

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

ELABORACIÓN DE MENÚ PARA ENCAPSULAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS GESTIONADOS POR EL CENTRO DE REMEDIACIÓN HAZWAT

COMPONENTE: ENCAPSULAMIENTO DE CENIZAS, LODOS Y HOJAS DE TABACO EN ADOQUINES.

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO SUPERIOR EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

JADIRA PILAR PATIÑO LOOR

DRA. VERÓNICA ELIZABETH MORALES CASA

DMQ, febrero 2022

CERTIFICACIONES

Yo, JADIRA PILAR PATIÑO LOOR declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



JADIRA PILAR PATIÑO LOOR

jadira.patino@epn.edu.ec

jaridaj2@hotmail.com

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por JADIRA PILAR PATIÑO LOOR, bajo mi supervisión.

VERÓNICA ELIZABETH MORALES CASA

DIRECTOR

veronica.morales@epn.edu.ec

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

JADIRA PILAR PATIÑO LOOR

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a:

Este proyecto está dedicado con todo mi amor y cariño a mi esposo Javier e hijos, Kerlly, Matías y Annie quienes con su amor e infinita paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir un sueño más, por su sacrificio y esfuerzo, por creer en mí capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre me han brindado su comprensión, cariño y amor. Ustedes han sido mi motor, inspirándome esfuerzo y valentía, a no detenerme a pesar de las adversidades porque DIOS está conmigo siempre.

La ayuda de mi esposo ha sido fundamental, siempre ha estado conmigo incluso en momentos turbulentos. Llegar hasta este momento no fue fácil, pero siempre estuviste motivándome y ayudándome hasta donde tus alcances lo permitían.

A mis padres Antonio y Flérida por su cariño y apoyo incondicional, por estar conmigo en todo momento, siempre han dado lo mejor de ustedes para que yo sea una mujer de bien y ejemplar, haciendo de mi lo que soy ahora, gracias por sus cuidados por su paciencia y por su amor infinito.

AGRADECIMIENTO

Mi profundo agradecimiento a la Escuela Politécnica Nacional por abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso en cuanto a mi formación profesional, a toda la comunidad de la ESFOT, a mis profesores quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron su aporte para que pueda crecer día a día como profesional, gracias por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional.

Quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a la Dra. Verónica Morales mi directora de tesis, siendo mi principal colaboradora durante todo este proceso quien, con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración me permitió el desarrollo de este trabajo.

Al laboratorio de ensayos físico-mecánicos de materiales de construcción (LEMSUR) por brindarme el apoyo y abrirme las puertas para poder realizar los diferentes ensayos requeridos y necesarios para el desarrollo de este trabajo, mediante su participación activa y prestación de servicios.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
RESUMEN	IX
ABSTRACT.....	X
1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO.....	1
1.1. Objetivo general	2
1.2. Objetivos específicos.....	2
1.3. Alcance.....	3
1.4. Marco teórico	3
2 METODOLOGÍA.....	12
3 RESULTADOS	32
4 CONCLUSIONES	45
5 RECOMENDACIONES.....	46
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
7 ANEXOS.....	50
ANEXO I: CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD	50
ANEXO II : INVENTARIO DE RESIDUOS PELIGROSOS GESTIONADOS POR HAZWAT.....	51
ANEXO III Informe de resultados a entregar a Hazwat	61
ANEXO IV INFORMES EMITIDOS POR EL LEMSUR.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Ensayos realizados a los agregados.....	1
Tabla 1.2 Características del adoquín tipo cruz.....	9
Tabla 2.1 Menú de desechos peligrosos a tratar.....	13
Tabla 2.2 Residuos peligrosos a encapsular y ensayo a realizar.....	13
Tabla 2.3 Ensayo de contenido orgánico - Escala de Gardner.....	21
Tabla 2.4 Dosificaciones propuestas para la elaboración de adoquines.....	23
Tabla 2.5 Peso en kg. de carretilla de arena.....	23
Tabla 2.6 Mezcla 1 - 5%.....	24
Tabla 2.7 Mezcla 2 - 10%.....	26
Tabla 2.8 Mezcla 3 - 15%.....	27
Tabla 3.1 Cálculos para obtención de curva granulométrica de la arena.....	32
Tabla 3.2 Resultados granulometría de la ceniza.....	34
Tabla 3.3 Resultados densidad aparente de la arena.....	35
Tabla 3.4 Resultados de la densidad aparente del cemento.....	35
Tabla 3.5 Densidad aparente de agregados.....	36
Tabla 3.6 Densidad aparente del cemento.....	36
Tabla 3.7 Densidad aparente de la ceniza.....	37
Tabla 3.8 Resultado de la gravedad específica y absorción.....	37
Tabla 3.9 Resultados ensayo de contenido orgánico de la arena.....	37
Tabla 3.10 Resultados contenido de humedad en base seca de los residuos peligrosos.....	39
Tabla 3.11 Resultados de compresión mecánica de adoquines.....	41
Tabla 3.12 Resultados de absorción de blancos.....	42
Tabla 3.13 Resultados de absorción dosificación del 5%.....	43
Tabla 3.14 Resultados de absorción dosificación del 10%.....	43
Tabla 3.15 Resultados de absorción dosificación del 15%.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Visita al Centro de Remediación Hazwat	12
Figura 2.2 Zona de encapsulamiento que maneja Hazwat.....	14
Figura 2.3 Tamices de ensayo, análisis granulométrico	15
Figura 2.4 Cantidad en gramos del Tamiz N ° 10	15
Figura 2.5 Material alineado con la varilla en el recipiente de volumen conocido para cálculo de densidad suelta.....	16
Figura 2.6 Compactación 2/3 partes del recipiente	16
Figura 2.7 Compactación del recipiente en su totalidad de capacidad.....	16
Figura 2.8 Agua con material turbia	17
Figura 2.9 Agua con material Cristalina	17
Figura 2.10 Cono con material (arena) salido del horno.....	18
Figura 2.11 Compactación del material (arena)	18
Figura 2.12 Paso en gramos del peso suelto 1 para cálculo de densidad aparente del cemento	19
Figura 2.13 Frasco de Lechatelier con gasolina entre 0 cm ³ y 1 cm ³	20
Figura 2.14 Conservación de temperatura inicial y final	20
Figura 2.15 Peso en gramos del tabaco previo ingreso al horno para determinación de humedad.....	22
Figura 2.16 Peso en gramos de las cenizas de incineración previo ingreso al horno para determinación de humedad.	22
Figura 2.17 Peso en kilogramos de carretilla de arena.....	23
Figura 2.18 Peso en kilogramos de los residuos peligrosos dosificación 5%	24
Figura 2.19 Homogenización de residuos peligrosos dosificación 5%	25
Figura 2.20 Colocación de la mezcla homogenizada en el molde.....	25
Figura 2.21 Primer producto de adoquines-dosificación 5%	25
Figura 2.22 Colocación de residuos peligrosos, arena, cemento y agua dosificación 10%	26
Figura 2.23 Segundo producto de adoquines dosificación 10%	27
Figura 2.24 Colocación de residuos peligrosos, arena, cemento y agua dosificación 15%	28
Figura 2.25 Tercer producto de adoquines dosificación 15%	28
Figura 2.26 Curado de las tres dosificaciones de adoquines.....	29
Figura 2.27 Segundo día, después de la elaboración de adoquines dosificación 5%	29
Figura 2.28 Alisamiento de las superficies de los adoquines previo a ensayo de comprensión.....	30
Figura 2.29 Datos de comprensión arrojados por el equipo	30
Figura 2.30 Adoquines sumergidos completamente en el agua para ensayos de absorción.	31
Figura 3.1 Curva granulométrica de la arena	33
Figura 3.2 Curva granulométrica de la ceniza	34

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 2.1	Ecuación de la densidad suelta.....	18
Ecuación 2.2	Ecuación de la densidad compactada.....	18
Ecuación 2.3	Ecuación de la densidad	20
Ecuación 2.4	Ecuación de cálculo de porcentaje de humedad en base seca.....	22
Ecuación 2.5	Ecuación de cálculo de porcentaje de humedad en base húmeda	22

RESUMEN

En el presente proyecto se buscó la viabilidad del encapsulamiento de los residuos peligrosos provenientes de la empresa Hazwat. Con esta alternativa se pretende estabilizar los contaminantes en una matriz sólida, como lo son los adoquines.

Primeramente, mediante visitas de campo se realizó un inventario de los residuos peligrosos disponibles en la empresa Hazwat con el objeto de identificar en cada uno de los galpones el stock de residuos a utilizar, para este estudio se escogió: lodos de separación de aceites, cenizas de incineración y hojas de tabaco

Previamente las cenizas de incineración, hojas de tabaco, cemento y la arena fueron sometidos a ensayos físicos, para definir las dosificaciones y mezclas necesarias para la elaboración de los adoquines. Posteriormente, estos pasaron a la fase de curado, y transcurridos los 14 días desde su elaboración se realizó los ensayos de resistencia y absorción según la norma NTE INEN 1488.

Como resultado se obtuvo que las dosificaciones presentaron resistencias mecánicas a la compresión en un rango de 1.99 MPa a 3.60 MPa, y en la absorción se presentaron valores entre 11.77% y 26.29%, siendo menores a la normativa analizada. Por lo tanto, no se realizaron los análisis de lixiviación.

Finalmente, los resultados permitieron determinar que a pesar de haber obtenido un producto integro en su estructura hexagonal, fue notoria la afectación estética y de resistencia. Sin embargo, con los datos proporcionados se plantea un precedente para futuras investigaciones con los residuos peligrosos utilizados.

ABSTRACT

In this project, the feasibility of the encapsulation of hazardous waste from the Hazwat company was sought. This alternative is intended to stabilize contaminants in a solid matrix, such as paving stones.

Firstly, through field visits, an inventory of the hazardous waste available in the Hazwat company was carried out in order to identify the stock of waste to be used in each of the sheds. For this study, the following were chosen: oil separation sludge, ashes incineration and tobacco leaves

Previously, the incineration ashes, tobacco leaves, cement and sand were subjected to physical tests, to define the dosages and mixtures necessary for the preparation of the pavers. Subsequently, these passed to the curing phase, and after 14 days from their preparation, the resistance and absorption tests were carried out according to the NTE INEN 1488 standard.

As a result, it was obtained that the dosages presented mechanical resistance to compression in a range of 1.99 MPa to 3.60 MPa, and in the absorption values between 11.77% and 26.29% were presented, being lower than the analyzed regulations. Therefore, leaching analyzes were not performed.

Finally, the results made it possible to determine that despite having obtained an integral product in its hexagonal structure, the aesthetic and resistance affectation was notorious. However, with the data provided, a precedent is set for future research with the hazardous waste used.

1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

Mediante visitas al centro de remediación Hazwat, se buscó la determinación de los residuos que gestiona la empresa, para lo cual se realizó un inventario, este fue desarrollado en lapso de una semana para verificar el contenido de los galpones que maneja Hazwat. Este facilitó la definición de los residuos utilizados en este estudio, para identificar su viabilidad de encapsulamiento mediante la elaboración de adoquines.

Con los datos obtenidos producto del inventario, se estableció la propuesta de desechos peligrosos a usar en las diferentes dosificaciones a proponer en la elaboración de adoquines, elaborando un menú para proceder a la elaboración de los adoquines.

Se realizaron ensayos de laboratorio de la arena y el cemento a usar, previo a la fabricación de adoquines. Para su fabricación fue importante tener en cuenta la norma NTE INEN 1 488, ya que establece requisitos para la fabricación de adoquines. Se tomó en cuenta la importancia que debe cumplir la materia prima a utilizar buscando dar garantía del producto final elaborado. Adicionalmente, fue necesario realizar ensayos específicos de laboratorio de los desechos peligrosos elegidos, buscando así la factibilidad de utilización de los mismos en la realización de los adoquines.

Los desechos que se usaron en la elaboración de adoquines fueron cenizas de incineración, hojas de tabaco y lodos de separación de aceites, cada uno de ellos fueron analizados en el laboratorio, según la siguiente tabla:

Tabla 1.1 Ensayos realizados a los agregados

AGREGADO	ENSAYO REALIZADO
Cenizas de incineración	Granulometría, contenido de humedad y densidad aparente.
Tabaco	Humedad
Lodos de separación de aceites	Ninguno.
Arena	Contenido orgánico, densidad aparente, granulometría, gravedad específica y absorción.
Cemento	Densidad aparente y densidad real.

Elaborado por: Autor

Para la elaboración de adoquines se propuso tres dosificaciones distintas: 5%, 10% y 15%, misma que fue dada en conjunto de la experticia de la adoquinera, de las cuales la mezcla Una vez realizados los adoquines, se efectuó el curado, y al día 14 después de la

elaboración se realizaron los ensayos de resistencia mecánica, mismos que determinaron el uso a darles a los adoquines pudiendo ser de uso peatonal, para estacionamientos o calles residenciales, o a su vez pudiendo usarse en calles principales y secundarias, utilizando la norma NTE INEN 1 488. Estos resultados determinaron la necesidad de realizar o no los ensayos de lixiviación (metales pesados)

Al tratarse de elaboración de adoquines se debieron realizar ensayos de lixiviación para verificar la presencia de algún contaminante que se encuentre dentro de la norma EPA, buscando brindar un contingente orgánico que represente un riesgo para el medio, a su vez; se busca analizar la liberación de los contaminantes inorgánicos mencionados en la EPA 1315.

Con los datos y resultados obtenidos, se realizó un informe técnico, esto con la finalidad de proponer a futuro medidas de mejora de dosificaciones, y no quede descartado por completo el uso de los desechos peligrosos propuestos en la elaboración de hormigones.

A su vez se busca tener como guía para Hazwat una viabilidad para darle segunda vida útil a los residuos peligrosos de las diferentes industrias, siendo esta una propuesta de innovación de tratamiento y buscar evitar la contaminación al medio.

1.1. Objetivo general

Determinar la factibilidad técnica de los adoquines elaborados con el método de encapsulamiento de lodos de separación de aceites, cenizas de incineración y hojas de tabaco provenientes del Centro de Remediación Hazwat; para identificar su uso en vías peatonales, estacionamientos, calles residenciales, calles principales y secundarias.

1.2. Objetivos específicos

- Elaborar un inventario de residuos gestionados por Hazwat, para la elección y elaboración del menú de residuos peligrosos: lodos de separación de aceites, cenizas de incineración y hojas de tabaco.
- Determinar los residuos peligrosos a utilizar en el menú propuesto con su respectiva caracterización física para buscar su viabilidad de uso.
- Elaborar adoquines con el encapsulamiento de los residuos peligrosos seleccionados.
- Analizar ensayos físicos y mecánicos a los adoquines, y con los que exista cumplimiento de la normativa se realizará ensayos de lixiviación, para verificar inmovilización de los contaminantes.

- Elaborar un manual si se obtuvo resultados favorables con los análisis mecánicos y de lixiviación, caso contrario se elaborará un informe técnico.

1.3. Alcance

La diferente gestión que realiza el centro de remediación Hazwat, hace que se busquen diferentes alternativas para dar segunda vida útil a residuos generados por las diferentes industrias, estando entre ellos desechos peligrosos. Los mismos son considerados así por su grado de toxicidad, reactividad, inflamabilidad y corrosividad.

En la presente investigación se busca una alternativa de tratamiento y valorización de residuos peligrosos, siendo ésta el encapsulamiento de los desechos peligrosos gestionados por Hazwat. Mediante visitas e inspecciones a la empresa se realizará un inventario para poder elegir tres residuos de posible encapsulamiento, a los cuales realizarán análisis de laboratorio, teniendo en cuenta la normativa vigente.

Con los residuos peligrosos seleccionados se propondrán tres dosificaciones para la fabricación de adoquines con el cumplimiento de la norma NTE INEN 1 488, misma que menciona las especificaciones técnicas que deben tener los adoquines para tránsito peatonal y vehicular, la norma NTE INEN 3040 que da los métodos de ensayo de adoquines.

