

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Tesis:

**DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL BIOL CON RESPECTO
AL MÉTODO TRADICIONAL PARA LA MITIGACIÓN DEL POLVO
EN EL JIRÓN EL SOL SIN PAVIMENTAR, DISTRITO BAÑOS DEL
INCA – CAJAMARCA.**

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

Bach. Jesu Armia Otoya Vaca.

Asesor:

M. en I. Héctor Albarino Pérez Loayza

CAJAMARCA – PERÚ

2018

Copyright ©2018
By Jesu Armia Otoyá Vaca.
Todos los derechos reservados.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento; en primer lugar, a mi amado Dios por permitir y bendecir todo lo logrado hasta este momento y para todas aquellas personas que me han apoyado en el afán de concluir este importante ciclo personal y profesional, de manera muy especial a: Mia Antonella, mi incondicional compañera que es mi motivo de superación, a mi amado esposo Diego Antonio por su apoyo constante y su aliento en este largo camino de la ingeniería; a mi asesor y gran amigo M. en I. Héctor Pérez Loayza por sus enseñanzas y sabios consejos; y por supuesto a mis queridos padres: Elías y Justa, especialmente a mi amado padre por ser mi ejemplo a seguir y mi apoyo en todo momento.

A mi hermana Karla, que fue mi brazo derecho, una segunda madre para mi pequeña hija en estos días de ausencia, buscando concluir la carrera.

DEDICATORIA

Una meta en mi vida se ha cumplido.

Mil palabras no bastarán para agradecerles su apoyo y comprensión en los momentos difíciles. Gracias padres queridos Dr. Elías y Mg. Justa por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

Hoy, me dispongo a conquistar nuevas metas y a lograr mi realización personal.

A mi querida hija Mía Antonella Martos Otoyá, quien compartió conmigo los avatares de la vida estos últimos años y Karla mi hermana que siempre me apoyo incondicionalmente cuando muchas veces necesitaba fuerzas para seguir en este camino que hoy llega a su meta, deseando que un día no muy lejano logre llegar hasta aquí y sienta la gran satisfacción de ver que los sacrificios tienen su recompensa.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE DE TABLAS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Planteamiento del problema	14
1.1.1. Contextualización	14
1.1.2. Descripción del problema	14
1.2. Formulación del problema	14
1.3. Hipótesis.....	15
1.3.1. Hipótesis General	15
1.3.2. Variables de estudio	15
1.4. Justificación de la investigación	15
1.5. Delimitación de la investigación	16
1.6. Objetivos.....	16
1.6.1. Objetivo general	16
1.6.2. Objetivos específicos.....	16
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. Antecedentes.....	18
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	18
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	18
2.1.3. Antecedentes locales.....	18
2.2. Bases teóricas.....	18
2.2.1 La vía.....	18
2.2.2. Contenido de humedad.....	24
2.2.3. Humedad.....	25
2.2.4. Granulometría.....	25
2.2.5. Materiales de la capa granular de rodadura.....	30
2.2.6. Polvo.....	33
2.2.7. El aditivo: BIOL.....	35

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODO.....	39
3.1. Ubicación del tramo de vía en estudio:	39
3.2. Periodo de estudio	44
3.3. Materiales utilizados en la obtención de datos de campo	44
3.4. Procedimiento.....	45
3.4.1.DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD EN LOS TRAMOS DE ESTUDIO	46
3.4.2. ESTUDIO DEL TIEMPO DE HUMEDECIMIENTO.....	46
3.4.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	50
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	55
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
ANEXOS	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 : Elementos de una vía.....	20
Figura 2.2: Vista del trébol de Av. Javier Prado y Av. Paseo de la República, Lima - Perú.....	22
Figura 2.3: Perú - Lima, Jr. Tacna, Lima - Perú.....	23
Figura 2.4: Jr. El Sol, Baños del Inca, Cajamarca – Perú.....	23
Figura 2.5: Esquema representativo de vía colectora.....	24
Figura 3.1: Mapa departamental de Cajamarca.....	40
Figura 3.2: Mapa provincial de Cajamarca.....	40
Figura 3.3: Ubicación del tramo de la vía en estudio.....	42
Figura 3.4: Segmento del plano catastral de la zona de estudio	43
Figura 3.5: Representación gráfica de los espacios en estudio.....	51
Figura 3.6: Esquema de las soluciones con 750 ML de Biol (3/4 de biol).....	54
Figura 3.7: Esquema referencial de las solución Con 250 ml de biol (1/4).....	54
Figura 4.1: Contenido de humedad de (250 ml Agua + 750 ml Biol) VS. Contenido de humedad de (Agua) - PRIMER TRAMO.....	60
Figura 4.2: Área de contenido de humedad de (250 ml agua + 750ml biol).....	61
Figura 4.3: área de contenido de humedad (método tradicional).....	63
figura 4.4: contenido de humedad de (250 ml biol+ 750 ml agua) vs. contenido de humedad de (agua).....	65
figura 4.5: contenido de humedad de (250 ml biol + 750 ml agua) %humedad (agua + biol).....	67
figura 4.6: área de contenido de humedad – método tradicional.....	68
figura 4.7: contenido de humedad de (250 ml agua + 750 ml biol)- segundo tramo.....	71
figura 4.8: área del contenido de humedad (250 ml agua + 750 ml biol)-segundo tramo.....	72
figura 4.9: área de contenido de humedad - segundo tramo.....	74
figura 4.10: contenido de humedad de (250 ml biol+ 750 ml agua) vs. contenido de humedad de (agua) - segundo tramo.....	77

Figura 4.11: Área de contenido de humedad de (250 ml biol + 750 ml agua).....	78
Figura 4.12: Área del contenido de humedad (Método tradicional).....	79
Figura 4.13: Contenido de humedad de (250 ml agua + 750 ml biol) vs. Contenido de humedad de (Agua)- Tercer tramo.....	82
Figura 4.14: Área de contenido de humedad de (250 ml agua + 750 ml biol).....	84
Figura 4.15: Área del contenido de humedad (método tradicional) % Humedad (agua).....	85
Figura 4.16: Contenido de humedad de (250 ml biol + 750 ml agua) vs. contenido de humedad de (agua).....	88
Figura 4.17: Área del Contenido de humedad de (250 ml biol + 750 ml agua) %Humedad (agua + biol)- Tercer Tramo.....	89
Figura 4.18: Área de contenido de humedad (método tradicional) %Humedad.....	90

ÍNDICE DE TABLAS

PÁG.

TABLA 2.1: Tipo de material y tamaños de partículas a considerar para ensayos de granulometría.....	25
TABLA 2.2: Contenido de arcilla en el suelo.....	26
TABLA 2.3: Suelo de subrasante.....	27
TABLA 2.4: Clasificación de los suelos.....	28
TABLA 2.5: Clasificación de los suelos- Método AASHTO.....	29
TABLA 2.6: Material granular o grava seleccionada.....	33
TABLA 3.1: Coordenadas del punto inicial y final del jiròn en estudio.....	41
TABLA 3.2: Características adoptadas por los espacios de control y experimental en contacto con agua y biol respectivamente - primer tramo	47
TABLA 3.3: Características adoptadas por los espacios de control y experimental en contacto con agua y biol respectivamente - segundo tramo.....	48
TABLA 3.4: Características adoptadas por los espacios de control y experimental en contacto con agua y biol respectivamente - tercer tramo.....	49
TABLA 3.5: Dosificación del agua recomendada en obra.....	50
TABLA 3.6: Dosificaciones y relaciones AGUA-BIOL.....	50
Tabla 4.1: Tipo de suelo según clasificación SUCS.....	57
Tabla 4.2: Tipo de suelo según clasificación AASHTO.....	57
Tabla 4.3: Contenido de humedad muestra sin agua ni biol-Terreno Natural. PRIMER TRAMO.....	58
Tabla 4.4: Contenido de humedad para muestras con agua en la dosificación: 250 ml de agua en 750 ml de biol a los 0, 15, 30, 45, 59 min.....	58
Tabla 4.5: Contenido de humedad para muestras con biol en la Dosificación: 250 ml de agua en 750 ml de biol a los 0, 15, 30, 45, 59 min.....	59
Tabla N° 4.6: Dosificación 250 ml de agua en 750 ml de biol contenido de humedad de (AGUA + Biol) VS. Contenido de humedad de (Agua).....	60
TABLA 4.7 Contenido de humedad de (250 ml agua + 750ml biol).....	61
Tabla 4.8: Representación Porcentual de la eficiencia del BIOL.....	62
Tabla 4.9: Contenido de humedad (MÉTODO TRADICIONAL).....	62
Tabla 4.10: Representación porcentual de la eficiencia del método tradicional (solamente agua).....	63
Tabla 4.11: Contenido de Humedad para muestras con agua en la Dosificación 250 ml de biol en 750 ml de agua a los 0, 15, 30, 45, y 59 min-Primer Tramo.....	64

Tabla 4.12: Contenido de Humedad para muestras con biol en la DOSIFICACIÓN 250 ml de biol en 750 ml de agua a los 0, 15, 30, 45, 59 min.....	64
Tabla 4.13 Dosificación 250 ml biol en 750 ml de agua. Contenido de humedad de (Agua + Biol) VS. Contenido de humedad de (Agua) Primer Tramo.....	65
TABLA 4.14: Contenido de humedad de (250 ml biol + 750ml agua).....	66
Tabla 4.15: Representación Porcentual de la eficiencia del biol.....	67
Tabla 4.16. Contenido de humedad (Método tradicional).....	68
Tabla 4.17 Representación porcentual del método tradicional.....	69
Tabla 4.18: Contenido de Humedad para muestras con agua en la dosificación: 250 agua+750 biol a los 0, 15, 30, 45, 59 min.....	69
Tabla 4.19: Contenido de Humedad para muestras con biol en la Dosificación 250 ml de biol en 750 ml de agua a los 0, 15, 30, 45, 59 min.....	70
Tabla 4.20: Dosificación: 250 ml de biol en 750 ml de agua Contenido de humedad de (agua + biol) vs. Contenido de humedad de (Agua)	70
Tabla 4.21: Contenido de humedad de (250 ml agua + 750 ml biol).....	72
Tabla 4.22: Representación porcentual de la eficiencia del biol.....	73
Tabla 4.23: Contenido de humedad (Método Tradicional).....	74
Tabla 4.24: Representación Porcentual de la eficiencia del biol.....	74
Tabla 4.25: Contenido de humedad para muestras con agua en la dosificación 250 ml de biol en 750 ml de agua a los 0, 15, 30, 45, 59 min - Segundo tramo.....	75
Tabla 4.26: Contenido de humedad para muestras con biol en la Dosificación 250 ml de biol en 750 ml de agua a los 0, 15, 30, 45, 59 min.....	75
Tabla 4.27: Dosificación: 250 ml biol en 750 ml de agua contenido de humedad de (Agua + Biol) VS. Contenido de humedad de (Agua).....	76
TABLA 4.28: Contenido de humedad de (250 ml biol + 750 ml agua).....	77
Tabla 4.29: Representación Porcentual de la eficiencia del biol.....	78
Tabla 4.30: Contenido de humedad método tradicional.....	79
Tabla 4.31: Representación porcentual de la eficiencia del biol.....	80

Tabla 4.32: Contenido de humedad para muestras con biol en la dosificación: 250 ml de agua en 750 ml de biol a los 0, 15, 30, 45, 59 min -Tercer Tramo.....	80
Tabla 4.33: Dosificación 250 ml de agua en 750 ml de Biol. Contenido de humedad de (agua + biol) vs. Contenido de humedad de (Agua).....	81
Tabla 4.34: Contenido de humedad de (250 ml agua + 750 ml biol).....	82
Tabla 4.35: Representación Porcentual de la eficiencia del biol.....	83
Tabla 4.36: Contenido de humedad (método tradicional).....	84
Tabla 4.37: Representación porcentual del método tradicional.....	85
Tabla 4.38: Contenido de humedad para muestras con agua en la Dosificación: 250 ml de biol en 750 ml de agua a los 0, 15, 30, 45, 59 min.....	86
Tabla 4.39: Contenido de humedad para muestras con biol en la DOSIFICACIÓN 250 ml de biol en 750 ml de agua a los 0, 15, 30, 45, 59 min.....	86
Tabla 4.40: Dosificación: 250 ml biol en 750 ml de agua contenido de humedad de (Agua + Biol) VS. Contenido de humedad de (Agua).....	87
Tabla 4.41: Contenido de humedad de (250 ml biol + 750 ml agua).....	87
Tabla 4.42: Representación porcentual de la eficiencia del biol.....	89
Tabla 4.43: Representación Porcentual del método tradicional	
Resultado del estudio del tiempo de humedecimiento.....	90
Tabla 4.44: Representación porcentual del método tradicional.....	91
Tabla 4.45: Tiempo de duración de la humedad.....	92

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue la determinación de la eficiencia del biol con respecto al método tradicional para la mitigación del polvo en el jirón El Sol sin pavimentar, distrito Baños del Inca - Cajamarca. La problemática de esta investigación se formuló de la siguiente manera: ¿Cuál es la eficiencia del uso del Biol en comparación con el método tradicional para la mitigación del polvo y el tiempo de humedecimiento en el jirón El Sol distrito Baños del Inca - Cajamarca?, la muestra fue seleccionada intencionalmente y estuvo constituida por todo el jirón El Sol. Para estudiar las variables; eficiencia y uso del biol en el jirón seleccionado, utilizamos como primera instancia la observación directa. La vía en estudio mide 624 metros, se observó la humedad en tres tramos, luego en cada uno de los tramos se eligió el espacio de control y experimental; en los espacios de control se aplicó el método tradicional (aplicación de agua) y en los espacios experimentales la solución de biol más agua, para determinar sus efectos. Obtuvimos 31 muestras de contenido de humedad en toda la zona seleccionada y realizamos estudios de granulometría; corroborando que el suelo presentaba arenas limosas, también obtuvimos la muestra del terreno natural; que presentó un contenido de humedad del 0.98%, lo cual nos permitió afirmar que nuestros métodos en estudio le aportaban humedad al suelo. Para la determinación del área de contenido de humedad obtuvimos un área total de estudio de 354 centímetros cuadrados, que representó el 100% y nos permitió determinar la eficiencia del uso del biol en agua siempre y cuando su porcentaje de humedad sea mayor al 50%. Teniendo un tiempo de humedecimiento de 1 hora y 30 minutos usando biol. Llegando a las conclusiones: que la utilización de biol, en la vía sin pavimentar del jirón El Sol distrito Baños del Inca - Cajamarca, en comparación al método tradicional es eficiente, aumentando el tiempo de humedecimiento y el contenido de humedad en más del 50%, por ende la mitigación del polvo aumenta considerablemente. La dosificación óptima del biol es de $\frac{3}{4}$ biol + $\frac{1}{4}$ agua (750 ml biol + 250 ml de agua) siendo la dosis que mayor contenido de humedad aportó para poder determinar la eficiencia del biol en comparación con el método tradicional y el tiempo de humedecimiento generado por el uso de biol en la dosificación $\frac{3}{4}$ biol + $\frac{1}{4}$ agua generó un tiempo de humedecimiento de 1 hora y 30 minutos en comparación a los 37 minutos de humedad que le proporcionó el método tradicional a la zona de estudio.

Palabras claves: eficiencia, biol, mitigación del polvo, vía local, contenido de humedad.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was the determination of the efficiency of the biol with respect to the traditional method for the mitigation of dust in the unpaved El Sol strip, Baños del Inca district - Cajamarca. The problem of this research was formulated as follows: What is the efficiency of the use of Biol compared to the traditional method for dust mitigation and wetting time in the El Sol district of Baños del Inca - Cajamarca? the sample was selected intentionally and was constituted by all the El Sol shred. To study the variables; efficiency and use of Biol in the selected shred, we use direct observation as a first instance. The street under study measures 624 meters, moisture was observed in three sections, then in each of the sections the control and experimental space was chosen; In the control spaces, the traditional method (application of water) was applied and in the experimental spaces the solution of biol plus water was used to determine its effects. We obtained 31 samples of moisture content in the selected street and we carried out granulometry studies; corroborating that the soil had silty sands, we also obtained the sample of the natural terrain; which presented a moisture content of 0.98%, which allowed us to affirm that our methods under study brought moisture to the soil. For the determination of the area of moisture content we obtained a total area of study of 354 square centimeters, which represented 100% and allowed us to determine the efficiency of the use of biol in water as long as its humidity percentage is greater than 50%. Having a wetting time of 1 hour and 30 minutes using biol. Arriving at the conclusions: that the use of biol, in the unpaved road of the El Sol district of Baños del Inca-Cajamarca, compared to the traditional method is efficient, increasing the wetting time and the moisture content by more than 50%, therefore the mitigation of dust increases considerably. The optimal dosage of the biol is $\frac{3}{4}$ biol + $\frac{1}{4}$ water (750 ml biol + 250 ml of water) being the dose with the highest humidity content to be able to determine the efficiency biol compared to the traditional method and the moistening time generated by the use of biol in the dosage $\frac{3}{4}$ biol + $\frac{1}{4}$ water generated a wetting time of 1 hour and 30 minutes compared to the 37 minutes of humidity provided by the traditional method to the study area.

Keywords: efficiency, biol, dust mitigation, local route, moisture content.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. CONTEXTUALIZACIÓN

Una ciudad moderna que va al ritmo de los cambios debe tener servicios eficientes para asegurar una mejor calidad de vida a sus habitantes y un desarrollo armónico como ciudad. Cajamarca, lamentablemente tiene grandes problemas con la administración y suministro de sus servicios y uno de ellos es el tema de las pistas y veredas. La falta de pavimentación de las vías a generado muchos malestares a la población cajamarquina, dando paso a trochas polvorientas e intransitables que generan malestar a los vecinos y conductores, esto se observa fundamentalmente en los meses con escasa precipitación pluvial, iniciando el mes de mayo hasta octubre y parte de noviembre.

1.1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Buscando la manera de mermar la presencia de polvo en estas vías locales sin pavimento, en la presente investigación hemos utilizado el biol, elaborado a partir de los residuos orgánicos, proporcionado por la compañía Coimolache - Unidad Productiva Tantahuatay, evaluamos la eficiencia en la mitigación de polvo a partir de su uso, comparándolo con el uso de agua como método tradicional.

El problema que se planteó en este trabajo de tesis es: existe la posibilidad de utilizar el biol como componente importante en la mitigación del polvo, haciendo que la humedad sea más duradera, en el jirón El Sol, Baños del Inca - Cajamarca.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Una vez analizada la situación problemática que dio origen a este trabajo de investigación, el problema quedó formulado de la siguiente manera: ¿Cuál es la

eficiencia del uso del Biol en comparación con el método tradicional para la mitigación del polvo y el tiempo de humedecimiento en el jirón El Sol distrito Baños del Inca - Cajamarca?

1.3. HIPÓTESIS

1.3.1. HIPÓTESIS GENERAL

El biol es un eficiente aditivo antipolvo en vías no pavimentadas, disminuye un 50% del volumen de polvo y aumenta el tiempo de humedecimiento con respecto al método tradicional en el jirón El Sol sin pavimentar, distrito Baños del Inca - Cajamarca.

1.3.2. Variables de estudio

a. Variable dependiente

Eficiencia del biol para la mitigación del polvo generado en la vía sin pavimentar y el valor del óptimo tiempo de humedecimiento en el jirón El Sol - Baños del Inca - Cajamarca.

b. Variable independiente

Método no convencional, como el uso del biol para la disminución del volumen de polvo, en la vía sin pavimentar jirón, El Sol - Baños del Inca Cajamarca.

1.4. Justificación de la investigación

En obras, canteras, minas, túneles y en general, cualquier zona no pavimentada sometida a tráfico como caminos, pistas, áreas de almacenaje. El polvo siempre ha sido y será un problema que puede causar graves trastornos en las vías respiratorias, accidentes por falta de visibilidad y mal funcionamiento de equipos. El uso del biol, puede ofrecer soluciones para cualquier problema relacionado con el polvo en suspensión.

