

Evaluación de la aplicación de agua de mar para mejorar el CBR de la subrasante afirmada

Sleyther A De La Cruz Vega
<https://orcid.org/0000-0003-0254-301X>
sdelacruz@unab.edu.pe
Universidad Nacional de Barranca
Barranca, Perú

Pablo A Pezo Morales
<https://orcid.org/0000-0002-7173-7881>
ppezo@unab.edu.pe
Universidad Nacional de Barranca
Barranca, Perú

Esther N Noel Cornelio
<https://orcid.org/0000-0002-9024-920X>
noelesther.24@gmail.com
Universidad Nacional de Barranca
Barranca, Perú

Cristian M Mendoza Flores
<https://orcid.org/0000-0002-2298-6224>
cmendozaf@unjfsc.edu.pe
Universidad Nacional José Faustino Sánchez
Carrión

Recibido (13/12/21) Aceptado (10/01/22)

Resumen: Los principales asentamientos humanos en el Perú, carecen de vías pavimentadas o trochas carrozables afirmadas para el desplazamiento de los vehículos de manera continua o segura. En este trabajo se expone la evaluación de la aplicación del agua de mar en la subrasante afirmada. Se han realizado ensayos de laboratorio, logrando ver que si ayuda de manera significativa a mejorar el California Bearing Ratio (CBR) el indicar más importante de la resistencia de las vías. Los resultados utilizando con agua potable son de 64,30%, 78,30% y 95,20% de CBR y con agua de mar valores de CBR mucho más altos de 99,20%, 90,90% y 109,10%, por lo que se obtuvo una mejoría de 34,90% y con ello se concluye que la adición de agua de mar aumenta significativamente el California Bearing Ratio (CBR) de la subrasante afirmada.

Palabras Clave: Agua de mar, subrasante afirmada, CBR, infraestructura vial.

Evaluation of the application of seawater to improve the CBR of the affirmed subgrade

Abstract: The main human settlements in Peru lack paved roads or affirmed carriage trails for the continuous or safe movement of vehicles. In this work the evaluation of the application of seawater in the affirmed subgrade is exposed. Laboratory tests have been carried out, managing to see that the most important indicator of the resistance of the tracks helps in a significant way to improve the California Bearing Ratio (CBR). The results using with drinking water are 64.30%, 78.30% and 95.20% of CBR and with sea water much higher CBR values of 99.20%, 90.90% and 109.10% , for which an improvement of 34.90% was obtained and with this it is concluded that the addition of seawater significantly increases the California Bearing Ratio (CBR) of the affirmed subgrade.

Keywords: Seawater, affirmed subgrade, CBR, road infrastructure.



I.INTRODUCCIÓN

El mar se considera con un recurso muy valioso, debido a que puede proporcionar múltiples productos para el ser humano, es por eso que su estudio de las propiedades y componentes es constante en el tiempo. El estudio del agua es amplio, sobre todo en sus características químicas. [1],[2]

El agua de mar tiene múltiples elementos minerales. La salinidad total del agua de mar, está reflejada en la presencia de cationes potasio, calcio, sodio y magnesio y de los aniones sulfato, cloruros y bicarbonato carbonato. [3], [4]

El hombre ha resultado ser aquel elemento fundamental, el cual ha tratado de distintas formas la mejora de calidad de vida, buscando así posibles soluciones para poder transportarse, por donde hacerlo, dando así origen a la construcción de vías de acceso, y con la mejora de la tecnología ha ido perfeccionando sus creaciones. El hombre ha querido crear tecnología que ayude y no dañe. No obstante, alrededor del mundo se visualiza la gran deficiencia que existe en cuanto al cuidado de los caminos de acceso, incluyendo vías asfaltadas y no asfaltadas.

El suelo es aquel elemento de carácter significativo debido a que este material se encarga de recibir cargas de todo aquello que se disponga sobre él. [5]

El Perú es uno de los países donde se visualiza las vías en mal estado, teniendo vías de acceso no aptas para su uso, como son las trochas carrozables que sirven de conexión entre distintos puntos de pueblos y asentamientos, no pudiéndose realizar la transitabilidad de vehículos con facilidad. El enfoque en la zona costera de la región lima, debido a la sobrepoblación, tiene expansiones en nuevos territorios, creando los centros poblados, asentamientos humanos, etc., y generando así nuevas vías de acceso en estados de trochas carrozable. En base a lo antes mencionado es que se ve la problemática en el asentamiento humano Túpac Amaru, Huaura, Lima; en donde sus vías de acceso se encuentran a nivel de subrasante no afirmada, dentro de sus características técnicas se tiene un ancho de vía de 6.0 metros y 1 150 metros de longitud aproximadamente; teniendo en consideración la falta de mantenimiento rutinario de estas vías y observándose se contempla el mal estado de estas.

