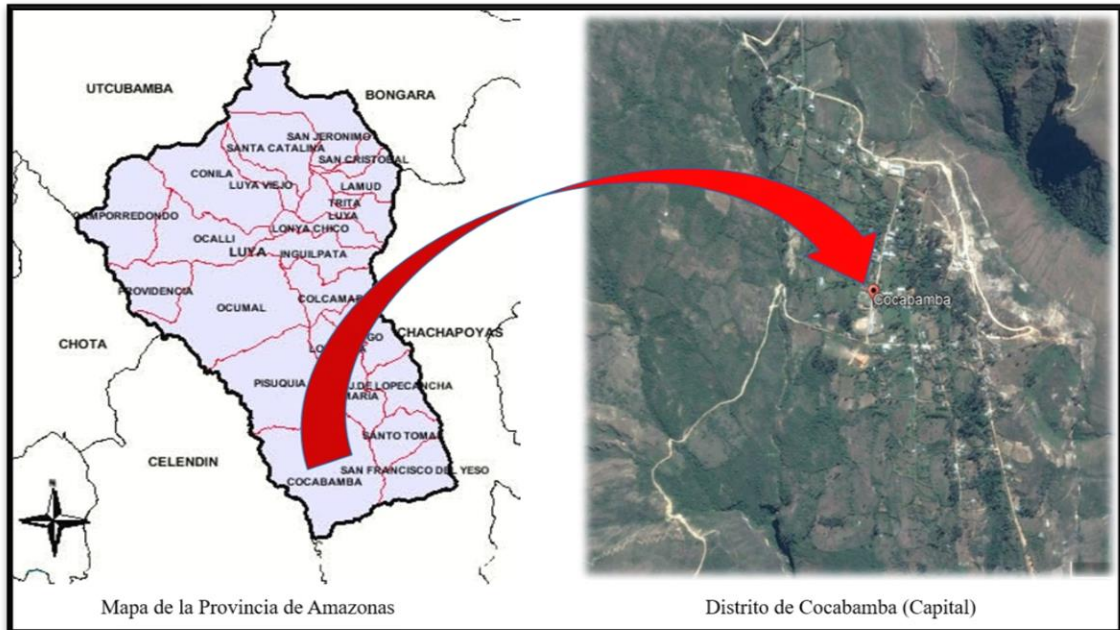
Mapas de ubicación del departamento de Amazonas y la provincia de Luya.



Nota: Así mismo, se continúa detallando la ubicación del proyecto que se ubica dentro de la provincia de Luya. Fuente: Google imágenes.

Figura 3

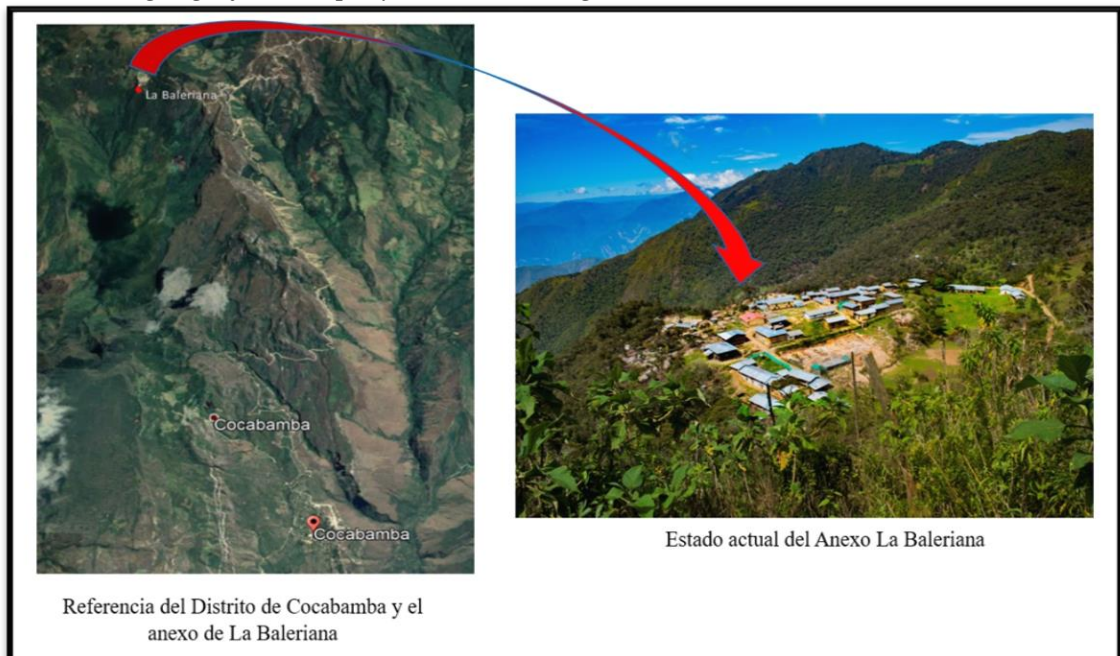
Mapas de ubicación de la provincia de luya y el distrito de Cocabamba.



Nota: Se evidencia la ubicación del distrito de Cocabamba donde pertenece el anexo La Baleriana. Fuente: Google Imágenes y una toma de Google Earth

Figura 4

Ubicación geográfica del proyecto de investigación



Nota: Anexo La Baleriana, como se indica en la figura, se refleja el estado actual del lugar. Fuente: toma de Google Earth y fuente propia.

2.2.2 Población beneficiaria

2.2.2.1 Diagnóstico de la realidad existente de la zona

La información demográfica obtenida de los últimos censos nacionales de población y vivienda (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2017). Muestra que entre los años 2007, 2010 y 2017 experimentó un incremento en la urbanización como se muestra en la Tabla 1, lo que puede atribuirse al desarrollo de las actividades comercial e industrial en dicho centro urbano-rural.

Tabla 1

Crecimiento demográfico del Anexo La Baleriana

Año censal	Población existente	Incremento Poblacional
1997	27	-----
2007	83	56
2017	156	73
2023(*)	387	231

Nota. Se evidenció un crecimiento acelerado de la población. Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017).

2.2.2.2 Método del diferencial de crecimiento Urbano-Rural

Es un método indirecto basado en las funciones logísticas para obtener poblaciones urbanas y rurales, porque tiene la ventaja de ser mucho más fácil y rápido de reflejar que los métodos estadísticos tradicionales, y no es adecuado para la distribución de indicadores demográficos. (nacimiento, muerte y migración) porque sus efectos ya están incluidos en el total estimado de población y departamentos calculado por el método de composición (Estad et al., 2020).

$$r = \left[\left(\frac{P_t}{P_o} \right)^{1/t} - 1 \right] * 1000$$

Donde:

“Po” y “Pt” son la población rural de los años censales

“t” el tiempo en años durante el periodo de Inter detección

“r” tasa de crecimiento

La diferencia entre las tasas de crecimiento urbano y rural se denota por “d” ($d = u - r$). El método supone una diferencia constante entre el crecimiento urbano y rural, lo que indica un cambio en el porcentaje de la población inferior a 0 y superior a 100 (Estad et al., 2020).

El grado de urbanización (porcentaje urbano) se calcula para los años de previsión a partir de la diferencia entre el crecimiento urbano y los datos históricos.

$$Gi = \frac{100}{1 + \frac{Ro}{Uo} e^{-dt}}$$

Siendo:

Gi: Grado de urbanización de los habitantes de la ciudad en el año i

Ro: Habitantes de la zona rural en el año base

Uo: Habitantes de la zona urbana en el año base

d: Diferencial de crecimiento del último periodo intercensal

t: Diferencia entre el año base y el año a proyectar

Para conocer el crecimiento urbano y rural del anexo La Baleriana se ha hecho el cálculo desde años atrás y años adelante, como indica la Tabla 2:

Tabla 2

Población según Área urbana y rural del Anexo La Baleriana

Área	2007	%	2017	%	2023	%
Urbana	17	20.49	113	72.43	335	86.56
Rural	66	79.51	43	27.57	52	13.44
TOTAL	83	100	156	100	387	100

Nota. Población en constante crecimiento

2.3 Materiales, equipos y herramientas

2.3.1 Materiales

Los materiales que se utilizaron fueron tan indispensables para el avance del proyecto, dentro de ellos tenemos:

- **Materiales de campo**

- ❖ Bolsas
- ❖ Sacos
- ❖ Libreta de campo

- **Materiales de gabinete**

- ❖ Papel bond A4
- ❖ Hojas de cálculo

2.3.2 Equipos

- ❖ GPS marca GARMIN 78
- ❖ Cámara fotográfica de celular modelo Samsung A72
- ❖ Estación Total (marca Topcon)
- ❖ Laptop (marca hp i7)
- ❖ Impresora Epson Eco Tank L850

2.3.3 Herramientas

- **Herramientas de campo**

- ❖ Wincha
- ❖ Palana
- ❖ Zapapico

- **Herramientas de gabinete**

- ❖ Paquete de Office (Excel y Word)
- ❖ AutoCAD Civil 3D
- ❖ AutoCAD 2022
- ❖ Google Earth pro

2.4 Variables de estudio

- Propiedades físicas del suelo
- Propiedades mecánicas del suelo

2.5 Población y muestra

2.5.1 Población

Se definió por el tipo de suelos dentro del área del Anexo La Baleriana, Distrito Cocabamba, provincia de Iyá, departamento de Amazonas.

2.5.2 Muestra

La muestra se obtuvo de una sola extracción del suelo de cada una de las calicatas, por ser de gran extensión de área con una homogeneidad de suelos, este tipo de muestra es llamada la muestra simple.

2.5.3 Muestreo

Con la finalidad de conocer más específicamente sus propiedades físico-mecánicas de los diferentes tipos de suelos se aplicó el muestreo por cuarteo, extrayéndose cinco muestras de la población de estudio como lo indica la Norma Técnica E.050, es decir, una de cada calicata, durante el proceso de excavación se identificó que no hay presencia de nivel freático, pero si se pudo conocer la estratigrafía que se presenta en cada lugar donde fue ubicada cada una de ellas.

2.6 Métodos

2.6.1 Método inductivo

Es un proceso que avanza de lo individual a lo general, así como un procedimiento sistematizador que trata de encontrar posibles relaciones generales que lo sustenten a partir de resultados individuales (Gómez Bastar, 2012).

Este método se utilizó, a partir de los datos particulares que se encontró en el lugar, como la topografía, los tipos de suelos y la geomorfología, que en algunos casos dificultan a las construcciones de la población.

2.6.2 Método deductivo

Es un procedimiento racional que va de lo general a lo particular. Tiene la propiedad de que las conclusiones del razonamiento son verdaderas si las premisas de las que se derivan también lo son. Por lo tanto, todo pensamiento deductivo nos conduce de lo general a lo particular (Gómez Bastar, 2012).

En esta investigación se utilizó este método, con la finalidad de aplicar las normas técnicas existentes que están estipuladas en el RNP, para comprobar cada unidad de análisis, realizando su evaluación de comportamiento para su clasificación, como es el método de excavación de calicatas a cielo abierto (en caso del estudio de mecánica de suelos, para poder clasificarlos a que familia o grupo pertenecen).

2.6.3 Método analítico

Con este método implica desagregar todos los aspectos, es decir, es un método de investigación que se divide en partes, su propósito es encontrar la estructura y los resultados del evento. Sin duda, este método se puede utilizar para explicar y comprender mejor el fenómeno que se está estudiando y crear nuevas ideas (Gómez Bastar, 2012).

Este método se utilizó, con la finalidad de analizar la problemática que genera la población, en cuanto a sus construcciones.

2.7 Técnicas e instrumentos

2.7.1 Técnicas

2.7.1.1 Técnica de la Observación directa en el área de estudio

Básicamente se refiere a la percepción visual; se utiliza mostrar todo tipo de ideas que se utilizan, para resolver posibles problemas; sin embargo, es importante distinguir entre la respuesta y lo que se llama dato, la respuesta será una acción y el resultado de escribir la respuesta serían datos (Gómez Bastar, 2012).

En cuanto a esta técnica se realizó una observación participante directamente en la zona, mediante el cual se pudo conocer el diagnóstico real, además, identificar los fenómenos que se requiere estudiar.

2.7.1.2 Técnica de la evaluación directa en campo

Estas son estrategias utilizadas por el tasador para recopilar sistemáticamente información sobre el objeto que se considera importante para los datos que se está recopilando en lugar de los hechos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

Se aplicó esta técnica de evaluación, porque nos permite conocer con objetividad el nivel de información que tienen los sujetos, donde se detalla a continuación:

Mediante la topografía se determinó el área de estudio, se identificó el tipo de relieve, teniendo en cuenta las características físicas, geográficas y geológicas del terreno.

Se hizo un reconocimiento preliminar en general del subsuelo, para determinar la ubicación de Calicatas. Teniendo en cuenta la geomorfología, el relieve y la litología. En

seguida se prosiguió la excavación de dichas calicatas y se obtuvo las muestras, para continuar con el estudio de mecánica de suelos en el laboratorio.

En base a la información recolectada anteriormente se propuso una zonificación urbana, en base a esta propuesta, se necesitaba conocer el tipo de relieve, y las características físicas y mecánicas de los suelos.

2.7.2 Instrumentos

Según (Ríos Ramírez, 2017), los instrumentos son los recursos que el investigador puede utilizar para abordar problemas y fenómenos para extraer información de ellos.

Dentro de ellos tenemos:

- ❖ Mapa de zonificación del Perú
- ❖ Reglamento nacional de edificaciones del Perú

2.8 Procedimiento

2.8.1 Evaluación del relieve mediante la topografía

Se llama evaluación del relieve a las diferentes formas del terreno, se clasifican de diferentes formas como las montañas, planicies y valles, su formación y desarrollo responden a los efectos del clima, procesos geológicos internos y externos, también a los efectos que emite el hombre a través de una diversidad de actividades (Veiga, Zanetti, & Faggion, 2019).

El relieve topográfico es aquel que rodea la parte sólida del terreno. Aunque en pequeñas áreas se puede comparar con planos o cilindros, esta superficie es completamente irregular. Su única propiedad geométrica regular es que una línea vertical no puede cortarlo en un solo punto. La representación de superficies topográficas se basa en esta función. Con esta función, los puntos de la superficie topográfica se proyectan sobre una superficie de referencia denominada curvas de nivel, en casos más simples son planos horizontales (Cleves, 2013).

En esta investigación para evaluar el relieve en principio se realizó un reconocimiento del terreno para determinar los límites y el área de estudio, luego se hizo un levantamiento topográfico con estación total; en seguida los puntos topográficos fueron procesados en

gabinete mediante el programa civil 3D, para determinar el tipo de relieve, el área de estudio y las pendientes de la zona como lo indica el autor (Cleves, 2013).

2.8.2 Análisis de las características físicas y mecánica del suelo

Se siguió los pasos como nos indica el reglamento de mecánica de suelos (Técnica & Generales, 2018). En primer lugar, se hizo un recorrido, reconociendo mediante la observación los distintos tipos de suelos que predominan en la zona, acto seguido, se referenció con GPS los puntos para la excavación de las calicatas, luego de cada una de las calicatas, se extrajo las muestras para hacer los análisis en el laboratorio de mecánica de suelos.

2.8.3 Propuesta de zonificación urbana

La zonificación forma parte de los procesos de planificación regional. Consiste en determinar áreas homogéneas destinadas a una actividad o propósito específico, ya sea residencial, comercial o industrial. La zonificación tiene por objeto guiar el crecimiento y desarrollo controlado de un área o asentamiento humano (Las et al., 2019).

A continuación, se propuso una zonificación urbana, en base a los resultados topográficos y de las características físicas y mecánicas de los suelos, considerando la distribución de las construcciones existentes con sus respectivos equipamientos urbanos del lugar teniendo en cuenta:

- ❖ Particularidad, fragilidad y utilidad de los recursos naturales
- ❖ Potencialidad y limitación para el uso público
- ❖ Uso actual y expectativas de los pobladores
- ❖ Riesgos naturales
- ❖ El factor sociocultural y factor económico
- ❖ Las necesidades de administración de servicios

A continuación, veamos en un esquema del procedimiento de estudio que se siguió en la investigación (Fig. 5).

Figura 5

Proceso que se siguió para alcanzar lo propuesto en la investigación



III. RESULTADOS

3.1 Estudio topográfico

Como se ha ido mencionando anteriormente el procedimiento de estudio del relieve, que se realizó mediante una serie de criterios topográficos se ha obtenido los siguientes resultados:

3.1.1 Área de estudio

Con la facilidad de los equipos topográficos y el programa AutoCAD Civil 3D se identificó un área de estudio de 52,410.750 m²

3.1.2 Perímetro del área de estudio

A igual que el área de estudio nos ayudamos de los equipos topográficos y el programa AutoCAD Civil 3D, se encontró un perímetro de 874.648 m

3.1.3 Orografía del terreno

3.1.3.1 Orografía

La orografía está conformada por el conjunto de alturas encontradas en un área dada. Muchas veces se piensa que topografía y orografía es igual, pero no es así: la topografía se limita únicamente a los rasgos superficiales, mientras que la orografía va más allá, estudiando las diversas formaciones que compone el terreno. La orografía se puede incluir en el estudio de la geomorfología de la tierra (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018).

