



Universidad Científica del Perú - UCP
*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000310, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**“VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS INORGÁNICOS PARA SU
APROVECHAMIENTO EN ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN SAN
JUAN 2019”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

BACH. ROMERO BARDALES, Juana Inés

BACH. VELA VALERA, Janner Raúl

ASESOR:

ING. Miguel Ángel Robalino Osorio

IQUITOS-PERÚ 2021

DEDICATORIA

Esta tesis como trabajo de investigación “Dedico a Dios, al patrono de los estudiantes y a la virgen maría, por ayudarme a culminar esta obra e inspirarme en este proceso. A mi mamá por ser mi motor, apoyarme en cada paso, por sus consejos y la educación que me han brindado y sobre todo a mi pequeño hijo Noah José por darme las fuerzas para estar donde estoy.”

JUANA INES ROMERO BARDALES

Esta tesis como trabajo de investigación va dedicado a los ingenieros que como docentes fueron parte de mi formación académica, a los profesionales que éticamente emplean sus conocimientos en investigaciones en bien de la sostenibilidad, a las personas que necesitan de nosotros para mejorar su calidad de vida y gozar de un mundo mejor. Por último, a mis padres y a Dios, por sus abnegados sacrificios y la confianza puesta en mi persona.

JANNER RAUL VELA VALERA.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a nuestro asesor el ING CIVIL Miguel Ángel Robalino Osorio, quien con sus conocimientos y apoyo me guio a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscaba.

También quiero agradecer Al ING AMBIENTAL Edison Gilberto Piña por brindarme todos los recursos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo el proceso de investigación. No hubiese podido arribar a estos resultados de no haber sido por su incondicional ayuda.

Por último, quiero agradecer a todos mis compañeros y a mi familia, por apoyarme aun cuando mis ánimos decaían. En especial, quiero hacer mención de mi madre, que siempre estuvo ahí para darme palabras de apoyo y un abrazo reconfortante para renovar energías.

Muchas gracias a todos.

JUANA INES ROMERO BARDALES

A Dios por estar conmigo, guiándome por el buen camino. A mis padres por su apoyo y amor incondicional, por haberme mostrado el camino de la superación, la cual me resulta de mucho apoyo y sus sabios consejos que me ayuda a desarrollar como futuro profesional en ingeniería civil; al Ing. Miguel Ángel Robalino Osorio, por la dedicación que esta tuvo en el trabajo de investigación y a un gran compañero Edison Gilberto Piña Bustamante; cuyo apoyo en la parte ambiental fue de gran ayuda.

JANNER RAUL VELA VALERA.

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

La Tesis titulada:

“VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS INORGÁNICOS PARA SU APROVECHAMIENTO EN ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN SAN JUAN 2019”

De los alumnos: **ROMERO BARDALES JUANA INÉS Y VELA VALERA JANNER RAÚL**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **13% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 08 de setiembre del 2021.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética - UCP

Urkund Analysis Result

Analysed Document: UCP_2021_INGENIERIA_TESIS_JUANAROMERO_JANNERRAUL_V1.pdf
(D112035824)
Submitted: 9/3/2021 5:40:00 PM
Submitted By: revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Significance: 13 %

Sources included in the report:

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN TERMINADO (FINAL).docx (D54970209)
https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publ/migl/metas/GUIA_META_3_PI_2021.pdf
<http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/853>
<https://www.prs-med.com/es/geoceldas/sistema-de-confinamiento-celular/>
https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/3156/Cliver_Tesis%20Licenciatura_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
<https://docplayer.es/93281636-Universidad-nacional-del-centro-del-peru.html>
<http://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2910/CIVIL%20-%20%20Flavio%20Gean%20Pierre%20Pezo%20L%C3%B3pez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
<http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6482/Trabajo%20final%20monografia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Instances where selected sources appear:

29

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N° 186-2019-UCP-FCEI de fecha 12 de abril de 2019 y modificada con **RESOLUCIÓN N°017-2020-UCP-FCEI** de fecha 20 de enero de 2020 y **RESOLUCIÓN N°378-2020-UCP-FCEI** de fecha 12 de octubre de 2020, de fecha la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- | | |
|---|------------|
| • Ing. Carmen Patricia Cerdeña del Águila, Dra. | Presidente |
| • Ing. Carol Begoña García Langer, M.Sc. | Miembro |
| • Lic. Nerea Gallardo Sánchez, Mg. | Miembro |

Como Asesores: Ing. Miguel Ángel Robalino Osorio

En la ciudad de Iquitos, siendo las 9.00 horas del día 20 de septiembre del 2021, a través de la plataforma ZOOM supervisado en línea por el Secretario Académico del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **“VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS INORGÁNICOS PARA SU APROVECHAMIENTO EN ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN SAN JUAN 2019”**.

Presentado por los sustentantes:

JANNER RAUL VELA VALERA
Y
JUANA INES ROMERO BARDALES

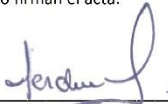
Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**.

El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR UNANIMIDAD**.

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Presidente



Miembro



Miembro

Contáctanos:

Iquitos – Perú
065 - 26 1088 / 065 - 26 2240
Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5

Filial Tarapoto – Perú
42 – 58 5638 / 42 – 58 5640
Leoncio Prado 1070 / Martines de Compagnon 933

Universidad Científica del Perú
www.ucp.edu.pe

APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 20 de setiembre del 2021 a las 9:00a.m.




Presidente del Jurado
Ing. Carmen Patricia Cerdeña del Águila, Dra.



Miembro del Jurado
Ing. Carol Begoña García Langer, Mg.



Miembro del Jurado
Lic. Nerea Gallardo Sánchez, Mg.



Asesor
Ing. Miguel Ángel Robalino Osorio Mg.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Índice de contenido	5
Índice de gráficos o figuras	5
Índice de imagen	8
Índice de foto	9
Índice de cuadros o tablas	10
Resumen y palabras clave	11
Abstract	12
Capítulo I: Marco teórico	13
1.1. Antecedentes del estudio	13
1.2. Bases teóricas	16
Capítulo II: Planteamiento del problema	21
2.1. Descripción del problema	21
2.2. Formulación del problema	24
2.2.1. Problema general	24
2.2.2. Problemas específicos	24
2.3. Objetivos	24
2.3.1. Objetivo general	24
2.3.2. Objetivos específicos	24
2.4. Hipótesis	25
2.4.1. Hipótesis general	25
2.4.2. Hipótesis específica	25
2.5. Variables	25
2.5.1. Identificación de las variables	25
2.5.2. Definición conceptual y operacional de las variables	25
2.5.3. Operacionalización de las variables	26
Capítulo III: Materiales y Métodos	27
3.1. Descripción y características Del área de estudio	27
3.1.1. Ubicación geográfica	27
3.1.2. Lugar y desarrollo de la investigación	27
3.1.3. Accesibilidad	27
3.1.4. Clima	27
3.1.5. Recursos Utilizados	27
3.1.5.1. Humanos	27
3.1.5.2. Instalaciones	27
3.1.5.3. Equipos	28
3.1.5.4. Materiales	28
3.2. Metodología de la investigación	29
3.2.1. Tipo de Investigación	29
3.2.2. Diseño de Investigación	29
3.2.2. Población y Muestra	30
3.2.2.1. Población	30
3.2.2.2. Muestra	30
3.2.3. Técnicas, Instrumentos y Procedimiento de Recolección	30
De datos	30

3.2.3.1. Técnicas de Recolección de Datos	30
3.2.3.2. Instrumentos de Recolección de datos	31
3.2.3.3. Procedimientos de Recolección de Datos	31
3.2.3.4. Procesamiento de datos y análisis estadísticos	32
Capítulo IV: Resultados	34
4.1. Levantamiento Topográfico	35
4.1.1. Mediciones en la poligonal básica, elementos utilizados	35
4.1.2. Área de influencia del proyecto	36
4.2. Estudio de mecánica de suelo	37
4.2.1. Investigaciones en campo	37
4.2.1.1. Exploración del sub suelo	37
4.2.1.2. Muestreo de suelos	37
4.2.1.3. Registro de excavaciones	37
4.2.2. Ensayos de laboratorio	38
4.2.2.1. Ensayos “in situ”	38
4.2.2.2. Ensayos en laboratorio	38
4.2.2.3. Clasificación de suelos	38
4.2.3. Estratigrafía	39
4.2.3.1. Perfil estratigráfico de la calicata	39
4.2.3.2. Nivel Freático	39
4.2.3.3. Capacidad de soporte del suelo	40
4.2.3.3.1. CBR	40
4.2.3.3.2. Compacidad Del Suelo	40
4.2.3.3.3. Ensayos que se hizo a la arena blanca	40
para su uso en el confinamiento celular	
4.2.3.3.3.1. Ensayo de Proctor modificado	40
4.2.3.3.3.2. Ensayo de penetración de CBR	42
4.2.3.3.3.3. Ensayo de penetración	43
4.2.3.3.3.4 determinación de valor relativo de soporte ensayo de	
penetración CBR– (ASMT d-1883)	43
4.3. recolección y procesamiento de información	44
4.3.1. El impacto ambiental que se crea de acuerdo al uso de	
botellas plásticas, latas de aluminio y tubo de PVC	45
4.4. Diseño de confinamiento celular	49
4.4.1. Estabilización de suelos mediante confinamiento celular	49
4.4.1.1. Descripción general	49
4.4.1.2. Adecuación	49
4.4.1.3. Materiales y herramientas necesarias	49
4.4.1.3.1. Botellas plásticas	49
4.4.1.3.2. lata de aluminio	50
4.4.1.3.3. Tubo de PVC	50
4.4.1.3.4. Arena	50
4.4.1.3.5. Cemento	50
4.4.1.3.6. Agua	50
4.4.1.3.7. Nivel de Mano	51
4.4.1.3.8. Wincha	51

4.4.1.3.9. Cautín	51
4.4.1.3.10. Palas	51
4.4.1.3.11. Engrapador	51
4.4.1.3.12. Cúter	51
4.4.1.3.13. Tijeras	51
4.4.1.3.14. Balde	51
4.4.1.3.16. Plancha compactadora	51
4.4.1.3.17. Cortadora o Esmeril	52
4.4.1.3.18. liga	52
4.4.1.3.19. silicona	52
4.4.1.4. Métodos de compactación	52
4.4.1.5. Métodos de prueba en laboratorio	53
4.4.1.6. Características de los materiales	54
4.4.1.6.1. Botella de plástico	54
4.4.1.6.2. Lata de aluminio	54
4.4.1.6.5. Cemento Portland TIPO I	54
4.4.1.6.6. Arena	55
4.4.1.7. Diseño de mezcla	55
4.5. Resultado final	55
4.5.1. Características y ventajas del sistema de confinamiento celular	57
4.5.2 Diseño final	65
4.5.2.1. Diseño final de las botellas de plásticos	65
4.5.2.2. Diseño final de las latas de aluminio	66
4.5.2.3. Diseño final de tubo de PVC	67
CAPÍTULO V: Discusión, Conclusiones Y Recomendaciones	68
5.1. Discusión	69
5.2. Conclusiones	70
5.3. Recomendaciones	74
CAPÍTULO VI: Referencia bibliográfica	75
6.1. Referencias Bibliográficas	75
CAPÍTULO VII: ANEXOS	77
7.1. Matriz De Consistencia	77
7.2. Metrados Y Presupuesto	81
7.3. Panel Fotográfico	68

ÍNDICE DE GRÁFICOS O FIGURAS

Gráfico N° 1: Desechos en el tacho de basura	19
Gráfico N° 2 Mapa De Macro Localización del Perú, Región Loreto, distrito de Iquitos	36
Gráfico N° 3 Grafico De Curva De Compactación	41
Gráfico N° 4 Valor Relativo – CBR	43
Gráfico N° 5 Curva CBR y Compactación	44
Gráfico N° 6 Tipos De Compactación Y Curva De Compactación	54

ÍNDICE DE IMAGEN

Imagen N° 1 Valor estadístico	46
Imagen N° 2 Según la BBC	47
Imagen N° 3 Según la BBC	48
Imagen N° 4 Según la BBC	48
Imagen N° 5 Diseño de confinamiento de botella de plástico	65
Imagen N° 6 Diseño de confinamiento de lata de aluminio	66
Imagen N° 7Diseño de confinamiento de tubo de PVC	67
Imagen N° 8 Reacción Sin Confinamiento	71
Imagen N° 9 Resultado Confinamiento	71
Imagen N° 10 Demuestra Resistencia	72
Imagen N° 11 Demuestra Interacción Friccional	72
Imagen N° 12 Sistema De Distribución De Cargas	73
Imagen N° 13 Demuestra Resistencia A La Flexión	73

ÍNDICE DE FOTO

Foto N° 1 En proceso de elaboración de prototipo de botella de plástico	55
Foto N° 2 En proceso de elaboración de prototipo de botella de plástico	56
Foto N° 3 En proceso de elaboración de prototipo de latas de aluminio	56
Foto N° 4 En proceso de elaboración de prototipo de tubo de PVC	57
Foto N° 5 En proceso de elaboración de los tres prototipos	58
Foto N° 6 Colocación del manto de arena blanca	58
Foto N° 7 Densificación del área a trabajar	59
Foto N° 8 Colocación de paneles de aluminio	59
Foto N° 9 Colocación de paneles de botella de plástico	60
Foto N° 10 El trabajo de rellenado en la geomalla de botella de plástico	60
Foto N° 11 La densificación en el metro cuadrado del prototipo	60
Foto N° 12 Los tres prototipos con el manto de arena para posterior recubrimiento de cemento – arena	60
Foto N° 13 Los tres prototipos en su posterior carga controlada	61
Foto N° 14 Del tránsito que se transada en la zona de las pruebas	63
Foto N° 15 Termino de las pruebas de carga controlada, toma de datos	63
Foto N° 16 Ubicación de donde se realizó el proyecto	83
Foto N° 17 La elaboración de los prototipos de la geomalla de botella de plástico	83
Foto N° 18 El prototipo de la geomalla de botella de plástico con el metro cuadrado	84
Foto N° 19 Elaboración de la geomalla de lata de aluminio	84
Foto N° 20 Elaboración de la geomalla de tubo de PVC	85
Foto N° 21 La geomalla de tubo de PVC de un metro cuadrado	85

Foto N° 22 Se aprecia la colocación de la base de arena	86
Foto N° 23 La medición del metro cuadrado que posteriormente se va a excavar	86
Foto N° 24 Compactación de la base de arena	87
Foto N° 25 Relleno de la geomalla con capas de arena de préstamo	87
Foto N° 26 se aprecia la colocación la manta de arena	88
Foto N° 27 Prueba de Proctor modificado	88
Foto N° 28 Ensayo de granulometría	89
Foto N° 29 Ensayo de CBR	89

ÍNDICE DE CUADROS O TABLAS

Tabla 1 Equipos a utilizar para realizar el proyecto	28
Tabla 2 Materiales a utilizar para realizar el proyecto	28
Tabla 3 Fases de recopilación de datos	30
Tabla 4 Ensayos a realizar en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la UCP.	31
TABLA N° 5 Norma técnica	38
TABLA N° 6 material y SUCS	38
TABLA N° 7 Arena blanca y CBR	40
TABLA N° 8 Ensayo de Proctor modificado	41
TABLA N° 9 Resultados de Proctor modificado	42
TABLA N° 10 Penetración de CBR	42
TABLA N° 11 Ensayo de Penetración	43
TABLA N° 12 Razón de soporte California CBR	44
TABLA N° 13 Resultados de la desnivelación de la prueba	64
TABLA N° 14 Matriz de consistencia	78
TABLA N° 15 Metrado	81
TABLA N° 16 Presupuesto	82

RESUMEN

Esta investigación, tiene como objetivo principal la valorización o la reutilización de los materiales inorgánicos como es la botella plástica, tubo de PVC y lata de aluminio para el aprovechamiento en estabilización o mejoramiento de suelos.