Las capas conformadas por materia granular o procesado como afirmado, estas capas se encargan de resistir todas las cargas realizadas por los elementos de tránsito. [6]

En la ingeniería para la ejecución de proyectos de infraestructura vial el estudio de las propiedades físico – mecánicas del suelo es de vital importancia ya que

esto contribuye a evitar problemas en las vías de acceso, tales como erosiones de polvo, ahuellamientos, hundimientos, entre otros. [7]

La búsqueda de soluciones con aditivos que ayuden a poder lograr estabilización del suelo de subrasante afirmada, puede lograr la mejora de las propiedades, llegando a contribuir a la mejora del CBR, teniendo en consideración que el asentamiento humano se encuentra en una zona cercana de donde se extraería el aditivo para su uso, como es el mar donde encontramos el agua de mar, teniendo muchos beneficios situacionales.

El aumento de la resistencia y durabilidad del suelo es necesario para el mejoramiento del mismo dentro del cual otros de sus objetivos también es el de aumentar la insensibilidad del agua y aspectos que están relacionados a este. [8]

Esta investigación busca brindar un aporte de conocimiento al campo de la ingeniería civil; generando intercambios de conocimientos y debates acerca de la aplicación del agua de mar, incluyendo las propiedades físico – mecánicas dentro de la subrasante; siendo de carácter con suma importancia por su uso en las trochas carrozables.

En base a la diversificación de teorías, se busca la aplicación y efectividad del agua de mar en la subrasante afirmada, que pertenece al acceso del asentamiento humano mencionado.

En el Perú, el uso de aditivos como son los cloruros son muy utilizados y sobre todo en las obras viales; según [9] el uso del cloruro de sodio para poder estabilizar la subrasante de la carretera Porongo – Aeropuerto, se realizaron 12 calicatas, dentro de lo cual también se hicieron ensayos de laboratorio y la dosificación del cloruro de sodio en medida de porcentaje, donde se pudo medir las propiedades mecánicas de la subrasante de la vía. Este estudio pudo determinar el grado de influencia que presentó la vía no asfaltada frente al uso del cloruro de sodio. Aumentando así la resistencia de la vía no asfaltada, con el uso de una dosificación 3% de cloruro de sodio, aumentando el CBR en 0.385%, obteniendo resultados positivos.

Según [10] indica que la adición del cloruro de calcio con la función de estabilizador aumentó su resistencia en 64,52%, debido a sus propiedades de tamaño del grano, sales solubles totales y su humedad.

En suelos con altos contenidos de arcilla, en ambientes áridos o semiáridos, se encuentran una infinidad de problemas debido a la inestabilidad de su volumen por aumento o reducción de agua. [11]

El CBR es aquel ensayo que es simple, y utilizado para poder obtener el índice de resistencia del suelo de las capas de las vías. [12]

Los ingenieros buscan soluciones frente a los problemas para mejorar las propiedades físico – mecánicas de toda vía de acceso, de acuerdo con [13], la investigación se realizó para una red vial departamental, con óxido de calcio con porcentajes de 1%, 3%, 5%, y 7% (considerado como estabilizador químico) teniendo su uso para realizar mejoras a las propiedades de la subrasante, con la conclusión de que el uso de este estabilizador químico brinda beneficios positivos en las propiedades físico – mecánicas de la subrasante, debido a que ayuda a la reducción del índice de plasticidad y genera un aumento de las propiedades de resistencia del suelo ya estabilizado.

Las investigaciones del uso de materiales puzolánicos activados alcalinamente para estabilizar de suelos, vienen aumentando considerablemente, (...), reduciendo el uso de recursos naturales y reduciendo el uso de energía eléctrica. [14]

El asentamiento humano Túpac Amaru está conformada por medio de vías de acceso que no se encuentran pavimentadas, pudiéndose visualizar así el mal estado en el que se encuentra la subrasante, debido a esto, es que se vienen dando los costos excesivos para la operatividad de los vehículos que transitan, cuando estos vehículos se encuentran en funcionamiento en las vías generan sólidos suspendidos en el aire, generando a la vez daños a la población o todo aquel que se apersona a la zona, incluyendo los vehículos.

