


# Abstracts Book



## International Seminar on Physical Infrastructure

**San José de  
Cúcuta,  
Colombia**

**October  
13-15, 2021**



# First International Seminar on Physical Infrastructure

*October 13-15, 2021  
San José de Cúcuta, Colombia*

**Yee Wan Yung Vargas**  
Director 1st ISPI

**Ely Dannier V. Niño**  
Editor and Layout Coordinator

**Luz Adriana Vera Rivera**  
Cover Design

**Luz Adriana Vera Rivera**  
Web Design

**Fredy Humberto Vera Rivera**  
Web Programming

## **Information Postal Address of the Program**

Yee Wan Yung Vargas  
Universidad Francisco de Paula Santander  
San José de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia  
E-mail: [gruposivial@ufps.edu.co](mailto:gruposivial@ufps.edu.co)

Copyright © UFPS – UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER. Abstracts Book of the 1st First International Seminar on Physical Infrastructure (1st ISPI); **ISSN 2805-8593**. Esta es una publicación de la UFPS; la responsabilidad de la información publicada compete a los ponentes mismos.

# First International Seminar on Physical Infrastructure

*October 13-15, 2021  
San José de Cúcuta, Colombia*


## Organizing Committee

Yee Wan Yung Vargas (Chairman)

Adriana Rodríguez Lizcano (Co-Chairman)  
Jhan Piero Rojas Suárez

## National Scientific Committee

- Claudia Helena Muñoz Hoyos  
Universidad de Antioquia, Medellín
- Margarita Rosa Gómez Betancur  
Universidad Nacional de Colombia, Medellín
- Vanessa Senior Arrieta  
Universidad Cooperativa de Colombia, Medellín
- Hugo Alexander Rondón Quintana  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá
- Carlos Alberto Peña Soto  
Universidad Francisco de Paula Santander, San José de Cúcuta
- Adriana Rodríguez Lizcano  
Universidad Francisco de Paula Santander, San José de Cúcuta
- Fernando Jaimes Tarazona  
Universidad Francisco de Paula Santander, San José de Cúcuta
- Andrea Jovanna Cacique Arias  
Universidad Francisco de Paula Santander, San José de Cúcuta
- Jorge Arias  
Universidad Francisco de Paula Santander, San José de Cúcuta
- Diana Patricia López Gómez  
Universidad Francisco de Paula Santander, San José de Cúcuta
- Jorge Iván Arias Flórez  
Universidad Francisco de Paula Santander, San José de Cúcuta
- Yee Wan Yung Vargas  
Universidad Francisco de Paula Santander, San José de Cúcuta
- Ely Dannier V. Niño  
Foundation of Researchers in Science and Technology of Materials, Bucaramanga



# First International Seminar on Physical Infrastructure

*October 13-15, 2021  
San José de Cúcuta, Colombia*

## **International Scientific Committee**

- Dr. Francisco de Paula Montero Chacón  
Universidad Loyola Andalucía, Spain
- Dr. Griselda Lopez Maldonado  
Universitat Politècnica de València, Spain
- Dr. Marcio Muniz de Farias  
Universidad de Brasilia, Brasil
- Dr. Luis Ángel Moreno Anselmi  
Universidad de Brasilia, Brasil
- Dr. Linda Elcida Gil Lozada  
Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre, Venezuela
- Dr. José Rubén Calderas Volcanes  
Universidad de Los Andes de Mérida, Venezuela
- Dr. (c) Anderson Sandoval Amador  
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina

## **Invited Speakers**

- ✓ Dr. Pedro Lastra González  
Universidad de Cantabria, Spain
- ✓ Dr. Griselda Lopez Maldonado  
Universitat Politècnica de València, Spain
- ✓ Dr. Marcio Muniz de Farias  
Universidad de Brasilia, Brazil
- ✓ Dr. Luis Ángel Moreno Anselmi  
Universidade de Brasília, Brazil
- ✓ Dr. Paul Garnica  
Centro de Innovación, Investigación y Desarrollo en Infraestructura y Seguridad Vial, Mexico
- ✓ Dr. José Rubén Calderas Volcanes  
Universidad de Los Andes de Mérida, Venezuela



# Topics


- **Physical infrastructure**
- **Mathematical modeling**
- **Physical and numerical modeling**
- **Physicochemical phenomena in engineering**
- **Advances in materials science and engineering**
- **Simulation of physical-mathematical problems in engineering**
- **Teaching and research techniques in Science and engineering**

# First International Seminar on Physical Infrastructure

October 13-15, 2021  
San José de Cúcuta, Colombia

## Content

<b>Invited Keynote Speaker</b> .....	<b>1</b>
Asphalt mixtures: partial replacement of the binder by residual plastics by dry means .....	2
Characterization of overtaking cyclists on rural roads in Spain using instrumented bicycles.....	3
Analysis of the variation of construction and demolition wasted during the washing and screening process using 3D scanning .....	4
Lessons learnt from monitoring a section of double-reinforced concrete pavement.....	6
Bim Autodesk software development applied to road infrastructure projects .....	7
<b>Physical Infrastructure</b> .....	<b>8</b>
Comparison of asphalt mixtures produced in the plant and in the laboratory.....	9
Compressive strength as a physical property characterizing construction concrete .....	10
Design and comparison of box culverts using different design standards using visual basic programming .....	11
Effects of the physical phenomenon of concrete permeability due to the marine environment on buildings located in coastal areas.....	12
Influence of clay mineral on the results of the fall-cone test .....	13
Microsimulation of road environments with the PTV Vissim technological tool based on the evaluation of vehicle mobility variables .....	14
Pavement recycled asphalt .....	15
Traffic calming techniques.....	16
<b>Simulation of Physical-Mathematical Problems in Engineering</b> .....	<b>18</b>
Assessment of the asphalt mixtures properties subjected to a flexural strength test .....	19
Determination of the structural efficiency of buildings of two and three story-level in frame-type systems by varying the dead load of the reinforced concrete slabs .....	20
Identification of the structural efficiency with respect to the cost-functionality relation of bridges simply supported in post-tensioned concrete and in structural steel.....	22
Evaluation of the Clauzel device as an energy dissipater for avalanches composed of debris flow in tropical areas .....	23
Structural evaluation of a reinforced beam using strain gauges .....	25
Evaluation of the fire resistance of steel-reinforced concrete-filled steel tubular columns with a circular cross-section...26	



# First International Seminar on Physical Infrastructure

*October 13-15, 2021  
San José de Cúcuta, Colombia*

<b>Advances in Materials Science and Engineering .....</b>	<b>27</b>
Determination of the mathematical expression that describes the elastic zone of the stress-strain curve of lightweight concretes made with expanded clay .....	28
Feasibility of ceramic waste in asphalt mix .....	29
Geocell reinforcement - City of Cali Avenue case, Bogotá, Colombia .....	30
<b>Physical-Mathematical Modelling .....</b>	<b>32</b>
Software tool for modeling dynamic systems of a mechanical type .....	33
Service quality assessment in air trips: a structural equation modeling approach .....	34



# First International Seminar on Physical Infrastructure

*October 13-15, 2021  
San José de Cúcuta, Colombia*

**Invited Keynote Speaker**



## Asphalt mixtures: partial replacement of the binder by residual plastics by dry means

## Mezclas asfálticas: sustitución parcial del ligante por plásticos residuales mediante vía seca

**P Lastra González<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Grupo de Investigación de Tecnología de la Construcción, Universidad de Cantabria

E-mail: [pedro.lastragonzalez@unican.es](mailto:pedro.lastragonzalez@unican.es)

**Abstract.** Most of the scientific investigations that have analyzed the recycling of residual polymers in roads have been based on modifying the asphalt binders (wet method). However, the incorporation directly into the mixing drum of plastic waste in a controlled way (dry way), presents significant advantages that make this technology a possible alternative to recycle large amounts of plastic. This presentation presents the research being carried out by the GITECO group of the University of Cantabria (Spain), which is based on the partial replacement of the asphalt binder by residual plastics, incorporating them directly into the mixing drum by dry means.

**Resumen.** Mezclas asfálticas: Sustitución parcial del ligante por plásticos residuales mediante vía seca. Resumen: La mayoría de investigaciones científicas que han analizado el reciclado de polímeros residuales en carreteras se han basado en modificar los ligantes asfálticos (vía húmeda). No obstante, la incorporación directamente al tambor mezclador de residuos plásticos de manera controlada (vía seca), presenta ventajas significativas que convierten esta tecnología en una posible alternativa para reciclar grandes cantidades de plástico. Esta ponencia presenta la investigación que está desarrollando el grupo GITECO de la Universidad de Cantabria (España), que se basa en la sustitución parcial del ligante asfáltico por plásticos residuales incorporándolos directamente al tambor mezclador por vía seca.

## Characterization of overtaking cyclists on rural roads in Spain using instrumented bicycles

## Caracterización de adelantamientos a ciclistas en carreteras convencionales de España mediante bicicleta instrumentada

G López<sup>1</sup>, S Moll<sup>1</sup>, and A García<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España

E-mail: grilomal@tra.upv.es

**Abstract.** In Spain, the presence of cyclists on rural roads is very common. The reasons for these trips are of a sporting and recreational nature. The most important interaction that occurs between bicycles and motor vehicles on conventional roads is the overtaking maneuver. Differences in speed, volume and level of protection can compromise the safety of cyclists, who are the most vulnerable road users. Under the Bike2lane research project, a methodology has been developed to collect data on interactions between cyclists and drivers using GPS instrumented bicycles, VIRB Elite video cameras, perceived level of risk device and laser. Overtaking data were collected on five stretches of conventional roads with different geometric and traffic characteristics. In this experiment, the number of cyclists forming of instrumented bicycles and their configuration in line or in parallel have also been varied, thus more than 2000 overtaking maneuvers have been recorded. The results show that the methodology is valid to characterize the analyzed phenomenon. From the data obtained, the effect of several factors related to the road, the number of cyclists in the group and their configuration, as well as factors related to the overtaking maneuver itself have been analyzed.