En tal forma su metodología logra pertenecer a un diseño pre – experimental, de tipo experimental; ya que se utiliza para medir la efectividad y la eficacia de los resultados. Experimental por que la práctica de prueba y contraprueba con el fin de obtener nuevas soluciones, posibilidades y elementos que pueden aplicarse a determinadas soluciones.

Los diseños de estructuras típicas de pavimento rural, tanto con un suelo natural arenoso y con suelo estabilizado, se relacionaron mediante el método NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities).

La investigación concluye que existe viabilidad técnica y económica para la construcción de pavimentos o mejoramientos de suelos usando el confinamiento celular con materiales reciclados como botellas plásticas, tubo de PVC y latas de aluminio; y así determinando su alta durabilidad, su tiempo de degradación para la estabilización en el suelo, esta investigación se determina por métodos de compactación creadas y sustentado por los tesisistas.

PALABRAS CLAVES: confinamiento celular, estabilización de suelos Valorización, Valorización energética, Valorización material

ABSTRACT

The main objective of this research is the recovery or reuse of inorganic materials such as plastic bottles, PVC tubes and aluminum cans for use in stabilizing or improving soils.

In such a way, its methodology manages to belong to a pre-experimental design, of an experimental type; as it is used to measure the effectiveness and efficiency of the results. Experimental because the practice of test and retest in order to obtain new solutions, possibilities and elements that can be applied to certain solutions.

The designs of typical rural pavement structures, both with a natural sandy soil and with stabilized soil, were related using the NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities) method.

The research concludes that there is technical and economic feasibility for the construction of pavements or soil improvements using cellular confinement with recycled materials such as plastic bottles, PVC tubes and aluminum cans; and thus determining its high durability, its degradation time for stabilization in the soil, this research is determined by compaction methods created and supported by the thesis students.

KEY WORDS: cellular confinement, soil stabilization Valorisation, Energy valorisation, Material valorisation

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes del estudio.

Los residuos de los polímeros son reciclables y aprovechados para la fabricación de nuevos productos como envases, textiles, recipientes, etc. Para el refuerzo de suelos se han diseñado geotextiles, mallas y geogrillas con materiales poliméricos. Se ha encontrado que la industria de plástico en Colombia está en crecimiento y genera gran cantidad de residuos al año. Según Acoplásticos la cantidad de desechos oscilan entre las 220.000 y 280.000 toneladas al año (*“Acoplásticos, 2011”*).

Para esta investigación se propone la reutilización de los desechos poliméricos para mejorar las propiedades mecánicas y físicas del suelo y reducir el impacto ambiental que éstos crean. A través de ensayos de laboratorio y la homogenización del suelo con fibras de plástico reciclado (PET), este proyecto presenta las ventajas que podría traer las fibras para el refuerzo de suelos arcillosos. (*“Hinojosa y Paul, 2014”*)

El objetivo de esta investigación es darle un valor agregado al polímero reciclado obtenido de las botellas descartables PET (Tereftalato de Polietileno), para el uso como aditivo para el mejoramiento de suelos de baja capacidad portante. Se tomó como muestra parte de la subrasante de la carretera no pavimentada Paucará-Paccho Molino en el distrito de Paucará- Acobamba-Huancavelica; se hicieron cuatro calicatas para obtener las muestras; los ensayos se realizaron en el laboratorio de suelos y materiales de la facultad de Ingeniería Civil y el laboratorio de suelos en la estación Mantaro de la facultad de Agronomía de la UNCP. La subrasante analizada se dividió en dos tramos según características físicas de la subrasante, el primer tramo presenta un suelo arcilloso de plasticidad media con grava y arena, el segundo presenta un suelo arcilloso con arena

y muy carente de grava, ambos tramos presentan baja capacidad portante con un CBR inferior al 6%, por lo tanto se tienen dos alternativas, el de mejorar o cambiar el suelo de fundación con material adecuado de cantera, para la aplicación de esta investigación se optó por la primera. Para poder elegir el tipo de estabilizador según el MTC (2013) “Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, de los 8 tipos de estabilizadores que recomienda solo uno se adapta a las características del suelo a mejorar y es por eso que se eligió la estabilización suelo-cal para luego compararlo con los resultados obtenidos del mejoramiento con los polímeros reciclados PET. (**“Ocas y Danny, 2014”**)

Mejoramiento de suelos arcillosos utilizando caucho granular de neumáticos para fines constructivos de pavimento. Dentro del grupo de materiales que afectan negativamente a las obras que sobre ellos se construyen destacan los materiales arcillosos. Los efectos provocados por estos materiales, asociados a sus características resistentes, sus cambios de estado, su deformabilidad o sus cambios volumétricos son ampliamente conocidos en el sector de la construcción desde tiempos remotos. El objetivo en el presente estudio es mejorar los suelos arcillosos con caucho granular obtenidos a partir de neumáticos reciclados, los ensayos de suelos realizados están basados en las normas ASTM y AASHTO. Los suelos considerados como parte del presente proyecto de investigación, son de la carretera Porongo - Sebastián Díaz Marín - Zarate Miranda y Chachapoyas en un tramo de 3.519m, extraídos de calicatas con una profundidad de 1.50m, esta carretera se encuentra en el Distrito de Baños del Inca, Provincia de Cajamarca, Región Cajamarca. El tipo de suelo en estudio es OH y OL clasificado según el sistema de clasificación SUCS, y según el sistema AASHTO A-7-5. Estos suelos están conformados arcillas orgánicas de media plasticidad y Arcillas limosas orgánicas de bajé plasticidad. Estos suelos arcillosos tienen como máximo un CBR de 7.1 0%, estos suelos son no recomendables como material de subrasante o base, con la adición de 20% de caucho granular el CBR de los suelos arcillosos se incrementa

hasta 10%, esta combinación como material de subrasante es regular, con la adicción de 40% de caucho granular se obtiene un CBR de 30.40%. Con la adición del 60% de caucho granular, los suelos logran tener un CBR igual a 41%, esta es mezcla buena como material de subrasante, de acuerdo a lo especificado por el Manual de Carreteras “Suelos, geología, Geotecnia y Pavimentos”. (***“Ocas y Danny 2014”***)

En Colombia, los materiales granulares de alta calidad para la conformación de estructuras de pavimentos flexibles son de difícil obtención. En algunas ocasiones el Ingeniero de carreteras debe trabajar con materiales granulares que no cumplen los requisitos mínimos de calidad de la especificación vial pertinente. En este caso el Ingeniero debe intentar mejorar las propiedades del material ya sea por medios mecánicos o químicos. En la presente investigación se utilizó desecho de PVC como material de adición, para modificar el comportamiento de una subbase granular. A partir de ensayos de Proctor y CBR se comparó el comportamiento del material natural, y mezclado con diferentes proporciones del desecho de PVC. Los resultados de la investigación muestran que el CBR de una mezcla de material granular, tipo subbase, y material de desecho, presenta un incremento notable. Además, la mezcla modificada logra cambiar el peso unitario del material, obteniéndose una mezcla con mayor resistencia y menor peso. (***“Rincón et al. 2006”***)

Sin embargo, sobre el tema de estabilización de suelos mediante confinamiento celular con materiales reciclados en otros lugares del Perú y el Mundo se ha conseguido la siguiente información:

- Tesis dominada “Mejoramiento de subrasantes de baja capacidad portante mediante el uso de polímeros reciclados en carreteras, Paucará Huancavelica 2014”, HINOJOSA, R. y PAUL, G
- Tesis denominada “Estabilización de suelos mediante confinamiento celular con materiales reciclables en el pasaje Los Rosales San Juan Bautista

– Maynas – Loreto 2018.”, LUCIO MARTIN RODRIGUEZ GOMEZ y CARLOS MANUEL DEL AGUILA NUÑEZ

- Tesis denominada “Mejoramiento de suelos arcillosos utilizando caucho granular de neumáticos para fines constructivos de pavimento”, OCAS, C. y DANNY, W
- Tesis denominada “Influencia de la inclusión de desecho de PVC sobre el CBR de un material granular tipo subbase”, RINCÓN, E.R., QUINTANA, H.A.R., PINZÓN, D.M.V. y AGUIRRE, L.C.A., 2006

Bases teóricas.

Los residuos sólidos son los restos en estado sólido o semisólido, que se generan por el desarrollo de una serie de actividades humanas, considerados por sus generadores como inútiles, indeseables o desechables. Los residuos inorgánicos o no biodegradables, Son aquellos residuos que no pueden ser degradados o desdoblados naturalmente, o bien si esto es posible sufren una descomposición demasiado lenta. Estos residuos provienen de minerales y productos sintéticos. Ejemplos: metales, plásticos, vidrios, cristales, cartones plastificados, pilas, etc.

Residuo sólido es cualquier objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien o servicio, del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención u obligación de desprenderse, para ser manejados priorizando la valorización de los residuos y en último caso, su disposición final.

Los residuos sólidos incluyen todo residuo o desecho en fase sólida o semisólida. También se considera residuos aquellos que siendo líquido o gas se encuentran contenidos en recipientes o depósitos que van a ser desechados, así como los líquidos o gases, que por sus características fisicoquímicas no puedan ser ingresados en los sistemas de tratamiento de emisiones y efluentes y por ello no pueden ser vertidos al ambiente. En estos casos los gases o líquidos deben ser acondicionados de forma segura para su adecuada disposición final.

Valorización. - Cualquier operación cuyo objetivo sea que el residuo, uno o varios de los materiales que lo componen, sea reaprovechado y sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales o recursos en los procesos productivos. La valorización puede ser material o energética.

Valorización energética. - Constituyen operaciones de valorización energética, aquellas destinadas a emplear residuos con la finalidad de aprovechar su potencial energético, tales como: Cooprocésamiento, coíncineración, generación de energía en base a procesos de biodegradación, biochar, entre otros.

Valorización material. - Constituyen operaciones de valorización material: reutilización, reciclado, compostaje, recuperación de aceites, bioconversión, entre otras alternativas que, a través de procesos de transformación física, química, u otros demuestren su viabilidad técnica, económica o ambiental. (***“Ley General de Residuos Sólidos.”, 2016***)

Los suelos con poca capacidad de carga o susceptibles a los asentamientos, requieren ser estabilizados, ya sea cuando se realizan excavaciones o cuando se alteran las condiciones de equilibrio de los taludes, puesto que se produce inestabilidad, poniendo en riesgo la vida humana, los bienes materiales y el ambiente. (***“NORMA CE.020 ESTABILIZACIÓN DE SUELOS Y TALUDES”***)

Las propiedades geotécnicas del suelo como la distribución del tamaño del grano, la plasticidad, la compresibilidad y la resistencia por cortante, pueden ser determinadas mediante apropiadas pruebas de laboratorio. (***“Fundamentos de ingeniería de cimentaciones. 7ª. Ed. Braja Das. Cengage” [2001]***)

Objetivos de la estabilización de suelos:

CONTROLAR EXPANSION

REDUCIR LA PLASTICIDAD (IP)

INCREMENTAR LA RSISTENCIA

DISMINUIR LA COMPRESIBILIDAD

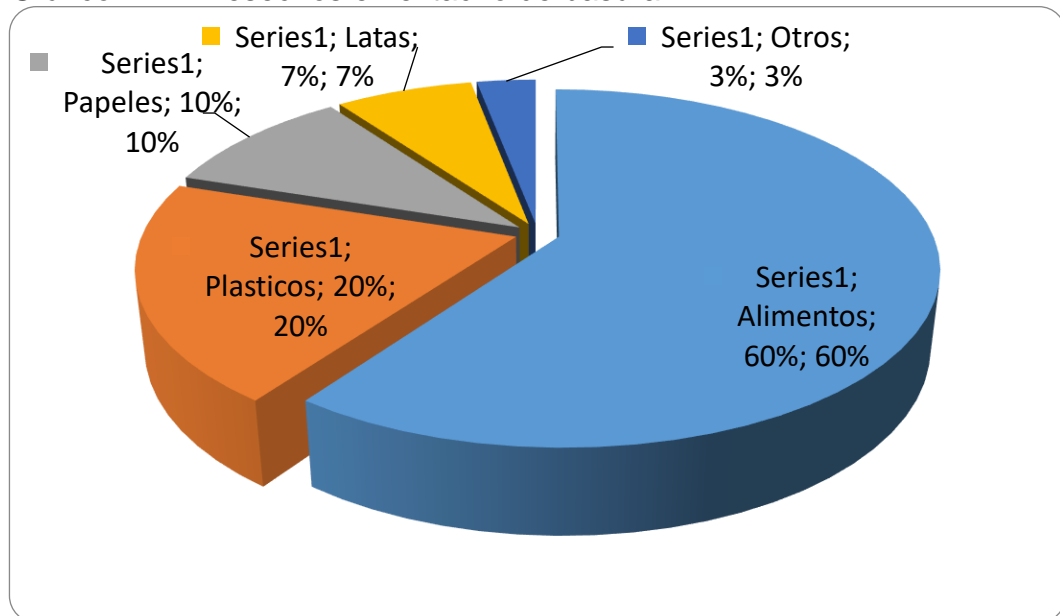
DISMINUIR LA PERMEABILIDAD

DISMINUIR LA EROSIONABILIDAD

**(“COMPACTACION DE TERRAPLENES. JAIME SUAREZ DIAZ
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER Bucaramanga -
Colombia – PDF” [2017])**

RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN EL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA. El 60% botan sobras de alimentos, el 20% plásticos, el 10% papeles, el 7% latas, y el 3% otros.

Gráfico N° 1: Desechos en el tacho de basura



Fuente: Elaboración Equipo de Trabajo a partir de Encuesta realizada – 2017

(“ESTUDIO DE CARACTERIZACION DE RESIDUOS SOLIDOS 2017”)

Los polímeros reciclados se obtienen de un proceso de reciclaje de las botellas descartables PET (recipientes de agua y gaseosas) para luego ser cortados en formas rectangulares de diferentes dimensiones y con una dosificación adecuada se logra un incremento de la capacidad portante expresado en términos de CBR.

Crawford et al. (2013) mencionan que el PET es un material duro de degradar, demora alrededor de 700 años en degradarse ya que los microorganismos no tienen mecanismos para atacarlas, no es sino hasta entonces que los enlaces químicos entre los átomos del plástico comienzan a descomponerse.

Al hablar de suelos de baja capacidad portantes, generalmente es cuando encontramos suelos con gran presencia de partículas finas de arcilla y carentes de gravas. Se pueden definir como suelos arcillosos aquellos en cuya composición granulométrica tienen un peso especial las partículas pequeñas, cifradas éstas en las de tamaño inferior a dos micras (0.002 mm) o cinco micras según el MTC. Estas partículas están compuestas en su mayoría por minerales arcillosos, silicatos de hierro, aluminio, magnesio, etc., originados por la alteración química de otros minerales originales.

Otro problema apreciable en la subrasante es la expansión que presenta el suelo de fundación, según Barrera, M (2002) el proceso de expansión se produce cuando un suelo no saturado se humedece absorbiendo agua entre sus partículas y aumentando de volumen. Este aumento de volumen tiene una componente debido a la relajación de los esfuerzos intergranulares al aumentar el grado de saturación. De hecho, se pueden combinar estos dos fenómenos, absorción de agua y relajación de los esfuerzos, con un posible colapso. De acuerdo con Lambe & Whitman (1959) se considera que el potencial de expansión de los minerales arcillosos expansivos depende de la estructura de los cristales, de la

estructura del grupo de cristales y de la capacidad de intercambio catiónico que presenta el suelo.