Si bien es cierto en el mercado hoy por hoy, existen un sin número de aditivos y componentes químicos que se pueden utilizar para que las emanaciones de polvo disminuyan, con el uso del biol como agente mermador de polvo, queremos contribuir con la conservación del ambiente, evitando la

contaminación de este, ya que el biol está hecho con productos orgánicos que no generan daños colaterales con su uso. Además, que su adquisición es económica y fácil de conseguir.

1.5. Delimitación de la investigación

La presente investigación se ha realizado en el jirón El Sol, distrito Baños del Inca- Cajamarca, abarcó desde: octubre hasta diciembre del 2017, para realizar el muestreo en los tres tramos establecidos y de enero hasta marzo del 2018 para comparar y procesar los resultados. Las muestras extraídas han sido tomadas todas por la tarde entre las 2:00 pm a 4:30 pm, para que las condiciones climáticas y de temperatura no afecten el resultado del estudio.

1.6. OBJETIVOS

1.6.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la eficiencia del biol con respecto al método tradicional para la mitigación del polvo y el tiempo de humedecimiento en el jirón El Sol - Baños del Inca - Cajamarca.

1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar el **tiempo de humedecimiento** en la vía sin pavimentar del jirón El Sol – Baños del Inca Cajamarca, usando biol, con el método tradicional para la disminución del polvo.
- Determinar la **óptima dosificación del biol** con respecto a la cantidad de agua a utilizar en la vía sin pavimentar jirón El Sol - Baños del Inca Cajamarca, comparándolo con el método tradicional para la disminución del levantamiento de polvo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.2. ANTECEDENTES

2.1.1. Antecedentes internacionales

Realizados los estudios de investigación a nivel internacional relacionados con la presente tesis, no encontramos trabajos que sumen al estudio o que antecedan la investigación, sin embargo estudios refieren que la mayoría de estabilizadores de polvos industrializados como los agentes humificadores, sales higroscópicas y agentes creadores de costra superficial, poseen ciertos elementos que se encuentran presentes en el biol, permitiendo usar este último para la disminución del polvo de una manera más armónica con el ambiente.

2.1.2. Antecedentes nacionales

No encontramos trabajos relacionados al estudio, que antecedan este trabajo de investigación.

2.1.3. Antecedentes locales

Martos (2018, P.60, 62,63), en su tesis de ingeniería para optar el grado de maestro en ciencias cuyo título es: Eficiencia del BIOL en la mitigación de polvo, en las vías de tránsito de la COMPAÑÍA MINERA COIMOLACHE - CAJAMARCA, determina la eficiencia del biol para mitigar el polvo en un kilómetro de carretera, usando una cisterna y 2500 litros de biol.

2.3. BASES TEÓRICAS

2.3.1. La vía:

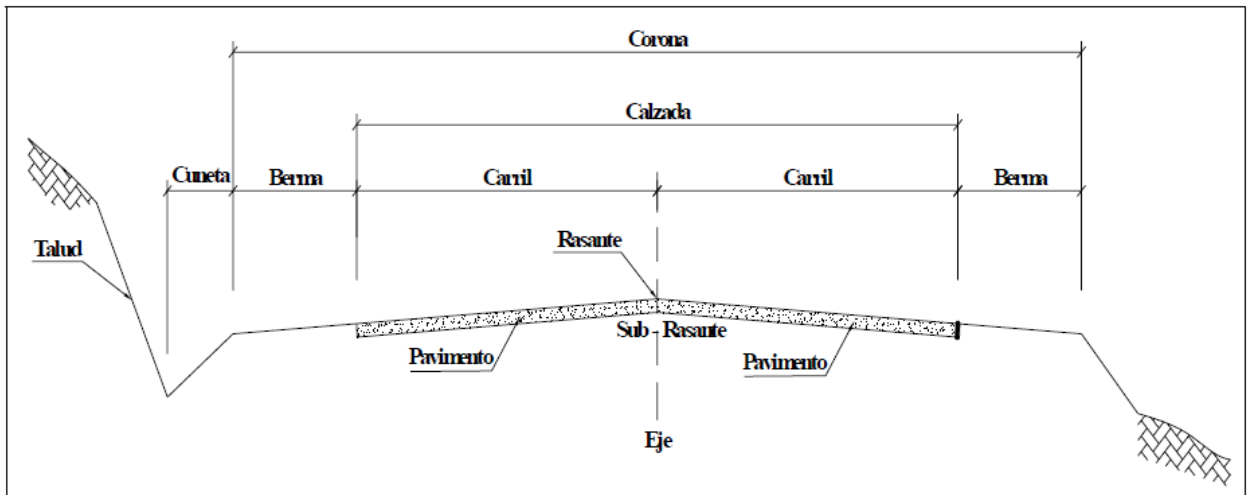
Es una infraestructura de transporte acondicionada dentro de toda una faja de terreno, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y en el tiempo.

A. Elementos de la vía:

- **Calzada o superficie de rodamiento:** Es aquella faja acondicionada especialmente para el tránsito de los vehículos.

- **Carril:** Es aquella parte de la calzada o superficie de rodamiento, de ancho suficiente para la circulación de una sola fila de vehículos.
- **Acotamientos o bermas:** Son fajas laterales que sirven de confinamiento lateral de la superficie de rodamiento y que eventualmente puede usarse como estacionamiento provisional para alojar vehículos en caso de emergencia.
- **Corona:** Es la superficie terminada de una carretera, comprendida entre los hombros, por lo que incluye la calzada más los acotamientos.
- **Cunetas:** Van paralelamente a los acotamientos, destinadas a facilitar el drenaje superficie longitudinal de la carretera.
- **Contra cunetas o zanjas de coronamiento:** Puede existir en aquellos tramos donde se prevea la necesidad de desviar las corrientes de agua y evitar que invadan la carretera o sobrecarguen la cuneta.
- **Taludes:** Son las superficies laterales inclinadas, comprendidos entre las cunetas y el terreno natural.
- **Drenaje transversal:** Está formado por las alcantarillas y estructuras mayores por
 - ejemplo los puentes, que permitan que el agua cruce de un lado a otro de la carretera sin invadir su superficie.
- **Rasante:** Como eje, es la proyección vertical del desarrollo del eje real de la superficie de rodamiento de la carretera.
- **Subrasante:** Es la superficie de terreno especialmente acondicionada sobre la cual se apoya la estructura del pavimento.
- **Pavimento:** Es la superficie especialmente tratada con materiales perdurables y que permitan un tránsito rápido, eficiente y sin polvo.

Figura 2.1: Elementos de una vía



Fuente: Tomado del Libro de Ingeniería de Tránsito 2006, P. 28.

B. Clases de vía:

- **Según el manual de diseño geométrico de carreteras:**

- **Según la demanda:**

- **Autopistas de primera clase:** Carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6.000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6,00 m; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3,60 m de ancho como mínimo, con control total de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos, sin cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

Autopistas de segunda clase: Son carreteras con un IMDA entre 6.000 y 4.001 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6,00 m hasta 1,00 m, en cuyo caso se instalará un sistema de contención vehicular; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3,60 m de ancho como mínimo, con control parcial de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos; pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales en

zonas urbanas. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

- **Carretera de primera clase:** Son carreteras con un IMDA entre 4.000 y 2.001 veh/día, de con una calzada de dos carriles de 3,60 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

- **Carreteras de segunda clase:** Son carreteras con IMDA entre 2.000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3,30 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

- **Carreteras de tercera clase:** Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3,00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2,50 m, contando con el sustento técnico correspondiente.

- **Trochas carrozables:** Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4,00 m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m. La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar.

Según el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas:

- **Vías expresas:** Las vías expresas son vías cuyas longitudes varían de 4 a 10 km. Estas vías establecen la relación entre el sistema interurbano y el sistema vial urbano, sirven principalmente para el tránsito de paso (origen y destino distantes entre sí). Unen zonas de elevada generación de tráfico transportando grandes volúmenes de vehículos, con circulación a alta velocidad y bajas condiciones de accesibilidad. Sirven para viajes largos entre grandes áreas de vivienda y concentraciones industriales, comerciales y el área central.

Figura 2.2: Vista del trébol de Av. Javier Prado y Av. Paseo de la República, Lima - Perú



Fuente: Tomado de la galería fotográfica de Carlopeto's Stamps s. f.

- **Vías arteriales:** las vías arteriales permiten el tránsito vehicular, con media o alta fluidez, baja accesibilidad y relativa integración con el uso del suelo colindante. Estas vías deben ser integradas dentro del sistema de vías expresas y permitir una buena distribución y repartición del tráfico a las vías colectoras y locales. El estacionamiento y descarga de mercancías está prohibido. El término Vía Arterial no equivale al de Avenida, sin embargo, muchas vías arteriales han recibido genéricamente la denominación de tales.

Figura 2.3: Perú - Lima, Jr. Tacna, Lima - Perú



Fuente: Tomado de la galería fotográfica de Carlopeto's Stamps s. f.

- **Vías locales:** Son aquellas cuya función principal es proveer acceso a los predios o lotes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio, generado tanto de ingreso como de salida. Por ellas transitan vehículos livianos, ocasionalmente semipesados; se permite estacionamiento vehicular y existe tránsito peatonal irrestricto. Las vías locales se conectan entre ellas y con las vías colectoras. Este tipo de vías han recibido el nombre genérico de calles y pasajes.

Figura 2.4: Jr. El Sol, Baños del Inca, Cajamarca – Perú



Fuente: Tomado de google Maps.

- **Vías colectoras:** las vías colectoras sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales y en algunos casos a las vías expresas cuando no es posible hacerlo por intermedio de las vías arteriales. Dan servicio tanto al tránsito de paso, como hacia las propiedades adyacentes. Pueden ser colectoras distritales o interdistritales, correspondiendo esta clasificación a las Autoridades Municipalidades, de la cual se derivan, entre otros, parámetros para establecer la competencia de dichas autoridades. Este tipo de vías, han recibido muchas veces el nombre genérico de Jirón, Vía Parque, e inclusive Avenida.

Figura N 2.5: Esquema representativo de vía colectora



Fuente: Tomado de Ventura s. f.

2.3.2. Contenido de humedad

Mendoza. (1992). Volumen de humedad de un material determinado bajo ciertas condiciones y expresado como porcentaje de la masa del elemento húmedo, es decir, la masa original incluyendo la sustancia seca y cualquier humedad presente. Estudio de suelos es el conjunto de exploraciones e investigaciones de campo, ensayos de laboratorio y análisis de gabinete que tiene por objeto estudiar el comportamiento de los suelos y sus repuestas ante

las solicitaciones de carga. Flujo de tránsito: Movimiento de vehículos que se desplazan por una sección dada de una vía, en un tiempo determinado. Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas.

2.3.3. Humedad

Porcentaje de agua en suelo o material. Es la cantidad de agua contenida en un material, tal como el suelo, la humedad del suelo, las rocas, la cerámica o la madera medida sobre la base de análisis volumétricos o gravimétricos. Pérez (2012). Esta propiedad se utiliza en una amplia gama de áreas científicas y técnicas y se expresa como una proporción que puede ir de 0, completamente seca, hasta el valor de la porosidad de los materiales en el punto de saturación.

2.3.4. Granulometría

A partir de la cual se puede estimar, con mayor o menor aproximación, las demás propiedades que pudieran interesar. El análisis granulométrico de un suelo tiene por finalidad determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño. De acuerdo al tamaño de las partículas de suelo, se definen los siguientes términos:

TABLA 2.1: Tipo de material y tamaños de partículas a considerar para ensayos de granulometría

Tipo de Material	Tamaño de las partículas
Grava	75 mm – 2 mm
Arena	Arena gruesa: 2 mm – 0.2 mm
	Arena fina: 0.2 mm – 0.05 mm
Limo	0.05 mm – 0.005 mm
Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: Tomado de la Norma Técnica MTC P. 107.

A. La plasticidad, de un suelo depende, no de los elementos gruesos que contiene, sino únicamente de sus elementos finos. El análisis granulométrico no permite apreciar esta característica, por lo que es necesario determinar los Límites de Atterberg.

A través de este método, se definen los límites correspondientes a los tres estados en los cuales puede presentarse un suelo: líquido, plástico o sólido. Estos límites, llamados límites de Atterberg, son: el límite líquido (LL) determinación según Norma MTC E 110, el límite plástico (LP) determinación según Norma MTC E 111 y el límite de contracción (LC) determinación norma MTC E 112. Además del LL y del LP, una característica a obtener es el Índice de plasticidad IP que se define como la diferencia entre LL y LP: $IP = LL - LP$

El índice de plasticidad permite clasificar bastante bien un suelo. Un IP grande corresponde a un suelo muy arcilloso; por el contrario, un IP pequeño es característico de un suelo poco arcilloso. Sobre todo, esto se puede dar la clasificación siguiente.

TABLA 2.2: Contenido de arcilla en el suelo

Índice de plasticidad	Características
$IP > 20$	Suelos muy arcillosos
$20 > IP > 10$	Suelos arcillosos
$10 > IP > 4$	Suelos poco arcillosos
$IP = 0$	Suelos exentos de arcilla

Fuente: tomado de la Norma Técnica MTC P 110.

Se debe tener en cuenta que, en un suelo el contenido de arcilla, es el elemento más peligroso de una carretera, debido sobre todo a su gran sensibilidad al agua.

TABLA 2.3: Suelo de subrasante

Índice de Grupo	Suelo de Subrasante
IG > 9	Muy Pobre
IG está entre 4 a 9	Pobre
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 - 2	Bueno
IG está entre 0 - 1	Muy bueno

Fuente: tomado de la Norma Técnica MTC 107.

B. Humedad natural. Otra característica importante de los suelos es su humedad natural; puesto que la resistencia de los suelos de subrasante, en especial de los finos, se encuentra directamente asociada con las condiciones de humedad y densidad que estos suelos presenten.

C. Clasificación de los suelos. Determinadas las características de los suelos, según los acápites anteriores, se podrá estimar con suficiente aproximación el comportamiento de los suelos, especialmente con el conocimiento de la granulometría, plasticidad e índice de grupo y luego clasificar los suelos.

Guardím (1999). La clasificación de los suelos permite predecir el comportamiento aproximado de los suelos, que contribuirá a delimitar los sectores homogéneos desde el punto de vista geotécnico. A continuación, se presenta una correlación de los dos sistemas de clasificación más difundido, AASHTO y ASTM.

TABLA 2.4: Clasificación de los suelos

Clasificación de suelos AASHTO	Clasificación de suelos ASTM
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A – 2	GM, GC, SM, SC
A – 3	SP
A – 4	CL, ML
A – 5	ML, MH, CH
A – 6	CL, CH
A – 7	OH, MH, CH

Fuente: tomado de la Norma Técnica MTC 107.

TABLA 2.5: Clasificación de los suelos- Método AASHTO

CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS - MÉTODO AASHTO												
Clasificación general	SUELOS GRANULOSOS 35% MÁXIMO QUE PASA POR TAMIZ DE 0.08 mm							SUELOS FINOS MÁS DEL 35% PASA POR EL TAMIZ DE 0.08 mm				
Grupo	A1		A3	A2				Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.08 mm				
Símbolo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A4	A5	A6	A7-5	A7-6
Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz de: 2mm 0.5mm 0.08 mm	máx 50	máx 50	máx 35	máx 35	máx3 5	máx35	máx35	mín 35	mín 35	mín 35	mín35	mín35
Límites Atterberg límite de liquidez Índice de plasticidad	máx 6	máx 6		máx 40 máx 10	mán 40 max 10	mín 40 máx 10	mín 40 mín 10	máx 40 máx 10	máx 40 máx 10	máx 40 mín 10	mín 40 máx 10 IP <LL-30	mín 40 máx 10 IP<LL-30
ÍNDICE DE GRUPO	0	0	0	0	0	máx4	máx4	máx8	máx12	máx16	máx20	máx20
tipo de material	Piedras, gravas y arenas		aren a fina	gravas y arenas limosas y arcillosas				Suelos limosos		suelos arcillosos		
Estimación general del suelo como subrasante	De excelente a bueno						De pasable a malo					

Fuente: tomado de la Norma Técnica MTC 107.

2.3.5. Materiales de la capa granular de rodadura

- **Capa de afirmado:** El material a usarse varía según la región y las fuentes locales de agregados, cantera de cerro o de río, también se diferencia si se utilizará como una capa superficial o capa inferior, porque de ello depende el tamaño máximo de los agregados y el porcentaje de material fino o arcilla, cuyo contenido es una característica obligatoria en el camino de afirmado. El afirmado es una mezcla de tres tamaños o tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla. Si no existe una buena combinación de estos tres tamaños, el afirmado será pobre. (Reyes, 2007).

El afirmado requiere de un porcentaje de piedra para soportar las cargas, asimismo necesita un porcentaje de arena clasificada según tamaño para llenar los vacíos entre las piedras y dar estabilidad a la capa; y, obligatoriamente un porcentaje de finos plásticos para cohesionar los materiales de la capa de afirmado. Reyes (2007). Hay dos principales aplicaciones en el uso de afirmados: su uso como superficie de rodadura en caminos no pavimentados o su uso como capa inferior granular o como colchón anticontaminante.

Como superficie de rodadura, un afirmado sin suficientes finos, está expuesto a perderse, porque es inestable. En construcción de caminos se requiere un porcentaje limitado pero suficiente de materiales finos y plásticos, que cumplan la función de aglutinar para estabilizar la mezcla de gravas. Un buen afirmado para capa inferior, tendrá mayor tamaño máximo de piedras, que en el caso de la capa de superficie y muy poco porcentaje de arcillas y de materiales finos en general. La razón de ello es que la capa inferior debe tener buena resistencia para soportar las cargas del tránsito y además debe tener la cualidad de ser drenante. (Enciclopedia de Clasificaciones, 2016).

- **Gradación de los materiales de la capa de afirmado:** Existen pocos depósitos naturales de material que tiene una gradación ideal, donde el material sin procesar se puede utilizar directamente, por lo que será necesario zarandear el material para obtener la granulometría especificada. Reyes (2007). En general los materiales serán agregados naturales procedentes de excedentes de excavaciones o canteras o podrán provenir de la trituración de

rocas y gravas, o podrán estar constituidos por una mezcla de productos de ambas procedencias.

Es recomendable que las piedras tengan caras fracturadas o aristas y superficies rugosas, su comportamiento es mucho mejor que la piedra lisa redondeada o canto rodado, dándole a la capa de afirmado resistencia y estabilidad bajo las cargas actuantes. Gravas procedentes de bancos que contienen piedras fracturadas naturalmente son consideradas como muy buenos materiales. En todo caso, se podrán obtener mejores resultados procesando el material por trituración; esto significa que un buen porcentaje de las piedras tendrán caras fracturadas por proceso de la trituración, lográndose mejores propiedades de resistencia y estabilidad de la capa de afirmado. (Reyes, 2007)

Es muy importante indicar que todas las gravas no son iguales, por lo que la calidad verdadera debe ser determinada efectuando ensayos y dosificaciones de los materiales que constituyen el afirmado, esto asegurará que la dosificación puesta en obra sea la adecuada. Se distinguen cuatro tipos de afirmado y su espesor y aplicación estará en función del IMD según el catálogo de revestimiento granular.

Reyes (2007). La capa del afirmado estará adecuadamente perfilada y compactada, según los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto.

- **Afirmado tipo 1:** Corresponde a un material granular natural o grava seleccionada por zarandeo, con un índice de plasticidad hasta 9; excepcionalmente se podrá incrementar la plasticidad hasta 12, previa justificación técnica. El espesor de la capa es definido en el Manual para el Diseño de Caminos de Bajo Volumen de tránsito. Se utilizará en los caminos de bajo volumen de tránsito, clases T0 y T1, con IMD proyectado menor a 50 vehículos día.

- **Afirmado tipo 2:** Corresponde a un material granular natural o de grava seleccionada por zarandeo, con un índice de plasticidad hasta 9; excepcionalmente se podrá incrementar la plasticidad hasta 12, previa justificación técnica. Se utilizará en los caminos de bajo volumen de tránsito, clase T2, con IMD proyectado entre 51 y 100 vehículos día.

