

VOCACIONES CIENTÍFICAS en integración
UNIVERSIDAD - ESCUELA - SOCIEDAD



INGENIERÍA CIVIL PARA JÓVENES



VOCACIONES CIENTÍFICAS EN INTEGRACIÓN
UNIVERSIDAD - ESCUELA - SOCIEDAD

INGENIERÍA CIVIL PARA JÓVENES

© Universidad Santo Tomás, Sede Villavicencio, 2021

Facultad de Ingeniería Civil

© Óscar Felipe Sáenz Pardo, Ángel Arturo Rincón Suárez, Joe Alexander Martínez Gómez, Brayan Felipe Benítez Rocha, Juan Manuel Salgado Díaz, Jessica María Ramírez Cuello

© Joe Alexander Martínez Gómez, Manuel Eduardo Herrera Pavón, María Carolina Suárez Sandoval, Jorge Enrique Ramírez Martínez (editores académicos)

Ediciones USTA

Carrera 9 n.º 51-11

Bogotá, D. C., Colombia

Teléfono: (+571) 587 8797 ext. 2991

editorial@usantotomas.edu.co

Carrera 22 con calle 1 vía Puerto López

Villavicencio, Meta. Colombia

Teléfono: (57-8) 6784260, ext. 4077

coord.editorialvillavo@usantotomas.edu.co

<http://www.ediciones.usta.edu.co>

<https://www.ustavillavicencio.edu.co/investigacion-publicaciones>

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS,

SEDE DE VILLAVICENCIO

VICERRECTORÍA ACADÉMICA

**DIRECTOR DIRECCIÓN INVESTIGACIÓN
E INNOVACIÓN**

Jorge Enrique Ramírez Martínez

COORDINACIÓN EDITORIAL

María Carolina Suárez Sandoval

CORRECCIÓN DE ESTILO

Juan Carlos Velásquez

DISEÑO DE COLECCIÓN Y CUBIERTA

Yully Paola Cortés Hernández

DIAGRAMACIÓN

Yully Paola Cortés Hernández

El material fotográfico es propiedad de la
Universidad Santo Tomás, Sede de Villavicencio

Hecho el depósito que establece la ley
e-ISBN: 978-958-782-477-3
Primera edición, 2021

Esta obra tiene una versión de acceso abierto
disponible en el Repositorio Institucional de la
Universidad Santo Tomás:
<https://repository.usta.edu.co/>

Todos los derechos reservados

*Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta
obra, por cualquier medio, sin la autorización previa
por escrito de los titulares.*

CONTENIDO

Glosario	4
Introducción	6
EJE TEMÁTICO	
Administración	
TALLER 1.	
Gerencia de proyecto de obra civil en el aula	8
TALLER 2.	
Ubicación espacial	13
EJE TEMÁTICO	
Estructuras	
TALLER 3.	
Identificación de tipos de falla en el concreto a compresión a partir de fotografías	18
TALLER 4.	
Vigas de papel. La forma de ser es lo que importa	24
TALLER 5.	
Soplo y soplo, pero el edificio resiste	29
TALLER 6.	
Estabilidad estructural.....	33
TALLER 7.	
Cimentación de edificaciones simples. Dime sobre qué te apoyas y te diré cuánto te hundes.....	36
EJE TEMÁTICO	
Suelos y geotecnia	
TALLER 8.	
Análisis de respuesta de soporte de edificios frente a sismos	49
TALLER 9.	
Dime lo que pisas y te diré si resiste tu peso	56
TALLER 10.	
Estructura de pavimento	67
Sobre los autores	72

GLOSARIO

A

AHUELLAMIENTO: efecto del tránsito sobre el suelo que consiste en marcar una huella o surco.

B

BASE DE UN PILOTE: es el plano inferior del pilote o proyección en planta de toda o parte de la punta, y que habitualmente se denomina "punta".

BASE GRANULAR: capa del pavimento que aporta economía y resistencia a la estructura, compuesto por triturado, arena y material fino.

C

CALZADA: parte de la vía destinada al tránsito vehicular, conformada por uno o más carriles.

CARPETA ASFÁLTICA: capa de rodadura del pavimento flexible, compacta y compuesta por agregados pétreos y asfalto.

CIMENTACIÓN: parte de la estructura de una edificación que estando en contacto con el suelo es capaz de transmitir al suelo el peso de la edificación y todo lo que la ocupa.

CIMENTACIONES PROFUNDAS: cimentación pensada para solucionar la transmisión de cargas a los sustratos más resistentes del suelo.

COMPACTACIÓN: acción de reducir el volumen del suelo mediante la aplicación de energía o presión de manera que se reducen los espacios entre las partículas:

CONCRETO: mezcla de agregado fino (arena), agregado grueso (grava), cemento, agua, aire y aditivos que conforma una masa capaz de soportar esfuerzos de compresión.

COORDENADAS: magnitudes que aclaran la posición de algo y facilitan su análisis.

COTA: es el nombre que se le da a la elevación conocida, por lo general se determina como el valor de elevación.

CURVAS DE NIVEL: una curva de nivel es una línea dibujada que une puntos de igual altura. En un plano o mapa estas líneas representan las curvas de nivel trazadas y marcadas en el terreno. En topografía, las curvas permiten representar las características topográficas tridimensionales de un terreno, en un plano o mapa de dos dimensiones.

E

ELEVACIÓN: distancia vertical sobre (o por debajo) del geode o del nivel medio del mar o de un punto de referencia fijo. El término hace referencia a puntos sobre la superficie de la tierra.

ESCALA: es la representación de un terreno un espacio más reducido, por lo general los planos poseen una escala que indica que una medida en el plano es una representación de una medida real en el campo.

ESFUERZO: fuerza sobre el área. Fuerza aplicada dividida entre el área en la que se aplica, en un elemento estructural o en una partícula de suelo, es una medida de la cantidad de fuerza que es capaz de resistir.

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO: capas de diferentes materiales superpuestos capaces de soportar las cargas vehiculares y los cambios climáticos.

F

FALLA DE UN MATERIAL: puede ocurrir por uno o más mecanismos, incluyendo daño de superficies, tales como corrosión o desgaste; deformación plástica, y fractura. Se dice que el material ha fallado cuando ha dejado de cumplir el uso al que se contempla.

FUSTE DE UN PILOTE: parte del pilote en contacto con el suelo, mientras que la altura libre es la longitud de la parte que emerge del suelo.

G

GERENCIA: acciones o personas que coordinan y gestionan un proyecto u organización.

GRUPO DE PILOTES: conjunto de pilotes suficientemente próximos para interactuar entre sí o unidos mediante elementos estructurales.

L

LUZ DE UNA VIGA: distancia entre los puntos en donde se apoya.

M

MEZCLA ASFÁLTICA: combinación de agregados pétreos y asfalto.

MICROPILOTES: son aquellos compuestos por una armadura metálica formada por tubos, barras o perfiles.

P

PAVIMENTO: superficie artificial y dura que se instala para favorecer el tránsito de vehículos sobre una vía.

PILOTE AISLADO: es un pilote alejado suficientemente de otros para no interactuar con aquellos.

PILOTES ROSCADOS: son una tecnología de cimentación y se pueden considerar para cualquier uso que requiere una cimentación o apoyo.

S

SISMO: fenómeno natural que consiste en una sacudida de la superficie terrestre, producida por el movimiento de las capas interiores de la Tierra.

SUBBASE GRANULAR: capa de transición, que aporta economía y disminuye deformaciones, resistencia y drenaje a la estructura de pavimento.

SUBRASANTE: suelo natural o fundación de la estructura del pavimento.

SUELOS FINOS: son aquellos suelos en los que el tamaño predominante (más del 50 %) es igual o inferior a 0,075 mm (pasan por el tamiz 200 ASTM).

T

TRÁNSITO: actividad de vehículos que pasan por una vía.

V

VEHÍCULOS COMERCIALES: carga pesada que transita por una vía, se pueden considerar los buses y camiones.

VIBRACIÓN DEL SUELO: propagación de ondas elásticas produciendo deformaciones y tensiones sobre un medio continuo.

VIDA ÚTIL: tiempo en el que la vía o estructura debe funcionar correctamente sin ofrecer mayores dificultades a los usuarios.

Z

ZONAS PILOTADAS: son pilotes de escasa capacidad portante individual, regularmente espaciados o situados en puntos estratégicos.



INTRODUCCIÓN

La ingeniería civil es una profesión indispensable para el desarrollo de una nación, que los estudiantes de últimos años de colegio tengan la posibilidad de conocer en verdadera magnitud el quehacer del ingeniero civil es importante, no solo para ubicar y potenciar vocaciones y talentos, si no para utilizar los conceptos y herramientas de la ingeniería civil en la formación de nuevos bachilleres, de manera que la sociedad en conjunto logre entender la importancia y valor de esta profesión.

Los ingenieros civiles son profesionales que utilizan conocimientos prácticos de ciencias básicas, computación, administración y humanidades, entre otras disciplinas, para planear, construir y operar las obras civiles que se necesitan para el desarrollo del país y sus regiones; los problemas que la ingeniería civil busca resolver están relacionados con los tipos de obras civiles que se requieren para mejorar el nivel de vida de las comunidades; es por esto que los núcleos problemáticos emergentes del Programa de Ingeniería Civil en la USTA Villavicencio son:

- » Recursos hídricos
- » Estructuras
- » Suelos y geotecnia
- » Vías y transporte
- » Administración

A continuación, se referencian los talleres, agrupados de acuerdo con el núcleo problemático, se identifica el tiempo que se estima para el desarrollo de cada uno y en qué grados puede ser aplicada la actividad, al igual que los conocimientos previos que los estudiantes deben tener para el desarrollo exitoso del ejercicio planteado.



**EJE
TEMÁTICO**

ADMINISTRACIÓN

- ▶ **TALLER 1.**
GERENCIA DE PROYECTO DE OBRA CIVIL
EN EL AULA
- ▶ **TALLER 2.**
UBICACIÓN ESPACIAL

AUTOR

Óscar Felipe Sáenz Pardo

TALLER 1.

GERENCIA DE PROYECTO DE OBRA CIVIL EN EL AULA

► OBJETIVO GENERAL

Conocer mediante un taller de aplicación, los fundamentos básicos de la gerencia de proyectos de ingeniería civil.

► OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer que todo proyecto de ingeniería civil cuenta con recursos, tiempo y capital limitados.
- Aplicar habilidades gerenciales en el desarrollo de un proyecto simple.
- Trabajar sobre las limitantes que tiene un proyecto.

Aportes

El estudiante que realice el taller se introduce en el mundo de los proyectos de obras civiles, aplicando conceptos de liderazgo y formulación de proyectos. Al finalizar, comprenderá el ciclo de vida de un proyecto y conocerá algunas de las actividades que hacen parte en la construcción de una obra civil.

El taller por desarrollar involucra tres etapas de todo proyecto de obra civil: la planificación, la ejecución (construcción) y la operación. Durante este, se deberá gestionar recursos y personal a través de un líder de proyecto, quien será elegido por sus compañeros de acuerdo con sus habilidades gerenciales.

El trabajo en equipo es fundamental, los equipos serán formados al azar teniendo en cuenta que cada persona tiene habilidades y dificultades distintas. Los estudiantes aprenderán a lidiar con diferentes pensamientos, visiones, enfoques y formas de realizar labores asignadas.

Comprender

A continuación, se presentan los conceptos que debe tener el estudiante para el desarrollo del taller:

¿Qué es un proyecto?

Conjunto de acciones planificadas que se desarrollan a través de la coordinación de sucesos interrelacionados, haciendo frente a desafíos, predecibles o no; requiere de un esfuerzo temporal, mediante la asignación de recursos (físicos, humanos, entre otros) en un periodo de tiempo limitado, para obtener objetivos propuestos, resolver problemas o necesidades de una comunidad, sin contravenir las normas y buenas prácticas.

¿Cuáles son las partes de un proyecto?

Finalidad, objetivo, beneficiarios, producto o servicio, actividades, cronograma, recursos disponibles, presupuesto y resultados.



Administración



60 minutos



9.º a 11.º



Representación gráfica, equilibrio físico, manualidades, división del trabajo, trabajo en equipo





¿Qué hace exitoso a un proyecto?

- » Elegir bien su equipo de trabajo.
- » Tener claras las metas.
- » Planificación.
- » Adecuado manejo de los riesgos.

¿Qué hace que fracase un proyecto?

- » Falta de comunicación.
- » Inadecuado manejo de riesgos.
- » Falta de seguimiento y control.

¿En qué etapas se puede dividir el ciclo de vida de un proyecto?

Aunque muchos autores difieren, el ciclo de vida de un proyecto depende de su naturaleza. En toda obra civil tendremos 4 etapas:

- » Definición.
- » Planeación.
- » Ejecución o construcción.
- » Entrega y operación.

¿Qué habilidades debe tener el líder de proyecto?

Debe saber trabajar en equipo, ser la fuente de motivación del grupo, permitir canales de comunicación y generar una influencia positiva en todos los integrantes. Debe ser una influencia positiva, que tome decisiones por riesgos no

planificados a través de su experiencia. Debe generar confianza, saber negociar y solucionar conflictos. Debe ser el encargado de proporcionar orientación.

Hacer, obrar

El estudiante planea y ejecuta un proyecto a escala, que consiste en realizar una torre de pitillos lo más alta posible, similar a la que se muestra en la figura 1. Los principios de la formulación de proyectos son aplicables dentro de la cotidianidad. Cada acción que se emprende se puede considerar como un proyecto. Iniciar un negocio, ampliar una casa, colocar un cercado, estudiar una carrera universitaria; todos son proyectos que el estudiante debe analizar como parte de su vida, en los que aplicará los principios básicos que se espera aprenda en el presente taller.

Comunicar

En una de las etapas del taller los estudiantes deben sustentar lo realizado. El objetivo final es que entre quienes realizan la actividad puedan concluir, a través del proceso realizado, qué factores considerarán determinantes para el éxito y fracaso de cada proyecto.