Según el CBR se identificarán seis categorías de subrasante (MTC, 2013b):

SO: Subrasante Inadecuada CBR < 3%

S1: Subrasante pobre CBR = 3%-5%

S2: Subrasante regular CBR = 6 - 10%

S3: Subrasante buena CBR = 11 - 19%

S4: Subrasante muy buena CBR = 20 - 29%

S5: Subrasante Excelente CBR > 30%

Se considerarán como materiales aptos para la coronación de la subrasante suelos con CBR igual o mayor de 6%.

La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tal es estabilizaciones, por lo general se realizan en los suelos de subrasante inadecuado o pobre, en este caso son conocidas como estabilización suelo cemento, suelo cal, suelo asfalto y otros productos diversos (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013 b). La estabilización de suelos consiste en dotar a los mismos, de resistencia mecánica y permanencia de tales propiedades en el tiempo. Las técnicas son variadas y van desde la adición de otro suelo, a la incorporación de uno o más agentes estabilizantes. Cualquiera sea el mecanismo de estabilización, es seguido de un proceso de compactación.

A continuación, se describen algunos criterios que recomienda el MTC (2013 b) para establecer la estabilización de suelos:

- Se considerarán como materiales aptos para las capas de la subrasante suelos con CBR mayores del 6%. En caso de ser menor, será materia de un estudio para la estabilización, mejoramiento o reemplazo.

(Hinojosa y Paul 2014)

CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La generación de residuos sólidos es un proceso diario en toda comunidad y la magnitud con la que estas se generan depende de factores como la población, los comercios, instituciones, fábricas, mercados y centros de esparcimiento en relación con la necesidad de satisfacción de las necesidades del ser humano. Es indudable afirmar, que en una sociedad a cada segundo se generan residuos sólidos y este es proporcional a la cantidad y al crecimiento poblacional.

Los residuos sólidos desde un punto de vista ambiental, si no se cuenta con un plan de manejo adecuado, con un lineamiento político involucrado con este tema y a eso se suma una población con escasa educación ambiental, tiende a convertirse en uno de los principales problemas de una ciudad, generando impactos significativos sobre los recursos naturales, los ecosistemas, la salud y la calidad del ambiente. El deterioro ambiental, la salud humana y la calidad de vida de las futuras generaciones, definitivamente dependen de la consolidación de una cultura de reciclaje y de la gestión integral de los residuos sólidos, que hoy en día se han vuelto necesarios.

Así, los residuos sólidos tienen fuentes de generación en las actividades humanas y muchos de esos residuos son descartados por no ser de utilidad en su momento y por lo general hay una costumbre de arrojarlos en las calles, como puede verse de manera sencilla por simple observación, en las calles del distrito de San Juan Bautista.

El Distrito peruano de San Juan Bautista es uno de los 11 distritos de la Provincia de Maynas, ubicada en el departamento de Loreto, según el INEI (2 017) cuenta con una población de 127 005 habitantes, con una densidad poblacional de 40.75 Hab/Km², con una superficie de 3117.05

km², su capital es la Villa de San Juan ubicado a 96 msnm. El distrito limita por el norte con los distritos de Alto Nanay e Iquitos, por el sur con la provincia de Loreto, por el este con los distritos de Belén y Fernando Lores, y por el oeste con el distrito de Alto Nanay y la provincia de Loreto. Se ubica a una latitud de -3.64378 y una longitud de -73.2589 y una altitud de 133 msnm, tiene un clima típico de selva húmeda tropical, los veranos son muy caliente y nublados; los inviernos son cortos, caliente y parcialmente nublados y está opresivo y mojado durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 22 °C a 32 °C y rara vez baja a menos de 20 °C o sube a más de 34 °C, con una precipitación media anual de 2857 mm y cuenta con varios recreos turísticos ubicados en los primeros kilómetros de la carretera Iquitos Nautas, donde cabe resaltar el parque zoológico de Quistococha y la Reserva Nacional de Allpahuayo Mishana.

Según la guía de caracterización de los residuos sólidos municipales (Resolución Ministerial N° 457-2018-MINAM) de acuerdo a las cifras oficiales que presenta el país, se determinó marcadas brechas en la prestación de los servicios de limpieza pública a nivel municipal, para poder desarrollar las operaciones y procesos que aseguren la gestión de estos residuos, es necesario caracterizarlos a través de estudios que permitan dimensionar adecuadamente los requerimientos particulares en cada distrito. Además, el Ministerio del Ambiente exige a las municipalidades abordar el reaprovechamiento de los residuos sólidos en términos de valorización, lo que implica una mayor productividad en el uso de materiales, una cultura ambiental y una minimización en la generación de residuos que van a parar en los rellenos sanitarios. La jurisdicción de San Juan Bautista necesita de una investigación comparativa de la caracterización de los residuos sólidos inorgánicos que pueden ser valorizados, en nuestro caso de investigación, para su uso en la estabilización de suelos.

Los suelos de la jurisdicción de San Juan Bautista son en gran parte arcillas limosas, con zonas de suelos blandos, que por sí solos no resisten los esfuerzos de servicio a los que serán sometidos para su uso como soporte de cargas, los cuales requieren de tecnologías mecánicas para su estabilización. La construcción de carreteras es una de las actividades de mayor incidencia e impacto en la realización de obras de infraestructura y ciertamente es uno de los rubros que contribuye de manera más eficaz y eficiente en el mejoramiento de las condiciones de vida de las comunidades. En algunas carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, el suelo de fundación es limo-arcilloso y por lo general su capacidad portante es baja y la subrasante está categorizada como un So o S1 con un CBR menor al 6% y que requiere ser mejorada o cambiada. Es el caso de las carreteras de la jurisdicción del distrito de San Juan Bautista que en y que requieren ser mejoradas con cualquier método sugerido por el MTC, o por el método que se plantea en la presente investigación, que es el aprovechamiento de residuos sólidos inorgánicos para la estabilización de suelos.

Hasta la actualidad (2 021) no existe una investigación de manera científica que recopile y demuestre de manera experimental la efectividad del uso de residuos sólidos inorgánicos en la estabilización de suelos en la jurisdicción del distrito de San Bautista.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

2.2.1. Problema general

- ¿Es posible valorizar los residuos sólidos inorgánicos para su uso en obras de estabilización de suelos en San Juan Bautista 2 019?

2.2.2. Problemas específicos

- ¿Son clasificables los residuos sólidos inorgánicos para su valorización en el uso de estabilización de suelos en San Juan 2 019?
- ¿Qué residuo sólido inorgánico valorizado mediante ensayos normalizados se presenta como la mejor opción de estabilización de suelo san juan 2019?
- ¿Qué efectos en términos de sostenibilidad se generan al usar los residuos sólidos inorgánicos valorizados en la estabilización de suelos en San Juan 2 019?

2.3. OBJETIVOS

2.3.1. Objetivo general

- Valorizar los residuos sólidos inorgánicos aprovechables para su uso en obras de la estabilización de suelos en San Juan 2 019.

2.3.2. Objetivos específicos

- Clasificar los residuos sólidos inorgánicos que permiten su valorización en obras de estabilización de suelos en San Juan 2 019.
- Aplicar ensayos normalizados a los residuos sólidos inorgánicos valorizados para determinar la mejor opción en estabilización de suelos en San Juan 2 019.
- Aprovechar residuos sólidos inorgánicos valorizados utilizándolos en estabilización de suelos para contribuir en la sostenibilidad en el distrito de San Juan Bautista 2019.

2.4. HIPOTESIS:

2.4.1. HIPOTESIS GENERAL:

- La valorización de residuos sólidos inorgánicos permite su aprovechamiento en obras de estabilización de suelos en San Juan 2019.

2.4.2. HIPOTESIS ESPECÍFICA:

- La clasificación de los residuos sólidos inorgánicos contribuye a su valorización en obras de estabilización de suelos en San Juan 2019.
- La aplicación de ensayos normalizados a los residuos sólidos valorizados permite determinar la mejor opción en estabilización de suelos en San Juan 2019.
- La valorización de residuos sólidos inorgánicos para su aprovechamiento en la estabilización de suelos contribuye con la sostenibilidad en el manejo de residuos sólidos en San Juan 2019.

2.5. VARIABLES

2.5.1. Identificación de las variables.

- ✓ Para la Variable Independiente(X):
La estabilización de suelos
- ✓ Para la variable Dependiente: Variable Dependiente (y):
El confinamiento celular.

2.5.2. Definición conceptual y operacional de las variables.

Estabilización de suelos: La estabilización de los suelos o tierras consiste en dar estabilidad al sustrato fijándolo y garantizando la permanencia de su compactación. Se transforma el suelo del que se dispone en material de construcción de calidad especialmente en parcelas de tierra, caminos y lagos artificiales. Así, al estabilizar el suelo es posible obtener el control sobre su erosión. («**NORMA CE.020 ESTABILIZACIÓN DE SUELOS Y TALUDES.**»)

Confinamiento Celular: Es un sistema de estabilización conformada por geoceldas. Un sistema de confinamiento celular 3D es un panel de estructura de geoceldas creada por la interacción 3D del suelo, los muros celulares y la geometría. El sistema de confinamiento celular Geocell mantiene la compactación del suelo, aumentando así la resistencia estructural de la capa de relleno y pavimento. («**Sistema de confinamiento celular - PRS Geo-Technologies**»)

2.5.3. Operacionalización de las variables.

La estabilización de suelos opera sobre la segunda variable que es el confinamiento celular, esas dos variables habla de un funcionamiento de acuerdo al objetivo que es investigación.

Capítulo III: MATERIALES Y METODOS

3.1. Descripción y características Del área de estudio

3.1.1. Ubicación geográfica

Perú – Loreto – Maynas – San Juan Bautista

Av. Abelardo Quiñonez Km 2.5. Campus universitario UCP.

3.1.2. Lugar y desarrollo de la investigación

La investigación se realizará en la vía de acceso “Calipso” ubicado en la carretera Iquitos - nauta Km. 12.5

3.1.3. Accesibilidad

El área de estudio es totalmente accesible, el ingreso es desde la Av. Quiñones, con vías pavimentadas.

3.1.4. Clima

La ciudad de Iquitos posee un clima tropical lluvioso durante todo el año. La temperatura media anual es de 30°C a 21°C.

3.1.5. Recursos Utilizados

3.1.5.1. Humanos

Los recursos humanos utilizados fueron los siguientes:

- Participantes para el muestreo (Los tesisistas)
- Personal técnico del laboratorio de mecánica de suelo de la Universidad Científica del Perú.

3.1.5.2. Instalaciones

Ambientes ubicados en el radio de la Carretera Iquitos Nauta.

3.1.5.3. Equipos

Tabla 1 Equipos a utilizar para realizar el proyecto

Equipos	Descripción	
Tamices	Para análisis granulométrico mediante tamizado por lavado (ASTM 0421).	
Balanzas electrónicas digitales.	Estufa con control de temperatura. Taras de diversos tamaños.	Moldes de Proctor modificado. Martillo de 10 lb. Moldes para ensayo CBR. Equipo para ensayo CBR.

Fuente: Los Autores.2021.

3.1.5.4. Materiales

Tabla 2 Materiales a utilizar para realizar el proyecto

Material	Suelo arenoso de la subrasante de la carretera de Calipso
	Agua potable
	Geomalla de materiales reciclados (botella de plástico, lata de aluminio, tubo de PVC)

Fuente: Los Autores.2021.

3.2. Metodología de la investigación

3.2.1. Tipo de Investigación.

La investigación pertenece a un diseño de tipo experimental, debido a que el grado de control es mínimo, que consiste en administrar un estímulo a los objetos de estudio para luego determinar el nivel en que se manifiesta la variable dependiente.

3.2.2. Diseño de Investigación.

El diseño de investigación a desarrollar según el análisis y alcances del anteproyecto es tipo experimental, en la modalidad de Estudio con una medición de post-prueba con un solo grupo.

El diseño que se empleará en el estudio de tipo experimental.

- Es el experimental: Porque supone la práctica de prueba y contraprueba con el fin de obtener nuevas soluciones, posibilidades y elementos que pueden aplicarse a determinadas soluciones.

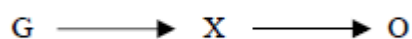
Modalidad en Estudio con una medición de post-prueba con un solo grupo

El diagrama del diseño es el siguiente:

G = Grupo.

X= Experimento o tratamiento.

O= Observación del resultado.



3.2.2. Población y Muestra

3.2.2.1. Población:

La población estará conformada por suelos arenoso de la Vía de Acceso “Calipso” del distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, Región Loreto, los cuales serán sujetos a evaluación y análisis de sus propiedades físicas y mecánicas.

3.2.2.2. Muestra

Para la prueba de hipótesis, la cantidad de muestra se determinará a criterio no probabilístico, considerándose objeto de estudio tres (03) geomallas de material reciclados puesto a prueba en la Vía de Acceso “Calipso”.

3.2.3. Técnicas, Instrumentos y Procedimiento de Recolección de Datos

3.2.3.1. Técnicas de Recolección de Datos

Tabla 3 Fases de recopilación de datos.

LA RECOPIACION DE DATOS	
Primera fase: Trabajo de campo	Se tomarán las muestras de las en zonas aun no alteradas (muestras inalteradas) y hasta a 1.50m de profundidad en un promedio de 250kg.
Segunda fase: Trabajo de laboratorio	Los ensayos a realizar son los conocidos como estándares y los denominados especiales.

Fuente: Los Autores.2021.

3.2.3.2. Instrumentos de Recolección de datos

Los datos acerca de la efectividad de la geomalla de material reciclado como estabilizador se determinarán mediante ensayos realizados sobre los prototipos del suelo de la subrasante de la Vía de acceso “Calipso”; teniendo como criterio de efectividad, la mejora en una propiedad de desempeño de los resultados obtenidos de los moldes de suelo natural; pero también se recogerá información pertinente a través de la revisión bibliográfica de otras investigaciones relacionadas con la estabilización de geomalla con residuos inorgánicos en la estabilización de carreteras no pavimentadas.

3.2.3.3. Procedimientos de Recolección de Datos

En el laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayos de Materiales de Construcción de la UCP, las muestras representativas de arena, los ensayos (estándares y especiales) siguientes:

Tabla 4 Ensayos a realizar en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la UCP.

Características	Ensayo	Normas
Físicas	Análisis Granulométrico por Tamizado	(MTC E 107-ASTM D 422)
	Humedad Natural	(MTC E 108-ASTM D2216)
	Clasificación de Suelos método SUCS	(ASTM D2487)
	Clasificación de Suelos método AASHTO	(ASTM D3282)
Mecánicas	Proctor	Modificado (MTC E 115-ASTMD1557)
	California Bearing Ratio	(MTC E 132–2000; ASTM D1883)

Fuente: Los Autores.2021.

Los ensayos de laboratorio se realizarán en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Tecnología de Materiales de la Universidad Científica del Perú – UCP, de acuerdo a Normas ASTM; AASHTO y MTC, según corresponda. Los resultados de estos ensayos se presentarán en el Anexo correspondiente del Informe Final de la Tesis.

3.2.3.4. Procesamiento de datos y análisis estadísticos

- ✓ WORD: para procesamiento de textos y para la elaboración de los documentos, programa con el cual se diseñarán las guías de los ensayos básicos de laboratorio para Mecánica de suelos.
- ✓ EXCEL y S10: para realizar los presupuestos de costos de inversión y presupuesto necesario para el proyecto, y establecer los comparativos de costo – beneficio y otros registros y cálculos numéricos necesarios.
- ✓ MS Project: para la elaboración de cronogramas y seguimiento de control de actividades.
- ✓ AutoCAD: Para realizar los diseños de la estructura de la sub base del pavimento o suelo a mejorar.