Mencionado lo anterior es que es necesaria la aplicación de una solución a la subrasante afirmada, la cual sirva para poder mejorar las vías de acceso al asentamiento humano; dentro de una búsqueda de posibles soluciones para el problema encontrado, teniendo en cuenta usar recursos naturales como estabilizadores, que sean accesibles a la población, tenemos el agua de mar, es por ello que es importante recordar y tener en conocimiento el gran beneficio y uso del cloruro de magnesio en las trochas carrozables, brindando resultados de excelencia con el pasar de los años, también mencionar que existen investigaciones de aditivos que dentro de sus propiedades son abundantes en sales y son aceptables en base a sus resultados.

Es de vital importancia mencionar que a pesar de los beneficios se debe recordar que la aplicación excesiva del agua de mar y sobre todo en aquellas zonas en donde el calor es constante, es de carácter perjudicial para toda vegetación cercana a estas vías, debido a esto es que se prevé tomar las precauciones necesarias para evaluar el porcentaje de aplicación del insumo. En el ámbito ambiental el uso del agua de mar a comparación de otros emulsificantes, no genera perjuicios al medio ambiente, debido a que el agua de mar es aquel

compuesto que se encuentra en la naturaleza y con la aplicación de abundante concentración de sales es que se pretende la realización de experimentos donde se espera obtener resultados que sean beneficiosos, siendo a la vez un recurso que es factible para su aplicación en vías no asfaltadas.

Según [15], el Cloruro de Magnesio es aquella sal que tiene una variedad de propiedades que aportan como aquel estabilizador químico para las capas de una vía.

Se espera que las soluciones con aditivos que ayuden a poder lograr estabilización del suelo de subrasante afirmada, logrando así la mejora de las propiedades de este, llegando a contribuir a la mejora del CBR, teniendo en consideración que el asentamiento humano se encuentra en una zona cercana al mar.

En base a la diversificación de teorías, se busca el objetivo de la aplicación y cuán efectiva resulta ser el agua de mar en la subrasante afirmada, que pertenece al acceso del asentamiento humano mencionado.

II.I.DESARROLLO

La realización del estudio topográfico se realizó con el fin de obtener el relieve para la presente investigación. Se empezó con el reconocimiento general de cada ruta para el respectivo levantamiento y pudiendo ubicar puntos convenientes para el estacionamiento; el levantamiento tuvo como punto de origen al parque de la zona; posteriormente se realizó la colocación de puntos de apoyo los cuales son identificados como E-1, E-2 y E-3; se realizó la nivelación de los BMs para el inicio del levantamiento topográfico; posteriormente se realizó el levantamiento topográfico respectivo tomando cuatro puntos seguidos cada cinco y/o seis metros de intervalo, tomándose puntos de la vía, eje de la vía y postes y lotes. Finalmente se culminó el levantamiento topográfico a veinte metros referentes al eje de la Panamericana Norte. Dicha información levantada fue llevada a gabinete donde mediante el software Civil 3D 2018 y Microsoft Excel se realizó el procesamiento topográfico.

El estudio de tráfico se realizó en tres etapas: La primera se dio mediante un reconocimiento de los puntos que son claves para poder ubicar todos los puntos de control, la segunda etapa fue la medición y georreferenciación de la vía, es así que se situó un punto de control la caseta de vigilancia; y la tercera etapa fue el relevamiento de campo y su información, como es el registro de automóviles que circulan en los tramos de trocha, realizado con el modelo de conteo del ministerio de transporte. Después de terminadas las etapas mencionadas se realizó el procesamiento en el programa Microsoft Excel y se estableció el índice medio diario (IMD).

En función de una muestra del PM10 (material particulado), y conforme el ECA (estándares de calidad ambiental para el Aire) y por mediación de fórmulas calculamos que tanto por ciento del área contaminada existe mediante el programa Image J y los límites tolerables, se presenta como se determinó su incidencia, antes de la ejecución de la obra dando como resultado para la muestra 1 (de un total de 20 Muestras).

El proyecto considera al agua de mar como principal agente de la investigación, por lo que se tomaron muestras de este agente y se hizo el respectivo análisis de los componentes físicos químicos. La empresa encargada del análisis fue BALTIC CONTROL SAC. Para ello se realizó la captación del agente con un recipiente (jarra), adicionándose gotas de preservantes en los recipientes, una vez realizada la muestra se procede a guardar los recipientes en el cooler para su respectivo análisis. Y se finalizara con el llenado del acta.