**Resumen.** En España la presencia de ciclistas en carreteras convencionales es muy habitual. Los motivos de estos desplazamientos tienen carácter deportivo y recreativo. La interacción más importante que ocurre entre bicicletas y vehículos a motor en carreteras convencionales es la maniobra de adelantamiento. Las diferencias de velocidades, de volumen y nivel de protección pueden comprometer la seguridad de ciclistas, que son los usuarios vulnerables. Bajo el marco de proyecto de investigación Bike2lane se ha desarrollado una metodología para tomar datos de interacciones entre ciclistas y conductores mediante el uso de bicicletas instrumentadas con GPS, cámaras de video VIRB Elite, pulsadores para el nivel de riesgo percibido y distanciómetros/velocímetros láser. Se han tomado datos de adelantamientos en cinco tramos de carreteras convencionales con diferentes características geométricas y de tráfico. En este experimento también se ha variado el número de ciclistas que forman el grupo de bicicletas instrumentadas y su configuración en línea o en paralelo, de esta manera se han registrado más de 2000 maniobras de adelantamiento. Los resultados muestran que la metodología es válida para caracterizar el fenómeno analizado. A partir de los datos obtenidos se ha analizado el efecto de varios factores relativos a la carretera, al número de ciclistas que forman el grupo y su configuración, así como factores relativos a la propia maniobra de adelantamiento.

## Analysis of the variation of construction and demolition wasted during the washing and screening process using 3D scanning

## Análisis de la variación de material reciclado de construcción y demolición durante el proceso de lavado y tamizado usando escaneo 3D

L A MorenoAnselmi<sup>1,2</sup>, M Muniz de Farias<sup>1</sup>, H A Rondón Quintana<sup>3</sup>,  
CA Recarey Morfa<sup>1</sup>, and R L Roselló Valera<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Brasília, Brasília, Brazil

<sup>2</sup> Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia

<sup>3</sup> Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

E-mail: rosello83@gmail.com

**Abstract.** In the world, we are more and more, so the demand for construction and infrastructure engineering is increasing, so the demand for natural materials is also increasing. In addition, the amount of construction and demolition waste is being generated in large quantities, and garbage dumps or landfills are being saturated, causing environmental problems. One of the solutions is to use the crushing of construction and demolition waste as a substitute for natural materials in the preparation of concrete, asphalt mixtures, and granular substrates or subbase materials. The problem with this material lies in its outer layer, because the particles are covered by a layer of mortar, which reduces its mechanical and adhesive properties. Only after washing and sieving, the material part of this layer will be lost. Thereby the shape of the particles is changed. In order to analyze the morphology, including its surface area, volume, and other characteristics and its changes during washing and sieving, an advanced characterization process was developed. This includes the experimental phase of particle morphological characteristics, including the processing of 3D images obtained by HD 3D scanning process. Subsequently, the results were statistically characterized, and different numerical techniques were applied to virtual simulate the particles on the micro-mechanical scale. As part of this research phase, different technologies supported by stochastic simulations are used for the virtual generation of particles packages. These virtual particle shape modeling techniques are: 1-Fourier descriptor, 2-Fourier descriptor combined with random field and 3-Spherical harmonic analysis. Through this experiment and simulation method, it is shown that particles shapes such as texture, surface area and volume changed. In addition, with this method, infinite random particles can be reproduced, which can be used to generate random packings and use them in simulations for resistance model analysis.

**Resumen.** En el mundo cada vez somos más y como resultado las necesidades de las construcciones y obras de infraestructura aumentan, por lo tanto, la demanda de materiales naturales es cada vez mayor. Adicionalmente, la cantidad de residuos de construcción y demolición se está produciendo en enormes cantidades y las escombreras o vertederos están siendo saturados ocasionando un problema ambiental. Una de las soluciones es el uso de la trituración de los residuos de construcción y demolición como reemplazo de materiales naturales en la elaboración de concretos, mezclas asfálticas y material granular de base o subbase. El problema del uso de este material es su capa externa, ya que, las partículas están recubiertas por una capa de mortero disminuyendo sus propiedades mecánicas y de adherencia, y tan solo con el proceso de lavado y tamizado del material parte de esa capa se pierde cambiando de esa manera la morfología de la partícula. Para realizar un análisis de la morfología incluida su área superficial, volumen y otras propiedades



# First International Seminar on Physical Infrastructure

*October 13-15, 2021  
San José de Cúcuta, Colombia*

y su cambio en el proceso de lavado y tamizado, se desarrolló un proceso de caracterización de avanzada. En este incluyó una etapa experimental de caracterización morfológica de las partículas, incluido su procesamiento de imágenes 3D. Posteriormente se caracterizaron estadísticamente los resultados para aplicar diferentes tecnologías numéricas de simulación virtual de partículas a escala micromecánica. Como parte de esta fase de estudio se realizaron generaciones virtuales de partículas mediante diferentes técnicas soportadas en simulación estocástica. Estas técnicas de modelación morfológica virtual de partículas son: 1 - Descriptores de Fourier, 2 - Descriptores de Fourier combinado con campos aleatorios y 3 - Análisis armónico esférico. Con este enfoque experimental y de simulación se demostró que es posible percibir los cambios morfológicos como: forma, angularidad, textura, incluido los cambios geométricos como: área superficial y volumen después de los procesos tecnológicos al cual fue sometida la partícula. Adicionalmente con esta metodología se puede reproducir un número infinito de partículas usando mecánica estocástica que pueden ser empaquetadas en formas idénticas a los cuerpos de prueba para el análisis de modelos de resistencia.

## Lessons learnt from monitoring a section of double-reinforced concrete pavement

## Aprendizajes del monitoreo de un tramo de pavimento de concreto doblemente reforzado

P Garnica<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo, México

E-mail: paulgarnica@ciid.com.mx

**Abstract.** The continuous reinforced concrete pavement (CRCP) has been proposed as an alternative for high-speed roadways with heavy traffic. Compared to others, advantages are expected on cost, durability, and performance; but particularly on the tolerance to concrete cracking, while it is designed to transmit loads to the steel reinforcement. A long-term monitoring system was developed to evaluate a particular CRCP design. Sensors based on fiber optics technology were embedded in the concrete pavement to measure temperature gradients and strains in the concrete and steel reinforcement. An experimental 300 meters test pavement was built on the highway that reports the heaviest traffic in Mexico. In this case, stabilized and hydraulic soil bases were compared, and a large crack was induced to simulate a damaged condition. After one year of periodic monitoring, temperature variations and gradients have been obtained for different seasons and weather conditions. The overall load-strain performance of the pavement system (concrete-steel) has been evaluated under different load conditions. In general, it has been found that the main driving parameter that defines the overall structural performance of the CRCP is temperature, affecting the boundary conditions interaction with the base, producing different strain amplitudes for the same load traffic condition for one day period.

**Resumen.** El pavimento continuo de hormigón armado (CRCP) se ha propuesto como alternativa para carreteras de alta velocidad con tráfico pesado. En comparación con otros se esperan ventajas en cuanto a coste, durabilidad y rendimiento; pero sobre todo en cuanto a la tolerancia al agrietamiento del hormigón, puesto que está diseñado para transmitir las cargas al acero de refuerzo. Se desarrolló un sistema de seguimiento a largo plazo para evaluar un diseño particular de CRCP. Los sensores, basados en la tecnología de fibra óptica, fueron colocados en el pavimento de hormigón para medir los gradientes de temperatura y las tensiones en el hormigón y el refuerzo de acero. Se construyó un tramo experimental de 300 metros en la carretera que registra el mayor tráfico de México. En este caso, se compararon las bases de suelo estabilizadas e hidráulicas y se indujo una gran grieta para simular una condición de daño. Después de un año de monitoreo periódico, se han obtenido variaciones de temperatura y gradientes para diferentes estaciones y condiciones climáticas. Se ha evaluado el comportamiento global esfuerzo-deformación del sistema de pavimento (hormigón-acero) en diferentes condiciones de carga. En general, se ha comprobado que el principal parámetro que define el comportamiento estructural global del CRCP es la temperatura, que afecta a la interacción de las condiciones de frontera con la base, produciendo diferentes amplitudes de deformación para la misma condición de carga durante un período de un día.



# First International Seminar on Physical Infrastructure

October 13-15, 2021  
San José de Cúcuta, Colombia

## Bim Autodesk software development applied to road infrastructure projects

## Desarrollo de software Bim Autodesk aplicado a proyectos de infraestructura vial

JR Caldera Volcanes<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de los Andes, Venezuela

E-mail: rcalderas.ula@gmail.com

**Abstract.** The development of BIM software for the modeling of infrastructure projects has brought with it the need to understand the scope and appropriate use of the tools that exist in the different types of project and their construction stages, therefore an analysis of the different types of BIM software and in this particular case the software developed by Autodesk will be the object of study in order to identify the type of software to use according to the type of project and thus implement the appropriate tool according to the stage of the project in the which will apply. Finally, it will be recommended according to the professional's training stage and level of performance, what type of software should be implemented and how BIM software complements each other, as well as its integrated outstanding applications that allow automating tasks and creating flows work through the API of each software.