3.1.3.2 Relieve y superficie

El área de estudio está conformada por una superficie irregular, donde se encontró distintas pendientes de estudio con el programa Civil 3D, como se indica en la Tabla 3.

Tabla 3*Determinación de la pendiente en el área de estudio*

Pendiente encontrado	Parámetro DG-2018	Clasificación
3.00% - 7.90%	3% - 10%	Terreno Plano
10.9% - 35.90%	11% - 50%	Terreno ondulado
-----	51% - 100%	Terreno accidentado
-----	> - 100%	Terreno Escarpado

Nota. Se comparó las pendientes encontradas con la norma DG-2018, el cual se determina en que parámetros se encuentran (Ver Fig. 23)

3.2 Análisis y evaluación de las características físicas y mecánicas del suelo

3.2.1 Ubicación de calicatas

Según (MVCS, 2018), nos recomienda que se deben realizar la excavación de tres calicatas como mínimo por cada hectárea con una profundidad de 3.00m, pero también algunos especialistas del tema nos sugieren que, si queremos resultados más reales, se debe hacer la excavación de calicatas más cercanas, lo cual eleva un costo mayor.

En este proyecto se planteó realizar cinco calicatas ya que según la observación los suelos presentaban una gran similitud; tratando de ver su ubicación lo más eficiente, identificando la presencia de los suelos donde puede corresponder cada una de ellas, por lo que, tres calicatas fueron ubicadas en las intersecciones de las calles (C-1, C-2, C-4) y dos se ubicaron dentro de las manzanas existentes (C-3, C-5), como indica la Tabla 4, la cual se notó la presencia de material orgánico en cada una de ellas (20 cm), según la observación de exploración de suelos las calicatas se ubican de acuerdo a la figura 22.

Tabla 4

Ubicación de las calicatas en el sector de estudio

Calicatas	Prof. De nivel freático (m)	Prof. A cielo abierto (m)	Coordenada "NORTE"	Coordenada "ESTE"
C-1	NP	3.00	9275248	828576
C-2	NP	3.00	9275329	828526
C-3	NP	3.00	9275250	828489
C-4	NP	3.00	9275247	828659
C-5	NP	3.00	9275120	828560

Nota. Se ubican de acuerdo a sus coordenadas geográficas

3.2.2 Estudio de la mecánica de suelos en el laboratorio

Según (Técnica & Generales, 2018), estos estudios son quien nos ayudan analizar y evaluar sus propiedades físico-mecánico de los suelos de acuerdo a sus indicadores de variables a medir con la finalidad de diseñar las cimentaciones, pavimentos, estabilidad de taludes entre otros.

3.2.2.1 Composición, estructura, color y textura

Estas características nos dió a conocer los tipos de suelos que predominan en la zona de estudio, por lo que presenciamos un alto porcentaje de arena en cada una de ellas, eso implica que se tiene que hacer un análisis para el tipo de cimentación de alguna estructura o edificación a construir, para su seguridad.

La composición de los granos en cada punto donde se ubicó cada una de las calicatas es muy importante conocerlos para su reconocimiento veamos la Tabla 5.

Tabla 5

Estado real de los suelos en la zona de estudio C-1

CALICATA	C-1
COMPOSICIÓN	
- Arena (%)	47.26
- Finos (%)	6.62
- Grava (%)	46.12
ESTRUCTURA	SUELTO
COLOR	MARRÓN AMARILLENTO
TEXTURA	NO PLÁSTICO

Nota. Se detallan sus características físicas de los suelos existentes

Se analizó la Tabla 6 en cuanto a su composición, estructura, color y textura, además, que porcentaje de suelo predomina más en ese punto donde ha sido ubicada.

Tabla 6*Estado real de los suelos en la zona de estudio C-2*

CALICATA	C-2
COMPOSICION	
- Arena (%)	47.18
- Finos (%)	51.60
- Grava (%)	1.22
ESTRUCTURA	SUELTO
COLOR	MARRON OSCURO
TEXTURA	BAJA PLASTICIDAD

Nota. Se detallan sus características físicas de los suelos existentes

A igual que las tablas anteriores se analizó la Tabla 7, con la finalidad de distinguir y resaltar que tipo de suelo hay en más alto porcentaje.

Tabla 7*Estado real de los suelos en la zona de estudio C-3*

CALICATA	C-3
COMPOSICIÓN	
- Arena (%)	56.66
- Finos (%)	34.19
- Grava (%)	9.15
ESTRUCTURA	SUELTO
COLOR	MARRÓN CLARO
TEXTURA	NO PLÁSTICO

Nota. Se detallan sus características físicas de los suelos existentes

La Tabla 8 es la más baja en porcentaje a su composición de arena, pero con gran similitud de color a los demás suelos que predominan en la zona.

Tabla 8*Estado real de los suelos en la zona de estudio C-4*

CALICATA		C-4
COMPOSICIÓN		
-	Arena (%)	46.41
-	Finos (%)	25.80
-	Grava (%)	27.79
ESTRUCTURA		SUELTO
COLOR		MARRÓN OSCURO
TEXTURA		NO PLÁSTICO

Nota. Se detallan sus características físicas de los suelos existentes

En la Tabla 8 encontramos una composición de arena y grava con más alto porcentaje, eso implica que la retención del agua es baja.

Tabla 9*Estado real de los suelos en la zona de estudio C-5*

CALICATA		C-5
COMPOSICIÓN		
-	Arena (%)	67.81
-	Finos (%)	12.62
-	Grava (%)	80.44
ESTRUCTURA		SUELTO
COLOR		MARRÓN CLARO
TEXTURA		NO PLÁSTICO

Nota. Se detallan sus características físicas de los suelos existentes

Como se analiza la composición, estructura, color y textura, hay una gran similitud de suelos, pero no son iguales, además, como existe un alto porcentaje de arena, no hay presencia de nivel freático.

3.2.2.2 Contenido de humedad natural en la zona de estudio

Es importante saber la cantidad de humedad o agua que retiene el suelo, ya que al momento de construir una estructura, el comportamiento y la resistencia del suelo se controla por la cantidad de agua que contiene, según (Das, 2013), nos dice que la humedad en el suelo puede dañar las estructuras de un edificio, debido que sus partículas pueden corroer o causar daños, derrumbes, asentamientos que a veces se produce colapsos. En la Tabla 10 se da a conocer el porcentaje de humedad de cada una de las muestras.

Tabla 10

Contenido de humedad de cada una de las muestras de las calicatas

Calicata N°	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05
Muestra	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
Peso tara (gr)	21.04	17.70	18.57	19.58	18.99
Peso muestra húmeda + tara (gr)	106.73	78.93	96.83	82.11	106.02
Peso muestra seca + tara (gr)	96.84	58.52	83.68	70.10	92.93
Peso muestra húmeda (gr)	85.69	61.23	78.26	62.53	87.03
Peso muestra seca (gr)	75.80	40.82	65.11	50.52	73.94
Peso agua (gr)	9.89	20.41	13.15	12.01	13.09
Contenido de humedad (%)	13.05	50.00	20.20	23.77	17.70

Nota. Se presencia el contenido de humedad natural obtenida in situ.

3.2.2.3 Densidad natural

La determinación de la densidad en el sitio, es muy útil en el caso de suelos como grava o arena, que no son cohesivos y generalmente no permiten un muestreo completo. Mediante esta prueba los suelos normales se pueden reconstruir densamente a partir de una muestra modificada. El aumento de densidad se logra reduciendo el contenido de aire en el vacío tanto como sea posible, mientras se mantiene el contenido de agua aproximadamente constante. Los métodos desarrollados para obtener la densidad no solo toman estos datos, sino que también determinan el contenido de agua para verificarlo con datos del laboratorio (Rodríguez, 2018).

En la Tabla 11 se indica el contenido de densidad en la zona, para la construcción de alguna estructura ya sabemos si el suelo requiere algún tratamiento o no, porque ya se conoce cada sector de donde se obtuvieron las muestras.

Tabla 11

Contenido de densidad natural de cada una de las muestras de las calicatas

Calicata N°	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05
Muestra	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
Peso muestra húmeda+ molde (gr)	570.00	245.03	280.16	243.42	291.95
Peso molde (gr)	208.00	131.30	131.30	131.30	131.30
Peso muestra húmeda (gr)	366.00	113.73	148.86	112.12	160.65
Diámetro / Lado del molde (cm)	5.50	6.00	6.00	6.00	6.00
Altura del molde (cm)	9.00	2.50	2.50	2.50	2.50
Volumen del molde (gr)	213.83	90.00	90.00	90.00	90.00
Densidad Natural (gr/cm ³)	1.712	1.264	1.654	1.246	1.785

Nota. Se conoce la densidad natural obtenida de cada una de las muestras in situ.

3.2.2.4 Límite de consistencia

La densidad del suelo es la dureza combinada de los materiales que lo componen, o la capacidad del suelo para resistir deformaciones y fracturas. La consistencia del suelo se mide mediante muestras de suelo húmedo, mojado y seco. En suelos húmedos se expresa en términos de cohesión y ductilidad. La consistencia del suelo se puede evaluar en campo mediante pruebas simples, con mayor precisión en el laboratorio (Rodríguez, 2018).

Se analizó que la tabla 12 no presenta un porcentaje de límite líquido, límite plástico debido que en gran cantidad se encuentra la arena como composición de sus granos de suelo.

Tabla 12

Límite de consistencia C-1

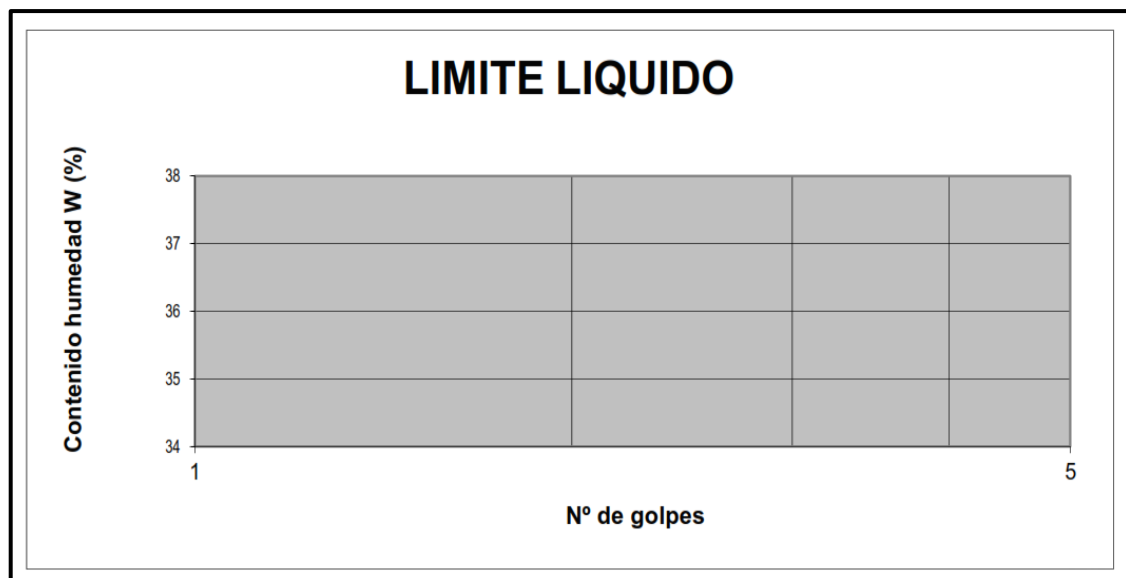
Límites	Límite líquido			Límite plástico	
Número	L1	L2	L3	P1	P2
Peso Tara (gr)					
Peso muestra húmeda + tara (gr)					
Peso muestra seca + tara (gr)					
Peso agua (gr)					
Peso muestra seca (gr)					
Nº golpes					
Contenido de humedad (%)					
Límite líquido y límite Plástico (%)					

Nota. No hay datos hallados ya que la muestra extraída presenta un alto porcentaje de arena.

En la muestra extraída no se presencia el porcentaje de contenido de humedad, límite líquido y límite plástico, por lo tanto, no hay una curva alguna de identificar (ver Fig. 6).

Figura 6

Gráfico del límite de consistencia de la muestra C-1



Nota. Este tipo de suelo no presenta contenido de agua.

A diferencia de las demás muestras, en la Tabla 13 se identificó que hay una serie de datos lo más importante de conocer la presencia de contenido de humedad, límite líquido y límite plástico.

Tabla 13

Límite de consistencia C-2

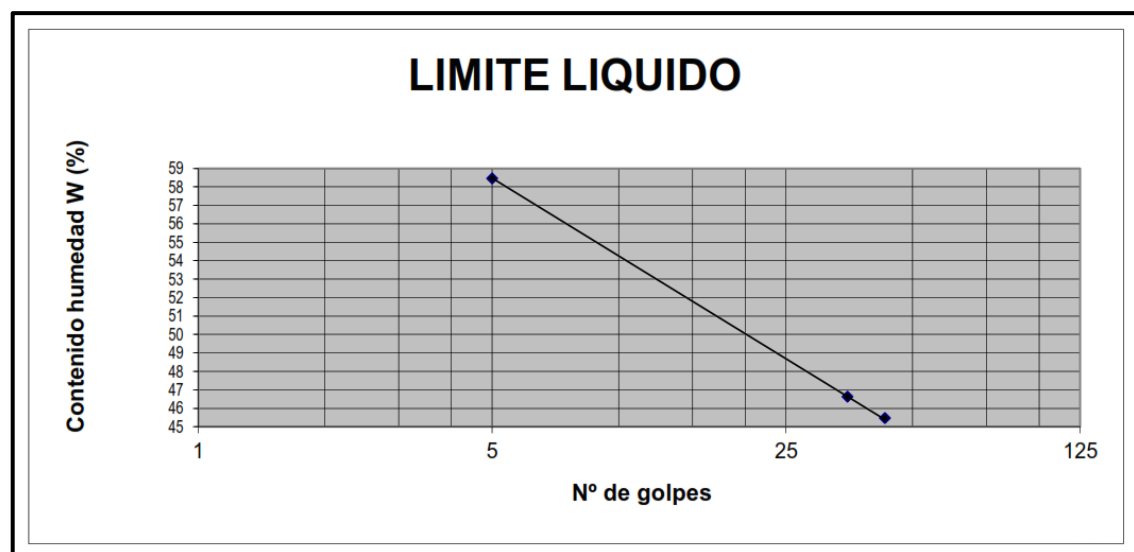
Límites	Límite líquido			Límite plástico
	L1	L2	L3	P1
Número				
Peso Tara (gr)	28.96	28.41	27.22	28.82
Peso muestra húmeda + tara (gr)	67.69	71.01	63.76	41.18
Peso muestra seca + tara (gr)	53.40	57.46	52.34	37.55
Peso agua (gr)	14.29	13.55	11.42	3.63
Peso muestra seca (gr)	24.44	29.05	25.12	8.73
Nº golpes	5.00	35.00	43.00	
Contenido de humedad (%)	58.47	46.64	45.46	41.58
Límite líquido y límite Plástico (%)	48.60			41.58

Nota. Valores obtenidos en laboratorio de mecánica de suelos.

En esta muestra se encontró la presencia de una curva matemática en base al contenido de humedad y al número de golpes que requiere el suelo para ser compactado en caso de asentamiento de una estructura, (ver Fig. 7).

Figura 7

Gráfico del límite de consistencia de la muestra C-2



Nota. Se presenta el gráfico de índice de liquidez de la muestra 2.

En la Tabla 14 no encontramos datos que indique el contenido de humedad, límite líquido y límite plástico.