Para el procedimiento se realizaron 2 calicatas a una profundidad de 1.50 m y unas dimensiones de largo 1.00 m, ancho 1.00 m. Antes de la ejecución del proyecto se ejecutó las siguientes pruebas: Ensayo granulométrico por tamizado ASTM D-422 (Cantera Acaray), Contenido de Humedad, Límites de Consistencia, Proctor y CBR. Posterior a la ejecución del proyecto de investigación: Ensayo de densidad y peso unitario – método del cono de arena MTC E-117, Ensayo de relación de capacidad de soporte – CBR; MTC E – 132, Ensayo de penetración dinámico de cono – PDC.

II.II.DESARROLLO

La realización del estudio topográfico se realizó con el fin de obtener el relieve para la presente investigación. Se empezó con el reconocimiento general de cada ruta para el respectivo levantamiento y pudiendo ubicar puntos convenientes para el estacionamiento; el levantamiento tuvo como punto de origen al parque de la zona; posteriormente se realizó la colocación de puntos de apoyo los cuales son identificados como E-1, E-2 y E-3; se realizó la nivelación del BMs para el inicio del levantamiento topográfico; posteriormente se realizó el levantamiento topográfico respectivo tomando cuatro puntos seguidos cada cinco y/o seis metros de intervalo, tomándose puntos de la vía, eje de la vía y postes y lotes. Finalmente se culminó el levantamiento topográfico a veinte metros referentes al eje de la Panamericana Norte. Dicha información levantada fue llevada a gabinete donde mediante el software Civil 3D 2018 y Microsoft Excel se realizó el procesamiento topográfico.

El estudio de tráfico se realizó en tres etapas: La primera se dio mediante un reconocimiento de los puntos que son claves para poder ubicar todos los puntos

de control, la segunda etapa fue la medición y georreferenciación de la vía, es así que se situó un punto de control la caseta de vigilancia; y la tercera etapa fue el relevamiento de campo y su información, como es el registro de automóviles que circulan en los tramos de trocha, realizado con el modelo de conteo del Ministerio de Transporte. Después de terminadas las etapas mencionadas se realizó el procesamiento en el programa Microsoft Excel y se estableció el índice medio diario (IMD).

En función de una muestra del PM10 (material particulado), y conforme el ECA (estándares de calidad ambiental para el Aire) y por mediación de fórmulas calculamos que tanto por ciento del área contaminada existe mediante el programa Image J y los límites tolerables, se presenta como se determinó su incidencia, antes de la ejecución de la obra dando como resultado para la muestra 1 (de un total de 20 Muestras).

El proyecto considera al agua de mar como principal agente de la investigación, por lo que se tomaron muestras de este agente y se hizo el respectivo análisis de los componentes físicos químicos. La empresa encargada del análisis fue BALTIC CONTROL SAC. Para ello se realizó la captación del agente con un recipiente (jarra), adicionándose gotas de preservantes en los recipientes, una vez realizada la muestra se procede a guardar los recipientes en el cooler para su respectivo análisis. Y se finalizara con el llenado del acta.

Para el procedimiento se realizaron 2 calicatas a una profundidad de 1.50 m y unas dimensiones de largo 1.00 m, ancho 1.00 m. Antes de la ejecución del proyecto se ejecutó las siguientes pruebas: Ensayo granulométrico por tamizado ASTM D-422 (Cantera Acaray), Contenido de Humedad, Límites de Consistencia, Proctor y CBR. Posterior a la ejecución del proyecto de investigación: Ensayo de densidad y peso unitario – método del cono de arena MTC E-117, Ensayo de relación de capacidad de soporte – CBR; MTC E – 132, Ensayo de penetración dinámico de cono – PDC.

III.METODOLOGÍA

La metodología de investigación fue de tipo descriptiva, aplicada y temporal; la evaluación de la trocha se realizó mediante la rama de la estadística como es el muestreo estadístico, la investigación se centró en el análisis de cuatro tramos de las vías del asentamiento humano. Para la obtención de los datos pilares de la investigación se realizó: estudios en laboratorios, estudios ingenieriles para las propiedades del suelo, para evaluar el tráfico producido diario por los vehículos que transcurren las vías, encuestas, estudios del agua de mar y estudios de la forma del terreno; en base a los estudios

ya mencionados es que se evaluó la contribución del CBR de la subrasante afirmada. agua de mar respecto a las propiedades mecánicas del

IV.RESULTADOS

Tabla 1. Análisis para cálculo de estudio de PM10.