**Resumen.** El desarrollo de software BIM para el modelado de proyectos de infraestructura ha traído consigo la necesidad de comprender el alcance y uso apropiado de las herramientas que existen en los diferentes tipos de proyecto y sus etapas de construcción, por ello se realizará un análisis de los diferentes tipos de software BIM y en este caso particular el software desarrollado por Autodesk será el objeto de estudio con el propósito de identificar el tipo de software a utilizar según el tipo de proyecto y así implementar la herramienta adecuada de acuerdo a la etapa del proyecto en la cual se aplicará. Finalmente se recomendará según la etapa de formación del profesional y el nivel de desempeño, cuál es el tipo de software que se debe implementar y cómo se complementan entre sí los software BIM, así como sus aplicaciones destacadas integradas que permiten automatizar las tareas y crear flujos de trabajo por medio de la API de cada software.



# First International Seminar on Physical Infrastructure

*October 13-15, 2021  
San José de Cúcuta, Colombia*

## **Physical Infrastructure**



# First International Seminar on Physical Infrastructure

October 13-15, 2021  
San José de Cúcuta, Colombia

## Comparison of asphalt mixtures produced in the plant and in the laboratory

## Comparación mezclas asfálticas producidas en planta y en el laboratorio

Y W Yung Vargas<sup>1</sup>, A Rodríguez Lizcano<sup>1</sup>, and CA Peña Soto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Francisco de Paula Santander, San José de Cúcuta, Colombia

E-mail: carlosalbertops@ufps.edu.co

**Abstract.** This research compared the production of asphalt mixtures in the plants and in the laboratory, highlighting the separation and washing that is carried out in the laboratory on the stone aggregates, contrary to what is carried out in the production plants. Representative samples were taken from various plants and the proportion of their components was evaluated. In the same way, the same type of asphalt mixes was manufactured in the laboratory to evaluate their mechanical behavior under static loads and compared with those manufactured in the plant.

**Resumen.** Esta investigación comparó la producción de mezclas asfálticas en las plantas y en el laboratorio, resaltando la separación y lavado que se realiza en el laboratorio sobre los agregados pétreos, contrario a lo que se ejecuta en las plantas de producción. Se tomaron muestras representativas de varias plantas y se evaluó la proporción de sus componentes. De la misma forma se fabricó en el laboratorio el mismo tipo de mezclas asfálticas para evaluar su comportamiento mecánico ante cargas estáticas y se comparó con las fabricadas en planta.



## Compressive strength as a physical property characterizing construction concrete

## La resistencia a la compresión como propiedad física que caracteriza al concreto de las construcciones

S Orozco<sup>1</sup>, B Medina Delgado<sup>1</sup>, and W Palacios Alvarado<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Francisco de Paula Santander, San José de Cúcuta, Colombia

E-mail: wlamyrpalacios@ufps.edu.co

**Abstract.** In the field of physics, there are multiple investigations carried out on the compressive strength as a fundamental characteristic of concrete in construction, a material that provides great benefits in terms of strength, durability and reduction in maintenance costs, key factors that affect its application in all types of civil works, these reflections gave rise to this article whose objective is to highlight the compressive strength of concrete used in construction; by means of the methodology used, documentary and descriptive research is applied, with a qualitative and quantitative approach, which allowed developing the present study that analyzes concrete and compressive strength based on secondary sources of information; a process that in turn allowed knowing the results and main conclusion regarding the inverse proportion of compressive strength and the water-cement ratio, which means that a higher compressive strength is achieved with a lower water-cement ratio as the bibliographic references taken into account were interpreted.

**Resumen.** En el campo de la física son múltiples las investigaciones realizadas a cerca de la resistencia a la compresión como una característica fundamental del concreto en las construcciones, material que brinda grandes beneficios en cuanto a resistencia, durabilidad y disminución en costos de mantenimiento, factores claves que inciden en su aplicación en todo tipo de obras civiles, estas reflexiones dieron lugar al presente artículo cuyo objetivo es resaltar la resistencia a la compresión del concreto utilizado en la construcción; mediante metodología utilizada se aplica la investigación documental y descriptiva, con enfoque cualitativo y cuantitativo, la cual permitió desarrollar el presente estudio que analiza al concreto y a la resistencia a la compresión con base a fuentes secundarias de información; proceso que a su vez permitió conocer los resultados y conclusión principal en cuanto a la proporción inversa de la resistencia a la compresión y la relación agua-cemento, significa que una mayor resistencia a la compresión se logra con una menor relación agua-cemento como se interpretaron las referencias bibliográficas tenidas en cuenta.

## Design and comparison of box culverts using different design standards using visual basic programming

## Diseño y comparación de alcantarillas de caja usando diferentes estándares de diseño usando programación visual basic

N AfanadorGarcía<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Francisco de Paula Santander, San José de Cúcuta, Colombia

E-mail: nafanadorg@ufpso.edu.co

**Abstract.** This research work was intended to provide a broad and sufficient solution to areas of difficult vehicular traffic, where during the rainy season some watersheds present a non-negligible water flow. The research carried out the structural design of different geometries of box culverts, to provide a solution to vehicular continuity in areas affected by water flows that interrupt pedestrian and vehicle traffic, endangering human lives. The structural designs followed the standards established by the American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) and the Colombian bridge code (CCP14). The designs were carried out using SAP2000 software for analysis and design through Visual Basic programming, allowing a wide range of geometries and boundary conditions to be established. The structural designs indicated a significant difference in quantities of work in the construction of the box culverts for different geometries, indicating higher volumes of concrete for the designs made using the AASHTO code compared to CCP14. CCP14 has higher steel requirements for fills less than 3.00 m, while for greater heights the AASHTO code has the highest steel requirements.

**Resumen.** Este trabajo de investigación tuvo como objetivo brindar una solución amplia y suficiente a áreas de difícil tránsito vehicular, donde durante la época de lluvias algunas cuencas presentan un caudal de agua nada despreciable. La investigación llevó a cabo el diseño estructural de diferentes geometrías de alcantarillas de caja, para dar solución a la continuidad vehicular en áreas afectadas por flujos de agua que interrumpen el tránsito de peatones y vehículos, poniendo en peligro vidas humanas. Los diseños estructurales siguieron los estándares establecidos por la Asociación Estadounidense de Funcionarios Estatales de Carreteras y Transportes (AASHTO) y el código de puentes de Colombia (CCP14). Los diseños se realizaron utilizando el software SAP2000 para su análisis y diseño mediante programación Visual Basic, permitiendo establecer una amplia gama de geometrías y condiciones de contorno. Los diseños estructurales indicaron una diferencia significativa en las cantidades de trabajo en la construcción de las alcantarillas de caja para diferentes geometrías, lo que indica mayores volúmenes de hormigón para los diseños realizados con el código AASHTO en comparación con CCP14. CCP14 tiene requisitos de acero más altos para rellenos de menos de 3,00 m, mientras que para alturas mayores, el código AASHTO tiene los requisitos de acero más altos.

## Effects of the physical phenomenon of concrete permeability due to the marine environment on buildings located in coastal areas

## Efectos del fenómeno físico de la permeabilidad del concreto por el ambiente marino en las edificaciones ubicadas en los litorales

S Orozco<sup>1</sup>, WPalacios Alvarado<sup>1</sup>, and BMedina Delgado<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Francisco de Paula Santander, San José de Cúcuta, Colombia

E-mail: byronmedina@ufps.edu.co

**Abstract.** The situations of buildings with marked exposure to the marine environment built with reinforced concrete structures, require a permanent and systematic inspection in order to repair or reinforce its structure, since they present a high degree of vulnerability to the marine atmosphere that characterizes the coastline, reflection that constitutes the purpose of this article whose objective is to highlight the effects of the physical phenomenon of the permeability of concrete in the marine environment of buildings located on the coasts, This article is developed based on a qualitative and quantitative methodology of deductive character, which applies a type of documentary research based on secondary sources of information related to the topics of interest such as the analysis of the effects of the marine environment in buildings and the analysis of the Colombian technical standards in this matter; The results are evidenced in two recent international cases, such as the collapse of the building in Florida, United States, and national cases such as the deterioration of the building in Santa Marta, Colombia, which allow concluding that there is a significant group of buildings located near the sea in the country that must be evaluated, reviewed and updated to the most recent versions of the Colombian Technical Standards and that it is necessary to conduct field research for the analysis of vulnerability, exploring all the current conditions of the structure and preparation of reports on the pathology of the buildings for the update to the current standards.

