

Análisis del afirmado con la adición de polímero acrilamida y cemento, Ocobamba, Chincheros, Apurímac 2023

Analysis of the affirmed with the addition of acrylamide polymer and cement, Ocobamba, Chincheros, Apurimac 2023

Isael Gomez-Villa^A, Sleyther Arturo De La Cruz-Vega^B

ORCID:0000-0002-4808-9986^A, ORCID:0000-0003-0254-301X^B

(Recepción: 07/08/2023 y aceptación 18/09/2023)

Resumen— Durante mucho tiempo en las redes viales con poca transitabilidad de vehículos se viene construyendo caminos no pavimentados donde la carpeta superior de este es la capa de afirmado, este material es de tipo granular que están expuestas a agentes externos que debilitan de forma directa la resistencia de la capa. El objetivo es determinar el comportamiento de capa del afirmado con la adición de polímero acrilamida y cemento, Ocobamba, Chincheros, Apurímac 2023. La metodología es de tipo aplicada, diseño experimental, enfoque cuantitativo la población y muestra que se evalúa es la cantera Chalhuanay de 625 m² que será utilizado para la estabilización con aditivo químico polímero acrilamida y cemento. En el ensayo realizado de CBR al 100% con una penetración de carga 0.1" (2.5 mm) con la dosificación de 0.3gr polímero acrilamida /litro de agua y 1.5% de cemento fue la mejor, mientras que con respecto al en el ensayo de corte directo con la dosificación de 0.3gr polímero acrilamida /litro de agua y 0.5% de cemento fue la mejor, por último, en el ensayo de permeabilidad usando el aditivo polímero acrilamida y cemento lo hacen más impermeables al material.

Palabras clave: polímero acrilamida, CBR, corte directo, permeabilidad

Abstract— For a long time, unpaved roads have been built in road networks with little trafficability for vehicles where the upper folder of this is the affirmed layer, this material is of a granular type that is exposed to external agents that directly weaken the layer resistance. The objective is to determine the layer behavior of the affirmed with the addition of acrylamide polymer and cement, Ocobamba, Chincheros, Apurímac 2023. The methodology is of the applied type, experimental design, quantitative approach, the population and sample that is evaluated is the Chalhuanay quarry of 625 m² that will be used for stabilization with acrylamide polymer chemical additive and cement. In the 100% CBR test with a 0.1" (2.5 mm) load penetration with the dosage of 0.3gr acrylamide polymer / liter of water and 1.5% cement was the best, while with respect to the test of direct cut with the dosage of 0.3gr acrylamide polymer / liter of water and 0.5% cement was the best, finally, in the permeability test using the acrylamide polymer additive and cement make it more impermeable to the material.

Keywords: acrylamide polymer, CBR, direct shear, permeability

A. Isael Gomez_Villa^A, Universidad Cesar Vallejo, igomezv@ucvvirtual.edu.pe

B. Sleyther Arturo De La Cruz_Vega^B, Universidad Cesar Vallejo, sdelacruz@ucv.edu.pe

1 INTRODUCCIÓN

El deterioro prematuro de los afirmados en los caminos vecinales de bajo volumen de tránsito es muy frecuente por la baja resistencia del suelo, donde con lleva a una multitud de problemas para las conexiones viales entre comunidades, en muchos de los casos no solo se da por la baja calidad de los materiales, también tiene que ver las precipitaciones, las que ocasionan el desgaste de la capa de rodadura [1].

La falta de materiales de buena calidad cerca de los proyectos se ha vuelto un problema inminente, las principales causas son el desconocimiento de los aditivos estabilizadores químicos, por parte el desconocimiento de las autoridades municipales, así mismo la muy poca investigación de estudios de suelos que se realiza en las zonas rurales para proyectos de infraestructura vial [2].

El progresivo deterioro de la capa de rodadura, da como respuesta una disminución de los estándares de calidad de las características mecánicas y funcionales de los materiales y un aumento excesivo en los costos de mantenimiento y conservación vial, lo que este suceso ocasiona en corto periodo de tiempo es perjudicar la transitabilidad entre las zonas rurales y la zonas urbanas, así como también a los turistas, ya que mayormente las zonas turísticas están ubicadas en zonas rurales donde se hace muy complicado al acceso al desplazamiento, lo que hace un costo mayor al momento de desplazarse y a la vez se hace muy extendido el tiempo de viaje y de transporte de carga. La propuesta del investigador es establecer los mecanismos adecuados para mejorar la trabajabilidad de la capa de afirmado empleando las metodologías constructivas viales desde un punto de vista normativo y técnico, usando los distintos modificadores como los aditivos de ceras, polímeros, aceites, entre otros. usando en esta investigación el polímero acrilamida dando una capa de rodadura con resistencia de (CBR >100%) y a su vez haciéndolo más impermeable a las precipitaciones fluviales.