1.4. Marco teórico

Precedentes de Hazwat, Centro de Remediación Ambiental

El centro de remediación Hazwat es una empresa ecuatoriana que desde el año 2003, gestiona desechos no peligrosos, peligrosos y especiales, en el sector industrial, petrolero, alimenticio, farmacéuticos, hospitalario, floricultor, entre otros. Brinda servicio de calidad en cuanto a recolección de desechos peligrosos o especiales, transporte de los mismos y almacenamientos intermedios y temporales, así como el almacenamiento en áreas establecidas como disposición final, realiza procesos en base a normas establecidas por entes nacionales, de la mano con el cumplimiento de las diferentes reglamentaciones establecidas [1].

Residuos peligrosos

Todos los residuos que se generan se ven reflejados en el consumismo y la producción, formando parte de la obsolescencia producto de las demandas que se presentan productos de las diferentes actividades realizadas, para lo cual esto debe ser gestionado

de manera adecuada. La gestión que debe darse a los residuos peligrosos ha hecho que Ecuador sea partícipe de varios convenios Internacionales, adoptando sus normas establecidas y rigurosas de control [2].

La ONU (Organización de las Naciones Unidas) ha planteado medidas de protección hacia el medio ambiente y a la salud de la población, debido a la negativa presentada los efectos adversos y nocivos que provoca estos efectos se ha visto obligada adoptar suscripción en convenios e instrumentos internacionales [2].

En el Acuerdo Ministerial N ° 061 se enlistan las características por lo que son denominados y considerados desechos peligrosos. Estos pueden presentarse en estado líquido, productos de manejo de industrias, extracciones de petróleo, lodos peligrosos, debido al consumo o la mezcla de desechos comunes con peligrosos es decir que presenten características de corrosividad, radioactividad, inflamables, biológico-infecciosas como los desechos hospitalarios, que representen riesgos y pongan en peligro la integridad humana y al ambiente, así como aquellos que se encuentren enlistados o establecidos en acuerdos ministeriales [2].

Técnica de Estabilización

Mediante el proceso de estabilización se busca la utilización de reactivos (aditivos) buscando reducir el daño nocivo ocasionado a la naturaleza. Esta técnica que busca la transformación del residuo así, como de los constituyentes, logrando la minimización de velocidad de propagación de contaminantes hacia el medio, y así mitigar el nivel de peligrosidad. La estabilización es realizada mediante la agregación de reactivos que busca el adecuado manejo de los residuos, disminuye la cantidad de suelo por el cual se puede tener pérdida o transferencia de contaminantes y limita la disolubilidad del mismo y la reducción de la toxicidad [3].

El potencial al perder contaminantes de una masa estabilizada podría destruirse o a su vez podrían desaparecer como producto de la volatilización, la estabilización debe considerarse como un contingente de tratamiento de desechos y residuos, buscando la reducción de manera considerable de contaminantes hacia el medio [3].

Para una correcta técnica de estabilización es necesaria la comprensión y el entendimiento de mecanismos básicos físicos, químicos y biológicos que controlan de manera eficaz los reactivos de estabilización, comprendiendo el desarrollo y la adaptación a los diferentes residuos [3].

Los mecanismos básicos deben ser considerados para evaluar la efectividad del proceso, para lograr esta técnica se pueden utilizar técnicas como: macro encapsulación, microencapsulación, absorción, adsorción, precipitación y detoxificación [3].

Lodos de separación de aceites

Estos lodos son generados en la refinación del petróleo, los mismos son producto de las diferentes industrias y sus procesos, así como de su almacenamiento. Estos lodos representan un problema al ser una fuente de energía a nivel mundial. [4].

Estos son considerados peligrosos ya que pueden contener metales pesados como: arsénico, bario, cadmio, plomo, cromo, selenio, plata ,mercurio, así como compuestos persistentes como hidrocarburos halogenados, bifenilos policlorados y dioxinas [4].

Los métodos de tratamiento presentan inconvenientes tanto ambientales como económicos por lo que en la actualidad se buscan una serie de alternativas tecnológicas que dan respuesta a las limitaciones [4].

Cenizas de incineración

La incineración es un proceso térmico que requiere de oxígeno para producir la oxidación térmica de los diferentes materiales que se encuentran contenidos en los residuos, siendo estos transformados en agua, calor, gases, etc. Este mecanismo es utilizado para disminuir el volumen, peligrosidad y descomposición física, química o biológica de un desecho que se encuentre en estado líquido, sólido o gaseosos [5].

Las cenizas actúan causando daños al ADN, es por ello que, a partir de la década de los noventa, se logró reducir de manera sustancial la emisión de dioxinas, gracias al avance tecnológico. Los gases que emiten las incineradoras contienen metales pesados como el plomo, el mercurio y el cadmio teniendo persistencia en las cenizas de incineración provocando contaminación al medio ambiente [6].

Hojas de Tabaco

La hoja de tabaco perteneciente al género Nicotiana, es una planta única que sintetiza sus hojas secas en un potente alcaloide conocido como nicotina. Esta planta era aspirada en un polvo fino o a su vez se mascaba, también se fumaba en forma de puro [7].

El humo producto de la quema del tabaco desprende diferentes sustancias dañinas a la salud, siendo una de ellas el alquitrán, mismo que ha provocado cáncer de pulmón, de laringe, u otras enfermedades relacionadas con el tabaquismo [7].

El monóxido de carbono y su exposición causa problemas considerables de salud, este es un gas incoloro mismo que penetra en la sangre a través de los pulmones y causa problemas de oxigenación en los tejidos. Se encuentra presente la nicotina como principal alcaloide responsable de las adicciones [7].

Elaboración de Adoquines

Los adoquines son materiales prefabricados y compactos de concreto, tienen en su mezcla una composición de agua, cemento y arena. La materia prima debe ser de alta resistencia y el producto final debe soportar cargas de compresión y para comprobarlo es sometido a estrictos procesos del control de calidad. Son utilizados en construcción de caminos, pavimentos, etc., éstos pueden presentar diferentes resultados de pruebas mecánicas según su uso, según las cargas que soporten, dependiendo así del espesor con el que es fabricado [8].

En Ecuador los adoquines, desde el año 2000, hasta la actualidad tienen gran importancia en las diferentes aplicaciones en la industria de hormigones. En la actualidad se pueden observar adoquines con diferentes texturas y colores, su elaboración inicia en las canteras donde se da la producción del árido luego son mezclados con cemento y agua [8].

Para su fabricación es importante tener en cuenta la normativa buscando cumplir con procesos que determinarán y definirán la calidad del producto resultante. El cemento a usar en la fabricación se obtiene después de ser sometido a diferentes procesos estrictos y rigurosos, por lo que es necesario y recomendable utilizar cemento de alta resistencia entre ellos el cemento de Portland, que es un cemento llamado hidráulico por su efectividad de fraguado y endurecimiento al tener contacto con el agua, formando una reacción química y así formar una textura parecida a la de piedra [8].

Los áridos son sumamente importantes ya que abarcan entre el 70% al 80% del volumen total del hormigón, es por ello que las propiedades y características deben ser analizadas mediante ensayos de laboratorio buscando el cumplimiento de la normativa para la obtención de un producto final de excelente calidad. Todos los agregados ocupados en la mezcla son los que darán resultados favorables de resistencia, absorción con buenos acabados finales en el hormigón [3].

El agua es de suma importancia en la mezcla durante la fabricación de los adoquines, así como en la etapa de curado, la cual permite la hidratación efectiva del hormigón

generando así un proceso para el cual es recomendable hacer uso del agua potable, ya que esta ha demostrado tener mejor resultados en cuanto a hormigones [8].

En la actualidad existen diferentes métodos para poder elaborar adoquines, esta consta de las siguientes etapas: propuesta de dosificación, mezcla de los residuos a usar, moldeado y desmote de adoquines, fraguado o secado y finalmente el curado (proceso de hidratación de las caras superficiales de los adoquines). Como primer paso se necesita realizar la dosificación, en donde se establecerá la cantidad adecuada de agua, cemento, arena a usar, estas proporciones deben seleccionarse de tal modo que el producto final cumpla con propiedades adecuadas de cumplimiento [8].

Determinada la dosificación a usar se procede a la fabricación, esta puede darse de manera manual o mecánicamente, buscando uniformidad y así tener cumplimiento de resistencia. La duración del mezclado debe darse hasta conseguir que todo lo árido se encuentre cubierto en su totalidad de agua-cemento, esta mezcla se coloca en moldes de adoquines inmediatamente para proceder con el moldeado y desmontado del producto obtenido [9].

Los moldes a usar fueron en forma de cruz, estaban a temperatura ambiente, con estas condiciones fue colocada la mezcla en una máquina de vibro-compactación, el tiempo de vibración que aproximadamente de 12 segundos. Bajo estos moldes se coloca un tablero que servirá para desmontar y asentar los adoquines [9].

La vibración es importante en la fabricación de adoquines, brindando así mayor compactación, facilitando al momento de desmontar, siendo resistente a la abrasión, etc. Terminado el proceso en el mismo molde son trasladados hacia una zona en donde no interfiera el clima. [9].

Generalmente los adoquines de fabricación normal son levantados al día siguiente de su elaboración, para ello es importante considerar que la luz del sol y el agua podrían contribuir con la evaporación y detener el fraguado del adoquín [9].

Para el curado es necesario utilizar agua en forma de chorro buscando mantener la humedad del hormigón, para ello se coloca de manera periódica agua, consiguiendo así una reacción química para que el cemento continúe, los adoquines son ubicados a una distancia prudente para que pueda facilitar el proceso de curado [9].

Tipos de adoquines usados en Ecuador

En Ecuador se clasifica a los adoquines dentro de la norma INEN en 3 tipos:

Adoquín de Tipo A: Son apuntados, con unión entre sí en los cuatro lados, tiene una adecuada geometría al resistir a la expansión de las juntas [8].

Adoquín Tipo B: Son apuntados con unión en sus dos lados, se requiere de precisión al momento de su colocación ya que no deben ser colocados en esterilla, tiene buena resistencia a la expansión [8].

Adoquín Tipo C: Son de sencillo perfil de forma rectangular, no se unen y dependen de su precisión dimensional [8].

Peatonales: Tienen una resistencia igual a 20 MPa después de transcurridos 28 días de su fabricación. [8].

Estacionamiento y calles residenciales: Tienen una resistencia igual a 30 MPa transcurridos 28 días de su fabricación [8].

Camino secundarios y calles principales: Tienen una resistencia de 40 MPa transcurridos 28 días de su fabricación [8].

Los adoquines para considerarlos aptos para ser usados en cualquier tipo de obra deben cumplir con características como: absorción de agua, en donde el adoquín debe tener un porcentaje máximo de absorción promedio de una muestra mínimo de tres, no deberá sobrepasar el 6% y al ensayarlos de manera individual no debe ser superior al 9%, es importante considerar esto por los cambios de clima sobre todo en la época de invierno y que estos puedan resistir [8].

Esfuerzo de rotura, esta resistencia no deberá ser menor a 3.6 Mpa, y ningún adoquín de manera individual en su ensayo deberá ser menor a 2.9 MPa, así como no tener carga de rotura inferior a 250 N/mm [8].

Tipo de adoquín a elaborar

En el mercado existen diferentes tipos de adoquines con diferentes pigmentaciones, sin embargo, el adoquín a elaborar en el presente proyecto, tiene un diseño en cruz mismo que en la industria ecuatoriana ha sido manejado desde hace varios años atrás, siendo notorio su uso en calles peatonales y de transporte[10].

Sus aristas tienen formas redondas, este adoquín por la forma de su superficie (forma de cruz) debe ser instalado en hileras mismas que deben ser paralelas, estas se ven comúnmente en avenidas principales y secundarias, la superficie que queda a la vista es lisa [10]

Las características del adoquín tipo cruz hexagonal, utilizado frecuentemente en Ecuador son las que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 1.2 Características del adoquín tipo cruz

Forma del adoquín	Tipo Cruz / hexagonal o Florencia
Dimensiones (Ancho en cm/Largo en cm)	24 centímetros por 22 centímetros
Espesores en centímetros	8 centímetros 8.5 centímetros 10 centímetros
Peso aproximado por metro cuadrado	170 Kilogramos aproximadamente. 180 Kilogramos de manera aproximada 215 Kg. Aproximadamente
Resistencia promedio del adoquín	400 Kg/cm ²
Unidades por metro cuadrado de terreno	21 unidades./metro cuadrado

Elaborado por: autor

Análisis de laboratorio de agregados

Granulometría:

Los análisis granulométricos permiten determinar la calidad de agregados a usar en la elaboración de adoquines, mediante la aplicación de la norma ASTM C33M-13 se puede tener la especificación normalizada para agregados para concreto, esta norma permite definir los requisitos para la granulometría, así como también la calidad de los agregados finos y gruesos para su uso en el hormigón, este agregado deberá estar libre de impurezas orgánicas [11].

Densidad aparente:

La densidad aparente es una magnitud característica e importante de una mezcla de hormigón, por lo que antes de iniciar cualquier mezcla es importante realizar ensayos de calidad. Los hormigones generalmente están compuestos con un volumen de áridos del 70%. La densidad aparente va de la mano con la granulometría por su desentendencia de los gránulos ya que al tener un aumento en el diámetro hace que su densidad aparente disminuya. [13].

La masa por unidad de volumen es considerada como densidad, este valor puede variar en función de la masa a considerar, previo secado al horno (SH) en superficie de tiempo para alcanzar una masa con valor constante, así como también los saturados superficialmente secos (SSS) en donde los poros se llenan en su interior de agua [14].

La condición saturada superficialmente seca, indica que los poros permeables de las partículas son llenados con agua, a través de una prolongada inmersión en agua por un periodo de tiempo prescrito, pero sin agua libre sobre la superficie de las partículas [14].

Contenido orgánico del agregado fino

Este análisis es importante porque el agregado a usar no debe contener impurezas orgánicas, ya que, si estas se encuentran en cantidades excesivas en el material, provocan retardo en las reacciones químicas de curado es decir en la hidratación del cemento durante el tiempo de secado, pudiendo verse afectadas el desarrollo de la resistencia y durabilidad [15].

Contenido de humedad de los agregados

La humedad de los agregados está relacionada con la porosidad de las partículas, dependiendo del tamaño de los poros la permeabilidad y el volumen. Las partículas pueden encontrarse, totalmente secos, previo ingreso al horno durante 24 horas. Parcialmente secos mediante exposición al aire libre y totalmente húmedo en donde los agregados se encuentran con agua [17].

El término humedad permite describir la cantidad de agua que tienen los materiales o sustancias, debido a que estos son sólidos, tienen una constitución de materia seca y húmeda, por lo que se puede expresar su contenido en base seca y humedad [16].

El contenido de humedad en base seca, compara la masa de agua que contiene un material solido con su masa seca, pudiendo ser mayor al 100%, esto quiere decir que, si llegara a tener un porcentaje del 200%, significa que la masa de agua presente en el material es 2 veces su masa seca [16].

Ensayos de mecánicos (Resistencia y Absorción)

Compresión de adoquines

Para este ensayo se requiere de una máquina equipada de dos placas de dureza mínima Rockwell C55, sus caras deben ser lisas y tener una tolerancia de 0.15 por 1000, las placas de contacto deben tener circunferencias concéntricas de 1mm. La carga de la

máquina de ensayo se registra sobre un indicadora la cual pueda leer con una aproximación de 1000 N. [18]

Absorción de adoquines

Para este análisis es recomendable sumergir los adoquines entre 15.6 y 26.7°C por un lapso de tiempo de 24 a 48 horas, hay que tener cuidado que las superficies superiores queden 150 mm o más, bajo la lámina de agua, que se encuentren completamente separados uno del otro al interior del tanque, que las superficies inferiores estén por lo menos a 3.1 mm sobre el fondo [19].

La resistencia se deberá calcular tomando como base los valores propios del adoquín como mínimo de diez unidades, con esto se calculará la desviación estándar [18].

Lixiviación

Para este análisis se utiliza la metodología de la EPA apartado 1315, procedimiento característica de toxicidad (TCLP), determinando los contaminantes inorgánicos en la muestra. Al ser residuos peligrosos el lixiviado será determinado en base a su capacidad de neutralización ácida de la muestra, este añade una razón de 20:1 de sólido a líquido, El compuesto filtrante a través de un filtro de fibra de vidrio de 0.7 μm , y se analiza para obtener metales totales presentes en la muestra [20].

2 METODOLOGÍA

Nota aclaratoria

El muestreo de los residuos sólidos peligrosos fue realizado de manera directa por la empresa Hazwat, esto determinado por las diferentes políticas internas de manejo.