**Resumen.** Las situaciones de edificios con marcada exposición al ambiente marino construidos con estructuras de hormigón armado, requieren de una inspección permanente y sistemática con el objeto de reparar o reforzar su estructura, dado que presentan un alto grado de vulnerabilidad a la atmósfera marina que caracteriza a los litorales, reflexión que constituye la finalidad del presente artículo cuyo objetivo es destacar los efectos del fenómeno físico de la permeabilidad del concreto en el ambiente marino de las edificaciones ubicadas en los litorales, el cual se desarrolla con fundamento en una metodología cualitativa y cuantitativa de carácter deductivo, que aplica un tipo de investigación documental basada en fuentes secundarias de información relacionadas con los temas de interés como son los análisis de los efectos del ambiente marino en las edificaciones y los análisis de las normas técnicas colombianas en esta materia; los resultados se evidencian en dos casos recientes a nivel internacional, como el derrumbe del edificio de la Florida, Estados Unidos y nacional como el deterioro del edificio de Santa Marta, Colombia, que permiten concluir que existe en el país un grupo significativo de edificaciones ubicadas en cercanías al mar que debe ser evaluado, revisado y actualizado a las más recientes versiones de las Norma Técnicas Colombianas y que es necesario realizar investigación de campo para el análisis de vulnerabilidad, explorando todas las condiciones actuales de la estructura y elaboración de informes sobre la patología de las edificaciones para la actualización a las normas vigentes.

## Influence of clay mineral on the results of the fall-cone test

## Influencia del mineral arcillosos en los resultados del fall-cone test

L C Laverde<sup>1</sup>, and J C Ruge Juan Carlos<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Catolica de Colombia, Bogotá, Colombia

E-mail: jcruge@ucatolica.edu.co

**Abstract.** The fall-cone test is the most accepted parallel technique in the geotechnical world for obtaining the liquid limit. Some authors highlight it even higher than the traditional Casagrande methodology. Many factors can influence the test results, both due to the clay material tested and the characteristics of the apparatus used, including the cone roughness. This study analyzed the influence of the clay mineral present in the sample on the result of the liquid limit. This type of comparison has not been studied before in the literature. Specimens containing kaolinite, illite, and montmorillonite, considered the most abundant clay minerals in nature, were used. Although, a priori, it is known that there are samples with higher plasticity, even provided by the traditional technique. The physical interaction at the time of penetration of the cone with the clay sample strongly influences the liquid limit. An aspect that does not occur in other techniques that are developed differently. At the end of the empirical research, it was found that the clay mineral's presence has a correlation with the results obtained.

**Resumen.** El ensayo de cono de caída es la técnica paralela mas aceptada en el mundo geotécnico para la obtención del límite líquido. Algunos autores la destacan incluso por encima que la metodología clásica de Casagrande. Muchos factores pueden influir en los resultados del ensayo, tanto por el material arcilloso ensayado, como por las características propias del aparato utilizado, entre ellas la rugosidad del cono. Este estudio analizó la influencia del mineral arcilloso presente en la muestra, sobre el resultado del límite líquido. Este tipo de comparación no ha sido estudiada antes en la literatura. Fueron usados especímenes con contenidos de caolinita, illita y montmorillonita, considerados los minerales arcillosos mas abundantes en la naturaleza. Si bien, a priori se conoce que existen muestras con plasticidad mas alta, incluso proporcionada por la técnica tradicional. La interacción física en el momento de la penetración del cono con la muestra arcillosa, tiene una influencia fuerte en el límite líquido. Aspecto que no ocurre en otras técnicas que son desarrolladas de manera diferente. Al final del la investigación empírica, se constató que efectivamente la presencia del mineral arcilloso tiene una correlación con los resultados obtenidos.

## Microsimulation of road environments with the PTV Vissim technological tool based on the evaluation of vehicle mobility variables

## Microsimulación de entornos viales con herramienta tecnológica PTV Vissim a partir de evaluación de variables de movilidad vehicular

A Y SanchezDelgado<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia

E-mail: alba.sanchez@unipamplona.edu.co

**Abstract.** Traffic congestion is a phenomenon that grows exponentially, affecting mobility and causing detriment to the quality of life of the population. The Colombian city of San José de Cúcuta, capital of the Norte de Santander department, is not exempt from this problem, having several important avenues in this situation. Guaimaral Avenue, considered one of the main thoroughfares, is an area of attraction and generation of trips with high traffic flow, especially public transport, and private vehicles, evidencing great deterioration in mobility given the design of the narrow road in both directions of circulation, thus reducing operating speeds. The main objective of this study is to analyze the current state of vehicular traffic, speed parameters and traffic lights for the proposal of future alternatives for 5, 10 and 15 years in said avenue, which contemplate low cost and high impact solutions, in addition of modifications in the road infrastructure, thus improving vehicular traffic in the area, making use of the PTV VISSIM Software, of German origin, which facilitates the calibration of parameters to bring it closer to reality and allows for the microsimulation of road, driver and vehicle characteristics. The method used to collect primary information through gauging involves speeds, delay times and queue lengths. This digital tool accepts to be used in any road environment, modeling current and future situations through the evaluation of parameters thrown by the software, and offering solutions to the problem of excess road demand.

**Resumen.** La ciudad colombiana de San José de Cúcuta, capital del departamento Norte de Santander, no está exenta a dicha problemática, teniendo varias vías importantes en esta situación. La avenida Guaimaral, considerada una de las arterias viales principales, es una zona de atracción y generación de viajes con alto flujo vehicular, especialmente de transporte público y vehículos particulares, evidenciando gran deterioro en la movilidad dado el diseño de la vía angosta en ambos sentidos de circulación, reduciendo así las velocidades de operación. El presente estudio tiene como objetivo principal, analizar el estado actual del tráfico vehicular, parámetros de velocidad y semaforización para el planteamiento de alternativas a futuro para 5, 10 y 15 años en dicha avenida, que contemplen soluciones de bajo costo y alto impacto, además de modificaciones en la infraestructura vial, mejorando así el tránsito vehicular en la zona, haciendo uso del Software PTV VISSIM, de origen alemán, que facilita la calibración de parámetros para aproximarlos más a la realidad y permite microsimular características de vías, conductores y vehículos. El método empleado de recolección de información primaria mediante aforos, involucra velocidades, tiempos de demora y longitud de colas. Esta herramienta digital, acepta ser empleada en cualquier entorno vial, modelando situaciones actuales y futuras mediante la evaluación de parámetros arrojados por el software y ofreciendo soluciones al problema del exceso de demanda vial.

## Pavement recycled asphalt

## Pavimento asfáltico reciclado

Y W Yung Vargas<sup>1</sup>, H A Rondón Quintana<sup>2</sup>, and J E Cordoba Maquilón<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Francisco de Paula Santander, San José de Cúcuta, Colombia

<sup>2</sup> Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

<sup>3</sup> Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

E-mail: jecordob@unal.edu.co

**Abstract.** Recycled asphalt pavement (RAP) comes from the extraction of asphalt mixtures placed on flexible pavements. A large amount of this material is disposed of in landfills where it is contaminated with the presence of other construction waste and other wastes. RAP is an alternative material that can be used either as stabilized Base and Sub-Base layers, or for the manufacture of new asphaltic mixtures. In Colombia it is used according to the norm of the National Institute of Roads in a 40% within the asphalt mixtures. It is a material that varies according to the constitution of its components (aggregates and bituminous materials). Many studies have been carried out worldwide to evaluate the mechanical behavior within a new mixture. In other countries it has been used up to 100% as recycled material, with the use of rejuvenators. This research shows the review of the state of the art as the first stage in the study of this material in Colombia.

**Resumen.** El pavimento asfáltico reciclado (RAP) proviene de la extracción de las mezclas asfálticas puestas en los pavimentos flexibles. Gran cantidad de este material es desechado en botaderos donde se contamina con la presencia de otros residuos de la construcción y con otros desechos. El RAP es un material alternativo que puede ser utilizado bien sea como capas Bases y Sub-Bases estabilizadas, ó para la fabricación de nuevas mezclas asfálticas. En Colombia se utiliza de acuerdo a la norma del Instituto Nacional de Vías en un 40% dentro de las mezclas asfálticas. Es un material que varía de acuerdo a la constitución de sus componentes (agregados y materiales bituminosos). Se han adelantado muchos estudios a nivel mundial para evaluar el comportamiento mecánico dentro de una mezcla nueva. En otros países ha sido utilizado hasta en un 100% como material reciclado, con el uso de rejuvenecedores. Esta investigación muestra la revisión del estado del arte como primera etapa al estudio de este material en Colombia.

## Traffic calming techniques

### Las técnicas del tránsito calmado

**M R Gómez-Betancur<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia

E-mail: mrgomezbet@unal.edu.co

**Abstract.** “Traffic Calming is the combination of mainly physical measures that reduce the negative effects of motor vehicle use, alter driver behavior and improve conditions for non-motorized street users.” (Institute of Transportation Engineers – ITE 1999). “Traffic calming is a rather broad concept and refers to a combination of urban planning and engineering measures to enhance road safety as well as the living conditions of the urban residents. Traffic calming schemes aim to promote non-motorized traffic modes or public transport, though not exclusively in residential areas, and to achieve an appropriate, safe speed of motorized traffic.” (SWOV 2003). Traffic calming is a practice that has been implemented in developed countries, even when their inhabitants are very respectful of traffic rules. In some European nations, this technique has been incorporated through public space. Traffic calming is a combination of mainly physical measures that reduce the negative effects of vehicle use and improve conditions for the most vulnerable users of the road infrastructure: pedestrians and cyclists. It uses elements that produce horizontal and vertical deformations, horizontal and vertical signs, so that users will be able to observe and read these new elements and improve their traffic behavior. All measures affect the volume and speed of vehicular traffic flow. They are physical, self-monitoring, and mandatory measures. Traffic calming measures are classified according to their physical appearance into horizontal or vertical deflections and according to their level of coercion into suggestive and informative and obstructive and have been proposed for residential areas and some urban main roads to discourage through traffic, reduce motorized traffic volume, achieve safer speeds, and provide attractive facilities for non-motorized modes of transport. The expected results of the application of these measures in urban areas are to reduce the speed of vehicles traveling through the area, reduce the volume of vehicular traffic, generate shared traffic zones, improve air quality, and reduce traffic accidents.