El suelo es considerado como el material más antiguo en el sector de la construcción, complejo y utilizado por los ingenieros en la realización de ensayos de propiedades fisicoquímicas, mecánicas, resistencia, compresibilidad y permeabilidad, por último, la estabilidad volumétrica y durabilidad, estos ensayos son de gran importancia en la ingeniería para la realización de cualquier proyecto de ingeniería [3].

El suelo es un sustrato de una fracción de tierra o la acumulación de diferentes partículas mineralógicas en su estado no consolidado, está conformado por diferentes fases como: gaseosa, sólida y líquida, sobre esta se llevan a cabo distintas obras de ingeniería [4].

Los suelos pobres se caracterizan por presentar una resistencia muy baja y un alto contenido de humedad, siempre han generado problemas para los ingenieros

de una forma peculiar durante o después de la construcción de la obra, para hacer del suelo un material adecuado se deben modificarse o diseñarse para adaptarse a los requisitos de un proyecto de infraestructura en particular [5].

La clasificación se lleva a cabo a través del ensayo análisis granulométrico, dicho ensayo se aplica en una muestra de suelos donde se hace referencia a la distribución de los diferentes tamaños de las partículas a través de una sucesión de tamices, cuyas ranuras son cuadradas y esta se ordena de mayor a menor [6].

El análisis granulométrico consiste en separar y clasificar por tamaños los granos que componen el suelo utilizando para ello mallas o tamices con diferentes aberturas, que está establecido en la norma de ASTM S136 que indica las diferentes medidas de las mallas como la malla No.200 (0.074mm), No.100 (0.149 mm), No.60 (0.25mm), No.50 (0.297 mm), No.30 (0.59mm), No.16 (1.19 mm), No.10 (2.00mm), No.4 (4.76 mm), 3/8" (9.5mm), 1/2" (12.7 mm), 3/4" (19.1mm), 1" (25.4 mm), 1 1/2" (38.1mm), 2" (50.8 mm) [7].

La compactación de pavimentos es un proceso de suma importancia en la construcción de nuevos pavimentos. Para la conformación de la estructura de nuevos pavimentos, se requiere que en su totalidad de las capas deben estar compactado [8].

La compactación de suelos se da cuando un esfuerzo vertical es aplicado a un suelo, donde esta causa la densificación a medida que el aire se desplaza de los poros entre los granos del suelo. La prueba de compactación de Proctor es un método de laboratorio de determinar la humedad óptima en la que un tipo de suelo dado se volverá más denso y alcanzará su máximo densidad seca [9].

Los ensayos para determinar las propiedades físicas y mecánicas; propiedades físicas se tiene: MTC E 110 - límite líquido, MTC E 111 - límite plástico, MTC E 107 - análisis granulométrico por tamizado, NTP 339.134 - clasificación de suelos método SUCS, NTP 339.135 - clasificación de suelos método AASHTO y las propiedades mecánicas se tiene: MTC E 115 - proctor modificado, MTC E 132 - california bearing ratio (CBR) [10].

La caracterización física indica que para determinar esta característica se debe evaluar el límite de Atterberg, contenido de humedad como también gravedad específica y por último la granulometría por tamizado y lavado sobre la malla N° 200 [11].

La estabilización química es una técnica que surgió como alternativa para modificar las propiedades de los suelos, esta técnica en mucho de sus aplicaciones mejora las propiedades físicas y mecánicas del suelo tales como la resistencia, plasticidad, compresibilidad, permeabilidad, resistencia a la compresión, resistencia al corte [12]. Esta estabilización se da de manera frecuente con los aditivos de polímeros, cemento, cal

en la estabilización de los suelos, tienen como ventaja principal el tiempo de curado y fraguado, el costo de esta estabilización química hace más costosa en comparación con otras estabilizaciones [13].