Tabla 14

Límite de consistencia C-3

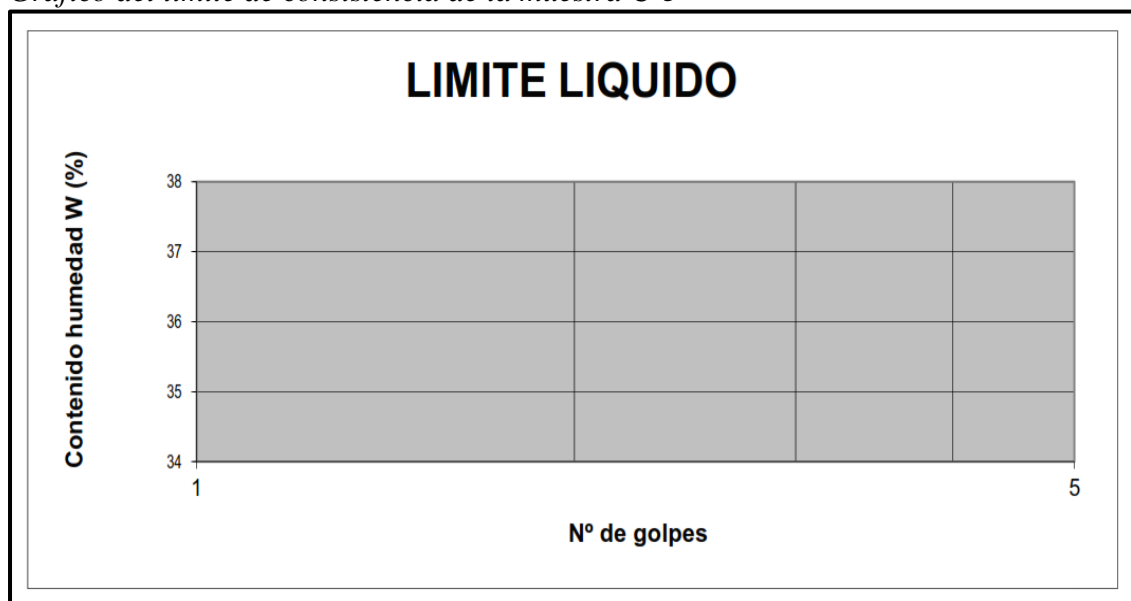
Límites	Límite líquido			Límite plástico		
	Número	L1	L2	L3	P1	P2
Peso Tara (gr)						
Peso muestra húmeda + tara (gr)						
Peso muestra seca + tara (gr)						
Peso agua (gr)						
Peso muestra seca (gr)						
Nº golpes						
Contenido de humedad (%)						
Límite líquido y límite plástico (%)						

Nota. No hay datos hallados ya que la muestra extraída presenta un alto porcentaje de arena.

En la table 14 no hay presencia de datos, por lo tanto, no existe la simulación de una curva matemática, (ver Fig. 8).

Figura 8

Gráfico del límite de consistencia de la muestra C-3



Nota. No se presentó ningún grafico debido que no hubo datos encontrados.

En esta muestra también no se encontró datos que nos indique el contenido de humedad, límite líquido y límite plástico como indica la Tabla 15.

Tabla 15

Límite de consistencia C-4

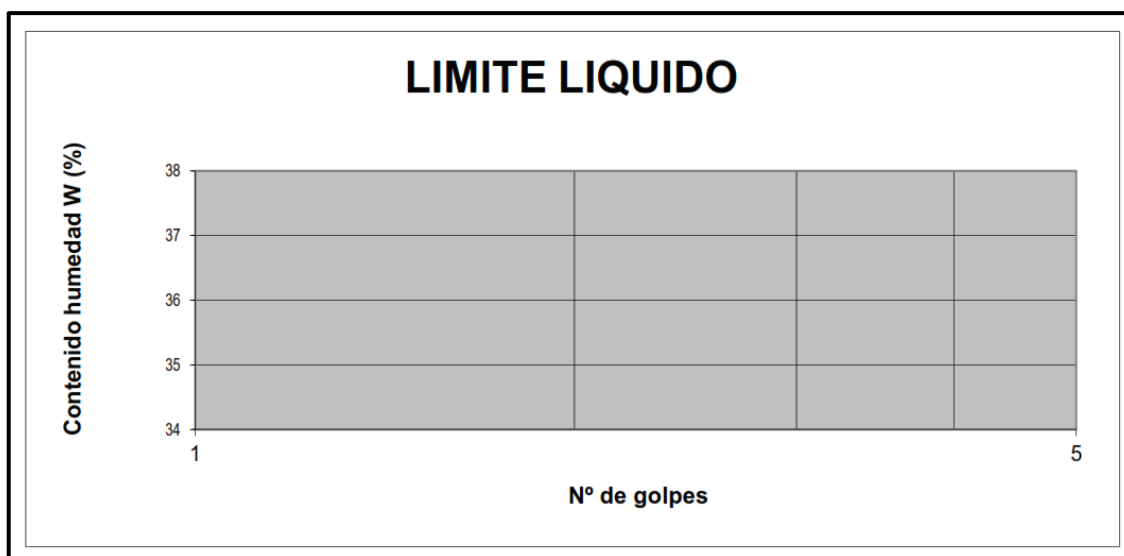
Límites	Límite líquido			límite plástico	
Número	L1	L2	L3	P1	P2
Peso Tara (gr)					
Peso muestra húmeda + tara (gr)					
Peso muestra seca + tara (gr)					
Peso agua (gr)					
Peso muestra seca (gr)					
Nº golpes					
Contenido de humedad (%)					
Límite líquido y límite Plástico (%)					

Nota. No hay datos hallados ya que la muestra extraída presenta un alto porcentaje de arena.

En la Figura 9 no se simula una curva alguna debido que no hay presencia de contenido de humedad, límite líquido y límite plástico.

Figura 9

Gráfico del límite de consistencia de la muestra C-4



Nota. No se presentó ningún grafico debido que no hubo datos encontrados.

En la Tabla 16, al igual que las muestras anteriores (C-1, C-3, C-4) no se encontró presencia de contenido de humedad, límite líquido y límite plástico.

Tabla 16

Límite de consistencia C-5

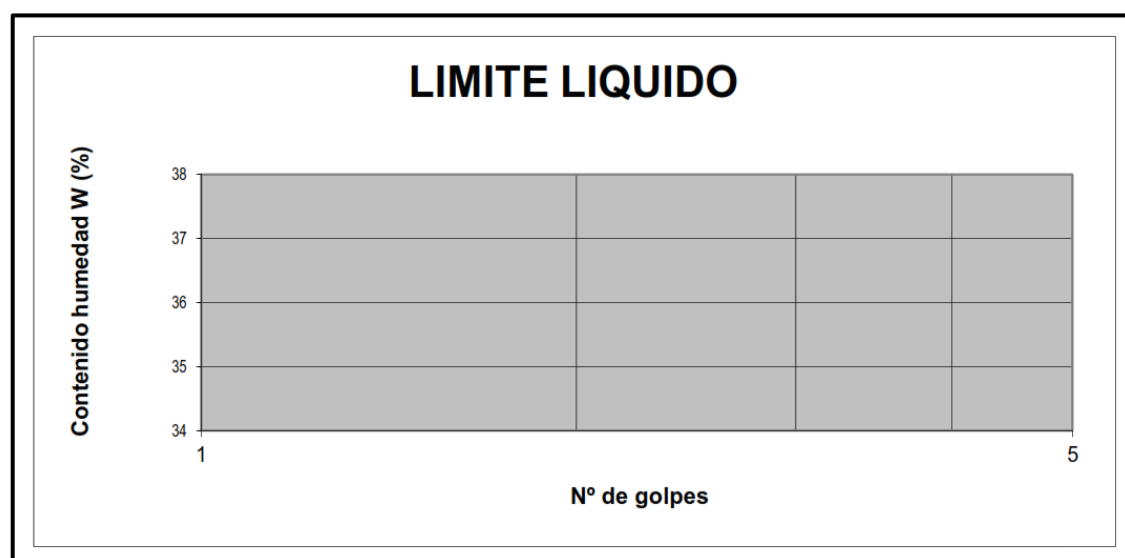
Límites	Límite líquido			Límite plástico		
	Número	L1	L2	L3	P1	P2
Peso Tara (gr)						
Peso muestra húmeda + tara (gr)						
Peso muestra seca + tara (gr)						
Peso agua (gr)						
Peso muestra seca (gr)						
Nº golpes						
Contenido de humedad (%)						
Límite líquido y límite Plástico (%)						

Nota. No hay datos hallados ya que la muestra extraída presenta un alto porcentaje de arena.

No se simula la curva matemática ya que la muestra no presencia el contenido de humedad, límite líquido y límite plástico, (ver Fig. 10).

Figura 10

Gráfico del límite de consistencia de la muestra C-5



Nota. No se identifica algún gráfico debido que la muestra no presentó datos.

3.2.2.5 Análisis granulométrico

En este trabajo el objetivo del análisis granulométrico consistió en agrupar y clasificar las partículas que componen los suelos, separarlas en intervalos de tamaños y determinar las proporciones de peso relativo de cada rango de tamaño de grano.

La composición granulométrica del agregado se determina por análisis de tamizado. Es una medida de las partículas que componen el sedimento y calcula el contenido de cada tamaño proporcionado por una escala granulométrica. La distribución del tamaño de las partículas a través del tamiz consiste en crear una curva granulométrica para la muestra, que representa la distribución del tamaño de partícula. Para partículas más pequeñas se utiliza la granulometría por sedimentación (Suárez Díaz, 2014).

Mediante el análisis de mecánica de suelos se obtuvo información importante como lo indica la Tabla 17, su origen, propiedades mecánicas y la cantidad de contenido de cada grano según su tamaño en la escala granulométrica.

Tabla 17

Análisis Granulométrico C-1

Calicata: C-1		Muestra:M1		Peso muestra seca: 1,000.00gr	
Malla	Malla (mm)	Peso reten. Parcial	% Retenido parcial	% Reten. Acumulado	% Que pasa
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	165.68	16.57	16.57	83.43
1"	25.400	98.05	9.81	26.37	73.63
3/4"	19.050	115.52	11.55	37.93	62.08
1/2"	12.700	34.36	3.44	41.36	58.64
3/8"	9.925	28.31	2.83	44.19	55.81
1/4"	6.350	11.17	1.12	45.31	54.69
N° 4	4.760	8.13	0.81	46.12	53.88
N° 8	2.380	6.15	0.62	46.74	53.26
N° 10	2.000	2.65	0.27	47.00	53.00
N° 16	1.190	6.43	0.64	47.65	52.36
N° 30	0.695	12.41	1.24	48.89	51.11

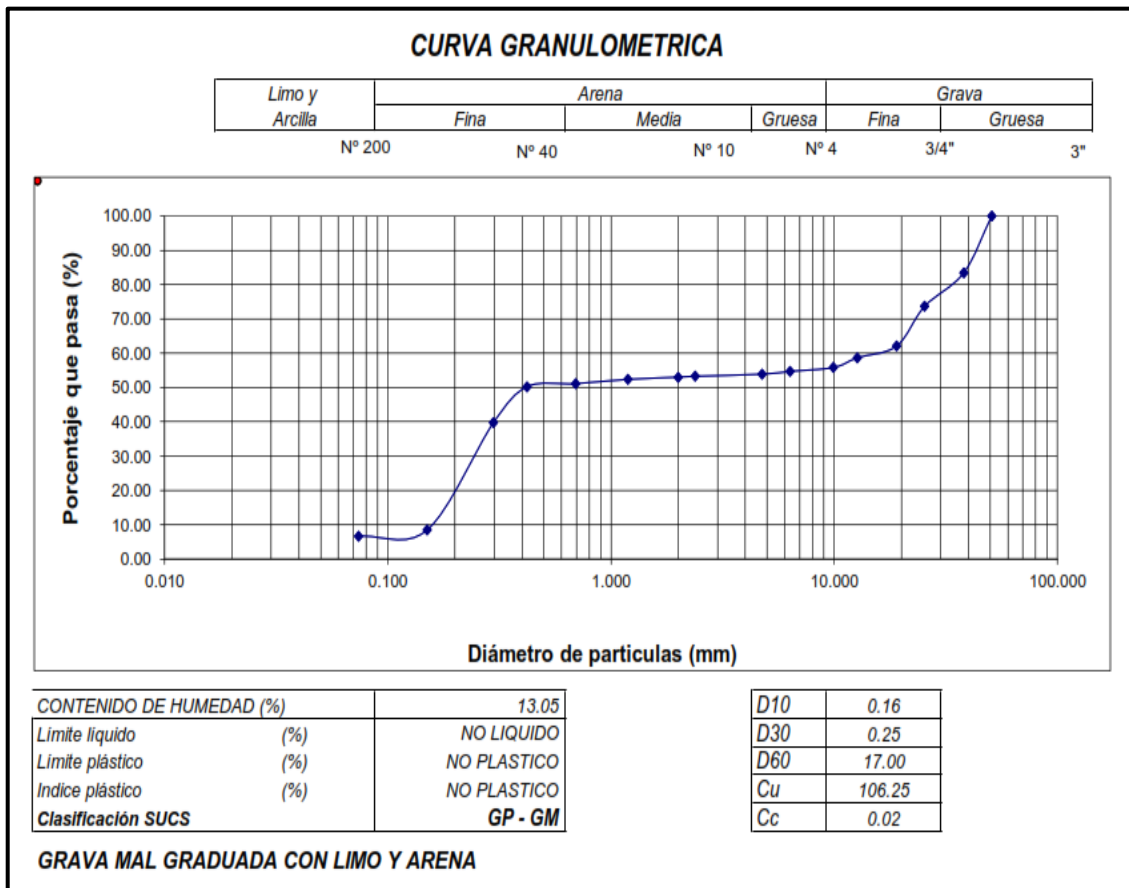
N° 40	0.420	8.85	0.89	49.77	50.23
N° 50	0.297	105.18	10.52	60.29	39.71
N° 100	0.150	312.40	31.24	91.53	8.47
N° 200	0.074	18.48	1.85	93.38	6.62
Perdida por lavado		66.23	6.62	100.00	0.00

Nota. Datos obtenidos en laboratorio de mecánica de suelos

En esta muestra se obtuvo la presencia de suelos como limo, arcilla, arena y grava que pasa el tamiz N° 200, N° 40, N° 10, N° 4, 3/4" y 3", según la clasificación SUCS pertenece al grupo GP- GM que es grava mal graduada con limo y arena con un contenido de humedad de 13.05%, (Ver Fig. 11).

Figura 11

Curva granulométrica de la muestra C-1



Nota. Gráfico que representa la granulometría del suelo

A igual que la muestra anterior se realizó el análisis granulométrico para obtener los datos y poder graficarlo como indica la Tabla 18.

Tabla 18*Análisis Granulométrico C-2*

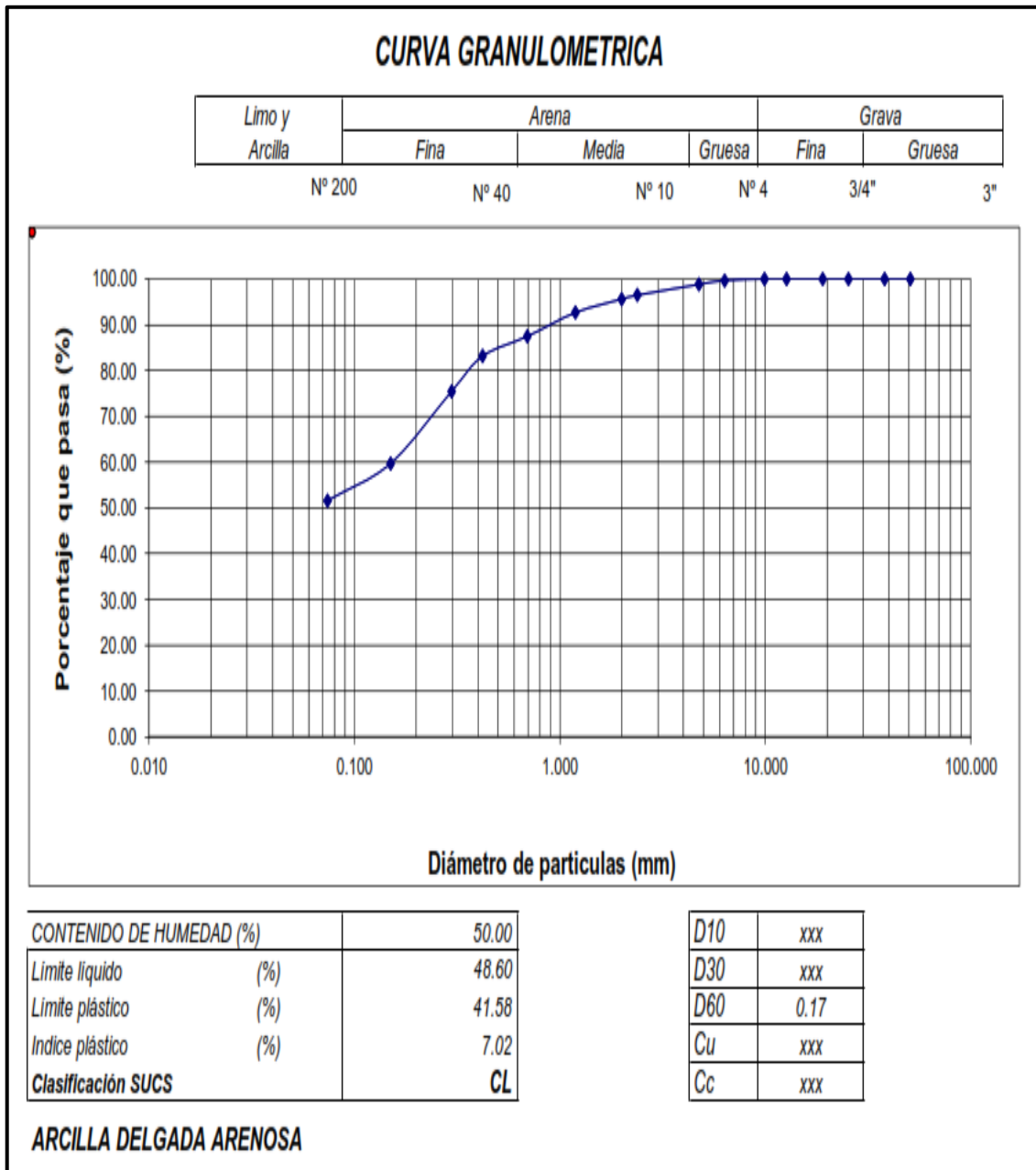
Calicata: C-2		Muestra:M2	Peso muestra seca: 1,000.00gr		
Malla	Malla (mm)	Peso reten. Parcial	% Retenido parcial	% Reten. Acumulado	% Que pasa
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.925	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	1.03	0.34	0.34	99.66
N° 4	4.760	2.62	0.87	1.22	98.78
N° 8	2.380	7.04	2.35	3.56	96.44
N° 10	2.000	2.57	0.86	4.42	95.58
N° 16	1.190	8.87	2.96	7.38	92.62
N° 30	0.695	15.48	5.16	12.54	87.46
N° 40	0.420	13.03	4.34	16.88	83.12
N° 50	0.297	23.03	7.68	24.56	75.44
N° 100	0.150	47.18	15.73	40.28	59.72
N° 200	0.074	24.34	8.11	48.40	51.60
Pérdida por lavado		154.81	51.60	100.00	0.00

Nota. Datos obtenidos en laboratorio

En esta muestra se obtuvo la presencia de suelos como limo, arcilla, arena y grava que pasa el tamiz N° 200, N° 40, N° 10, N° 4, 3/4" y 3", según la clasificación SUCS pertenece al grupo CL que es arcilla delgada arenosa con un contenido de humedad de 50.00%, (ver Fig. 12).