Núcleo problémico

El déficit en la planeación, diseño, construcción, mantenimiento, administración y gestión de obras civiles suscita su estudio desde la perspectiva de una ingeniería sostenible que brinde soluciones y transforme la sociedad y el territorio.



FIGURA 1. Torre realizada con pitillos y cinta pegante

Fuente: elaboración propia.

Colombia es un país con una economía emergente, cuyo producto interno bruto crece cada año impulsado por el sector de infraestructura. La sociedad colombiana requiere profesionales altamente capacitados para hacer parte de las principales obras de infraestructura que se realizan y se planea realizar en los próximos años. Profesionales que se

involucren en la formulación de proyectos, realización de diseños, construcción y operación de las grandes estructuras que impulsarán el desarrollo del país. Así como profesionales que formulen y dirijan desde el sector público y privado las obras adelantadas por alcaldías, gobernaciones, entidades territoriales, empresas privadas y organizaciones no gubernamentales (ONG).

Serán los ingenieros civiles los llamados a gestionar los recursos de infraestructura del país en los próximos años, y tendrán la responsabilidad de garantizar la correcta ejecución de las obras. El estudiante inicia el recorrido con un modelo a escala de una torre, realizado en pitillo, como se muestra en la **FIGURA 1**.

Actividad

Pasos por seguir

1. Se realizan grupos de 5 o 6 integrantes, dependiendo el número.
2. Se eligen dentro del grupo los siguientes roles:
 - Líder de proyecto
 - Planificadores y diseñadores (puede ser 1 o 2)
 - Constructores (puede ser 1 o 2)
 - Operadores (puede ser 1 o 2)
3. Se dispone de los siguientes tiempos para la realización del proyecto.



MATERIALES

- 20 pitillos
- Tijeras
- Rollo de cinta pegante
- Lápiz
- Hojas de papel
- Cronómetro
- Cinta métrica

Dimensiones de los pitillos y tamaño de la cinta se ven en la figura 2.



FIGURA 2. Materiales: pitillos, tijeras, cinta pegante y cinta métrica

Fuente: elaboración propia.



- **10 MINUTOS:** realización de acta de inicio de proyecto que incluya nombres y roles. El proyecto consiste en construir solamente con cinta pegante y 20 pitillos una torre que debe ser lo más alta posible, y debe mantenerse estable durante 1 minuto. Solamente se puede fijar en el piso.
- **20 MINUTOS:** planificación del proyecto, en este proceso la responsabilidad recae en el planificador y diseñador, quienes deben presentar las alternativas de construcción para la torre hecha de pitillos y cinta que alcance la mayor altura posible. Se recomienda que cada diseñador presente un bosquejo en lápiz de la torre por construir. Los demás roles pueden aconsejar durante la planificación, pero la responsabilidad de esta etapa se encuentra en los planificadores y diseñadores.

- **30 MINUTOS:** construcción de la torre hecha de pitillos. Estará a cargo del equipo de constructores. Deben seguir el diseño escogido. De haber modificaciones, el líder de proyecto debe realizar un acta justificando los cambios.
- **MINUTOS FINALES:** cada uno de los líderes dispone de 3 minutos para sustentar el diseño y la construcción de su torre, así como los cambios realizados. Durante estos 3 minutos los operadores deben garantizar que la torre se sostenga sola durante 15 segundos seguidos, como se muestra en la **FIGURA 3**.

Todos los estudiantes deben participar en todas las etapas. Aunque cada actividad tiene un responsable.



FIGURA 2. Torre en equilibrio

Fuente: elaboración propia.

4. Elección de la mejor torre: será la que más altura alcance, medida desde una superficie plana hasta su parte más alta.

Resultados

- **RESULTADOS OBTENIDOS:** 3 minutos en los que se sustenta el diseño ante el grupo, las modificaciones realizadas durante la construcción, y se intenta que la torre se sostenga sola durante 1 minuto.
- **ANÁLISIS DE RESULTADOS:** a través de las experiencias se buscará concluir si fue el mejor proceso gerencial el que tuvo éxito, y qué factores fueron identificados en el éxito y fracaso de cada grupo.
- **COMUNICACIÓN DE RESULTADOS:** se identifican las acciones que llevaron al éxito y fracaso de cada proyecto y se realiza un listado.

Resultados de aprendizaje

Al finalizar el taller el estudiante debe entender cualquier proyecto como un conjunto de etapas. Cada una tiene influencia real sobre los tiempos y costos del proyecto. Siendo la fase de planeación el momento en el que mayor se tiene influencia en los costos y tiempos de construcción, y en la que menos capital humano y dinero se invierte. El estudiante también debe tener claro que en el periodo de construcción se pone a disposición la mayor parte del capital humano y de dinero. Durante la construcción, cualquier cambio representa un costo elevado, atrasos en los tiempos de ejecución y posibles errores en las entregas finales, a causa del escaso tiempo para corregir problemas.



AUTOR

Óscar Felipe Sáenz Pardo

TALLER 2.

UBICACIÓN ESPACIAL

► OBJETIVO GENERAL

Entender que la ubicación de puntos en el espacio es fundamental en la creación de modelos matemáticos aplicados a la realidad.

► OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar el sistema cartesiano en 3 dimensiones.
- Practicar la ubicación espacial de puntos.
- Entender cómo se aplica la ubicación espacial en algunos modelos matemáticos.

Aportes

El estudiante que realice el taller entiende que la ubicación espacial es fundamental para realizar modelos matemáticos aplicados a la realidad.

Toda edificación debe ser modelada en software computacional para conocer sus particularidades y obtener cantidades y ubicación de materiales necesarios para cumplimiento de normas de diseño arquitectónico, estructural, hidráulico, sanitario y demás redes y diseños.

El taller involucra tres partes. En la primera etapa se explica el sistema cartesiano y la ubicación espacial de un punto mediante coordenadas de la forma (x, y, z) . En la segunda fase se asigna a cada grupo una imagen, de la cual deben determinar coordenadas de algunos puntos. En la tercera parte se sustenta y se debate el resultado obtenido por cada grupo.

Comprender

A continuación, se presentan los conceptos que debe tener el estudiante para el desarrollo del taller:

En la **FIGURA 4** se presenta una tabla que está acoplada a una a pared y se sostiene de dos cables. Se define un sistema de coordenadas x, y, z que tiene su origen $(0,0,0)$ en el punto O. Se requiere conocer la coordenada de punto A. En el sistema de coordenadas.

Se traza una línea roja que equivale a la distancia que se debe recorrer en x para llegar desde O hasta A. Como la distancia señalada va en sentido contrario al eje x , la coordenada en x tiene un valor de -40 in. Luego se traza una línea azul equivalente a la distancia en y . Para ir desde O hasta A, en y se deben recorrer 45 in en sentido positivo de y , por lo tanto, la coordenada en y tiene un valor de 45 in. Finalmente, para ir desde O hasta A no hay que recorrer distancias en sentido z , por lo tanto, la coordenada en z tiene un valor de 0. Por lo anterior la coordenada del punto A es $(-40, 45, 0)$.

Observando diferentes imágenes, aplicando aritmética y trigonometría, el estudiante debe ser capaz de obtener coordenadas de cualquier punto con respecto a un sistema de coordenadas x, y, z predefinido. En el caso anterior, ¿cuáles son las coordenadas del punto B y C?



Administración



60 minutos



10º a 11º



Representación gráfica, plano cartesiano, ubicación espacial

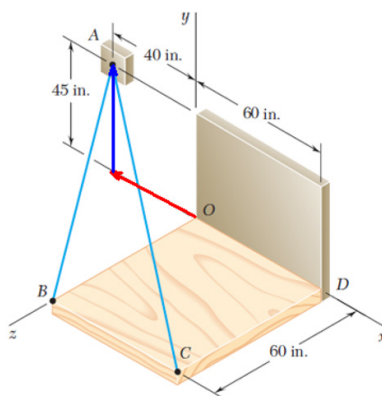


FIGURA 4. Coordenadas del punto A

Fuente: BEER (2010)

Hacer, obrar

El estudiante debe apropiarse de la teoría y luego en las imágenes determinar las coordenadas de los puntos que sean indicados. Se concederá tiempo de repasar y, si es necesario, dibujar una ruta con distancias en x , y y z , desde un punto a otro.

Comunicar

Al terminar el taller se tiene una perspectiva diferente en cuanto a la ubicación de puntos en el espacio. El estudiante puede otorgar a los objetos coordenadas respecto a un punto de referencia y compartirá con los demás su punto de vista.

Definición del núcleo problemático en el cual se enmarca

Núcleo problemático

El déficit en la planeación, diseño, construcción, mantenimiento, administración y gestión de obras civiles suscita su estudio desde la perspectiva de una ingeniería sostenible, que brinde soluciones y transforme la sociedad y el territorio.

Poder identificar la ubicación de un punto es la base sólida para que el futuro ingeniero pueda asignar a cada lugar una referencia. Será de gran ayuda encajar los componentes de cualquier proyecto dentro del campo tridimensional, lo que ayudará en la administración y gestión de obras civiles.

Esta parte de la actividad culmina cuando cada estudiante en su cuadrícula escribe un mensaje que promueva su desarrollo personal y se proponga una meta. Se debe cuidar que los compañeros no rayen la cuadrícula de otros o que dañen los pliegos de otros grupos.



MATERIALES

- 3 imágenes impresas por cada grupo (figura 5, 6 y 7)
- Esfero

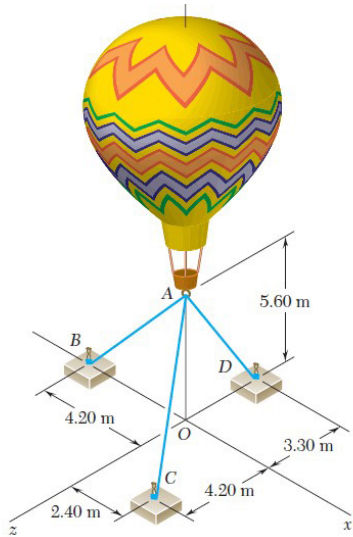


FIGURA 5. Imagen 1 taller
Fuente: BEER (2010).

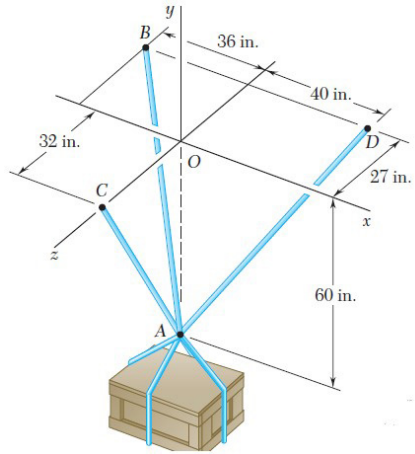


FIGURA 6. Imagen 2 taller
Fuente: BEER (2010).

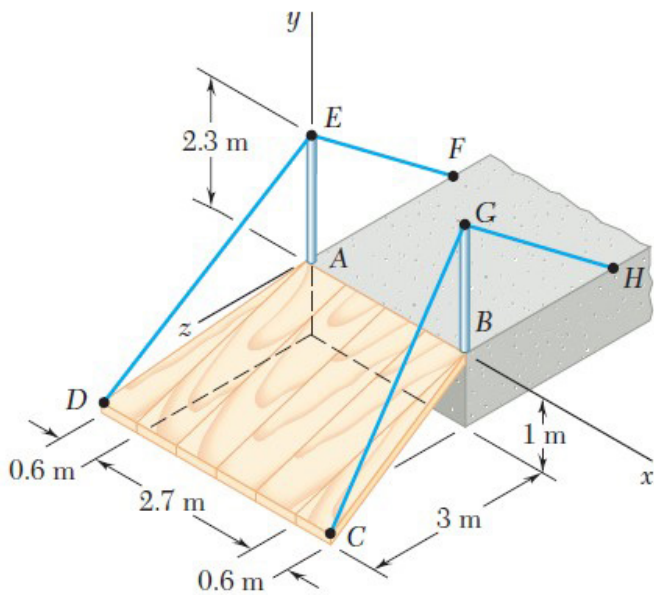


FIGURA 7. Imagen 3 taller
Fuente: BEER (2010).



Descripción de la actividad

Pasos por seguir

1. A cada grupo de estudiantes se les otorga 3 imágenes.
2. Cada grupo debe identificar las coordenadas (x, y, z) de los puntos A, B y C.
3. Entre todos los grupos socializan las coordenadas encontradas.

Resultados

- **RESULTADOS OBTENIDOS:** al finalizar la actividad y luego de debatirse ante el curso, se deben tener definidas las coordenadas de todos los puntos en todas las imágenes.
- **ANÁLISIS DE RESULTADOS:** se busca que los grupos que hayan cometido algún error sean conscientes de este.
- **COMUNICACIÓN DE RESULTADOS:** se realizará una tabla que muestre los

resultados de las 3 imágenes. Cada grupo debe explicar un ejemplo acerca de cómo usar las coordenadas cartesianas en la cotidianidad.

Resultados de aprendizaje

El sistema cartesiano es la referencia espacial para ubicar un punto en el espacio, permite asignar el atributo de su ubicación en el espacio en cualquier software cotidiano. Para que un estudiante pueda utilizar y verificar resultados de manera adecuada en software de dibujo, modelado o diseño, debe ubicar puntos con respecto a un origen en un sistema de coordenadas. Al finalizar el taller, el estudiante reforzará su concepción de la ubicación espacial.

Referencias

BEER. (2010). *Mecánica vectorial para ingenieros, Estática*. McGraw-Hill.