La estabilización mecánica se realiza aplicando el proceso de compactación, este proceso de compactación tiende a mejorar las propiedades del suelo, causando el aumento de la capacidad de carga y de la resistencia, también ayuda en la reducción de la compresibilidad y aptitud para absorber agua [14]. Los Aditivos son sustancias de muy alto peso molecular que se caracterizan por ser reductores de agua, que actúan al ser adsorbidos en la superficie de las partículas de cemento, produciendo la dispersión de las partículas y reduciendo la cantidad de agua necesaria para un determinado nivel de consistencia. Según su composición, pueden estar basados en condensados de melamina-formaldehído, sulfonados, condensados de naftaleno formaldehído sulfonados, lignosulfonatos modificados (MLS) o polímeros acrílicos [15].

El ensayo California Bearing Ratio según Sharafi, Shekarbeigi fue introducida por Porter en 1926 y luego fue ampliada en 1929 por la administración de carreteras del estado de California, EE. UU. La prueba CBR es el método más común para determinar la resistencia relativa del suelo para la construcción de carreteras. El CBR de un suelo es la relación entre la fuerza requerida para sumergir un pistón con una figura, velocidad y profundidad definidas en un suelo probado y la fuerza requerida para sumergir el mismo pistón con la misma velocidad y profundidad en el material estándar, como se ve en la siguiente relación [16].

El corte directo es un ensayo de laboratorio donde al momento de su aplicación se obtiene el esfuerzo de cedencia al cortante y el esfuerzo de corte último, estos dos valores se utilizan para el análisis y diseño de elementos estructurales sujetos a cargas de flexión, el esfuerzo último de corte si llega a ser superado por el esfuerzo de corte, produce las fallas en el elemento estructural, provocando esfuerzos en planos transversales y longitudinales [17].

La permeabilidad es la capacidad que tiene una roca que consiente el paso de un fluido de agua o cualquier otro y la estimación de su coeficiente puede obtenerse a partir de su medición in situ y en laboratorio, se considera una técnica muy usada para determinar el coeficiente de permeabilidad en los suelos finos, arcillas, limos y hasta arenas finas. [18].

Este trabajo de investigación se tiene como objetivo, determinar el comportamiento de capa del afirmado con la adición de polímero acrilamida y cemento, Ocobamba, Chincheros, Apurímac 2023, como primer objetivo específico es determinar la variación del CBR de la capa de afirmado con la adición de polímero acrilamida y cemento, Ocobamba, Chincheros, Apurímac 2023, como segundo objetivo específico es determinar la variación del corte directo del afirmado con la adición del polímero acrilamida y cemento,

Ocobamba, Chincheros, Apurímac 2023, como tercer objetivo específico es determinar la variación de la permeabilidad del afirmado con la adición del polímero acrilamida y cemento, Ocobamba, Chincheros, Apurímac 2023.

2 MATERIALES Y METODOS

Población:

Se evaluó la cantera de 625 m² que será utilizado para la estabilización con aditivo químico polímero acrilamida y cemento para la carretera Ocobamba - Rocchacc, Chincheros, Apurímac.

Muestra:

Se tiene una cantidad determinada para el trabajo la muestra fue la cantidad del material de afirmado que obtuvo de las cuatro esquinas de la cantera cada lado tiene una medida de 25 m², a este material extraído de la cantera se llegó a aplicar el agente estabilizante polímero acrilamida y un porcentaje de cemento en sus diferentes porcentajes, para la carretera del tramo Ocobamba - Rocchacc. Chincheros, Andahuaylas.

Muestreo:

Es así que de acuerdo con lo manifestado en este trabajo de investigación de llevo a cabo el muestreo probabilístico (aleatorio)

Procedimientos:

Segundo: La extracción y transporte del material de afirmado para su estabilización desde la cantera de estudio hasta el laboratorio donde se analiza el material sin adición de aditivo y con aditivo para la carretera Ocobamba - Rocchacc.

Sexto: Se realizó el ensayo de CBR con una cantidad de material de afirmado con la aplicación de adiciones del aditivo químico polímero acrilamida de 0.3 gr/litro de agua con la adición de cemento del (0.5 %, 1.0 %, 1.5 %).

Séptimo: Se realizó el ensayo de corte directo con una cantidad de material de afirmado con la aplicación de adiciones del aditivo químico polímero acrilamida de 0.3 gr/litro de agua con la adición de cemento del (0.5 %, 1.0 %, 1.5 %).

Octavo: Se realizó el ensayo de permeabilidad con una cantidad de material de afirmado con la aplicación de adiciones del aditivo químico polímero acrilamida de 0.3 gr/litro de agua con la adición de cemento del (0.5 %, 1.0 %, 1.5 %).