- **Afirmado tipo 3:** Corresponde a un material granular natural o grava seleccionada por zarandeo o por chancado, con un índice de plasticidad hasta 9; excepcionalmente se podrá incrementar la plasticidad hasta 12, previa justificación técnica. Se utilizará en los caminos de bajo volumen de tránsito, clase T3, con IMD proyectado entre 101 y 200 vehículos día.

- **Afirmado tipo 4:** Corresponde a un material granular o grava seleccionada por chancado o trituración, con un índice de plasticidad hasta 9; excepcionalmente se podrá incrementar la plasticidad hasta 12, previa justificación técnica. Se utilizará en los caminos de bajo volumen de tránsito, clase T4, con IMD proyectado entre 201 y 400 vehículos día. Para cada tipo de afirmado le corresponderá una granulometría:

TABLA 2.7: Material granular o grava seleccionada

TIPO Y AFIRMADO				
PORCENTAJE QUE PASA DEL TAMIZ	TRÁFICO T0 Y T1: TIPO 1 IMD<50 VEH	TRÁFICO T2: TIPO2 51-100 VEH.	TRÁFICO T3: TIPO 3 101-200VEH.	TRÁFICO T4: TIPO 4 201-400VEH.
50 mm(2")	100	100		
37.5 mm(1 1/2")		95-100	100	
25 mm(q")	50-80	75-95	90-100	100
19 mm(3/4)			65-100	80-100
12.5 mm(1/2)				
9.5 mm(3/8)		40-75	45-80	65-100
4.75 mm(N°4)	20-50	30-60	30-65	50-85
2.36mm(N°8)				
2 mm(n°10)		20-45	22-52	33-67
4.25 um(N°40)		15-30	15-35	20-45
75 um (N°200)	04-12	5-15	05-20	5-20
índice de Plasticidad	04-09	04-09	04-09	04-09

Fuente: Tomado de la Norma Técnica MTC 107.

2.3.6. Polvo

Es un nombre genérico para las partículas sólidas con un diámetro menor a los 500 micrómetros. Comité technique, (2012). En la tierra, el polvo que se encuentra en la atmósfera terrestre proviene de varias fuentes, por ejemplo: polvo del suelo levantado por el viento, erupciones volcánicas, incendios y contaminación. El polvo es responsable de enfermedades del pulmón, como la neumoconiosis, que incluye a la enfermedad del pulmón negro, que se presenta entre los mineros del carbón. Estos riesgos han determinado la adopción de un número de leyes que regulan las condiciones ambientales en los lugares de trabajo.

Martos (2018). El polvo consiste en pequeñas partículas llevadas por corrientes de aire, formados en su mayoría por desintegración o fractura de materiales sólidos. Según estimaciones anualmente se acumulan entre 2.000 y 3.000 millones de toneladas de polvo en la atmósfera. Las principales fuentes de polvo están en la erosión eólica, terremotos y volcanes, minería, agricultura y actividades industriales. El polvo es clasificado por el tamaño en 2 categorías primarias:

Polvo inhalable (PM10): Es aquella fracción de polvo que entra en el cuerpo, pero es atrapado en la nariz, la garganta, y vías respiratorias superiores. La medida del diámetro de este polvo es aproximadamente 10 μm .

Polvo respirable (PM 2,5): Son aquellas partículas bastante pequeñas que penetran en la nariz y el sistema superior respiratorio y profundamente en los pulmones. Las partículas que penetran superan los mecanismos de despacho naturales del cuerpo y tienen mayor probabilidad de ser conservadas en el organismo.

Las partículas PM10 y PM2.5: pueden causar problemas a la salud. Por viajar más profundamente en los pulmones y por estar compuesta por algunos elementos tóxicos (como metales pesados y compuestos orgánicos), las partículas PM 2.5 pueden producir tos y dificultad para respirar, agravar el asma, provocar daño a los pulmones (incluyendo la disminución de su función y enfermedades respiratorias de por vida) y en casos extremos muerte en individuos con enfermedades de corazón y pulmón.

Los principales problemas asociados con la emisión de polvo son las siguientes:

- Alto riesgo de accidentes por mala visibilidad.
- Efecto en la salud y rendimiento de los trabajadores.
- Aumento del costo operacional de equipos.
- Polvo en suspensión que se traslada grandes distancias.
- Reducción de las velocidades de operación y funcionalidad de los

equipos.

- Continuos riegos de agua para mitigar parcialmente el polvo.
- Alta frecuencia de uso de los equipos de mantenimiento.
- Efecto sobre instalaciones contiguas.
- Reducción de efectividad en emergencias y operaciones de rescate.

2.3.7. El aditivo: BIOL

Es el abono líquido que se genera en la fase de higienización del compostaje, en donde se eliminan patógenos, parásitos, semillas, siendo muy bueno como fertilizante foliar. Villalobos, (2010). Resulta del proceso de fermentación y descomposición de los materiales orgánicos, que activan los microorganismos benéficos del suelo. Los tres (3) principales componentes del biol, son: Nitrógeno (10%); Fósforo (4%); y Potasio (3%). Este porcentaje varía con la calidad de los materiales que se utilizan para la elaboración del compost.

El biol es un abono orgánico líquido que se origina a partir de la descomposición de materiales orgánicos, como estiércoles de animales, plantas verdes, frutos, entre otros, en ausencia de oxígeno. Cueva, (2006).

El biol es el resultado de la fermentación de estiércol y agua a través de la descomposición y transformaciones químicas de residuos orgánicos en un ambiente anaerobio. Tras salir del biodigestor, este material ya no huele y no atrae insectos una vez utilizado en los suelos. (Cueva, 2006).

Villalobos, (2010). El biol es un producto estable biológicamente, rico en humus y una baja carga de patógenos. El biol tiene una buena actividad biológica, desarrollo de fermentos nitrosos y nítricos, microflora, hongos y levaduras que serán un excelente complemento a suelos improductivos o desgastados.

Para Promer (2002), el biol se obtiene del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos. La técnica empleada para lograr este propósito son los biodigestores. Los biodigestores se desarrollaron principalmente con la finalidad de producir energía y abono para las plantas utilizando el estiércol de los animales. Sin embargo, en los últimos años, esta técnica está priorizando la producción del bioabono, especialmente del abono foliar denominado biol.

a. Proceso de elaboración del Biol en Tantahuatay

Martos (2018). Los bioles son abonos de tipo foliar orgánico, resultado de un proceso de digestión anaeróbica de restos orgánicos de animales y vegetales, estiércol, residuos de cosecha, residuos orgánicos domiciliarios o industriales. Son ricos en fitohormonas, un componente que mejora la germinación de las semillas, fortalece las raíces y la floración de las plantas. Su acción se traduce en aumentos significativos de las cosechas a bajos costos. En Cía. Minera Coimolache S.A. reaprovechamos los residuos orgánicos provenientes de los comedores para la elaboración de bioabonos sólidos (Biosol) y líquidos (Biol); el proceso de elaboración sigue el siguiente procedimiento:

b. Recepción de los residuos orgánicos

Los residuos orgánicos son transportados hasta el área de transferencia de residuos sólidos, por personal encargado en una unidad destinada y acondicionada para el transporte de los residuos sólidos.

- **Pesaje:** los residuos sólidos orgánicos son pesados en el área de recepción y transportados hasta el módulo de compostaje.
- **Homogenización y picado:** Los residuos sólidos orgánicos son apilados y picados con un machete, para ayudar el proceso de fermentación.
- **Llenado de los tanques fermentadores:** Los tanques fermentadores son llenados con los residuos orgánicos picados por capas de 20 cm, uniformizando y compactando levemente con un rastrillo dentro del tanque, en cada capa se inoculará con el EM activado (ver activación de EM-Compost) en proporción de 0.5 L de EM activado en 8 litros de agua no clorada. Finalmente, una vez llenado el tanque se tapará herméticamente para el inicio de un proceso de fermentación anaerobio.

c. Fermentación y extracción de lixiviados

Durante el proceso de fermentación se extrae los lixiviados producto de la eliminación de agua de los residuos sólidos orgánicos cada 5 días durante la fermentación que dura 15 días. Trasvase del lixiviado. El Lixiviado extraído de

los tanques de fermentación se vaciará en un tanque de 1 m³, adicionándole 750 ml de EM- Compost activado puro cada vez que trasvasemos al tanque.

c.1. Maduración: El proceso de digestión anaeróbica será por 45 días aproximadamente hasta su maduración, durante el proceso se genera gases (CO₂) por lo que es recomendable que el tanque facilite la eliminación de este sin el ingreso de O₂. Finalmente, el biol es un bioabono líquido útil para aplicación foliar a los cultivos y/o áreas revegetadas ya que el biol estimula el crecimiento de las plantas y permite la protección contra las plagas y enfermedades, además ayuda a mantener el vigor de las plantas y soportar eventos extremos del clima. Es especialmente útil, luego de heladas y granizadas. Así mismo en Coimolache se utiliza para el riego de vías, porque facilita la retención de partículas de polvo.

c.2. EM-Compost: **EM**, es una abreviación de Effective Microorganisms (Microorganismos Eficaces), EM es una combinación de varios microorganismos benéficos de origen natural de tres géneros principales: bacterias fototróficas, bacterias ácido lácticas y levaduras. En el mercado se puede encontrar este producto en estado de latencia. Activación de EM-compost. Este producto posee grupos microbianos concentrados en un medio de cultivo que necesitan ser activados para su uso, para lo cual se emplea melaza (miel de caña) y agua. Para ello se realiza las siguientes proporciones: 1 L de EM-Compost + 1 L de melaza + 18 L de agua (sin cloro). Diluir 1L de melaza en 18 L de agua sin cloro, homogenizar y adicionar el EM-Compost.

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Elementos viales:** Es el conjunto de componentes físicos de la vía, tales como superficie de rodadura, bermas, cunetas, obras de arte, drenaje, elementos de seguridad vial y medio ambiente.
- **Infraestructura vial:** Todo camino, arteria, calle o vía férrea, incluidas sus obras complementarias, de carácter rural o urbano de dominio y uso público y privado.

- **Tramo:** Parte continúa de una carretera.
- **Tránsito:** Actividad de personas y vehículos que circulan por una vía.
- **IMD:** índice medio diario de vehículos.
- **Biodigestores:** es un contenedor cerrado, hermético e impermeable, dentro del cual se deposita materia orgánica como; desechos vegetales y frutales (excluyendo a los cítricos ya que acidifican el medio), excremento de rumiantes o humanos, en determinada dilución con agua, esta mezcla mediante la fermentación anaerobia por acción de microorganismos, es degradada obteniendo como producto gas metano (biogás) y un subproducto liquido (biol), el cual puede ser utilizado como fertilizante ya que es rico en nitrógeno, fósforo y potasio.
- **Eficiencia:** es la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir lo que queremos determinadamente.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODO

3.1. Ubicación del tramo de vía en estudio:

El presente trabajo de investigación se realizó en el departamento de Cajamarca, provincia de Cajamarca y distrito Baños del Inca.

Figura 3.1: Mapa departamental de Cajamarca.



Fuente: modificado de Mapa de la provincia y departamento de Cajamarca Gualberto Valderrama 2005.

Figura 3.2: Mapa provincial de Cajamarca.



Fuente: modificado de Mapa de la provincia y departamento de Cajamarca. Gualberto Valderrama 2005.

La presente tesis tiene como elemento de estudio el jirón El Sol, del distrito Baños del Inca- Cajamarca. Este jirón es una vía local que se une a la prolongación del jirón Yahuar Huaca, esta calle sin pavimento es una vía muy concurrida por presentar restaurantes, instituciones educativas, iglesias y tiendas minoristas.

UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Tabla 3.1: Coordenadas del punto inicial y final del jirón en estudio.

PUNTO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS			COORDENADAS UTM	
	ALTITUD	LONGITUD	COTA	X	Y
INICIAL	-7°09'58"	-78°27'43.8"	2667.23	780315.77	780754.98
FINAL	-7°09'56.6"	-78°27'31.3"	2667.58	9207122.61	9207154.31

Figura 3.3: Ubicación del tramo de la vía en estudio.



Fuente: Tomado de Google Earth Pro 2018.

Figura 3.4: Segmento del plano catastral de la zona de estudio.

Fuente: adaptado del plano catastral de Baños del Inca

3.2. Periodo de estudio

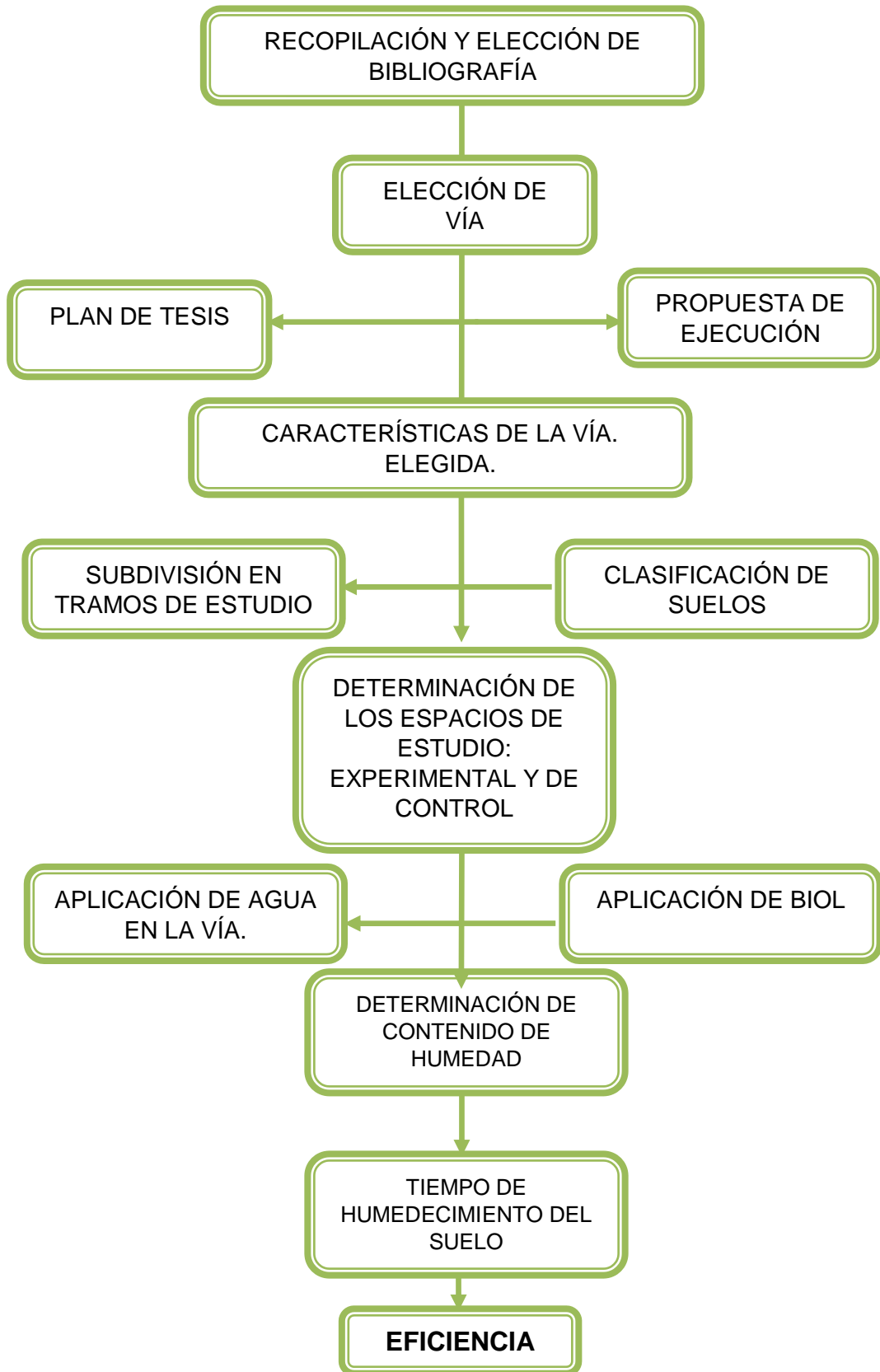
El desarrollo de la investigación abarcó desde: OCTUBRE hasta DICIEMBRE DEL 2017 para realizar el muestreo en los tres tramos establecidos y de ENERO hasta MARZO del 2018 para comparar y procesar los resultados, las muestras recogidas fueron tomadas por la tarde en el lapso de 2:00 a 3:00 pm para que la temperatura no influya en las muestras y nuestros resultados no varíen, registrando temperaturas entre 23C^o - 26C^o en los días que se realizó el muestreo.

3.3. Materiales utilizados en la obtención de datos de campo

- Biol, fue el agente principal que utilizamos para comparar su accionar con respecto al método tradicional para la mitigación del polvo en el jirón de estudio.
- Agua, la utilizamos como soluto en cada ensayo realizado con respecto al biol.
- Cronómetro, que permitió determinar tiempos de humedecimiento a simple inspección.
- Wincha, instrumento de medición que usamos para delimitar los espacios de control y experimental para realizar los ensayos correspondientes.
- Cal, que se utilizó para marcar los espacios de; control y experimental.
- Jarras y contenedores con medidas reguladas, pudimos medir las cantidades exactas de agua y de biol
- Útiles de escritorio.
- Cámara fotográfica, capturamos el proceso experimental para después plasmarlo en el desarrollo de la tesis.
- Palana, pico, guantes y EPP (equipo de protección personal) que usamos para la extracción de las muestras.

3.4. PROCEDIMIENTO

FLUJOGRAMA



3.4.1 DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD EN LOS TRAMOS DE ESTUDIO

El diseño de investigación se hizo mediante observación directa, en el estado actual del jirón El Sol sin pavimentar, dividimos a toda la calle en tres tramos (Tramo 1: 200 m, Tramo 2: 200 m y Tramo 3: 224 m) y decidimos marcar dos áreas en cada tramo (Área 1: área de 0.5 m x 1 m, con 250 ml de biol, Área 2: área de 0.5m x 1m, con 750 ml de biol), subdividiendo cada área en dos espacios: espacio de control (área 1) y espacio experimental (área 2); de los cuales se recolectó 05 muestras de cada espacio (10 muestras por tramo, en tres tramos 30 muestras) en determinados tiempos (a los 0, 15, 30, 45, 59 minutos), recogiendo cada muestra para posteriormente encontrar sus contenidos de humedad y compararlos según el método tradicional o usando el biol. También recogimos muestras de terreno natural y se determinó el tipo de suelo que presenta, obtuvimos muestras de contenido de humedad del terreno natural que nos sirvió de punto fijo para determinar si el uso de biol aportó humedad a la muestra.

3.4.2 ESTUDIO DEL TIEMPO DE HUMEDECIMIENTO

Para determinar el tiempo de humedecimiento (tiempo que tarda en secarse el área en estudio) en el espacio de control y espacio experimental por cada tramo, realizamos observación directa y anotamos los cambios ocurridos y las características que van adoptando a lo largo del tiempo.

a) PRIMER TRAMO:

Se dosificó las áreas en estudio; experimental y de control a las 3:25 pm del día 19/10/17, empezamos a controlar el tiempo que tarda la humedad en desaparecer de la capa de rodadura del jirón en estudio.

TABLA 3.2: Comparación de las características de los espacios de estudio usando biol y agua- PRIMER TRAMO.

TIEMPO	ESPACIO DE CONTROL	ESPACIO EXPERIMENTAL
3.25 pm	Se aplicó un litro de agua.	Se realizó la dosificación de 750 ml biol + 250 ml agua, que mayor porcentaje de contenido de humedad arrojó en los ensayos.
3.35 pm	Se notó que existe separación de la grava con los finos.	Se observó que hubo adherencia entre el material fino y el material rocoso.
3.45 pm	Empezó a disminuir la humedad, secándose en gran parte del espacio.	La dosificación formó una película espumante, debido al contacto con la capa de rodadura.
3.55 pm	Se secó casi por completo el tramo estudiado.	Se presentaron las primeras manchas de secado en la capa superficial.
4.00pm	El espacio experimental se secó por completo.	Siguieron apareciendo manchas de secado en menos de la mitad de la capa superficial.
5.04pm		Se secó por completo el espacio experimental.

b) SEGUNDO TRAMO:

Regamos nuestras áreas en estudio; experimental y de control a las 3:25 pm del día 29/10/17, empezamos a controlar el tiempo que tarda la humedad en desaparecer de la capa de rodadura del jirón en estudio.