ESTRUCTURAS

- ▶ **TALLER 3.**
**IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE FALLA EN
EL CONCRETO A COMPRESIÓN A PARTIR DE
FOTOGRAFÍAS**
- ▶ **TALLER 4.**
**VIGAS DE PAPEL. LA FORMA DE SER ES LO QUE
IMPORTA**
- ▶ **TALLER 5.**
SOPLO Y SOPLO, PERO EL EDIFICIO RESISTE
- ▶ **TALLER 6.**
ESTABILIDAD ESTRUCTURAL
- ▶ **TALLER 7.**
**CIMENTACIÓN DE EDIFICACIONES SIMPLES.
DIME SOBRE QUÉ TE APOYAS Y TE DIRÉ CUÁNTO
TE HUNDES**

AUTOR

Óscar Felipe Sáenz Pardo.



Estructuras



60 minutos



9º a 11º



Interpretación de tablas y figuras

TALLER 3.

IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE FALLA EN EL CONCRETO A COMPRESIÓN A PARTIR DE FOTOGRAFÍAS

► OBJETIVO GENERAL

Conocer mediante un trabajo de aplicación, las formas en las que generalmente se fracturan los cilindros de concreto sometidos a compresión.

► OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar mediante esquemas los tipos de fracturas en cilindros sometidos a compresión.
- Explicar qué es la resistencia a la compresión del concreto.
- Conocer que el concreto es el material más utilizado en el mundo para soportar esfuerzo de compresión.

El taller involucra dos etapas. En la primera se explica por qué el concreto se somete a compresión, la necesidad de determinar la resistencia a la compresión y la importancia que tiene como material de ingeniería. Finalmente, se explica cómo reconocer el tipo de fractura que presenta el concreto cuando falla. En la segunda fase se formarán grupos de trabajo; a cada uno se le darán varias fotografías en las que debe identificar el tipo de fractura que el concreto presentó. Luego se hará una mesa redonda de discusión de resultados entre los grupos.

Comprender

A continuación, se presentan los conceptos que debe conocer el estudiante para el desarrollo del taller:

Todo material puede ser sometido a las siguientes acciones:

- ⌘ Compresión
- ⌘ Tensión
- ⌘ Cortante

Aportes

El estudiante que realice el taller está en capacidad de explicar que los materiales resisten cargas de compresión hasta llegar a la falla o fractura, e identificará el material más utilizado en el mundo para soportar la compresión: el concreto. Entenderá que en el diseño es fundamental realizar experimentos que permitan determinar y rectificar la resistencia que va a ser utilizada en el diseño estructural de edificaciones.

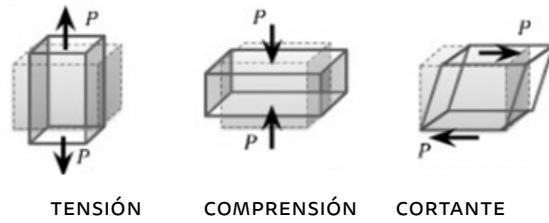


FIGURA 8. Tensión, compresión y cortante

Fuente: elaboración propia.

Dependiendo de la forma de aplicación de las cargas, el material puede también tener una combinación de esos esfuerzos.

El concreto común es la combinación de cemento, agua, arena, grava y aire. El cemento en contacto con el agua mediante una reacción química genera una masa dura que se adhiere a la arena y a la grava. Por lo anterior, se forma una matriz de materiales que de mayor a menor tamaño serían: grava, arena y cemento endurecido. Esta matriz es el concreto. En la FIGURA 9 se muestra la grava (rocas), la arena (triángulos) y el cemento (puntos), conformando la matriz.

Como la adherencia entre la grava, la arena y el cemento endurecido no es muy fuerte, el concreto no podrá soportar esfuerzos de tensión y cortante, ya que estos separan fácilmente la matriz y producen fracturas. El concreto será entonces el material por excelencia para soportar esfuerzos de compresión, y es utilizado no solo por esta característica física; también porque todos los materiales que lo componen son de fácil consecución en cualquier lugar del mundo.

Cuando se producen esfuerzos de compresión no es necesario evaluar la adherencia entre los componentes del concreto, ya que la compresión intenta juntar las diferentes partículas, y la matriz presentará la falla cuando la masa ya no pueda soportar el esfuerzo aplicado.

Para realizar el ensayo de resistencia a la compresión se deben elaborar cilindros

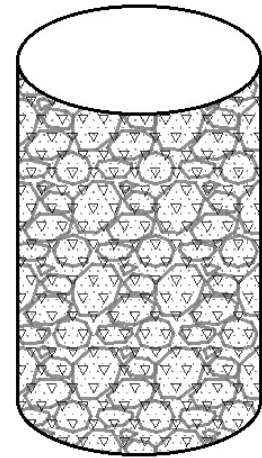


FIGURA 9. Matriz de concreto

Fuente: elaboración propia.

de concreto que cumplan las especificaciones de la Norma Técnica Colombiana (NTC) 550: concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra (Icontec, 2000). Las dimensiones más frecuentes son 15 cm de diámetro y 30 cm de altura.

El esfuerzo de compresión se aplica mediante un compresómetro o máquina universal de ensayos. La máquina une dos superficies a velocidad constante registrando la carga que se aplica sobre el cilindro. El dato de interés en el ensayo de resistencia a la compresión es el esfuerzo máximo registrado antes que el cilindro de concreto se fracture. Este ensayo se realiza siguiendo la NTC 673: concretos. ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto (Icontec, 2010).





FIGURA 10. Cilindro de concreto

Fuente: elaboración propia.

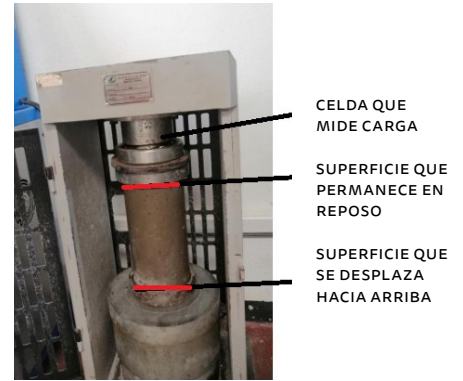


FIGURA 11. Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto

Fuente: elaboración propia.

En el momento en el que el concreto se fractura, puede tener diferentes formas:

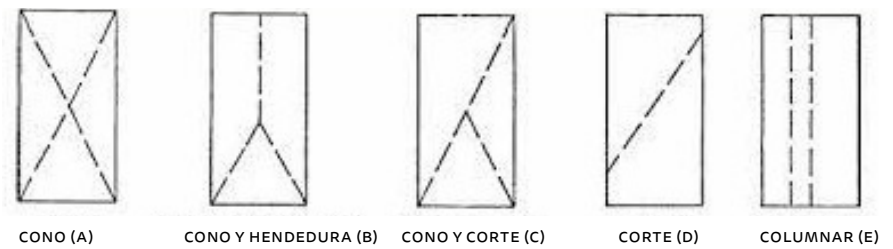


FIGURA 12. Tipos de fractura en concretos

Fuente: Invias 2013.

No se profundizará en las razones de cada tipo de falla. Pero sí se explicará un breve procedimiento para identificar el tipo de fractura en una fotografía.

Procedimiento para determinar el tipo de falla

1. Dibujar la superficie de fractura en la fotografía.
2. Determinar cuál de las opciones de la figura 12: a, b, c, d o e representa la superficie de falla.

Parece que se forma una fractura diagonal, por lo tanto, es tipo corte (d), cabe aclarar que no se va a visualizar exactamente la forma de la fractura, así que se debe elegir la que más se aproxime.



FIGURA 13. Fisuras resaltadas en cilindro de concreto

Fuente: elaboración propia.

Hacer, obrar

El estudiante debe apropiarse de la teoría y luego, a partir de la imagen de tipos de fractura, identificar en cada una de las fotografías el tipo. Se concederá el tiempo de repasar conceptos para que se apropie lo referente al concreto, su uso y la importancia de conocer la resistencia a la compresión de este.

Comunicar

El estudiante tiene la capacidad de defender el análisis que realiza su grupo a cada fotografía, también recibe recomendaciones de sus compañeros respecto al resultado obtenido.

Núcleo problemático

Déficit de control de calidad en los materiales, de selección adecuada de sistemas estructurales y su configuración, así como de las secciones suficientes para resistir las solicitaciones, que reduzcan el colapso de estructuras, bajo la implementación de nuevas tecnologías y el uso de materiales que hagan la ingeniería estructural sostenible.

Conocer la forma en la que se determina la resistencia a la compresión del concreto, que es su principal propiedad física utilizada en el diseño estructural, permitiendo al futuro ingeniero civil empezar su relación con el campo de los materiales de construcción. Esta propiedad es utilizada para definir las dimensiones de elementos estructurales que hacen parte del esqueleto y la arquitectura de la edificación. Por lo tanto, dentro de las obras se tiene que hacer el respectivo control de calidad, verificando que los resultados obtenidos en los laboratorios sean superiores a las condiciones de diseño que se indican en los planos de obra.

Actividad



MATERIALES

- 20 fotografías impresas.
- Marcadores.

Cada una de las siguientes fotografías se debe imprimir dos veces.



FIGURA 14. Fotografía 1

Fuente: elaboración propia.

FIGURA 15. Fotografía 2

Fuente: elaboración propia.

FIGURA 16. Fotografía 3

Fuente: elaboración propia.



FIGURA 17. Fotografía 4. Izquierda

Fuente: elaboración propia.



FIGURA 18. Fotografía 5. Derecha

Fuente: elaboración propia.



FIGURA 19. Fotografía 6. Izquierda

Fuente: elaboración propia.



FIGURA 20. Fotografía 7. Derecha

Fuente: elaboración propia.



FIGURA 21. Fotografía 8. Izq.

Fuente: Elaboración propia.



FIGURA 22. Fotografía 9. Der.

Fuente: Elaboración propia.



FIGURA 23. Fotografía 10

Fuente: elaboración propia.

Nota: se trabajará de forma individual o en parejas, dependiendo el tamaño del grupo. Dos personas o dos parejas deben tener la misma fotografía.

Pasos por seguir

1. Cada estudiante o pareja recibe una fotografía en la que debe identificar, siguiendo el procedimiento para determinar el tipo de falla, si la fractura es a, b, c, d o e.
2. Debe realizar la socialización ante los demás grupos, explicando la elección del tipo de falla.

Resultados

- **RESULTADOS OBTENIDOS:** al finalizar la actividad y luego de debatirse ante el curso, se debe conocer el tipo de fractura de cada una de las 10 fotografías.
- **ANÁLISIS DE RESULTADOS:** se realiza una estadística sobre cuál de los 5 tipos de fractura se presenta con mayor frecuencia.

- **COMUNICACIÓN DE RESULTADOS:** se presenta en el tablero en forma de tabla, fotografía, tipo de falla, breve explicación. Lo anterior para cada fotografía.

Resultados de aprendizaje

El ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto es uno de los ensayos que se realizan en obras civiles para verificar la resistencia del concreto. El resultado de este ensayo se utiliza como criterio de aceptación del concreto vaciado en obras civiles. En caso de que las probetas (cilindros) llevadas a la falla en un laboratorio no alcancen la resistencia especificada, los elementos que se hayan fabricado con este material deben ser retirados. En el reporte del ensayo debe indicarse el tipo de falla que presentó el concreto, de manera que sea analizado por el profesional a cargo. Se concluye el taller realizando este énfasis.

Referencias

- Icontec. (2000). NTC 550: concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra.
- Icontec. (2010). NTC 673: concretos. Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.
- Invías. (2013). E-410-13 resistencia a la compresión de cilindros de concreto.



AUTOR

Ángel Arturo Rincón Suárez

TALLER 4.

VIGAS DE PAPEL. LA FORMA DE SER ES LO QUE IMPORTA

**Estructuras****60 minutos****9º a 11º****Física básica, representación gráfica de fenómenos físicos, tablas y plano cartesiano**

Cuando pasamos debajo de un puente, cuando jugamos un partido en un coliseo, cuando vamos a un centro comercial, podemos observar el trabajo que realizan las vigas al soportar el peso de estructuras y elementos que transitan sobre ellas; en un puente las vigas soportan la superficie sobre la que transitan vehículos y peatones, permitiendo que debajo sea posible el paso de cuerpos de agua; en una edificación como un coliseo o un centro comercial, las vigas soportan la cubierta, permitiendo que se generen grandes espacios cubiertos, cómodos y protegidos del sol y la lluvia.

Las vigas son el elemento largo, generalmente horizontal de una estructura, que recibe el peso de elementos que se apoyan o transitan sobre ella. Su función es transmitir el peso de esos elementos a la estructura, generando espacio funcional debajo de ellas.

El ingeniero civil como profesional que se forma para manejar los materiales y las fuerzas de la naturaleza, es capaz de comprender el comportamiento de los diferentes tipos de materiales cuando formando una viga reciben todo el peso de los elementos que se apoyan sobre ella; conoce las diferentes técnicas y materiales con los que se puede lograr las mayores luces (longitudes de espacio libre debajo de las vigas), de manera que la estructura soporte de manera segura el peso de los elementos que se apoyan sobre ella.

La viga se simula con un octavo de cartulina que se dobla de diferentes maneras, tal y como sucede cuando una lámina de metal se dobla para conformar un perfil, que no es otra cosa que una viga metálica. El peso que soporta la viga se simula con canicas o balines (esferas de vidrio o de metal) que se cuelgan en la mitad de la luz (en la mitad de la distancia entre los apoyos de la viga).

El análisis del comportamiento de cada forma en la que se doble la cartulina y el peso que soporta, permitirá comprender algunos de los principios básicos que utilizan los ingenieros civiles para diseñar este tipo de estructuras.

► OBJETIVO GENERAL

- Motivar a los estudiantes de último año de colegio a conocer el quehacer de los ingenieros civiles, generando espacios en donde se puedan identificar talentos y vocaciones que quieran vincularse a la Facultad de Ingeniería Civil de la USTA Villavicencio.

► OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer los principios básicos de comportamiento de las vigas que los ingenieros civiles utilizan en las estructuras que construyen.
- Comprender de manera básica cómo la forma de la sección de las vigas influye en la resistencia de la estructura a construir.