Fig. 1. Extracción del material de la cantera Chalhuany



Fig. 2. Realización del ensayo de CBR



Fig. 3. Realización del ensayo permeabilidad

cemento del (0.5 %, 1.0 %, 1.5 %) con la una finalidad de mejorar la resistencia del material de afirmado se obtiene los resultados en los siguientes ensayos a continuación:

TABLA 1

Resultados de CBR de muestra patrón y polímero Acrilamida y cemento

Espécimen	Polímero Acrilamida	Cemento	CBR	CBR
	(gr/10 lt de agua)	(% en peso cemento)	al 100% (MDS)	al 95% (MDS)
Esp. 0	0.00	0.0%	37%	46%
Esp. 1	3.00	0.5%	72%	96%
Esp. 2	3.00	1.0%	80%	98%
Esp. 3	3.00	1.5%	104%	117%

En la tabla 1 se manifiesta los resultados que han sido obtenidos en el laboratorio de mecánica de suelos, con material de afirmado para fines de pavimentación donde se muestra el espécimen patrón y los especímenes con adiciones químicas con las proporciones de polímero acrilamida 0.3gr/litro de agua y cemento con (0.5%, 1%, 1.5%) dado de la siguiente forma; el espécimen 0 (Esp. 0) como espécimen patrón con 0gr de polímero acrilamida y 0.0% de cemento, espécimen 1 (Esp. 1) con 3gr de polímero acrilamida /10lt de agua y 0.5% de cemento, espécimen 2 (Esp. 2) con 3gr de polímero acrilamida /10lt de agua y 1.0% de cemento, espécimen 3 (Esp. 3) con 3gr de polímero acrilamida /10lt de agua y 1.5% de cemento, donde con los resultados del ensayo de CBR al 100% MDS con penetración de carga de 0.1" (2.5 mm) fueron: (Esp. 0) con un 37%, (Esp. 1) con un 72%, (Esp. 2) con un 80%, (Esp. 3) con un 104%. donde también se tiene los resultados del ensayo de CBR al 100% MDS con penetración de carga de 0.2" (5.08 mm) fueron: (Esp. 0) con un 37%, (Esp. 1) con un 72%, (Esp. 2) con un 80%, (Esp. 3) con un 104%.

3 RESULTADOS Y DISCUSIONES

El aditivo empleado en este trabajo de investigación es el polímero acrilamida y cemento que se aplicó directamente en una fracción de material granular natural extraída de la cantera Chalhuany, se da una dosificación de polímero acrilamida una cantidad de 0.3 gr/litro de agua con la adición de

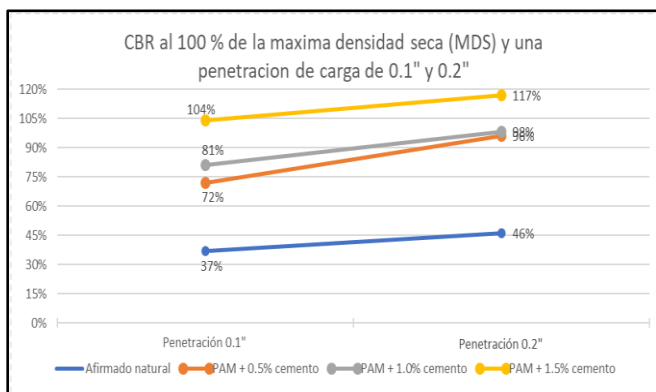


Fig. 5. Resultado de CBR al 100% con una penetración de carga de 0.1" y 0.2" en una (MDS)

Para este ensayo de corte directo se hizo imposible extraer un espécimen inalterado, por el cual se usó un material afirmado suelto para poder compactarlo y así moldearlo en un recipiente de forma cuadrangular, donde el espécimen patrón y los especímenes con adiciones en sus distintas proporciones de polímero acrilamida 0.3gr/litro de agua y cemento con (0.5%, 1%, 1.5%) dados de esta forma; el espécimen (Esp. 0) como espécimen patrón 0gr de polímero acrilamida y 0.0% de cemento, (Esp. 1) con 3gr de polímero acrilamida /10lt de agua y 0.5% de cemento, (Esp. 2) con 3gr de polímero acrilamida /10lt de agua y 1.0% de cemento, (Esp. 3) con 3gr de polímero acrilamida /10lt de agua y cemento de 1.5% cada uno de estos especímenes fueron sometidos a distintos esfuerzos para obtener 2 parámetros de resistencia que son la cohesión que tiene como símbolo (C) y ángulo de fricción que tiene como símbolo (ϕ), se menciona además que estos parámetros de resistencia singularmente se usan para determinar la capacidad admisible del suelo que se usa con fines de cimentación, dando como resultados lo que se expresa en la tabla 2, donde indica lo siguiente; el esp.0 tiene como $C = 0.056$ y $\phi = 28.20$, el esp.1 tiene como $C = 0.101$ y $\phi = 29.40$, el esp.2 tiene como $C = 0.050$ y $\phi = 30.50$, el esp.3 tiene como $C = 0.040$ y $\phi = 31.40$.