La empresa no realizó la entrega completa de los residuos peligrosos solicitados, por lo que se tuvo que variar en número y tipo de residuos ocasionando variaciones en lo que se tenía planificado trabajar inicialmente.

Por limitaciones presupuestarias designadas a los análisis de laboratorio en este proyecto, no se realizaron análisis físico – químicos correspondientes a la caracterización de los residuos peligrosos. Debido a la demanda del mercado ecuatoriano en cuanto a productos de construcción se optó por escoger adoquines como matriz de encapsulamiento.

2.1. Inventario y elaboración de menú

Para la definición y propuesta de las diferentes dosificaciones a usar de desechos peligrosos se realizó un inventario en el lapso de una semana con la finalidad de conocer la disponibilidad de los residuos que gestiona la empresa. El **ANEXO II** detalla los residuos peligrosos encontrados en los diferentes galpones de Hazwat, insumo que sirvió para la selección de los residuos usados.

En la zona de desembarque (**figura 2.1**) es el lugar al que llegan previamente los residuos peligrosos, inmediatamente son ubicados en cada galpón correspondiente.



Figura 2.1 Visita al Centro de Remediación Hazwat

Con dicha elección de residuos peligrosos gestionados por Hazwat se elaboró el siguiente menú, en el que se encuentra la ubicación, características, y los posibles metales presentes en base a información encontrada en la bibliografía.

Tabla 2.1 Menú de desechos peligrosos a tratar

RESIDUO	UBICACIÓN	CARACTERÍSTICA	POSIBLES METALES PRESENTES	METALES PARA ANÁLISIS	OTROS ANÁLISIS
Lodos	Galpón de aceites y grasas	Separación de aceites	Plomo, cadmio, mercurio, cromo, bario, selenio, arsénico, plata	Plomo, Mercurio, Arsénico, cromo y bario	Análisis de lixiviación.
Cenizas	Galpón 1	Incineración de residuos hospitalarios (gasas, agujas, sábanas, etc.)	Zinc, cromo, cadmio, plomo, hierro, mercurio, bario, selenio, arsénico, plata.	Mercurio, arsénico, bario.	Granulometría, densidad aparente, humedad.
Tabaco	Galpón 4	Hojas de tabaco	arsénico, el cadmio, el plomo, el níquel sustancias radiactivas	arsénico, cadmio y plomo	Humedad

Elaborado por: Autor

Residuos peligrosos a encapsular

Con el inventario establecido y el menú de desechos peligrosos, se definieron los siguientes ensayos a realizar:

Tabla 2.2 Residuos peligrosos a encapsular y ensayo a realizar

Residuos	Ensayo a realizar	Normativa
Lodos de separación de aceites	Ninguno	NOM-083-SERMANAT-2003

Cenizas de incineración	Densidad aparente	ASTM C29M-09 y norma INEN 858
	Granulometría	ASTM C33M13
	Contenido de humedad	ASTM C566
Hojas de tabaco	Densidad aparente	ASTM C29M-09 y norma INEN 858
	Contenido de humedad	ASTM C566

Hazwat si tiene una zona destinada al encapsulamiento de residuos peligrosos.



Figura 2.2 Zona de encapsulamiento que maneja Hazwat

2.3. Caracterización física de los agregados

Granulometría

Este ensayo fue realizado tanto para la arena, como para las cenizas de incineración, el cual permite conocer el tamaño de partícula del material. El mismo brindó información importante de las propiedades físicas según la escala granulométrica [11].

Para este análisis se necesitó pesar una muestra de 500 gr. de arena, misma que fue colocada en un tamiz de ensayo de 3/8, 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 20 (**figura 2.3**), esta muestra debe estar previamente seca, es decir introducida en el horno durante 24 horas previas a la realización de ensayo [11].



Figura 2.3 Tamices de ensayo, análisis granulométrico

Se colocaron 500 gr. en el tamiz de ensayo se lo mueve en forma circular aproximadamente durante 5 minutos y se toma los pesos con el contenido de los diferentes tamices (**figura 2.4**) [11].



Figura 2.4 Cantidad en gramos del Tamiz N ° 10

Este procedimiento fue repetitivo para la ceniza de incineración.

Densidad aparente de la arena y de las cenizas de incineración

Para ello se utilizó un flexómetro y una varilla, se colocó la arena en un recipiente de volumen conocido tanto para la densidad aparente suelta y compactada (**Figura 2.5 y figura 2.6**) [16].

Peso suelto 1 y 2

Se pesó el recipiente vacío mismo que tenía un peso de 1898.1 gramos, se introdujo el material hasta el tope del envase alineándolo con la varilla (**figura 2.5**), y se procedió a pesar en la balanza dando el peso suelto 1. Posteriormente se vació el contenido en su

totalidad y se llenó nuevamente este de volumen conocido hasta el tope, alineándolo con la varilla dando como resultado el peso suelto 2 [16].



Figura 2.5 Material alineado con la varilla en el recipiente de volumen conocido para cálculo de densidad suelta.

Peso compactado 1 y 2

Se utilizó el recipiente vacío anterior de peso conocido y se llenó el 1/3 con la arena y se dieron 25 golpes sin tocar la base con ayuda de la varilla buscando compactar la muestra. Este procedimiento se repitió para la mitad del recipiente (**figura 2.6**) y la totalidad de llenado (**figura 2.7**), se vació el contenido por completo y se volvió a realizar este proceso [16].



Figura 2.6 Compactación 2/3 partes del recipiente



Figura 2.7 Compactación del recipiente en su totalidad de capacidad

Peso específico de la arena.

Para este análisis se pesó un kilo de la muestra, previamente lavada para quitar el polvo teniendo cuidado de no eliminar el material y se repitió este procedimiento hasta que el agua estuvo completamente cristalina (**Figura 2.8 y 2.9**). Se dejó que el agua quede esparcida por 1 o 2 centímetros, y permaneció en reposo durante 24 horas. Durante el primer día no se realiza toma de datos [11].



Figura 2.8 Agua con material turbia



Figura 2.9 Agua con material Cristalina

Posteriormente se analizó si llegó a la condición SSS (Saturada Superficialmente Seca), para lo cual se colocó la muestra en reposo en otra bandeja y se esparció 500 gramos en el horno. En un picnómetro con ayuda de un matraz, se llenó con agua hasta la marca de aforo (500 ml). El agua se secó con bomba de vacío en dos tiempos [11].

Primero se llenó el picnómetro 500 ml del material y se aforó con agua, se secó el material en el horno y se colocó en el cono (**figura 2.10**), se dieron 25 golpes (**figura 2.11**) y se pesaron 300 gramos [11].



Figura 2.10 Cono con material (arena) salido del horno



Figura 2.11 Compactación del material (arena)

Densidad aparente del cemento

Con ayuda de un molde de volumen conocido se midió la altura y el diámetro. Se llenó éste con cemento hasta el tope para obtener el peso suelto 1 (**Figura 2.12**).

Para el peso compactado se llenó 1/3 del recipiente este recipiente debió estar previamente medido ancho en diámetro (ϕ) como en altura (h) para poder calcular el volumen del recipiente denotado como V_r , inmediatamente se dieron 25 golpes, luego se repitió para la mitad y en su totalidad, obteniendo el dato del peso compactado 1 (W_{cs}). Este procedimiento fue similar para la densidad aparente, pero utilizando un recipiente de volumen de 350 ml [11].

Para el cálculo de las densidades sueltas y compactadas se utilizó las ecuaciones 2.1 y 2.2.

Ecuación 2.1 Ecuación de la densidad suelta

$$\delta_{suelta} = \frac{W_{cs}}{V_r} = \frac{4 * (P2s - P1)}{\pi * \phi^2 * h}$$

Ecuación 2.2 Ecuación de la densidad compactada

$$\delta_{compactada} = \frac{W_{cs}}{V_r} = \frac{4 * (P2s - P1)}{\pi * \phi^2 * h}$$

Donde:

δ_{suelta} = Densidad aparente suelta del cemento, en gr/cm^3

$\delta_{compactada}$ = Densidad aparente compactada del cemento, en gr/cm³

W_{CS} = Peso del cemento suelto, en gr. ($P_{2S} - P_1$).

V_r = Volumen del recipiente.

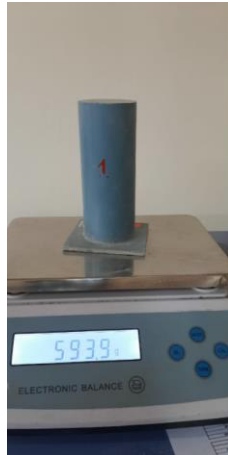


Figura 2.12 Paso en gramos del peso suelto 1 para cálculo de densidad aparente del cemento

Para este análisis se tiene como base el principio del Lechatelier, y se requiere gasolina ya que el agua fragua con el cemento [11].

Previamente al análisis se colocó en el horno el agua, misma que tuvo una temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 2$ ($t_o=t_f$), se colocó la gasolina entre las marcas de 0 cm³ y 1 cm³ (L1) (**Figura 2.13**), en el frasco de Lechatelier dando así un volumen inicial. Posteriormente, se introdujo el frasco en el agua para evitar variaciones de temperatura (**Figura 2.14**), se limpió la base y se pesó dando así un peso inicial (P_1). Con ayuda del embudo se colocó en el interior del frasco de Lechatelier cemento poco a poco buscando homogenizar la muestra, evitando salpicaduras y que este se adhiriera a las paredes del interior sobre el nivel del líquido hasta que la gasolina suba entre 18 ml y 24 ml (L2), al alcanzar esta altura se colocó el tapón en el frasco y se pesó. Para obtener el volumen L2, sobre una superficie lisa y en posición inclinada, se buscó eliminar el aire comprimido en el interior del frasco, frotándolo en forma circular y haciendo fricción. Inmediatamente se lo sumergió en agua caliente hasta que alcanzó la temperatura inicial, y finalmente se tomó las lecturas de volumen y peso del frasco con el reactivo y cemento (P_2) [11].

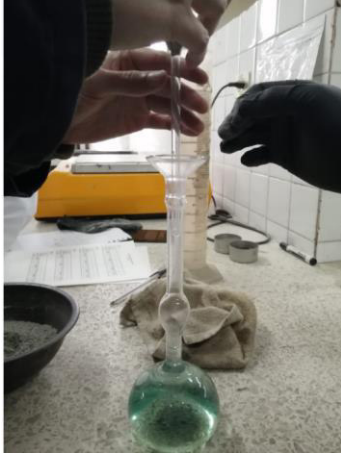


Figura 2.13 Frasco de Lechatelier con gasolina entre 0 cm³ y 1 cm³



Figura 2.14 Conservación de temperatura inicial y final

Este procedimiento fue repetido al siguiente día ya que la densidad obtenida no fue la esperada, sin embargo, para tener un resultado más representativo se repitió este ensayo [11].

El cálculo de la densidad real fue dado por la ecuación:

Ecuación 2.3 Ecuación de la densidad

$$\delta_{REAL} = \frac{P2 - P1(\text{gr})}{L2 - L1(\text{cm}^3)}$$

Donde:

δ REAL = Densidad real (gr/cm³)

P1 = Peso del frasco con reactivo (gr)

P2 = Peso del frasco con reactivo y cemento (gr)

L1 = Lectura del frasco en el cuello inferior (cm³)

L2 = Lectura final del frasco en el cuello superior (cm³)

Contenido orgánico de la arena

Para este análisis se usó la escala de color de Gardner, con una solución de hidróxido de sodio al 3% de concentración. Se colocó el material hasta 130 ml y se añadió el hidróxido

de Sodio hasta llegar a 200 ml, se cerró el frasco, se agitó y se dejó en reposo por aproximadamente 24 horas.

Inmediatamente después se comparó el color del líquido que se encuentra en reposo con la cartilla de colores correspondiente a la escala de Gardner. Si pasa del nivel 2 se necesita hacer otras pruebas, ya que este resultado sería producto de que la muestra contiene impurezas inorgánicas y la arena no sería considerada apta para la fabricación de hormigones [15].

Tabla 2.3 Ensayo de contenido orgánico - Escala de Gardner

ENSAYO CONTENIDO ORGÁNICO		ESCALA GARDNER	
	0	X	
	1		
	2		
	3		
	4		
	5		

Elaborado por: Autor

Contenido de humedad de agregados (cenizas de incineración y tabaco)

Para este método se utilizó como referencia la normativa ASTM C 566, misma que permitió la determinación de humedad en base seca evaporable en una muestra. Para esto se sometió a una muestra del material a secado durante 24 horas aproximadamente y se hizo una comparación de las masas antes y después de ser introducidas al horno [11].

Para este análisis se necesitó una balanza y un horno, ya que se pesó la muestra antes (masa natural) y después de ser sometida a $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ (masa seca), este procedimiento fue repetitivo tanto para las cenizas de incineración (**figura 2.16**) como para el tabaco (**figura 2.15**) [11].



Figura 2.15 Peso en gramos del tabaco previo ingreso al horno para determinación de humedad

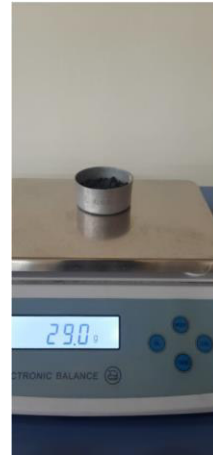


Figura 2.16 Peso en gramos de las cenizas de incineración previo ingreso al horno para determinación de humedad.

Para el cálculo de la humedad en base seca se utilizó la siguiente expresión:

Ecuación 2.4 Ecuación de cálculo de porcentaje de humedad en base seca

$$\%Humedad = \frac{Masa\ natural\ (g) - Masa\ seca(g)}{Masa\ seca\ (g)} * 100\%$$

Adicionalmente se determinó el contenido de humedad en base húmeda con la siguiente expresión:

Ecuación 2.5 Ecuación de cálculo de porcentaje de humedad en base húmeda

$$\%Humedad = \frac{Masa\ natural\ (g) - Masa\ seca(g)}{Masa\ natural\ (g)} * 100\%$$

2.4. Elaboración de adoquines

Dosificación

La propuesta para la elaboración de adoquines fue planteada en tres diferentes dosificaciones determinadas de la siguiente manera.

Tabla 2.4 Dosificaciones propuestas para la elaboración de adoquines

Componentes	Dosificación 1		Dosificación 2		Dosificación 3				
	Porcentaje	Peso (kg)	Porcentaje	Peso (kg)	Porcentaje	Peso (kg)			
Lodos de separación de aceites	0,5%	5%	0,49	3%	10%	4,9	2,5%	15%	4,10
Cenizas de incineración	2%		1,97	5%		8,2	10%		16,40
Hojas de tabaco	2,5%		2,46	2%		3,3	2,5%		3,30

Elaborado por: Autor

La dosificación de materiales como cemento arena y agua, se utilizó en base a la experiencia del personal de la adoquinera. Los porcentajes de residuos peligrosos presentadas en la tabla 2.4 reemplazan a la arena.

Para la elaboración de 11 adoquines se utilizó una carretilla de arena más 83 kg de cemento, se pesó en kilogramos la carretilla y el resultado fue:

Tabla 2.5 Peso en kg. de carretilla de arena

Número de palas	Peso en kilogramos
3 palas	22.85 kg
3 palas	22.35 kg
3 palas	23.75 kg
4 palas	29.70 kg
Total, de palas :13 palas	98.65 kg

Elaborado por: Autor

Fuente: Horma q bloques y adoquines, 2022

Resultó que una carretilla (**figura 2.17**) abarca 13 palas y tienen un peso de 98.65 kg.



Figura 2.17 Peso en kilogramos de carretilla de arena

Mezclado y moldeado de adoquines

Mezcla 1 correspondiente al 5%

Con el peso establecido de la arena y cemento se colocaron 0.49 kg de lodos, 1.97 kg de cenizas, 2.46 kg de hojas de tabaco, adicional se añadió de manera paulatina agua potable llegando a necesitar 10 litros.