TABLA 3.3: Comparación de las características de los espacios de estudio usando biol y agua- SEGUNDO TRAMO.

TIEMPO	ESPACIO DE CONTROL	ESPACIO EXPERIMENTAL
3.00 pm	Se aplicó un litro de agua.	Se realizó la dosificación de 750 ml biol + 250 ml agua, que mayor porcentaje de contenido de humedad arrojó en los ensayos.
3.10 pm	Se notó que existe separación de la grava con los finos.	Se observó que hubo adherencia entre el material fino y el material rocoso.
3.20 pm	Empezó a disminuir la humedad, secándose en gran parte del espacio.	La dosificación formó una película espumante, debido al contacto con la capa de rodadura.
3.30 pm	Se secó casi por completo el tramo estudiado.	Se presentaron las primeras manchas de secado en la capa superficial.
3.40pm	El espacio experimental se secó por completo.	Siguieron apareciendo manchas de secado en menos de la mitad de la capa superficial.
4.45pm		Se secó por completo el espacio experimental.

c) TERCER TRAMO:

Regamos nuestras áreas en estudio; experimental y de control a las 3:25 pm del día 05/11/17, empezamos a controlar el tiempo que tarda la humedad en desaparecer de la capa de rodadura del jirón en estudio.

TABLA 3.4: Comparación de las características de los espacios de estudio usando biol y agua- TERCER TRAMO.

TIEMPO	ESPACIO DE CONTROL	ESPACIO EXPERIMENTAL
2.00 pm	Se aplicó un litro de agua.	Se realizó la dosificación de 750 ml biol + 250 ml agua, que mayor porcentaje de contenido de humedad arrojó en los ensayos.
2.10 pm	Se notó que existe separación de la grava con los finos.	Se observó que hubo adherencia entre el material fino y el material rocoso.
2.20 pm	Empezó a disminuir la humedad, secándose en gran parte del espacio.	La dosificación formó una película espumante, debido al contacto con la capa de rodadura.
2.30 pm	Se secó casi por completo el tramo estudiado.	Se presentaron las primeras manchas de secado en la capa superficial.
2.37pm	El espacio experimental se secó por completo.	Siguieron apareciendo manchas de secado en menos de la mitad de la capa superficial.
3.42pm		Se secó por completo el espacio experimental.

3.4.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo del proceso experimental; en primer lugar, observamos todos los jirones y elegimos el más largo y concurrido dentro del distrito, luego medimos todo el jirón El Sol-Baños del Inca y obtuvimos los siguientes datos.

Referencia de Vía.

- Longitud: 624 m.
- Ancho: 6,10m, 6.00 m y 6.05 m.
- Pendiente longitudinal: 1.2 % - 3%.
- Temperatura: 20-22.5 C°.
- Tiempo: 2-4 pm.

TABLA 3.5: Dosificación del agua recomendada en obra

Capacidad de cisterna para riego	5000 galones
1gal	3.785441 lt
5000 gal	18927 lt
CADA 10000 LITROS DE AGUA	2500 LT DE BIOL
PARA UNA CISTERNA DE 5000 GAL(18927) LT	4731 LT DE BIOL

Fuente: tomado de la Eficiencia del BIOL en la mitigación de polvo, en las vías de tránsito de la COMPAÑÍA COIMOLACHE-CAJAMARCA

TABLA 3.6: dosificaciones y relaciones AGUA-BIOL

Biol	Agua	Relación agua/biol
Para 250 ml	750 ml	$\frac{1}{4} : \frac{3}{4}$
Para 750 ml	250 ml	$\frac{3}{4} : \frac{1}{4}$

Tomamos estas cantidades para la ejecución de la investigación porque usamos como referencia los 10 000 litros usados por la Compañía Coimolache y escalamos las cantidades para usar 1 litro de agua ($\frac{4}{4}$ de litro) y 250 ml de

biol (1/4 de litro), aumentando la cantidad de este último a 750 ml de biol (3/4) buscando considerable el humedecimiento de la capa superficial de rodadura en la vía. Además tomamos un 1litro para poder regar el área del espacio experimental como escala de menos valor ya que su área es de $0.5 m^2$.

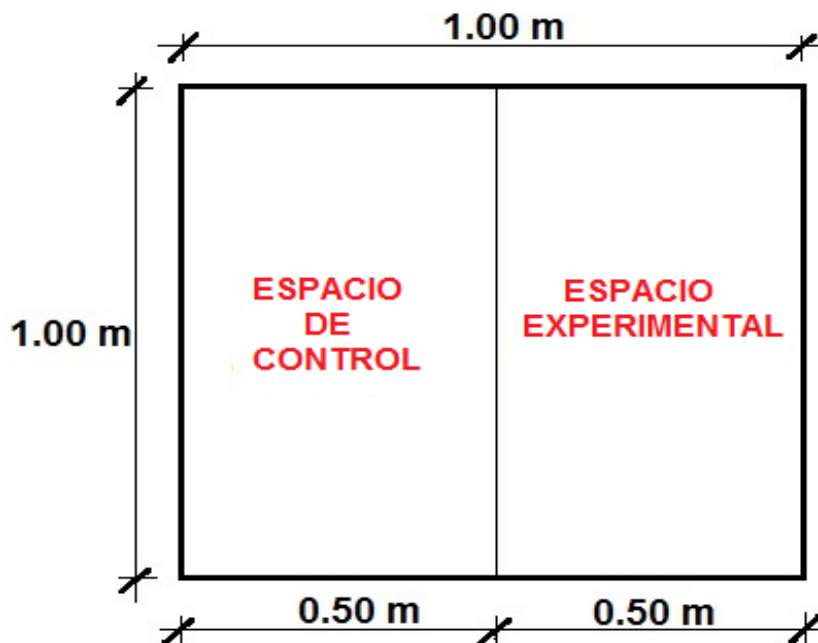
a) Referente a la dosificación del BIOL.

pH biol= 3.5 (Tomamos en cuenta el pH del biol que es ácido, para que cuando se convine con el agua que es por lo general alcalina o neutra en la mayoría de sus casos no produzca acidez en el medio ambiente).

b) EL TRABAJO DE CAMPO.

Teniendo las medidas del jirón el sol (longitud total = 624 m) se dividió toda la vía en tres tramos para un mayor estudio y se decidió trabajar en áreas (una general de 1 m x 1 m) subdividiendo el área en ÁREA 1 Y ÁREA 2, obteniendo dos áreas de 1.00 m x 0.50 m, a la primera área se le denominó ESPACIO DE CONTROL y a la segunda área ESPACIO EXPERIMENTAL.

Figura 3.5: Representación gráfica de los espacios en estudio.



El volumen de solución líquida para ambos espacios será de 1L. Se analizó una muestra de suelo para determinar contenido de humedad natural, es decir, sin aplicar agua ni biol.

Donde:

- **Espacio de control:** En el espacio de control, trabajamos en base al método tradicional, es decir solamente se aplicó agua para la mitigación de polvo.

Dimensiones:

Largo: 1.00 m.

Ancho: 0.50 m.

- **Espacio experimental:** En el espacio experimental trabajamos dos dosificaciones:

1. La primera dosificación fue de 250 ml de biol en 750 ml de agua.

RELACIÓN $\frac{1}{4}$: $\frac{3}{4}$

2. La segunda dosificación fue de 750 ml de biol en 250 ml de agua.

RELACIÓN $\frac{1}{4}$: $\frac{3}{4}$

Dimensiones:

Largo: 1.00 m.

Ancho: 0.50 m.

En ambos espacios tanto de control como experimental, trabajamos bajo las mismas condiciones de clima, altitud, temperatura, área y tiempo. Para determinar el contenido de humedad, en ambos espacios de control y experimental aplicamos las dosificaciones al mismo tiempo, y obtuvimos muestras de suelo a los 0', 15', 30', 45' y 59' (Propuesta experimental de Cia. Coimolache), estas muestras de suelo se llevaron a laboratorio, con los resultados, se elaboraron las gráficas Contenido de humedad vs. Tiempo de humedecimiento, se analizaron las tendencias de estas gráficas y se obtuvieron las conclusiones respectivas.

El estudio se realizó en días diferentes:

1ra. semana; se recorrió el jirón de estudio, se tomó coordenadas en el inicio de cada tramo, medimos pendientes y separamos los tres tramos señalando el inicio y final de cada uno (Tramo 1: 200 m, Tramo 2: 200 m y Tramo 3: 224 m). Inmediatamente se extrajo dos muestras antes de marcar las áreas de estudio; una muestra para determinar el tipo de suelo presente en todo el jirón y la otra muestra para determinar contenido de humedad del terreno natural.

2da. semana, 3ra. semana, 4ta. semana:

Primer día, en el espacio de control se aplicó 1 litro de agua y en el espacio experimental se aplicó una dosificación de 250 ml de agua en 750 ml de biol, en ambos espacios, aplicamos las dosificaciones al mismo tiempo, y obtuvimos muestras de suelo a los 0', 15', 30', 45' y 59'. Después de tener las muestras, las llevamos al laboratorio y realizamos los ensayos de contenido de humedad.

En el segundo día, en el espacio de control se aplicó 1 litro de agua y en el espacio experimental se aplicó una dosificación de 750 ml de agua en 250 ml de biol, aplicamos las dosificaciones al mismo tiempo y obtuvimos muestras de suelo a los 0', 15', 30', 45' y 59', las llevamos al laboratorio y realizamos los ensayos de contenido de humedad.

Este procedimiento lo realizamos en los tres tramos para poder tener mayor información y que los resultados sean veraces. Con los resultados del contenido de humedad en los días trabajados, tanto del espacio de control como del espacio experimental y con las dosificaciones establecidas, realizamos gráficas que nos permitirán diferenciar como evoluciona el contenido de humedad en el tiempo.

FIGURA 3.6: ESQUEMA DE LAS SOLUCIONES CON 750 ML DE BIOL (3/4 de biol)

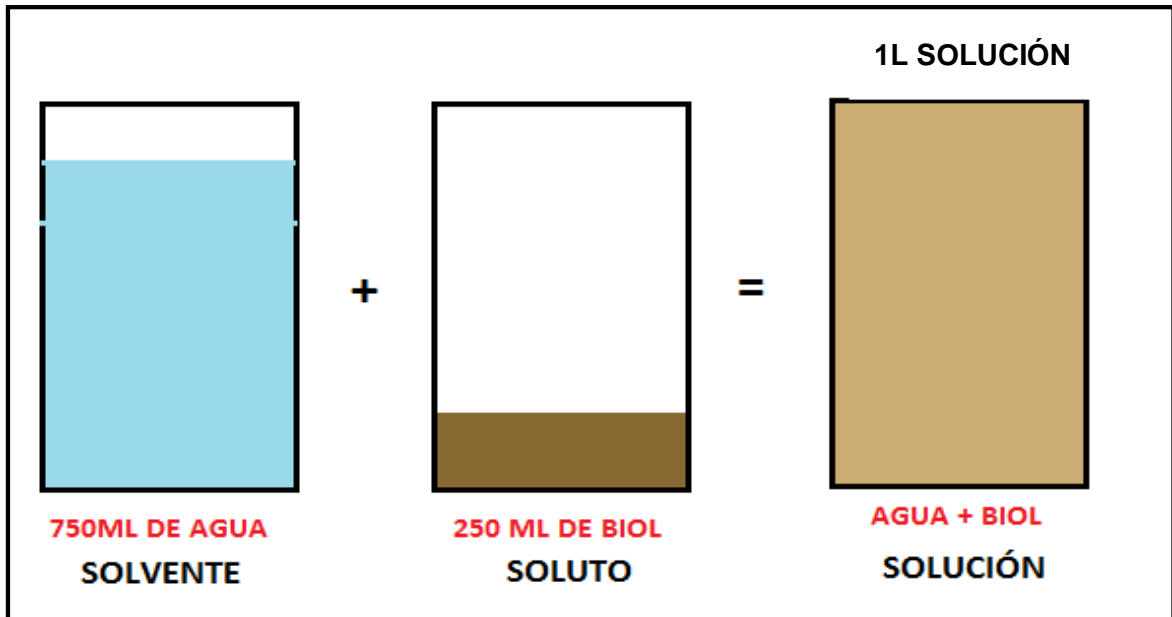
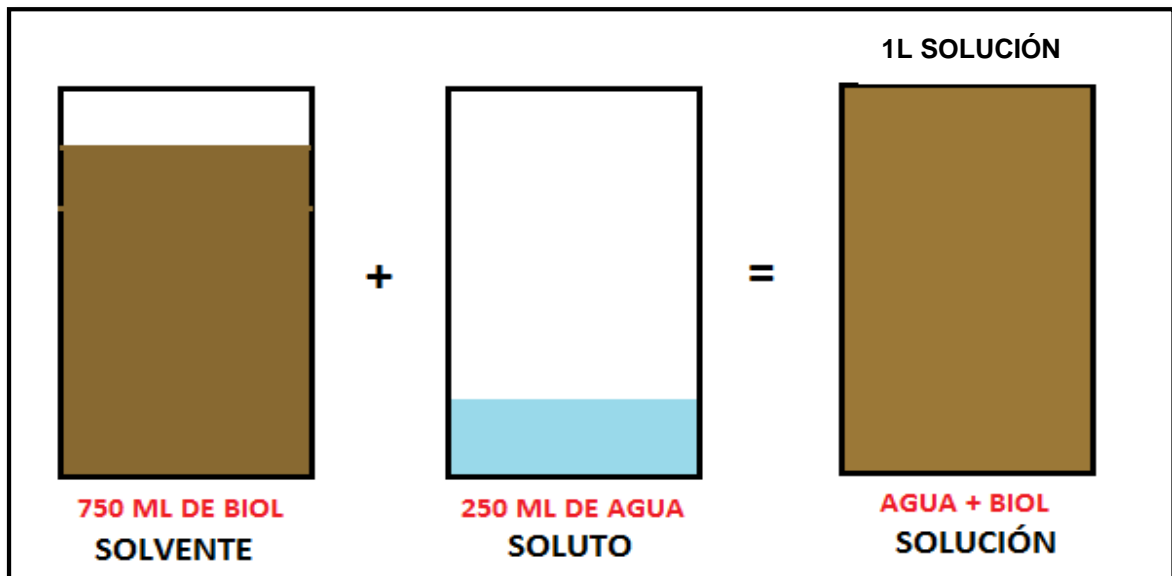


FIGURA 3.7: ESQUEMA REFERENCIAL DE LAS SOLUCIÓN CON 250 ML DE BIOL (1/4)



CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- **Clasificación vial:**

La vía estudiada en la presente tesis, ha sido categorizada como una vial local; cuya función principal es proveer acceso a los predios o lotes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio, generado tanto de ingreso como de salida. Por esta vía transitan vehículos livianos, ocasionalmente semipesados; se permite estacionamiento vehicular y existe tránsito peatonal irrestricto. Esta vía se conecta con la prolongación del jirón Yahuar Huaca.

- **Características geométricas de la vía** (ver anexo B)

La vía estudiada ha sido dividida en tres segmentos cuyos anchos promedios de calzada son de 6.10 m (tramo 1), 6.00 m (tramo 2) y 6.05 m (tramo 3), no presenta bermas, ni alcantarillas.

El afirmado presente está formado por material areno limoso mal graduado, por el número de vehículos por día que presenta es un afirmado tipo 3.

- **Características del tráfico** (ver anexo C)

El estudio de tráfico se realizó usando el método de aforo manual, el tráfico que presenta la zona de estudio es mayor a 200 veh/día, entre 300 y 400 veh/día, donde se puede notar la presencia de vehículos en un lapso de una semana (7 días): **motocicletas** (120 veh/día primer tramo, 138 veh/día segundo tramo y 105 veh/día tercer tramo), **mototaxis** (104 veh/día primer tramo, 196 veh/día segundo tramo y 125 veh/día tercer tramo), **taxis** (191 veh/día primer tramo, 329 veh/día segundo tramo y 186 veh/día tercer tramo), **camionetas** (106 veh/día primer tramo, 120 veh/día segundo tramo y 95 veh/día tercer tramo) **minibuses** (110 veh/día primer tramo, 100 veh/día segundo tramo y 72 veh/día tercer tramo).

- La mayor temperatura que estuvo presente en los días que se realizó el ensayo fue 22 C° (ver anexo D)

Tabla 4.1: Tipo de suelo según clasificación SUCS.

Fecha de muestreo	Descripción	Calicata	Tipo de suelo
17/10/2017	Muestra N° 01	C1	SM

SM= Arenas limosas, mezclas de arena y limo mal graduadas.

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.1, se muestra que el 17 de octubre del 2017, se realizó una calicata C1 de donde se obtuvo una primera muestra, de la cual determinamos que el tipo de suelo presente es un SM; es decir una arena limosa mal graduada (tamaño de partículas no son uniformes). De lo obtenido podemos deducir que el polvo en épocas de estiaje es debido a la presencia de finos que se volatilizan con el paso del tránsito.

Tabla 4.2: Tipo de suelo según clasificación AASHTO.

Fecha de muestreo	Descripción	Calicata	Tipo de suelo
17/10/2017	Muestra N° 01	C1	A-2-4(0)

A-2-4(0) =Grava y arena limo arcillosas (Excelente a bueno)

Descripción e interpretación.

Según la tabla 4.2, se muestra que el 17 de octubre del 2017, se realizó una calicata C1 de donde se obtuvo una primera muestra, de la cual determinamos que el tipo de suelo presente de acuerdo a la clasificación AASHTO, es un A-2-4(0); es decir una grava y arena limo arcillosa, donde también podemos notar la presencia finos.

Tabla 4.3: Contenido de humedad muestra sin agua ni biol -Terreno natural.

Fecha de muestreo	Descripción	Calicata	Contenido de humedad (%)
17/10/2017	Muestra N° 02	C1	0.98

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.3, podemos observar que en la primera calicata que se realizó para obtener el tipo de suelo, también se extrajo la muestra N°02 de la cual obtuvimos el contenido de humedad del terreno natural con un porcentaje del 0.98. Decimos terreno natural porque a dicho suelo no le agregamos ni agua ni biol, tal cual estuvo en estado natural. Este contenido de humedad sirve para determinar el proceso experimental correcto, ya que los contenidos de humedad obtenidos en tiempos diferentes, tanto en el espacio de control y en el espacio experimental debieron ser mayores, para poder disminuir el polvo considerablemente.

PRIMER TRAMO

DOSIFICACIÓN: 250 AGUA + 750 BIOL

RELACIÓN: ¼ A: ¾ B

Tabla 4.4: Contenido de humedad para muestras con agua en la dosificación 250 ml de agua en 750 ml de biol a los 0, 15, 30, 45, 59 min- Primer tramo.

Fecha de muestreo	Descripción	Tiempo de lectura(min)	% humedad promedio
20/10/2017	Muestra N° 03	0	2.3
20/10/2017	Muestra N° 04	15	2.00
20/10/2017	Muestra N° 05	30	1.5
20/10/2017	Muestra N° 06	45	1.2
20/10/2017	Muestra N° 07	59	1.10

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.4, podemos observar que se obtuvo cinco muestras el día 20 de octubre las cuales se extrajeron a los 0, 15, 30, 45 y 59 minutos respectivamente. Las llevamos al laboratorio y tuvimos como resultado diferentes tipos de contenidos de humedad que nos sirvieron para realizar la comparación con la dosificación que contiene biol.

Tabla 4.5: Contenido de humedad para muestras con biol en la dosificación 250 ml de agua en 750 ml de biol a los 0, 15, 30, 45, 59 min- Primer tramo.

Fecha de muestreo	Descripción	Tiempo de lectura(min)	% humedad promedio
20/10/2017	Muestra N° 08	0	4.2
20/10/2017	Muestra N° 09	15	3.78
20/10/2017	Muestra N° 10	30	3
20/10/2017	Muestra N° 11	45	2.57
20/10/2017	Muestra N° 12	59	2.41

Descripción e interpretación.