El procesamiento de la información permitió la elaboración ordenada del proyecto consistente en:

1. Análisis de costos entre equipos de las mismas características:
Presupuesto (infraestructura interior para colocación de equipos, equipos, accesorios, insumos, costos de capacitación a personal técnico de laboratorio, costos por mantenimiento y calibración de equipos, otros).
2. Selección de proveedores a sugerir.
3. Selección de los equipos para el laboratorio.
4. Manual de operación y mantenimiento y seguridad de los equipos para la implementación y funcionamiento del laboratorio.
5. Elaboración de guías de prácticas de ensayos para el uso correcto de los equipos.
6. Plan de mantenimiento de equipos:

- 6.1. Elaboración de fichas técnicas: sistemas de codificación de los equipos
- 6.2. Datos de equipos
- 6.3. Orden de trabajo de mantenimiento
- 6.4. Calendario de actividades; otros.
7. Elaboración de protocolos de seguridad para los equipos: puntos críticos de seguridad de equipos.

**CAPITULO IV: RESULTADOS
DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION:
“VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS INORGÁNICOS
PARA SU APROVECHAMIENTO EN ESTABILIZACIÓN DE
SUELOS EN SAN JUAN 2021”**

El Proyecto consta de los siguientes ítems en el área de influencia trabajada:

- I Levantamiento topográfico.
- II Estudio de mecánica de suelo.
- III Recolección y Procesamiento de información.
- IV Población beneficiaria.
- V Diseño de confinamiento.

4.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

El presente estudio técnico del Proyecto “VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS INORGÁNICOS PARA SU APROVECHAMIENTO EN ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN SAN JUAN 2019”. Cuyo objetivo es la implementación de un sistema de pavimentación en el distrito de San Juan Bautista, con vías que conecten el área urbana con las áreas urbanas marginales, hacia los servicios principales, lográndose con esto, un mejor acceso al público y atracción turística. Basadas en normas regulares y aspectos técnicos tomadas de obras con resultados favorables. En consecuencia, este estudio contiene los lineamientos generales con el propósito de alcanzar un desarrollo integral en la ciudad.

Levantamiento topográfico detallado en la zona por donde se realizará, “Vía de acceso al AA. HH “Calipso”– Distrito de San Juan Bautista – Provincia de Maynas – Departamento de Loreto”, así como la diferencia de desniveles, utilizando una poligonal abierta.

4.1.1. Mediciones en la poligonal básica, elementos utilizados

Para las mediciones en campo, se ha empleado el siguiente equipo:

✓ **Materiales**

- Una Wincha de 5 metros.
- Una Cámara Fotográfica.
- Pintura.
- Estacas.
- Clavos

✓ **Número de Trabajadores**

- 2 alumnos, fueron el personal encargado de ubicarse en los puntos donde le indica el Topógrafo manteniendo el prisma para realizarla respectiva lectura

✓ Descripción de actividades

- En primer lugar, se procede a un estudio de reconocimiento preliminar.
- Se realiza el primer levantamiento topográfico, el cual vemos en general la topografía del terreno en conjunto.
- Luego llevan a cabo levantamientos más detallados y precisos donde se tienen como objetivo la localización del proyecto.

4.1.2. Área de influencia del proyecto

El área de influencia está ubicada en la parte nor oriental del Perú, la región natural denominada selva baja u omagua; desde el punto de vista político, está situado en la provincia de Maynas, región Loreto que a su vez es la región más extensa del Perú cubriendo una extensión de 368,852.00 km², lo que representa el 28.7% del territorio nacional.

Iquitos, ciudad y puerto fluvial, está situada a 3°52'44.3" latitud sur y 73°20'48.9" longitud Oeste, es la ciudad más poblada de todo el oriente peruano, ya que cuenta con una población aproximada de 320, 000 habitantes.

El proyecto materia del presente estudio se sitúa en:

País: Perú

Departamento: Loreto

Provincia: Maynas

Distrito: San Juan

Lugar: Carretera de acceso Habilitación Urbana Calipso

Latitud: S 3°52' 44.30"

Longitud: O 73°20'48.90"

Altitud Promedio: 120 m.s.n.m.

Específicamente el proyecto se encuentra ubicado en:

Carretera de acceso de la Habilitación Urbana Calipso

GRAFICO N° 2 Mapa de macro Localización del Perú, Región Loreto, distrito de Iquitos



FUENTE: Deperu.com

4.2. ESTUDIO DE MECANICA DE SUELO

4.2.1. INVESTIGACIONES EN CAMPO

4.2.1.1. Exploración del sub suelo:

El trabajo a desarrollar implica un estudio del suelo para determinar sus propiedades físico-mecánicas. Para poder establecer parámetros de diseño. Este proceso implica el desarrollo de ciertas actividades a nivel de ingeniería como son los siguientes:

4.2.1.2. Muestreo de suelos:

El muestreo se ha realizado para el estrato percibido durante el proceso de excavación, por lo que el perfil de calicata presenta más de un tipo de material, se han llevado a cabo con las técnicas de muestreo según la Norma ASTM D-440 “*pozos exploratorios y Técnicas de Muestreo*”, se ha procesado una descripción visual de los materiales encontrados aplicando las normas ASTM D-2487 “*Descripción Visual de Suelos*”. Estas muestras han sido obtenidas con la finalidad de poder procesar en el laboratorio los ensayos respectivos para clasificar e identificar los suelos.

4.2.1.3. Registro de excavaciones:

se han hecho un control o registro de excavaciones de cada una de las muestras de las mismas, anotándose las más resaltantes características de los tipos de suelos en cada una de ellas, así como: espesor del estrato, color, humedad, compacidad natural, nivel freático, etc.

4.2.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

4.2.2.1. Ensayos “in situ”:

- ✓ Pozos de exploración y Técnicas de Muestreo. MTC E101-2000
- ✓ Descripción visual de los suelos. NTP 339.150:2001

Calicatas:

Se excavaron 03 calicatas, cuyas características principales son las siguientes:

- ✓ Método: Manual, a cielo abierto.
- ✓ Sección :1.0 x 1.0 m
- ✓ Profundidad :1.50 m
- ✓ Registro: Clase de suelo, composición, granulométrica, Humedad natural, densidad.

4.2.2.2. Ensayos en laboratorio:

Estos ensayos se han efectuado para cada uno de los estratos de las calicatas, Ejecutadas en el laboratorio, estos son los siguientes:

ENSAYOS DE LABORATORIO Y NORMAS

TABLA N° 5 Norma técnica

ENSAYO	NORMA
Granulometría por tamizado	NTP 339.128-1999
Límites de Atterberg	NTP 339.129-1999
Sales Solubles	NTP 339.152-2002
humedad Natural	NTP 339.127-1999

Fuente: autores 2021.

4.2.2.3. Clasificación de suelos

Los encontrados en la zona se han clasificado según las normas y corresponden a la clasificación de suelos para pavimentaciones es decir el método SUCS.

Los suelos que son estudiados para fines de cimentación se clasifican usualmente mediante la clasificación de suelos basada en el método del sistema **SUCS**.

Clasificación Unificada de Suelos ASTM D-2487

A continuación, presentamos el resumen de ellos:

TABLA N° 6: materiales, SUCS

MATERIAL	SUCS
Calicata 1, M1	SM
Calicata 2, M1	SM
Calicata 2 M1	SM

Fuente: autores 2021.

4.2.3. ESTRATIGRAFIA

4.2.3.1. Perfil estratigráfico de la calicata:

A continuación, haremos una descripción de los perfiles estratigráficos encontrados: Se puede afirmar que los suelos que se han encontrado son de REGULAR calidad, con relación a su ubicación.

Los materiales son propios de una zona de selva baja.

Detalle del perfil estratigráfico

Calicata 1:

- De 0.00 a 0.60 m, se observa una mezcla de residuos de desperdicios de obras (residuos de ladrillos) y arena fina blanca, humedad con un porcentaje considerable de arena gris
- De 0.60 a 1.50 m, se observa material fino de arena blanca, clasificada como (SM) A-2-4 (0)

Calicata 2:

- De 0.00 a 0.60 m, se observa arena fina de color gris con un rastro de material orgánico, seco natural.
- De 0.60 a 1.50 m, se observa material fino de arena blanca, clasificada como (SM) A-2-4 (0)

Calicata 3:

- De 0.00 a 0.60 m, se observa arena fina de color blanco con densidad media, humedad, con rastros de desperdicios de material de desperdicio.
- De 0.60 a 1.50 m, se observa material fino de arena blanca, clasificada como (SM) A-2-4 (0)

4.2.3.2. Nivel Freático

No Se detectó nivel freático en las calicatas, y salve recalcar que el día anterior existió presencia de lluvia.

4.2.3.3. CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO

4.2.3.3.1. CBR

Los ensayos efectuados con equipo CBR, en esta etapa del estudio a nivel de EXPEDIENTE, indican un Valor de CBR de 11.77 %, de la arena blanca, se han realizado en las muestras traídas al laboratorio, 01 ensayos y este da a conocer de la muestra en estudio lo siguiente:

TABLA N° 7 Arena blanca y CBR

ARENA BLANCA	CBR 95% MDS	
M-1	15.60	SM

Fuente: autores 2021.

4.2.3.3.2. COMPACIDAD DEL SUELO

Se ha efectuado 03 Calicatas de los cuales se visualizó que son suelos densos, de buena compacidad del suelo, determinándose que el suelo se encuentra con compacidad de media a firme.

4.2.3.3.3. ENSAYOS QUE SE HIZO A LA ARENA BLANCA PARA SU USO EN EL CONFINAMIENTO CELULAR

4.2.3.3.3.1. ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Se toma en cuenta los siguientes datos se obtiene los resultados de la siguiente muestra:

Muestra 1: Área Blanca (Acopio de la misma carretera calipso)

TABLA N° 8 Ensayo de Proctor modificado

1.- Compactación

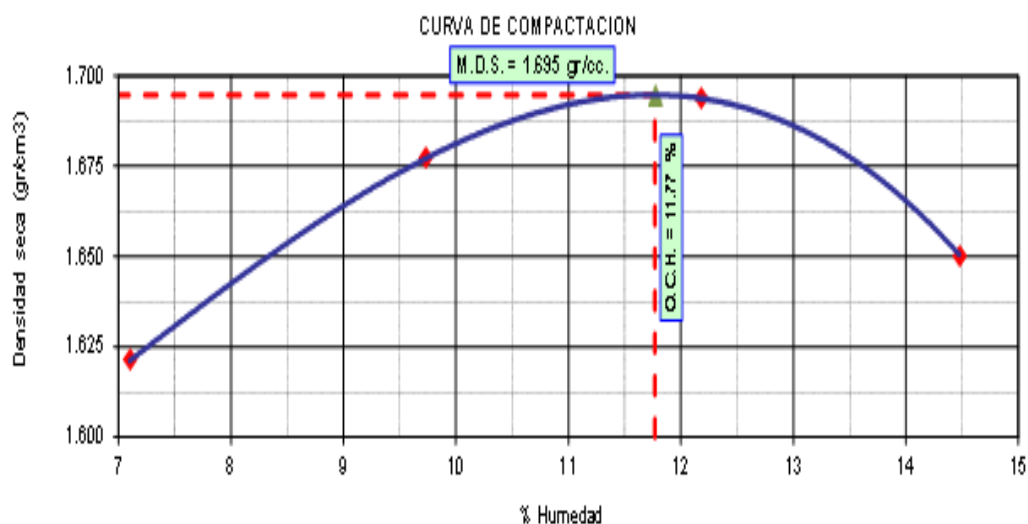
Prueba N°	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	5791	5889	5945	5935
Peso molde (gr.)	4159	4159	4159	4159
Volumen del molde (cm ³)	940	940	940	940
Peso suelo compactado (gr.)	1632	1730	1786	1776
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.736	1.840	1.900	1.889

2.- Humedad (%)

N° Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Recipiente + suelo húmedo (gr.)	112.75	118.07	135.21	132.23	135.12	137.57	156.49	163.82
Recipiente + suelo seco (gr.)	107.97	113.54	128.13	124.86	125.40	128.48	142.88	150.06
Peso de recipiente (gr.)	40.68	49.70	55.54	49.01	45.64	53.84	48.52	55.36
Peso de agua (gr.)	4.78	4.53	7.08	7.37	9.72	9.09	13.61	13.76
Peso de suelo seco (gr.)	67.29	63.84	72.59	75.85	79.76	74.64	94.36	94.70
Humedad (%)	7.10	7.10	9.75	9.72	12.19	12.18	14.42	14.53
Promedio Humedad (%)	7.10		9.73		12.18		14.48	
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.621		1.677		1.694		1.650	

Fuente: laboratorio de mecánica de suelos de UCP

GRAFICO N° 3 Grafico de curva de compactación



Fuente: laboratorio de mecánica de suelos de UCP

Conforme al ensayo realizado, el material de muestreo alcanzó una máxima densidad seca de 1.695 gr/cm³, para un óptimo contenido de humedad de 11.77%.

TABLA N° 9 RESULTADOS

Resultados	
M. D. S.	1.695 gr/cm ³
O. C. H.	11.77 %
Clas. SUCS	SM
Clas. AASHTO	A-2-4 (0)

Fuente: laboratorio de mecánica de suelos de UCP

4.2.3.3.2. ENSAYO DE PENETRACIÓN DE CBR

TABLA N° 10 Penetración de CBR

Molde	N°	13	21	27			
Capas	N°	5	5	5			
Golpes por capa	N°	12	25	56			
Condición de muestra		Hum. Óptima	Saturado	Hum. Óptima	Saturado	Hum. Óptima	Saturado
Peso de suelo húmedo + molde	Gr.	12122	12645	12443	12707	12446	12673
Peso del molde	Gr.	8633	8633	8636	8636	8629	8629
Volúmen del suelo	c.c.	2129	2129	2134	2134	2134	2134
Peso del suelo húmedo	Gr.	3489	4012	3807	4071	3817	4044
Densidad húmeda	Gr/c.c.	1.639	1.885	1.784	1.907	1.788	1.895

HUMEDAD

N° de Recipiente	N°	4	5	6	7	8	9
Peso del suelo húmedo + Recip.	Gr.	165.23	143.77	178.63	188.03	127.73	149.34
Peso del suelo seco + Recip.	Gr.	153.62	127.03	164.91	167.07	118.52	135.13
Peso de la Recipiente	Gr.	49.28	45.79	46.93	51.84	37.67	49.46
Peso del agua	Gr.	11.61	16.74	13.72	20.96	9.21	14.21
Peso del suelo seco	Gr.	104.34	81.24	117.98	115.23	80.85	85.67
Humedad	%	11.13	20.61	11.63	18.19	11.39	16.59
Densidad seca	Gr/c.c.	1.475	1.563	1.598	1.614	1.605	1.625