Numero de muestra		M-1			
Coordenadas		215 070.844			
		8 781 589.398			
Hora de evaluación	% de áreas (cm2)	% de área promedio	Factor de conversión	Valor de PM10 equivalente (ug/m3)	
09:30	Cuadrante 1	1.651	2.77	0.00149	1 861.07
	Cuadrante 2	4.938			
	Cuadrante 3	2.945			
	Cuadrante 4	1.558			
11:30	Cuadrante 1	38.406	37.56	0.00149	25 210.23
	Cuadrante 2	36.161			
	Cuadrante 3	42.351			
	Cuadrante 4	33.335			
13:30	Cuadrante 1	24.14	39.14	0.00149	26 268.46
	Cuadrante 2	34.77			
	Cuadrante 3	49.77			
	Cuadrante 4	47.88			
15:30	Cuadrante 1	36.149	42.95	0.00149	28 827.18
	Cuadrante 2	38.126			
	Cuadrante 3	46.318			
	Cuadrante 4	51.217			

En cuanto se refiere al Estudio topográfico, no supera la pendiente máxima.

Para el estudio de tráfico se obtuvo 920 veh/día y para el tránsito proyectado para 10 años será 1 620 veh/

día.

Para las encuestas se realizaron a un total de 50 personas 62% féminas y 38% varones, teniendo una mayor frecuencia de entre las edades de 19-30 representado un

28%, asimismo el 42 % tienen una ocupación de ama de casa.

En la Tabla 2 se presenta el procesado de la muestra

por la compañía BALTIC CONTROL S.A., donde se contemplan los siguientes indicadores analizados:

Tabla 2. Análisis Físico – Químico del Agua de Mar

ANALISIS FISICO – QUIMICO DEL AGUA DE MAR	
Análisis	Resultado
Cloruro de magnesio	1560 mg/L
Cloruro de calcio	535 mg/L
Sulfato de sodio	1510 mg/L
Bicarbonato de sodio	234 mg/L
Sólidos totales suspendidos (LC: 5,0 mg/L)	38,64 mg/L
Turbiedad (LC: 0,01 UNT)	0,5 UNT
Dureza total	180.6 CaCO ₃ /L
Amoniaco	0.08 mg/L
Cianuro total (LC: 0,013 mg/L)	<0,013 mg/L
Cloro libre	<0,200 mg/L
Clorito	<0,05 mg/L
Clorato	<0,06 mg/L
Flúor	3,46 mg/L
Nitratos	<0,01 mg/L
Nitritos	<0,01 mg/L
Oxígeno disuelto	4.6mg/L
Conductividad eléctrica	22 100,0 Umbo/cm
Nitrógeno amoniacal (LC: 0.06 mg/L)	<0,06 mg/L
Cloruro de sodio	116000 mg/L
Cloruro de potasio	688mg/L
Cloruros	1763800 mg/L
Salinidad (g/L)	38,1 %
pH	7,54 Unid de pH
Sólidos totales suspendidos (LC: 510.0 mg/L)	2288000 mg/L
Sulfatos	2450,00 mg/L
Sulfuro (LC: 0.06 mg/L)	<0,06 mg/L

Para los ensayos de Proctor modificado ASTM D – 1557 realizado al afirmado, se obtuvo una comparativa entre el objeto de estudio, agua de mar (160.87 litros de

agua de mar por m³ de afirmado) y agua según el manual de laboratorio de ensayos para la densidad máxima y la humedad óptima.

Tabla 3. Comparación de la compactación del afirmado normal y con agua de mar.

	DENSIDAD MAXINA (Grs/cm3)	HUMEDAD OPTIMA (%)
SUBRASANTE SIN AGUA DE MAR	2.139	7.00
SUBRASANTE CON AGUA DE MAR	2.145	7.50

Tabla 4. Comparación de la CBR del afirmado normal y con agua de mar.

	CBR (%)		
	M1	M2	M3
SUBRASANTE SIN AGUA DE MAR	95.20	78.30	64.30
SUBRASANTE CON AGUA DE MAR	109.10	90.90	99.20

V.CONCLUSIONES

La adición del agente (agua de mar) aumenta significativamente el California Bearing Ratio (CBR) de la subrasante afirmada, de la vía que conduce al asentamiento humano Túpac Amaru Végueta, Huaura, Lima; debido a que el resultado es positivo; Ahora bien con agua según el sumario de pruebas de laboratorio, las muestras del CBR alcanzan los porcentajes de 64,30%, 78,30% y 95,20% y con agua de mar valores de CBR mucho más altos son de 99,20%, 90,90% y 109,10%, por lo que se obtuvo una mejoría máxima de 34,90%.