TABLA 2

Resultado del ensayo de corte directo con polímero acrilamida y cemento

Especímen	Polímero Acrilamida (gr/10 lt de agua)	Cemento (% en peso cemento)	Parámetros de resistencia	
			Cohesión (Kg/cm ²)	Angulo de fricción (°)
Esp. 0	0.00	0.0%	0.056	28.20
Esp. 1	3.00	0.5%	0.101	29.40
Esp. 2	3.00	1.0%	0.050	30.50
Esp. 3	3.00	1.5%	0.040	31.40

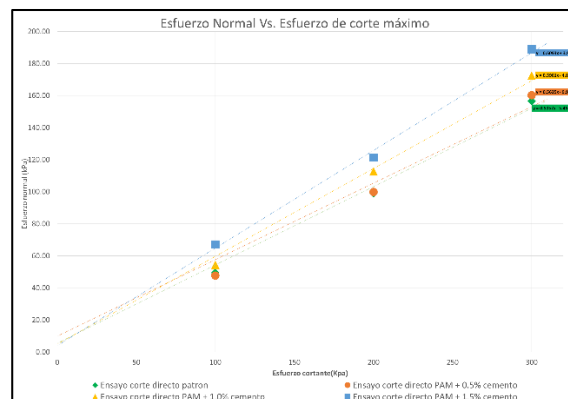


Fig. 6. Esfuerzo normal vs esfuerzo de corte máximo

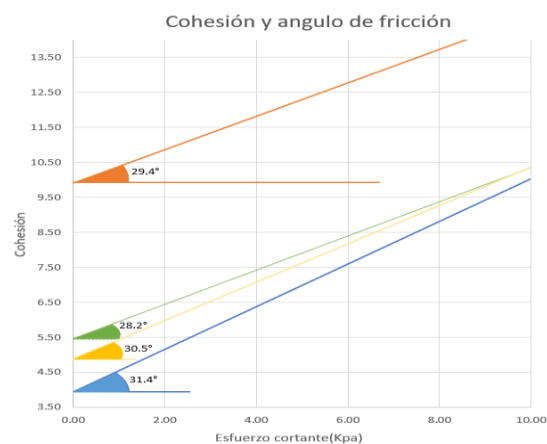


Fig. 7. Cohesión y ángulo de fricción

Para el ensayo de permeabilidad se usó un material de afirmado con la fracción fina la cual pasa el tamiz N°40 donde se moldeó de forma cilíndrica bajo criterio de la norma europea EN 772-11:2011, estos especímenes fueron moldeados de forma cilíndrica fueron realizados con las dosificaciones el espécimen (Esp. 0) como espécimen patrón 0gr de polímero acrilamida y 0.0% de cemento, (Esp. 1) con 3gr de polímero acrilamida /10lt de agua y 0.5% de cemento, (Esp. 2) con 3gr de polímero acrilamida /10lt de agua y 1.0% de cemento, (Esp. 3) con 3gr de polímero acrilamida /10lt de agua y cemento de 1.5%, este ensayo fue realizado con la única finalidad de medir la facilidad del agua con la que atraviesa el molde esto es llamado coeficiente de permeabilidad como se muestra en la tabla 3 para (esp. 0) se tuvo $6.28E-06$, $6.37E-06$, $6.37E-06$, para el (esp. 1) se tuvo $9.06E-06$, $8.27E-06$, $6.93E-06$, para el (esp. 2) se tuvo $1.39E-05$, $1.21E-05$, $1.15E-05$, para el (esp. 3) se tuvo $2.48E-05$, $2.94E-05$, $1.62E-05$.