FIGURA 24. Cubierta soportada con vigas metálicas

Fuente: elaboración propia.

Aportes

Comprender

A nivel básico, el taller permite comprender cómo es el comportamiento de las diferentes formas que puede tener una viga aérea al resistir el peso de los elementos que se apoyan sobre ella.

Hacer, obrar

El desarrollo del taller permite afianzar el trabajo manual, la observación para la toma de datos, y el trabajo en equipo, desarrollando las siguientes actividades:

- » Hacer una viga de papel y ver cuánto es su resistencia a las cargas que se le someten.
- » Determinar la resistencia a la flexión de la viga simplemente apoyada con carga aplicada en el centro del tramo.

Comunicar

Mediante el análisis de la información el estudiante explicará el comportamiento de diferentes formas en las que se puede doblar una lámina para conformar una viga. También cómo la forma de la sección (figura geométrica que forma cuando se observa la viga de punta) de la viga determina la cantidad de peso que es capaz de resistir.

Aportes al desarrollo sostenible

Los estudiantes van a conocer los criterios básicos que utilizan los ingenieros civiles para seleccionar los materiales y las formas con las que se configuran los perfiles que van a funcionar como vigas, de manera que se logró además de la estabilidad, un uso eficiente de los materiales, evitando desperdicios y riesgos innecesarios en las edificaciones.



Núcleo problémico

El ingeniero civil conoce las características mecánicas de los materiales y aplica métodos basados en la observación y las matemáticas al diseñar la viga requirida de la manera más eficiente (la que más económica y amigable con el medio ambiente resulte), para lograr que la estructura que conforma esa viga preste un servicio adecuado en condiciones de estabilidad y seguridad.

En este taller es posible simular el comportamiento básico de una viga, utilizando materiales sencillos, buscando que se comprenda la importancia de la forma en la que se dispongan los elementos con los que se fabrica, para lograr el resultado que se busca, en términos de la distancia entre los apoyos (luz) y peso resistido. Este taller se enmarca en el núcleo problémico emergente de estructuras.

Actividad

El taller consiste en construir diversos tipos de vigas con octavos de cartulina, emulando lo que se hace con las láminas metálicas, que al doblarlas conforman perfiles metálicos de diferentes secciones, y realizar procesos de experimentación a través de aplicación de cargas sobre estas, con el fin de estudiar los diversos comportamientos para cada sección de perfil que se utilice. Dichos elementos se construirán únicamente con cartulina, cinta y un clip, y las cargas serán simuladas por canicas contenidas en una bolsa. Se busca que los estudiantes a partir de la experimentación puedan visualizar y comprender los principios fundamentales de las vigas, así como los esfuerzos presentes en estas.

En ingeniería y arquitectura se denomina viga, palabra proveniente del latín biga (carro de dos caballos), a un elemento estructural lineal que trabaja principalmente a flexión. En las vigas, la longitud predomina sobre las otras dos dimensiones y suele ser horizontal.



Pasos por seguir

Conformación de una viga perfil triangular

1. Tomar el 1/8 de cartulina y doblarlo varias veces hasta darle una forma triangular de aproximadamente 5 centímetros de lado a la sección de la viga, teniendo en cuenta que los dobleces deben hacerse paralelamente al lado más largo de la cartulina (el de 32 cm).

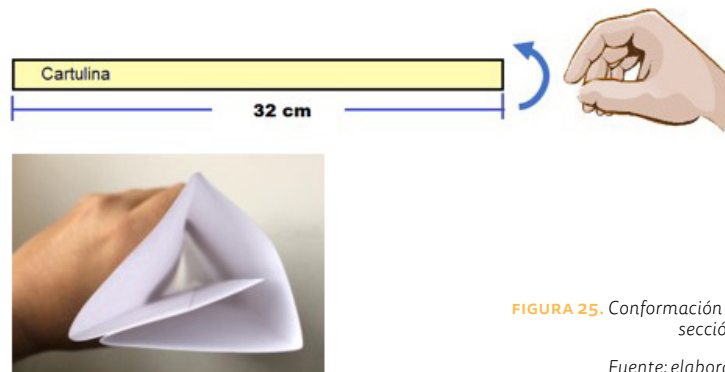
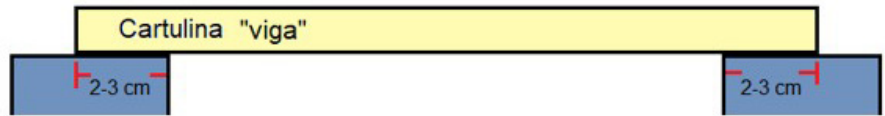


FIGURA 25. Conformación de la viga de sección triangular

Fuente: elaboración propia.

- Después de obtenida la forma deseada, se utiliza el clip mariposa y la cinta de enmascarar para fijar los bordes de la viga, y de esta manera conservar su forma.
- Ubicar la "viga de cartulina" entre dos apoyos rígidos con una distancia de contacto entre 2-3 cm.

FIGURA 27. Ubicación de la viga
Fuente: elaboración propia.



- Colgar la bolsa con una canica simulando la carga que recibiría una viga real en diferentes lugares a lo largo de esta.

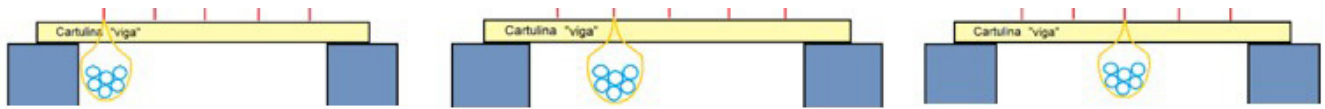


FIGURA 28. Proceso de carga de la viga de papel en diferentes posiciones
Fuente: elaboración propia.

- Repita el proceso del numeral 2 agregando canicas a la bolsa, simulando la carga que recibiría una viga real en diferentes lugares, hasta que esta falle.

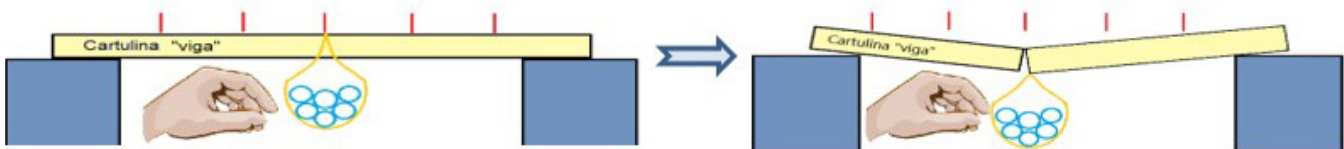


FIGURA 29. Proceso de falla de la viga de papel
Fuente: elaboración propia.

Conformación de una viga perfil cuadrado

- Tomar el 1/8 de cartulina y doblarlo varias veces hasta darle una forma cuadrada de aproximadamente 5 centímetros de lado a la sección de la viga, teniendo en cuenta que los dobleces deben hacerse paralelamente al lado más largo de la cartulina (el de 32 cm).
- Repita los pasos 3 al 5 de la conformación de una viga de perfil triangular.

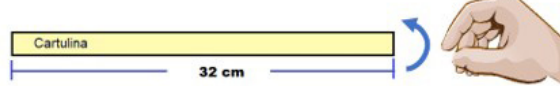


FIGURA 30. Conformación de la viga de sección cuadrada
Fuente: elaboración propia.

Conformación de una viga perfil de diferentes formas

1. Tomar el 1/8 de cartulina y doblarlo de manera que se obtengan perfiles de diferentes formas, teniendo en cuenta que los dobleces deben hacerse paralelamente al lado más largo de la cartulina (el de 32 cm).

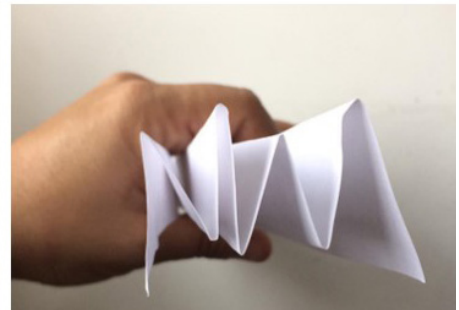


FIGURA 31. Conformación de la viga de sección de diferentes formas

Fuente: elaboración propia.

2. Repita los pasos 3 al 5 de la conformación de una viga de perfil triangular para cada una de las formas en las que dispuso la viga de papel.

Análisis de datos y conclusiones

- ¿Cuál fue el criterio con el que se optó darle forma a la viga?, ¿cuál es la forma óptima?
- ¿En qué lugar a lo largo de la viga donde se ubicó la bolsa con las canicas fue donde colapsó la estructura?, ¿a qué se debe?
- Según la forma adoptada, ¿cuál fue la carga que hizo colapsar la estructura?
- Si no se conoce el peso de cada canica utilizada, los siguientes datos son de ayuda:

$$P_{\text{vidrio}} = \frac{2.5gr}{cm^3}; v_{\text{esfera}} = \pi * \frac{D^2}{4}$$

- En comparación a las formas adoptadas ¿cuál de estas fue la que resistió más carga antes de colapsar?

Finalmente, el organizador hace una explicación y una descripción del comportamiento físico de esta estructura, dando a conocer la perspectiva y su aplicación en la ingeniería civil.

Resultados de aprendizaje

El docente a cargo puede profundizar conceptos de las asignaturas de física y matemáticas profundizando las conclusiones que de manera práctica los estudiantes encontraron referente a la importancia de la forma en la resistencia de un elemento.



AUTOR

Joe Alexander Martínez Gómez

TALLER 5.

SOPLO Y SOPLO, PERO EL EDIFICIO RESISTE

El viento es muy divertido cuando vamos en bicicleta, o si nos asomamos por la ventana de un vehículo, refresca nuestra vida en los momentos de altas temperaturas, con el viento tenemos innumerables y divertidas actividades, desde jugar con una cometa hasta generar energía eólica.

¿Alguna vez te has visto enfrentado a una corriente de viento tan fuerte que te haga perder el equilibrio? Hay vientos tan fuertes que desencadenan catástrofes naturales, los huracanes y tornados son fenómenos meteorológicos que producen fuertes vientos y de alto impacto destructivo, la velocidad del viento en un tornado puede llegar hasta los 500 km por hora (km/h), los huracanes se forman en el océano, en zonas tropicales y pueden durar días o semanas, los tornados se forman, por lo general, en tierra o cerca las zonas costeras y duran algunas pocas horas o minutos.

Pero el viento con el que nos divertimos a diario también puede afectar estructuras como grandes edificios o torres elevadas.

► OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la influencia del viento sobre las edificaciones, respecto a su volumen y altura.
- Analizar la resistencia de un modelo, frente a la fuerza ejercida por el viento.
- Verificar la asimilación de conceptos simples frente a la aplicación de un caso práctico.

Aportes

Comprender

El estudiante que realice el taller comprenderá que las estructuras se ven sometidas a cargas vivas, muertas y la influencia que estas ejercen en la estabilidad estructural. Al finalizar el ejercicio el tendrá claro el concepto de la relación de la forma geométrica de un cuerpo respecto a su comportamiento aerodinámico.

El ejercicio está compuesto por tres momentos, mediante el ciclo PHVA: planear, hacer, verificar y actuar, durante la actividad se genera un espacio donde los miembros de cada grupo deben concertar y tomar decisiones buscando el cumplimiento de los objetivos propuestos.

► OBJETIVO GENERAL

- Identificar cómo la forma geométrica de una estructura incide en el comportamiento y la resistencia frente al viento.



Estructuras



60 minutos



9º a 11º



Física básica

Hacer, obrar

Los estudiantes visualizarán un corto video en YouTube, denominado: Túnel de viento, ¿qué es? ¿para qué se utiliza? <https://youtu.be/rqcua9T6SqA>, donde se explican los principios de la aerodinámica, con el objetivo de dar una información de entrada para que estos conceptos sean aplicados al taller. Los participantes realizarán un ejercicio de apropiación del conocimiento aplicando los conceptos socializados a un problema puntual, buscando dar una solución al componente problémico, mediante la generación de un modelo que cumpla el comportamiento.

Comunicar

Al terminar, se realizará un comparativo entre los modelos realizados, evidenciando cuál es el que cumple con un mejor comportamiento de resistencia aerodinámica, apoyado por el docente que dirija el taller, quien resaltará los aciertos del modelo ganador y justificará las condiciones por la cuales los demás modelos no fueron los más eficientes, frente a las condiciones dadas por el ejercicio. Los estudiantes deben expresar de forma verbal su experiencia referente al trabajo en equipo y el proceso del planteamiento de la solución frente a la situación propuesta en el taller.

Núcleo problémico

Déficit de control de calidad en los materiales, de selección adecuada de sistemas estructurales y su configuración, así como de las secciones suficientes para resistir las solicitaciones, que reduzcan el colapso de estructuras, bajo la implementación de nuevas tecnologías y el uso de materiales que hagan la ingeniería estructural sostenible.

Ante el interrogante: ¿De qué manera el ingeniero civil puede minimizar el riesgo de colapso de las estructuras? Toma trascendencia el análisis de las afectaciones de las estructuras frente a su entorno y las diferentes agentes naturales, por lo general, se evalúan los análisis de cargas y el comportamiento frente al sismo, pero el cambio climático exigirá que se tomen cada vez mayores precauciones frente a la prestación de las edificaciones ante la temperatura, lluvias, nieve, radiación solar, viento, entre otros factores.

Es por ello que conocer la influencia de los agentes naturales sobre un elemento estructural, determinando la resistencia a la aerodinámica, ratifica la importancia de las formas y de su conformación geométrica, al construir una edificación se tiene presente en el diseño, el peso de los materiales, el mobiliario, el sistema constructivo, pero es primordial tener presente todos los agentes frente a los cuales se verá enfrentada potencialmente la estructura.