Fuente: laboratorio de mecánica de suelos de UCP

4.2.3.3.3. Ensayo de penetración

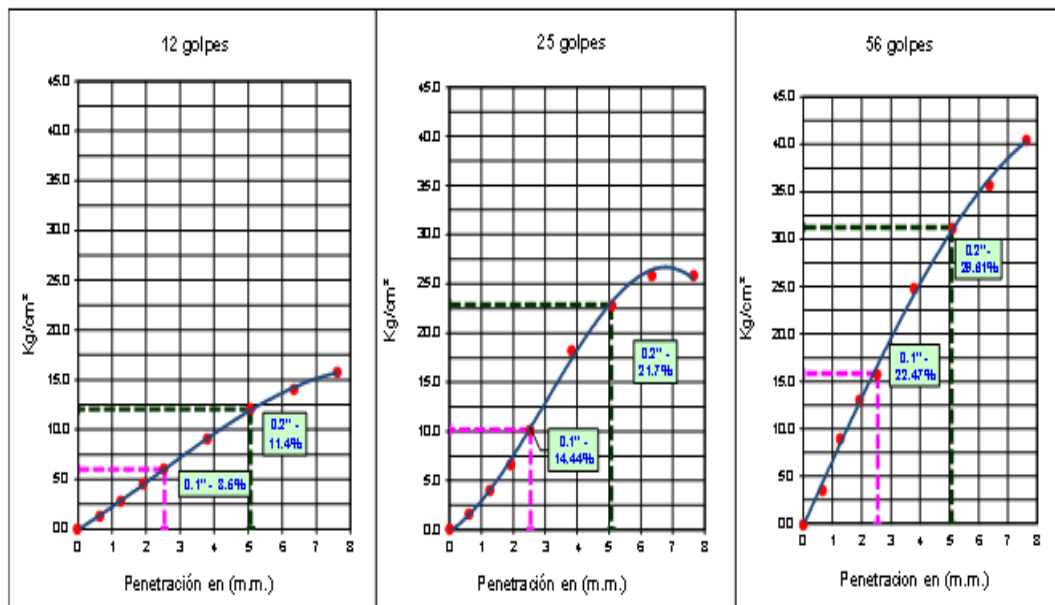
TABLA N° 11 Ensayo de Penetración

PENETRACION							
Penetración Pulgadas	Penetración mm	Carga		Carga		Carga	
		Kg	kg/cm ²	Kg	kg/cm ²	Kg	kg/cm ²
0.025	0.63	24.5	1.25	30.2	1.54	68.9	3.51
0.050	1.27	55.7	2.84	76.4	3.89	175.5	8.94
0.075	1.90	88.1	4.49	131.5	6.70	255.5	13.01
0.100	2.54	117.4	5.98	199.4	10.15	310.3	15.80
0.150	3.81	179.1	9.12	357.8	18.22	485.7	24.73
0.200	5.08	236.2	12.03	449.5	22.89	613.3	31.23
0.250	6.35	277.7	14.14	510.7	26.00	702.1	35.75
0.300	7.62	309.0	15.73	506.3	25.78	794.9	40.47
ANILLO		CAPACIDAD		SOBRECARGA		K = 19.64 cm²	

Fuente: laboratorio de mecánica de suelos de UCP

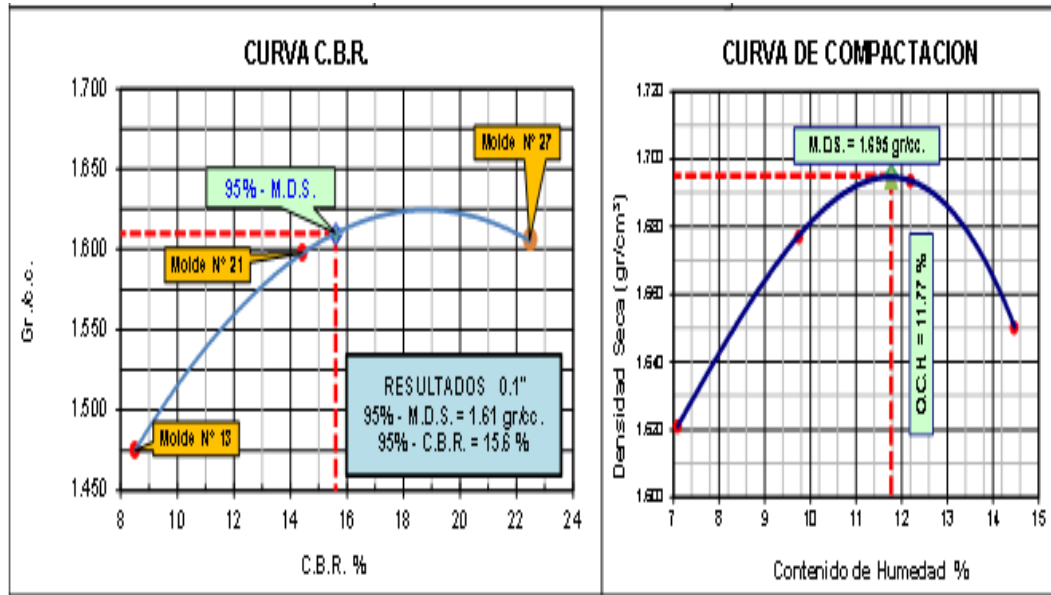
4.2.3.3.3.4 DETERMINACIÓN DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE ENSAYO DE PENETRACIÓN CBR – (ASMT D-1883)

GRAFICO N° 4 Valor Relativo - CBR



Fuente: laboratorio de mecánica de suelos de UCP

GRAFICO N° 5 Curva CBR y Compactación



Fuente: laboratorio de mecánica de suelos de UCP

TABLA N° 12 Razón de soporte California CBR

Razón de Soporte California CBR A STM D 1883		
Condición de la Muestra		4 días de saturación
Sobrecarga		10.00 lbs.
Hincharamiento promedio		0.00%
C.B.R.	100% MDS	95% MDS
0.1"	22.47	15.60
0.2"		

Fuente: laboratorio de UCP

4.3. RECOLECCION Y PROCESAMIENTO DE INFORMACION

Para la recolección de datos se recopiló las siguientes informaciones con respecto al impacto ambiental que genera el recojo de botellas plásticas, lata de aluminio de bebidas (cerveza), tubo de PVC que es en primera instancia unos de los recursos de materia prima para el diseño del confinamiento celular.

4.3.1. El impacto ambiental que se crea de acuerdo al uso de botellas plásticas, latas de aluminio y tubo de PVC:

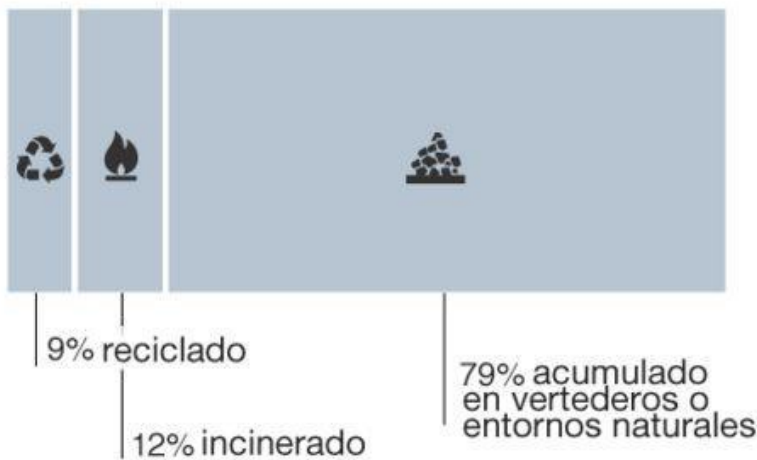
En el Proyecto de “VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS INORGÁNICOS PARA SU APROVECHAMIENTO EN ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN SAN JUAN 2021”, se usará botellas plásticas, lata de aluminio y tubos de PVC como uso alterno de un material de construcción llamado GEOCELDAS con la finalidad de dar un tipo de uso innovador en el mundo global que hoy se encuentra golpeado por la gran demanda de contaminación en estos casos se especifica a la botella plástico, botella de aluminio y tubos de PVC como principal materia prima a hacer uso.

La recolección de estas botellas, latas de aluminio y tubos de PVC nos permite desarrollar una nueva forma de aporte en el mundo de la construcción con su diseño planteado a su vez ayuda a considerar estos materiales como una opción de alternar e innovar en la construcción.

¿Cuánto plástico hay?



Hasta 2015, se generaron **6.300 millones de toneladas** de residuos plásticos aproximadamente



Si continúa esta producción y gestión de residuos, en 2050 habrá aproximadamente **12.000 millones de toneladas** de basura plástica en vertederos o en el medio ambiente.

Fuente: Science Magazine



Fuente: «5 gráficos para entender por qué el plástico es una amenaza para nuestro planeta - BBC News Mundo»

IMAGEN N° 2 Según la BBC

Botellas de bebidas

Una marea de plástico que crece



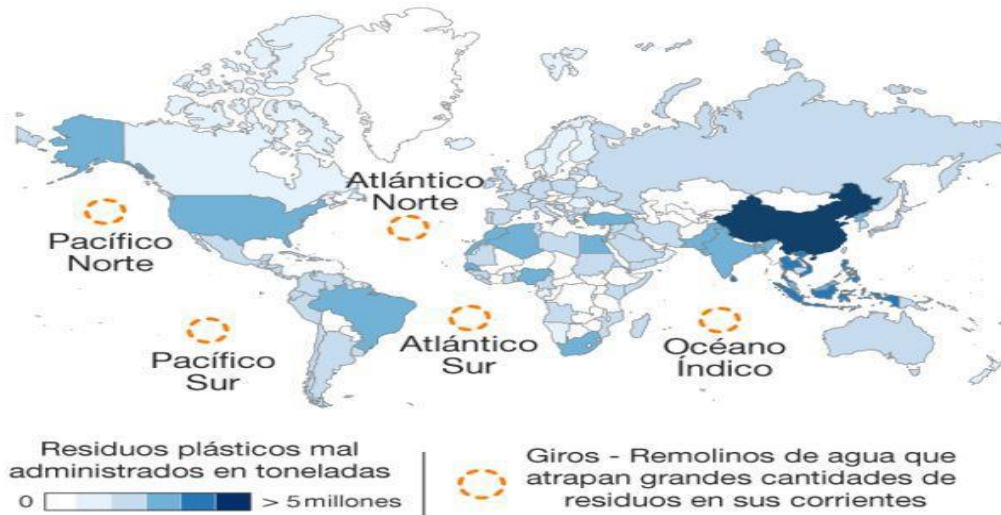
Fuente: Euromonitor

BBC

Fuente: «5 gráficos para entender por qué el plástico es una amenaza para nuestro planeta - BBC News Mundo»

Según la revista del BBC estas son las zonas de contaminación de plástico
 IMAGEN N° 3 Según la BBC

Océano de plástico



Fuente: Jambeck et al, Science febrero 2015, UNEP, NCEAS

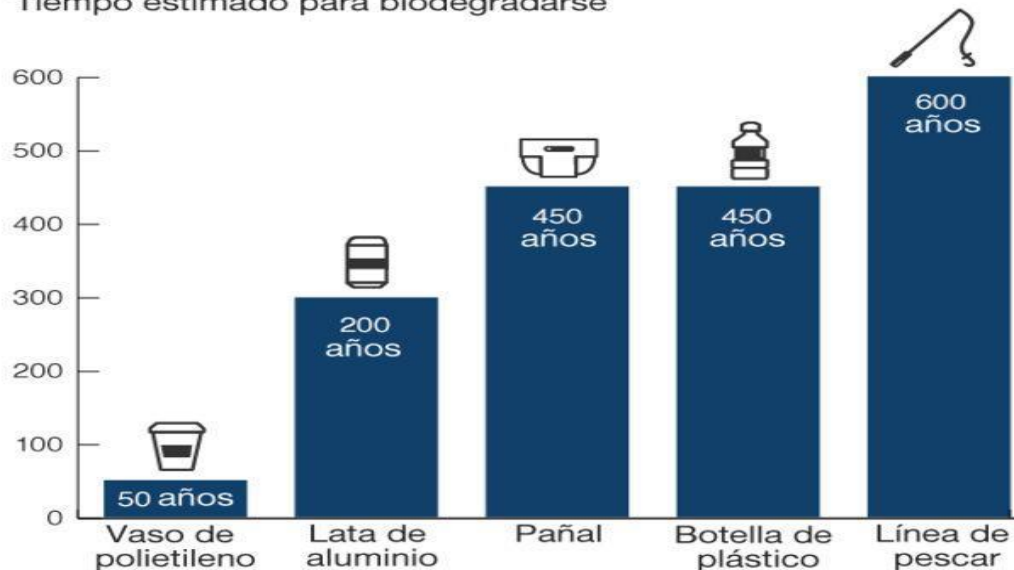
BBC

Fuente: «5 gráficos para entender por qué el plástico es una amenaza para nuestro planeta - BBC News Mundo»

IMAGEN N° 4 Según la BBC

¿Cuánto duran en el tiempo?

Tiempo estimado para biodegradarse



El tiempo exacto varía según el tipo de producto y condiciones ambientales

Fuente: NOAA / Woods Hole Sea Grant

BBC

Fuente; «5 gráficos para entender por qué el plástico es una amenaza para nuestro planeta - BBC News Mundo»

4.4. DISEÑO DE CONFINAMIENTO CELULAR

Para el diseño del confinamiento celular se realizó en primer lugar la verificación de campo, esto nos llevó a luego hacer los estudios correspondientes para el proyecto, se hizo 3 calicatas para ver el estado del suelo, resultado de eso fue que se encontró un suelo arenoso.

Ya con los estudios realizados por los estudiantes de la facultad de ciencias e ingeniería de la universidad científica del Perú se procedió la ejecución del proyecto “VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS INORGÁNICOS PARA SU APROVECHAMIENTO EN ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN SAN JUAN 2 021”

4.4.1.1. ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE CONFINAMIENTO CELULAR:

4.4.1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Sistema de pavimentación que consistente en el uso de botellas de plástico, latas de aluminio y tubo de PVC de para el confinamiento de material granular o agregado, facilitando el drenaje de las aguas fluviales.

4.4.1.2. ADECUACIÓN

Puede ser una alternativa de bajo coste para la pavimentación de las ciudades o países en las que se generan grandes cantidades de residuos plásticos de botellas de PET, latas de aluminio y Tubo de PVC. Este sistema está pensado para hacer transitables aquellas calles que se encuentran sin pavimentar y en zonas inestables de la ciudad de Iquitos en general.

4.4.1.3. MATERIALES Y HERRAMIENTAS NECESARIAS

4.4.1.3.1. Botellas Plásticas:

Función:

✓ Sirve como reemplazo de las geomallas; para dar refuerzo a suelos inestables. Demostrar a la población en general una vez más una forma de como reutilizar los materiales reciclables (botellas de plásticos).

4.4.1.3.2. lata de aluminio:

Función:

✓ Sirve como reemplazo de las geomallas; al igual que las botellas de plásticos nos da una alternativa de innovar en los recursos. Como es las latas de aluminio de bebidas

4.4.1.3.3. Tubo de PVC:

Función:

✓ Sirve como alternativa viable para la elaboración de geomalla ya que la variedad de este material y su vida útil es muy factible para el trabajo de vías

4.4.1.3.4. Arena.

Función:

- ✓ Sirve para llenar las botellas y ser compactadas.
- ✓ Sé utiliza para hacer la mezcla respectiva para el anillo, recubrimiento y base.

4.4.1.3.5. Cemento.

Función:

- ✓ Cumple con la finalidad de dar durabilidad, a una construcción (mejoramiento de un suelo inestable).

4.4.1.3.6. Agua.

Función:

- ✓ Se utiliza para realizar la pasta del mortero pobre.
- ✓ Se usa para hacer una adecuada compactación.

4.4.1.3.7. Nivel de Mano.

Función:

- ✓ Sirve para hacer la nivelación el terreno a trabajar (compactación y recubrimiento).

4.4.1.1.3.8. Wincha.

Función:

- ✓ Se utiliza para hacer la medición del prototipo, profundidad, ancho y largo.

4.4.1.3.9. Cautín.

Función:

- ✓ Se utiliza para hacer los orificios de las botellas de pasticos.

4.4.1.3.10. Palas.

Función:

- ✓ Se utilizó para realizar la excavación, para realizar el prototipo.
- ✓ Se utilizó para realizar las mezclas de la arena, cemento y agua.