En esta tabla podemos observar que se recogieron cinco muestras el día 20 de octubre, las cuales se extrajeron a los 0, 15, 30, 45 y 59 minutos respectivamente. Las llevamos al laboratorio y tuvimos como resultado diferentes tipos de contenidos de humedad que nos sirvieron para realizar la comparación con la dosificación de la tabla anterior (tabla 4.4)

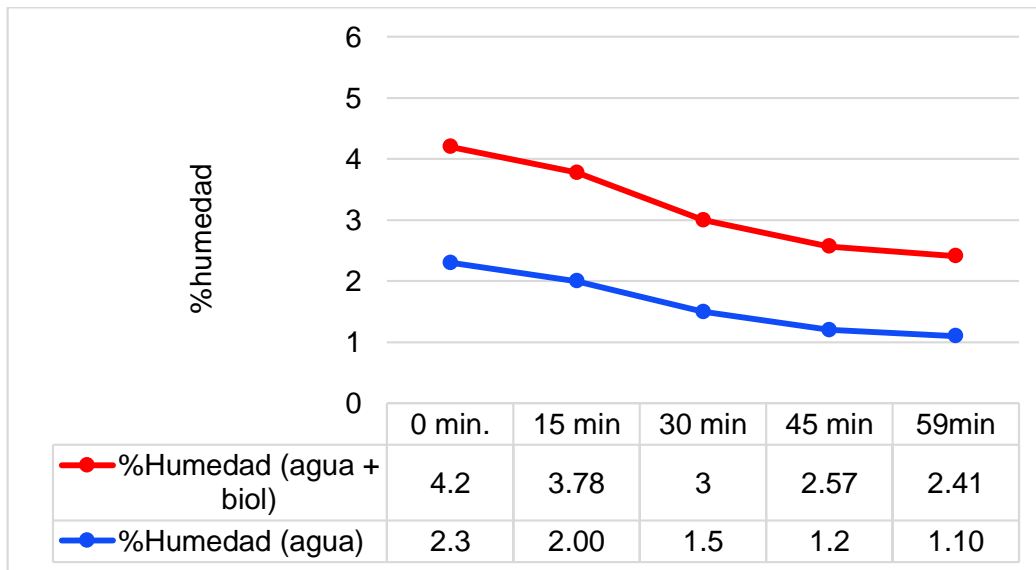
Tabla N° 4.6: Dosificación 250 ml de agua en 750 ml de biol contenido de humedad de (agua + biol) vs. Contenido de humedad de (Agua).

Tiempo(minutos)	%Humedad (agua + biol)	%Humedad (agua)
0 min.	4.2	2.3
15 min	3.78	2.00
30 min	3	1.5
45 min	2.57	1.2
59 min	2.41	1.10

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.6, podemos observar la comparación de los contenidos de humedad de la tabla 4.4 y 4.5, en donde se demuestra claramente que el contenido de humedad en el espacio experimental (utilizando biol) son mayores a las que solo tienen agua.

Figura 4.1: Contenido de humedad de (250 ml agua + 750 ml biol) vs. Contenido de humedad de (Agua) - Primer tramo.



Descripción e interpretación.

En esta figura se muestra que los contenidos de humedad de las muestras que presentan biol (dosificación de 250 ml de biol y 750 ml de agua) son mayores que las muestras que tienen solamente agua y estas últimas son mayores al contenido de humedad del terreno natural. Por ello podemos deducir mediante esta metodología que el uso del biol es beneficioso para la mitigación de polvo, ya que aumenta la humedad.

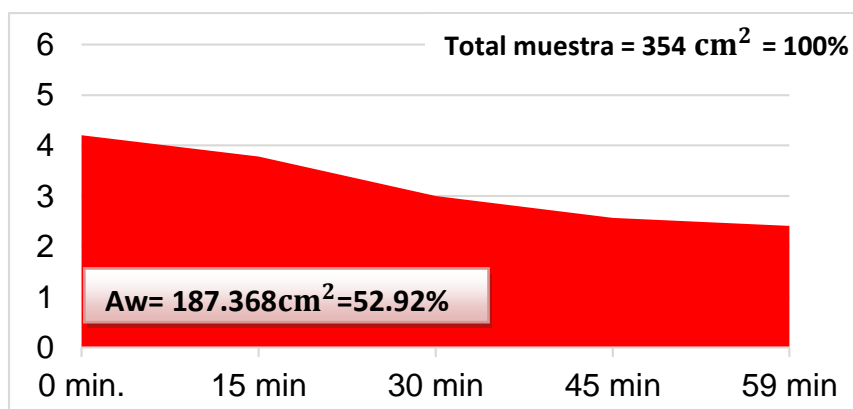
TABLA 4.7: Contenido de humedad de (250 ml agua + 750ml biol).

Tiempo(minutos)	%Humedad (agua + biol)
0 min.	4.2
15 min	3.78
30 min	3
45 min	2.57
59 min	2.41

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.7 se observa los contenidos de humedad obtenidos en las muestras con la dosificación 250 ml agua + 750 ml biol ($\frac{1}{4}$ agua + $\frac{3}{4}$ biol), donde se puede notar que las humedades son mayores con respecto a la dosificación del método tradicional.

Figura 4.2: Área de contenido de humedad de (250 ml agua + 750 ml biol) %Humedad- Primer tramo.



Descripción e interpretación.

En esta figura se representa el área total de humedad (187.368 cm²) que las muestras de la dosificación 250 ml agua + 750 ml biol (¼ agua + ¾ biol) forman con respecto a un área de muestra del 100% (354 cm²a escala).

Tabla 4.8: Representación porcentual de la eficiencia del biol.

Área representada	Porcentaje
354 cm ²	100%
187.368 cm ²	52.92%
Eficiencia (<50%)	EFICIENTE

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.8 se tiene la representación del área total de muestra en un 100% que equivale a 354 cm² y el área de contenido de humedad que generan las muestras con dosificación de biol en 750 ml, de 187.68 cm² con un equivalente de 52.92%, donde se puede concluir que el uso de biol en este tramo es **EFICIENTE**, permitiendo una mayor retención de humedad.

TABLA 4.9

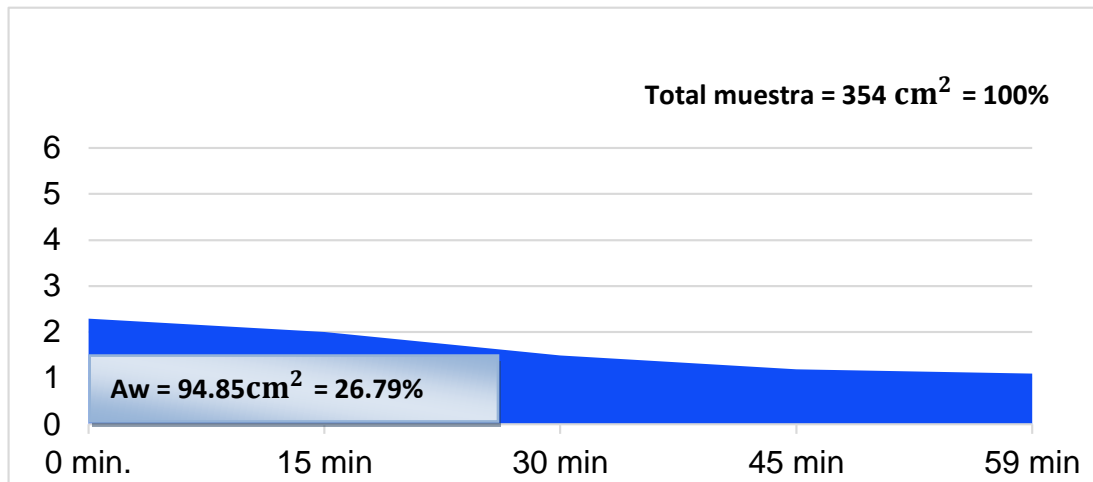
Contenido de humedad (Método tradicional).

Tiempo (minutos)	% Humedad (agua)
0 min.	2.3
15 min	2.00
30 min	1.5
45 min	1.2
59 min	1.10

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.9 se observa los contenidos de humedad obtenidos en las muestras usando el método tradicional (solamente agua), donde se puede notar que las humedades son menores con respecto a la dosificación 250 ml agua + 750 ml biol.

Figura 4.3: ÁREA DE CONTENIDO DE HUMEDAD (Método tradicional).



Descripción e interpretación.

En esta figura se representa el área total de humedad (94.85 cm^2) que las muestras con el método tradicional forman con respecto a un área de muestra del 100% (354 cm^2 a escala).

Tabla 4.10: Representación porcentual de la eficiencia del método tradicional (solamente agua).

Área representada	Porcentaje
354 cm^2	100%
94.850 cm^2	26.79%
Eficiencia (<50%)	INEFICIENTE

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.10 se tiene la representación del área total de muestra en un 100% que equivale a 354 cm^2 y el área de contenido de humedad que hacen las muestras del método tradicional, de 94.85 cm^2 con un equivalente de 26.79%, donde se puede concluir que el uso del método tradicional en este tramo es **INEFICIENTE**, impidiendo una mayor retención de humedad.

DOSIFICACIÓN: 750 AGUA + 250 BIOL

RELACIÓN $\frac{3}{4}$ A: $\frac{1}{4}$ B

Tabla 4.11: Contenido de humedad para muestras con agua en la dosificación 250 ml de biol en 750 ml de agua a los 0, 15, 30, 45, y 59 min-Primer tramo.

Fecha de muestreo	Descripción	Tiempo de lectura(min)	% humedad promedio
21/10/2017	Muestra N° 13	0	2.2
21/10/2017	Muestra N° 14	15	1.90
21/10/2017	Muestra N° 15	30	1.7
21/10/2017	Muestra N° 16	45	1.4
21/10/2017	Muestra N° 17	59	1.20

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.11, podemos observar que se realizó la obtención de cinco muestras el día 21 de octubre, las cuales se extrajeron a los 0,15, 30, 45 y 59 minutos respectivamente, las llevamos al laboratorio y tuvimos como resultado diferentes tipos de contenidos de humedad que nos sirvieron para realizar la comparación con la dosificación que contiene 750 ml de agua y 250 ml de biol.

Tabla 4.12: Contenido de humedad para muestras con biol en la dosificación 250 ml de biol en 750 ml de agua a los 0, 15, 30, 45, 59 min

Fecha de muestreo	Descripción	Tiempo de lectura(min)	% humedad promedio
21/10/2017	Muestra N° 18	0	3.2
21/10/2017	Muestra N° 19	15	3
21/10/2017	Muestra N° 20	30	2.84
21/10/2017	Muestra N° 21	45	2.72
21/10/2017	Muestra N° 22	59	2.5

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.12 podemos observar que se realizó la obtención de cinco muestras el día 21 de octubre, las cuales se extrajeron a los 0, 15, 30, 45 y 59 minutos respectivamente, las llevamos al laboratorio y tuvimos como resultado diferentes tipos de contenidos de humedad que nos sirvieron para realizar la comparación con la dosificación 250 ml de biol y 750 ml de agua. (Tabla 4.11).

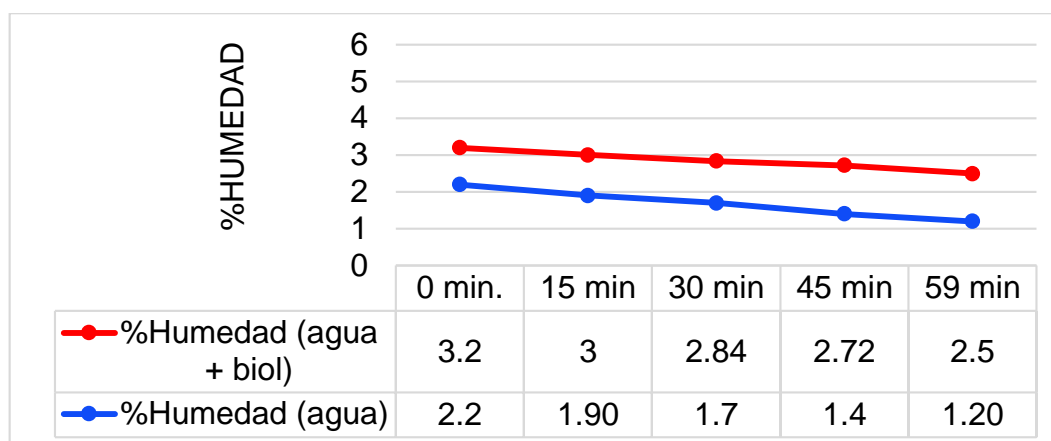
Tabla 4.13: dosificación 250 ml biol en 750 ml de agua. Contenido de humedad de (agua + biol) vs. Contenido de humedad de (Agua)- Primer tramo

Tiempo(minutos)	% Humedad (agua + biol)	% Humedad (agua)
0 min.	3.2	2.2
15 min	3	1.90
30 min	2.84	1.7
45 min	2.72	1.4
59 min	2.65	1.20

Descripción e interpretación.

En la presente tabla podemos observar la comparación de los contenidos de humedad de la tabla 4.11 y tabla 4.12, a simple vista podemos notar que el contenido de humedad con las muestras que presentan biol son mayores a las que solo tienen agua.

Figura 4.4: Contenido de humedad de (250 ml biol + 750 ml agua) vs. Contenido de humedad de (Agua)- Primer tramo



Descripción e interpretación.

En la figura 4.4, se demostró que los contenidos de humedad de las muestras que presentaron biol (dosificación de 250 ml de biol y 750 ml de agua) son mayores que las muestras que solamente tuvieron agua y estas últimas fueron mayores al contenido de humedad del terreno natural. Por ello pudimos deducir mediante esta metodología que el uso del biol es beneficioso para la mitigación de polvo, ya que aumenta la humedad. También se pudo observar que a más cantidad de biol la humedad fue mayor.

ÁREAS:

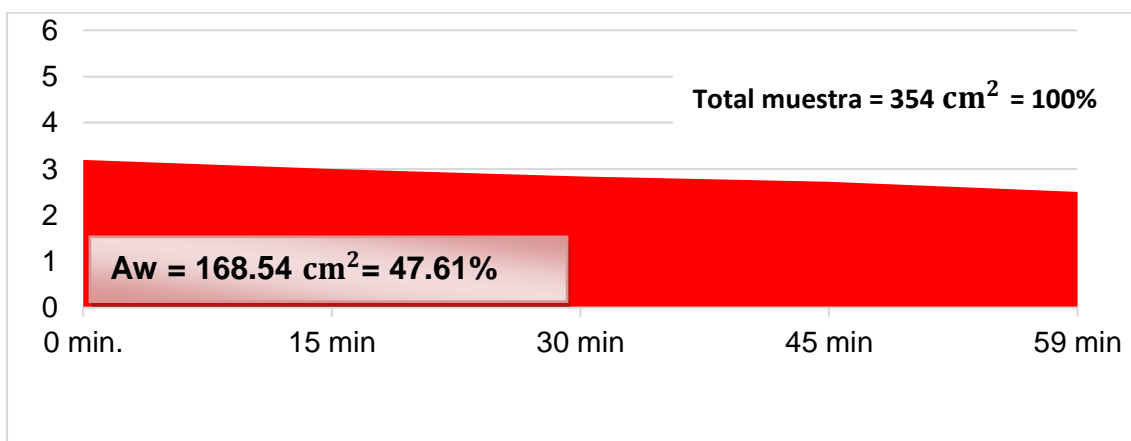
TABLA 4.14: Contenido de humedad de (250 ml biol + 750ml agua)

Tiempo(minutos)	%Humedad (agua + biol)
0 min.	3.2
15 min	3
30 min	2.84
45 min	2.72
59 min	2.5

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.14 se observa los contenidos de humedad obtenidos en las muestras con la dosificación 250 ml biol + 750 ml agua, donde se puede notar que las humedades son mayores con respecto a la dosificación del método tradicional.

Figura 4.5: Contenido de humedad de (250 ml biol + 750 ml agua) %Humedad (agua + biol) - Primer tramo.



Descripción e interpretación.

En esta figura se representa el área total de humedad (168.54 cm²) que las muestras de la dosificación 250 ml biol + 750 ml agua, forman con respecto a un área de muestra del 100% (354 cm² a escala).

Tabla 4.15: Representación porcentual de la eficiencia del biol

Área representada	Porcentaje
354 cm ²	100%
168.54 cm ²	47.61%
Eficiencia (<50%)	INEFICIENTE

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.15, se pudo observar que el uso del biol con solución de 250 ml biol en 750 ml agua aportó un contenido de humedad del 47.61%, no obstante, no era suficiente para ser considerado eficiente de acuerdo al parámetro de la eficiencia establecido.

TABLA 4.16

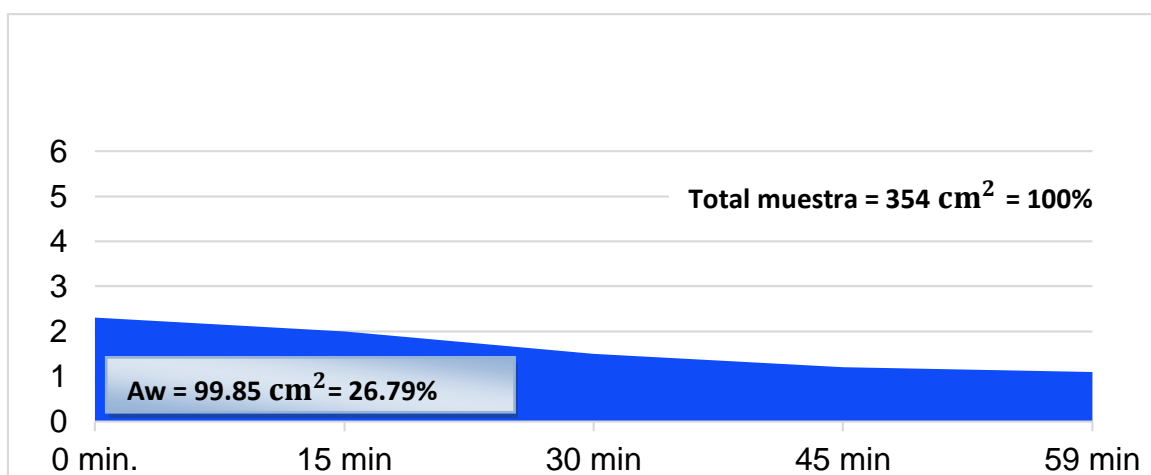
Contenido de humedad (Método tradicional).

Tiempo(minutos)	%Humedad (agua)
0 min.	2.2
15 min	1.90
30 min	1.7
45 min	1.4
59 min	1.20

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.16 se observa los contenidos de humedad obtenidos en las muestras usando el método tradicional (solamente agua), donde se puede notar que las humedades son menores con respecto a la dosificación 250 ml biol + 750 ml agua.

Figura 4.6: Área de contenido de humedad (Método tradicional).



Descripción e interpretación.

En esta figura se representa el área total de humedad (99.85 cm²) que las muestras con el método tradicional forman con respecto a un área de muestra del 100% (354 cm² a escala).

Tabla 4.17
Representación Porcentual del método tradicional.

Área representada	Porcentaje
354 cm ²	100%
99.850 cm ²	26.79%
Eficiencia (<50%)	INEFICIENTE

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.17 se tiene la representación del área total de muestra en un 100% que equivale a 354 cm² y el área de contenido de humedad que hacen las muestras del método tradicional, de 94.85 cm² con un equivalente de 26.79%, donde se puede concluir que el uso del método tradicional, en este tramo es **INEFICIENTE**, impidiendo una mayor retención de humedad.

SEGUNDO TRAMO

Tabla 4.18: Contenido de humedad para muestras con agua en la dosificación 250 agua en 750 biol a los 0, 15, 30, 45, 59 min - Segundo tramo.

Fecha de muestreo	Descripción	Tiempo de lectura(min)	% humedad promedio
27/10/2017	Muestra N° 23	0	3.1
27/10/2017	Muestra N° 24	15	2.86
27/10/2017	Muestra N° 25	30	2.4
27/10/2017	Muestra N° 26	45	2
27/10/2017	Muestra N° 27	59	1.93

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.18, pudimos observar que se realizó la obtención de cinco muestras el día 27 de octubre, las cuales se extrajeron a los 0, 15, 30, 45 y 59 minutos respectivamente. Las llevamos al laboratorio y tuvimos como resultado

diferentes tipos de contenidos de humedad que nos sirvieron para realizar la comparación con la dosificación que contiene biol.