MATERIALES

- Cartulina de colores en formato de 1/8 (2 unidades)
- Una hoja tamaño carta
- Tijeras o cortador
- Regla
- Esfero
- Cinta o pegamento
- Un ventilador
- Una mesa plana
- Marcador de colores
- Flexómetro



FIGURA 32. Materiales utilizados

Fuente: elaboración propia.



Actividad

Pasos por seguir

1. Dar la bienvenida a los estudiantes, compartir un corto video en YouTube denominado: Túnel de viento, ¿qué es? ¿Para qué se utiliza? <https://youtu.be/rqcuagT6SqA>, donde se explica de forma sencilla los principios de la aerodinámica.
2. Se realizarán grupos de a tres estudiantes y se garantizará que tengan los materiales indicados: dos unidades de cartulina (preferiblemente de un color diferente para cada grupo). Se explicará la dinámica del taller de acuerdo con el ciclo PHVA.

Planear (5 minutos):

Cada grupo en la hoja tamaño carta escribirá un ejercicio de planeación, donde discutirán y realizarán un boceto lo más detallado posible, teniendo presente que el instrumento por construir se colocará sobre una superficie lisa, con la ayuda de un ventilador se someterán las edificaciones ante la energía del viento, donde se evaluará la resistencia aerodinámica de cada elemento, el equipo ganador será el que menos se desplace ante la energía del viento.



FIGURA 33. Planeación de la actividad

Fuente: elaboración propia.

Hacer (20 minutos):

Con los elementos descritos, cada grupo realizará la estructura propuesta en el esquema, los equipos son libres de decorar y personalizar su estructura.

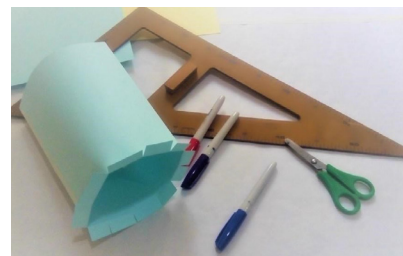


FIGURA 34. Elaboración modelo

Fuente: elaboración propia.

Verificar (5 minutos):

Los estudiantes deben revisar al detalle el pegue de las uniones de la cartulina, los dobleces y reparar si es necesario.



FIGURA 35. Verificación con diseño original

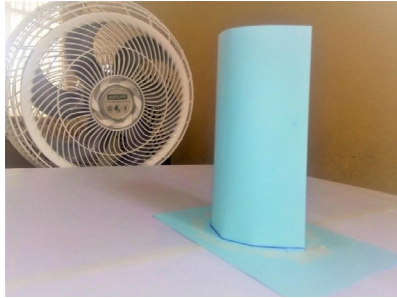
Fuente: elaboración propia.

Actuar (20 minutos):

Cada grupo pasará con su edificación al área de prueba, donde con ayuda de un ventilador se someterá a la fuerza del viento y se medirá cuántos centímetros se desplazó, el equipo ganador será quien tenga la estructura más alta, con menor desplazamiento, y que tenga coherencia con el boceto planteado desde el inicio de la actividad

FIGURA 36. Prueba resistencia aerodinámica

Fuente: elaboración propia.



► **COMUNICACIÓN DE RESULTADOS:** los equipos indicarán cómo consideran que su modelo podría haber tenido un mejor comportamiento, y al final el equipo ganador indicará cuál considera fue la clave para haber logrado cumplir con el objetivo del ejercicio.

Resultados

► **RESULTADOS OBTENIDOS:** el docente comunicará los resultados de cuántos centímetros se desplazó cada estructura ante la energía aplicada.



FIGURA 37. Comparativo entre diferentes modelos

Fuente: elaboración propia.

► **ANÁLISIS DE RESULTADOS:** al finalizar la actividad se analizará el comportamiento de cada elemento frente a la prueba, se identificarán aciertos y puntos por mejorar en cada caso.



FIGURA 38. Evaluación del comportamiento de los modelos

Fuente: elaboración propia.

Resultados de aprendizaje

Los estudiantes comprenderán la importancia de realizar un ejercicio por medio de una metodología organizacional, adicional a ello identificarán la relación de la configuración geométrica de un elemento respecto a su comportamiento aerodinámico.

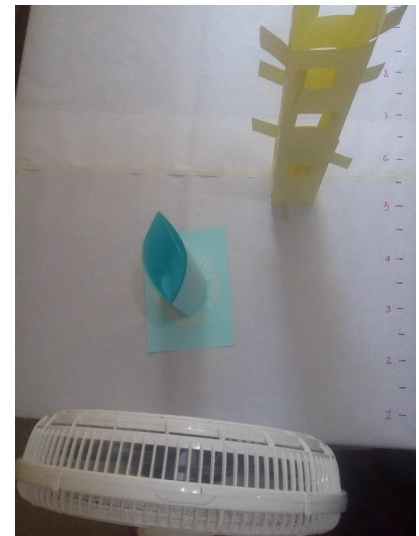


FIGURA 39. Conclusiones del ejercicio

Fuente: elaboración propia.

AUTORES

Brayan Felipe Benítez Rocha
Joe Alexander Martínez Gómez

TALLER 6.

ESTABILIDAD ESTRUCTURAL

Las estructuras son el esqueleto que sostiene cualquier obra civil, ya sea un edificio, una casa, un puente o un muro de contención, las estructuras son las responsables de mantener en pie y en adecuado servicio cualquier obra civil.

Los materiales que se consideran para el diseño y la construcción de estructuras para obras civiles son muy variados, hay estructuras metálicas, en concreto o en madera, solo por mencionar los materiales más utilizados.

► OBJETIVO GENERAL

- Motivar a los estudiantes de último año de colegio a conocer el quehacer de los ingenieros civiles, generando espacios en donde se puedan identificar talentos y vocaciones que quieran vincularse a la Facultad de Ingeniería Civil de la USTA Villavicencio.

► OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer mediante un trabajo de aplicación fundamentos básicos de equilibrio de estructuras en ingeniería civil.
- Establecer que toda obra de ingeniería civil debe tener un sistema que le permita mantener en equilibrio.

Aportes

El estudiante que realice el taller conocerá los principios de la ingeniería estructural por medio de ejercicios prácticos. Al finalizar, comprenderá la importancia de los apoyos en una edificación, y la

distribución de las cargas en un sistema estructural.

El taller por desarrollar (construcción) involucra conocer algunos tipos de apoyos y cómo los centros de gravedad de las masas juegan un papel fundamental en el equilibrio de la estructura; para simular el funcionamiento de la carga a la que será sometida, se aplicarán ligeros movimientos.

El trabajo en equipo es fundamental, los equipos serán formados al azar teniendo en cuenta que cada persona tiene habilidades y dificultades distintas. Los estudiantes aprenderán a lidiar con diferentes opiniones y alternativas de solución ante la problemática.

Comprender

A continuación, se presentan los conceptos que debe tener el estudiante para el desarrollo de este taller:

¿Qué es un apoyo?

Son dispositivos que restringen de alguna manera los movimientos del sistema estructural y permiten la transmisión de los esfuerzos.

¿Son importantes los apoyos en una estructura?

Claro, son de vital importancia para que mantenga en pie una estructura, bien sea un sistema apoyado o un sistema de equilibrio que ayuda a transmitir los esfuerzos a las bases, y así disipar la energía de la estructura



Estructuras



50 minutos



9º a 11º



Física básica. Equilibrio físico

¿Qué hace que sea efectivo un sistema constructivo?

Un sistema constructivo es efectivo cuando se tienen apoyos que estén preparados para resistir no solo las cargas que se ejercen, si no aquellas que se pueden llegar a ejercer por factores de imprevistos (sismos, accidentes).

¿Qué habilidades debe tener un diseñador estructural?

Debe conocer los principios físicos para que no llegue a un colapso la estructura.

Conocer la resistencia de materiales y, sobre todo, los factores de carga que pueden llegar a afectar la estructura que se está planeando, como las descritas con anterioridad.

Hacer, obrar

El grupo de estudiantes planeará y ejecutará un sistema de equilibrio a escala, que consiste en realizar un sistema sencillo, como se indica en la figura 40. Cada elemento tiene un punto de equilibrio en relación con los otros, lo cual ayuda a que un elemento tan delgado y “delicado” como un palillo soporte desde su punto más alejado la carga de 2 tenedores. Se utilizarán principios de diseño estructural que se aprenderán y aplicarán más a fondo en una carrera universitaria.

MATERIALES

- Tenedores comunes de mesa
- Palillos de madera
- Vaso metálico o de vidrio
- Palillos

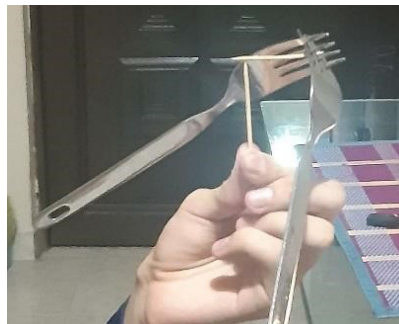


FIGURA 40. Equilibrio realizado con palillos y tenedor

Fuente: elaboración propia.

Comunicar

En una de las etapas del taller los estudiantes deben sustentar los realizado. El grupo ganador relatará la experiencia en un video de 3 minutos, en el que exponen sus resultados frente a los demás compañeros, acerca de la mejor manera de lograr un equilibrio, como el presentado en la figura 40 y 41.

Núcleo problemático

El ingeniero civil como profesional se forma para manejar los materiales y las fuerzas de la naturaleza, es capaz de comprender el comportamiento de las estructuras, es por esto que la ingeniería civil tiene sobre sus hombros la construcción de vías, edificios y demás obras que generan desarrollo en las comunidades.

Lograr que las obras civiles sigan siendo útiles a lo largo del tiempo es el objetivo del diseño de estructuras.

Descripción de la actividad

Pasos por seguir

1. Se harán grupos de 3 o 4 integrantes, dependiendo el tamaño del curso.
2. Se elegirá dentro del grupo los siguientes roles:
 - Líder de proyecto
 - Planificadores y diseñadores (puede ser 1 o 2)
 - Constructores. (puede ser 1 o 2)
3. Se dispone de los siguientes tiempos para la realización del proyecto.

- **6 MINUTOS:** realización de acta de inicio de proyecto que incluya nombres y roles.
- **10 MINUTOS:** ejecución de equilibrio, con el planificador y diseñador, quienes deben presentar las alternativas de construcción de un sistema de equilibrio, cumpliendo con los parámetros de movimientos suaves para simular factores externos, sin llegar al fallo. Se recomienda que cada diseñador presente un esquema por medio de flechas (tenedores, palillos y vaso).
- **MINUTOS FINALES:** cada uno de los líderes dispone de 3 minutos para sustentar el diseño y la construcción de su sistema de equilibrio, así también se hablará acerca de las dificultades que se llegan a tener en la construcción. Durante estos 3 minutos los operadores deben garantizar que la estructura se sostenga sola durante 15 segundos seguidos, como se muestra en la **FIGURA 41**.

Todos los roles deben participar en todas las etapas. Para conocer cada principio físico y

a la vez el equilibrio que se tiene por medio de los elementos mostrados en la **FIGURA 41**. Aunque cada etapa tiene un rol responsable.

4. Elección del ganador: aquella estructura que logre resistir movimientos suaves sin que llegue a perder su punto de equilibrio.

Resultados de aprendizaje

- **RESULTADOS OBTENIDOS:** 3 minutos en los que se sustenta el diseño y que el sistema creado logre crear un equilibrio, tanto en un apoyo como en el vaso, y otro como lo es el final de otro palillo.
- **ANÁLISIS DE RESULTADOS:** el centro de gravedad de un conjunto de objetos se puede encontrar en un punto muy concreto, esto es lo que sucede en este conjunto de dos tenedores con dos palillos, y encontramos el centro de gravedad o el punto de equilibrio justo donde se juntan los dos palillos. Es un experimento muy interesante que te aseguramos que no te dejará indiferente.



FIGURA 41. Equilibrio por apoyos reducidos

Fuente: elaboración propia.

AUTOR

I. C.: Ángel Arturo Rincón Suárez, M. Sc.

TALLER 7.

CIMENTACIÓN DE EDIFICACIONES SIMPLES.

DIME SOBRE QUÉ TE APOYAS Y TE DIRÉ CUÁNTO TE HUNDES

Como sabemos, las edificaciones o edificios son la solución con la cual la humanidad ha resuelto, entre otras, las necesidades de vivienda y de espacios de trabajo. Esas edificaciones deben necesariamente apoyarse sobre el suelo, no hay otra manera de garantizar que las edificaciones sean estables y soporten el peso de la gente y los objetos que permanecen en su interior. Por sencilla que sea, nuestra casa, al igual que nuestro colegio y todos los edificios que vemos en la ciudad, son edificaciones y como tales todas se apoyan sobre el suelo con algún tipo de estructura que permite que sean estables.

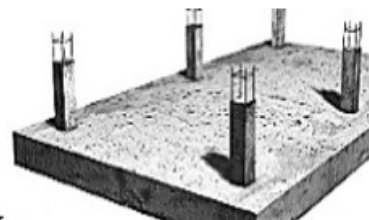
A esa estructura que mantiene estable las edificaciones transmitiendo el peso de la edificación y de todo lo que contiene al suelo la denominamos cimentación:

**Estructuras****50 minutos****9º a 11º****Física básica. Equilibrio físico**

VIGA DE CIMENTACIÓN



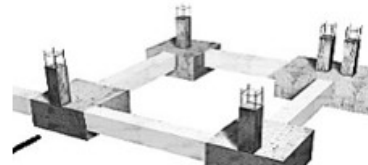
PLACA DE CIMENTACIÓN



ZAPATA



CIMENTACIÓN CON ZAPATAS Y VIGAS

**FIGURA 42.** Tipos de cimentación

Fuente: elaboración propia.

En este taller vamos a observar en un modelo a escala cómo sería el comportamiento de una estructura en interacción con diferentes tipos de suelo cuando progresivamente va aumentando su peso total, como sucedería en la construcción de un edificio de varios pisos a medida que se construye y ocupa la edificación; comparando el asentamiento (hundimiento) de la estructura con diferentes tipos de cimentación.