4.4.1.3.11. Engrapador.

Función:

- ✓ Cumple con la función de unir y mantener sujetos las botellas del panel, antes de la compactación.

4.4.1.3.12. Cúter.

Función:

- ✓ Sirve para cortar las botellas a la altura requerida del diseño del panel

4.4.1.3.13. Tijeras.

Función:

- ✓ Sirve para cortar las botellas a la altura requerida del diseño del panel.

4.4.1.3.14. Balde.

Función:

- ✓ Cumple con la función de trasportar el agua desde su punto de captación.
- ✓ Sirve para medir la dosificación de los materiales a utilizar en la elaboración del mortero pobre.

4.4.1.3.16. Plancha compactadora.

Función:

- ✓ Sirve para compactar la arena donde se coloca el panel. Y también para compactar el mortero pobre.

4.4.1.3.17. Cortadora o Esmeril

Función:

- ✓ Para la eliminación del asiento o parte posterior de la lata de aluminio.

4.4.1.3.18. liga

Función:

- ✓ Para la estabilización de los prototipos de la geoceldas para que sean más manejables.

4.4.1.3.19. silicona

Función:

- ✓ Para la unión de las geoceldas tanto de botella como de lata de aluminio.

4.4.1.4. Métodos de compactación

Hay varios medios para lograr la compactación de un material. Algunos son más apropiados para la compactación del suelo que otros, mientras que algunas técnicas solo son adecuadas para suelos particulares o suelos en condiciones particulares. Algunos son más adecuados para la compactación de materiales que no son del suelo, como el asfalto. En general, aquellos que pueden aplicar cantidades significativas de corte, así como el esfuerzo de compresión, son más efectivos.

Las técnicas disponibles pueden ser clasificadas como:

Estático: un gran esfuerzo se aplica lentamente al suelo y luego se libera.

Impacto: el esfuerzo se aplica al dejar caer una gran masa sobre la superficie del suelo.

Vibración: se aplica un esfuerzo de manera repetida y rápida a través de una placa o un martillo accionados mecánicamente. A menudo se combina con compactación rodante (ver a continuación).

Giros: un esfuerzo estático se aplica y mantiene en una dirección mientras el suelo está sujeto a un movimiento giratorio alrededor del eje de carga estática. Limitado a aplicaciones de laboratorio.

Balanceo: se hace rodar un cilindro pesado sobre la superficie del suelo. Comúnmente utilizado en campos de deportes. Los compactadores de rodillos suelen estar equipados con dispositivos vibratorios para mejorar su efectividad.

Amasamiento: el corte se aplica alternando el movimiento en posiciones adyacentes. Un ejemplo, combinado con la compactación por laminación, es el rodillo de "pata de gallo" utilizado en la compactación de residuos en vertederos.

4.4.1.5. Métodos de prueba en laboratorio

La compactación de suelo se utiliza para realizar métodos de prueba que cubren los métodos de compactación de laboratorio utilizados para determinar la relación entre el contenido de agua de moldeo y el peso unitario seco de los suelos. El suelo colocado como relleno de ingeniería se compacta a un estado denso para obtener propiedades de ingeniería satisfactorias tales como resistencia al corte, compresibilidad o permeabilidad. Además, los suelos de cimentación a menudo se compactan para mejorar sus propiedades de ingeniería. Las pruebas de compactación en laboratorio proporcionan la base para determinar el porcentaje de contenido de agua de compactación y moldeo necesario para lograr las propiedades de ingeniería requeridas, y para controlar la construcción a fin de garantizar que se alcancen los contenidos de agua y compactación requeridos. Los métodos de prueba como EN 13286-2, EN 13286-47, ASTM D698, ASTM D1557, AASHTO T99, AASHTO T180, AASHTO T193, BS 1377: 4 proporcionan procedimientos de prueba de compactación del suelo.

El método de compactación utilizado en el ensayo de prototipo es el de **IMPACTO**.

Otro de los métodos es la densidad de campo que nos sirve como correlativo para esta prueba, teniendo en cuenta sus parámetros y factores que afectan la compactación:

GRAFICO N° 6 TIPOS DE COMPACTACION Y CURVA DE COMPACTACION

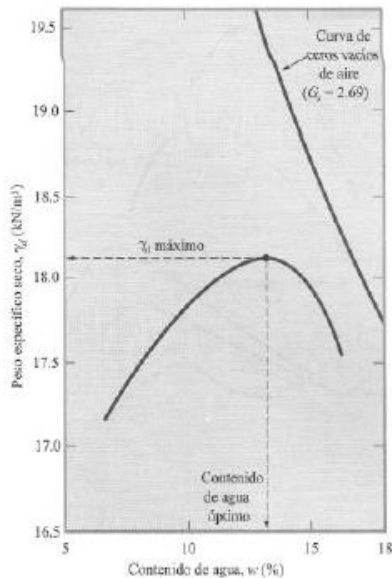


FIGURA 3.4 Resultados de la prueba de compactación Proctor estándar para una arcilla limosa.

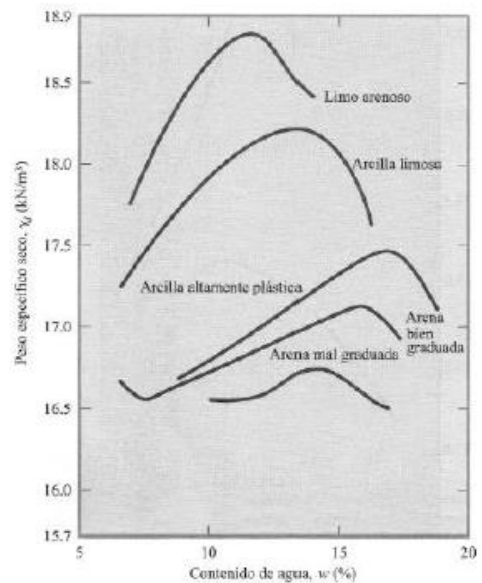


FIGURA 3.5 Curvas típicas de compactación para cinco suelos diferentes (D-698 de la ASTM).

Fuente: («Fundamentos de ingeniería de cimentaciones. 7a. Ed. Braja Das. Cengage»)

4.4.1.6. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

4.4.1.6.1. Botella de Plástico.

Para el ensayo realizado se utilizó botellas plásticas de medidas entre 20 de largo, las cuales fueron cortadas de tal forma que formaran un panel con dimensiones similares en cuanto a la profundidad.

4.4.1.6.2. Lata de aluminio.

Para las latas de aluminio se realizó el recolecto latas de medida de 16 cm de largo, que posteriormente se cortó el asiento de las misma para posterior mente realizar un panel para el prototipo de geoceldas, con su respectiva altura similar de cada lata

4.4.1.6.3. Tubo de PVC.

Para los tubos de PVC se recolecto de los desperdicios de las obras y se cortó con 15 cm de altura, y posteriormente la elaboración de las geoceldas con silicona y liga para la estabilización de la misma.

4.4.1.6.5. Cemento Portland TIPO I.

Es el material que más utilizamos en la parte constructiva (edificios, pavimentos rígidos, etc.) de nuestra carrera en este caso se utilizó para realizar las coronas de protección de los prototipos y para la capa de protección en la calzada de rodamiento para prologar su duración de eficiencia.

4.4.1.6.6. Arena.

La arena utilizada para los prototipos, es la de la misma carretera de acceso ya que calipso fue, cantera de arena blanca y existe ese aspecto de la carretera de acceso

4.4.1.7. DISEÑO DE MEZCLA

El diseño de mezcla para la losa superior corresponde a la proporción 1:3.67, lo que nos da una resistencia aproximada del mortero $f'c=175$ kg/cm² a los 28 días.

4.5. RESULTADO FINAL

- ✓ El desarrollo del proyecto dio inicio en la recolección de los materiales primas (lata aluminio, botella de plástico y tubo de PVC) para la posterior elaboración de la geoceldas.
- ✓ Para el prototipo de 1 metro x 1 metro.

Foto N° 1 en proceso de elaboración de prototipo de botella de plástico.



Fuente: autores2021

- Se aprecia la elaboración de la geomalla de botellas de plástico

Foto N° 2 en proceso de elaboración de prototipo de botella de plástico.



Fuente: Autores2021

- Esto paneles diseñada de botellas plásticas se tiene en cuenta la

Foto N° 3 en proceso de elaboración de prototipo de latas de aluminio.



Fuente: autores 2021

- Diseño de geoceldas de latas de aluminio

Foto N° 4 en proceso de elaboración de prototipo de tubo de PVC.



Fuente: Autores 2021

- Esto paneles diseñados del prototipo de los tubos de PVC

4.5.1. CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS DEL SISTEMA DE CONFINAMIENTO CELULAR

- Recurso es liviano, de fácil transporte y de manipulación simple
- Excelente adherencia con el hormigón, para revestimientos y protecciones flexibles, de rápida elaboración de terrales.
- Confina y estabiliza el material de relleno, aumentando el número estructural efectivo.
- Mejor punto de apoyo en la parte estructural.
- Por su confinamiento, permite el uso de materiales de relleno menos costosos y menos graduados.
- Eficiente complementación en obras, con otros geos sintéticos; geotextiles, geomallas y otros.
- Por su materia prima, Polietileno, aluminio, es resistente ataques químicos y biológicos

Foto N° 5 en proceso de elaboración de los tres prototipos



Fuente: autores

- Se demuestra los tres prototipos de las geomallas

foto N° 6 Colocación del manto de arena blanca



fuelle: Autores 2021

- Se puede apreciar la colocación del manto de arena para su posterior densificación o compactación para la colocación de los prototipos.

foto N° 7 densificación del área a trabajar



Fuente: autores 2021

- Se puede observar la densificación del área que se realizara la colocación de los prototipos

foto N° 8 Colocación de paneles de aluminio



- Se denota la colocación de los paneles hechos con aluminio en el área de trabajar.

foto N° 9 Colocación de paneles de botella de plástico



Fuente: Autores 2021

- Se puede apreciar la colocación de los paneles hechos con botella de plástico en el área de trabajo

foto N° 10 el trabajo de relleno en la geomalla de botella de plástico



fuelle: autores2021

- La colocación de arena en la geoceldas para su posterior compactación

foto N° 11 la densificación en el metro cuadrado del prototipo



Fuente: autores 2021

- Densificando el área que estamos trabajando para geoceldas

foto N° 12 los tres prototipos con el manto de arena para posterior recubrimiento de cemento - arena



fuelle: Autores 2021

- Se recubrió con un manto de arena blanca y una capa de hormigón para su mayor duración del mismo prototipo

foto N° 13 los tres prototipos en su posterior carga controlada



Fuente: autores 2021

- Se observa los prototipos terminados con el hormigón de recubrimiento para su mayor duración para los prototipos

Prueba de carga estática Controlada

La prueba de carga estática se realizó para verificar que los asentamientos producidos estén en el rango de los asentamientos estimados en el diseño del prototipo.

La prueba realizada no tiene especificaciones técnicas reglamentadas para su ejecución, es una prueba empírica basada en criterios de deformación.

La prueba de carga se realizó con un vehículo clasificado como C3 de 38 ton (peso cargado).

La prueba fue realizada después de que se concluyó la construcción del prototipo a escala natural.

Se debe recalcar que la carretera de acceso de calipso el tránsito de estos vehículos pesado ya que está en la entrada de los galpones de la empresa de “Don pollo” es muy concurrente y el transporte público como ómnibus

➤ **Especificaciones De La Prueba**

➤ Características del vehículo de prueba:

- Categoría: N3
- Clasificación MTC: C3
- Marca: HOWO
- Modelo: ZZ3257S3247B
- Carrocería: VOLQUETE
- Ejes: 3
- Ruedas: 10
- Año de Fab.: 2008
- P. Bruto: 25000 kg
- P. Neto: 12900 kg

FOTO N° 14 del tránsito que se transada en la zona de las pruebas



Fuente: Autores 2021

- Datos de la prueba:
 - Peso total del vehículo cargado: 38000 kg
 - Tiempo de aplicación de carga: 48 horas

foto N° 15 termino de las pruebas de carga controlada, toma de datos



FUENTE: autores 2021

Resultados obtenidos

Con la prueba de carga se pudo exponer a la estructura a una carga estática concentrada, permanente por 48 horas, lo cual permitiría obtener valores de asentamientos elásticos, y de una consolidación primaria.

De acuerdo al informe registrado del levantamiento:

Tabla N° 13 Resultados de la desnivelación de la prueba

PUNTO	DIA 1 - NIVEL 01	DIA 3 - NIVEL 03	Diferencia de niveles
	TOMA DE DATOS 23/05/21 Hora: 4:30pm	TOMA DE DATOS 26/05/21 Hora: 12:30pm	
	Antes de colocado la carga	después de retirada la carga	
	COTA	COTA	
1	119.616	119.615	0.001
2	119.620	119.618	0.002
3	119.621	119.620	0.001

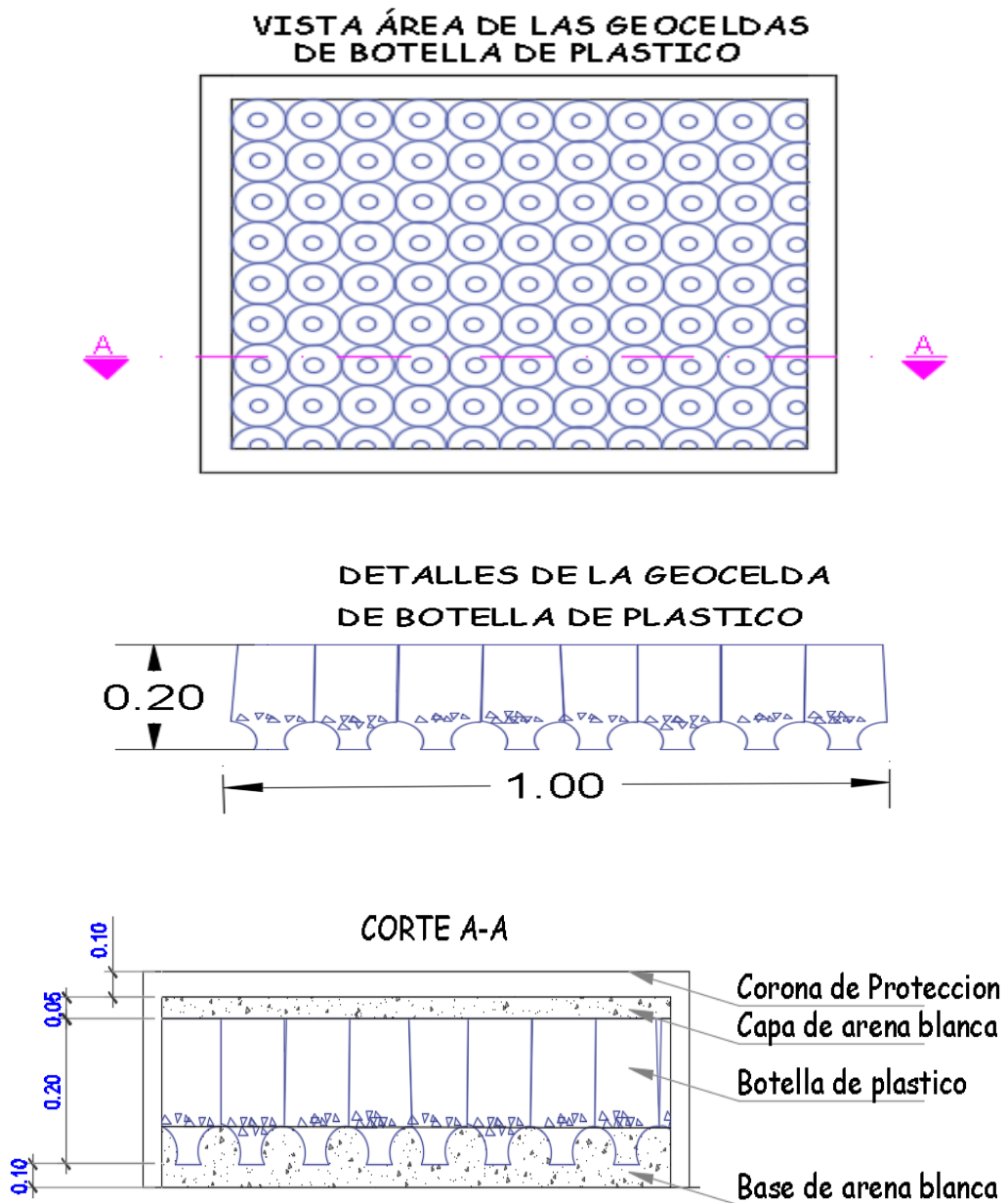
Fuente: Autores 2021

- cabe recalcar que los puntos se denotan en puntos se presentan de la siguiente forma:
 - punto 1: prototipo de lata de aluminio
 - punto 2: prototipo botella de pastico
 - Punto 3: prototipo de tubo de PVC