TABLA 3

Resultado del ensayo de permeabilidad con polímero acrilamida y cemento

N	Polímero PAM	Cemento	suelo (gr)	C_{wi}	Ks mm/min	Promedio Ks
Esp. 0	0.00	0.00	1000	2653	6.28E-06	6.34E-06
	0.00	0.00	1000	2617	6.37E-06	
	0.00	0.00	1000	2617	6.37E-06	
Esp. 1	3.00	0.50	994.5	1839	9.06E-06	8.09E-06
	3.00	0.50	994.5	2016	8.27E-06	
	3.00	0.50	994.5	2405	6.93E-06	
Esp. 2	3.00	1.00	989.5	1203	1.39E-05	1.25E-05
	3.00	1.00	989.5	1379	1.21E-05	
	3.00	1.00	989.5	1450	1.15E-05	
Esp. 3	3.00	1.50	984.5	672	2.48E-05	2.35E-05
	3.00	1.50	984.5	566	2.94E-05	

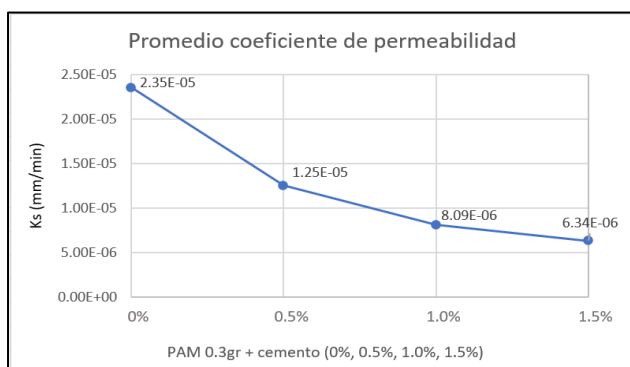


Fig. 8. Promedio coeficiente de permeabilidad

Los ensayos realizados con material de afirmado proveniente de la cantera Chaluany siguiendo las normas técnicas del MTC de la entidad máxima de carreteras del ministerio de transporte y comunicaciones, donde los resultados obtenidos mejoraron en gran escala la resistencia del material de afirmado que se realizó con el ensayo de CBR al 100% con la adición de 0.3 gr polímero acrilamida y 1.5 % de cemento dando como valor referencial 104% en comparación con muestra patrón que fue 37%, en la presente investigación se dio un CBR a un 100% (MDS) con un 0.1" de penetración, entonces de acuerdo a los resultados adquiridos se puede manifestar del fig. 1 que con la adición del aditivo polímero acrilamida se genera una recta de tendencia ascendentes. estos resultados obtenidos concuerdan con la tesis peruana donde se usó el polímero acrilamida y cemento donde se tuvo como objetivo comparar suelos granulares en sus características de resistencia y durabilidad entre dos aditivos que son Proes y Polycom y ambas con dosificaciones de cemento Portland Tipo I. donde se dio el ensayo de CBR a un 100% (MDS) con un 0.1" de

penetración con adiciones de 0.3 gr polímero/litros de agua y con 1.5 % de cemento dando como valor referencial 124% en comparación con muestra patrón que fue 63%, en la presente investigación se dio un CBR a un 100% (MDS) con un 0.1" de penetración con adiciones de 0.3 gr polímero/litros de agua y con 1.5 % de cemento dando como valor referencial 104% en comparación con la muestra patrón que fue 37%, esto tiene un valor aproximado de coherencia, ya que en ambas investigaciones el polímero mencionado muestra un resultado ascendente [19].

Los ensayos realizados con respecto al ensayo de corte de directo se hacen con fines de cimentación, en esta investigación se usó el aditivo polímero acrilamida en 0.3gr/litro de agua y 0.5% de cemento dando una mejora las características del suelo en la cohesión y en el ángulo de fricción de $C = 0.056$ y $\phi = 28.20$ con respecto al espécimen 1 patrón que muestra $C = 0.101$ y $\phi = 29.40$ como se muestra el grafico 2 con esto se demuestra que la mejora que hay entre el suelo granular de afirmado natural y suelo granular de afirmado estabilizado con aditivo. estos resultados obtenidos concuerdan con la tesis colombiana donde se hizo el uso de nuevas tecnologías como fluidos estabilizantes de suelos que son llamados polímeros, los suelos estabilizados con aditivos químicos buscan generar una disminución de ph y brinda una cohesión entre las partículas garantizando una construcción segura, se debe contar con la capacitación de expertos y del fabricante para usar el tipo de polímero en el suelo adecuado, uno de los parámetros a tener en cuenta son el medio ambiente, es así que los polímeros a comparación con las bentonitas son eco amigables siendo así reutilizables bajo un proceso adecuado y no requiere de un tratamiento complicado para ser desechados [20].