Para el modelo, utilizaremos una caja de madera sobre la que se depositarán diferentes materiales que simulan los diferentes tipos de suelo, así:

El suelo fino es simulado con harina, como sucede en la mayoría de suelos finos es un material con partículas pequeñas y deleznales, sensibles a la humedad, que se atraen y se adhieren unas a otras y que en presencia de presión se compacta reduciendo el espacio entre ellas, disminuyendo su volumen total.

El material granular es simulado con arroz, a diferencia del suelo fino, las partículas del granular generalmente son duras, no presentan atracción unas a otras y disminuir el espacio entre partículas generando compactación es mucho más difícil, ya que estas al ser duras (no deleznales) no se acomodan solo con la presencia de presión, generalmente es necesario incluir vibración para lograr una compactación efectiva.

En el suelo mixto se encuentra presencia de partículas finas deleznales y duras de mayor tamaño, esta situación se simula con una mezcla de harina y arroz, que inicialmente se puede trabajar en proporciones iguales, pero que el docente a cargo puede orientar en el desarrollo del taller con diferentes proporciones, lo que permitirá llegar a más conclusiones y comprender mejor el comportamiento de los diferentes tipos de suelos.

Para simular la estructura, se utiliza una pequeña mesa cuadrada de madera (de 10 cm de lado y 10 cm de altura) sobre la que se pondrá una cantidad creciente de peso, simulando el aumento progresivo del peso de la edificación con paquetes que pesan una libra cada uno.

La observación y el análisis del asentamiento (hundimiento) de las columnas

de la estructura sobre los diferentes tipos de suelo permite a los estudiantes entender las principales características del comportamiento de los suelos, los cuales los ingenieros civiles deben considerar al momento de diseñar la cimentación de una edificación.

► OBJETIVO GENERAL

Motivar a los estudiantes de último año de colegio a conocer el quehacer de los ingenieros civiles, generando espacios en donde se puedan identificar talentos y vocaciones que quieran vincularse a la facultad de ingeniería civil de la USTA Villavicencio.

► OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer los principios básicos de comportamiento de los diferentes tipos de suelo sometidos a la carga de una edificación.
- Comprender de manera básica los criterios de diseño de cimentaciones que el ingeniero civil aplica para garantizar que, en los diferentes tipos de suelo, las edificaciones se construyan de manera eficiente y segura.

Aportes

Comprender

A nivel básico el taller permite comprender cómo es el comportamiento de una estructura en interacción con diferentes tipos de suelo, conforme esta va aumentando de peso (simulando un proceso de construcción).

Las diferencias en el comportamiento de una estructura con diferentes tipos de apoyos (diferentes tipos de cimentación).



Hacer, obrar

El desarrollo del taller permite afianzar el trabajo manual, la observación para la toma de datos, y el trabajo en equipo.

Mediante el análisis de la información el estudiante explicará los diferentes comportamientos de una estructura cuando se apoya sobre diferentes tipos de suelo.

Comunicar

Los estudiantes que desarrollen el taller serán capaces de reconocer procesos de asentamiento de estructuras sobre diferentes tipos de suelo, podrán explicar a sus compañeros cómo sucede el proceso de asentamiento y cómo funcionan los diferentes tipos de cimentaciones.

Aportes al desarrollo sostenible

Los estudiantes van a conocer los criterios básicos que utilizan los ingenieros civiles para seleccionar los materiales y los tipos de cimentación que una estructura necesita de acuerdo con el tipo de suelo presente en el sitio de la construcción, de manera que se logre además de la estabilidad de la edificación, un uso eficiente de los materiales, evitando desperdicios y riesgos innecesarios en las edificaciones.

MATERIALES

- 7 paquetes de libra de harina
- 7 paquetes de libra de arroz
- 1 caja de madera o de cartón cuadrada o rectangular con medidas por cada lado entre 20 y 30 cm
- 1 estructura con forma de mesa cuadrada de 10 cm de lado y patas de 10 cm de alto
- 1 hoja de papel milimetrado
- Formatos para la recolección de datos, según el modelo presentado en los numerales 6.6
- 2 tiras de madera de 10 cm de largo
- 4 cuadrados de madera o cartón grueso de 2,5 cm de lado



FIGURA 43. Caja y mesa de madera para utilizar en el desarrollo del taller

Fuente: elaboración propia.

Núcleo problémico

El ingeniero civil como profesional que se forma para manejar los materiales y las fuerzas de la naturaleza es capaz de comprender el comportamiento de las estructuras y del suelo cuando recibe todo el peso que implica servir de apoyo a una edificación; cuando el suelo recibe todo ese peso ocurren una serie de comportamientos del suelo y de la edificación que los ingenieros civiles estudian bajo el nombre de “interacción suelo-estructura”.

Algo importante que los ingenieros que diseñan la cimentación (la parte de la estructura que se apoya sobre el terreno y que debe soportar todo el peso de la edificación y transmitirlo al suelo) debe definir es el tipo de cimentación por construir, los tipos de cimentación más comunes son las zapatas y las vigas de cimentación. Claramente este taller se enmarca en los núcleos problémicos de estructuras y geotecnia.

Actividad

En el desarrollo del taller se simulan diferentes tipos de suelo (fino, granular y mixto) y diferentes tipos de cimentación (columnas apoyadas directamente, vigas de cimentación y zapatas). El docente puede distribuir la ejecución del taller en grupos de trabajo, la información y formato incluido permite que cada grupo de trabajo pueda recolectar información comparable que luego en el análisis y socialización de datos, permite el logro de los objetivos de comprensión y comunicación.

Pasos por seguir

Coloque tiras de papel milimetrado en las patas de la mesa de madera, asegúrese de marcar el 0 en el extremo inferior de la pata.

Puede colocar un hilo de lado a lado de la caja como guía para medir con mayor facilidad el asentamiento (hundimiento) en milímetros de cada columna (pata).



FIGURA 44. Detalle del papel milimetrado pegado en las patas de la mesa que simula la estructura, y del hilo que se coloca de lado a lado de la caja para tomar las lecturas de los asentamientos

Fuente: elaboración propia.

4. Registre los datos en la tabla del formato adjunto.
5. Cargue la estructura (coloque sobre la mesa de madera) con una libra de harina o arroz.



FIGURA 46. Detalle del montaje de la estructura simulada con columnas directamente apoyadas sobre el suelo fino, con una unidad de carga (simula la construcción de un piso adicional)

Fuente: elaboración propia

Columnas apoyadas directamente

➤ SUELO FINO, COLUMNAS APOYADAS DIRECTAMENTE

1. Llene la caja de madera con harina (sin compactar, es decir, sin ejercer presión sobre la harina) hasta lograr un espesor de 12 centímetros.
2. Coloque suavemente la mesa (estructura de la edificación) sobre la harina.
3. Tome la lectura inicial en milímetros de la parte de cada pata que se hunde en la harina.

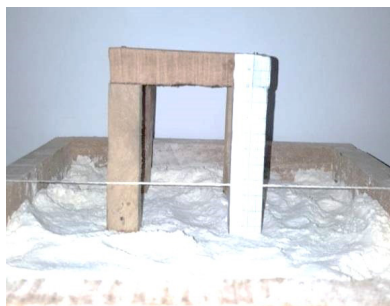


FIGURA 45. Detalle del montaje de la estructura simulada con columnas apoyadas directamente sobre el suelo fino, sin carga adicional

Fuente: elaboración propia.

6. Observe el asentamiento (hundimiento) de cada columna de la estructura (pata de la mesa), tome nota del asentamiento de cada columna en el formato de toma de datos.
7. Calcule el asentamiento de la estructura promediando la cantidad de milímetros que se asientan las 4 columnas.
8. Registre el resultado en el formato de toma de datos.
9. Cargue la estructura (coloque sobre la mesa de madera) con una libra adicional de harina o arroz.
10. Repita los pasos 6, 7 y 8 hasta que la estructura deje de asentarse.

FIGURA 47. Detalle del montaje de la estructura simulada con columnas directamente apoyadas sobre el suelo fino, con dos unidades de carga (simula la construcción de un piso adicional)

Fuente: elaboración propia.



► **SUELO GRANULAR, COLUMNAS APOYADAS DIRECTAMENTE**

1. Llene la caja de madera con arroz, sin compactar hasta lograr un espesor de 12 centímetros.



FIGURA 48. Detalle del llenado con arroz que simula el suelo granular

Fuente: elaboración propia.

2. Repita los pasos desde el 2 hasta el 10, realizados para el suelo fino (harina).



FIGURA 49. Proceso de carga y asentamiento de la estructura con columnas directamente apoyadas debido a la construcción de 5 pisos simulados con 5 libras simulados con 5 libras, sobre el suelo granular simulado con el arroz dentro de la caja

Fuente: elaboración propia.

► **SUELO MIXTO, COLUMNAS APOYADAS DIRECTAMENTE**

1. Mezcle harina y arroz en partes iguales.
2. Llene la caja de madera con la mezcla de harina y arroz, sin compactar hasta lograr un espesor de 12 centímetros.

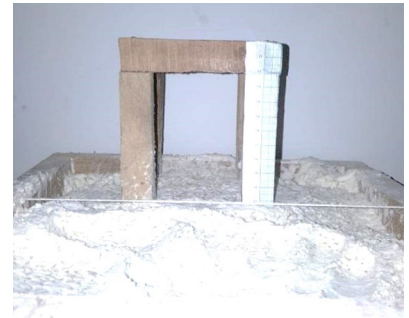


FIGURA 50. Detalle del montaje de la estructura simulada con columnas apoyadas directamente sobre el suelo mixto, simulado con una mezcla de arroz y harina, sin carga adicional

Fuente: elaboración propia.

3. Repita los pasos desde el 2 hasta el 10, realizados para el suelo fino (harina).



FIGURA 51. Proceso de carga y asentamiento de la estructura con columnas directamente apoyadas debido a la construcción de 5 pisos simulados con 5 libras sobre el suelo mixto, simulado con la mezcla de arroz y harina dentro de la caja

Fuente: elaboración propia.

Columnas apoyadas sobrevigas de cimentación.

Para este aparte del taller, pegue a la parte inferior de las columnas (patas de la mesa) las dos tiras de madera de 10 cm, de manera que con cada tira se unan dos columnas.

► SUELO FINO, COLUMNAS APOYADAS SOBRE VIGAS DE CIMENTACIÓN

1. Llene la caja de madera con harina (sin compactar, es decir, sin ejercer presión sobre la harina) hasta lograr un espesor de 12 centímetros.

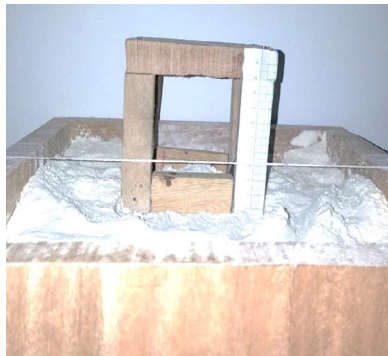


FIGURA 52. Detalle del montaje de la estructura simulada con columnas apoyadas sobre vigas de cimentación en suelo fino, sin carga adicional

Fuente: elaboración propia.

2. Coloque suavemente la mesa con las vigas uniendo cada par de columnas (estructura de la edificación) sobre la harina.
3. Tome la lectura inicial en milímetros de la parte de cada pata que se hunde en la harina.
4. Anote los datos en la tabla del formato adjunto.
5. Cargue la estructura (coloque sobre la mesa de madera) con una libra de harina o arroz.
6. Observe el asentamiento (hundimiento) de cada columna de la estructura (pata de la mesa).

7. Calcule el asentamiento de la estructura promediando la cantidad de milímetros que se asientan las 4 columnas.
8. Anote los datos en la tabla del formato adjunto.
9. Cargue la estructura (coloque sobre la mesa de madera) con una libra adicional de harina o arroz.



FIGURA 53. Proceso de carga y asentamiento de la estructura con columnas apoyadas sobre vigas de cimentación, debido a la construcción de 5 pisos simulados con 5 libras, sobre el suelo fino simulado con harina dentro de la caja

Fuente: elaboración propia.

10. Repita los pasos 6, 7, 8 y 9 hasta que la estructura deje de asentarse.

► SUELO GRANULAR, COLUMNAS APOYADAS SOBRE VIGAS DE CIMENTACIÓN

1. Llene la caja de madera con arroz, sin compactar hasta lograr un espesor de 12 centímetros.
2. Repita los pasos desde el 2 hasta el 10, realizados para el suelo fino (harina)

► **SUELO MIXTO, COLUMNAS APOYADAS SOBRE VIGAS DE CIMENTACIÓN**

1. Mezcle harina y arroz en partes iguales.
2. Llene la caja de madera con la mezcla de harina y arroz, sin compactar hasta lograr un espesor de 12 centímetros.
3. Repita los pasos desde el 2 hasta el 10 realizados para el suelo fino (harina).

Columnas apoyadas sobre zapatas

1. Para este aparte del taller, pegue a la parte inferior de cada columna (patas de la mesa) uno de los cuadrados de madera o cartón grueso de 2,5 cm de lado, asegúrese que la zapata (cuadrado de 2,5 cm de lado) y la columna (pata de la mesa) queden concéntricos.

► **SUELO FINO, COLUMNAS APOYADAS SOBRE ZAPATAS**

1. Llene la caja de madera con harina (sin compactar, es decir, sin ejercer presión sobre la harina) hasta lograr un espesor de 12 centímetros.