Tabla 2.6 Mezcla 1 - 5%

Componentes de la mezcla	Peso en Kilogramos
Arena	98.65 kg
Cemento	8.3 kg
Lodos de separación de aceites	0.49 kg
Cenizas de incineración	1.97 kg
Hojas de tabaco	2.46 kg
Agua	10 litros

Elaborado por: Autor



Figura 2.18 Peso en kilogramos de los residuos peligrosos dosificación 5%

Como se observa en la **figura 2.18**, se pesaron de manera unificada los residuos peligrosos a usar (cenizas de incineración, lodos de separación de aceites, hojas de tabaco) en la mezcla 1.

Se colocaron los residuos peligrosos, el agua, la arena y el cemento, como se observa en la **figura 2.19**, en el suelo, esta mezcla se la realizó de manera manual, de forma paulatina se añadió agua poco a poco hasta conseguir la mezcla deseada en base a la experiencia del personal de la adoquinera.

Fue notorio el aumento de volumen en la mezcla, se colocó en los moldes como se observa en la **figura 2.20**, y se mantuvo en la máquina de compactación y moldeado generando una vibración para fusionar los materiales, al desmontar los adoquines en esta primera mezcla se obtuvieron 16 adoquines completos, con forma de cruz sin roturas ni deformidades (**figura 2.21**).



Figura 2.19 Homogenización de residuos peligrosos dosificación 5%



Figura 2.20 Colocación de la mezcla homogenizada en el molde



Figura 2.21 Primer producto de adoquines-dosificación 5%

Mezcla 2 correspondiente al 10%

Con los kilos de arena y cemento establecidos se colocaron 4.9 kg de lodos, 8.2 kg de cenizas, 3.3 kg de hojas de tabaco, adicional se añadió de manera paulatina agua potable llegando a necesitar 1.25 litros.

Tabla 2.7 Mezcla 2 - 10%

Componentes de la mezcla	Peso en Kilogramos
Arena	98.65 kg
Cemento	8.3 kg
Lodos de separación de aceites	4.9 kg
Cenizas de incineración	8.2 kg
Hojas de tabaco	3.3 kg
Agua	11.25 litros

Elaborado por: Autor

Se realizó el mismo procedimiento de la mezcla 1, pero de manera mecánica (**figura 2.22**), se colocaron los componentes en la mezcladora hasta conseguir homogeneidad en la mezcla. Se añadió de manera paulatina el agua en base a la experiencia del personal de la adoquinera colocando finalmente 11.25 litros de agua, al desmontar los adoquines se obtuvieron 18 adoquines completos, con forma de cruz sin roturas ni deformidades (**figura 2.23**).

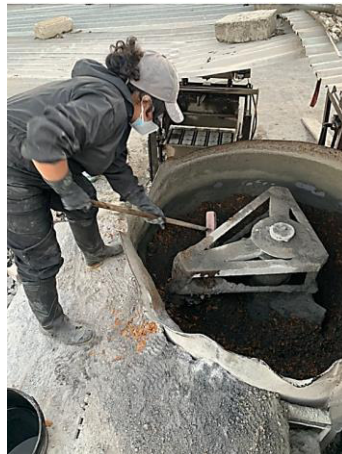


Figura 2.22 Colocación de residuos peligrosos, arena, cemento y agua dosificación 10%



Figura 2.23 Segundo producto de adoquines dosificación 10%

Mezcla 3 correspondiente al 15%

Con los kilos de arena y cemento establecidos se colocaron 4.10 kg de lodos, 16.4 kg de cenizas, 3.3 kg de hojas de tabaco, adicional se añadió de manera paulatina agua potable llegando a necesitar 1.25 litros.

Tabla 2.8 Mezcla 3 - 15%

Componentes de la mezcla	Peso en Kilogramos
Arena	98.65 kg
Cemento	8.3 kg
Lodos de separación de aceites	4.10 kg
Cenizas de incineración	16.4 kg
Hojas de tabaco	3.3 kg
Agua	12.5 litros

Elaborado por: Autor

Se realizó la mezcla de manera mecánica (**figura 2.24**), para ello se utilizó 12.5 litros de agua. Al desmontar los adoquines se obtuvieron 16 con forma hexagonal (**figura 2.25**), de los cuales 14 salieron completos sin deformidades. Sin embargo, 2 presentaron fisuras y era notorio el alto contenido de impurezas en los lodos de separación de aceites.



Figura 2.24 Colocación de residuos peligrosos, arena, cemento y agua dosificación 15%



Figura 2.25 Tercer producto de adoquines dosificación 15%

Fraguado y curado de adoquines

En esta etapa se regó agua en las caras superficiales de los adoquines como se muestra en la **figura 2.26**, los adoquines fueron colocados de tal manera que puedan ser identificadas las diferentes dosificaciones, con esto buscando un fraguado sin alteraciones. Para lo cual, se colocaron los adoquines de las diferentes dosificaciones en un espacio abierto aprovechando la luz solar con la finalidad de que estos fragüen.



Figura 2.26 Curado de las tres dosificaciones de adoquines

Según lo reglamentado en la norma NTE INEN 1 488 el tiempo de curado óptimo es de 28 días, sin embargo, por el tiempo corto de la investigación se lo realizó a los 14 días.

Una vez realizados estos dos últimos procedimientos se pudo observar que la primera dosificación, correspondiente al 5%, pudo ser levantada a partir del día 2 (**Figura 2.27**) de la elaboración de los adoquines. A partir del día 4 se pudo levantar la dosificación correspondiente al 10% y a partir del día 6 la tercera dosificación correspondiente al 15%. Esta última dosificación continuaba suave y requería de cuidado, ya que al menor golpe esta presentó deformidades y rupturas en sus esquinas.



Figura 2.27 Segundo día, después de la elaboración de adoquines dosificación 5%

2.5. Ensayos físicos y mecánicos de los adoquines

Ensayos de compresión

Transcurridos 14 días de fraguado de adoquines, estos fueron trasladados desde la parroquia de Nayón hasta el laboratorio del LEMSUR de la Escuela Politécnica Nacional,

en donde se realizaron los ensayos que permitieron definir su resistencia mecánica mediante compresión y absorción.

Para el ensayo de resistencia mecánica, compresión se alisaron ambas superficies de los adoquines tomando tres adoquines por dosificación, para la absorción se pesaron 3 adoquines e inmediatamente fueron sumergidos en el agua durante 24 horas. Los ensayos tienen como base de cumplimiento a la norma ASTM C140/C140-18, previo a este ensayo se realizó el alisado de las superficies de los adoquines (**figura 2.28**), con la finalidad de igualar superficies irregulares, inconveniente que puede causar errores en la medición.



Figura 2.28 Alisamiento de las superficies de los adoquines previo a ensayo de compresión

Los ensayos de compresión fueron dados 14 días después de su elaboración, ingresando a un equipo apropiado capaz de generar fuertes presiones, arrojando una carga en (kN), una carga específica en (MPa) y el tiempo en segundos, como se muestra en la **figura 2.29**. Estos ensayos fueron realizados hasta causar una ruptura del adoquín.

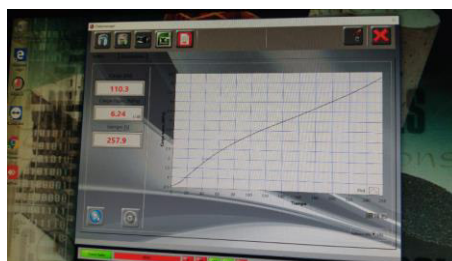


Figura 2.29 Datos de compresión arrojados por el equipo

Análisis de absorción

Para este análisis los adoquines fueron pesados e inmediatamente sumergidos completamente en un tanque con agua (**figura 2.30**) con una temperatura de 16.5°C, y con una separación que no tengan contacto entre sí, por un lapso de tiempo de 48 horas, transcurrido este tiempo se escurrieron por uno minutos, e inmediatamente fueron pesados [19].



Figura 2.30 Adoquines sumergidos completamente en el agua para ensayos de absorción.

No se realizaron ensayos de lixiviación, ya que los resultados obtenidos de resistencia mecánica no se encontraban dentro de los requisitos establecidos dentro de la norma NTE INEN 3040, misma que menciona que al no tener los resultados esperados se deben adoptar medidas para mejorar las deficiencias.

Una vez mejoradas las deficiencias se deberá realizar este ensayo ya que permitirá determinar la inmovilización de contaminantes.

3 RESULTADOS

Con los resultados obtenidos se evaluará la factibilidad de uso de los materiales para la elaboración de adoquines y el cumplimiento de la normativa mencionada a continuación:

3.1. Calidad de adoquines con reglamentación de la NTE INEN 696 : 2011.

Resultados de granulometría de la arena y las cenizas de incineración

Mediante los ensayos granulométricos se determinó la graduación de materiales con el propósito de utilizarlos como áridos para la elaboración de los adoquines. Una vez muestreado el agregado conforme o establecido en la norma NTE INEN 695 se ha obtenido tanto para las cenizas como para la arena los siguientes resultados (**Tabla 3.1 y Figura 3.2**), obteniéndose así sus respectivas curvas (**Figura 3.1 y Figura 3.2**) [21].

Según lo establecido en la Norma de la Asociación Americana para el Ensayo de Materiales, menciona que el agregado no deberá ser mayor al 45% retenido entre 2 tamices consecutivos [21].

Se observa en los resultados obtenidos que al sumar el porcentaje de dos tamices consecutivos ninguno es mayor al 45%, es decir, los datos obtenidos se encuentran dentro de lo establecido en la Norma de la Asociación Americana para ensayo de Materiales.

Tabla 3.11 Cálculos para obtención de curva granulométrica de la arena

TAMIZ N °	ABERTURA (milímetros)	PESO RETE. (gramos)	% PESO CONSERVADO	% QUE PASA POR EL TAMIZ
3/8	9,5	0	0,00	100,00
4	4,75	36,8	7,42	92,58
8	2,36	108,8	21,95	70,63
16	1,18	97,8	19,73	50,90
30	0,6	66,7	13,46	37,44
50	0,3	63,7	12,85	24,59
100	0,15	58,3	11,76	12,83
200	0,075	29,2	5,89	6,94
BANDEJA		34,4	6,94	0,00
		495,7	100,00%	

Elaborado por: Autor

Con los resultados del ensayo, se determinó la curva granulométrica del agregado. En el eje de las abscisas se tiene el tamaño de las partículas (escala semilogarítmica) y en el eje de las ordenas se tiene el porcentaje que pasan una cierta abertura del tamiz [21].

Se observa la curva granulométrica cumple con lo estipulado en la norma C-33 [21].

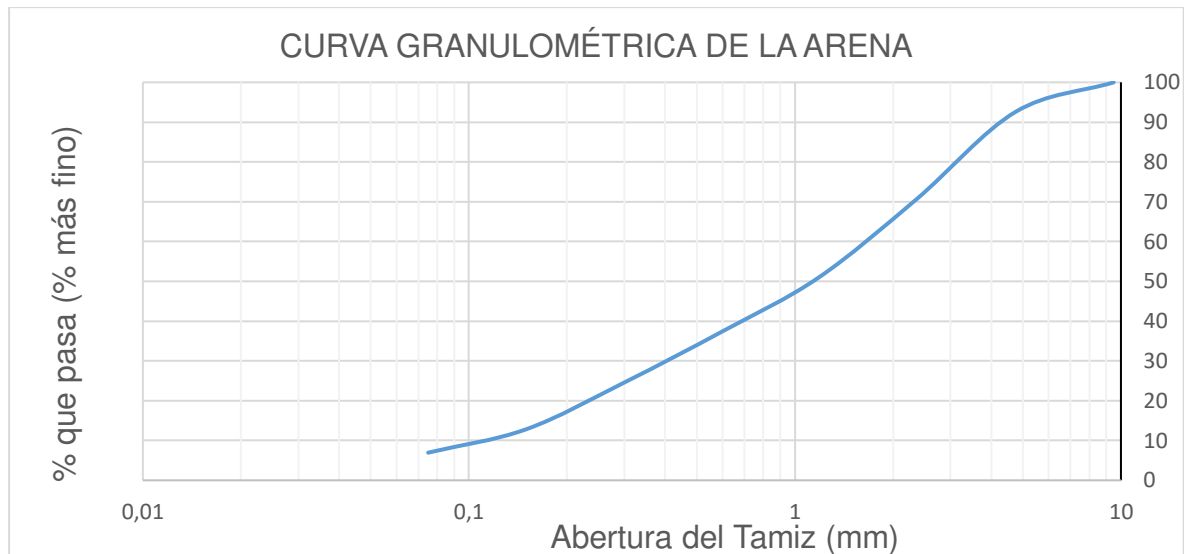


Figura 31 Curva granulométrica de la arena

Se tiene como resultante una curva continua cerrada, misma que quiere decir que hay buena variedad de tamaños, esta curva es la ideal para realizar buenos hormigones. Según los límites que establece las especificaciones ASTM C-33 se puede decir que:

El porcentaje que pasó por el tamiz 200 fue de 5.89%. El límite cuando se trata de arena es hasta de 7%, por lo tanto, cumple. [21]

La granulometría se cumple en todos los tamices por lo tanto la granulometría está dentro de la especificación. [21]

Con los resultados de la ceniza de incineración se obtienen los siguientes resultados

Para las cenizas de incineración el porcentaje que pasó por el tamiz 200 fue de 99,1%. El límite es del 7%, por lo tanto, no cumple.

Como se determina en la (**tabla 3.2**), la granulometría no cumple con lo estipulado en la normativa en ninguno de los tamices, por lo tanto, la granulometría no está dentro de la especificación de la norma ASTM C-33 [21].

Tabla12 Resultados granulometría de la ceniza

TAMIZ		Peso Rete. (gramos)	% Rete.		% Pasa por el tamiz
N °	Milímetros		Total %	% Acu.	
1/2"	12,7	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,5	48,8	9,6	9,6	90,4
4,0	4,8	101,8	20,1	29,7	70,3
8,0	2,4	118,4	23,3	53,0	47,0
16,0	1,2	112,7	22,2	75,2	24,8
30,0	0,6	38,8	7,6	82,8	17,2
50,0	0,3	41,2	8,1	91,0	9,0
100,0	0,2	32,1	6,3	97,3	2,7
200,0	0,1	9,3	1,8	99,1	0,9
BANDEJA		4,5	0,9	100,0	
Peso Total gr.		507,6			

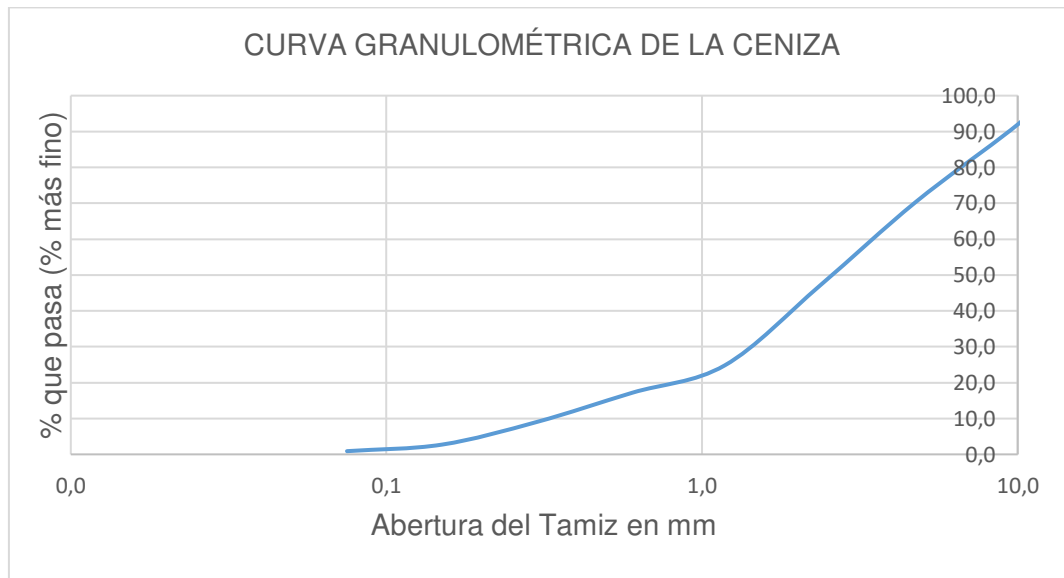


Figura 32 Curva granulométrica de la ceniza

Densidad aparente de la arena

La estimación de la precisión tiene como base la norma ASTM C 127, en la cual se encuentra la desviación estándar y un rango aceptable de los resultados. Las densidades obtenidas se encuentran dentro de lo estipulado en la norma NTE INEN 490:2011 [22].