Figura 12

Curva granulométrica de la muestra C-2



Nota. Gráfico que representa la granulometría del suelo

En la Tabla 19 se ubicó los granos según como va pasando cada uno de los tamices, dichos porcentajes se van acumulando para identificarlos a que grupo de suelo pertenecen.

Tabla 19*Análisis Granulométrico C-3*

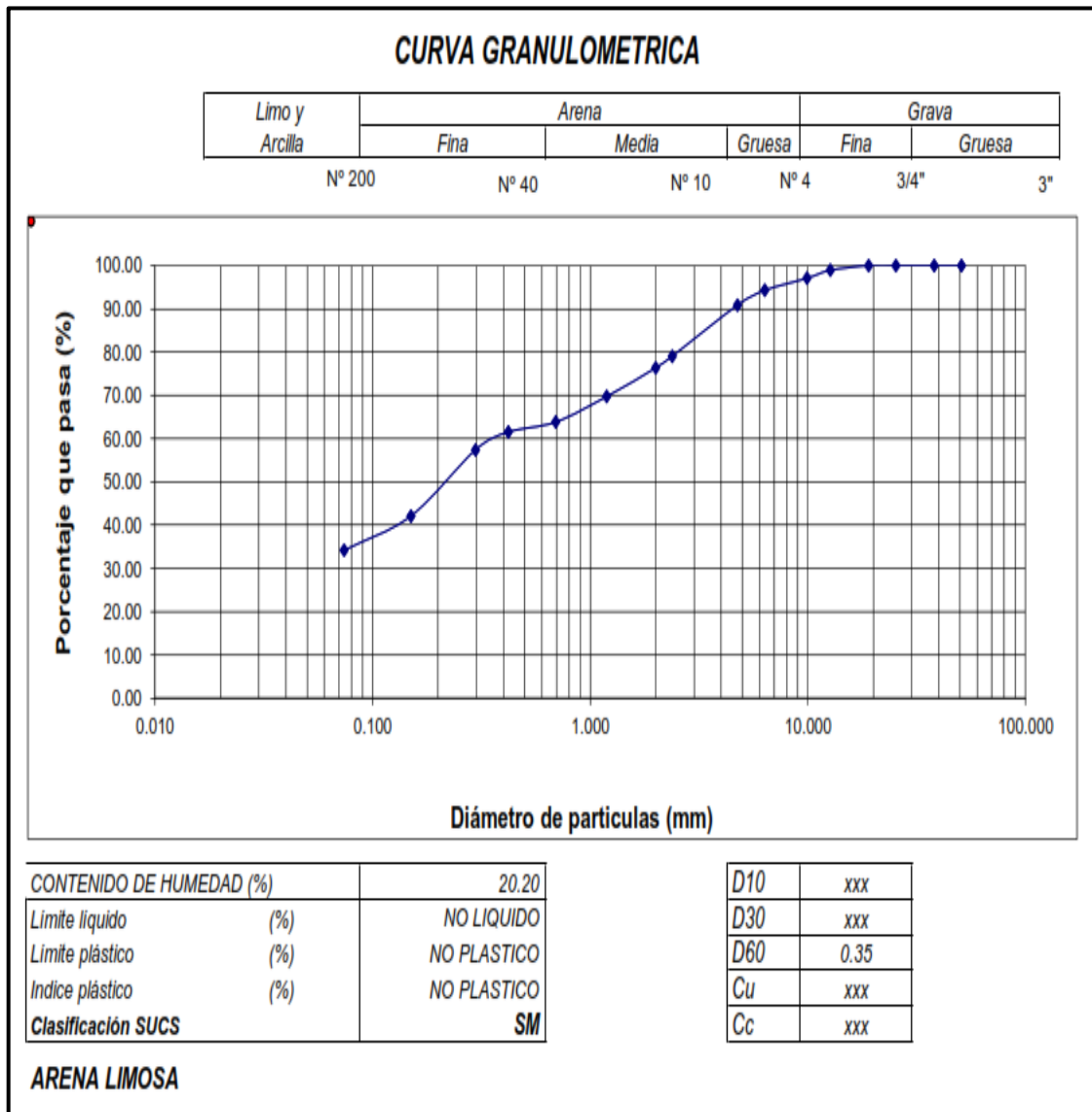
Calicata: C-3		Muestra:M3		Peso muestra seca: 1,000.00gr	
Malla	Malla (mm)	Peso reten. Parcial	% Retenido parcial	% Reten. Acumulado	% Que pasa
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	3.36	1.12	1.12	98.88
3/8"	9.925	5.48	1.83	2.95	97.05
1/4"	6.350	8.43	2.81	5.76	94.24
N° 4	4.760	10.19	3.40	9.15	90.85
N° 8	2.380	35.46	11.82	20.97	79.03
N° 10	2.000	8.04	2.68	23.65	76.35
N° 16	1.190	19.92	6.64	30.29	69.71
N° 30	0.695	17.64	5.88	36.17	63.83
N° 40	0.420	6.99	2.33	38.50	61.50
N° 50	0.297	12.33	4.11	42.61	57.39
N° 100	0.150	45.83	15.28	57.89	42.11
N° 200	0.074	23.77	7.92	65.81	34.19
Perdida por lavado		102.56	34.19	100.00	0.00

Nota. Datos obtenidos en laboratorio de mecánica de suelos

En esta muestra encontramos limo, arcilla, arena y grava pasando los tamices N° 200, N° 40, N° 10, ¾" y 3", según la clasificación SUCS pertenece al grupo SM que es un suelo arena limosa con un contenido de humedad de 20.20%, (ver Fig. 13).

Figura 13

Curva granulométrica de la muestra C-3



Nota. Gráfico que representa la granulometría del suelo

A igual que las anteriores muestras se realizó su análisis granulométrico para identificar el porcentaje de suelo que pasa el tamiz como lo indica la Tabla 20.

Tabla 20*Análisis Granulométrico C-4*

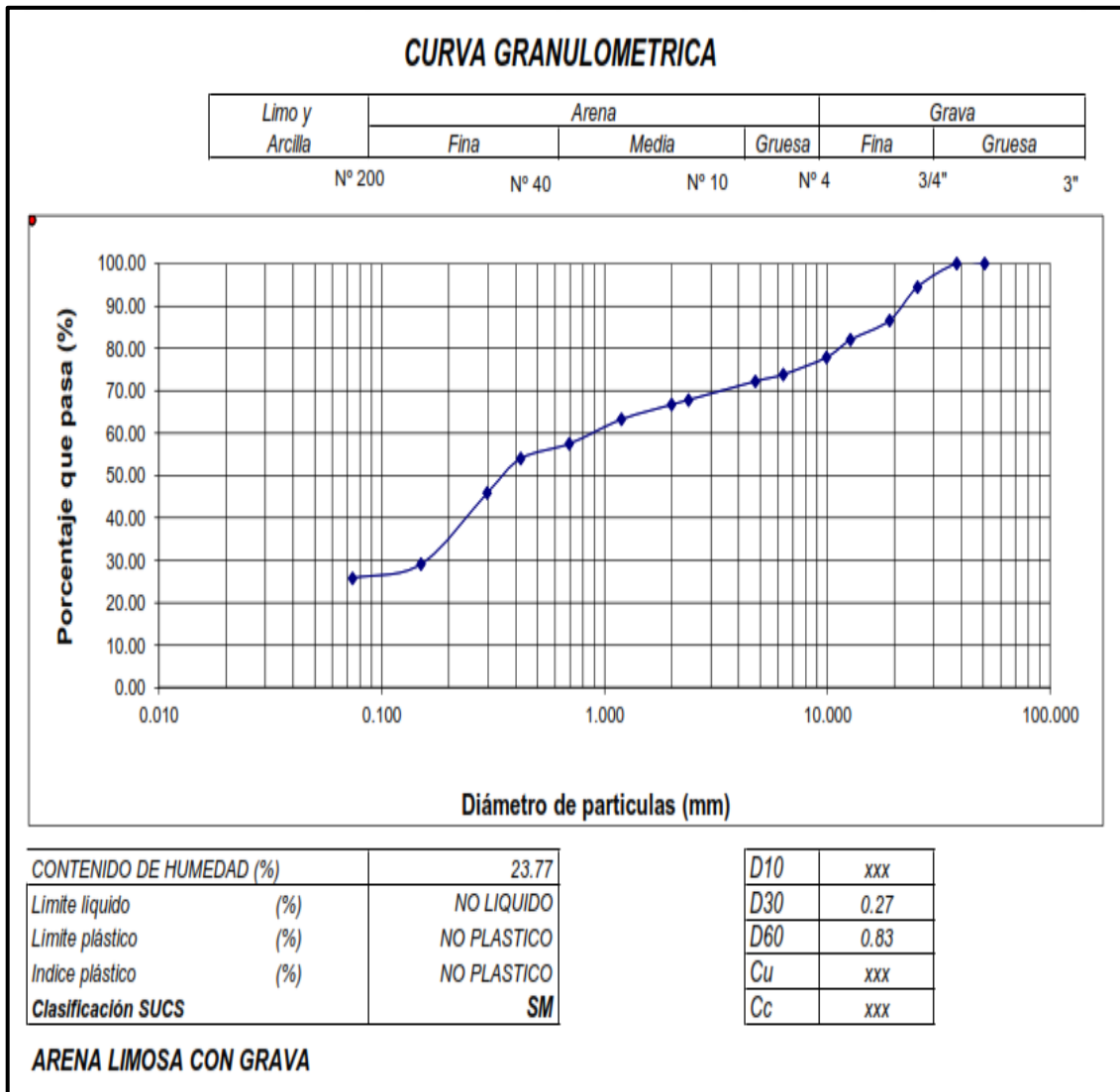
Calicata: C-4		Muestra:M4	Peso muestra seca: 1,000.00gr		
Malla	Malla (mm)	Peso reten. Parcial	% Retenido parcial	% Reten. Acumulado	% Que pasa
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	55.53	5.55	5.55	94.45
3/4"	19.050	78.73	7.87	13.43	86.57
1/2"	12.700	45.94	4.59	18.02	81.98
3/8"	9.925	41.13	4.11	22.13	77.87
1/4"	6.350	40.40	4.04	26.17	73.83
N° 4	4.760	16.12	1.61	27.79	72.22
N° 8	2.380	43.93	4.39	32.18	67.82
N° 10	2.000	11.15	1.12	33.29	66.71
N° 16	1.190	34.85	3.49	36.78	63.22
N° 30	0.695	57.19	5.72	42.50	57.50
N° 40	0.420	35.29	3.53	46.03	53.97
N° 50	0.297	81.15	8.12	54.14	45.86
N° 100	0.150	167.60	16.76	70.90	29.10
N° 200	0.074	32.99	3.30	74.20	25.80
Perdida por lavado		258.00	34.19	100.00	0.00

Nota. Datos obtenidos en laboratorio de mecánica de suelos

En base a los datos obtenidos se presencia el tipo de suelos como limo, arcilla, arena y grava que pasa el tamiz N° 200, N° 40, N° 10, N° 4, 3/4" y 3", con su respectivo porcentaje según la clasificación SUCS pertenecen al grupo SM que es arena limosa con grava con un contenido de humedad de 23.77%, (ver Fig. 14).

Figura 14

Curva granulométrica de la muestra C-4



Nota. Gráfico que representa la granulometría del suelo

La Tabla 21 se muestra los datos obtenidos en el análisis granulométrico indicando un porcentaje retenido en cada uno de los tamices, el cual son datos importantes que nos indican que tipo de suelo tenemos en esta muestra.

Tabla 21*Análisis Granulométrico C-5*

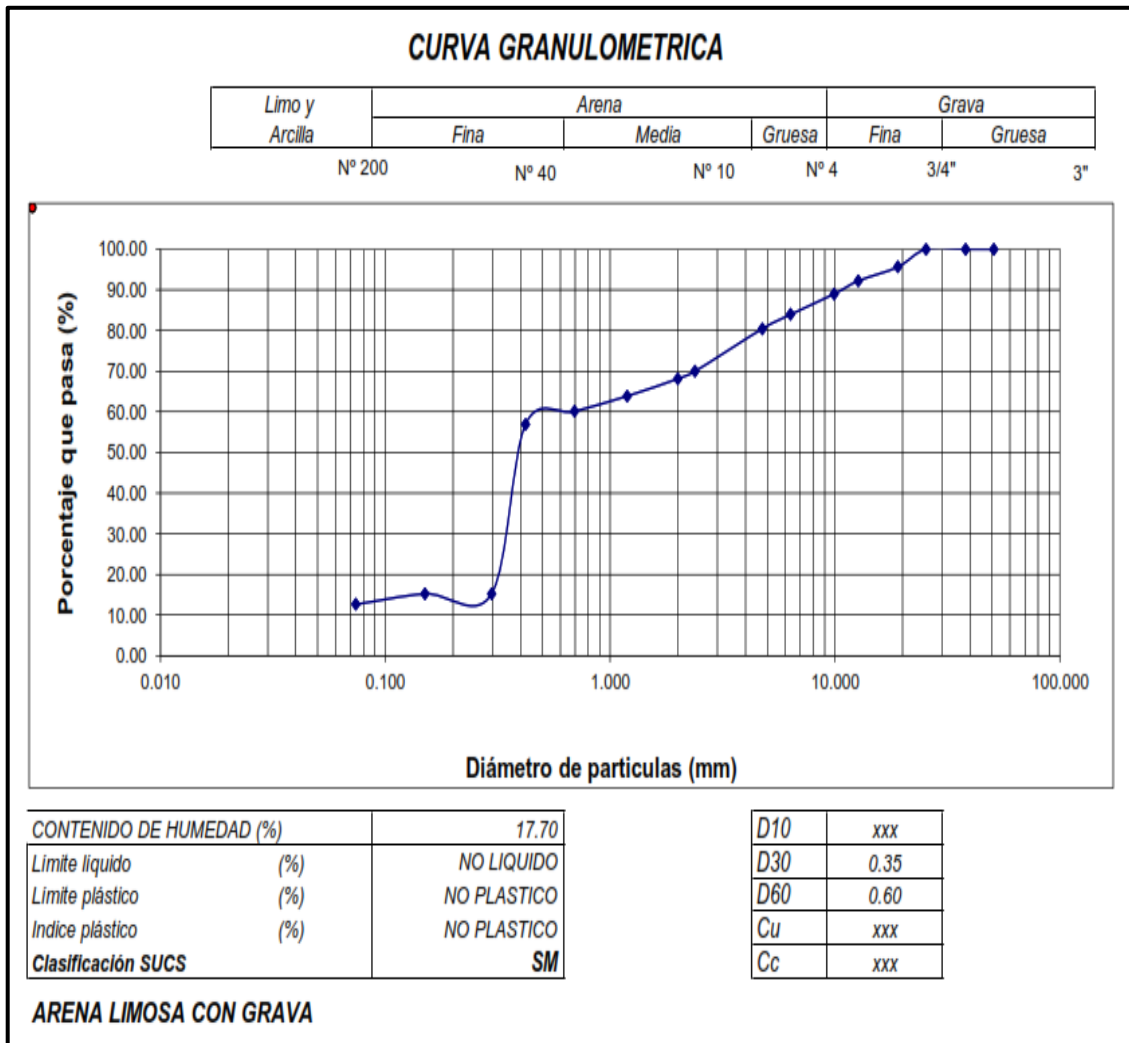
Calicata: C-5		Muestra:M5		Peso muestra seca: 1,000.00gr	
Malla	Malla (mm)	Peso reten. Parcial	% Retenido parcial	% Reten. Acumulado	% Que pasa
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	43.76	4.38	4.38	95.62
1/2"	12.700	34.45	3.45	7.82	92.18
3/8"	9.925	31.99	3.20	11.02	88.98
1/4"	6.350	50.50	5.05	16.07	83.93
N° 4	4.760	34.95	3.50	19.57	80.44
N° 8	2.380	105.09	10.51	30.07	69.93
N° 10	2.000	18.04	1.80	31.88	68.12
N° 16	1.190	42.81	4.28	36.16	63.84
N° 30	0.695	37.59	3.76	39.92	60.08
N° 40	0.420	32.22	3.22	43.14	56.86
N° 50	0.297	416.45	41.65	84.79	15.22
N° 100	0.150	0.00	0.00	84.79	15.22
N° 200	0.074	25.98	2.60	87.38	12.62
Perdida por lavado		126.17	12.62	100.00	0.00

Nota. Datos obtenidos en laboratorio de mecánica de suelos

Se graficó la curva granulométrica de la muestra que pasa los tamices N° 200, N° 40, N° 10, N° 4, 3/4" y 3", teniendo la presencia de suelos como limo, arcilla, arena y grava, según la clasificación SUCS pertenecen al grupo SM que es arena limosa con grava, con un contenido de humedad de 17.70%, (ver Fig. 15).