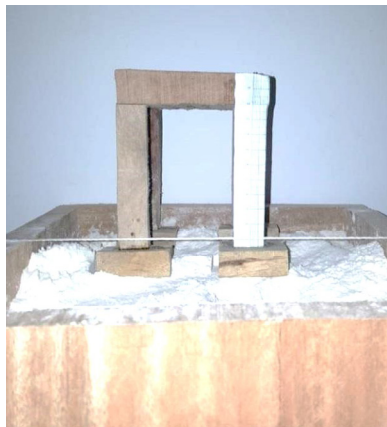


FIGURA 54. Detalle del montaje de la estructura simulada con columnas apoyadas sobre zapatas en suelo fino, sin carga adicional

Fuente: elaboración propia.

2. Coloque suavemente la estructura (mesa de madera) con las zapatas adheridas al extremo de cada columna sobre la harina.
3. Tome la lectura inicial en milímetros de la parte de cada pata que se hunde en la harina.
4. Anote los datos en la tabla del formato adjunto.
5. Cargue la estructura (coloque sobre la mesa de madera) con una libra de harina o arroz.
6. Observe el asentamiento (hundimiento) de cada columna de la estructura (pata de la mesa).
7. Calcule el asentamiento de la estructura promediando la cantidad de milímetros que se asientan las 4 columnas.
8. Anote los datos en la tabla del formato adjunto.
9. Cargue la estructura (coloque sobre la mesa de madera) con una libra adicional de harina o arroz.
10. Repita los pasos 6,7,8 y 9 hasta que la estructura deje de asentarse.



FIGURA 55. Proceso de carga y asentamiento de la estructura con columnas apoyadas sobre zapatas, debido a la construcción de 5 pisos simulados con 5 libras, sobre el suelo fino simulado con harina dentro de la caja

Fuente: elaboración propia.

➤ SUELO GRANULAR, COLUMNAS APOYADAS SOBRE ZAPATAS

- 1. Llene la caja de madera con arroz, sin compactar hasta lograr un espesor de 12 centímetros.
- 2. Repita los pasos desde el 2 hasta el 9 realizados para el suelo fino (harina).

➤ SUELO MIXTO, COLUMNAS APOYADAS SOBRE VIGAS DE CIMENTACIÓN

- 1. Mezcle harina y arroz en partes iguales.
- 2. Llene la caja de madera con la mezcla de harina y arroz, sin compactar hasta lograr un espesor de 12 centímetros.
- 3. Repita los pasos desde el 2 hasta el 9 realizados para el suelo fino (harina).

Formato

TALLER BÁSICO DE CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS															
Nivel de formación, grado 11															
Fecha:				Institución educativa:											
Integrantes del grupo de trabajo:															
Seleccione el tipo de suelo				Fino:				Granular:				Mixto:			
Tabla de datos															
Tipo de cimentación															
Asentamiento de columnas Apoyadas directamente en cm						Asentamiento de columnas apoyadas sobre vigas de cimentación en cm					Asentamiento de columnas apoyadas sobre zapatas en cm				
Peso en kg	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Promedio	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Promedio	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Promedio
Peso propio (sin carga)															
0,5 Kg															
1 Kg															
1,5 Kg															
2 Kg															
2,5 Kg															

TABLA 1. Formato de recolección de datos
Fuente: elaboración propia.

TALLER BÁSICO DE CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

Nivel de formación, grado 11

Fecha:

Institución educativa:

Integrantes del grupo de trabajo:

Seleccione los tipos de suelo analizados en la gráfico

Fino:

Granular:

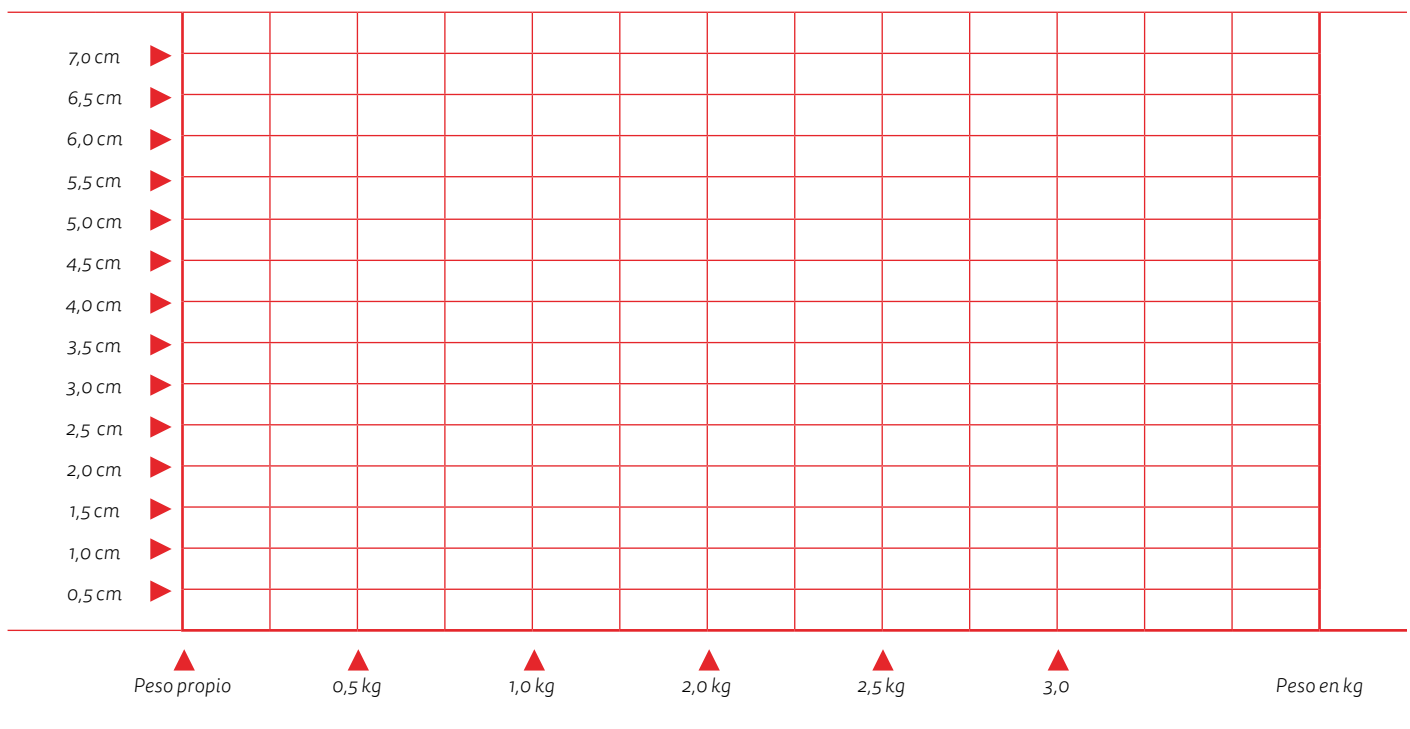
Mixto:

Seleccione los tipos de cimentación analizados en el gráfico

Fino:

Granular:

Mixto:

Asentamiento
En cm**TABLA 2.** Recolección de datos

Fuente: elaboración propia.

Resultados

Los promedios de los asentamientos en cada caso de carga para cada tipo de suelo y de cimentación se pueden presentar en la siguiente tabla: recolección de datos, y pueden ser graficados de forma manual en el formato de la tabla 2: formato de recolección de datos o en Excel.

Los gráficos permiten observar el comportamiento del proceso de asentamiento para diferentes tipos de suelo con el mismo tipo de cimentación.

Análisis de resultados

La mejor manera de analizar los resultados son los gráficos, ya que permiten observar el comportamiento del proceso de asentamiento con las siguientes comparaciones:

► COMPARACIÓN DEL PROCESO DE ASENTAMIENTO PARA DIFERENTES TIPOS DE SUELO, CON EL MISMO TIPO DE CIMENTACIÓN

Los estudiantes podrán hacer gráficos de manera manual o utilizando Excel, comparando el proceso de asentamiento para diferentes tipos de suelos, con el mismo tipo de cimentación como el siguiente:

En gráficos como este se podrá evidenciar el comportamiento típico del proceso de asentamiento de una estructura en diferentes tipos de suelo, a mayor carga (peso) el asentamiento es mayor. La magnitud del asentamiento dependerá del tipo de suelo y de cimentación, el análisis de la información recolectada en el desarrollo del taller les permitirá a los estudiantes responder la siguiente pregunta: ¿Qué tipo de suelo es más competente para soportar el peso de una estructura?

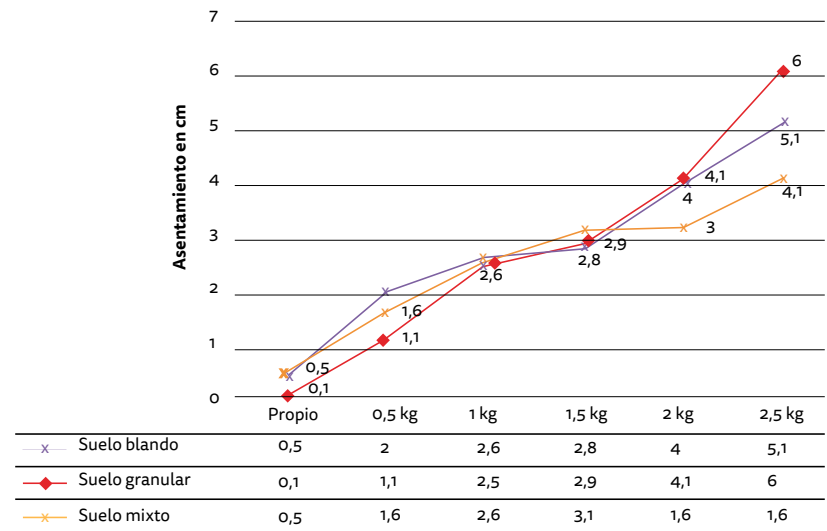


FIGURA 56. Asentamiento de la estructura apoyada sobre columnas directamente sobre el suelo. Comparación para diferentes tipos de suelo

Fuente: elaboración propia.

Las razones que explican esta respuesta son precisamente el objeto de estudio de la mecánica de suelos y la geotecnia, ciencias de las que el ingeniero civil se vale para encontrar la solución más eficiente en términos de costo y uso de materiales amigables con el medio ambiente. Muchas veces lo más eficiente y amigable con el medio ambiente es mejorar las condiciones del suelo; otras preguntas que se pueden responder con el desarrollo del taller con las siguientes:

¿Qué sucedería con los asentamientos de la estructura si el terreno se compacta previamente? ¿Qué sucedería si en lugar de mezclar en partes iguales la harina con el arroz para generar las condiciones de un suelo mixto, se incrementara la cantidad de suelo granular (arroz)?

¿Qué sucedería si se aumenta el tamaño de las partículas de suelo granular y en lugar de arroz se utilizan lentejas por ejemplo?

► **COMPARACIÓN DEL PROCESO DE ASENTAMIENTO PARA DIFERENTES TIPOS DE CIMENTACIÓN, CON EL MISMO TIPO DE SUELO**

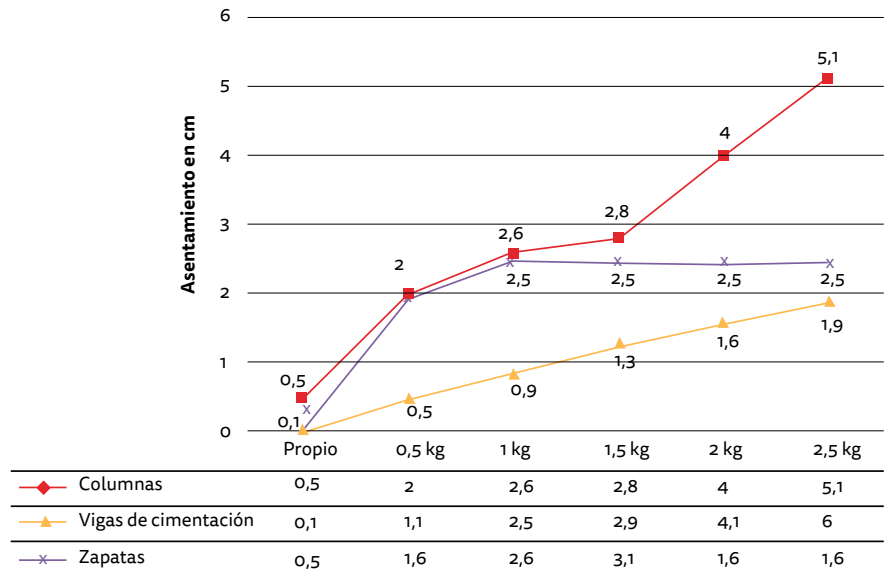


FIGURA 57. Asentamiento de la estructura en suelo fino (harina). Comparación para diferentes tipos de cimentación

Fuente: elaboración propia.

Otra comparación que los estudiantes realizarán mediante gráficos es analizar el proceso de asentamiento para diferentes tipos de cimentación con el mismo tipo de suelo:

En este caso, las diferencias en los asentamientos registrados para diferentes tipos de cimentación utilizadas en un mismo tipo de suelo se explican por la distribución del peso en el área de la estructura que entra en contacto con este (distribución de esfuerzos), a mayor área menor esfuerzo y, por lo tanto, menor asentamiento. Estas relaciones son el objeto de estudio del área de estructuras y la interacción suelo-estructura que los ingenieros civiles utilizan para diseñar la cimentación de las edificaciones para lograr que permanezcan estables en el tiempo.

En este caso el desarrollo del taller permitirá que los estudiantes resuelvan preguntas como las siguientes: ¿Qué tipo

de cimentación de los tres utilizados es más competente al permitir menores asentamientos? ¿Qué sucedería si en lugar de dos vigas se utilizaran cuatro? ¿Qué sucedería si en lugar de viga o zapatas se utilizará una placa (una gran zapata que una las cuatro columnas)?

Exposición de resultados

El desarrollo del taller, bien sea que todo el curso lo desarrolle completamente o que se distribuyan por grupos de trabajo asignando a cada grupo diferentes tipos de suelo o de cimentación, permite que comprendan los siguientes conceptos que los ingenieros civiles aplican para definir el tipo de cimentación y/o el mejoramiento del suelo que aplique para lograr la estabilidad de la edificación por construir:



- » Las principales características del proceso de asentamiento de una edificación.
- » Las diferencias en el comportamiento de diferentes tipos de cimentación en diferentes tipos de suelo.