Tabla13.3 Resultados densidad aparente de la arena

DENSIDAD APARENTE AGREGADOS					
IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	MUESTRA SUELTA		MUESTRA COMPACTADA	
		DENSIDAD SECA (kg/m ³)	CONTENIDO DE VACÍOS (%)	DENSIDAD SECA (kg/m ³)	CONTENIDO DE VACÍOS (%)
1	Arena	1743	30	1879	25

Elaborado por: Autor

Fuente: Informe de laboratorio LEMSUR, 2022

Densidad real del cemento

Estos son valores promedios del ensayo realizado, cada uno fue realizado con dos muestras buscando que no exista variación significativa, los resultados producto del ensayo se muestran en la **tabla 3.4** [15].

Las densidades obtenidas se encuentran dentro de la estipulación y determinación del rango de la normativa, según lo establecido en la normativa ASTM C29M-09 y la norma NTE INEN 858 [22].

Tabla14 Resultados de la densidad aparente del cemento

Muestra	Molde N °	Peso del molde	Ø del molde	H del molde	Peso molde + muestra suelta	Peso molde+ muestra compactada	
		Gr.	Cm	Cm	Gr.	Gr.	
M1	1	153.0	5.41	14.8	487.8	601.5	594.1
M2	5	157.8	5.48	14.8	501.6	593.1	618.1

Elaborado por: Autor

Fuente: Informe de laboratorio LEMSUR, 2022

Con la ecuación de la densidad, se hace un ejemplo de cálculo de densidad suelta:

Suelto 1

$$\delta_{suelta} = \frac{M}{V} = \frac{487.8gr - 153gr}{340.21cm^3} = 0.984 gr/cm^3$$

 δ =Densidad

M= Masa-Peso recipiente

V= Volumen

Suelto 2

$$\delta_{suelta} = \frac{M}{V} = \frac{501.6gr - 157.8gr}{349.07cm^3} = 0.985 gr/cm^3$$

δ =Densidad (gr/cm³)

M= Masa-Peso recipiente (gr.)

V= Volumen (cm³)

Se realizaron dos repeticiones para este cálculo y se obtuvo un promedio mismo que fue de 3.155gr/cm³, la densidad desempeña un papel fundamental ya que en cada paso de su elaboración es analizado mediante pruebas físicas con la finalidad de garantizar que este cumple con las especificaciones necesarias y así producir una resistencia compresiva más alta [22].

Tabla15 Densidad aparente de agregados

DENSIDAD APARENTE AGREGADOS					
IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	MUESTRA SUELTA		MUESTRA COMPACTADA	
		DENSIDAD SECA (kg/m ³)	CONTENIDO DE VACÍOS (%)	DENSIDAD SECA (kg/m ³)	CONTENIDO DE VACÍOS (%)
1	Arena	1743	30	1879	25

Elaborado por: Autor

Fuente: Informe de laboratorio LEMSUR, 2022

Se realizaron dos repeticiones para este cálculo y se obtuvo un promedio mismo que fue de 3.155gr/cm³. La densidad desempeña un papel fundamental ya que en cada paso de su elaboración es analizado mediante pruebas físicas con la finalidad de garantizar que este cumple con las especificaciones necesarios y así producir una resistencia compresiva más alta [22].

Tabla16 Densidad aparente del cemento

DENSIDAD APARENTE DE CEMENTO			
IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	DENSIDAD SUELTA (g/cm ³)	DENSIDAD COMPACTADA (g/cm ³)
M1	ENSAYO 1	0.984	1.307
M2	ENSAYO 2	0.985	1.283

Elaborado por: Autor

Fuente: Informe de laboratorio LEMSUR, 2022

Tabla17 Densidad aparente de la ceniza

DENSIDAD APARENTE AGREGADOS					
IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	MUESTRA SUELTA		MUESTRA COMPACTADA	
		DENSIDAD SECA (kg/m³)	CONTENIDO DE VACÍOS (%)	DENSIDAD SECA (kg/m³)	CONTENIDO DE VACÍOS (%)
1	Ceniza	454	****	598	****

Elaborado por: Autor

Fuente: Informe de laboratorio LEMSUR, 2022

Peso específico:

Con el resultado obtenido de la arena se observa que el peso específico es mínimo con respecto al lote patrón, es decir que el peso específico, peso unitario y el porcentaje sin características físicas de cada material para elaborar una mezcla de concreto [22].

Tabla18 Resultado de la gravedad específica y absorción

RESULTADO DEL ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN					
IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	DENSIDAD RELATIVA SECA	DENSIDAD RELATIVA	DENSIDAD RELATIVA APARENTE	ABSORCIÓN DE AGUA
1	Arena	2.51	2.59	2.75	3.52


Elaborado por: Autor

Fuente: Informe de laboratorio LEMSUR, 2022

3.1.5. Contenido orgánico de la arena

Este resultado demuestra que el contenido orgánico es aceptable, por tanto, es considerado apto para la fabricación de hormigones [22].

Tabla19 Resultados ensayo de contenido orgánico de la arena

Muestra	Escala de Gardner
	0

Elaborado por: Autor

Fuente: Informe de laboratorio LEMSUR, 2022

El contenido de materia orgánica según la escala de Gardner es cero, por lo tanto, cumple con el límite que es 3.

Contenido de humedad de la ceniza de incineración

Los resultados que se muestran a continuación están reportados en función de la norma ASTM C566, misma que se está dada en base seca, razón por la cual el porcentaje es mayor al 100% [16].

Para determinar el contenido de humedad en base húmeda se utiliza la expresión mencionada en el capítulo anterior y se realiza un ejemplo de cálculo para la ceniza:

$$\%Humedad = \frac{Masa\ natural\ (g) - Masa\ seca(g)}{Masa\ natural\ (g)} * 100\%$$

$$\%Humedad\ 1 = \frac{35.5\ (g) - 18.10(g)}{35.5\ (g)} * 100\% = 49.01\ \%$$

$$\%Humedad\ 2 = \frac{33.1\ (g) - 15.70\ (g)}{33.1\ (g)} * 100\% = 52.57\ \%$$

Con ello se tiene un promedio de 50.79% en base húmeda.

Mientras que para base seca se realiza un ejemplo de cálculo para la ceniza mediante la siguiente expresión:

$$\%Humedad = \frac{Masa\ natural\ (g) - Masa\ seca(g)}{Masa\ seca\ (g)} * 100\%$$

$$\%Humedad = \frac{35.5\ (g) - 18.10(g)}{18.10\ (g)} * 100\% = 96.13\ \%$$

$$\%Humedad = \frac{33.1\ (g) - 15.70(g)}{15.70\ (g)} * 100\% = 110.83\ \%$$

Con ello se obtiene un promedio de 103.48% en base seca.

El contenido de humedad puede expresarse mediante las dos maneras.

El contenido de humedad en base seca compara la masa de agua que contiene un material sólido con respecto a su masa seca, en este caso al ser de 103.48% significa que la masa de agua presente en el material es el doble de su masa seca [16].

Tabla20 Resultados contenido de humedad en base seca de los residuos peligrosos

N °	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	MASA NATURAL (g)	MASA SECA (g)	CONTENIDO DE HUMEDAD EN BASE SECA (%)	CONTENIDO DE HUMEDAD EN BASE HÚMEDA (%)
1	Ceniza	35.5	18.10	96.13	49.01
2	Ceniza	33.1	15.70	110.83	52.57
Promedio				103.48	50.79
1	Tabaco	4.8	4.40	9.09	8.33
2	Tabaco	4.8	4.20	9.52	8.69
Promedio				9.31	8.51

Elaborado por: Autor

Fuente: Informe de laboratorio LEMSUR, 2022

Como resultado se obtuvo que el porcentaje de humedad en base seca de la ceniza (103.48%) es extremadamente alto en comparación con el del tabaco (9.31%), esto podría ser desfavorable en la colocación de agua en la mezcla [12].

Por otro lado, el porcentaje de humedad en base húmeda de la ceniza fue del 50.79% acorde a lo que se puede constatar visualmente en la muestra de ceniza, en donde se observó una cierta cantidad de agua. En el caso de las hojas de tabaco la humedad (base húmeda) fue de 8.51% implicando un material con una baja masa de agua evaporable

3.2. Resultados de resistencia mecánica

Según los resultados determinados se concluye que ninguna de las dosificaciones se encuentra dentro de lo establecido con la normativa para uso en tránsito peatonal, estacionamiento y calles residenciales, caminos secundarios y calles principales. Para cumplimiento de la normativa en tránsito peatonal se debía cumplir con una resistencia de 20MPa, para estacionamientos y calles residenciales con una resistencia de 30MPa, y para caminos secundarios y calles principales con 40MPa.

Se tuvo como resultado la primera dosificación correspondiente al 5% un promedio de 3.39MPa, la segunda dosificación correspondiente al 10% un promedio de 2.30 MPa, y finalmente la tercera dosificación correspondiente al 15% un promedio de 2.80 MPa. Sin embargo, los blancos si cumplieron para el uso en tránsito peatonal, estacionamientos y calles residenciales, caminos secundarios y calles principales; por lo tanto, se evidencia que la resistencia se vio comprometida debido a la granulometría de los residuos peligrosos, y el contenido de humedad presente en las cenizas de incineración, así como las impurezas presentes en los residuos.

Para poder realizar la proyección del cálculo de la resistencia a los 28 días se tomó en cuenta la rotura al día 14 y se utilizó la fórmula empírica de Ross Heidecke, como se muestra en la **tabla 3.11** [23].

Tabla21 Resultados de compresión mecánica de adoquines

N°	FECHA DE FÁBRICA	FECHA DE ROTURA	CODIGO	ESP	A	B	C	D	E	F	Peso	Carga Máxima	Área adoquín	Resistencia	Resistencia a los 14 días	Resistencia a los 28 días	Resistencia al 100%	Peatonal (20MPa)	Estacionamiento y calles residenciales (30MPa)	Caminos secundarios y calles principales (40MPa)
				ESOR	cm	cm	cm	cm	cm	cm										
1	23/12/2021	10/1/2022	AD0501	7,5	24	22,2	12	17	2,5	2,5	6952,7	138,2	479,7	0,29	2,88	4	3,60	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
2	23/12/2021	5/1/2022	AD0502	7,5	24	22,2	10	17	2,5	2,5	6654,6	121,9	470,5	0,26	2,59	3	3,24	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
3	23/12/2021	10/1/2022	AD0503	7,5	24	21,8	10	17	2,5	2,5	6606,5	125,5	470,5	0,27	2,67	3	3,33	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
4	23/12/2021	5/1/2022	AD1001	7,8	24	22	9,8	17	2,5	2,5	5783,4	85,3	469,5	0,18	1,82	2	2,27	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
5	23/12/2021	5/1/2022	AD1002	7,5	24	22	9,7	17	2,5	2,5	5652,1	74,8	469,0	0,16	1,59	2	1,99	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
6	23/12/2021	10/1/2022	AD1003	7,5	24	22	9,7	17	2,5	2,5	6054,4	98,4	469,0	0,21	2,10	3	2,62	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
7	23/12/2021	5/1/2022	AD1501	7	24	22	9,8	17	2,5	2,5	5238,2	110,3	469,5	0,23	2,35	3	2,94	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
8	23/12/2021	10/1/2022	AD1502	7,5	24	22	9,8	17,2	2,5	2,5	2295,4	88,2	474,3	0,19	1,86	2	2,32	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
9	23/12/2021	5/1/2022	AD1503	8	24	22	9,5	16,9	2,5	2,5	6032,8	117,1	465,6	0,25	2,52	3	3,14	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
10	23/12/2021	6/1/2022	BLAN01	8	24	22	9,5	17	2,5	2,5	8232,9	1551,4	468,0	3,31	33,15	43	41,44	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
11	23/12/2021	6/1/2022	BLAN02	8	24	22	9,5	17	2,5	2,5	8488,9	1230,9	468,0	2,63	26,30	34	32,88	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
12	23/12/2021	6/1/2022	BLAN03	8	24	22	9,5	17	2,5	2,5	8360,9	1411,3	468,0	3,02	30,16	39	37,69	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE

Elaborado: Autor

3.3. Resultados de absorción

La absorción fue realizada a los 14 días, con diferentes porcentajes de residuos peligrosos. Existen varios estudios que demuestran que la absorción a los 14 días es similar a los 28 días [23].

En base a la norma NTE INEN 3040, establece que la absorción no debe ser mayor al 6%, con los resultados obtenidos, se puede verificar que los resultados sobrepasan más de la mitad de la normativa y en el caso de la dosificación 15% triplican lo establecido, razón por la cual los adoquines no pasaron [24].

Al no encontrarse dentro del cumplimiento de requisitos según la normativa se aplica lo establecido en el apartado 6.3.6. de la Norma NTE INEN 3040, misma que menciona que al no tener los resultados esperados estos deben adoptar medidas para mejorar las deficiencias presentadas [11].

Posiblemente la porosidad del adoquín fue comprometida por las hojas de tabaco y las impurezas presentes en las cenizas y lodos como agujas, alambres, restos de textiles y otros restos que no se pudieron identificar a simple vista. Adicionalmente el porcentaje de absorción pudo haber sido influenciado por una alta capacidad de absorción de agua por parte de las hojas de tabaco. Es necesario considerar que la ceniza tiene una humedad de 50.79% que pudo haber aportado agua a los adoquines en suma con la utilizada en su fabricación. En cambio, las hojas de tabaco con una baja humedad de 8.51%, pudieron haber absorbido gran cantidad de agua hasta un nivel de saturación incluso incrementando su volumen, esto se evidenció en la fase de elaboración de adoquines en donde en vez de obtener 11 adoquines se obtuvo 16 adoquines. La suma de estas condiciones pudo haber afectado los resultados de resistencia mecánica y absorción dando resultados fuera de los límites mínimos permisibles establecidos en la norma.

Norma: NTE INEN 3040-16

Tabla22 Resultados de absorción de blancos

MUESTRA	CÓDIGO	W SSS	W SECO	ABSORCIÓN
	IDENTIFICACIÓN	(g)	(g)	%
1	Blanco	8710.2	8080.5	7.79
2	Blanco	8873.6	8245.5	7.62
3	Blanco	8585.4	7962.6	7.82
PROMEDIO				7.74

Elaborado por: Autor

Fuente: Informe de laboratorio LEMSUR, 2022

Tabla23 Resultados de absorción dosificación del 5%

MUESTRA	CÓDIGO	W SSS	W SECO	ABSORCIÓN
	IDENTIFICACIÓN	(g)	(g)	%
4	5% - 1	7188.7	6294.6	14.2
5	5% - 2	7482.3	6256.4	19.59
6	5% - 3	7218.1	6458.2	11.77
PROMEDIO				15.19

Elaborado por: Autor
Fuente: LEMSUR, 2022

Tabla24 Resultados de absorción dosificación del 10%

MUESTRA	CÓDIGO	PESO SSS	PESO SECO	ABSORCIÓN
	IDENTIFICACIÓN	(g)	(g)	%
7	10% - 1	6712.1	5585.0	20.18
8	10% - 2	6756.7	5553.5	21.67
9	10% - 3	6451.6	5168.1	24.84
PROMEDIO				22.23

Elaborado por: Autor
Fuente: LEMSUR, 2022

Tabla25 Resultados de absorción dosificación del 15%

MUESTRA	CÓDIGO	PESO SSS	PESO SECO	ABSORCIÓN
	IDENTIFICACIÓN	(g)	(g)	%
10	15% - 1	6671.2	5572.5	19.72
11	15% - 2	6509.3	5271.4	23.48
12	15% - 3	6041.7	4783.8	26.29
PROMEDIO				23.16

Elaborado por: Autor
Fuente: Informe de laboratorio LEMSUR, 2022

3.4. Informe técnico

Al no tener resultados favorables de cumplimiento se elabora de un informe técnico de resultados con los desechos peligrosos propuestos en este proyecto de investigación **(ANEXO III)**,

DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE

OBJETIVOS

METODOLOGÍA USADA EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

3.5. Video de la elaboración de adoquines.

<https://youtu.be/5f41dJ8tbTE>

4 CONCLUSIONES

- El inventario ayudó a conocer un poco las industrias de la cual proceden los residuos que gestiona Hazwat. Lo cual, permitió identificar la procedencia de los lodos de separación de aceites, las cenizas de incineración producto de los desechos hospitalarios que gestiona Hazwat y las hojas de tabaco secas mismas que tienen como sustancia activa la nicotina.
- Los lodos de separación de aceites presentaron de manera visible varias impurezas, al ser pesados previo a la mezcla a simple vista se observó que se creaba una capa aceitosa y que en el fondo tenían impurezas entre ellas, textiles, arena, alambres entre otros, mismos que no se pudieron identificar de manera visible.
- Las cenizas de incineración presentaban a simple vista agujas, producto del tratamiento de desechos hospitalarios, y las hojas de tabaco se encontraban secas, con olor penetrante e intenso.
- Al momento de realizar las mezclas con las diferentes dosificaciones propuestas de residuos peligrosos (5%, 10% y 15%) se observó que las hojas de tabaco aportaron gran volumen en la elaboración de adoquines, debilitando la estructura final del adoquín dando como resultado una baja resistencia (2.30 MPa y 3.39 MPa) y un alto porcentaje de absorción (15.19% y 23.16%) que no cumplen con la norma NTE INEN 3040. De tal forma, que con la cantidad prevista para 11 adoquines en la realidad se llegaron a obtener desde 16 a 18 adoquines.
- Al incorporar las hojas de tabaco, también se afectó a la estética, ya que presentaron un color marrón, también se observó que las hojas sobresalían del adoquín. Y durante la elaboración de adoquines el olor del tabaco se mantuvo constante y penetrante durante todo el proceso, así como en el producto final obtenido.
- Se observó que, al realizar la mezcla, las hojas de tabaco absorbían gran cantidad de agua, haciendo que se necesite casi el doble del agua requerida en la elaboración de un adoquín normal.
- Después de todos los ensayos realizados se determina que estas dosificaciones (5%, 10% y 15%) no pueden ser utilizadas para la elaboración de adoquines de ningún tipo, ya que su resistencia no cumple con el más mínimo parámetro de la normativa establecida. Constatando, que la utilización de residuos peligrosos en la

elaboración de adoquines es un reto ya que estos poseen diferentes características que alteran de manera notoria la mezcla.