**Resumen.** Margarita Rosa Gómez Betancur “Tránsito calmado es la combinación principalmente de medidas físicas para reducir los efectos negativos del uso del vehículo motor, alterar el comportamiento del conductor y mejorar las condiciones para los usuarios no-motorizados de la calle” (Institute of Transportation Engineers – ITE 1999). “Tránsito calmado es la combinación de medidas de planeamiento urbano e ingeniería para mejorar la seguridad vial, así como las condiciones de vida de los residentes urbanos. Los esquemas de tránsito calmado ayudan a promover los modos de transporte no motorizados o el transporte público, en particular en áreas residenciales (pero no exclusivamente) y a lograr una velocidad segura del tránsito motorizado” (SWOV 2003). El tránsito calmado o la pacificación del tránsito es una práctica que se ha venido implementando en los países desarrollados, aún cuando los habitantes son muy respetuosos con las normas de circulación. En algunas naciones europeas esta técnica se ha incorporado a través del espacio público. El tránsito calmado es una combinación principalmente de medidas físicas, las cuales reducen los efectos negativos del uso de los vehículos y mejoran las condiciones para los usuarios más vulnerables de la infraestructura vial: el peatón y el ciclista. Utiliza elementos que producen deformaciones horizontales y verticales, señales horizontales y verticales, así los usuarios podrán observar, leer estos nuevos elementos y mejorar su comportamiento en la circulación. Todas las medidas afectan el



# First International Seminar on Physical Infrastructure

*October 13-15, 2021  
San José de Cúcuta, Colombia*

volumen y la velocidad del flujo de tránsito vehicular. Son medidas físicas, autocontrolables y de obligatorio cumplimiento. Las medidas de tránsito calmado se clasifican según su apariencia física en deflexiones horizontales o verticales y según su nivel de coerción en sugestivas e informativas y de obstrucción y se ha propuesto su implementación para zonas residencias y algunas vías principales urbanas con el fin de desincentivar el tránsito de paso por estas zonas, reducir el volumen de tráfico motorizado, alcanzar velocidades más seguras y proporcionar instalaciones atractivas para modos de transporte no motorizado. Como resultados previstos de la aplicación de estas medidas en áreas urbanas, se espera reducir la velocidad de los vehículos que transitan por la zona, disminuir el volumen del tráfico vehicular, generar zonas de tráfico compartido, mejorar la calidad del aire y disminuir los accidentes de tránsito.





# First International Seminar on Physical Infrastructure

*October 13-15, 2021  
San José de Cúcuta, Colombia*

## **Simulation of Physical-Mathematical Problems in Engineering**

## Assessment of the asphalt mixtures properties subjected to a flexural strength test

## Evaluación de las propiedades de las mezclas de asfalto sujetas a una prueba de resistencia a la flexión

H A Rondón Quintana<sup>1</sup>, J G Bastidas-Martínez<sup>2</sup>, and J C Ruge Cárdenas<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

<sup>2</sup> Universidad Piloto, Bogotá, Colombia

<sup>3</sup> Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia

E-mail: [juan.ruge@unimilitar.edu.co](mailto:juan.ruge@unimilitar.edu.co)

**Abstract.** Fatigue cracking by loading is one of the main mechanisms of damage to asphalt mixtures in service. Several studies around the world have been conducted to try to understand the response that hot-mix asphalts (HMA) undergo under this mechanism of damage. Despite the above, the fatigue phenomenon in asphalt mixtures is still not fully understood. The current research has as hypothesis that the response under repeated loading of asphalt mixtures in fatigue tests can be more clearly understood through the one obtained under monotonic loading. For this reason, this study presents the results of the first phase of the research in which beams of asphalt mixtures were subjected to flexion using monotonic loads. The above, to correlate the evaluated properties with those that will be obtained in a second phase where the response of the beams under repeated load (fatigue) will be measured. Beams made of two HMA mixes, two asphalt contents, and two different thicknesses were subjected to flexural strength tests. From the tests, the modulus of rupture (MR), the maximum monotonic load that supports the beams in the failure state (P), the displacement in the failure state ( ), and the relation P /were obtained. As a general conclusion of the study, it was obtained that the response experienced by the beams subjected to monotonic load has a broad correlation with the reported in the reference literature.

**Resumen.** El agrietamiento por fatiga por carga es uno de los principales mecanismos de daño de las mezclas asfálticas en servicio. Se han realizado varios estudios en todo el mundo para intentar comprender la respuesta que experimentan los asfaltos de mezcla en caliente (MDC) ante este mecanismo de daño. A pesar de lo anterior, el fenómeno de la fatiga en las mezclas asfálticas aún no se comprende del todo. La investigación actual tiene como hipótesis que la respuesta bajo carga repetida de mezclas asfálticas en ensayos de fatiga puede entenderse más claramente a través de la obtenida bajo carga monótona. Por ello, este estudio presenta los resultados de la primera fase de la investigación en la que se sometieron a flexión vigas de mezclas asfálticas mediante cargas monotónicas. Lo anterior, para correlacionar las propiedades evaluadas con las que se obtendrán en una segunda fase donde se medirá la respuesta de las vigas bajo carga repetida (fatiga). Las vigas hechas de dos mezclas de HMA, dos contenidos de asfalto y dos espesores diferentes se sometieron a pruebas de resistencia a la flexión. A partir de los ensayos se obtuvo el módulo de ruptura (MR), la carga monótona máxima que soporta las vigas en estado de falla (P), el desplazamiento en el estado de falla ( ) y la relación P/. Como conclusión general del estudio, se obtuvo que la respuesta experimentada por las vigas sometidas a carga monótona tiene una amplia correlación con lo reportado en la literatura de referencia.

## Determination of the structural efficiency of buildings of two and three story-level in frame-type systems by varying the dead load of the reinforced concrete slabs

## Determinación de la eficiencia estructural de edificaciones de dos y tres pisos de altura en sistemas tipo pórtico al variar la carga muerta de las placas de entrepiso en concreto reforzado

J D Palacios Pabón<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Francisco de Paula Santander, San José de Cúcuta, Colombia

E-mail: josedanielpppap@ufps.edu.co

**Abstract.** Structural efficiency is directly linked to the correct functioning of the structures and their cost-benefit ratio. A building is functional when it fulfills the purpose for which it was designed. However, all functional buildings are not efficient. For a structure to be considered efficient, it must use the least amount of available resources. Every building must contain a horizontal configuration made up of plates and beams, and a vertical configuration either columns, screens, or a mixture of the two. The present research aims to analyze the variation of the weight and the area of the mezzanine plates, and its incidence in the main elements (beams and columns) of two and three story-level buildings in a frame system. For this purpose, mathematical models were carried out in the finite element software SAP2000 ®. The area of the plates varied between 85 and 240 m<sup>2</sup>, and the height of the model buildings varied between two and three floors (6 and 9 m, respectively). The load of the plates varied between 4 and 12 kN/m<sup>2</sup> (including the own weight of the plate). The plan configuration of the frames was defined with 3 axes in the short direction and 4 axes in the long direction, in order to avoid the absence of redundancy and irregularities in plan and height. A profile C soil with a capacity of 200 KPa was defined, located in an area of high seismic threat according to the specifications of the Colombian Regulation for Earthquake Resistant Construction, NSR-10. The results obtained show that the plates of lower weight have a better structural efficiency. Therefore, when it comes to panels lightened in one direction, it is recommended to use lightweight panels such as plastic panels and expanded polystyrene (Styrofoam) panels. The cost-benefit ratio shows that with plates of less weight, less volume of concrete is required for the building to have the same functionality as one with heavier plates. Therefore, it is concluded that it is not feasible and efficient for structures to use blocks of clay to lighten plates, since the weight of this material will increase the volumes of concrete required.

**Resumen.** La eficiencia estructural está directamente ligada al correcto funcionamiento de las estructuras y a su relación costo-beneficio. Una edificación es funcional cuando cumple con el propósito para el cual fue diseñada. Sin embargo, todas las edificaciones funcionales no son eficientes. Para que una estructura se considere eficiente esta debe utilizar la menor cantidad de recursos disponibles. Toda edificación debe contener una configuración horizontal conformada por placas y vigas, y una configuración vertical ya sean columnas, pantallas o una mezcla de las dos. La presente investigación tiene como objetivo analizar la variación del peso y del área de las placas de entrepiso, y su incidencia en los elementos principales (vigas y columnas) de edificaciones de dos y tres pisos en sistema de pórticos. Para tal fin, se realizaron modelos matemáticos en el software basado en elementos finitos SAP2000 ®. El área de las placas se varió entre 85 y



# First International Seminar on Physical Infrastructure

*October 13-15, 2021  
San José de Cúcuta, Colombia*

240 m<sup>2</sup>, y la altura de las edificaciones modelas varió entre dos y tres pisos (6 y 9 m, respectivamente). La carga de las placas varió entre 4 y 12 kN/m<sup>2</sup> (incluido el peso propio de la placa). La configuración en planta de los pórticos se definió con 3 ejes en el sentido corto y 4 ejes en el sentido largo, con el fin de evitar la ausencia de redundancia y las irregularidades en planta y altura. Se definió un suelo perfil C con capacidad de 200 KPa, ubicado en una zona de amenaza sísmica alta según las especificaciones del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10. Los resultados obtenidos demuestran que las placas de menor peso presentan una mejor eficiencia estructural. Por lo tanto, cuando se trata de placas aligeradas en una dirección, se recomienda utilizar casetones livianos como lo son los casetones de plástico y los casetones de poliestireno expandido (icopor). La relación costo-beneficio demuestra que con placas de menos peso se requiere menos volumen de concreto para que la edificación tenga misma funcionalidad que una con placas más pesadas. Por lo tanto, se concluye que no es viable y eficiente para las estructuras utilizar bloques de arcilla para aligerar placas, puesto que el peso de este material incrementará los volúmenes de concreto requeridos.