Los resultados obtenidos del ensayo del Coeficiente de Permeabilidad que se llevó acabo aplicando la norma europea EN 196-1:2018 de las muestras cilíndricas, realizados en el laboratorio de Geocon S.A.C - Andahuaylas, muestran que las muestras cilíndricas patrón tienen un Coeficiente de Permeabilidad promedio de 3 especímenes dando un valor de referencial 6.34E-06, mientras que los 3 especímenes con aditivo de polímero acrilamida 0.3gr/litro de agua y cemento 1.5% que se realizaron de forma cilíndricas son experimentales que muestran según la tabla 3 tienen un Coeficiente de Permeabilidad promedio de 2.35E-05, de manera que el Coeficiente es de forma ascendente con respecto a los del patrón, estos resultados obtenidos concuerdan con la tesis peruana que manifiesta que en el ensayo del Coeficiente de Permeabilidad de las muestras ha alcanzado un avance de 65.85%, calificando dentro del rango de $1.04 E^{-04}$ a $1.36 E^{-04}$

°, siendo favorable ya que estos compuestos forman una matriz que contribuye a la resistencia del suelo, que es transformado de su alta expansividad, de un estado natural indeseable a más granular, a un material relativamente impermeable, durable, resistente a los agrietamientos [21].

4 CONCLUSIONES

En el ensayo realizado de CBR al 100% con una penetración de carga 0.1" (2.5 mm) se llegó a la conclusión que en los valores obtenidos entre el espécimen 0 de 37% y los especímenes (1,2,3) dieron un valor de 72%, 80%, 104%, los valores estabilizados con el aditivo polímero acrilamida y cemento que son estos últimos especímenes mencionados han llegado a mejorar indispensablemente y a su vez han superado el valor mínimo establecido por la norma, la dosificación optima obtenido es de 0.3gr polímero acrilamida /litro de agua y 1.5% de cemento tipo portland que dio un valor de CBR al 100% con una penetración de carga 0.1" (2.5 mm) 104% que con respecto al espécimen patrón que se obtuvo un valor de 37% donde se aprecia una mejora de un 141%.

En el ensayo de corte directo se llegó a la conclusión que en los valores obtenidos de la cohesión y el ángulo de fricción entre y el espécimen (0), $C = 0.056$ y $\phi = 28.20$ y los especímenes que son estabilizados con polímero acrilamida y cemento tipo portland que son: espécimen (1) ($C = 0.101$ y $\phi = 29.40$), espécimen (2) ($C = 0.050$ y $\phi = 30.50$), espécimen (3) ($C = 0.040$ y $\phi = 31.40$), la característica de la cohesión muestra ascendencia con el espécimen (1) y en las demás especímenes (2,3) se nota una descendencia esto se explica el extraño comportamiento del suelo, por otra parte en la característica del ángulo de fricción el suelo granular muestra un resultado ascendentes, se puede manifestar que la dosificación optima se da con el espécimen (1) mostrando 0.3gr de polímero acrilamida y 0.5% de cemento tipo portland que dieron un valor de ($C = 0.101$ y $\phi = 29.40$) la cohesión y el ángulo de fricción mejoraron simultáneamente.

Se llegó a realizar el ensayo de permeabilidad llegando a la conclusión que el espécimen (0) sin aditivo alguno muestra un valor promedio que fue $6.34E-06$ y los especímenes que son estabilizados con polímero acrilamida y cemento tipo portland que son el espécimen (1) un valor promedio de $8.09E-06$, el espécimen (2) un valor promedio de $1.25E-05$, espécimen (3) un valor promedio de $2.35E-05$, estos especímenes (1,2,3) estabilizados con aditivos demuestran que se hacen más impermeables en comparación del espécimen (0) que es de tipo patrón.