Figura 15

Curva granulométrica de la muestra C-5



Nota. Gráfico que representa la granulometría del suelo

La importancia del laboratorio de mecánica de suelos sirve para conocer la capacidad resistente del suelo, sus posibles deformaciones, y su comportamiento mecánico, etc. Para un análisis más detallado de la mecánica del suelo, se seleccionó una porción de muestra para realizarse pruebas especiales y determinar las propiedades físicas y mecánicas de los estratos de estudio, de todo un proceso se detalla un resumen como lo indica la Tabla 22, donde encontramos datos reales de cada una de las muestras y tipos de suelos predominantes en el lugar de estudio.

Tabla 22*Resumen de las muestras en laboratorio de mecánica de suelos*

Calicata N°	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
Muestra	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
% Pasa Tamiz N° 4	53.88	98.78	90.85	72.22	80.44
% Pasa Tamiz N° 10	53.00	95.58	76.35	66.71	68.12
% Pasa Tamiz N° 40	50.23	83.12	61.50	53.97	56.86
% Pasa Tamiz N° 200	6.62	51.60	34.19	25.80	12.62
Límite Líquido %	No líquido	48.60	No líquido	No líquido	No líquido
Límite Plástico %	No plástico	41.58	No plástico	No plástico	No plástico
Índice Plástico %	No plástico	7.02	No plástico	No plástico	No plástico
Coef. Uniformidad (Cu)	106.25	----	----	----	----
Coef. Curvatura (Cc)	0.02	----	----	----	----
Diámetro Efectivo (D ₁₀)	0.16	----	----	----	----
Diámetro Efectivo (D ₃₀)	0.25	----	----	0.87	0.35
Diámetro Efectivo (D ₆₀)	17.00	0.17	0.35	0.23	0.2
Contenido de Humedad	13.05	50.00	20.20	23.77	17.70
Clasificación de Suelos SUCS	GP-GM Grava mal graduada con Limo y Arena	CL Arcilla Delgada Arenosa	SM Arena Limoso	SM Arena Limoso con Grava	SM Arena Limoso con Grava
	Clasificación de Suelos AASTTO	A-1-a (0) Suelo Bueno	A-7-5 (3) Suelo Malo	A-2-4 (0) Suelo Bueno	A-2-4 (0) Suelo Bueno

Nota. Datos verídicos que se obtuvo en laboratorio de mecánica de suelos

3.2.2.6 Cálculo de la Capacidad Portante del suelo del sector La Baleriana

Según los estudios de muchos expertos, nos recomiendan que se debe realizar los estudios de los suelos ya que son de vital importancia para los asentamientos de diversas estructuras sostenibles y no propensos a terremotos o colapsos; por ello, es fundamental contar con una formación especializada. Si al suelo se lo aplica una determinada carga y se responde sin ninguna deformación apreciable, se dice que tiene una buena capacidad portante, pero si es lo contrario, se lo llama carga de hundimiento con baja capacidad de carga (Rodríguez, 2018)

En esta oportunidad se analizó la capacidad portante de carga del suelo para hacer una recomendación de zonificación, ya que es de vital importancia en nuestro estudio que hemos realizado, de esa manera conoceremos hasta que magnitud de carga soporta los diferentes tipos de suelos que hemos encontrado. Veamos a continuación cada una de las muestras mediante la técnica de calicatas, (ver C-1, C-2, C-3, C-4 y C-5).

❖ Calicata 1 (C-1)

Elementos que se deben conocer:

- $C = 0.054 \text{ Kg/cm}^2$ (cohesión)
- $\phi = 31.70^\circ$ (ángulo de fricción)
- $N_c = 20.82$ coeficiente adimensional
- $N_q = 9.58$ coeficiente adimensional
- $N_r = 5.31$ coeficiente adimensional
- $\gamma = 1.712 \text{ g/cm}^3$ (densidad natural)
- $E = 175 \text{ Kg/cm}^2$ (módulo de elasticidad)
- $\mu = 0,15$ coeficiente de poisson
- $D_{fz} = 300 \text{ cm}$ (profundidad de las zapatas)
- $D_{fzC} = 300 \text{ cm}$ (profundidad cimentación corrida)
- $B_z = 300 \text{ cm}$ (ancho plateas)
- $B_{zC} = 300 \text{ cm}$ (ancho cimentación corrida)
- $FS = 3$ factor de seguridad
- $I_{f(z)} = 0,85$ factor de forma de zapatas
- $I_{f(c)} = 2,00$ factor de forma cimentación corrida

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA DE CIMENTACIONES

$$qu = \frac{1}{3}(1.3cNc + \gamma DfNq + 0.4\gamma BNr) \quad \text{cuadrada} = 2,49 \text{ kg/cm}^2$$

$$qu = \frac{1}{3}(1.3cNc + \gamma DfNq + 0.3\gamma BNr) \quad \text{circular} = 2,40 \text{ kg/cm}^2$$

Capacidad de carga última de cimentaciones que exhiben falla local por corte:

$$qu = \frac{1}{3}\left(\frac{2}{3}cNc + \gamma DfNq + 0.5\gamma BNr\right) \quad \text{corrida} = 2,49 \text{ kg/cm}^2$$

$$qu = \frac{1}{3}(0.867cNc + \gamma DfNq + 0.4\gamma BNr) \quad \text{cuadrada} = 2,33 \text{ kg/cm}^2$$

$$qu = \frac{1}{3}(0.867cNc + \gamma DfNq + 0.3\gamma BNr) \quad \text{circular} = 2,24 \text{ kg/cm}^2$$

Asentamiento diferencial de cimentaciones:

$$S_{\Delta} = \frac{qB(1-\mu^2)}{E} I_f \quad \text{cuadrada} = 1,00\text{cm}$$

$$\text{circular} = 1,00 \text{ cm}$$

Asentamiento diferencial de cimentaciones que exhiben falla local por corte:

$$S_{\Delta} = \frac{qB(1-\mu^2)}{E} I_f \quad \text{corrida} = 1,00\text{cm}$$

$$\text{cuadrada} = 1,00\text{cm}$$

$$\text{circular} = 1,00 \text{ cm}$$

Corrección por asentamiento de la capacidad de carga ultima de cimentaciones:

cuadrada = no aplicable

circular = no aplicable

Corrección por asentamiento de la capacidad de carga de cimentaciones que exhiben falla local por corte:

corrida = no aplicable

cuadrada = no aplicable

circular = no aplicable

❖ **Calicata 2 (C-2)**

Elementos que se deben conocer:

- $C = 0,267 \text{ Kg/cm}^2$ (cohesión)
- $\phi = 27,50^\circ$ (ángulo de fricción)
- $N_c = 16,72$ coeficiente adimensional
- $N_q = 6,81$ coeficiente adimensional
- $N_r = 3,09$ coeficiente adimensional
- $\gamma = 1,264 \text{ g/cm}^3$ (densidad natural)
- $E = 30 \text{ Kg/cm}^2$ (módulo de elasticidad)
- $\mu = 0,2$ coeficiente de poisson
- $D_{fz} = 300 \text{ cm}$ (profundidad de las zapatas)
- $D_{fzC} = 300 \text{ cm}$ (profundidad cimentación corrida)
- $B_z = 300 \text{ cm}$ (ancho plateas)
- $B_{zC} = 300 \text{ cm}$ (ancho cimentación corrida)
- $FS = 3$ factor de seguridad
- $I_{f(z)} = 0,85$ factor de forma de zapatas
- $I_{f(c)} = 2,00$ factor de forma cimentación corrida

Capacidad de carga última de cimentaciones:

$$q_u = \frac{1}{3}(1.3cN_c + \gamma D_f N_q + 0.4\gamma B N_r) \quad \text{cuadrada} = 2.95 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_u = \frac{1}{3}(1.3cN_c + \gamma D_f N_q + 0.3\gamma B N_r) \quad \text{circular} = 2.91 \text{ kg/cm}^2$$

Capacidad de carga última de cimentaciones que exhiben falla local por corte:

$$q_u = \frac{1}{3}\left(\frac{2}{3}cN_c + \gamma D_f N_q + 0.5\gamma B N_r\right) \quad \text{corrida} = 2.05 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_u = \frac{1}{3}(0.867cN_c + \gamma D_f N_q + 0.4\gamma B N_r) \quad \text{cuadrada} = 2.31 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_u = \frac{1}{3}(0.867cN_c + \gamma D_f N_q + 0.3\gamma B N_r) \quad \text{circular} = 2.27 \text{ kg/cm}^2$$

Asentamiento diferencial de cimentaciones:

$$S_{\Delta} = \frac{qB(1-\mu^2)}{E} I_f \quad \text{cuadrada} = 1.00 \text{ cm}$$

$$\text{circular} = 1.00 \text{ cm}$$

Asentamiento diferencial de cimentaciones que exhiben falla local por corte:

$$S_{\Delta} = \frac{qB(1-\mu^2)}{E} I_f$$

corrida = 1.00cm
cuadrada = 1.00cm
circular = 1.00 cm

Corrección por asentamiento de la capacidad de carga ultima de cimentaciones

cuadrada = no aplicable

circular = no aplicable

Corrección por asentamiento de la capacidad de carga de cimentaciones que exhiben falla local por corte

corrida = no aplicable

cuadrada = no aplicable

circular = no aplicable

❖ Calicata 3 (C-3)

Elementos que se deben conocer:

- $C = 0,293 \text{ Kg/cm}^2$ (cohesión)
- $\phi = 32,00^\circ$ (ángulo de fricción)
- $N_c = 21,16$ coeficiente adimensional
- $N_q = 9,82$ coeficiente adimensional
- $N_r = 5,51$ coeficiente adimensional
- $\gamma = 1,654 \text{ g/cm}^3$ (densidad natural)
- $E = 175 \text{ Kg/cm}^2$ (módulo de elasticidad)
- $\mu = 0,275$ coeficiente de poisson
- $Df_z = 300 \text{ cm}$ (profundidad de las zapatas)
- $Df_{zC} = 300 \text{ cm}$ (profundidad cimentación corrida)
- $B_z = 300 \text{ cm}$ (ancho plateas)
- $B_{zC} = 300 \text{ cm}$ (ancho cimentación corrida)
- $FS = 3$ factor de seguridad
- $I_{f(z)} = 0,85$ factor de forma de zapatas
- $I_{f(c)} = 2,00$ factor de forma cimentación corrida

Capacidad de carga última de cimentaciones:

$$q_u = \frac{1}{3}(1.3cNc + \gamma DfNq + 0.4\gamma BNr) \quad \text{cuadrada} = 4,68 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_u = \frac{1}{3}(1.3cNc + \gamma DfNq + 0.3\gamma BNr) \quad \text{circular} = 4,58 \text{ kg/cm}^2$$

Capacidad de carga última de cimentaciones que exhiben falla local por corte:

$$q_u = \frac{1}{3}\left(\frac{2}{3}cNc + \gamma DfNq + 0.5\gamma BNr\right) \quad \text{corrida} = 3,46 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_u = \frac{1}{3}(0.867cNc + \gamma DfNq + 0.4\gamma BNr) \quad \text{cuadrada} = 3,78 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_u = \frac{1}{3}(0.867cNc + \gamma DfNq + 0.3\gamma BNr) \quad \text{circular} = 3,69 \text{ kg/cm}^2$$

Asentamiento diferencial de cimentaciones:

$$S_{\Delta} = \frac{qB(1-\mu^2)}{E} I_f \quad \text{cuadrada} = 1,00 \text{ cm}$$

$$\text{circular} = 1,00 \text{ cm}$$

Asentamiento diferencial de cimentaciones que exhiben falla local por corte:

$$S_{\Delta} = \frac{qB(1-\mu^2)}{E} I_f \quad \text{corrida} = 1,00 \text{ cm}$$

$$\text{cuadrada} = 1,00 \text{ cm}$$

$$\text{circular} = 1,00 \text{ cm}$$

Corrección por asentamiento de la capacidad de carga última de cimentaciones

cuadrada = no aplicable

circular = no aplicable

Corrección por asentamiento de la capacidad de carga de cimentaciones que exhiben falla local por corte

corrida = no aplicable

cuadrada = no aplicable

circular = no aplicable

Calicata 4 (C-4)

Elementos que se deben conocer:

- $C = 0,264 \text{ Kg/cm}^2$ (cohesión)
- $\phi = 42,00^\circ$ (ángulo de fricción)
- $N_c = 40,33$ coeficiente adimensional
- $N_q = 25,21$ coeficiente adimensional
- $N_r = 22,50$ coeficiente adimensional
- $\gamma = 1,264 \text{ g/cm}^3$ (densidad natural)
- $E = 175 \text{ Kg/cm}^2$ (módulo de elasticidad)
- $\mu = 0,15$ coeficiente de poisson
- $D_{fz} = 300 \text{ cm}$ (profundidad de las zapatas)
- $D_{fzC} = 300 \text{ cm}$ (profundidad cimentación corrida)
- $B_z = 300 \text{ cm}$ (ancho plateas)
- $B_{zC} = 300 \text{ cm}$ (ancho cimentación corrida)
- $FS = 3$ factor de seguridad
- $I_{f(z)} = 0,85$ factor de forma de zapatas
- $I_{f(c)} = 2,00$ factor de forma cimentación corrida

Capacidad de carga última de cimentaciones:

$$q_u = \frac{1}{3}(1.3cN_c + \gamma D f N_q + 0.4\gamma B N_r) \quad \text{cuadrada} = 2,94 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_u = \frac{1}{3}(1.3cN_c + \gamma D f N_q + 0.3\gamma B N_r) \quad \text{circular} = 8,65 \text{ kg/cm}^2$$

Capacidad de carga última de cimentaciones que exhiben falla local por corte:

$$q_u = \frac{1}{3}\left(\frac{2}{3}cN_c + \gamma D f N_q + 0,5\gamma B N_r\right) \quad \text{corrida} = 6,97 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_u = \frac{1}{3}(0,867cN_c + \gamma D f N_q + 0,4\gamma B N_r) \quad \text{cuadrada} = 7,40 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_u = \frac{1}{3}(0,867cN_c + \gamma D f N_q + 0,3\gamma B N_r) \quad \text{circular} = 7,12 \text{ kg/cm}^2$$

Asentamiento diferencial de cimentaciones:

$$S_{\Delta} = \frac{qB(1-\mu^2)}{E} I_f$$

cuadrada = 1.00cm
circular = 1.00 cm

Asentamiento diferencial de cimentaciones que exhiben falla local por corte:

$$S_{\Delta} = \frac{qB(1-\mu^2)}{E} I_f$$

corrida = 1,00cm
cuadrada = 1,00cm
circular = 1,00 cm

Corrección por asentamiento de la capacidad de carga ultima de cimentaciones:

cuadrada = no aplicable

circular = no aplicable

Corrección por asentamiento de la capacidad de carga de cimentaciones que exhiben falla local por corte:

corrida = no aplicable

cuadrada = no aplicable

circular = no aplicable

Calicata 5 (C-5)

Elementos que se deben conocer:

- C = 0,055 Kg/cm² (cohesión)
- Ø = 33,80° (ángulo de fricción)
- Nc = 40,33 coeficiente adimensional
- Nq = 25,21 coeficiente adimensional
- Nr = 22,50 coeficiente adimensional
- γ = 1,264 g/cm³ (densidad natural)
- E = 175 Kg/cm² (módulo de elasticidad)