Tabla 4.19: Contenido de humedad para muestras con biol en la dosificación 250 ml de biol en 750 ml de agua a los 0, 15, 30, 45, 59 min - Segundo tramo.

Fecha de muestreo	Descripción	Tiempo de lectura(min)	% humedad promedio
27/10/2017	Muestra N° 28	0	5.5
27/10/2017	Muestra N° 29	15	5.1
27/10/2017	Muestra N° 30	30	4.6
27/10/2017	Muestra N° 31	45	4.1
27/10/2017	Muestra N° 32	59	3.9

Descripción e interpretación.

En esta tabla se puede observar que se realizó la obtención de cinco muestras el día 27 de diciembre, las cuales se extrajeron a los 0, 15, 30, 45 y 59 minutos respectivamente. Las llevamos al laboratorio y tuvimos como resultado diferentes tipos de contenidos de humedad que nos sirvieron para realizar la comparación con las dosificaciones de la tabla anterior (tabla 4.17)

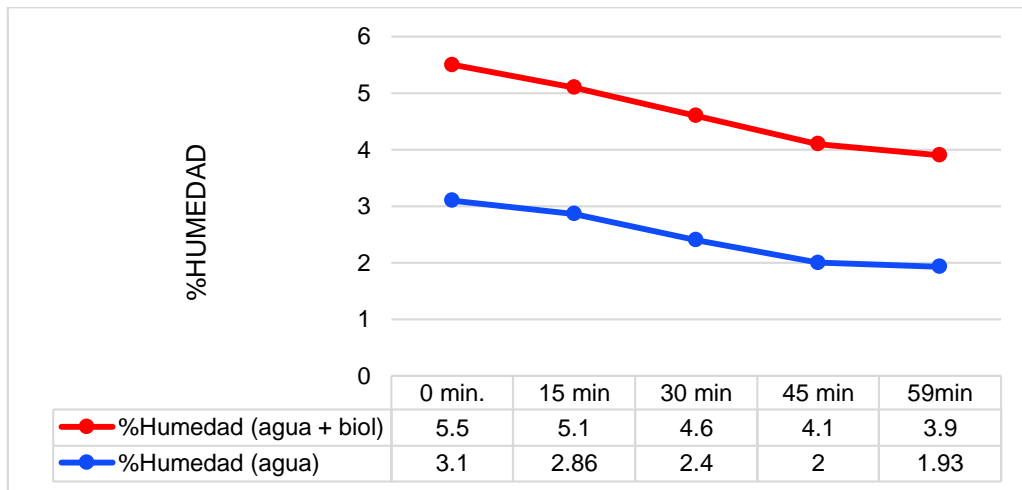
Tabla 4.20: Dosificación 250 ml de biol en 750 ml de agua Contenido de humedad de (agua + biol) vs. Contenido de humedad de (Agua) - Segundo tramo.

Tiempo(minutos)	%Humedad (agua + biol)	%Humedad (agua)
0 min.	5.5	3.1
15 min	5.1	2.86
30 min	4.6	2.4
45 min	4.1	2
59 min	3.9	1.93

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.20, podemos observar la comparación de los contenidos de humedad de las tablas 4.18 y 4.19, en donde se mostró claramente que el contenido de humedad en las muestras de estudio utilizando el biol fueron mayores a las que solo tenían agua. En este caso se deja notar que la diferencia entre contenidos de humedad es mayor que en 250 biol + 750 agua, esto se debió a que presentó mayor cantidad de biol.

Figura 4.7: Contenido de humedad de (250 ml agua + 750 ml biol) vs. Contenido de humedad de (agua)- Segundo tramo.



Descripción e interpretación.

En esta figura 4.7 se demuestra que los contenidos de humedad de las muestras que presentaron biol (dosificación de 250 ml de biol y 750 ml de agua) fueron mayores que las muestras que solamente tuvieron agua y estas últimas fueron mayores al contenido de humedad del terreno natural.

ÁREAS.

TABLA 4.21

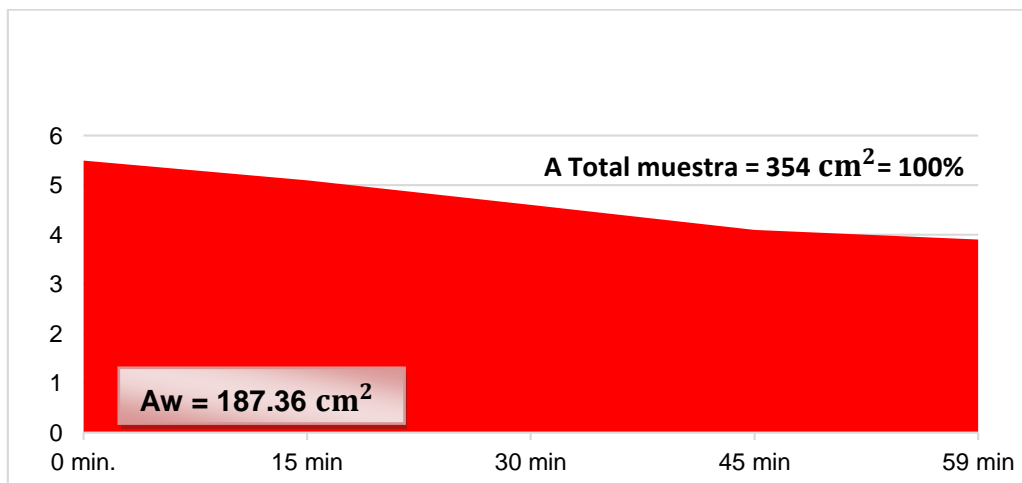
Contenido de humedad de (250 ml agua + 750ml biol).

Tiempo(minutos)	%Humedad (agua + biol)
0 min.	5.5
15 min	5.1
30 min	4.6
45 min	4.1
59 min	3.9

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.21 se observa los contenidos de humedad obtenidos en las muestras con la dosificación 250 ml agua + 750 ml biol, donde se puede notar que las humedades son mayores con respecto a la dosificación del método tradicional.

Figura 4.8: Área de contenido de humedad de (250 ml agua + 750 ml biol)- Segundo tramo.



Descripción e interpretación.

En esta figura se representa el área total de humedad (187. 368 cm²) que las muestras de la dosificación 250 ml agua + 750 ml biol, forman con respecto a un área de muestra del 100% (354 cm² a escala).

Tabla 5.22: Representación porcentual de la eficiencia del biol.

Área representada	Porcentaje
354 cm ²	100%
187.368 cm ²	52.92%
Eficiencia (<50%)	EFICIENTE

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.22 se tiene la representación del área total de muestra en un 100% que equivale a 354 cm² y el área de contenido de humedad que hacen las muestras con dosificación de biol en 750 ml, de 187.368 cm² con un equivalente de 52.92%, donde se puede concluir que el uso de biol en este tramo es **EFICIENTE**, permitiendo una mayor retención de humedad.

TABLA 4.23

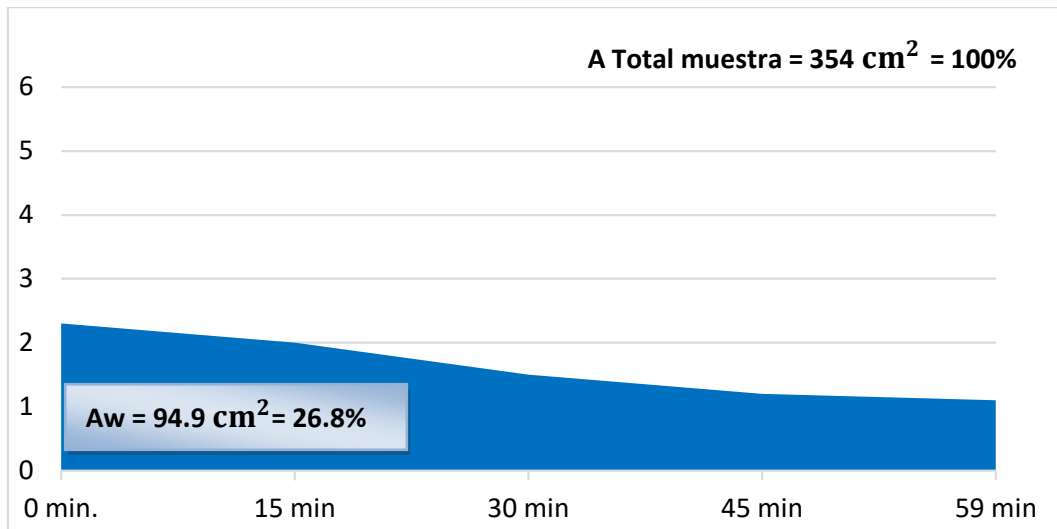
Contenido de humedad (Método tradicional).

Tiempo(minutos)	%Humedad (agua)
0 min.	3.1
15 min	2.86
30 min	2.4
45 min	2
59 min	1.93

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.23 se observa los contenidos de humedad obtenido en las muestras usando el método tradicional (solamente agua), donde se puede notar que las humedades son menores con respecto a la dosificación 250 ml agua + 750 ml biol.

Figura 4.9: Área del contenido de humedad (método tradicional)-Segundo tramo.



Descripción e interpretación.

En esta figura se representa el área total de humedad (94.9 cm^2) que las muestras con el método tradicional, forman con respecto a un área de muestra del 100% (354 cm^2 a escala).

Tabla 4.24
Representación Porcentual de la eficiencia del biol.

Área representada	Porcentaje
354 cm^2	100%
94.9 cm^2	26.8%
Eficiencia (<50%)	INEFICIENTE

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.24 se tiene la representación del área total de muestra en un 100% que equivale a 354 cm^2 y el área de contenido de humedad que hacen las muestras del método tradicional, de 94.9 cm^2 con un equivalente de 26.8%, donde se puede concluir que el uso del método tradicional, en esta tramo es INEFICIENTE, impidiendo una mayor retención de humedad.

DOSIFICACIÓN 250 BIOL +750 AGUA

Tabla 4.25: Contenido de humedad para muestras con agua en la dosificación 250 ml de biol en 750 ml de agua a los 0, 15, 30, 45, 59 min - Segundo Tramo.

Fecha de muestreo	Descripción	Tiempo de lectura(min)	% humedad promedio
28/10/2017	Muestra N° 33	0	2.5
28/10/2017	Muestra N° 34	15	2.10
28/10/2017	Muestra N° 35	30	1.6
28/10/2017	Muestra N° 36	45	1.2
20/12/2017	Muestra N° 37	59	0.98

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.25, podemos observar que se realizó la obtención de cinco muestras el día 20 de diciembre, las cuales se extrajeron a los 0, 15, 30, 45 y 59 minutos respectivamente. Las llevamos al laboratorio y tuvimos como resultado diferentes tipos de contenidos de humedad que nos sirvieron para realizar la comparación con la dosificación 250 ml de biol + 750 ml de agua.

Tabla 4.26: Contenido de humedad para muestras con biol en la dosificación 250 ml de biol en 750 ml de agua a los 0, 15, 30, 45, 59 min - Segundo tramo.

Fecha de muestreo	Descripción	Tiempo de lectura(min)	% humedad promedio
20/12/2017	Muestra N° 38	0	4.1
20/12/2017	Muestra N° 39	15	3.9
20/12/2017	Muestra N° 40	30	3.5
20/12/2017	Muestra N° 41	45	2.8
20/12/2017	Muestra N° 42	59	2.45

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.26, podemos observar que se realizó la obtención de cinco muestras el día 28 de diciembre, las cuales se extrajeron a los 0,15, 30, 45 y 59 minutos respectivamente. Las llevamos al laboratorio y tuvimos como resultado diferentes tipos de contenidos de humedad que nos sirvieron para realizar la comparación con la dosificación que contiene solamente agua, en la relación $\frac{1}{4}$ biol+ $\frac{3}{4}$ de agua (250 ml de biol y 750 ml de agua)

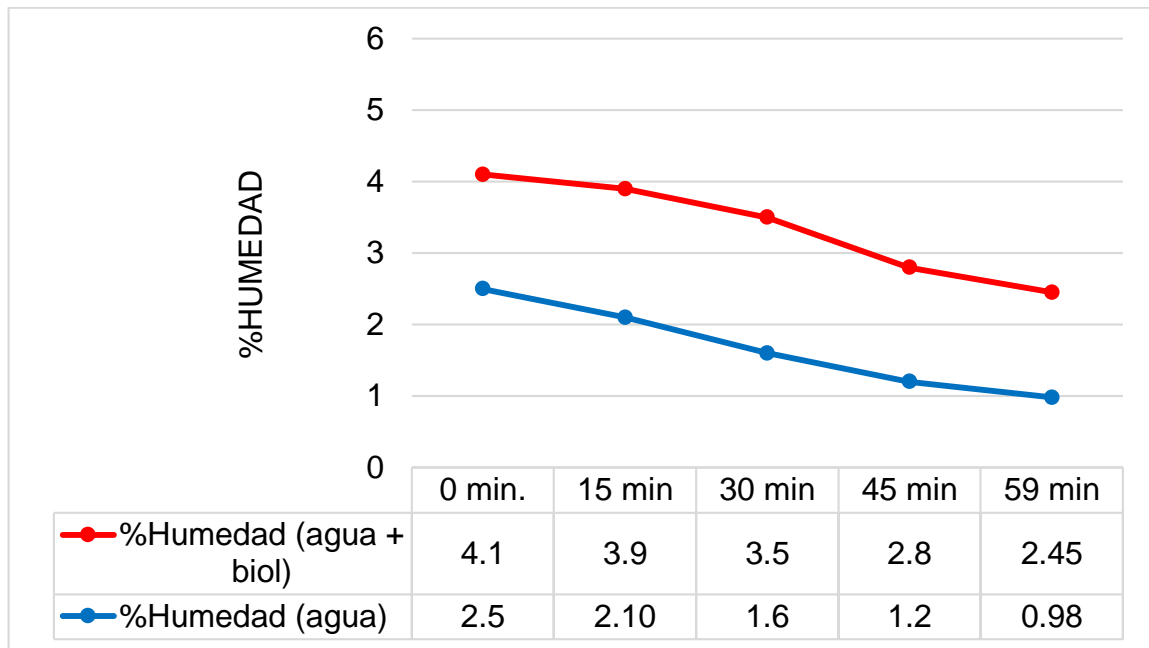
Tabla 4.27: Dosificación 250 ml biol en 750 ml de agua contenido de humedad de (Agua + Biol) vs. Contenido de humedad de (Agua)- Segundo tramo.

Tiempo(minutos)	%Humedad (agua + biol)	%Humedad (agua)
0 min.	4.1	2.5
15 min	3.9	2.10
30 min	3.5	1.6
45 min	2.8	1.2
59 min	2.45	0.98

Descripción e interpretación.

En la presente tabla podemos observar la comparación de los contenidos de humedad de las tablas 4.25 y tabla 4.26, a simple vista podemos notar que el contenido de humedad con las muestras que presentan biol son mayores a las que solo tienen agua.

Figura 4.10: Contenido de humedad de (250 ml biol + 750 ml agua) vs. Contenido de humedad de (agua) - Segundo tramo.



Descripción e interpretación.

En esta figura 4.10, se muestra que los contenidos de humedad de las muestras que presentan biol (dosificación de 250 ml de biol y 750 ml de agua) son mayores que las muestras que tienen solamente agua y estas últimas son mayores al contenido de humedad del terreno natural. Por ello podemos deducir mediante esta metodología que el uso del biol es beneficioso para la mitigación de polvo, ya que aumenta la humedad. También se puede observar que a más cantidad de biol la humedad es mucho mayor.

ÁREAS

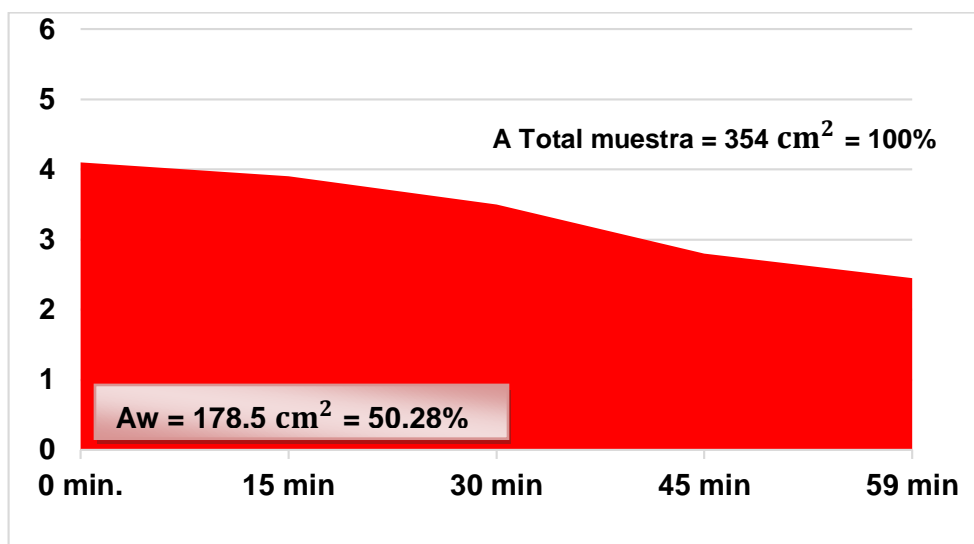
TABLA 4.28: Contenido de humedad de (250 ml biol + 750 ml agua).

Tiempo (minutos)	% Humedad (agua + biol)
0 min.	4.1
15 min	3.9
30 min	3.5
45 min	2.8
59 min	2.45

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.28 se observa que los contenidos de humedad obtenidos en las muestras con la dosificación 250 ml biol + 750 ml agua son mayores con respecto a la dosificación del método tradicional.

Figura 4.11: Área de contenido de humedad de (250 ml biol + 750 ml agua)- Segundo tramo.



Descripción e interpretación.

En esta figura se representa el área total de humedad (178.54 cm²) que las muestras de la dosificación 250 ml biol + 750 ml agua, forman con respecto a un área de muestra del 100% (354 cm² a escala).

Tabla 4.29: Representación Porcentual de la eficiencia del biol.

Área representada	Porcentaje
354 cm ²	100%
178.5 cm ²	50.2%
Eficiencia (<50%)	EFICIENTE

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.29, podemos observar que el uso del biol en la dosificación 250 biol + 750 agua es **EFICIENTE**, porque disminuye el polvo en un 50.2%.

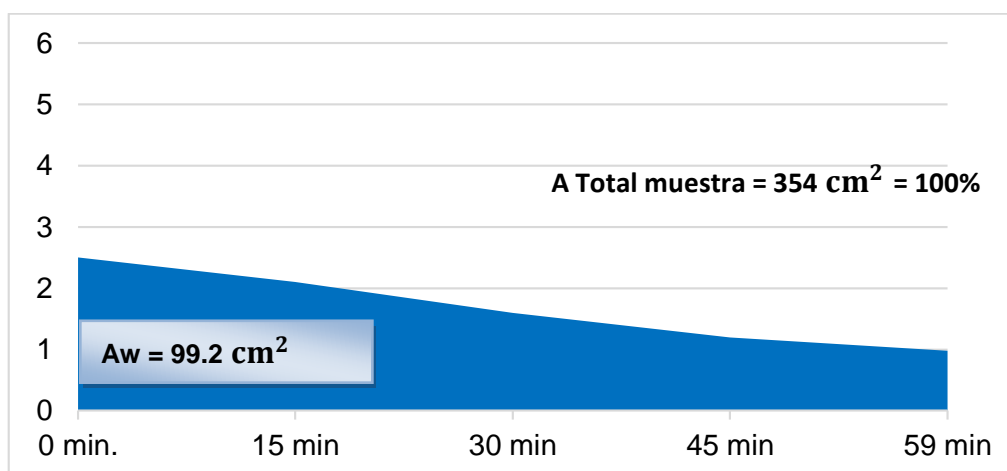
TABLA 4.30: Contenido de humedad (Método tradicional).