- Se pudo determinar que, al manejar distintos residuos peligrosos con contenido de humedad elevada, entre ellos las cenizas de incineración, el proceso de fraguado puede ser más retardado. Hasta la fecha de culminación del presente trabajo los adoquines que no se ocuparon para los ensayos han demostrado tener un mejor endurecimiento, que posiblemente implique una mayor resistencia mecánica.
- Se debe tener en cuenta que los materiales deben ser de alta resistencia, así como no deben tener partículas muy finas como limos y arcillas ya que pueden absorber un alto contenido de agua afectando el tiempo de fraguado, endurecimiento y aspecto final.
- Los adoquines no deben tener un elevado contenido de agua ni impurezas ya que esto tiene influencia importante en el fraguado y endurecimiento del adoquín.
- La etapa de fraguado de adoquines es considerada, de vital importancia en procesos de construcción, esta técnica es importante porque permite desarrollar propiedades de resistencia y durabilidad en los adoquines. Al tener la ceniza de incineración gran contenido de humedad esto hace que se retarde el proceso de fraguado, así como que la mezcla requiera de mayor cantidad de agua aumentando la cantidad de adoquines.

5 RECOMENDACIONES

- Para una mejor mezcla se puede triturar el tabaco a nivel polvo o a la menor expresión posible para que tenga una mejor emulsión con los demás agregados, mejorando así su estética, así como se debe tamizar la ceniza y lodos para no obtener impurezas que afecten la integridad del adoquín.
- Se deberá tener un manejo adecuado de las cenizas de incineración ya que presentan desechos cortopunzantes que pueden lastimar la integridad del operario.
- El procedimiento de fraguado no es recomendable hacerlo por debajo de los 4.5°C ya que se podría tener un efecto inverso al esperado, ya que a bajas temperaturas se retarda el tiempo del proceso de fraguado. El clima influye en el

fraguado de adoquines, estos deben ser colocados en un lugar donde el clima no afecte significativamente al producto final obtenido.

- Con los resultados y análisis finales obtenidos se puede proponer una mejora en las dosificaciones y no dar como descartado el encapsulamiento de estos residuos peligrosos, o a su vez hacerlo de manera individual y no mezclar varios residuos a la vez, ocasionando el incumplimiento en lo estipulado en la norma INEN 1 488.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- [1] Hazwat Centro de Remediación Ambiental, «Hazwat Centro de Remediación Ambiental,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.hazwat.com.ec>. [Último acceso: 08 enero 2022].
- [2] MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA, «MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA,» 15 enero 2022. [En línea]. Available: <https://www.ambiente.gob.ec/sistema-de-gestion-de-desechos-peligrosos-y-especiales/>. [Último acceso: 17 enero 2022].
- [3] M. LaGrega, P. Buckingham y J. Evans, Gestión de residuos tóxicos. Tratamiento, eliminación y recuperación de suelos, vol. II, A. G. Brage, Ed., Madrid: EDIGRAFOS, S.S., 2017.
- [4] G. Castañeda Jiménez, J. Pachecho Sotelo, M. Vaca Mier, J. Flores Rodríguez y R. López Callejas, «Tratamiento de los lodos aceitosos residuales mediante plasma térmico en ausencia de oxígeno,» *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, vol. 17, nº 1, pp. 16-19, 2001.
- [5] A. Rosas Domínguez, A. Peña Luna, G. Ramos Rodríguez y S. Flores Martínez, «Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales México,» *Gaceta ecológica*, nº 66, pp. 27-40, marzo 2003.
- [6] M. Allsopp, P. Costner y P. Johnston, «Incineración y salud,» septiembre 2001. [En línea]. Available: <http://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/other/incineracion-y-salud-2.pdf>. [Último acceso: 18 enero 2022].
- [7] INFODROGAS, «INFODROGAS,» 18 agosto 2021. [En línea]. Available: <https://www.infodrogas.org/drogas/tabaco?start=5>. [Último acceso: 18 enero 2022].
- [8] M. I. C. Fierro, «Elaboración de un manual de procesos constructivos del adoquinado,» 24 enero 2014. [En línea]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7225/1/CD-5387.pdf>. [Último acceso: 02 enero 2022].
- [9] V. R. Jaimes Acuña, «Resistencia de Adoquines de Concreto, sustituyendo el Cemento en 15% y 30% por una combinación de cáscara de huevo y vidrio molido.,» 12 abril 2018. [En línea]. Available: http://repositorio.usanpedro.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/11381/Tesis_60905.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Último acceso: 02 enero 2022].
- [10] Hormipisos adoquines de hormigón, «Hormipisos adoquines de hormigón,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.hormipisos.com/producto/florencia-8cm/>. [Último acceso: 18 enero 2022].
- [11] American Society for Testing and Materials, «American Society for Testing and Materials,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-catolica-de-el-salvador/ingenieria-de-materiales/c33-norma-astm-c33-parametros-de-granulometria-para-agregados-finos-y-gruesos/5405277>. [Último acceso: 12 enero 2022].
- [12] A. Moreno, «ARGOS,» 18 octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/que-es-la-curva-granulometrica-de-los->

agregados-y-como-asegurarte-de-que-sea-la-correcta-para-tu-proyecto-18. [Último acceso: 12 enero 2022].

- [13] S. Karl y H. Weigler, «Hormigón ligero armado - Fabricación, propiedades, ejecución, resistencia y densidad aparente del hormigón ligero armado,» *Materiales de construcción*, vol. 21, nº 142, pp. 604-609, 2001.
- [14] Universidad Centroamericana "José Simeon Cañas", UCA, «Universidad Centroamericana "José Simeon Cañas", UCA,» 24 junio 2017. [En línea]. Available: <https://www.uca.edu.sv/mecanica-estructural/materias/materialesCostruccion/guiasLab/ensayoAgregados/Densidad%20gravedad%20especifica%20y%20absorcion%20de%20agregados%20finos.pdf>. [Último acceso: 15 enero 2022].
- [15] F. R. Guamán Pilatuña, «Escuela Politécnica Nacional,» junio 2015. [En línea]. Available: <https://1library.co/document/yd7ov4ly-mejoramiento-tenacidad-hormigon-resistencia-polipropileno-poli-etileno-materiales-antonio.html>. [Último acceso: 18 enero 2022].
- [16] American Society for Testing and Materials International, «American Society for Testing and Materials,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-peruana-los-andes/ingenieria-civil/astm-c29-c29m-09-standard-test-method-for-bulk-density-unit-weight-and-voids-in-aggregate-1/22244000>. [Último acceso: 12 enero 2022].
- [17] P. C. Gómez, «Academia Universidad Privada del Norte,» 19 octubre 2018. [En línea]. Available: https://www.academia.edu/16373775/CONTENIDO_DE_HUMEDAD_DE_LOS_AGREGADOS. [Último acceso: 17 enero 2022].
- [18] Servicio Ecuatoriana de Normalización NTE INEN 1485, «Servicio Ecuatoriana de Normalización NTE INEN 1485,» 10 1986. [En línea]. Available: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1485.pdf>. [Último acceso: 08 enero 2022].
- [19] Servicio Ecuatoriano de Normalización NTE INEN 3040, «Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN,» abril 2016. [En línea]. Available: https://vipresa.com.ec/wp-content/uploads/2019/02/nte_inen_3040.pdf. [Último acceso: 08 enero 2022].
- [20] US Environmental Protection Agency Method 1315, «US Environmental Protection Agency Method 1315,» enero 2013. [En línea]. Available: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-12/documents/1315.pdf>. [Último acceso: 07 enero 2022].

7 ANEXOS

ANEXO I: CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

11	 repositorioslatinoamericanos.uchile.cl Internet Source	<1 %
12	umm.edu Internet Source	<1 %
13	www.temasambientales.com Internet Source	<1 %
14	www.une.edu.ve Internet Source	<1 %
15	www.cidob.org Internet Source	<1 %
16	www.iwmb.tu-darmstadt.de Internet Source	<1 %
17	bibliotecadigital.univalle.edu.co Internet Source	<1 %
18	dk.um.si Internet Source	<1 %
19	repositorio.unsa.edu.pe Internet Source	<1 %
20	ri.uaq.mx Internet Source	<1 %
	www.cihu.org.mx Internet Source	<1 %

jadira.patino_trabajo.de.integracion.curricular.borrador2

ORIGINALITY REPORT

1 1 0 1

dl.handle.net

Internet Source

<1 %

Notes Off

Exclude matches Off

Bibliography On

ANEXO II : INVENTARIO DE RESIDUOS PELIGROSOS GESTIONADOS POR HAZWAT

GALPÓN 3: FARMACOS

Tipo de desecho	Porcentaje	Características	Tipo de Envase						Estado				
			Vidrio	Papel	Blisters	Plástico	Metal	Cartón	Líquido	Pastoso	Sólido		
Medicamentos	60%	Tabletas (vitaminas, usos veterinario)		X	X							x	
		Inyectables	X	X		X			x				
		Jarabes	X			x						x	
		Ampollas	X			x			x				
Cosméticos	25%	Perfumes	X			X			x	x			
		Shampo				X			x		x		
		Cremas				X				x			
		Pasta dental				X			x		x		
		Cepillos de dientes				X			x			x	
		Desodorantes				X				x			
		Acetona				X				x			
		Bisutería (anillos, cadenas, aretes)						x		x			x
		Esmaltes	X			x				x			
		Aerosoles						x					
		Pañales				x							x
Relojes				x		x					x		
Alimentos	9%	Chocolates				x						x	
		Helados							x			x	
		Chicles				x			x			x	
		Harinas (fideos, pristiños)				x						x	

		Mantequilla		x		x
		Etiquetas	x			x
Otros	6%	Ropa		x		x
		Juguetes		x		x
		Electrodomésticos				x

GALPÓN4: RESINAS Y PINTURAS

Tipo de Desecho	Característica	Nº Unidades	Volumen (l)	Peso (kg)	Estado	Tipo de envase	Marca - Empresa	Código Producto	Información Adicional	Etiqueta de seguridad
Desechos comunes inorgánicos, tabaco	Filtros de cigarrillo (termofibra - lanamineral)	75	-	9,87	Sólido	Cartón	-	-	-	-
Resina epóxica	Contiene ácido bórico	379	-	21,1	Líquido	Metal	Sherwin Willians	Firetex M90/02	No contiene productos químicos persistentes, bioacumulativos o tóxicos (PBT) o muy persistentes, muy bioacumulativos (vPvB)	Peligro, provoca irritación cutánea, tóxico organismos acuáticos,
Resina epóxica	Revestimiento epóxico fenólico, contiene butanol, acetato de n-butilo y metil-etil-cetona.	34	15,1	-	Líquido	Plástico	Sherwin Willians (Protective & Marine Coatings)	PHENICON HS 920 - A175	-	Inflamable, corrosivo, peligroso para organismos acuáticos con efectos nocivos duraderos, provoca irritación.
Resina epóxica	Contiene fenol	2	18,92	-	Líquido	Metal	Sherwin Willians (Protective & Marine Coatings)	NOVA PLATE 325	No se recomienda utilizar metanol, utilizada para cerámicas y vidrios.	Nocivo, inflamable, peligroso, tóxico.
Resina de poliéster	Acelerante líquido para hormigón y mortero proyectado	4	250	-	Líquido	Metal	-	-	Resina de poliéster insaturado, evitar ácidos fuertes.	Nocivo, inflamable, peligroso, tóxico.
Resina epóxica	Contiene polímero epoxy, fenilmetanol, éster de alquil glicidilo.	128	2,83	-	Líquido	Metal	Sherwin Willians (Protective & Marine Coatings)	MACRO PROXY 920 B58T101	Utilizado en pintura.	Causa irritación, peligroso para organismos acuáticos, nocivo.
Resina epóxica	Contiene compuestos aromáticos	106	9,46	-	Líquido	Metal	Pro-Line	4000 - 10 High Vuild Epoxy	Sin disolventes.	Inflamable, peligroso.
Resina epóxica	Amina epoxy con alto contenido de sólidos.	2	15,1	-	Sólido	Metal	Sherwin Willians (Protective & Marine Coatings)	DURA PLATE B62H210	Contiene alcoholes.	Inflamable, peligroso.

Resina epóxica	Contiene butanol, poliaminadas.	28	18,9	-	Sólidos y semisólidos		Sherwin Willians (Protective & Marine Coatings)	SEAGUARD 5000 HS	Diseñado para usar en sistemas anticorrosivos.	Peligrosos para la salud y el ambiente, tóxico.
Plastificante Retardante para hormigones	Plastificante retardante formulado para hormigones, aditivo químico, su base química es polímeros.	2	-	200	Líquido	Plástico	Plastiment	200 R	No contiene cloruros.	No inflamable, no tóxico.
Sellador de emulsión de agua epoxi	Contiene poliuretano, polímero epoxy, propoxietanol, fenilmetanol.	48	3,78	-	Líquido	Plástico	Sherwin Willians (Protective & Marine Coatings)	General Epoxy Water Emulsion Primer GP3477	Existe parte A y parte B, tratamiento similar.	Tóxico organismos acuáticos.
Pintura Inorgánica de Zinc	Contiene tolueno, etanol, polisilicato de etilo, silicato de etilo	10	15,1	-	Líquido	Metal	Sherwin Willians (Protective & Marine Coatings)	ZINC CLAD PCP ULTRA B69V450	-	Inflamable, peligroso.
Pintura alquídica	Contiene minerales, polímero alquídico de soja, etilbencina, dióxido de titanio.	32	3,66	-	Líquido	Metal	Sherwin Willians	ProMar 200	-	Nocivo, irritante, peligroso.
Shampoo Limpiaparabrisas	Contiene agua, isopropanol, aceites cítricos esenciales, emulsionantes, engrasantes, colorantes y lubricantes.	240	0,2	-	Líquido	Plástico	NISSAN	NMEXU04Q5	Se puede realizar dilución hasta con 4 litros de agua.	Irritante, inflamable.
Tiñel "sucio"	Contiene acetato de etilo, alcoholes, rubber solvent.	3	-	200	Líquido	Plástico	Cóndor		No contiene metanol.	Inflamable, irritante, peligroso por inhalación.
Residuos varios	Base acuosa	4	-	180	Sólido	Plástico	Cóndor	C.20.08	Utilizado para oxidantes fuertes, ácidos, bases, etc.	Irritante, nocivo, peligroso.
Bulk tanks	Ácido benceno dicarboxílico.	16	-	200	Sólidos y semisólidos	Plástico	-	-	Se cree que son una mezcla de hidrocarburos.	Peligrosos para la salud y el ambiente, tóxico.
Látex	Contiene agua, carbonato de calcio, polímero acrílico, polímero de vinilo, dióxido de titanio.	19	3,48	-	Líquido	Metal	Sherwin Willians	ProMar 200	-	Nocivo, irritante, peligroso.