El estudio del Penetrómetro Dinámico de Cono se alcanzó un mejor CBR en sitio de hasta 86,67%, por lo cual podemos concluir que la adición del agente mejora considerablemente a la preservación de la subrasante afirmada.

Asimismo, también se examinó y se determinó que el agente llega a reducir en un 97% los granos suspendidos del suelo en la atmosfera, que provocan los automóviles al circular por la vía en estudio.

REFERENCIAS

- [1]D. Flórez, y B. Bernabé, “El agua de mar en la alimentación y la terapéutica,” Sociedad Española de hidrología médica, vol. 30, no. 1, pp. 37-55, 2014.
- [2]J. Domenech, “Control de la calidad del agua”, Offarm, vol. 21, no. 10, pp. 138-146, 2002.

[3]M. Bernardo et al., “Valoración terapéutica del agua de mar en modelos experimentales como terapia complementaria en anemia”, Medica UIS, vol 27, no. 3, pp. 9-18, 2014

[4]A. Fernández, “El agua: un recurso esencial”, Química Viva, vol 11, no. 3, pp. 147-170, 2012.

[5]J. Miranda y D. Negrete, “Estabilización de suelos cohesivos con el uso de cloruro de calcio”, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, 2011.

[6]D. Pumaricra, “Cloruro de magnesio como aditivo en el tratamiento de las propiedades físico mecánicas de la superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas”, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. (2019).

[7]Ministerio de Transportes y Comunicaciones, “Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimento – Sección Suelos y Pavimentos”, Lima, 2014

[8]C. Gutiérrez, “Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (bischofita) frente al cloruro de calcio”, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú, 2010.

[9]C. Caruajulca, “Influencia del aditivo cloruro de sodio como estabilizante de la subrasante de la carretera tramo cruce el porongo – aeropuerto – Cajamarca”, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú, 2018.

[10]C. Chavarry, R. Figueroa y R. Reynaga, “Estabilización química de capas granulares con cloruro de cal-

cio para vías no pavimentadas”, Polo del conocimiento, vol. 5, no. 6, pp. 40-69, 2020.

[11]P. Garnica y A. Pérez, “Estabilización de suelos con cloruro de sodio para su uso en las vías terrestres”, Publicación técnica, México, 2002.

[12]H. Llerena, “Mejoramiento de una base superficial con cloruro de magnesio hexahidratado”, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú, 2015.

[13]S. Cuadros, “Mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante

la estabilización química con óxido de calcio – 2016”, Universidad Peruana los Andes, Huancayo, Perú, 2017.

[14]J. Rivera, y R. Mejía, “Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente”, Informador Técnico, vol. 84, no. 2, pp. 202-226, 2020.

[15]G. Thenoux, y S. Vera, “Evaluación de la efectividad del cloruro de magnesio hexahidratado (bischofita) como estabilizador químico de capas de rodadura granuladas”, in Consejos Superior de Investigaciones Científicas, p. 1. , 2002.

RESUMEN CURRICULAR



Sleyther Arturo De La Cruz Vega, Ingeniero civil con maestría en ecología y gestión ambiental. Es docente de la universidad nacional de barranca, asesor de tesis y proyectos de investigación.



Pablo A. Pezo Morales, Ingeniero civil con maestría en gerencia de proyectos de ingeniería. Es docente de la universidad nacional de barranca, actualmente realiza proyectos del ámbito de ingeniería en el Perú.



Esther N. Noel Cornelio, Bachiller en Ingeniería civil de la Universidad Nacional de Barranca, Perú. Asistente técnico en el área de Obras Públicas de la Municipalidad Provincial de Barranca y Asistente técnica en el laboratorio Ingelci Peru SAC.



Cristian M. Mendoza Flores, Licenciado en Física de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo desde el año 2006 en la ciudad de Lambayeque, Perú, también cuenta con el grado de maestro en ecología y gestión ambiental de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión desde el año 2018. En la actualidad es docente de la Universidad José Faustino Sánchez Carrión y desempeña el cargo de director (e) en el departamento académico de física.