5 REFERENCIAS

- [1] S. Villanueva, «Propuesta de estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida aniónica, organosilano y un sulfonato. caso: Poncos - Kochayoc, departamento de Ancash», Universidad Ricardo Palma, Lima Peru, 2017. <https://doi.org/10.23850/22565035.2530>
- [2] E. Pacuy, «Estabilización de subrasante con adición de ceniza de hojas de maíz (Zea Mays), Yungay, Ancash», Universidad Cesar Vallejo, Huaraz Peru, 2022. https://doi.org/10.1002/14356007.b07_613.pub3
- [3] J. Rivera, A. Aguirre, R. Mejia, A. Orobio, Estabilización química de suelos - materiales convencionales y activados alcalinamnete. Informador tecnico, 84(2), 202-226, 2020 <https://doi.org/10.23850/22565035.2530>
- [4] S. Nortcliff, H. Hulpke, C. Bannick, K. Terytze, G. Knnop, M. Bredemeier & H. Schuller, Definition, Function and Utilization of Soil. Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 1(33), 399-419, 2012 https://doi.org/10.1002/14356007.b07_613.pub3
- [5] J. Jijo, Strength benefit of sawdust/wood ash amendment in cement stabilization of an expansive soil, Revista Facultad de Ingeniería, 28(50), 44-61, 2019. <https://doi.org/10.19053/01211129.v28.n50.2019.8790>
- [6] O. Palacio, Á Chávez, Y. Velásquez, evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenido de agregados naturales y reciclados, Tecnura, 21(53), 96-106, 2017. <https://doi.org/10.14483/22487638.8195>
- [7] M. Payán, estabilización de sahcab con cemento Pórtland Tipo I para la construcción de pisos en viviendas rurales, Ingeniería, 6(2), 33-45, 2002.
- [8] M. Zvonarić, I. Barišić, M. Galić & K. Minažek, Influence of Laboratory Compaction Method on Compaction and Strength Characteristics of Unbound and Cement-Bound Mixtures. Applied Sciences, 11(11), 1-12, 2021. <https://doi.org/10.3390/app11114750>
- [9] R. Grosh, Effect of soil moisture in the analysis of undrained shear strength of compacted clayey soil, Journal of Civil Engineering and Construction Technology, 4(1), 23-31, 2013.
- [10] R. Linarez, M. Aguilar, E. Rojas, estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante con adición de bolsas de polietileno fundido, Revista de investigación científica UNTRM, 3(2), 33-40. 2020). <https://doi.org/10.25127/ucni.v3i2.612>
- [11] Y. Valencia, J. Patiño, M. Álvarez & Ó. Echeverri, cambio en las propiedades geotécnicas de un suelo sometido a ignición en laboratorio, Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 17(32), 85-107, 2018. <https://doi.org/10.22395/rium.v17n32a5>
- [12] E. Llano, D. Rios & G. Restrepo, evaluación de tecnologías para la estabilización de suelos viales empleando intemperismo acelerado una estrategia de análisis de impactos sobre la biodiversidad, Tecno Logicas, 23(49), 185-199, 2020. <https://doi.org/10.22430/22565337.1624>
- [13] J. Alarcon, M. Jimenez & R. Benitez, Stabilization Of Soils Through The Use Of Oily Sludge.Revista ingenieria de construccion RIC, 35(1), 5-20, 2020.
- [14] C. Higuera, J. Gómez, Ó. Pardo, caracterización de un suelo arcilloso tratado con hidróxido de calcio. Facultad de ingeniería, 21(32), 21-40. 2012.
- [15] M. Sosa, Y. Villagrán, J. Peralta & C. Zega, Efficiency Of Cement-Admixture Systems In Mortars With Binary And Ternary Portland Cements. DYNA, 85(204), 134-142, 2018. <https://doi.org/10.15446/dyna.v85n204.66468>
- [16] H. Sharafi & M. Shekarbeigi, Experimental Evaluation Of The Behavior Of Sandy Soil-Cement Mixture. Revista INGENIERIA UC, 26(3), 258-272, 2018.
- [17] E. Marquez, A. Meza, diseño de dispositivo para ensayos de corte directo en concreto. Conciencia tecnologica, 1(59), 1-18, 2020.

- [18] C. Camacho, N. Zabala, Y. Flores, estimación del coeficiente de permeabilidad del suelo en la ciudad de Macas -. Dominio de las ciencias, 6(3), 78-94, 2020.
- [19] D. Guerra, D. Quispe, Estudio comparativo entre los aditivos proes y polycom en ensayos de resistencia y durabilidad para afirmados estabilizados, Ayacucho, Universidad Cesar Vallejo, Lima Perú, 2021.
- [20] S. Mora, J. Tiusara, Comportamiento de los polímeros como agente estabilizante en los suelos para la construcción de cimentaciones, Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia, 2020.
- [21] M. Tolentino, Permeabilidad del suelo con adición del 10% de ceniza de concha de abanico, carretera Cambio Puente - Cascajal, Universidad San Pedro, Chimbote Perú, 2018.