Tiempo(minutos)	% Humedad (agua)
0 min.	2.5
15 min	2.10
30 min	1.6
45 min	1.2
59 min	0.98

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.30 se observa los contenidos de humedad obtenidos en las muestras usando el método tradicional (solamente agua), donde se puede notar que las humedades son menores con respecto a la dosificación 250 ml biol + 750 ml agua (1/4 biol + 3/4 agua)

Figura 4.12: Área del contenido de humedad (Método tradicional).



Descripción e interpretación.

En esta figura se representa el área total de humedad (99.2 cm²) que las muestras con el método tradicional, forman con respecto a un área de muestra del 100% (354 cm² a escala).

Tabla 4.31: Representación porcentual del método tradicional.

Área representada	Porcentaje
354 cm ²	100%
99.2 cm ²	28.02%
Eficiencia (<50%)	INEFICIENTE

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.31 se tiene la representación del área total de muestra en un 100% que equivale a 354 cm² y el área de contenido de humedad que hacen las muestras del método tradicional, de 99.2 cm² con un equivalente de 28.02%, se concluye que el uso del método tradicional, en esta tramo es **INEFICIENTE**, impidiendo una mayor retención de humedad. Se notó que el uso solamente del agua para la disminución del polvo no es suficiente, siendo el método tradicional **INEFICIENTE**, para el aumento del contenido de humedad.

TERCER TRAMO**250 AGUA + 750 BIOL**

Tabla 4.32: Contenido de humedad para muestras con agua en la dosificación 250 ml de agua en 750 ml de biol a los 0, 15, 30, 45, 59 min - Tercer tramo.

FECHA DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN	TIEMPO DE LECTURA(min)	% HUMEDAD PROMEDIO
03/11/2017	Muestra N° 43	0	3.54
03/11/2017	Muestra N° 44	15	3.19
03/11/2017	Muestra N° 45	30	2.75
03/11/2017	Muestra N° 46	45	2.03
03/11/2017	Muestra N° 47	59	1.57

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.32, podemos observar que se realizó la obtención de cinco muestras el día 03 de noviembre, las cuales se extrajeron a los 0, 15, 30, 45 y 59 minutos respectivamente. Las llevamos al laboratorio y tuvimos como resultado diferentes tipos de contenidos de humedad que nos sirvieron para realizar la comparación con la dosificación que contiene biol.

Tabla 4.33: Contenido de humedad para muestras con biol en la dosificación 250 ml de agua en 750 ml de biol a los 0, 15, 30, 45, 59 min-Tercer tramo.

FECHA DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN	TIEMPO DE LECTURA(min)	% HUMEDAD PROMEDIO
03/11/2017	Muestra N° 48	0	5.2
03/11/2017	Muestra N° 49	15	4.8
03/11/2017	Muestra N° 50	30	4.5
03/11/2017	Muestra N° 51	45	4.02
03/11/2017	Muestra N° 52	59	3.84

Descripción e interpretación.

En esta tabla podemos observar que se realizó la obtención de cinco muestras el día 03 de noviembre, las cuales se extrajeron a los 0, 15, 30, 45 y 59 minutos respectivamente. Las llevamos al laboratorio y tuvimos como resultado diferentes tipos de contenidos de humedad que nos sirvieron para realizar la comparación con la dosificación de la tabla anterior (tabla 4.32)

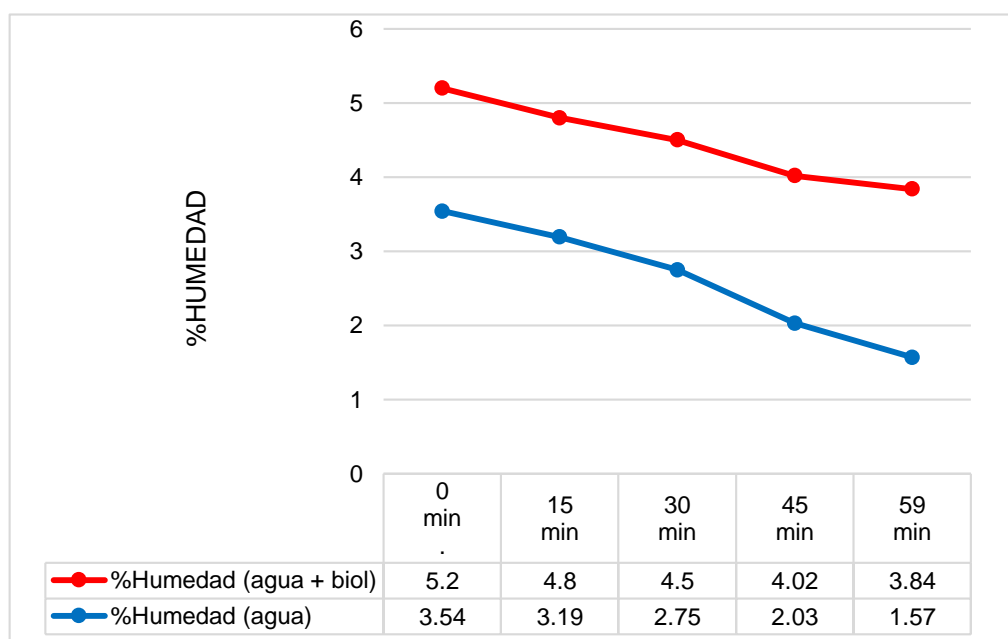
**Tabla 4.34: Dosificación 250 ml de agua en 750 ml de biol
Contenido de humedad de (agua + biol) vs. Contenido de humedad de
(Agua) Tercer tramo.**

Tiempo(minutos)	% Humedad (agua + biol)	%Humedad (agua)
0 min.	5.2	3.54
15 min	4.8	3.19
30 min	4.5	2.75
45 min	4.02	2.03
59 min	2.41	1.10

Descripción e interpretación.

En la presente tabla 4.34, podemos observar la comparación de los contenidos de humedad de la tabla 4.32 y 4.33, en donde se demuestra claramente que el contenido de humedad en la muestra de estudio utilizando el biol son mayores a las que solo tienen agua.

Figura 4.13: Contenido de humedad de (250 ml Agua + 750 ml biol) vs. Contenido de humedad de (Agua)-Tercer tramo.



Descripción e interpretación.

Esta figura muestra que los contenidos de humedad de las muestras que presentan biol (dosificación de 750 ml de biol y 250 ml de agua) son mayores que las muestras que solamente tienen agua y estas últimas son mayores al contenido de humedad del terreno natural. Por ello podemos deducir mediante esta metodología que el uso del biol es beneficioso para la mitigación de polvo, ya que aumenta la humedad.

ÁREAS:

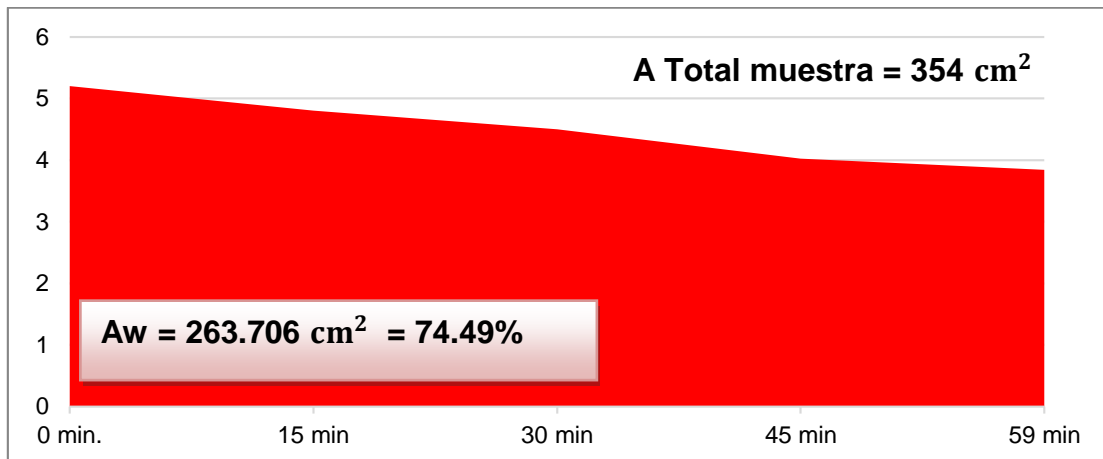
TABLA 4.35: Contenido de humedad de (250 ml agua + 750 ml biol).

Tiempo (minutos)	%Humedad (agua + biol)
0 min.	5.2
15 min	4.8
30 min	4.5
45 min	4.02
59 min	2.41

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.35 se observa los contenidos de humedad obtenidos en las muestras con la dosificación 250 ml agua + 750 ml biol, donde se puede notar que las humedades son mayores con respecto a la dosificación del método tradicional.

Figura 4.14: Área de contenido de humedad de (250 ml agua + 750 ml biol) -Tercer tramo.



Descripción e interpretación.

En esta figura se representa el área total de humedad (267.706 cm²) que las muestras de la dosificación 250 ml agua + 750 ml biol, forman con respecto a un área de muestra del 100% (354 cm² a escala).

TABLA 4.36: Representación Porcentual de la eficiencia del biol.

Área representada	Porcentaje
354 cm ²	100%
263.706 cm ²	74.49%
Eficiencia (<50%)	EFICIENTE

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.36 se tiene la representación del área total de muestra en un 100% que equivale a 354 cm² y el área de contenido de humedad que hacen las muestras con dosificación de biol en 750 ml, de 263.706 cm² con un equivalente de 74.49%, donde se puede concluir que el uso de biol en este tramo es **EFICIENTE**, permitiendo una mayor retención de humedad.

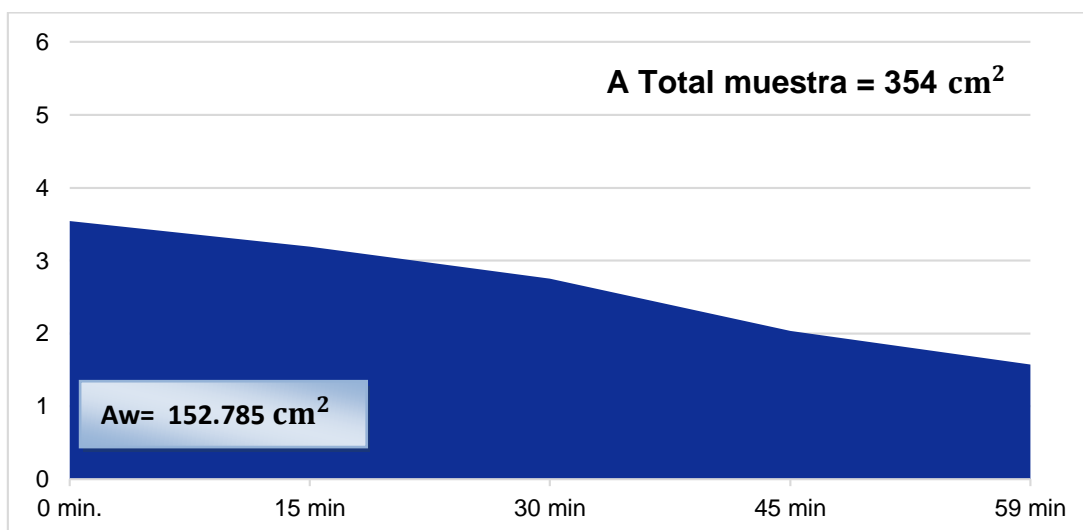
TABLA 4.37: Contenido de humedad (Método tradicional).

Tiempo(minutos)	%Humedad (agua)
0 min.	3.54
15 min	3.19
30 min	2.75
45 min	2.03
59 min	1.10

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.37 se observa los contenidos de humedad obtenidos en las muestras usando el método tradicional (solamente agua), donde se puede notar que las humedades son menores con respecto a la dosificación 250 ml agua + 750 ml biol.

Figura 4.15: Área del contenido de humedad (método tradicional) % Humedad (agua) -Tercer tramo.



Descripción e interpretación.

En esta figura se representa el área total de humedad (94.85 cm²) que las muestras con el método tradicional, forman con respecto a un área de muestra del 100% (354 cm² a escala).

Tabla 4.38: Representación porcentual del método tradicional.

Área representada	Porcentaje
354 cm ²	100%
152.785 cm ²	43.15%
Eficiencia (<50%)	INEFICIENTE

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.38 se tiene la representación del área total de muestra en un 100% que equivale a 354 cm² y el área de contenido de humedad que hacen las muestras del método tradicional, de 94.85 cm² con un equivalente de 26.79%, donde se puede concluir que el uso del método tradicional, en esta tramo es **INEFICIENTE**, impidiendo una mayor retención de humedad.

DOSIFICACIÓN 750 AGUA + 250 BIOL

Tabla 4.39: Contenido de Humedad para muestras con agua en la dosificación 250 ml de biol en 750 ml de agua a los 0, 15, 30, 45, 59 min-Tercer tramo.

Fecha de muestreo	Descripción	Tiempo de lectura(min)	% humedad promedio
06/11/2017	Muestra N° 33	0	2.5
06/11/2017	Muestra N° 34	15	2.10
06/11/2017	Muestra N° 35	30	1.6
06/11/2017	Muestra N° 36	45	1.2
06/11/2017	Muestra N° 37	59	0.98

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.39 podemos observar que se realizó la obtención de cinco muestras el día 06 de noviembre, las cuales se extrajeron a los 0, 15, 30, 45 y 59 minutos respectivamente. Las llevamos al laboratorio y tuvimos como resultado diferentes tipos de contenidos de humedad que nos sirvieron para realizar la comparación con la dosificación que contiene biol.

Tabla 4.40: Contenido de humedad para muestras con biol en la dosificación 250 ml de biol en 750 ml de agua a los 0, 15, 30, 45, 59 min-Tercer tramo.

Fecha de muestreo	Descripción	Tiempo de lectura(min)	% Humedad promedio
06/11/2017	Muestra N° 38	0	4.1
06/11/2017	Muestra N° 39	15	3.9
06/11/2017	Muestra N° 40	30	3.5
06/11/2017	Muestra N° 41	45	2.8
06/11/2017	Muestra N° 42	59	2.45

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.40 podemos observar que se realizó la obtención de cinco muestras el día 06 de noviembre, las cuales se extrajeron a los 0,15, 30, 45 y 59 minutos respectivamente. Las llevamos al laboratorio y tuvimos como resultado diferentes tipos de contenidos de humedad que nos sirvieron para realizar la comparación con la dosificación que contiene solamente agua, en la dosificación 750 ml de biol y 250 ml de agua.

Tabla 4.41: Dosificación: 250 ml biol en 750 ml de agua contenido de humedad de (Agua + Biol) vs. Contenido de humedad de (Agua)-Tercer tramo.

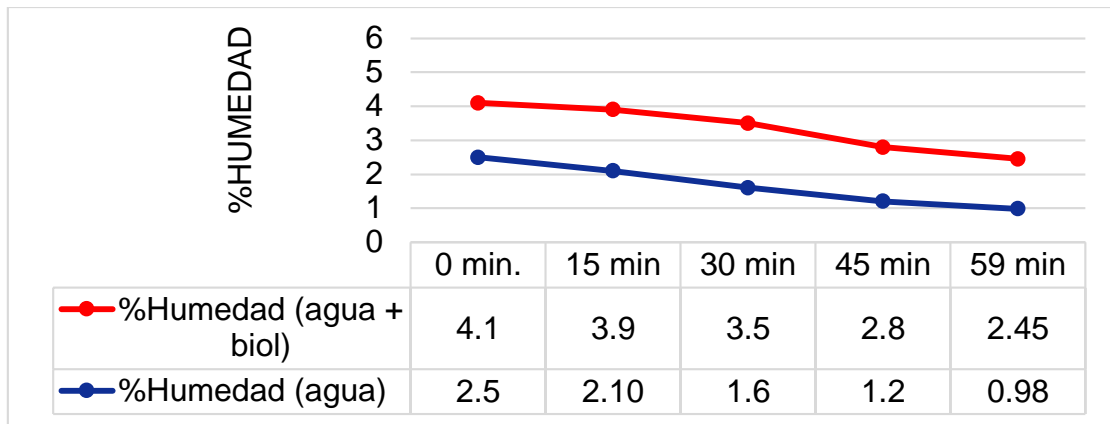
Tiempo(minutos)	%Humedad (agua + biol)	%Humedad (agua)
0 min.	4.1	2.5
15 min	3.9	2.10
30 min	3.5	1.6
45 min	2.8	1.2
59 min	2.45	0.98

Descripción e interpretación.

En la presente tabla podemos observar la comparación de los contenidos de humedad de la tabla 4,39 y tabla 4.40, a simple vista podemos notar que el

contenido de humedad con las muestras que presentan biol son mayores a las que solo tienen agua.

Figura 4.16: Contenido de humedad de (250 ml Biol + 750 ml Agua) vs. Contenido de humedad de (Agua) -Tercer tramo.



Descripción e interpretación.

En la figura 4.16, se demuestra que los contenidos de humedad de las muestras que presentan biol (dosificación de 750 ml de biol y 250 ml de agua) son mayores que las muestras que solamente tienen agua y estas últimas son mayores al contenido de humedad del terreno natural. Por ello podemos deducir mediante esta metodología que el uso del biol es beneficioso para la mitigación de polvo, ya que aumenta la humedad. También se puede observar que a más cantidad de biol la humedad es mucho mayor.

ÁREAS

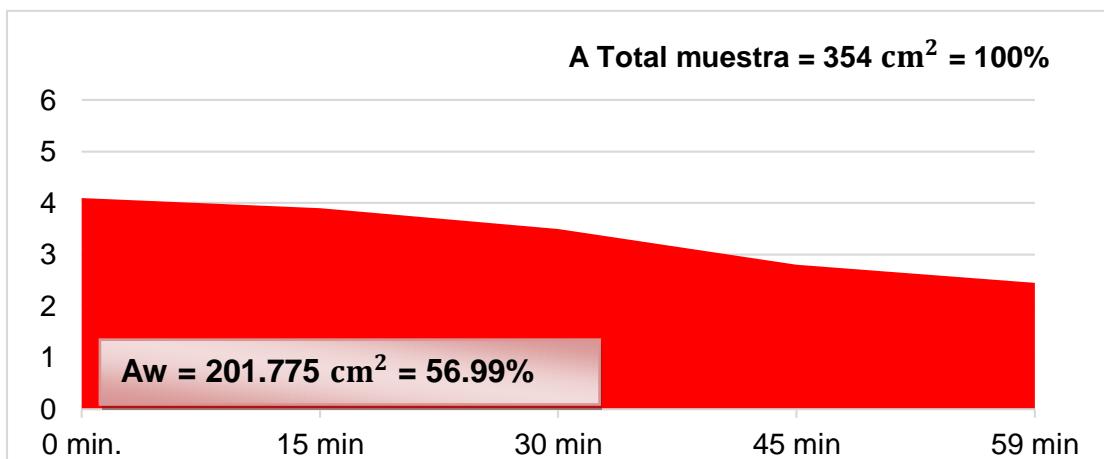
TABLA 4.42: Contenido de humedad de (250 ml biol + 750 ml agua).

Tiempo(minutos)	%Humedad (agua + biol)
0 min.	3.2
15 min	3
30 min	2.84
45 min	2.72
59 min	2.5

Descripción e interpretación.

En la tabla 5.42 se observa los contenidos de humedad obtenidos en las muestras con la dosificación 250 ml biol + 750 ml agua, donde se puede notar que las humedades son mayores con respecto a la dosificación del método tradicional.

Figura 4.17: Área de contenido de humedad de (250 ml biol + 750 ml agua) % humedad (agua + biol)- Tercer tramo.



Descripción e interpretación.

En esta figura se representa el área total de humedad (201.775 cm²) que las muestras con la dosificación 250 ml biol + 750 ml agua, forman con respecto a un área de muestra del 100% (354 cm² a escala).