GALPÓN: QUÍMICOS

Tipo de Desecho	Característica	N° Unidades	Peso (kg)	Volumen (l)	Estado	Tipo de envase	Marca	Código Producto	Información Adicional	Etiqueta de seguridad
Químicos de laboratorios	Mezcla de químicos no identificados	12	-	4 - 1000	Líquido	Vidrio	NA	NA	Se realiza mezcla con aserrín y se incinera	Tóxicos, corrosivos, peligrosos para organismos acuáticos.
Químicos de industrias	Mezcla de químicos no identificados	4	-	40	Líquido	Plástico	NA	NA	Se realiza mezcla con aserrín y se incinera	Tóxicos, corrosivos, peligrosos para organismos acuáticos.
Polvos químicos	Polvos no identificados	6	0,025	-	Líquido	Plástico	NA	NA	Se diluyen y realiza mezcla e incineración	Tóxicos, corrosivos, peligrosos para organismos acuáticos.
Químicos de laboratorios	Mezcla de químicos no identificados, con pH elevado.	10	-	25	Líquido	Vidrio	NA	NA	Se realiza neutralización.	Tóxicos, corrosivos, peligrosos para organismos acuáticos.
Químicos de industrias	Mezcla de químicos no identificados, con pH elevado.	4	-	25	Líquido	Plástico	NA	NA	Se realiza neutralización.	Tóxicos, corrosivos, peligrosos para organismos acuáticos.
Productos automotrices	Mezcla de hidrocarburos (incolores y negro)	12	-	220	Sólido	Plástico	NA	NA	No se ha realizado ningún procedimiento	Tóxicos, corrosivos, peligrosos para organismos acuáticos.
Lavado de gases	Contiene ácidos	4	-	220	Líquido	Plástico	NA	NA	Se realiza mezcla con aserrín y se incinera	Peligroso, tóxico y corrosivo.
Viales	Utilizados para DQO	-	-	-	Líquido	Vidrio	NA	NA	Se encapsulan	Tóxicos, corrosivos y sustancias infecciosas.



GALPÓN : ACEITES Y GRASAS



Tipo de desecho	Característica	N° Unidades	Peso (kg)	Estado	Tipo de envase	Marca - Empresa	Código Producto HAZWAT	Información Adicional	Etiqueta de seguridad
Residuos de tintas, pinturas, resinas que contengan sustancias	Lodos con olor a pinturas, de diferentes colores, alcohol sucio.	22	200	Líquido	Metal	Empaqplast S.A	38559	Empresa de embalaje (PET)	-
Lodos aceitosos	Olor a solventes, pinturas.	17	150-200	Semilíquido-pastosos	Metal	Exploraciones Novomining S.A.	37650	Empresa que opera en el sector dela minería y metales	-
		10	1000	Pastosos	Bulk tanks				-
		3	1000	Semisólido-pastosos	Bulk tanks	Exploraciones Novomining S.A.	35670		-
		1	1000	Semisólido-pastosos	Bulk tanks	Exploraciones Novomining S.A.	37829		-
		7	200	Sólidos	Metal	Exploraciones Novomining S.A.	37711		-
		10	200	Semisólidos pastosos	Metal				-
		5	1000	Semisólidos pastos	Bulk tanks				-
Aceites minerales y usados	-	2	200	Sólido	Metal	Exploraciones Novomining S.A.	37672	-	-
	-	1	200	Pastosos	Metal	Exploraciones Novomining S.A.			-
	-	7	200	Líquido	Metal	Exploraciones Novomining S.A.			-

Apariencia a hidrocarburo	4	300	Semisólido	Metal	Distrivehic	37784	-	-	
	1	300	Líquido	Metal			-	-	
Elementos de minería y metales	23	200	Líquido	Metal	Aurelian Ecuador S.A.	35631	Etiqueta en el tarque Jabonería Wilson-Gragancias tormenta cítrica, lavanda suavicel, material caducado.	-	
Hidrocarburos	1	1000	Semilíquido	Bulk tanks	Proauto	37832	Mezclas	-	
Hidrocarburos	1	1000	Semilíquido	Bulk tanks	Proauto	37833	Mezclas	-	
-	1	1000	Líquido	Bulk tanks	Tanaza	37571		-	
-	2	1000	Semisólido-pastosos	Bulk tanks	Cervecería Nacional	37824	Color negro con mal olor	-	
-	7	1000	Semisólido	Bulk tanks	Ecuacorriente	36603	Lodos con tierra e hidrocarburos	-	
-	3	200	Semisólido	Metal				-	
-	10		Semisólido	Metal				37682	-
-	6	200	Semisólido	Plástico				38419	-
-	6	195	Semilíquido	Metal	PlastiCaucho	4612	Producto quimicos caducados o fuera de especificaciones	-	
-	18	100	Semisólido	Metal	Expáflor	37776	-	-	

Residuos de tintas, pinturas, resinas que contengan sustancias	Contienen aceites y/o grasas.	1	180	Semisólido	Metal	SunChemical	37683	Productos caducados, sin especificaciones	-
Petroleum Distillates	-	8	180	Líquido	Metal		-	-	
Acetato de etilo	-	9	180	Semilíquido	Metal	GTM	-	-	-
Aceites y grasas de ceras	-	8	200	Líquido	Metal	Aurelian Ecuador S.A.	-	-	-
Lodos de aceites	-	4	200	Semisólido	Metal	Distrivehic	37834	-	-

BLOQUE 2: REFINERÍA

Tipo de desecho	Característica	N° Unidades	Peso (kg)	Estado	Tipo de envase	Marca – Empresa	Código Producto	Información Adicional	Etiqueta de seguridad
Fondo de tanque de brea	Derivado de petróleo	8	200	Semisólido	Metal	Refinería del Pacífico	-	-	-
Lupranato		10	200	Sólido	Metal	Refinería del Pacífico	-	-	-
Aceite con hidrocarburos	Mezcla semisólida de líquido (aceite) y sólido (hidrocarburo-color oscuro).	1	200	Semisólido	Metal	Refinería del Pacífico	-	-	-
Minerales		4	200	Sólido	Metal	Refinería del Pacífico	-	Color amarillo, "pidras pequeñas".	-
Carbón activado	Alto contenido de azufre. Carbono (50%) Oxígeno (30%) Azufre (6%).	87	200	Sólido	Metal	Refinería del Pacífico	-	<p>Proporción llena 3/4 - BOLITAS PEQUEÑAS</p> 	-
Catalizadores	Bolas de cerámica granulares del óxido de aluminio, catalizador de la recuperación de azufre para la refinería de petróleo.	11	200	Sólido	Metal	Refinería del Pacífico	-	<p>Bolitas grandes</p> 	-
Carbón activado y aceite	Compuestos azufrados, nitrogenados y aromáticos.	5	200	Semisólido	Metal	Refinería del Pacífico	-	Mezcla con catalizador Bolitas pequeñas y medianas	-

Carbón activado con mezcla rosada	Bolitas pequeñas y medianas, contiene permanganato de potasio.	4	200	Sólido	Metal	Refinería del Pacífico	-		-
Catalizador 2	Bolas de cerámica granulares del óxido de aluminio, catalizador de la recuperación de azufre para la refinería de petróleo.	4	200	Sólido	Metal	Refinería del Pacífico	-	Bolitas pequeñas 	-
Lodos	Alta concentración de hidrocarburos, moléculas tóxicas.	226	200	Semisólido	Metal	Refinería del Pacífico	-	-	-

NOTAS IMPORTANTES:

GALPON 4: RESINAS Y PINTURAS

- Los productos están caducados.
- No se conoce la procedencia de todos.
- Algunos productos están mezclados: bulk tanks y tanques.

GALPÓN DE QUÍMICOS

- El vidrio que contiene los químicos no identificados se tritura y se encapsula.
- El plástico que contiene los químicos no identificados se recicla.
- Se realiza procesos de neutralización: ácido-base, base-ácido.
- Se realiza mezcla de químicos desconocidos, se neutraliza y se mezcla con aserrín para posteriormente incinerar.
- Los polvos químicos llegan en menor cantidad.
- Los hidrocarburos han sido trasladados del galpón 4, para identificar el registro y proceder a su manejo.

- Los aditivos no deben tener un elevado contenido de agua ni impurezas ya que esto tiene influencia importante en el fraguado y endurecimiento del aditivo.
 - La agua de fraguado de aditivos es considerada, de vital importancia en procesos de construcción, esta técnica se importante porque permite desarrollar propiedades de resistencia y durabilidad en los aditivos, tener la certeza de incineración gran contenido de humedad esta base que se realiza el proceso de fraguado, así como que la mezcla requiere de mayor cantidad de agua aumentan de así su volumen.
 - Las impurezas presentes por las hojas de tabaco causaron baja resistencia a los aditivos, ya que esta sobresalen en los aditivos interfiere en su estética y en el fraguado, las hojas de tabaco absorben gran volumen.
- 4. RECOMENDACIONES**
- Para una mejor mezcla se puede utilizar el tabaco a suelto o a la menor expresión posible para que tenga una mejor emisión con los demás agregados, asegurando así su resistencia, así como se debe tamizar la ceniza y todos para no obtener impurezas que afectan la integridad del aditivo.
 - Tener un manejo adecuado de las cenizas de incineración ya que presentan desechos contaminantes que pueden lesionar la integridad del operario.
 - El procedimiento de fraguado no es recomendable hacerlo por debajo de los 4.5°C ya que se podría tener un efecto inverso al esperado, ya que a bajas temperaturas se retrasa el tiempo del proceso de fraguado. El clima influye en el fraguado de aditivos, estos deben ser colocados en un lugar donde el clima no afecta significativamente al producto final obtenido.
 - Con los resultados y análisis finales obtenidos se puede proponer una mejora en las dosificaciones y dar como resultado el encarpamiento de estos residuos peligrosos, o

a su vez hacerlo de manera individual y no mezclar varios residuos a la vez, ocasionando el incarpamiento en lo estipulado en la norma NEN 1485.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Harriet Centro de Restauración Ambiental, «Harriet Centro de Restauración Ambiental», 2022. [En línea]. Available: <https://www.harriet.com.ec>. [Último acceso: 04 enero 2022].
- [2] MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA, «MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA», 15 enero 2021. [En línea]. Available: <https://www.ambiente.gob.ec/sistema-de-puntos-de-deshecho-peligrosos-y-especiales/>. [Último acceso: 17 enero 2022].
- [3] M. LaOrega, P. Buckingham y J. Evans, Gestión de residuos tóxicos. Tratamiento, eliminación y recuperación de residuos, vol. II, A. G. Eltag, Ed., Ibero: EDUCAPUS, S.S., 2017.
- [4] O. Camalillo Tumbaco, J. Pacheco Sotelo, M. Yago Mesa, J. Flores Padilla y R. López Cárdena, «Tratamiento de los lodos azules residuales mediante plasma térmico en ausencia de oxígeno», *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, vol. 17, n.º 1, pp. 16-19, 2001.
- [5] A. Rivas Domínguez, A. Páez Luna, G. Fariña Rodríguez y S. Flores Martínez, «Securización de lodos azules y Residuos Sólidos Peligrosos», *Geotecnia ecológica*, n.º 66, pp. 27-40, marzo 2003.
- [6] M. Alshopp, P. Corney y P. Johnson, «Characterization and abatement», septiembre 2001. [En línea]. Available: <https://www.safetec.org/irrigation/060601.htm>. [Último acceso: 18 enero 2022].
- [7] INFORMACIÓN, «INFORMACIÓN», 18 agosto 2021. [En línea]. Available: <https://www.informacion.org/irrigacion/060601.htm>. [Último acceso: 18 enero 2022].
- [8] M. I. C. Pardo, «Elaboración de un manual de procesos constructivos del aditivado», 24 enero 2014. [En línea]. Available: <https://bitdigital.ups.edu.ec/bitstream/15000/7225/1/CD-0157.pdf>. [Último acceso: 01 enero 2022].
- [9] R. J. James Acuña, «Resistencia de Aditivos de Cemento, sustituyendo el Cemento en 15% y 30% por una combinación de cáscara de huevo y vidrio molido», 12 abril 2018. [En línea]. Available: <https://www.acuna.com>. [Último acceso: 07 enero 2022].

https://repositorio.usap.edu.pe/bitstream/handle/USAP/REPOD/11581/Tesis_00095.pdf?sequence=1&file=1&view=stream. [Último acceso: 01 enero 2022].

- [1] «Hormigón aditivado de hormigón», «Hormigón aditivado de hormigón», 2017. [En línea]. Available: <https://www.hormigon.com/publico/tematica.html>. [Último acceso: 18 enero 2022].
- [2] American Society for Testing and Materials, «American Society for Testing and Materials», 2022. [En línea]. Available: <https://www.astm.org>. [Último acceso: 18 enero 2022].
- [3] «Cómo asegurar la calidad de la construcción», «Cómo asegurar la calidad de la construcción», 15 enero 2021. [En línea]. Available: <https://www.ambiente.gob.ec/sistema-de-puntos-de-deshecho-peligrosos-y-especiales/>. [Último acceso: 13 enero 2022].
- [4] A. Moreno, «ARJOS», 18 octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.360concreto.com/blog/detalle-que-es-la-curva-pronómica-de-los-agregados-y-cómo-asegurar-la-que-se-la-correcta-por-su-proyecto-16/>. [Último acceso: 12 enero 2022].
- [5] K. K. and H. W. W. «Hormigón ligero armado - Fabricación, propiedades, ejecución, resistencia y densidad según del hormigón ligero armado», *Ministerio de construcción*, vol. 21, n.º 142, pp. 654-660, 2001.
- [6] Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas", UCA, «Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas", UCA», 24 junio 2017. [En línea]. Available: <https://www.uca.edu.gt/informacion-estructural/materiales/Construccion%20de%20muros%20de%20adobe%20de%20materiales%20naturales/Construccion%20de%20muros%20de%20adobe%20de%20materiales%20naturales.pdf>. [Último acceso: 15 enero 2022].
- [7] F. F. Osorio Pineda, «Escuela Politécnica Nacional», junio 2011. [En línea]. Available: <https://library.ce-documentos/77064-enfoque-en-el-ensamblaje-de-estructuras-poliuretano-poliuretano-materiales-estructurales.html>. [Último acceso: 18 enero 2022].
- [8] American Society for Testing and Materials International, «American Society for Testing and Materials», 2022. [En línea]. Available: <https://www.astm.org>. [Último acceso: 18 enero 2022].
- [9] P. C. Gómez, «Academia Universidad Privada del Norte», 19 octubre 2018. [En línea]. Available: <https://www.upn.edu.pe>. [Último acceso: 07 enero 2022].

https://www.academia.edu/16373775/CONTENIDO_DE_HUMEDAD_DE_LOS_AGREGADOS. [Último acceso: 17 enero 2022].

- [1] Servicio Ecuatoriano de Normalización NTE ENEN 1485, «Servicio Ecuatoriano de Normalización NTE ENEN 1485», 10 1996. [En línea]. Available: <https://www.normalizacion.gob.ec/huizotl/normas/1485.pdf>. [Último acceso: 08 enero 2022].
- [2] Servicio Ecuatoriano de Normalización NTE ENEN 3040, «Servicio Ecuatoriano de Normalización NTE ENEN 3040», abril 2016. [En línea]. Available: https://vpress.com.ec/wp-content/uploads/2019/02/nte_inen_3040.pdf. [Último acceso: 08 enero 2022].
- [3] US Environmental Protection Agency Method 1315, «US Environmental Protection Agency Method 1315», enero 2013. [En línea]. Available: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-12/documents/1315.pdf>. [Último acceso: 07 enero 2022].