- $\mu = 0,15$ coeficiente de poisson
- $Dfz = 300$ cm (profundidad de las zapatas)
- $Dfz_c = 300$ cm (profundidad cimentación corrida)
- $Bz = 300$ cm (ancho plateas)
- $Bz_c = 300$ cm (ancho cimentación corrida)
- $FS = 3$ factor de seguridad
- $I_{f(z)} = 0,85$ factor de forma de zapatas
- $I_{f(c)} = 2,00$ factor de forma cimentación corrida

Capacidad de carga última de cimentaciones:

$$qu = \frac{1}{3}(1,3cNc + \gamma DfNq + 0,4\gamma BNr) \quad \text{cuadrada} = 5,29 \text{ kg/cm}^2$$

$$qu = \frac{1}{3}(1,3cNc + \gamma DfNq + 0,3\gamma BNr) \quad \text{circular} = 5,00 \text{ kg/cm}^2$$

Capacidad de carga última de cimentaciones que exhiben falla local por corte:

$$qu = \frac{1}{3}\left(\frac{2}{3}cNc + \gamma DfNq + 0,5\gamma BNr\right) \quad \text{corrida} = 5,10 \text{ kg/cm}^2$$

$$qu = \frac{1}{3}(0,867cNc + \gamma DfNq + 0,4\gamma BNr) \quad \text{cuadrada} = 4,97 \text{ kg/cm}^2$$

$$qu = \frac{1}{3}(0,867cNc + \gamma DfNq + 0,3\gamma BNr) \quad \text{circular} = 4,68 \text{ kg/cm}^2$$

Asentamiento diferencial de cimentaciones:

$$S_{\Delta} = \frac{qB(1-\mu^2)}{E} I_f \quad \text{cuadrada} = 1,00\text{cm}$$

$$\text{circular} = 1,00 \text{ cm}$$

Asentamiento diferencial de cimentaciones que exhiben falla local por corte:

$$S_{\Delta} = \frac{qB(1-\mu^2)}{E} I_f \quad \text{corrida} = 1,00\text{cm}$$

$$\text{cuadrada} = 1,00\text{cm}$$

$$\text{circular} = 1,00 \text{ cm}$$

Corrección por asentamiento de la capacidad de carga última de cimentaciones:

cuadrada = no aplicable

circular = no aplicable

Corrección por asentamiento de la capacidad de carga de cimentaciones que exhiben falla local por corte:

corrida = no aplicable

cuadrada = no aplicable

circular = no aplicable

3.2.2.7 Tipo de las cimentaciones

Según el Estudio de Mecánica de Suelos se recomienda los siguientes tipos de cimentaciones y es de la siguiente Tabla 23:

Tabla 23

Recomendaciones estructurales de las edificaciones en la zona

Infraestructura	Tipo de cimentación
Edificaciones	Zapata cuadrada con viga de cimentación, con una profundidad de $D_f = 1.50$ m

Nota. Se recomienda este tipo de cimentación ya que los suelos presentan un alto porcentaje de arena

3.2.2.8 Resumen de Capacidad Portante del suelo

Técnicamente, la capacidad portante es la relación de presión más alta entre la cimentación de una estructura y el suelo, donde no se debe producir una falla ya sea por corte o hundimiento u asentamiento (MVCS, 2018). Ver Tabla 24.

Tabla 24*Resumen de Capacidad Portante para Cortes Directos, triaxial y SPT*

Zona	Infraestructura	Tipo de cimentación	Profundidad de desplante Df (m)	Calicata	Qadm (Kg/cm ²)
Zona 1	Edificaciones	Zapata Cuadrada con Viga de Cimentación	1.5	C-1	0.83
				C-2	0.98
Zona 2	Edificaciones	Zapata Cuadrada con Viga de Cimentación	1.5	C-3	1.56
				C-4	2.98
				C-5	1.76

Nota. Carga admisible obtenidos del laboratorio de mecánica de suelos con un FS=3

3.3 Propuesta de zonificación urbana en el Anexo la Baleriana

Haciendo un análisis, el núcleo urbano-rural tiene un crecimiento particular que se fundamenta en sus costumbres culturales de cada poblador, eso hace que exista la presencia de distintas actividades cotidianas que conlleva al desarrollo de un pueblo (Herbozo, 2019).

En el anexo La Baleriana la población se dedica a una diversidad de actividades, entre las que más resaltan tenemos la ganadería, la agricultura, el comercio y las pequeñas industrias enfocada a la materia prima que predomina en la zona, de acuerdo a ello se ha propuesto una zonificación urbana-Rural que es el uso del suelo basado en estas actividades mencionadas anteriormente.

3.3.1 Zonificación

Es una herramienta importante de gestión urbana que contiene un conjunto de normas técnicas urbanísticas para regular el uso y ocupación del suelo, en función de objetivos del desarrollo sostenible y la capacidad de soporte del suelo, ubicando actividades sociales y económicas tales como vivienda, protección, recreación y equipamiento con un desarrollo industrial, comercial, transportes y comunicaciones. La zonificación regula el uso de la propiedad de acuerdo a su uso y ocupación. Se definen en planos de Zonificación Urbana, con ciertas reglas o parámetros urbanísticos y arquitectónicos para cada zona; con su respectivo Índice de Usos para la Ubicación de diversas Actividades Urbanas (RNE, 2021).

3.3.2 Uso del suelo

El uso del suelo urbano es la distribución espacial horizontal y vertical de las actividades de los sectores público y privado que optimizan al máximo las infraestructuras urbanas, las características del territorio y la intensidad de las relaciones socioeconómicas, teniendo en cuenta los efectos causados por la población. Siempre de acuerdo al modelo de ocupación y el desarrollo territorial definido por las dinámicas internas del sistema urbano y la política pública, el mismo que debe interpretarse en sentido amplio promoviendo áreas de uso mixto y en función a la heterogeneidad de actividad en las ciudades y centros poblados (Instituto Municipal de Planeamiento, 2016).

El uso, es el destino asignado al suelo, conforme a su clasificación y la zonificación que la regula, la cual se fundamenta en los objetivos de desarrollo sostenible y a la capacidad portante del suelo, los fines de uso especifican en el índice de Uso del suelo para la ubicación de sus actividades urbanas (Elizabeth & Peñafiel, 2020).

3.3.3 Zonificación Residencial

Área urbana destinada predominantemente al uso de vivienda, permitiendo además otros usos compatibles. Los planos de zonificación consignan: Zona de Densidad Alta (RDA), Zona de Densidad Media (RDM) y Zona de Densidad Baja (RDB). Permitiendo como actividades urbanas compatibles el uso mixto - comercio local, comercio central e industria elemental y complementaria no molesta, en concordancia al Cuadro de Compatibilidad de Usos del Suelo Urbano (Moshinsky, 1959).

a. Zona Residencial de Densidad Baja (ZRDB)

Es de uso residencial identificado con las viviendas tratadas en forma individual que permite la concentración baja de la población a través de viviendas unifamiliares. Son aquellas zonas identificadas en el plano de zonificación como ZRDB (Tang Gonzales, 2009).

b. Zona Residencial de Densidad Media (ZRDM)

Zona de densidad media (RDM-1 Y RDM-2), es el uso identificado con las viviendas o residencias tratadas individualmente o en conjunto que permiten la obtención de una concentración poblacional media, a través de unidades de viviendas unifamiliares y multifamiliares. Son aquellas zonas identificadas en el plano de zonificación como ZRDM. (Tang Gonzales, 2009).

c. Zona Residencial de Densidad Alta (ZRDA)

Es el uso identificado con las viviendas o residencias tratadas en conjunto que permitan la obtención de una alta concentración poblacional (Instituto Municipal de Planeamiento, 2016).

d. Vivienda taller

Son áreas urbanas destinadas principalmente al desarrollo de vivienda de uso mixto (vivienda e industria elemental y complementaria); así como servicios públicos complementarios, comercios locales y pequeños talleres con tecnología de punta y capital de trabajo limitado que no causen molestias ni contaminación (tejidos, costura, carpintería, entre otros). El parque empresarial desarrollado tendrá niveles aceptables de operación para uso residencial. Estas áreas están identificadas en el plan de ordenamiento territorial local con el código I1-R (Tang Gonzales, 2009).

De acuerdo el análisis del uso del suelo y a la población existente de 156 habitantes según censo en el año 2017 INEI, en el lugar se propone una zonificación residencial de densidad baja y una zonificación residencial de densidad media, de acuerdo a la Fig. 16.

Figura 16

Propuesta de zonificación residencial en la zona de estudio

RESIDENCIAL	NORMAS GENERALES		NORMAS PARA EDIFICACIONES APLICABLE EN CASOS DE HABILITACIONES NUEVAS Y/O EN ZONAS CONSOLIDADAS Y EN PROCESO DE CONSOLIDACIÓN					
	TIPOS DE DENSIDAD	USOS PREDOMINANTES	DIMENSIONES DE LOTE (MÍNIMO)		MÁXIMO COEFICIENTE DE EDIFICACIÓN	ALTURA MÁXIMA DE EDIFICACIÓN	DENSIDAD NETA MÁXIMA HAB/HÁ	ÁREA LIBRE MÍNIMA (%)
			ÁREA (m2)	FRENTE (ml)				TOTAL
RESIDENCIAL DENSIDAD BAJA	R-1	Unifamiliar	450.00	15.00	1.2	2 pisos	40 hab/Ha	40%
RESIDENCIAL DENSIDAD BAJA	R-2	Unifamiliar Trifamiliar	300.00	10.00	1.8	3 pisos	60Hab/Ha	40%
RESIDENCIAL DENSIDAD MEDIA	R-3	Unifamiliar Multifamiliar	90.00	6.00	2.1	3 pisos	300 Hab/Ha	30%
		Unifamiliar Multifamiliar	140.00	7.00	2.8	3 pisos		
		Multifamiliar	160.00	8.00	3.0	4 pisos		
		Conjunto Residencial	450.00	15.00	3.5	4 pisos		

Nota. De acuerdo al diagnóstico actual de la población y en base a las áreas de lotización se ha propuesto este tipo de zonificación residencial. Fuente: Elaboración propia.

Zonificación Comercial Vecinal

Son zonas que están señalizadas con el código CV en el plano de zonificación urbana. Con una actividad comercial destinada a ofrecer artículos de primera necesidad, que atiende a los barrios y/o caseríos (hasta 7,500 habitantes). Este tipo comercial mayormente se considera en aquellas zonas residenciales, siendo compatibles con tal intensidad que no suponen un cambio en la finalidad de uso (Tang Gonzales, 2009). Ver Fig. 17.

Figura 17

Zonificación comercial en la zona de estudio

ZONIFICACION		NIVEL DE SERVICIO	AREA MINIMA DE	COEFICIENTE DE	ALTURA MAXIMA	RESIDENCIAL COMPATIBLE
CV	Zona de comercio Vecinal C2	Hasta 7,500 Hab.	Resultado del diseño	3	1.5(a+r)	R-4
	Zona de comercio Local C1	Hasta 2,000 Hab.	Resultado del diseño	Según Habilitación Urbana		

Nota. La zona de comercio local C1 es la que predomina más en la zona, en un futuro se espera tener una zona de comercio Vecinal C2.

3.3.4 Zonificación Industrial (I1)

Zona destinada a pequeñas empresas industriales, con locales para almacén para complementar o apoyar la industria a gran escala durante el proceso no generan molestos ruidos ni vibraciones y no provocan situaciones de peligro (Tang Gonzales, 2009).

3.3.5 Zonificación Industrial (I2)

Es la zona que está destinada a albergar fabricas para la industria, productoras de artículos de primera necesidad de la población e insumos para las actividades productivas. Se caracterizan por los siguientes rasgos: Orientación al área de mercado local y a la infraestructura vial urbana; está en contacto con la zona central; Venta al por mayor; Dimensión económica media; No son molestos, ni peligrosos (Tang Gonzales, 2009). Ver Fig. 18.

Figura 18*Zonificación industrial en la zona de estudio*

ZONIFICACIÓN	NIVEL DE SERVICIO	ÁREA MÍNIMA DE	FRENTE MÍNIMO	COEFICIENTE DE	ALTURA DE	ÁREA LIBRE	USO PERMITID
Zona de Industria Liviana I-2	No molesta	1,000.00	20			Según proyecto	I1 (hasta 20%)
	No peligrosa						
Zona de Industria Elemental y Complementaria I-1	No molesta	300	10			Según proyecto	----
	No molesta						

Nota. Esta zonificación se propone de acuerdo a la industria de la materia prima que predomina en la zona.

3.3.6 Zonificación Educativa

Corresponde a las zonas destinadas a materiales didácticos. Incluye instalaciones para: educación básica educación especial, educación técnica superior, educación superior de pregrado y educación superior de posgrado (Tang Gonzales, 2009). Ver Fig. 19.

Figura 19*Zonificación educativa en la zona de estudio*

ZONIFICACIÓN E (EDUCACIÓN)		NORMAS GENERALES		ÁREA DE TERRENO				
		NIVEL DE SERVICIO	NIVEL DE INFLUENCIA	TIPO	CAPACIDAD	ÁREA MÍNIMA	FRENTE MÍNIMO	ÁREA LIBRE
Educación Inicial	E	Hasta 500	De 50 a 150	CEI-1	30	90	Según parámetro comercial o residencial predominante en su entorno	30%
					60	120		
Educación Básica	Educación primaria E1	hasta 1,000	De 80 a 240	CEB III	120 por turno	3,200	40	50%
	Educación Especial E1							
Educación secundaria	E2	Hasta 1,000	De 80 a 240	CEB III	120 por turno	3200	40	50%

Corresponde a las zonas destinadas para los establecimientos asistenciales de Salud. Comprende los equipamientos para: Posta Médica, Centro de Salud, Hospital General y Hospital Especializado (Tang Gonzales, 2009). Ver Fig. 26.

3.3.8 Zonificación de Recreación Pública (ZRP)

Áreas que se encuentran ubicadas en extensiones urbanas destinadas principalmente a la recreación, tales como: Plazas, Parques, Campos Deportivos, Juegos Infantiles y similares (Instituto Municipal de Planeamiento, 2016). Ver Fig. 26.

3.3.9 Vinculación de la Zonificación con la Clasificación del Suelo

La determinación del tipo de zonificación debe ser compatible con la clasificación del suelo. Ver Fig. 20.

Figura 20

Tipos de zonificación concordantes con las diferentes clases de suelo

Clasificación del Suelo		Tipos de Zonificación															
		ZRDMA	ZRDA	ZRDM	ZRDB	ZRDMB	ZC2	ZC1	ZI2	ZI1	ZE	ZS	ZSPC	ZRE	ZRP	ZA	ZUE
suelo urbano	S.U. Consolidado																
	S.U. de Transformación																
	S.U. en Consolidación																
	Suelo Periurbano					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Suelo Urbanizable inmediato			X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Suelo Urbanizable de Reserva			X	X	X										X	X	
Suelo de Protección	Suelo de Conservación														X		
	Suelo de Riesgo														X	X	
Suelo Rural															X	X	

Nota. La figura muestra la clasificación del suelo establecida en los instrumentos para una asignación del tipo de zonificación. Fuente: Ministerio de Vivienda (2022).

IV. DISCUSIÓN

Según la NTP DG-2018 (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018), para identificar el tipo de relieve nos da parámetros como 3% - 10% (terreno plano), 11% - 50% (terreno ondulado), 51% - 100% (terreno accidentado) y mayor al 100% (terreno escarpado); a partir de los hallazgos encontrados mediante el estudio de la topografía en la zona se estableció la existencia de dos tipos de pendiente como de 3% -7.90% terreno Plano, 10.90% -35.90% terreno ondulado, esto guarda relación con (Meisel & Pérez 2008), se ha seguido el mismo procedimiento hasta obtener un tipo de relieve el cual nos dice que desde una pendiente de 0% - 65% son relieves económicamente urbanizables.

La intención de evaluar las características físicas y mecánicas del suelo para una propuesta de zonificación urbana, se conoció a partir de la excavación de las calicatas considerando una profundidad de 3.00 m como indica la Norma E.050, de modo que para su identificación de los tipos de suelos se realizó la clasificación SUCS C-1 GP-GM (Grava mal gradada con limo y arena), C-2 CL (Arcilla delgada arenosa), C-3 SM (Arena limosa), C-4 SM (Arena limosa con grava), C-5 SM (arena limosa con grava) y según la clasificación AASTTO C-1 A-1-a (0) (Suelo bueno), C-2 A-7-5(3) (Suelo malo), C-3 A-2-4(0) (Suelo Bueno), C-5 A-2.4(0) (Suelo bueno), además como características físicas se logró conocer su composición, estructura, color y textura, en cuanto a sus características mecánicas tenemos resistencia al corte, presión lateral, capacidad de carga, que se resume en la capacidad portante del suelo que se encuentra desde 2,42 Kg/cm² y 8,94 Kg/cm². Según (Harmsen, 2002), nos dice que a partir de 0,50 Kg/cm² de capacidad de carga son suelos habitables para una cimentación superficial económicamente. Estos hallazgos guardan relación con (Córdova, 2018), concluye como resultado las propiedades físicas, se obtuvo tres tipos de suelo, CL (arcilla de baja plasticidad), CL-ML (limo arcilloso de baja plasticidad) y OH (limo arcilloso orgánico). Y de acuerdo a las características mecánicas con los resultados obtenidos se dividió en tres zonas: Zona III (0.58 kg/cm² – 0.68 kg/cm²), Zona II (0.81 kg/cm² – 0.91 kg/cm²) y la Zona I (1.01 kg/cm² – 1.34 kg/cm²); sin embargo, Yanapa (2018), muestra que con una capacidad de carga de 33.00 kg/cm² a una profundidad de 0.50 m son suelos superficiales habitables.