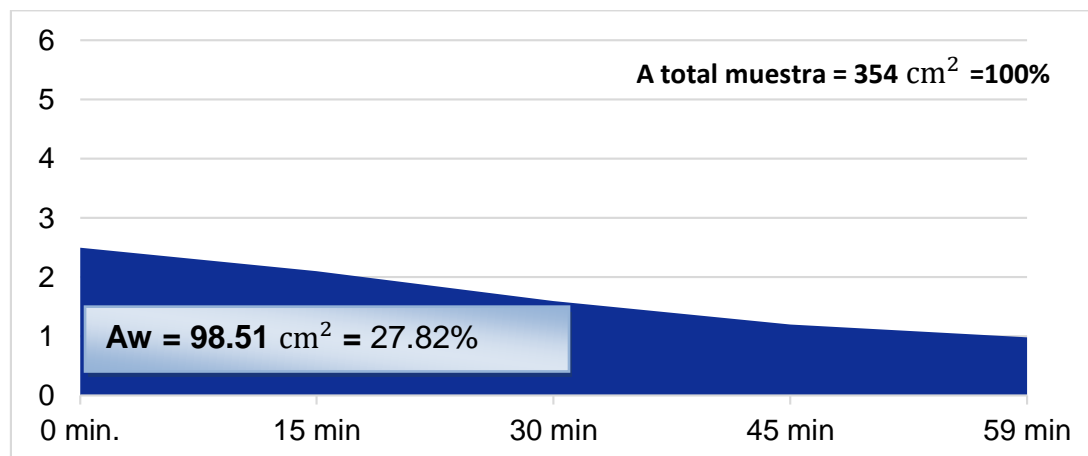
Tabla 4.43: Representación Porcentual de la eficiencia del biol.

Área representada	Porcentaje
354 cm ²	100%
201.775 cm ²	56.99%
Eficiencia (<50%)	EFICIENTE

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.43 se tiene la representación del área total de muestra en un 100% que equivale a 354 cm² y el área de contenido de humedad que hacen las muestras con dosificación de biol en 250 ml, de 201.775 cm² con un equivalente de 56.99%, se concluye que el uso de biol en este tramo es **EFICIENTE**, permitiendo una mayor retención de humedad.

Figura 4.18: Área del contenido de humedad (método tradicional) % Humedad (agua) -Tercer Tramo.



Descripción e interpretación.

En esta figura se representa el área total de humedad (98.51 cm²) que las muestras con el método tradicional forman con respecto a un área de muestra del 100% (354 cm² a escala).

Tabla 4.44: Representación porcentual del método tradicional.

Área representada	Porcentaje
354cm ²	100%
98.51cm ²	27.82%
Eficiencia (<50%)	INEFICIENTE

Descripción e interpretación.

En la tabla 4.44 se tiene la representación del área total de muestra en un 100% que equivale a 354 cm² y el área de contenido de humedad que forman las muestras del método tradicional, de 98.51cm² con un equivalente de 27.82%, donde se puede concluir que el uso del método tradicional, es **INEFICIENTE**, impidiendo una mayor retención de humedad.

RESULTADO DEL ESTUDIO DEL TIEMPO DE HUMEDECIMIENTO

Tabla 4.45: Tiempo de duración de la humedad.

TIEMPO DE DURACIÓN DE LA HUMEDAD	MÉTODO CONTROL	MÉTODO EXPERIMENTAL
PRIMER TRAMO	35 minutos	1 hora y 4 minutos
SEGUNDO TRAMO	40 minutos	1 hora y 45 minutos
TERCER TRAMO	37 minutos	1 hora y 42 minutos
Promedio	37 minutos	1 hora y 30 minutos

Descripción e interpretación: en la presente tabla se muestra el tiempo que duró la humedad en las áreas de estudio, arrojando como resultado: que el tiempo de humedecimiento usando el método tradicional (agua) tiene un tiempo promedio de 37 minutos y usando el método experimental (biol + agua) se tiene 1 hora y 30 minutos.

CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS PLANTEADA EN EL PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Mediante el procesamiento de datos obtenidos en campo, se llega a constatar que la hipótesis asumida se cumple, con un rango mayor al 50% de eficiencia permitiendo evaluar la eficiencia propuesta en la hipótesis.

La contrastación de la hipótesis se ha realizado de la siguiente manera:

- Hipótesis planteada en el trabajo de investigación.

El aditivo antipolvo biol disminuye un 50% del volumen de polvo y aumenta el tiempo de humedecimiento con respecto al método tradicional, siendo eficiente para la disminución de polvo en el jirón El Sol sin pavimentar, distrito Baños del Inca - Cajamarca.

- Contratación de las variables correspondiente a la hipótesis.

Eficiencia del biol

El volumen de polvo generado por el tránsito en la zona de estudio y el valor del tiempo de humedecimiento en el jirón El Sol - Baños del Inca - Cajamarca a disminuido por acción del biol en la dosificación $\frac{3}{4}$ biol + $\frac{1}{4}$ agua (750 ml de biol más 250 ml de agua), por ello consideramos el uso del biol EFICIENTE para mermar dicha polución.

Método no convencional: uso del biol.

Esta variable independiente es la posible solución asumida, que ha permitido la disminución del volumen de polvo y evaluar el tiempo de humedecimiento, en el jirón El Sol - Baños del Inca Cajamarca.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Al término de la ejecución del presente estudio de investigación se arribaron a las siguientes conclusiones:

- Que, la utilización de biol, en la vía sin pavimentar del jirón El Sol distrito Baños del Inca - Cajamarca, en comparación al método tradicional es eficiente, aumentando el tiempo de humedecimiento y el contenido de humedad en más del 50%, por ende la mitigación del polvo aumenta considerablemente.
- Que, la dosificación óptima del biol es de $\frac{3}{4}$ biol + $\frac{1}{4}$ agua (750 ml biol + 250 ml de agua) siendo la dosis que mayor contenido de humedad aportó para poder determinar la eficiencia en comparación con el método tradicional.
- Que, el tiempo de humedecimiento generado por el uso de biol en la dosificación $\frac{3}{4}$ biol + $\frac{1}{4}$ agua generó un tiempo de humedecimiento de 1 hora y 30 minutos en comparación a los 37 minutos de humedad que le proporcionó el método tradicional a la zona de estudio.

5.2. RECOMENDACIONES

- Seguir con la ejecución de la investigación utilizando otros aditivos de origen orgánico tales como: polímeros, humicorp y enzimas para buscar mitigar el polvo.
- Utilizar otras dosificaciones de Biol más agua que permitan la disminución del polvo en vías sin pavimentar generando mayor porcentaje de humedad que el proporcionado con las dosificaciones estudiadas.
- Se recomienda realizar un estudio de costos para determinar si el uso del biol para mermar el polvo es un procedimiento asequible o posee altos costos.
- Determinar otros métodos que arrojen mayor tiempo de humedecimiento en vías sin pavimentar.
- Considerar el tipo de suelo para el uso de biol como agente antipolvo, las vías tienen que presentar limos y arcillas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguerreberre, R. y Cepeda, F. (1992). Estado Superficial y Costos de Operación en Carreteras. - Publicación Técnica No. 30.- Instituto Mexicano del Transporte. - Querétaro, México.
- Agricultura Orgánica (2002): Unidad de documentación e información técnica agropecuaria INIAP, Quito-Ecuador.
- Comité Technique AIPCR A.1. (2012). Seguimiento del impacto ambiental sobre las carreteras. Recuperado de <http://www.piarc.org/es/biblioteca-virtual/13993-es->
- Enciclopedia de Clasificaciones. (2016). *Tipos de pavimentos*. Duicela, L. Corral, R. Choez, F. (2008): Tecnología para la producción.
- Garnica, P. A., Gómez, L. J. & Sesma, M. J. (2002). Mecánica de Materiales para Pavimentos. Publicación Técnica No. 197, Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCI) - Instituto Mexicano del Transporte (IMT). Sanfandila, México. 234 pp.
- José Luis Hernández Michaca, Víctor Manuel Sánchez Granados, Irene Castillo Chaires, Sergio Alberto Damián Hernández & Rodolfo Téllez Gutiérrez. (2001). Impacto ambiental de proyectos carreteros. Efectos por la construcción y conservación de superficies de rodamiento: Il pavimentos rígidos.
- Mendoza, A. y Cadena, A. –Estudio de Pesos y Dimensiones. Análisis Estadístico del Peso y las Dimensiones de los Vehículos de Carga que Circulan por la Red Nacional de Carreteras. Estaciones instaladas durante 1991.- Documento Técnico No.8.- Instituto Mexicano del Transporte. - Querétaro, México, 1992

Propuesta de planificación de un sistema de gestión de pavimentos Catherine Chávez Isla (2008) Lima.

Ramón C. Máximo (2006). Gestión de Redes Viales, Casos de Estudio. Ambato, Ecuador.

Rojas, L. Ingeniero (2011) Administración y producción Agropecuaria del municipio de Yantzaza, (entrevista).

Rondón, H. A. & Reyes, F. A. (2007). Comportamiento de Materiales Granulares en Pavimentos Flexibles: Estado del Conocimiento. Universidad Católica de Colombia (Grupo de Pavimentos y Materiales de Ingeniería) y Pontificia Universidad Javeriana.

Salazar Rodríguez, A. (1998). Guía para el diseño y construcción de vías y trochas. México: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.

Salazar G. (2008). de la Universidad Técnica de Ambato, refiere en su tesis: Sistema Institucional de Gestión de las Carreteras de Segundo Orden del Ecuador.

Salazar Rodríguez, A. (1998). Guía para el diseño y construcción de carreteras. México: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.

Suquilanda, M. Alvares, C. Alvares, R. (2006): Guía técnica para la producción orgánica.

ANEXOS

ANEXO A

Ensayos de contenido de humedad y granulometría de las muestras obtenidas de los tres tramos de estudio.

ANEXO B

Sección típica del jirón El SOL-Baños del Inca.

ANEXO C

Temperaturas durante el trabajo de investigación y muestreo.

ANEXO D

Aforo manual del tráfico en la zona de estudio.

ANEXO E

Plano de localización y ubicación de la vía en estudio.

TEMPERATURAS DEL TIEMPO DE INVESTIGACIÓN

Octubre 2017



septiembre 2017		Vista:		octubre		2017		noviembre 2017	
DO. 01/10 Temp. real 19°/15° <u>Media histórica</u> 21°/15°	LU. 02/10 Temp. real 18°/15° <u>Media histórica</u> 21°/15°	MA. 03/10 Temp. real 20°/16° <u>Media histórica</u> 21°/15°	MI. 04/10 Temp. real 18°/16° <u>Media histórica</u> 21°/15°	JU. 05/10 Temp. real 19°/15° <u>Media histórica</u> 21°/15°	VI. 06/10 Temp. real 19°/15° <u>Media histórica</u> 21°/15°	SÁ. 07/10 Temp. real 19°/15° <u>Media histórica</u> 21°/15°			
DO. 08/10 Temp. real 18°/16° <u>Media histórica</u> 21°/15°	LU. 09/10 Temp. real 18°/15° <u>Media histórica</u> 21°/15°	MA. 10/10 Temp. real 18°/15° <u>Media histórica</u> 22°/15°	MI. 11/10 Temp. real 19°/15° <u>Media histórica</u> 22°/15°	JU. 12/10 Temp. real 19°/15° <u>Media histórica</u> 22°/15°	VI. 13/10 Temp. real 18°/15° <u>Media histórica</u> 22°/15°	SÁ. 14/10 Temp. real 19°/12° <u>Media histórica</u> 22°/15°			
DO. 15/10 Temp. real 19°/15° <u>Media histórica</u> 22°/15°	LU. 16/10 Temp. real 19°/15° <u>Media histórica</u> 22°/15°	MA. 17/10 Temp. real 19°/15° <u>Media histórica</u> 22°/15°	MI. 18/10 Temp. real 19°/15° <u>Media histórica</u> 22°/15°	JU. 19/10 Temp. real 19°/16° <u>Media histórica</u> 22°/15°	VI. 20/10 Temp. real 19°/16° <u>Media histórica</u> 22°/15°	SÁ. 21/10 Temp. real 19°/16° <u>Media histórica</u> 22°/15°			
DO. 22/10 Temp. real 20°/15° <u>Media histórica</u> 22°/15°	LU. 23/10 Temp. real 19°/15° <u>Media histórica</u> 22°/15°	MA. 24/10 Temp. real 19°/15° <u>Media histórica</u> 22°/15°	MI. 25/10 Temp. real 19°/15° <u>Media histórica</u> 22°/15°	JU. 26/10 Temp. real 19°/15° <u>Media histórica</u> 22°/15°	VI. 27/10 Temp. real 19°/16° <u>Media histórica</u> 22°/15°	SÁ. 28/10 Temp. real 20°/16° <u>Media histórica</u> 22°/15°			
DO. 29/10 Temp. real 19°/16° <u>Media histórica</u> 22°/15°	LU. 30/10 Temp. real 19°/16° <u>Media histórica</u> 22°/15°	MA. 31/10 Temp. real 18°/15° <u>Media histórica</u> 22°/15°	MI. 01/11 Temp. real 18°/15° <u>Media histórica</u> 22°/15°	JU. 02/11 Temp. real 20°/16° <u>Media histórica</u> 22°/15°	VI. 03/11 Temp. real 19°/16° <u>Media histórica</u> 22°/15°	SÁ. 04/11 Temp. real 19°/16° <u>Media histórica</u> 22°/15°			

Noviembre 2017

← octubre 2017		Vista: 		noviembre ▼		2017 ▼		diciembre 2017 →	
DO. 29/10 Temp. real 19°/16° <u>Media histórica</u> 22°/15°	LU. 30/10 Temp. real 19°/16° <u>Media histórica</u> 22°/15°	MA. 31/10 Temp. real 18°/15° <u>Media histórica</u> 22°/15°	MI. 01/11 Temp. real 18°/15° <u>Media histórica</u> 22°/15°	JU. 02/11 Temp. real 20°/16° <u>Media histórica</u> 22°/15°	VI. 03/11 Temp. real 19°/16° <u>Media histórica</u> 22°/15°	SÁ. 04/11 Temp. real 19°/16° <u>Media histórica</u> 22°/15°			
DO. 05/11 Temp. real 21°/16° <u>Media histórica</u> 23°/15°	LU. 06/11 Temp. real 20°/15° <u>Media histórica</u> 23°/15°	MA. 07/11 Temp. real 20°/15° <u>Media histórica</u> 23°/15°	MI. 08/11 Temp. real 19°/15° <u>Media histórica</u> 23°/15°	JU. 09/11 Temp. real 20°/15° <u>Media histórica</u> 23°/15°	VI. 10/11 Temp. real 20°/16° <u>Media histórica</u> 23°/16°	SÁ. 11/11 Temp. real 21°/16° <u>Media histórica</u> 23°/16°			
DO. 12/11 Temp. real 21°/17° <u>Media histórica</u> 23°/16°	LU. 13/11 Temp. real 21°/15° <u>Media histórica</u> 23°/16°	MA. 14/11 Temp. real 21°/16° <u>Media histórica</u> 23°/16°	MI. 15/11 Temp. real 21°/16° <u>Media histórica</u> 23°/16°	JU. 16/11 Temp. real 22°/16° <u>Media histórica</u> 23°/16°	VI. 17/11 Temp. real 21°/16° <u>Media histórica</u> 23°/16°	SÁ. 18/11 Temp. real 21°/16° <u>Media histórica</u> 23°/16°			
DO. 19/11 Temp. real 21°/16° <u>Media histórica</u> 23°/16°	LU. 20/11 Temp. real 21°/15° <u>Media histórica</u> 23°/16°	MA. 21/11 Temp. real 21°/16° <u>Media histórica</u> 23°/16°	MI. 22/11 Temp. real 21°/17° <u>Media histórica</u> 23°/16°	JU. 23/11 Temp. real 22°/16° <u>Media histórica</u> 23°/16°	VI. 24/11 Temp. real 22°/17° <u>Media histórica</u> 23°/16°	SÁ. 25/11 Temp. real 21°/17° <u>Media histórica</u> 23°/16°			
DO. 26/11 Temp. real 21°/17° <u>Media histórica</u> 23°/16°	LU. 27/11 Temp. real 21°/17° <u>Media histórica</u> 23°/16°	MA. 28/11 Temp. real 21°/17° <u>Media histórica</u> 23°/16°	MI. 29/11 Temp. real 21°/16° <u>Media histórica</u> 23°/16°	JU. 30/11 Temp. real 21°/16° <u>Media histórica</u> 23°/16°	VI. 01/12 Temp. real 21°/16° <u>Media histórica</u> 23°/16°	SÁ. 02/12 Temp. real 21°/17° <u>Media histórica</u> 23°/16°			

Diciembre 2017

← noviembre 2017		Vista: 		diciembre ▼		2017 ▼		enero 2018 →	
DO. 26/11 Temp. real 21°/17° <u>Media histórica</u> 23°/16°	LU. 27/11 Temp. real 21°/17° <u>Media histórica</u> 23°/16°	MA. 28/11 Temp. real 21°/17° <u>Media histórica</u> 23°/16°	MI. 29/11 Temp. real 21°/16° <u>Media histórica</u> 23°/16°	JU. 30/11 Temp. real 21°/16° <u>Media histórica</u> 23°/16°	VI. 01/12 Temp. real 21°/16° <u>Media histórica</u> 23°/16°	SÁ. 02/12 Temp. real 21°/17° <u>Media histórica</u> 23°/16°			
DO. 03/12 Temp. real 21°/16° <u>Media histórica</u> 24°/16°	LU. 04/12 Temp. real 21°/16° <u>Media histórica</u> 24°/16°	MA. 05/12 Temp. real 20°/17° <u>Media histórica</u> 24°/16°	MI. 06/12 Temp. real 21°/16° <u>Media histórica</u> 24°/16°	JU. 07/12 Temp. real 21°/16° <u>Media histórica</u> 24°/16°	VI. 08/12 Temp. real 21°/16° <u>Media histórica</u> 24°/16°	SÁ. 09/12 Temp. real 21°/17° <u>Media histórica</u> 24°/16°			
DO. 10/12 Temp. real 23°/17° <u>Media histórica</u> 24°/17°	LU. 11/12 Temp. real 21°/17° <u>Media histórica</u> 24°/17°	MA. 12/12 Temp. real 22°/17° <u>Media histórica</u> 24°/17°	MI. 13/12 Temp. real 21°/16° <u>Media histórica</u> 24°/17°	JU. 14/12 Temp. real 22°/16° <u>Media histórica</u> 24°/17°	VI. 15/12 Temp. real 23°/17° <u>Media histórica</u> 24°/17°	SÁ. 16/12 Temp. real 22°/17° <u>Media histórica</u> 24°/17°			
DO. 17/12 Temp. real 22°/17° <u>Media histórica</u> 24°/17°	LU. 18/12 Temp. real 22°/17° <u>Media histórica</u> 24°/17°	MA. 19/12 Temp. real 22°/17° <u>Media histórica</u> 24°/17°	MI. 20/12 Temp. real 23°/17° <u>Media histórica</u> 24°/17°	JU. 21/12 Temp. real 24°/19° <u>Media histórica</u> 24°/17°	VI. 22/12 Temp. real 24°/18° <u>Media histórica</u> 24°/17°	SÁ. 23/12 Temp. real 23°/19° <u>Media histórica</u> 24°/17°			
DO. 24/12 Temp. real 23°/17° <u>Media histórica</u> 24°/17°	LU. 25/12 Temp. real 25°/17° <u>Media histórica</u> 24°/17°	MA. 26/12 Temp. real 22°/18° <u>Media histórica</u> 24°/17°	MI. 27/12 Temp. real 23°/18° <u>Media histórica</u> 24°/17°	JU. 28/12 Temp. real 24°/18° <u>Media histórica</u> 24°/17°	VI. 29/12 Temp. real 23°/18° <u>Media histórica</u> 24°/17°	SÁ. 30/12 Temp. real 21°/19° <u>Media histórica</u> 24°/17°			
DO. 31/12 Temp. real 22°/17°	LU. 01/01 Temp. real 24°/17°	MA. 02/01 Temp. real 22°/17°	MI. 03/01 Temp. real 24°/17°	JU. 04/01 Temp. real 23°/18°	VI. 05/01 Temp. real 24°/19°	SÁ. 06/01 Temp. real 22°/19°			