## Identification of the structural efficiency with respect to the cost-functionality relation of bridges simply supported in post-tensioned concrete and in structural steel

## Identificación de la eficiencia estructural con respecto a la relación costos-funcionalidad de puentes simplemente apoyados en concreto postensado y en acero estructura

J R Pineda Rodriguez<sup>1</sup>, J F Marquez Peñaranda<sup>2</sup>, and J P Rojas Suárez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Francisco de Paula Santander, San José de Cúcuta, Colombia

E-mail: jhanpierorojas@ufps.edu.co

**Abstract.** In the Colombian territory, it is common to find bridges with relatively short lengths, compared to bridges built worldwide. These bridges can vary their length between supports from 30 to 45 meters. These lengths are very long for reinforced concrete bridges, and they are very short for some types of bridges such as cable-stayed, post-tensioned with variable section box girder, pendant, etc. Therefore, this research will focus on the study of post-tensioned concrete bridges with a single span straight beam and structural steel bridges with a straight beam in type I section, both with uniform sections. For this purpose, the simulation was carried out in an analysis and design software based on matrix methods, with which decks of the two types of bridges to be investigated were modeled, generating a variation in the length between supports between 30 and 45 meters. The mathematical models made are adjusted to the following lights: 30m, 35m, 40m, and 45m. The analysis involved a study of economic efficiency when comparing the cost of the bridges with each other, as well as the cost per linear meter when varying the length of the same. Said analysis, in addition to considering the economic factor, also relates the structural efficiency with the cost-functionality relation due to other factors such as topography and the difficult access that can make it complex to determine the type of configuration and bridge material to use.

**Resumen.** En el territorio colombiano, es común encontrar puentes con longitudes relativamente cortas, comparado con puentes construidos a nivel mundial. Dichos puentes pueden variar su longitud entre apoyos de 30 a 45 metros. Estas longitudes son muy grandes para puentes de concreto reforzado, y son muy cortas para algunos tipos de puentes como atirantados, postensados con viga cajón de sección variable, colgantes, etc. Por lo que, la presente investigación se centrará en el estudio de puentes de concreto postensado con viga recta a una sola luz y de acero estructural con viga recta en sección tipo I, en ambos con secciones uniformes. Para tal fin, se realizó la simulación en un software de análisis y diseño basado en métodos matriciales, con el cual, se modelaron tableros de los dos tipos de puentes a investigar, generando una variación en la longitud entre apoyos entre 30 y 45 metros. Los modelos matemáticos realizados se ajustan a las siguientes luces: 30m, 35m, 40m, 45m. El análisis conllevó un estudio de eficiencia económica al comparar el costo de los puentes entre sí, así como el costo por metro lineal al variar la longitud del mismo. Dicho análisis, además, de contemplar el factor económico, también relaciona la eficiencia estructural con la relación costo-funcionalidad debido a otros factores como la topografía y el difícil acceso que puede volver complejo la determinación del tipo de configuración y del material de puente que se debe utilizar.

## Evaluation of the Clauzel device as an energy dissipater for avalanches composed of debris flow in tropical areas

## Evaluación del dispositivo Clauzel como disipador de energía para avalanchas compuestas por flujos de detritus en zonas tropicales

N J Cely Calixto<sup>1</sup>, Y Caceres Paredes<sup>1</sup>, and BD Quintana Ortiz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Francisco de Paula Santander, San José de Cúcuta, Colombia

E-mail: [betsydaniellaqo@ufps.edu.co](mailto:betsydaniellaqo@ufps.edu.co)

**Abstract.** Avalanche flows are natural phenomena caused by erosion, detachment or instability of material deposited in the earth's mantle or crust. Its high destructive power generates high impact consequences, which is why it has been considered one of the natural disasters with the greatest destructive potential, causing alterations that in the worst cases imply human losses, as has been evidenced in the Andean areas of Peru, Colombia, Ecuador, and Venezuela, where the greatest impact has been generated. Thus, it has become a necessity to study and analyze the types of flow that threaten tropical areas, so that from their understanding it is possible to implement a dissipation system that fits their characteristics. The research project took as a reference a system of this type, called Clauzel device, which is a hydraulic infrastructure characterized by environmental, economic and performance improvement advantages of implementation, considering that its application in research has been quite limited. The function of the Clauzel device is to control the torrential flows by increasing the viscosity of the mass. This activity is achieved with the extraction of a certain amount of water and fine sediments. The decrease of the lubricating activity of the water and the smaller fraction of the transported solids generates the reduction of the flow velocity generating the demobilization of the most voluminous and heavy material, in this way, the energy of the avalanche flows is effectively dissipated, especially if it is composed of detritus or hyper-concentrated. This structure has the advantage not only of reducing the energy of the natural phenomenon but also of creating an appropriate narrow area with a simple low-cost design. In addition, it is easy to repair and maintain. Based on the above, the aim of this project is the evaluation of the Clauzel device under debris flow conditions, since debris flows are more frequent in tropical areas, with a high mortality rate and social and environmental destruction, causing strong irreversible disasters. The development of this experiment was made through mathematical models, physical modelling, and numerical analysis. Based on the parameters established for the dissipative system and the fulfilment of the similarity conditions, the energy dissipation capacity and impact reduction in the affected area were obtained.

**Resumen.** Los flujos de avalanchas son fenómenos naturales ocasionados por una erosión, un desprendimiento o la inestabilidad de un material depositado en el manto o corteza terrestre. Su alto poder destructivo genera consecuencias de alto impacto, motivo por el que se ha considerado uno de los desastres naturales con mayor potencial de destrucción, ocasionando alteraciones que involucran en el peor de los casos pérdidas humanas; como ha sido evidente en áreas Andinas de Perú, Colombia, Ecuador, y Venezuela, donde se ha generado la mayor afectación. Es así como se ha convertido en una necesidad el estudio y análisis de los tipos de flujo que amenazan zonas tropicales, de tal manera que a partir de su comprensión se logre implementar un sistema de disipación que se ajuste a sus características. El proyecto de investigación tomó como referencia un sistema de este tipo, denominado dispositivo Clauzel, que es una



# First International Seminar on Physical Infrastructure

*October 13-15, 2021  
San José de Cúcuta, Colombia*

infraestructura hidráulica caracterizada por presentar ventajas ambientales, económicas y de mejoramiento del rendimiento de implementación; considerando que su aplicación en investigación ha sido bastante limitada. La función del dispositivo Clauzel es el control de los flujos torrenciales mediante el incremento de la viscosidad de la masa, esta actividad se alcanza con la extracción de una cierta cantidad de agua y sedimentos finos. La disminución de la actividad lubricante del agua y de la fracción más pequeña de los sólidos transportados, genera la reducción de la velocidad del caudal generando la desmovilización del material más voluminoso y pesado, de esta forma, se disipa eficazmente la energía de los flujos de avalancha, especialmente si está compuesto por detritos o hiperconcentrados. Esta estructura tiene la ventaja no solo de reducir la energía del fenómeno natural sino también de crear un área estrecha apropiada y con un diseño simple de bajo costo, además, es de fácil reparación y mantenimiento. Con base en lo anterior, el presente proyecto tiene como objetivo principal la evaluación del dispositivo Clauzel bajo condiciones de flujos de detritos, ya que estos tienen mayor reincidencia en zonas tropicales, con una alta tasa de mortalidad y destrucción tanto social como ambiental, causando fuertes desastres irreversibles. El desarrollo de este experimento se realizó por medio de modelos matemáticos, modelamiento físico y análisis numérico. A partir de los parámetros establecidos para el sistema disipador y el cumplimiento de las condiciones de similitud, se obtuvo como resultado la capacidad de disipación de energía y disminución de impacto en el área de afectación.

## Structural evaluation of a reinforced beam using strain gauges

## Evaluación estructural de un viga reforzada usando galgas extensiométrica

N Afanador García<sup>1</sup>, G Guerrero Gomez<sup>2</sup>, and R J Gallardo Amaya<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Francisco de Paula Santander, San José de Cúcuta, Colombia

E-mail: rjgallardo@ufpso.edu.co

**Abstract.** In this research project, the deformations in the longitudinal and transverse reinforcing steel of a reinforced concrete beam were estimated. Additionally, the displacements in the center of the span were measured together with the loads, which generated the cracking of the beam of dimensions 180 mm × 240 mm × 3100 mm. Displacement measurements were performed using an LVDT and strain gauges were used to measure deformations. Finally, the applied load's measurements were obtained with a load cell. The physical-mechanical properties of the concrete used were determined through compressive strength tests and modulus of elasticity. For this purpose, a load-bearing frame was used to support the beam at three points for load application. The data was collected directly on the Quantum equipment, and the data was analyzed with the help of the Catman software. The maximum deformations found in the bending test at three points in the reinforced concrete beam were not greater than 11 μm/mm, presenting a failure in the center of the beam due to the creep of the tensile steel. Considering the above, the physical behavior of the reinforced concrete beam with applying a load allows evaluating and optimizing this kind of systems that are widely used in the civil engineering in the construction sector.