4.5.2. Diseño Final

4.5.2.1. DISEÑO FINAL DE LAS BOTELLAS DE PLASTICOS

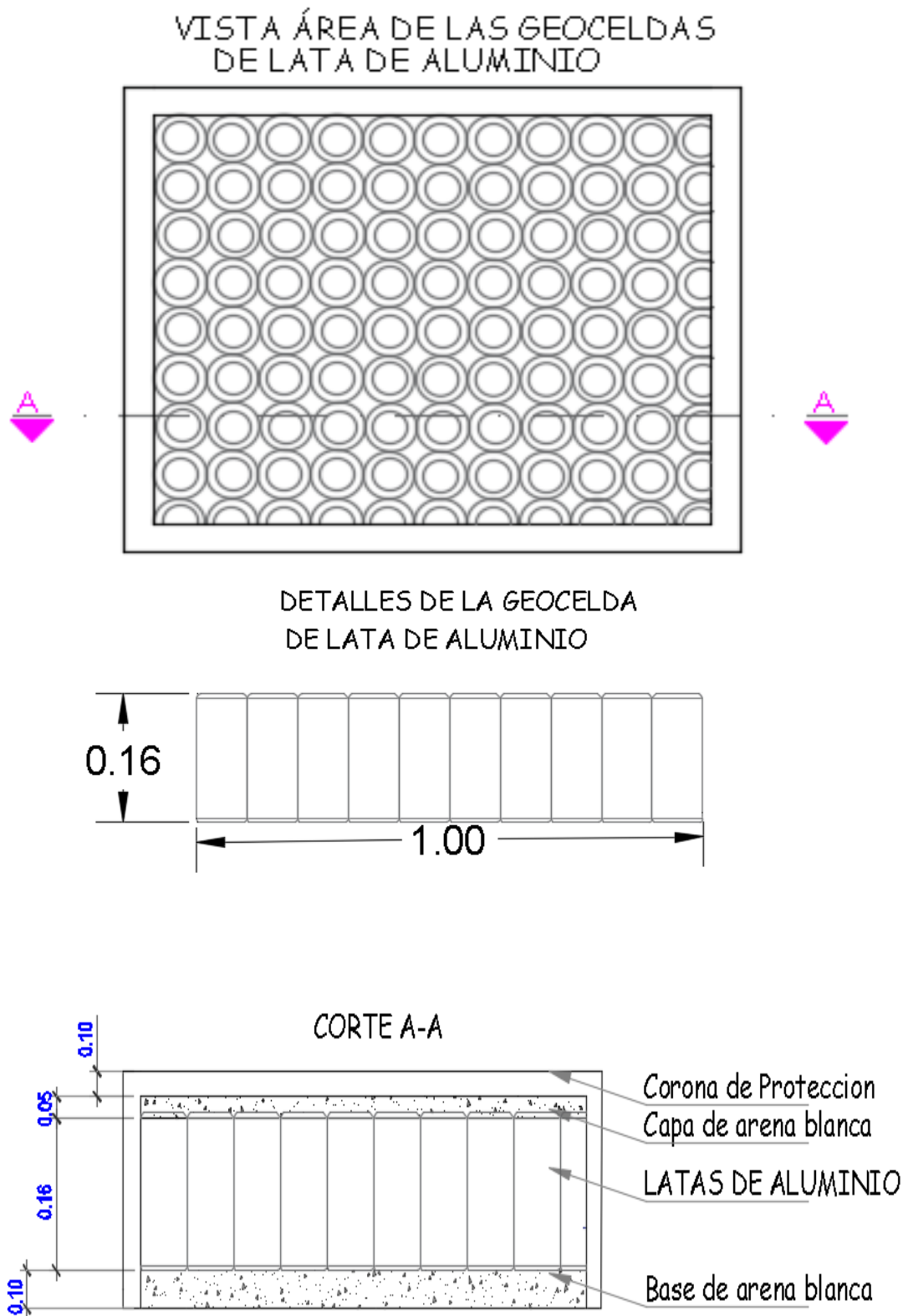
Imagen N° 5 Diseño de confinamiento de botella de plástico



Fuente: autores 2021

4.5.2.2. DISEÑO FINAL DE LAS LATAS DE ALUMINIO

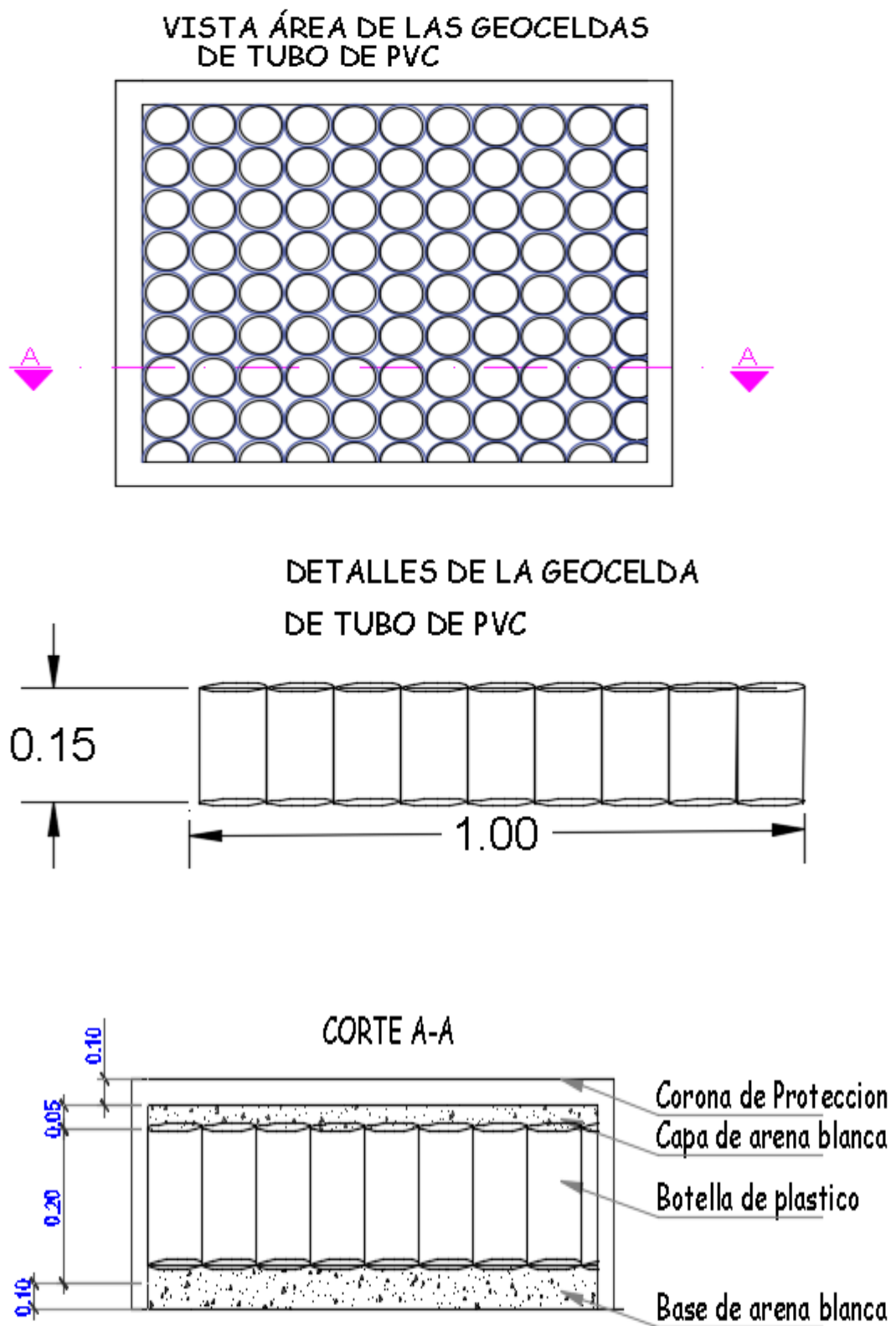
Imagen N° 6 Diseño de confinamiento de lata de aluminio



Fuente: autores 2021

4.5.2.3. DISEÑO FINAL DE TUBO DE PVC

Imagen N° 7 Diseño de confinamiento de tubo de PVC



Fuente: Autores 2021

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. DISCUSIÓN

- En la tesis de **LUCIO MARTIN RODRIGUEZ GOMEZ y CARLOS MANUEL DEL AGUILA NUÑEZ**, nos dice que, en los puntos en los que hubo un mayor desplazamiento en la subrasante reforzada (SR) que en la subrasante sin refuerzo (SSR), fue debido a que la compactación del material en la capa en que se colocó la geoceldas, no se pudo realizar de forma homogénea como en las otras capas, por a la geometría del geo sintético, que impidió el uso del pisón y el martillo de compactación en la distribución del material. Este efecto se superó una vez se acomodó el material en los espacios con menor densidad; en el caso del confinamiento celular con celdas de botellas plásticas recicladas, las latas de aluminio y los tubos de PVC tiene un comportamiento positivo y muy buen soporte de carga, debido a que al terreno donde se trabaja se aplicó un pre compactado con plancha para que la reacción de suelo sea homogéneo, con esto podemos decir que tanto el uso de geoceldas prefabricadas y las celdas de botellas plásticas tiene el mismo comportamiento positivo solo que en el segundo en mención tiene un costo invalorado. (***«Estabilización de suelos mediante confinamiento celular con materiales reciclables en el pasaje Los Rosales San Juan Bautista – Maynas – Loreto 2018»***)

5.2. CONCLUSIONES

- Teniendo en cuenta la hipótesis planteada en la presente investigación, podemos determinar que la implementación de confinamiento celular mejora el suelo del distrito de San Juan Bautista-Maynas 2021.
- EL confinamiento celular usando materiales reciclado (botellas plásticas, lata de aluminio, tubo de PVC) funciona como un sistema estabilizador, el comportamiento positivo de este sistema es que la presión del suelo compactado hace que cada una de las botellas rellenas con arena tengan reacciones laterales provocando dureza en todo el sistema de confinamiento.
- Siendo corroborado por el método de compactación tanto con la prueba carga controlada de forma natural de campo y con los resultados obtuvimos a las 48 horas, Concluimos que el sistema de confinamiento con material reciclado (botella plástica, lata de aluminio y tubo de PVC) funciona como sistema estabilizante en suelos inestables.
- Con este sistema de confinamiento se optimiza capas de rellenos que se dan en los procesos constructivos de una pavimentación.
- Se concluye que minimiza significativamente la formación de baches.
- Distribuye las cargas lateralmente y reduce la deflexión vertical, así como la presión de contacto en la subrasante.
- Controla el efecto cortante y el movimiento lateral del material de relleno grueso y permeable.
- Con relleno de granulometría abierta, reduce el escurrimiento de las aguas pluviales y forma un depósito de contención / retención de agua.

- En la mayoría de los casos, el sistema confinamiento celular dobla el número estructural efectivo para el soporte de carga.

IMAGEN N° 8 REACCION SIN CONFINAMIENTO



Fuente: (“Rodríguez”)

IMAGEN N° 9 RESULTADO COFINAMIENTO



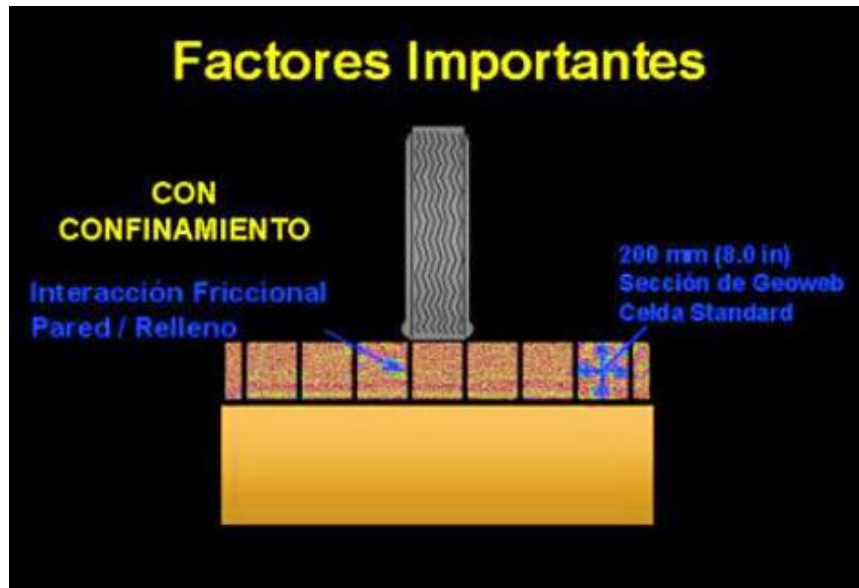
Fuente: (“Rodríguez”)

IMAGEN N° 10 DEMUESTRA RESISTENCIA



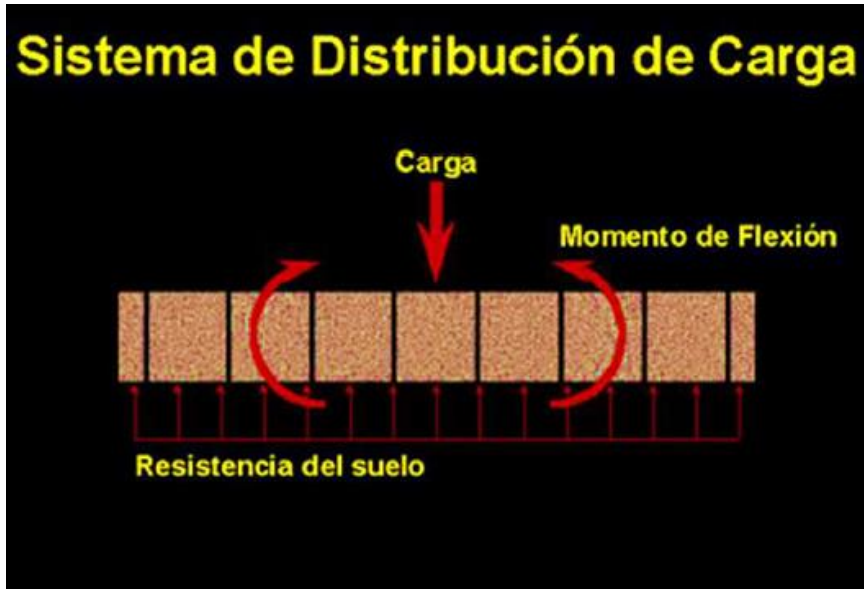
Fuente: (“Rodríguez”)