Realizado por: Jadira Pilar Patiño L.
Directora: Dra. Verónica Morales

3. ANEXO IV INFORMES EMITIDOS POR EL LEMSUR

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS **LEMSUR**

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN

INF. No. 22 - 0006 - I
Hoja 01 de 01 Quito, 10 de enero de 2022

DATOS DEL CLIENTE
Razón Social: JADIRA PILAR PATIÑO LOOR
Dirección: LADRÓN DE GUEVARA E11-253 Y ANDALUCÍA
Teléfono: 0961176100

DATOS DEL PROYECTO
Proyecto: ELABORACIÓN DE MENÚS DE ENCAPSULAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS PARA LA EMPRESA HAZWAT

Hoja 01 de 01

DATOS DEL CLIENTE
Razón social: JADIRA PILAR PATIÑO LOOR
Dirección: LADRÓN DE GUEVARA E11-253 Y ANDALUCÍA
Teléfono: 0961176100

DATOS DEL PROYECTO
Proyecto: ELABORACIÓN DE MENÚS DE ENCAPSULAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS PARA LA EMPRESA HAZWAT
Contratante: ***
Contratista: ***
Fiscalizador: ***
MUESTRA: CENIZA
PROCEDENCIA: ***
FECHA DE ENSAYO: 2021-12-21
NORMA: ASTM C136M

TAMIZ No.	TAMAÑO ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
1/2"	12.7	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	48.8	9.8	9.8	90.4
No. 4	4.750	101.8	20.1	29.7	70.3
No. 8	2.360	119.4	23.3	53.0	47.0
No. 16	1.180	112.7	22.2	75.2	24.8
No. 30	0.600	38.8	7.8	82.8	17.2
No. 50	0.300	41.2	8.1	91.0	9.0
No. 100	0.150	32.1	6.3	97.3	2.7
No. 200	0.075	9.3	1.8	99.1	0.9
BANDEJA	-	4.5	0.9	100.0	0.0
TOTAL		607.6			

Observaciones: Los datos y resultados corresponden al archivo GR-F-22-008-I

CURVA GRANULOMÉTRICA

Dirección

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS **LEMSUR**

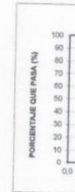
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

INF. No. 22-0004-I
Hoja 01 de 01 Quito, 10 de enero de 2022

DATOS DEL CLIENTE
Razón social: JADIRA PILAR PATIÑO LOOR
Dirección: LADRÓN DE GUEVARA E11-253 Y ANDALUCÍA
Teléfono: 0961176100

DATOS DEL PROYECTO
Proyecto: ELABORACIÓN DE MENÚS DE ENCAPSULAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS PARA LA EMPRESA HAZWAT
Contratante: ***
Contratista: ***
Fiscalizador: ***
MUESTRA: ARENA
PROCEDENCIA: ***
FECHA DE ENSAYO: 2021-12-21
NORMA: II

TAMIZ No.
3/8"
No. 4
No. 8
No. 16
No. 30
No. 50
No. 100
No. 200
BANDEJA



Ladrón de Guevar

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS **LEMSUR**

CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS

INF. No. 22 - 0030 - I
Hoja 01 de 02 Quito, 20 de enero de 2022

DATOS DEL CLIENTE
Razón Social: JADIRA PILAR PATIÑO LOOR
Dirección: LADRÓN DE GUEVARA E11-253 Y ANDALUCÍA
Teléfono: 0961176100

DATOS DEL PROYECTO
Proyecto: ELABORACIÓN DE MENÚS DE ENCAPSULAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS PARA LA EMPRESA HAZWAT
Contratante: ***
Contratista: ***
Fiscalizador: ***
PROCEDENCIA: ***
TIPO DE MUESTRA: CENIZA
FECHA DE ENSAYO: 2021-12-21
NORMA: ASTM C566

No.	IDENTIFICACIÓN MUESTRA	MASA NATURAL (g)	MASA SECA (g)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
1	Ceniza	35.5	18.10	96.13
2	Ceniza	33.1	15.70	110.83
PROMEDIO				103.48

OBSERVACIONES: Los datos y resultados corresponden al archivo HumAGR22-001-I

ING. MERCEDES VILLACÍS
JEFE DE LABORATORIO





DENSIDAD APARENTE

INF. No. 22 - 0034 - I
Hoja 01 de 02

Quito, 20 de enero de 2022

DATOS DEL CLIENTE

Razón Social: JADIRA PILAR PATIÑO LOOR
Dirección: LADRÓN DE GUEVARA E11-253 Y ANDALUCÍA
Teléfono: 0961176100

DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: ELABORACIÓN DE MENÚS DE ENCAPSULAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS PARA LA EMPRESA HAZWAT

Contratante: ***

Contratista: ***

Fiscalizador: ***

PROCEDENCIA: ***

TIPO DE MUESTRA: CENIZA

FECHA DE ENSAYO: 2021-12-21

NORMA: ASTM C29

IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	MUESTRA SUELTA		MUESTRA COMPACTADA	
		DENSIDAD SECA (kg/m ³)	CONTENIDO DE VACIOS (%)	DENSIDAD SECA (kg/m ³)	CONTENIDO DE VACIOS (%)
1	Ceniza	454	***	598	***

OBSERVACIÓN: Los datos y resultados corresponden al archivo Danapar22-005-I. No se realizó el ensayo de peso específico por lo cual no es posible reportar el contenido de vacíos.

ING. MERCEDES VILLACÍS
JEFE DE LABORATORIO



Telf.: 2976300
Ext.: 1609



COMPRESIÓN DE ADOQUINES

INF. No. 22-0061-I
Hoja 01 de 01

Quito, 01 de febrero de 2022

DATOS DEL CLIENTE

Razón social: JADIRA PILAR PATIÑO LOOR
Dirección: LADRÓN DE GUEVARA E11-253 Y ANDALUCÍA
Teléfono: 0961176100

DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: ELABORACIÓN DE MENÚS DE ENCAPSULAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS PARA LA EMPRESA HAZWAT

Contratante: ***

Contratista: ***

Fiscalizador: ***

TIPO: ADOQUÍN HEXAGONAL

PROCEDENCIA: ***

FECHA DE ENSAYO: 2022-01-05 al 2022-01-10

NORMA: ASTM C140/C140M-18

No.	FECHA FABRICA	DESCRIPCIÓN	EDAD (días)	DIM. EXTERIORES				PESO (g)	AREA CONTAC. (cm ²)	CARGA ROTURA (kN)	ESFUERZO ROTURA (MPa)
				A (cm)	B (cm)	C (cm)	H (cm)				
1	23-dic-21	BLAN01	13	24,00	22,00	9,50	8,00	8232,9	468,0	1551,4	33,15
2	23-dic-21	BLAN02	13	24,00	22,00	9,50	8,10	8488,8	468,0	1230,9	26,30
3	23-dic-21	BLAN03	13	24,00	22,00	9,50	8,00	8300,9	468,0	1411,3	30,16
4	23-dic-21	AD0501	18	24,10	22,20	11,50	7,50	6952,7	484,5	138,2	2,85
5	23-dic-21	AD0502	13	24,00	22,20	10,00	7,50	6654,6	475,3	121,9	2,56
6	23-dic-21	AD0503	18	24,00	21,80	10,00	7,50	6606,5	465,7	125,5	2,69
7	23-dic-21	AD1001	13	24,00	22,00	9,80	7,80	5783,4	469,5	85,3	1,82
8	23-dic-21	AD1002	13	24,00	22,00	9,70	7,50	5662,1	469,0	74,8	1,59
9	23-dic-21	AD1003	18	24,00	22,00	9,70	7,50	6054,4	469,0	98,4	2,10
10	23-dic-21	AD1501	13	24,00	22,00	9,80	7,00	5238,2	466,5	110,3	2,35
11	23-dic-21	AD1502	18	24,00	22,00	9,80	7,50	2295,4	466,5	88,2	1,88
12	23-dic-21	AD1503	13	24,00	22,00	9,50	8,00	6032,8	468,0	117,1	2,50

Observación: La procedencia y muestreo es responsabilidad del solicitante.

ING. MERCEDES VILLACÍS
JEFE DE LABORATORIO



Telf.: 2976300
Ext.: 1609



ABSORCIÓN DE ADOQUINES

INF. No. 22-0060-I
Hoja 01 de 02

Quito, 01 de febrero de 2022

DATOS DEL CLIENTE

Razón social: JADIRA PILAR PATIÑO LOOR
Dirección: LADRÓN DE GUEVARA E11-253 Y ANDALUCÍA
Teléfono: 0961176100

DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: ELABORACIÓN DE MENÚS DE ENCAPSULAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS PARA LA EMPRESA HAZWAT

Contratante: ***

Contratista: ***

Fiscalizador: ***

TIPO: ADOQUÍN HEXAGONAL

PROCEDENCIA: ***

LOTE: ***

FECHA DE ENSAYO: 2022-01-03 (Muestra 1, 2 y 3) y 2022-01-24 (Muestra 4, 5 y 6)

NORMA: NTE INEN 3040-16

MUESTRA	CÓDIGO IDENTIFICACIÓN	PESO SSS (g)	PESO SECO (g)	ABSORCIÓN %
1	Blanco	8710,2	8080,5	7,79
2	Blanco	8873,6	8245,5	7,62
3	Blanco	8585,4	7962,6	7,82
PROMEDIO				7,74

MUESTRA	CÓDIGO IDENTIFICACIÓN	PESO SSS (g)	PESO SECO (g)	ABSORCIÓN %
4	5% - 1	7188,7	6294,6	14,20
5	5% - 2	7482,3	6256,4	19,59
6	5% - 3	7218,1	6458,2	11,77
PROMEDIO				15,19

OBSERVACIONES: La procedencia y muestreo son responsabilidad del cliente.
Los datos y resultados de la muestra 1, 2 y 3 corresponden a la hoja 1 del archivo ADQDABS-022-001-I

ING. MERCEDES VILLACIS
JEFE DE LABORATORIO



Telf.: 2976300
Ext.: 1609



ABSORCIÓN DE ADOQUINES

INF. No. 22-0060-I
Hoja 02 de 02

Quito, 01 de febrero de 2022

DATOS DEL CLIENTE

Razón social: JADIRA PILAR PATIÑO LOOR
Dirección: LADRÓN DE GUEVARA E11-253 Y ANDALUCÍA
Teléfono: 0961176100

DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: ELABORACIÓN DE MENÚS DE ENCAPSULAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS PARA LA EMPRESA HAZWAT

Contratante: ***

Contratista: ***

Fiscalizador: ***

TIPO: ADOQUÍN HEXAGONAL

PROCEDENCIA: ***

LOTE: ***

FECHA DE ENSAYO: 2022-01-24

NORMA: NTE INEN 3040-16

MUESTRA	CÓDIGO IDENTIFICACIÓN	PESO SSS (g)	PESO SECO (g)	ABSORCIÓN %
7	10% - 1	6712,1	5585,0	20,18
8	10% - 2	6756,7	5553,5	21,67
9	10% - 3	6451,6	5168,1	24,84
PROMEDIO				22,23

MUESTRA	CÓDIGO IDENTIFICACIÓN	PESO SSS (g)	PESO SECO (g)	ABSORCIÓN %
10	15% - 1	6671,2	5672,5	19,72
11	15% - 2	6509,3	5271,4	23,48
12	15% - 3	6041,7	4783,8	26,29
PROMEDIO				23,16

OBSERVACIONES: La procedencia y muestreo son responsabilidad del cliente.

ING. MERCEDES VILLACIS
JEFE DE LABORATORIO



Telf.: 2976300
Ext.: 1609



DENSIDAD REAL DEL CEMENTO

INF. No. 22 - 0022 - I
Hoja 01 de 01

Quito, 20 de enero de 2022

DATOS DEL CLIENTE

Razón social: JADIRA PILAR PATIÑO LOOR
Dirección: LADRÓN DE GUEVARA E11-253 Y ANDALUCÍA
Teléfono: 0961176100

DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: ELABORACIÓN DE MENÚS DE ENCAPSULAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS PARA LA EMPRESA HAZWAT
Contratante: ***
Contratista: ***
Fiscalizador: ***
FECHA DE ENSAYO: 2021-12-14
NORMA: ASTM C188

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA		
MARCA	TIPO DE CEMENTO	FECHA DE FABRICACIÓN
Armadero	IP	***

DENSIDAD REAL DEL CEMENTO						
MUESTRA	Volumen inicial (cm ³)	Peso Inicial (g)	Volumen final (cm ³)	Peso final (g)	Δ Temperatura (°C)	Densidad Real (g/cm ³)
M1	0,5	326,3	19,4	386,4	0	3,18
M2	0,2	326,9	16,7	383	0	3,03
PROMEDIO						3,11

OBSERVACIONES: Los datos y resultados corresponden al archivo OEN CEM 22-001-I

ING. MERCEDES VILLACÍS
JEFE DE LABORATORIO



Telf.: 2976300
Ext.: 1609



DENSIDAD APARENTE

INF. No. 22 - 0012 - I
Hoja 01 de 01

Quito, 10 de enero de 2022

DATOS DEL CLIENTE

Razón Social: JADIRA PILAR PATIÑO LOOR
Dirección: LADRÓN DE GUEVARA E11-253 Y ANDALUCÍA
Teléfono: 0961176100

DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: ELABORACIÓN DE MENÚS DE ENCAPSULAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS PARA LA EMPRESA HAZWAT
Contratante: ***
Contratista: ***
Fiscalizador: ***
PROCEDENCIA: ARENA
TIPO DE MUESTRA: ARENA
FECHA DE ENSAYO: 2021-12-14
NORMA: ASTM C29

DENSIDAD APARENTE AGREGADOS					
IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	MUESTRA SUELTA		MUESTRA COMPACTADA	
		DENSIDAD SECA (kg/m ³)	CONTENIDO DE VACÍOS (%)	DENSIDAD SECA (kg/m ³)	CONTENIDO DE VACÍOS (%)
1	ARENA	1748	30	1879	25

OBSERVACIÓN: Los datos y resultados corresponden al archivo Denapar22-001-I

ING. MERCEDES VILLACÍS
JEFE DE LABORATORIO



Telf.: 2976300
Ext.: 1609



CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS

INF. No. 22 - 0030 - I
Hoja 02 de 02

Quito, 20 de enero de 2022

DATOS DEL CLIENTE

Razón Social: JADIRA PILAR PATIÑO LOOR
Dirección: LADRÓN DE GUEVARA E11-253 Y ANDALUCÍA
Teléfono: 0961176100

DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: ELABORACIÓN DE MENÚS DE ENCAPSULAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS PARA LA EMPRESA HAZWAT

Contratante: ***

Contratista: ***

Fiscalizador: ***

PROCEDENCIA: ***

TIPO DE MUESTRA: TABACO

FECHA DE ENSAYO: 2021-12-21

NORMA: ASTM C566

No.	IDENTIFICACIÓN MUESTRA	MASA NATURAL (g)	MASA SECA (g)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
1	Tabaco	4,8	4,40	9,09
2	Tabaco	4,6	4,20	9,52
PROMEDIO				9,31

OBSERVACIONES: El muestreo e identificación de las muestras es total responsabilidad del cliente.

ING MERCEDES VILLACIS
JEFE DE LABORATORIO



Telf.: 2976300
Ext.: 1609

Archivo: HumAGP22-0030.xls



CONTENIDO ORGÁNICO

INF. No. 22 - 0016 - I
Hoja 01 de 01

Quito, 10 de enero de 2022

DATOS DEL CLIENTE

Razón Social: JADIRA PILAR PATIÑO LOOR
Dirección: LADRÓN DE GUEVARA E11-253 Y ANDALUCÍA
Teléfono: 0961176100

DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: ELABORACIÓN DE MENÚS DE ENCAPSULAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS PARA LA EMPRESA HAZWAT

Contratante: ***

Contratista: ***

Fiscalizador: ***

PROCEDENCIA: ***

TIPO DE MUESTRA: ARENA

FECHA DE ENSAYO: 2021-12-14

NORMA: INEN 895



OBSERVACIÓN: Los datos y resultados corresponden al archivo Corg022-001-I

ING MERCEDES VILLACIS
JEFE DE LABORATORIO



Telf.: 2976300
Ext.: 1609