**Resumen.** En este proyecto de investigación se estimaron las deformaciones en el acero de refuerzo longitudinal y transversal de una viga de hormigón armado. Adicionalmente, se midieron los desplazamientos en el centro del vano junto con las cargas, lo que generó el agrietamiento de la viga de dimensiones 180 mm × 240 mm × 3100 mm. Las mediciones de desplazamiento se realizaron utilizando un LVDT y se utilizaron galgas extensiométricas para medir las deformaciones. Finalmente, las medidas de la carga aplicada se obtuvieron con una celda de carga. Las propiedades físico-mecánicas del hormigón utilizado se determinaron mediante ensayos de resistencia a la compresión y módulo de elasticidad. Para ello, se utilizó un marco de carga para soportar la viga en tres puntos para la aplicación de la carga. Los datos se recopilaron directamente en el equipo Quantum y los datos se analizaron con la ayuda del software Catman. Las deformaciones máximas encontradas en el ensayo de flexión en tres puntos de la viga de hormigón armado no fueron superiores a 11 μm / mm, presentando una rotura en el centro de la viga por fluencia del acero de tracción. Teniendo en cuenta lo anterior, el comportamiento físico de la viga de hormigón armado con la aplicación de una carga permite evaluar y optimizar este tipo de sistemas que son ampliamente utilizados en la obra civil en el sector de la construcción.



## Evaluation of the fire resistance of steel-reinforced concrete-filled steel tubular columns with a circular cross-section

## Evaluación de la resistencia al fuego de los pilares tubulares de acero rellenos de hormigón armado con sección circular

M S OrjuelaAbril<sup>1</sup>, J P RojasSuárez<sup>1</sup>, and J A PabónLeón<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Francisco de Paula Santander, San José de Cúcuta, Colombia

E-mail: jhonantuny@ufps.edu.co

**Abstract.** In the present investigation, an analysis of the fire resistance of the steel-reinforced concrete-filled steel tubular columns with circular cross-sections were carried out by means of numerical simulation. The development of the study was carried out by means of numerical simulation to predict the behavior of the column against fire. The results of the numerical model are validated by comparing the temperature levels obtained through experimental tests. From the results obtained, it is shown that the increase in the contact area between the steel and the concrete reduces the average temperature of the column, which implies a greater resistance to fire. The fire resistance of the columns with the steel profile designs are between 3.4 - 3.6 times higher compared to the column only made of concrete, which is an indication of the excellent performance of the SRFCST columns. In general, the methodology proposed in this research allows the analysis of the thermal physical phenomena of the different columns used for the construction of buildings.

**Resumen.** En la presente investigación se ha realizado un análisis de la resistencia al fuego de los pilares tubulares de acero rellenos de hormigón armado con secciones circulares mediante simulación numérica. El desarrollo del estudio se realizó mediante simulación numérica para predecir el comportamiento de la columna frente al fuego. Los resultados del modelo numérico se validan comparando los niveles de temperatura obtenidos mediante ensayos experimentales. A partir de los resultados obtenidos, se demuestra que el aumento del área de contacto entre el acero y el hormigón reduce la temperatura media de la columna, lo que implica una mayor resistencia al fuego. La resistencia al fuego de los pilares con los diseños de perfiles de acero son entre 3,4 - 3,6 veces mayores en comparación con el pilar sólo de hormigón, lo que es una indicación del excelente comportamiento de los pilares SRFCST. En general, la metodología propuesta en esta investigación permite analizar los fenómenos físico-térmicos de las diferentes columnas utilizadas para la construcción de edificios.



# First International Seminar on Physical Infrastructure

*October 13-15, 2021  
San José de Cúcuta, Colombia*

## **Advances in Materials Science and Engineering**

## Determination of the mathematical expression that describes the elastic zone of the stress-strain curve of lightweight concretes made with expanded clay

## Determinación de la expresión matemática que describe la zona elástica de la curva esfuerzo-deformación de los concretos livianos fabricados con arcilla expandida

J D Palacios Pabón<sup>1</sup>, J R Cáceres Rubio<sup>1</sup>, and M S Orjuela Abril<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Francisco de Paula Santander, San José de Cúcuta, Colombia

E-mail: sofiaorjuela@ufps.edu.co

**Abstract.** The modulus of elasticity is a property that determines the stiffness of a material. The higher the modulus of elasticity, the more rigid the material will have. Said modulus is the slope of the elastic zone of the stress-strain curve. The elastic zone is the property of the material that it has before reaching its maximum resistance. The objective of the research is to identify a mathematical expression that describes the modulus of elasticity of lightweight concretes made with thermally expanded clay. For this purpose, the lightweight concrete mixes were cast using low-density expanded clay aggregates with different unit weight properties. The density of the concretes varied between 1,373 kg / m<sup>3</sup> and 2,023 kg / m<sup>3</sup>, which was contrasted with conventional concrete of 2,250 kg / m<sup>3</sup> density. The results obtained showed a 40% decrease in the modulus of elasticity, which means that lightweight concrete has greater elasticity and therefore less rigidity, which contributes significantly to the flexibility of buildings built with said material.

**Resumen.** El módulo de elasticidad es una propiedad que determina la rigidez de un material. A mayor módulo de elasticidad mayor rigidez tendrá el material. Dicho módulo es la pendiente de la zona elástica de curva de esfuerzo-deformación. La zona elástica es la propiedad del material que tiene antes de llegar a su resistencia máxima. El objetivo de la investigación es identificar una expresión matemática que describa el módulo de elasticidad de concretos livianos fabricados con arcilla térmicamente expandida. Para este propósito, las mezclas de concreto liviano se moldearon utilizando agregados de arcilla expandida de baja densidad con diferentes propiedades de peso unitario. La densidad de los concretos varió entre 1,373 kg/m<sup>3</sup> y 2,023 kg/m<sup>3</sup>, lo cual fue contrastado con concretos convencionales de 2,250 kg/m<sup>3</sup> de densidad. Los resultados obtenidos mostraron una disminución del 40 % del módulo de elasticidad, lo que supone que el concreto liviano presenta mayor elasticidad y por ende menor rigidez, lo cual contribuye de manera significativa en la flexibilidad de las edificaciones construidas con dicho material.

## Feasibility of ceramic waste in asphalt mix

## Factibilidad del residuo cerámico en mezcla asfáltica

**J I Arias Florez<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Universidad Francisco de Paula Santander, San José de Cúcuta, Colombia

E-mail: jorgeivanarfl@ufps.edu.co

**Abstract.** The national government has been encouraging the application of the strategy to repair, reuse, and recycle construction and industrial waste to be used in the construction of infrastructure. A few years ago, the process began with the rubber grain and polymers which are technical specifications for road construction of the National Institute of Vías, INVIAS and additionally in the 2019 version, there will be a numeral motivating the use of construction and demolition waste, RCD. For this reason, the design of a hot asphalt mix has been developed, replacing 35% of stone aggregate with ceramic residue, finding that it complies with the technical construction specifications of INVIAS. The asphalt mixtures designed followed the Marshall methodology and a comparison was made of the hot modified mix to a semi-dense hot mix, finding that some technical parameters have improved their performance, while others have slightly decreased their valuation, but their decrease allows their use on highways that do not have high demands and whose use can also be attractive due to a reduction in the environmental impact generated by the deposit of tons of ceramic waste without any end use. For this reason, it is the first investigative step to consider pilot tests on tertiary or secondary roads, likewise it is proposed to continue in a second stage with greater amplitude mechanical-dynamic tests that allow confirming the use with other replacement percentages in the design of a ceramic modified hot mix asphalt.

**Resumen.** El gobierno nacional ha estado incentivando la aplicación de la estrategia la reparación, el reúso, y el reciclaje de residuos de construcción e industriales para que sean usados en la construcción de infraestructura. Hace algunos años el proceso inició con el grano de caucho y polímeros las cuales se encuentran especificaciones técnicas de construcción de carreteras del Instituto Nacional de Vías, INVIAS y adicionalmente en la versión 2019, vendrá un numeral motivando al uso de residuos de construcción y demolición, RCD. Por tal razón, se ha desarrollado el diseño de una mezcla asfáltica en caliente reemplazando 35% de agregado pétreo por residuo cerámico, encontrando que cumple con las especificaciones técnicas de construcción del INVIAS. Las mezclas asfálticas diseñadas siguieron la metodología Marshall y se realizó una comparación de la mezcla modificada en caliente una mezcla semi densa en caliente, encontrando que algunos parámetros técnicos han mejorado su desempeño, mientras que otros han disminuido levemente su valoración, pero su disminución permite su uso en carreteras que no cuentan con altas exigencias y que además su uso puede resultar atractivo por una disminución el impacto ambiental que genera el depósito de toneladas residuos cerámicos sin ningún uso final. Por tal razón, es el primer paso investigativo para considerar pruebas piloto en carreteras de orden terciario o secundario, así mismo se propone continuar en una segunda etapa con mayor amplitud ensayos de tipo mecanico-dinamicos que permitan confirmar el uso con otros porcentajes de reemplazo en el diseño de una mezcla asfáltica en caliente modificada con cerámicos.