IMAGEN N° 11 DEMUESTRA INTERACCION FRICCIONAL



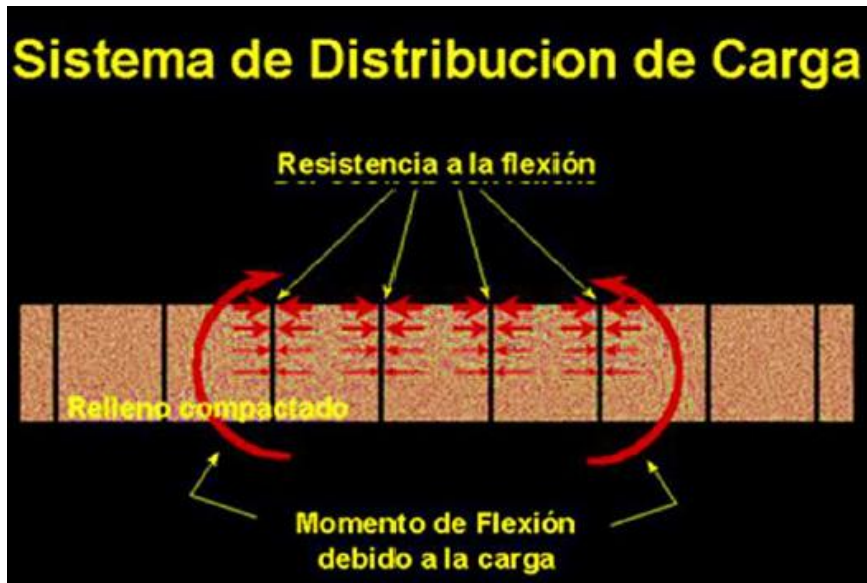
Fuente: (“Rodríguez”)

IMAGEN N° 12 Sistema de distribución de cargas



Fuente: ("Rodríguez")

IMAGEN N° 13 demuestra resistencia a la flexión



Fuente: ("Rodríguez")

5.3. RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener en cuenta la granulometría del material en préstamo para la ejecución de los prototipos o geoceldas recicladas
- Tener en consideración el ensayo de carga controlada de toma de nivel antes y después de las 48 horas que el prototipo está expuesto a la carga
- Es recomendable verificar siempre la existencia de espacios vacíos en el sistema de confinamiento y así evitar una mala compactación de suelos.
- Para un diseño de vía útil del sistema de confinamiento celular se recomienda optar por un mejor diseño de mezcla.
- Se recomienda la utilización del diseño con material de préstamo SM – A-2-4(0).
- Si se efectúa el diseño en un tipo de suelo distinto tener en cuenta la recolección de datos de la muestra del mismo prototipo y considerar un diseño de corona de protección con mayor capacidad de resistencia

CAPÍTULO VI: Referencia bibliográfica, Anexos

6.1. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

5 gráficos para entender por qué el plástico es una amenaza para nuestro planeta - BBC News Mundo. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 29 junio 2021]. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-42304901>.

COMPACTACION DE TERRAPLENES. JAIME SUAREZ DIAZ UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER Bucaramanga - Colombia - PDF. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 20 abril 2019]. Disponible en: <https://docplayer.es/75042772-Compactacion-de-terraplenes-jaime-suarez-diaz-universidad-industrial-de-santander-bucaramanga-colombia.html>.

HINOJOSA, R. y PAUL, G., 2014. Mejoramiento de subrasantes de baja capacidad portante mediante el uso de polímeros reciclados en carreteras, Paucará Huancavelica 2014. Tema: Geotecnia Vial. *Universidad Nacional del Centro del Perú* [en línea], [Consulta: 19 abril 2019]. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/416>.

Ley General de Residuos Sólidos. *SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental* [en línea], 2016. [Consulta: 19 abril 2019]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-general-residuos-solidos>.

LUCIO MARTIN RODRIGUEZ GOMEZ y CARLOS MANUEL DEL AGUILA NUÑEZ, [sin fecha]. Estabilización de suelos mediante confinamiento celular con materiales reciclables en el pasaje Los Rosales San Juan Bautista – Maynas – Loreto 2018. [en línea]. [Consulta: 5 julio 2021]. Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/853>.

NORMA CE.020 ESTABILIZACIÓN DE SUELOS Y TALUDES. - Buscar con Google. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 20 abril 2019]. Disponible en: <https://www.google.com/search?client=opera&q=NORMA+CE.020+ESTABILIZACION+DE+SUELOS+Y+TALUDES.&sourceid=opera&ie=UTF-8&oe=UTF-8>.

OCAS, C. y DANNY, W., 2014. Mejoramiento de suelos arcillosos utilizando caucho granular de neumáticos para fines constructivos de pavimento. *Universidad Nacional de Cajamarca* [en línea], [Consulta: 19 abril 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/685>.

procedimiento-de-recoleccion-de-datos.pdf. *Scribd* [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 11 agosto 2020]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/356875847/procedimiento-de-recoleccion-de-datos-pdf>.

RINCÓN, E.R., QUINTANA, H.A.R., PINZÓN, D.M.V. y AGUIRRE, L.C.A., 2006. Influencia de la inclusión de desecho de PVC sobre el CBR de un material granular tipo subbase. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 5, no. 9, pp. 21-30. ISSN 2248-4094.

Sistema de confinamiento celular - PRS Geo-Technologies. [en línea], [sin fecha].
[Consulta: 28 junio 2021]. Disponible en: <https://www.prs-med.com/es/geoceldas/sistema-de-confinamiento-celular/>.

Estudio de caracterización de residuos sólidos – 2017. municipalidad distrital de san juan bautista

CAPÍTULO VII: ANEXOS

7.1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO:

VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS INORGÁNICOS PARA SU APROVECHAMIENTO EN ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN SAN JUAN 2021

TABLA N° 14 matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES (X, Y)	METODOLOGÍA TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Problema General: ¿Es posible valorizar los residuos sólidos inorgánicos para su uso en obras de estabilización de suelos en San Juan Bautista 2019?</p>	<p>Objetivo General: Valorizar los residuos sólidos inorgánicos aprovechables para su uso en obras de la estabilización de suelos en San Juan 2019.</p>	<p>Hipótesis General: La valorización de residuos sólidos inorgánicos permite su aprovechamiento en obras de estabilización de suelos en San Juan 2019.</p>	<p>Para la Variable Independiente (X): La estabilización de suelos</p>	<p>5.1 Para la Variable Independiente: a) Control de expansión b) Reducción de plasticidad c) Incremento de la resistencia d) Disminución de la</p>	<p>El diseño de esta investigación es experimental descriptivo. Se van a manipular las variables vinculadas a las causas para medir el efecto que tienen en la variable de interés y se describirán las</p>

<p>Problemas Secundarios:</p> <p>P1.- ¿Son clasificables los residuos sólidos inorgánicos se van a clasificar para su valorización en el uso de estabilización de suelos en San Juan 2019?</p> <p>P2. ¿Qué residuo sólido inorgánico valorizado mediante ensayos normalizados se presenta como la mejor opción de</p>	<p>Objetivos Específicos:</p> <p>1- Clasificar los residuos sólidos inorgánicos que permiten su valorización en obras de estabilización de suelos en San Juan 2019.</p> <p>2- Aplicar ensayos normalizados a los residuos sólidos inorgánicos valorizados para determinar la mejor opción en</p>	<p>Hipótesis Específica:</p> <p>H1.- La clasificación de los residuos sólidos inorgánicos contribuye a su valorización en obras de estabilización de suelos en San Juan 2019.</p> <p>H2.- La aplicación de ensayos normalizados a los residuos sólidos valorizados permite determinar la mejor opción en estabilización de</p>	<p>Variable Dependiente (y): confinamiento celular</p>	<p>compresibilidad e) Disminución de la permeabilidad f) Disminución de la erosionabilidad</p> <p>Para la variable Dependiente</p> <p>a) Botellas de plástico de bebidas. b) Latas de aluminio de bebidas. c) Residuos de PVC provenientes de tubería.</p>	<p>actividades y procesos a realizar para alcanzar los objetivos y la demostración de la hipótesis.</p>
--	---	---	---	---	---

<p>estabilización de suelos en San Juan 2019?</p> <p>P3. ¿Qué efectos en términos de sostenibilidad se generan al usar los residuos sólidos inorgánicos valorizados en la estabilización de suelos en San Juan 2019?</p>	<p>estabilización de suelos en San Juan 2019.</p> <p>3- Aprovechar residuos sólidos inorgánicos valorizados utilizándolos en estabilización de suelos para contribuir en la sostenibilidad en el distrito de San Juan Bautista 2019.</p>	<p>suelos en San Juan 2019.</p> <p>H3: La valorización de residuos sólidos inorgánicos para su aprovechamiento en la estabilización de suelos contribuye con la sostenibilidad en el manejo de residuos sólidos en San Juan 2019.</p>			
---	---	--	--	--	--

Fuente: autores 2021

7.2. METRADOS Y PRESUPUESTO

TABLA N° 15 Metrado

METRADOS

HOJA DE METRADO

PROYECTO: VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS INORGÁNICOS PARA SU APROVECHAMIENTO EN ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN SAN JUAN 2021

FECHA: May-21

PART. N°	DESCRIPCION	UND	N° ELEMENTOS	N° DE VECES	DIMENSIONES			TOTAL
					LARGO	ANCHO	ALTO	
01	DISEÑO DE EJECUTADO 1mx1m							
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRA Y COMPACTACION DE LA BASE							
01.01.01	EXCAVACION	M3		3.00	1.00	1.00	0.40	1.20
01.01.02	COMPACTACION DE LA BASE							
	ARENA	LATA	2	3				6.00
	AGUA	LT	3	3				9.00
01.02	SISTEMA DE SOPORTE							
01.02.01	VOLUMEN DEL SISTEMA DE SOPORTE	UND						
	BOTELLAS DE PLASTICO	UND	324	1	1.00	1.00	0.20	324.20
	LATA DE ALUMINIO	UND	196	1	1.00	1.00	0.16	196.16
	TUBO DE PVC	UND	289	1	1.00	1.00	0.15	289.15
	ARENA	LATA	6	3				18.00
	AGUA	LT	3	3				9.00
01.03	LOSA SUPERIOR							
01.03.01	MORTERO (PROPORCION 1:6)	M3						
	ARENA	LATA	6	3				18.00
	CEMENTO	BOLSA	1	3				3.00
	AGUA	LT	3	3				9.00
01.04	ANILLO DE CONFINAMIENTO							
01.04.01	MORTERO (PROPORCION 1:10)	M3		3	0.05	0.05	0.05	0.0004
	ARENA	LATA	10	3				30.00
	CEMENTO	BOLSA	1	3				3.00
	AGUA	LT	2	3				6.00

FUENTE: Autores 2021

TABLA N° 16 Presupuesto

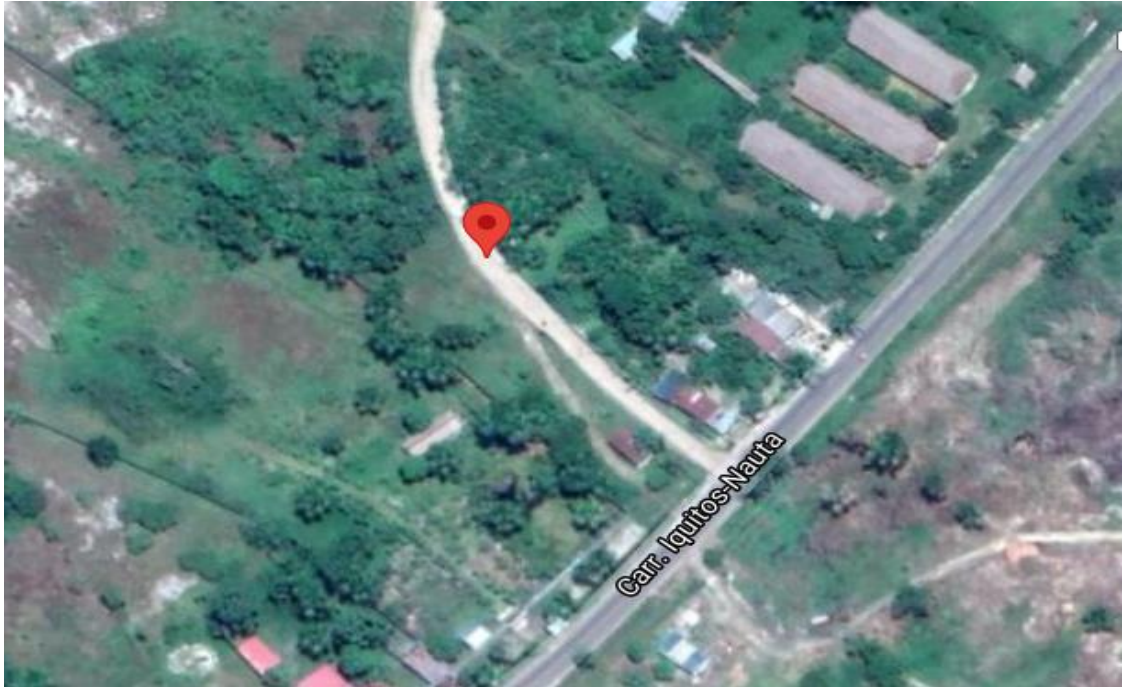
PRESUPUESTO

PRESUPUESTO				
MATERIALES	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
LATA DE ALUMINIO	UND	196	RECICLADO	RECICLADO
BOTELLA DE PASTICO	UND	324	RECICLADO	RECICLADO
TUBO DE PVC	UND	289	RECICLADO	RECICLADO
SIKAFLEX	UND	4	11	44
SIKABOND	UND	1	42	42
LIGA	PAQ	3	3.5	10.5
SILICONA	UND	24	1	24
HERRAMIENTAS MANUELES	H/M	10	2	20
ARENA	LAT	24	1	24
AGUA	LT	7	1	7
CEMENTO	BOL	3	35	105
SACOS	UND	14	1.5	21
MANO DE OBRA	H/H	1	30	30
UTILICES DE OFICINA	UND	10	2.5	25
TOTAL				352.5

Fuente: Autores 2021

7.3. PANEL FOTOGRAFICO

Foto N° 16 Ubicación de donde se realizó el proyecto



Fuente: autores 2021

Foto N° 17 La elaboración de los prototipos de la geomalla de botella de plástico



Fuente: autores 2021

Foto N° 18 El prototipo de la geomalla de botella de plástico con el metro cuadrado



Fuente: autores 2021

Foto N° 19 Elaboración de la geomalla de lata de aluminio



Fuente: autores 2021

Foto N° 20 Elaboración de la geomalla de tubo de PVC



Fuente: autores 2021

Foto N° 21 La geomalla de tubo de PVC de un metro cuadrado



Fuente: autores 2021

Foto N° 22 Se aprecia la colocación de la base de arena



Fuente: autores 2021

Foto N° 23 La medición del metro cuadrado que posteriormente se va a excavar



Fuente: autores 2021

Foto N° 24 Compactación de la base de arena



Fuente: autores 2021

Foto N° 25 Relleno de la geomalla con capas de arena de préstamo



Fuente: autores 2021

Foto N° 26 se aprecia la colocación de la geomalla de lata de aluminio y las demás geomallas (tubo de PVC y botella de plástico) con la manta de arena.



Fuente: autores 2021

Foto N° 27 Prueba de Proctor modificado



Fuente: autores 2021

Foto N° 28 Ensayo de granulometría



Fuente: autores 2021

Foto N° 29 Ensayo de CBR



Fuente: autores 2021