Para la propuesta de zonificación urbana se consideró la capacidad portante del suelo que nos brinda como resultado el laboratorio de mecánica de suelos (MDS), y el tipo de relieve que predomina en el lugar de acuerdo a la pendiente del terreno para la ubicación

de los distintos tipos de microzonificación que se propone realizar, además se tuvo en consideración el área de la lotización de las manzaneos que encontramos desde 90 m² hasta 450 m², considerando una zonificación residencial de densidad baja (ZRDB) y densidad media (ZRDM) con una altura máxima de edificación de 3 a 4 pisos, para zonificación comercial se propone una zona comercial vecinal (C1), en cuanto a la zonificación industrial una zona de industria elemental y complementaria (I1), en zonificación educacional una educación básica elemental. Esta investigación se asemeja con Sánchez (2019), donde identifica y evalúa los tipos de suelos que existen en el área urbana para determinar su capacidad portante del suelo, posteriormente elaborar un mapa de zonificación del lugar. En cuanto a su metodología se aplicó también los conceptos fundamentales de mecánica de suelos y geotecnia. Como instrumentos se guio de la Norma E050 del RNE que se obtuvo muestras, mediante el uso de laboratorio de mecánica de suelos les ayudó a llegar a los resultados, obteniendo la identificación de suelos arcillosos inorgánicos de baja plasticidad en toda la zona de estudio de acuerdo a ello se clasifico la zonificación como ZONA I y ZONA II.

V. CONCLUSIONES

Se encontró el tipo de relieve del suelo mediante la topografía y se calculó el área geográfica, por lo que se obtuvo dos tipos de pendientes como la plana y ondulada, así mismo se pudo conocer el área de estudio con su respectivo perímetro, esto se logró con la ayuda de los estudios topográficos y el software AutoCAD CIVIL 3D, además, se pudo identificar con criterio el tipo de relieve que predomina en la zona.

Se analizó e identificó las características físicas y mecánicas del suelo mediante la técnica de excavación de calicatas a cielo abierto, donde se obtuvo las muestras necesarias para ser analizadas en el laboratorio de mecánica de suelos, se analizó dichas propiedades clasificándoles de acuerdo al método SUCS y AASTTO que nos da como referencia del tipo de suelo existente en cada punto geográfico, además se conoció su capacidad portante, el cual son suelos habitables como residencial, industrial, comercial entre otros que conforman el equipamiento urbano.

Finalmente se propuso el tipo de zonificación, de acuerdo a la topografía del lugar y a las características físicas y mecánicas del suelo en la zona de estudio, considerando las lotizaciones existentes que se encontró, con su respectiva altura en función del coeficiente de edificación, basado en el área libre y ancho de vías según las normas TH y CE del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, en caso de ZRDB, ZRDM y comercio con su respectiva altura de edificación, cumpliendo con el área libre mínima propuesta, en cuanto a las vías principales y secundarias con una sección mínima como indica la norma GH.020 del RNE.

VI. RECOMENDACIONES

A la Municipalidad Distrital de Cocabamba, se recomienda:

- ❖ Realizar un plano catastral, para un futuro desarrollo, donde se refleje un reordenamiento territorial y mejor ubicación del equipamiento urbano del anexo La Baleriana.
- ❖ Tener un mayor control en los asentamientos de las edificaciones, ya que algunas de ellas tienden a correr riesgos ante los fenómenos de la naturaleza y a las cargas que emiten las propias estructuras, es decir, el crecimiento poblacional debe ir acompañado de la provisión de infraestructura y servicios urbanos, así como de una planificación, para que no se produzca en forma caótica y desordenada, como ha sucedido en algunos centros en el pasado.
- ❖ Tener en cuenta el tipo de zonificación, de ello depende el desarrollo de un asentamiento humano y las estructuras futuras.

A los estudiantes de ingeniería civil de las distintas universidades del país:

- ❖ Investigar otros asentamientos donde no haya un estudio técnico alguno de zonificación para el asentamiento de las distintas estructuras futuras que conforman a una ciudad y revitalizar los espacios públicos, incorporar procesos de participación y apropiación en su diseño teniendo en cuenta los espacios mínimos de circulación ciudadana.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baque-Solis, J. E., & Baque-Solis, B. S. (2019). Propuesta de zonificación de uso del suelo en el cantón Montecristi. *Dominio de Las Ciencias*, 5(1), 326. <https://doi.org/10.23857/dc.v5i1.865>
- Charras, M. A., & Ambiental, G. (2021). Lineamientos de Ordenamiento Ambiental y Territorial en los Procesos de Extensión Urbana Estudio de Caso : Villa Parque Santa Ana en el Sector Sudoeste del Área Metropolitana de Córdoba , Argentina Arquitecta María Alejandra Charras Universidad Nacional d.
- Cleves, G. J. (2013). Topografía para Ingenieros Civiles. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Das, B. M. (2013). Fundamentos de Ingenieria Geotécnia.
- Elizabeth, D., & Peñafiel, S. (2020). www.flacsoandes.edu.ec. 2019.
- Estad, P., Directorio, E., Econ, A., Directorio, F. El, Econ, E., Directorio, E., ... Directorio, E. (2020). 1 . Metodología. 1–4.
- Gavilanes, K. (2019). Capacidad Portante De Los Suelos, En Arcilla Y Arena Para Vivienda De Tres Pisos En La Ciudad De Machala. 1–170. Retrieved from <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15069>
- Gómez Bastar, S. (2012). Metodología de la investigacion. In Red Tercer Milenio S.C.
- Harmsen, T. (2002). El concreto y sus componenetes. *Diseño De Estructuras De Concreto Armado*, 11–27.
- Herbozo, R. (2019). Conociendo la Zonificación Ecológica y Económica. *Peru Narutal*, 1, 1–22. Retrieved from <https://www.pachamamaradio.org/las-celdas-transitorias-de-huanuyo-toleraran-este-ano-mas-como-disposicion-final-de-la-basura-de-juliaca/>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Las rutas Cuantitativa Cualitativa y Mixta. In *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Retrieved from shorturl.at/mwS39
- Hernandez, W., & Torres, H. (2019). Expansión Urbana Y Zonificación De La Capacidad Portante Del Suelo En El Ámbito Periurbano De La Ciudad Capital Del Distrito De Catilluc, Provincia San Miguel, Región Cajamarca, 2019. Retrieved from <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/27749>
- Ingenieria, F. D. E., Civil, D. E. M., La, B. D. E., Sullca, C., Augusto, D., Cuicapusa, B. F., ... Civil, E. P. D. E. I. (2022). UNIFAMILIARES EN EL BARRIO DE SANTA.
- Instituto Municipal de Planeamiento. (2016). Reglamento Título III Zonificación Capítulo 1: Zonificación y Compatibilidades.

- Las, U. D. E., Cantarera, C., Majuelo, J. Y., Miguel, L., Salamanca, P., & Miguel, L. (2019). Proyecto urbanización.
- Meisel-Roca, A., & Pérez-Valbuena, G. J. (2008). Geografía física y poblamiento en la costa Caribe colombiana. *Geografía Económica y Análisis Espacial En Colombia*. Capítulo 2. Geografía Física y Poblamiento En La Costa Caribe Colombiana. Pág.:47-106, (73). Retrieved from <http://repositorio.banrep.gov.co/handle/20.500.12134/461>
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018). Dirección General De Caminos Y Ferrocarriles Manual De Carreteras: Diseño Geométrico Dg – 2018. Dirección General De Caminos Y Ferrocarriles, 284.
- Moshinsky, M. (1959). No Title. *Nucl. Phys.*, 13(1), 104–116.
- MVCS. (2018). Manual para la elaboración de Planes de Desarrollo Urbano y Planes de Desarrollo Metropolitano en el marco de la RCC-2018. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Vol. 1, p. 201. Retrieved from www.vivienda.gob.pe
- Pánchez, E., & Gadway, F. (2019). Caracterización Y Sectorización De Las Propiedades Físicas Y Mecánicas Del Suelo En Los Barrios “La Libertad Y La Florida” De La Ciudad De Riobamba.
- Rehren, A., Orellana, A., Arenas, F., & Hidalgo, R. (2018). La regionalización en un contexto de urbanización regional: Desde los desafíos a las propuestas de nuevos criterios de zonificación para el caso chileno. *Revista de Geografía Norte Grande*, 2018(69), 191–209. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022018000100191>
- Ríos Ramírez, R. R. (2017). ROGER RICARDO RIOS RAMIREZ Metodología para la investigación y redacción. Retrieved from <https://www.eumed.net/libros-gratis/2017/1662/1662.pdf>
- RNE. (2021). Norma Técnica G.040, Definiciones Del Reglamento Nacional De Edificaciones. 1–28.
- Robles, J. (2019). Propuesta de zonificación territorial ante susceptibilidad a deslizamientos en el distrito Monterrey de San Carlos. 124.
- Rodríguez, W. (2018). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica - Suelos y Cimentaciones. Patología Estructural y Funcional, pp. 1–221. Retrieved from <https://civilgeeks.com/2016/04/06/libro-completo-de-geotecnia-ing-william-rodriguez/>
- Suárez Diaz, J. (2014). Propiedades básicas de los suelos y clasificación. 1–15.
- Tang Gonzales, T. (2009). Plan de desarrollo urbano de la ciudad de Aguaytía. 253–433.

Retrieved

from

https://eudora.vivienda.gob.pe/observatorio/PDU_MUNICIPALIDADES/AGUAYTIA/PDU_AGUAYTIA_DIAGNOSTICO.pdf

Técnica, N., & Generales, C. I. D. (2018). Normas legales 23.

Veiga, L. A. K., Zanetti, M. A. Z., & Faggion, P. L. (2019). Fundamentos de topografía 2019. Livro, 179.