## Geocell reinforcement - City of Cali Avenue case, Bogotá, Colombia

## Refuerzo con geoceldas - caso de éxito avenida Ciudad de Cali, Bogotá, Colombia


G Pastrana González<sup>1</sup>

<sup>1</sup>PAVCO Wavin Geosynthetics, Colombia

E-mail: gary.pastrana@wavin.com

**Abstract.** The construction of pavement on soft soils involves numerous difficulties for both designers and contractors. Although there are several conventional techniques that avoid or improve soft soils, such as removing and replacing the soil, piled embankments, and consolidation, chemical Techniques, they are not always feasible because of time, economic or execution issues. Others solutions, such as lightweight fill and planar reinforcement with geogrid and geotextile. In this option, geocell has the same ability as high-performance geogrids and geotextiles to improve the soil bearing capacity. In fact, geocell has additional advantages because of its form, which makes it far superior to other types of intervention regarding reinforced soil performance. The geosynthetics most used to reinforce soft subgrade are Geotextiles geogrids and Geocell. However, we will talk about Geocell that is credited to different mechanisms, working together to develop improved bearing capacity in soft soils. First, we must define some design parameters for the reinforcement. Due to the three-dimensional structure, the Geocell can provide lateral confinement to soil particles within cells, as shown in Figure b. The Geocell provides vertical confinement in two ways: (1) friction between the fill material and the Geocell wall and (2) the granular material reinforced with the Geocell acts as a deaden to prevent the soil from shifting lateral top side out of load area. A stabilization structure consists of a layer of unbound aggregate (referred to as “aggregate layer” or “aggregate base”) resting on the subgrade soil and subjected to traffic by vehicles on wheels, The CBR is less than 3% and with this layer is looking for higher the CBR more than 3%. Subgrade bearing capacity. The subgrade resistance in this method is the bearing capacity of unreinforced soil, which can be determined by various methods such as empirical results, bearing capacity equations (Terzaghi, Vesic, Meyerhof) and site load tests. In the present methodology, Terzaghi’s method was used to determine the bearing capacity of the subgrade soil. The parameters used are Cohesion, friction angle, unit weight subgrade soil. The confinement effect improvement depends directly on the load magnitude, the fill material, the material itself and the geocell pocket dimensions. finally, the parameters related to infill material are also important. Cohesion and friction angle, unit weight, infill material.

**Resumen.** La construcción de pavimentos sobre suelos blandos entraña numerosas dificultades tanto para los proyectistas como para los contratistas. Aunque existen varias técnicas convencionales que evitan o mejoran los suelos blandos, como la remoción y sustitución del suelo, los terraplenes confinados y la consolidación, las técnicas químicas, no siempre son viables por cuestiones de tiempo, económicas o de ejecución. Otras soluciones, como los rellenos ligeros y el refuerzo planar con geomalla y geotextil. En esta opción, la geocelda tiene la misma capacidad que las geomallas y los geotextiles de alto rendimiento para mejorar la capacidad portante del suelo. De hecho, la geocelda tiene ventajas adicionales por su forma, lo que la hace muy superior a otros tipos de intervención en cuanto al rendimiento del suelo reforzado. Los geosintéticos más utilizados para reforzar las subrasantes blandas son las geomallas geotextiles y la geocelda. Sin embargo, vamos a hablar de Geoceldas que se atribuye a diferentes mecanismos, trabajando



# First International Seminar on Physical Infrastructure

*October 13-15, 2021  
San José de Cúcuta, Colombia*

juntos para desarrollar una mejor capacidad de soporte en suelos blandos. En primer lugar, tenemos que definir algunos parámetros de diseño para el refuerzo. Debido a su estructura tridimensional, la Geocelda puede proporcionar confinamiento lateral a las partículas del suelo dentro de las celdas, como se muestra en la figura b. La Geocelda proporciona confinamiento vertical de dos maneras: (1) la fricción entre el material de relleno y la pared de la Geocelda y (2) el material granular reforzado con la Geocelda actúa como amortiguador para evitar que el suelo se desplace lateralmente hacia arriba fuera de la zona de carga. Una estructura de estabilización consiste en una capa de áridos no ligados (denominada "capa de áridos" o "base de áridos") que descansa sobre el suelo de la subrasante y que está sometida al tráfico de vehículos sobre ruedas, El CBR es inferior al 3% y con esta capa se busca elevar el CBR más del 3%. Capacidad portante de la subrasante. La resistencia de la subrasante en este método es la capacidad portante del suelo no reforzado, que puede ser determinada por varios métodos como resultados empíricos, ecuaciones de capacidad portante (Terzaghi, Vesic, Meyerhof) y pruebas de carga en el sitio. En la presente metodología, se utilizó el método de Terzaghi para determinar la capacidad portante del suelo de la subrasante. Los parámetros utilizados son: cohesión, ángulo de fricción y peso unitario del suelo de la subrasante. La mejora del efecto de confinamiento depende directamente de la magnitud de la carga, del material de relleno, del propio material y de las dimensiones de la bolsa de la geocelda. finalmente, los parámetros relacionados con el material de relleno también son importantes. Cohesión y ángulo de fricción, peso unitario, material de relleno.

A grayscale photograph of a construction site featuring several large cranes and structural steel frameworks. The image is partially obscured by a red geometric shape in the top-left corner and a semi-transparent grid pattern.

# First International Seminar on Physical Infrastructure

*October 13-15, 2021  
San José de Cúcuta, Colombia*

## **Physical-Mathematical Modelling**

## Software tool for modeling dynamic systems of a mechanical type

## Herramienta de software para modelar sistemas dinámicos de tipo mecánico

J S Becerra Nova<sup>1</sup>, M T Mancipe Silva<sup>1</sup>, and J E Quiroga Mendez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia

E-mail: jabib@uis.edu.co

**Abstract.** In the course of the century, engineering has presented an accelerated evolution thanks to advances in computing, design tools such as SolidWorks and ANSYS, allow to eliminate design times and perform simulations of complex systems, thus reducing costs in prototypes; this project seeks to contribute to this development by providing a tool that facilitates the mathematical modeling of mechanical dynamic systems, based on the Euler-Lagrange method.

**Resumen.** En el transcurso del siglo, la ingeniería ha presentado una evolución acelerada gracias a los avances en computación, herramientas de diseño como SolidWorks y ANSYS, permiten eliminar tiempos de diseño y realizar simulaciones de sistemas complejos, reduciendo así costos en prototipos; este proyecto busca contribuir con este desarrollo aportando una herramienta, que facilita el modelamiento matemático de sistemas dinámicos de tipo mecánico, basándose en el método de Euler-Lagrange.



## Service quality assessment in air trips: a structural equation modeling approach

## Evaluación de la calidad del servicio en viajes aéreos: un enfoque de modelación de ecuaciones estructurales

C Muñoz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia

E-mail: claudia.munoz1@udea.edu.co

**Abstract.** A new scale for assessing traveler experience in air trips is proposed. Here, passenger experience is measured through travelers' perception of service quality, considering it as a chain of services. The new scale is called air travel service quality (ATSQ). It considers three service quality stages: departure airport service, airline service, and arrival airport service. This research applies the ATSQ scale to examine service quality in domestic travels in a Colombian context. Given that traveler's experience plays a crucial role in determining passenger satisfaction, a structural equation model was applied to examine the relationship between service quality stages, customer satisfaction, and behavioral intentions. Adding the passengers' perception of the arrival airport to the integrated service quality measurement is considering one of the main contributions of this study. The finding of this research confirmed that all three stages of air travel service have a significant, positive effect on passenger satisfaction. The scale found in this research should provide useful information for developing effective operational and marketing strategies for the air travel market. In this way, airports and airlines could better understand how traveler's perception of service quality may affect each choice related to which departure airport, airline, and arrival airport combination to choose from.

**Resumen.** En esta investigación se propone una nueva escala para evaluar la experiencia del pasajero en viajes aéreos. Aquí, la experiencia del pasajero se mide a través de la percepción de los viajeros sobre la calidad del servicio, considerándola como una cadena de servicios. La nueva escala encontrada se denomina calidad del servicio de transporte aéreo (ATSQ) y esta considera tres etapas de la calidad del servicio: servicio del aeropuerto de salida, servicio de la aerolínea y servicio del aeropuerto de llegada. Esta investigación aplica la escala ATSQ para examinar la calidad del servicio en viajes domésticos en un contexto colombiano. Dado que la experiencia del viajero juega un papel crucial en la determinación de la satisfacción del pasajero, se aplicó un modelo de ecuaciones estructurales para examinar la relación entre las etapas de calidad del servicio, la satisfacción del viajero y la lealtad de los pasajeros. Una de las principales contribuciones de este estudio fue la inclusión de la percepción de los pasajeros sobre el aeropuerto de llegada en la medición integrada de la calidad del servicio. El hallazgo de esta investigación confirmó que las tres etapas del servicio de transporte aéreo tienen un efecto positivo y significativo en la satisfacción de los pasajeros. La escala encontrada en esta investigación debería proporcionar información útil para desarrollar estrategias operativas y de marketing efectivas para el mercado de viajes aéreos. De esta manera, los aeropuertos y las aerolíneas podrían comprender mejor cómo la percepción de los viajeros sobre la calidad del servicio puede afectar cada elección relacionada con qué combinación de aeropuerto de salida, aerolínea y aeropuerto de llegada elegir.



# International Seminar on Physical Infrastructure

## Sponsors



## Partners