ANEXOS

PLANO DE ESTUDIOS

Figura 21

Plano topográfico del área de estudio

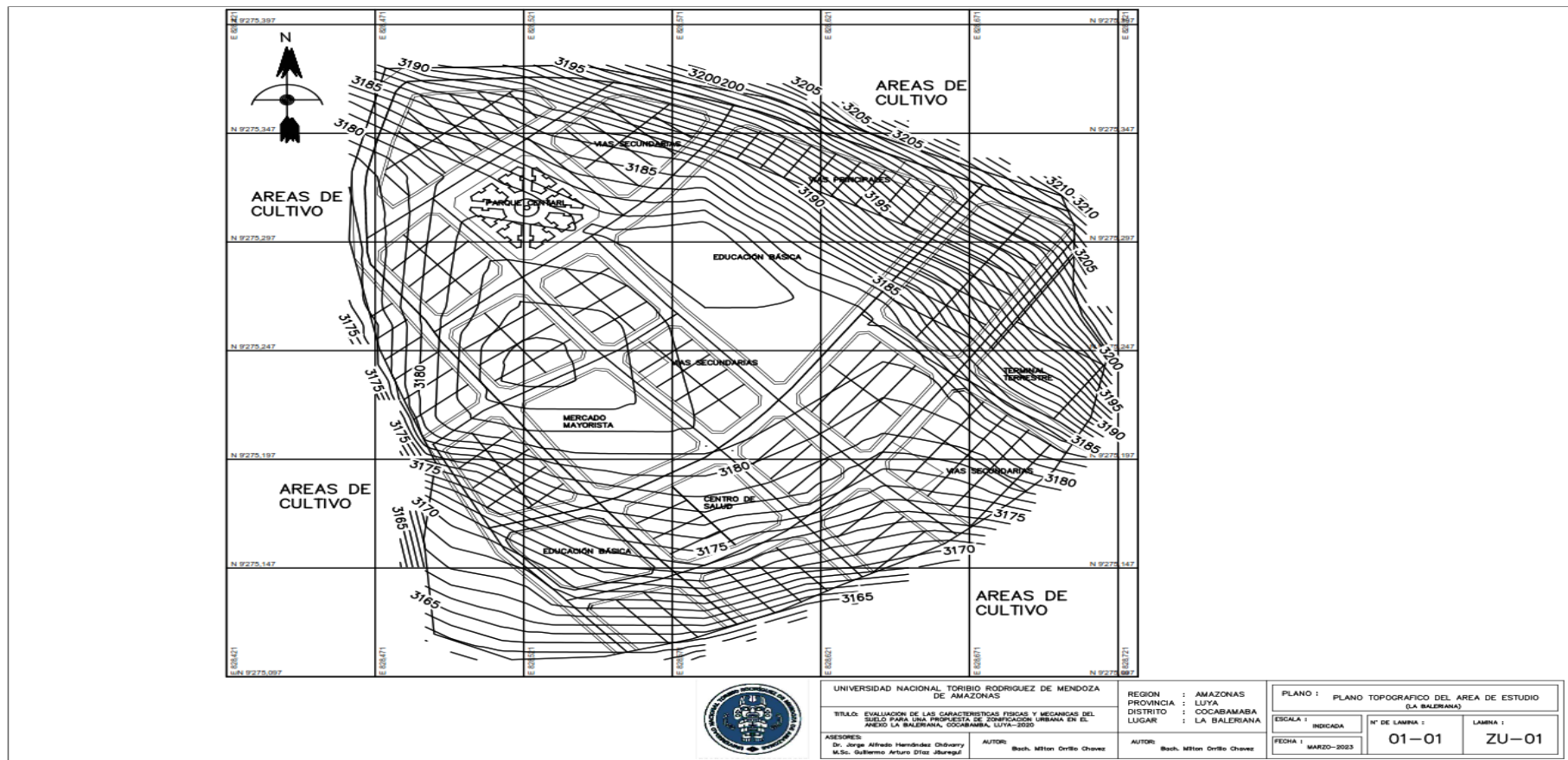


Figura 22

Plano catastral de La Baleriana

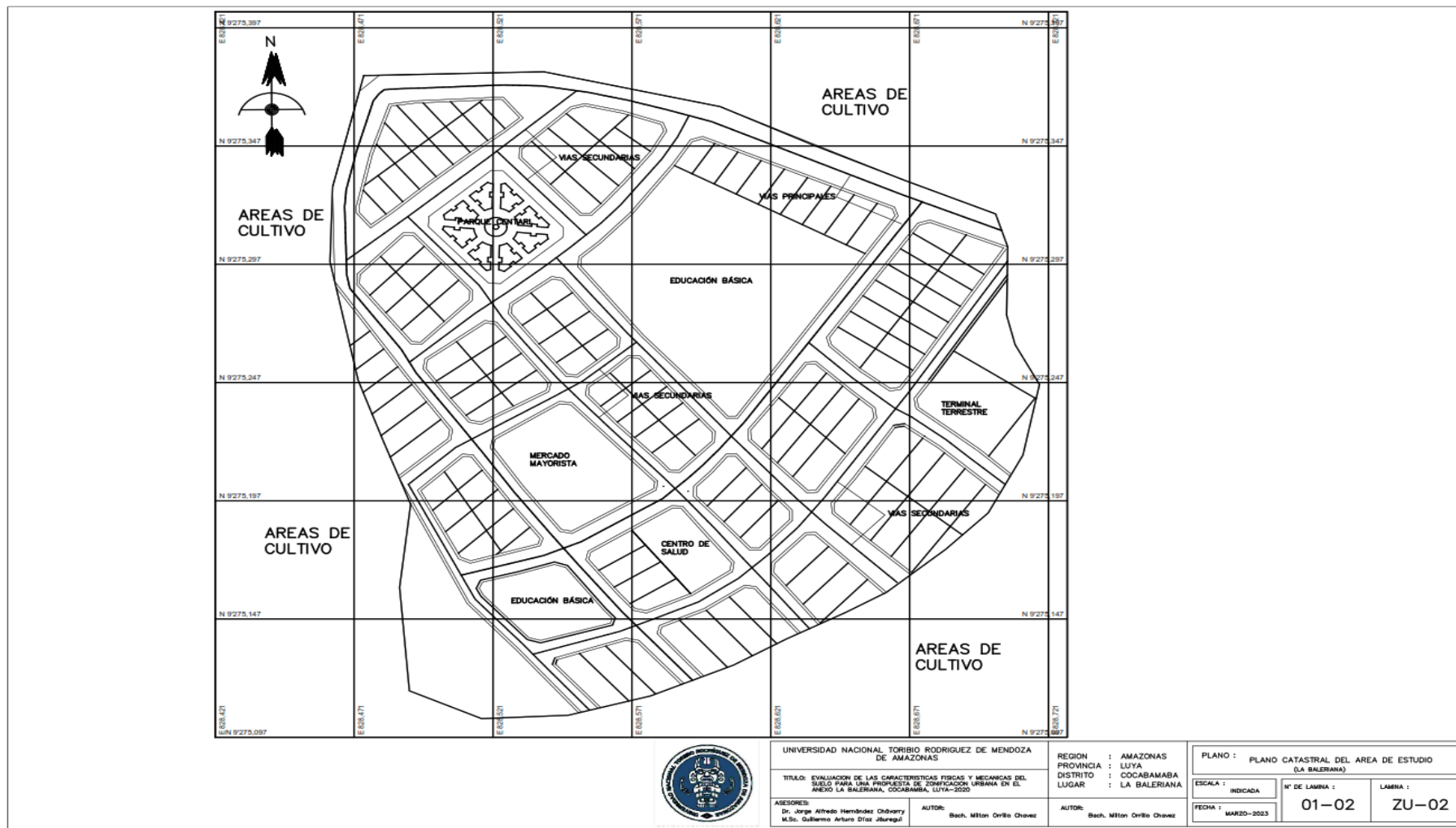


Figura 23

Plano de las pendientes existentes en el área de estudio

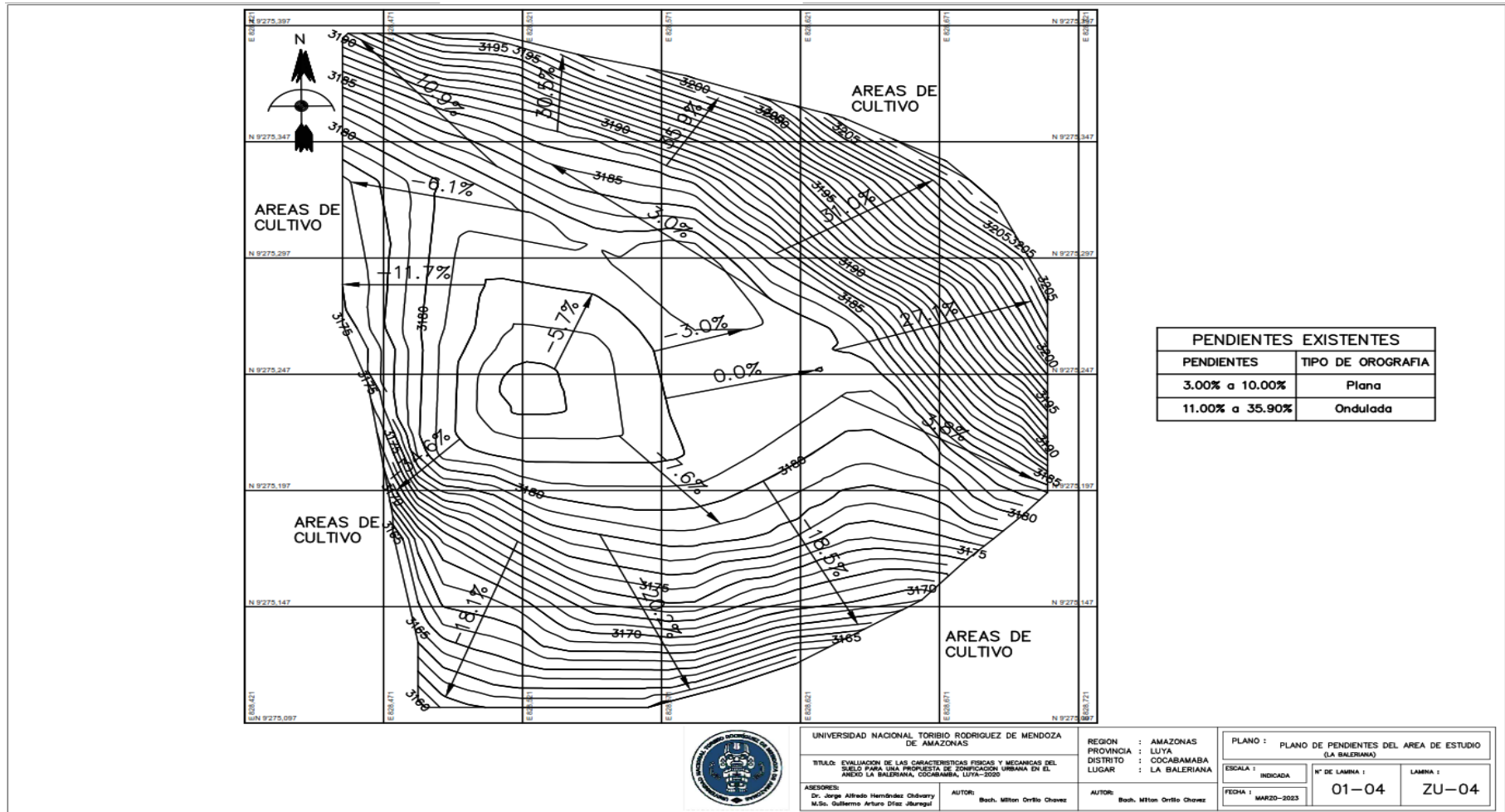


Figura 24

Plano de ubicación de Calicatas

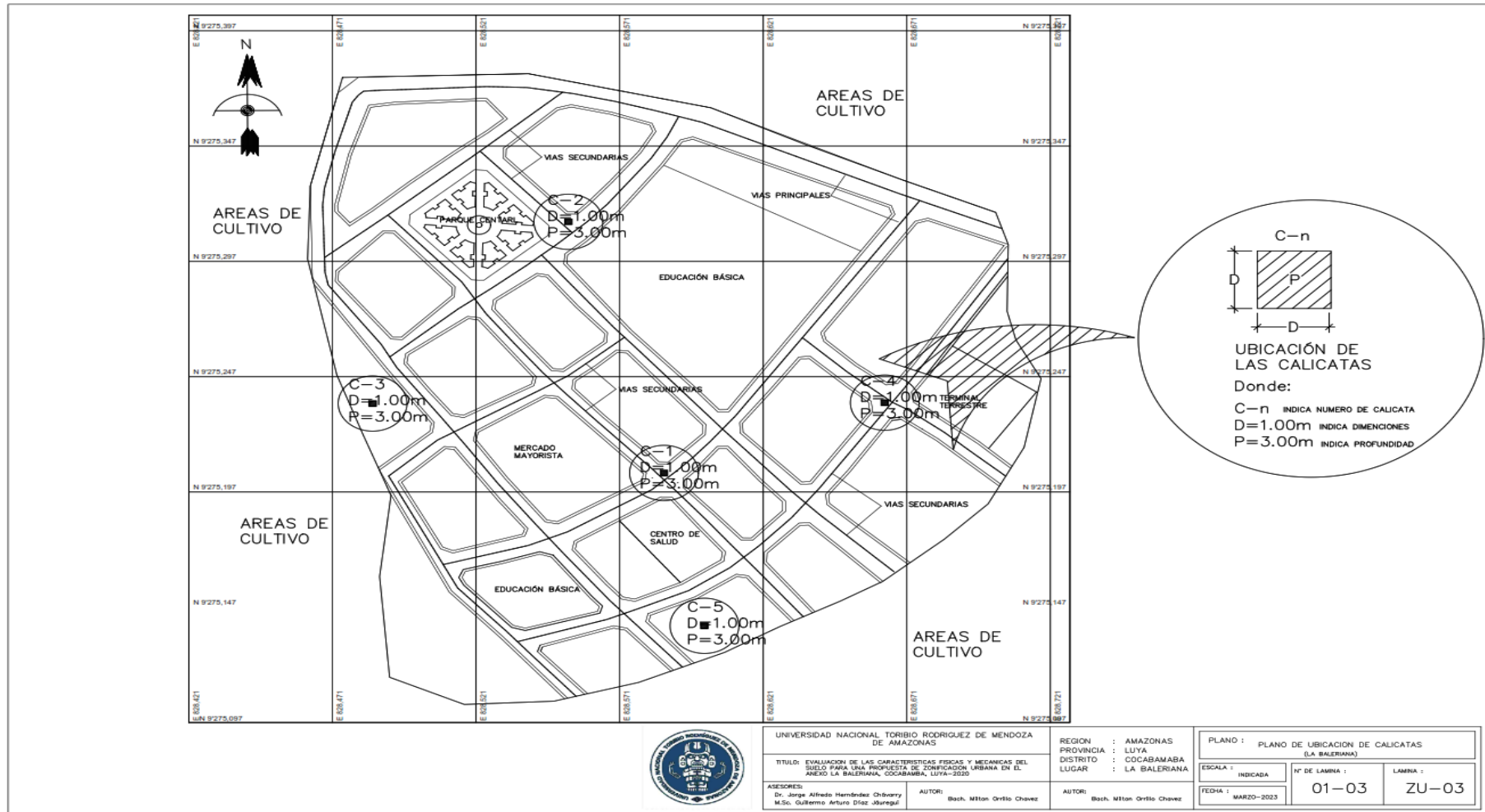


Figura 25

Plano de sistema vial urbano La Baleriana (propuesta)

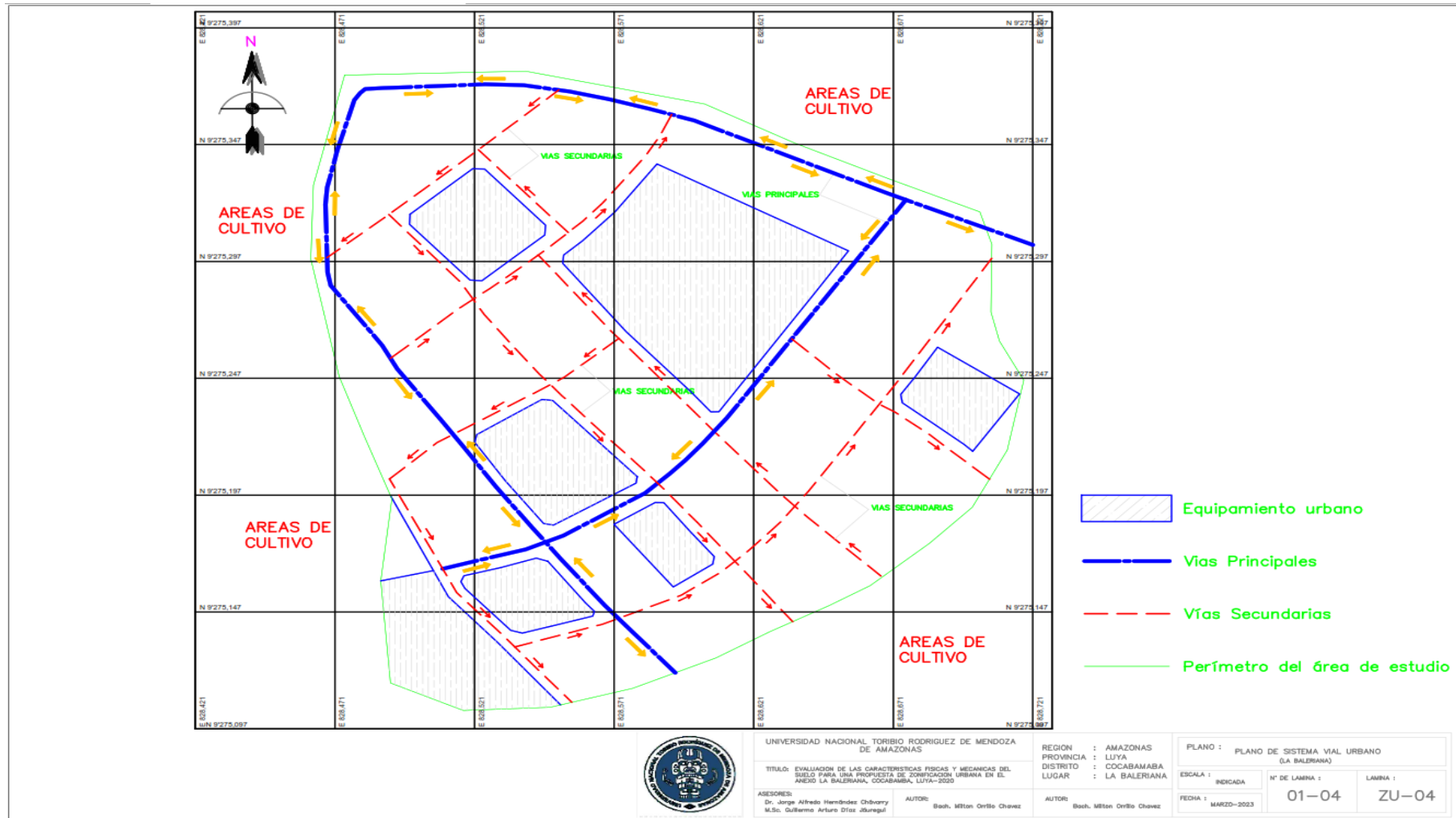
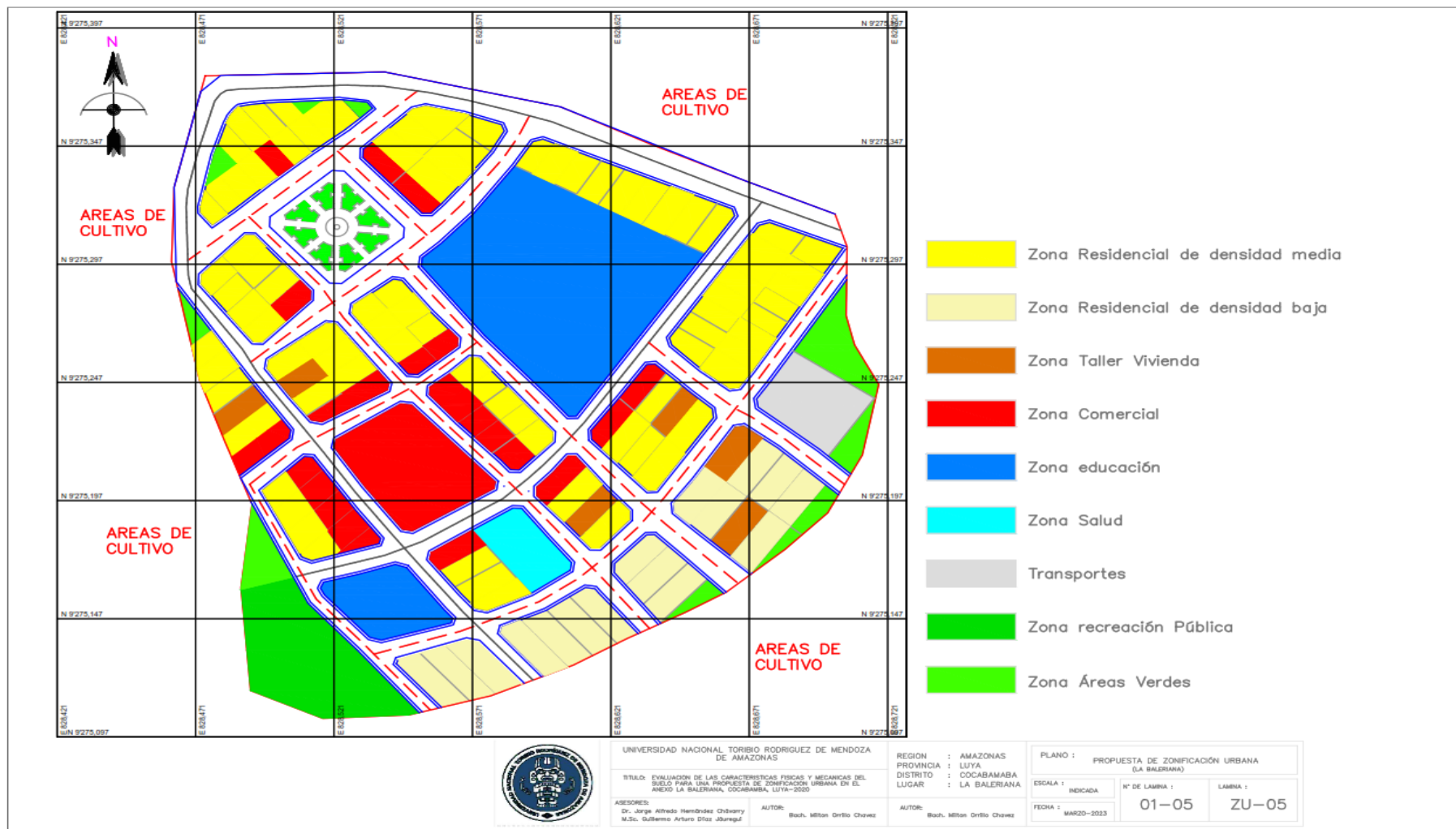


Figura 26

Plano de Zonificación La Baleriana (propuesta)



PANEL FOTOGRAFICO

Figura 27

Estado Actual del Anexo La Baleriana



Figura 28

Levantamiento topográfico del área de estudio



Figura 29

Excavación de las Calicatas in situ



Figura 30

Extracción de la muestra para el análisis en el laboratorio de suelos



Figura 31

Calicata donde se muestra la estratigrafía del suelo