En la exposición de los resultados del taller los estudiantes pueden presentar las respuestas a las preguntas planteadas en el análisis de resultados, el docente a cargo puede orientar la participación de diferentes estudiantes y utilizar conceptos de la física y las matemáticas que complementan los conceptos de ingeniería.

Resultados de aprendizaje

Los estudiantes con ayuda del docente pueden identificar edificaciones en construcción en cercanías de su casa o del colegio, e indagar por el tipo de cimentación. Pueden también indagar sobre el tipo de suelo que se presenta en el colegio y el tipo de cimentación que se utilizó para su construcción.



**EJE
TEMÁTICO**

SUELOS Y GEOTECNIA

- ▶ **TALLER 8.**
ANÁLISIS DE RESPUESTA DE SOPORTE
DE EDIFICIOS FRENTE A SISMOS
- ▶ **TALLER 9.**
DIME LO QUE PISAS Y TE DIRÉ
SI RESISTE TU PESO

AUTOR

Juan Manuel Salgado Díaz

TALLER 8.

ANÁLISIS DE RESPUESTA DE SOPORTE DE EDIFICIOS FRENTE A SISMOS



Suelos y geotecnia



60 minutos



10º a 11º



Física básica, representación gráfica de fenómenos físicos, tablas y plano cartesiano

► OBJETIVO GENERAL

Conocer los beneficios de tener un soporte sólido en una edificación que puede estar sometida a un evento sísmico.

► OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar diferentes tipos de soportes profundos, en especial los helicoidales.
- Establecer que todo proyecto de infraestructura debe contar con un soporte sólido en el suelo para su soporte.
- Aplicar habilidades en el desarrollo de un experimento en casa.

Aportes

El estudiante que realice el taller se introduce en el mundo de los proyectos de obras civiles aplicando conceptos de cimentaciones. Al finalizar, conocerá las nuevas tecnologías que incorporan el uso de pilotes (soportes profundos) de tornillo o pilotes helicoidales que se utilizan en lugar de las zapatas y pilotes de hormigón. Se pueden instalar a cualquier profundidad dependiendo de las condiciones del suelo y la roca. También reducen la perturbación del suelo y se

pueden cargar inmediatamente después de su instalación.

Comprender

A continuación, se presentan los conceptos que debe tener el estudiante para el desarrollo del taller aplicado:

¿Qué es un pilote?

Se denomina pilote a un elemento constructivo utilizado como soporte de las edificaciones, que permite trasladar las cargas hasta un estrato resistente del suelo, cuando este se encuentra a una profundidad tal que hace inviable, técnica o económicamente, un soporte más convencional mediante zapatas o losas.

¿Cuáles son las partes de un pilote?

- **FUSTE:** a la parte del pilote en contacto con el suelo, mientras que la altura libre es la longitud de la parte que emerge del suelo.
- **BASE:** es el plano inferior del pilote o proyección en planta de toda o parte de la punta, y que habitualmente se denomina "punta".

Los pilotes resultan muy apropiados en casos como los siguientes

1. Cuando se disponga de un terreno competente a poca profundidad (5-6 m).
2. Las cargas de la estructura son importantes y concentradas.
3. La estructura es sensible a movimientos absolutos o diferenciales.
4. El nivel freático se encuentra muy alto y es difícil ejecutar losas.
5. Para limitar el efecto de las cargas en estructuras próximas.
6. Como elemento de contención formando pantallas de pilotes.
7. Para contener movimientos de ladera.
8. Para resistir cargas horizontales (normalmente combinado con otros y con inclinación).
9. Para compensar tracciones (subpresiones).

- **GRUPO DE PILOTES:** conjunto de pilotes suficientemente próximos para interactuar entre sí o unidos mediante elementos estructurales.
- **ZONAS PILOTADAS:** son pilotes de escasa capacidad portante individual, regularmente espaciados o situados en puntos estratégicos, que sirven para reducir asentos o mejorar la seguridad frente a hundimiento de las cimentaciones.
- **MICROPILOTES:** son aquellos compuestos por una armadura metálica formada por tubos, barras o perfiles que se introducen en un taladro de pequeño diámetro, y que pueden ser inyectados con una lechada de mortero.

¿Qué son las pilas de tornillos de acero?

Los pilotes roscados de acero son una opción de cimentación cada vez más popular y eficaz disponible en la industria de la construcción doméstica y comercial. Proporcionan una alternativa práctica y rentable a los cimientos de edificios tradicionales. Se pueden instalar rápidamente con un mínimo de ruido y vibración, enrolladas al suelo de una manera eficiente sin causar ninguna perturbación al suelo, y eso elimina tiempo y costo en la remoción del suelo. Los pilotes son una excelente opción para cimentaciones profundas, como torres de transmisión o telecomunicaciones, así como para proyectos de carga más liviana, como cubiertas y cercas.

¿Cómo se clasifican los pilotes?

- **PILOTE AISLADO:** es un pilote alejado suficientemente de otros para no interactuar con aquellos. Si los pilotes se hormigonan *in situ*, no se permiten pilotes aislados para diámetros menores a 450 mm, mientras que entre 450 y 1000 mm de diámetro se pueden utilizar si se arriostran lateralmente. Si los pilotes son prefabricados hincados se podrán construir aislados siempre que se arriostran en dos direcciones ortogonales, y se demuestre que los momentos resultantes en dichas direcciones se anulan o se absorben por la armadura del pilote o por las vigas riostras.





¿Qué soluciones tiene la instalación de pilotes roscados?

Los pilotes se pueden instalar a mano (si es posible) con pequeños equipos, como una miniexcavadora. Tienen capacidad para trabajar en compresión, tensión, soportar fuerzas verticales/laterales (por ejemplo, viento), vibraciones y fuerzas de cizallamiento.

Una de las características más importantes de los pilotes roscados y los anclajes helicoidales es la verificación de la capacidad de carga durante la instalación.

Un dispositivo que mide el torque de instalación a medida que el pilote/ancla avanza hacia el suelo se utiliza para registrar su capacidad. Los estudios han demostrado que el par de instalación y la capacidad de carga son proporcionales. Esto significa que las cargas se pueden verificar inmediatamente y compararlas con un diseño estático derivado de los datos del subsuelo.

Beneficios de los pilotes helicoidales

Los pilotes de tornillo tienen muchos beneficios sobre las soluciones de pilotes tradicionales, velocidad de instalación, bajo nivel de ruido y mínima vibración o interrupción que puede causar daños en el área circundante del sitio:

- » Fundaciones en proceso de asentamiento.
- » Soporte sobre suelo no consolidado.
- » Erosión del suelo.
- » Suelo afectado por hundimientos o sacudidas.
- » Cuando los cimientos se hayan movido como resultado de

deslizamientos de tierra o pendientes inestables.

- » Cimentaciones afectadas por explotación minera.
- » Daño por vibración.
- » Aumento de la carga o alteraciones en la ruta de carga existente.
- » Estructura de edificio nuevo/contiguo.

Hacer, obrar

El desarrollo del taller permite fortalecer la creatividad de los estudiantes, el trabajo manual y en equipo. Mediante el análisis de la información explicarán el comportamiento de las viviendas que cuentan con pilotes roscados y las que no cuentan con estos, cuando se presente un evento sísmico.

Comunicar

En una de las etapas del taller los estudiantes deben sustentar los realizados. De igual manera, al finalizar la actividad, un integrante del grupo sustentará la experiencia exponiendo sus resultados y lo aprendido.

Núcleo problemático

La práctica de la ingeniería civil requiere que el profesional identifique los problemas asociados a la ingeniería geotécnica, tales como: cimentaciones superficiales y profundas, estructuras de tierra, taludes y excavaciones, estructuras de retención y remediación de suelo contaminado y agua subterránea.

Actividad

El taller consiste en construir un recipiente rectangular de vidrio o de acrílico emulando una sección de suelo donde estarán ubicadas unas casas. Este se encontrará conectado a una estructura metálica mediante resortes, lo cual permitirá que se mueva para simular un terremoto (evento sísmico). Las pruebas se les realizan a 3 casas que están hechas con madera, estas se entierran dentro del suelo fino (arena) sin pilotes (soporte), con pilotes lisos (en madera) y con pilotes roscados (tornillo). Se busca que los estudiantes, a partir de la experimentación, puedan visualizar y comprender los principios fundamentales de los pilotes (soportes), y el comportamiento de estos.

MATERIALES

- Un recipiente rectangular de acrílico o vidrio
- Arena para verter en el recipiente
- 3 casas de madera
- Tornillos
- Ladrillos para el soporte del recipiente
- Agua



FIGURA 58. Materiales

Fuente: elaboración propia.

Pasos por seguir

1. Elaborar un recipiente de vidrio o acrílico, aproximadamente de 80 cm x 50 cm x 40 cm (largo x alto x ancho).



FIGURA 59. Recipiente acrílico

Fuente: elaboración propia.

2. Llenar el recipiente con arena fina.



FIGURA 60. Recipiente acrílico

Fuente: elaboración propia.

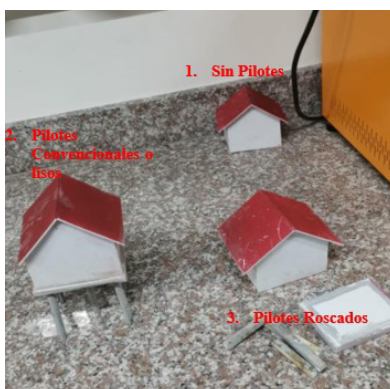


FIGURA 61. Casas de madera y cimentación

Fuente: elaboración propia.

3. Hacer las casas de madera. Las casas se diferenciarán porque no tendrá pilotes (soporte), otra tendrá pilotes lisos (madera) y otros pilotes roscados (tornillos).

4. Se introducen las casas dentro del recipiente con arena



FIGURA 62. Colocación de las casas

Fuente: elaboración propia.

5. Esta etapa consiste en agitar el recipiente por 60 segundos, y se procede a analizar los resultados obtenidos.



FIGURA 63. Se agita el recipiente

Fuente: elaboración propia.

6. En esta otra etapa, se repite todo el procedimiento anterior, pero al recipiente de arena se le adiciona agua.



FIGURA 64. Se agita el recipiente

Fuente: elaboración propia.

7. Se procede a hacer los análisis de los resultados.

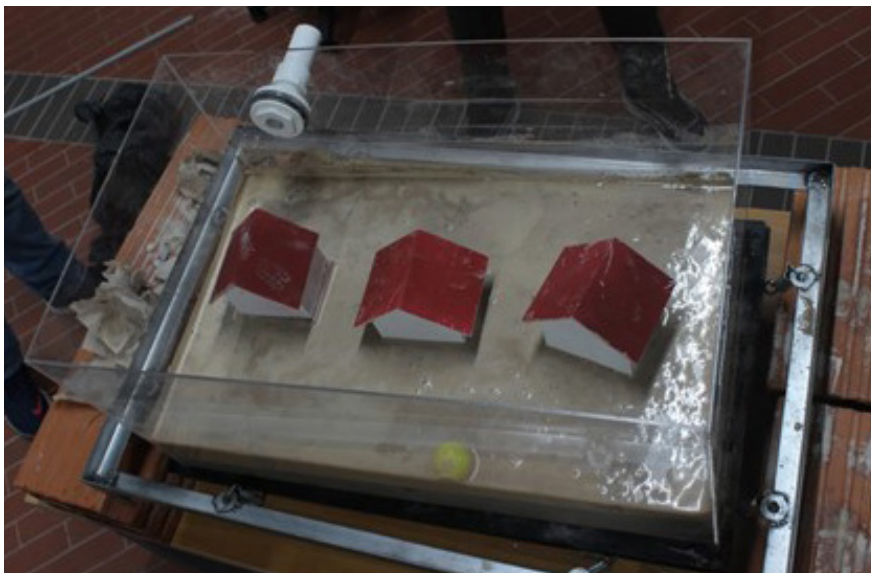


FIGURA 65. Resultado final

Fuente: elaboración propia.

Resultados

- Fotografías de la posición de las casas, una vez se simula el terremoto. Sobre todo las que tienen un soporte sólido (tornillo).

Análisis de resultados

A través de las experiencias se buscará concluir en cuál de las dos situaciones las casas de madera se comportan de forma más estable, es decir, en cuál de los casos la cimentación es más segura ante vibraciones (terremotos). Otro paso que se debe tener en cuenta al momento de hacer conclusiones será mirar el comportamiento del recipiente si este contiene agua. Esto quiere decir, que se debe repetir el procedimiento, pero con el suelo lleno de agua.

Exposición de los resultados

- **COMUNICACIÓN DE RESULTADOS:** el líder del equipo presentará los resultados y los análisis de este.



FIGURA 66. Sustentación de resultado final

Fuente: elaboración propia.

Resultados de aprendizaje

Los estudiantes en compañía del docente podrán reconocer la importancia de construir un soporte sólido en una edificación. Adicionalmente, pueden indagar sobre el tipo de cimentación (soporte) con la que están construidas las casas donde viven o las edificaciones del colegio.

AUTOR

Ángel Arturo Rincón Suárez

TALLER 9.

DIME LO QUE PISAS Y TE DIRÉ SI RESISTE TU PESO

Las vocaciones por la ingeniería civil presentes en estudiantes de últimos años de secundaria pueden ser descubiertas y motivadas con talleres sencillos, desarrollados con la guía de un docente, en este caso de matemáticas o física, quien puede utilizar la experiencia para explicar o profundizar conocimientos. En este taller los estudiantes entenderán los conceptos básicos que un ingeniero utiliza para determinar el comportamiento del suelo frente al tránsito de vehículos, y con esto diseñará una estructura de pavimento.

Con seguridad todos hemos transitado por calles y carreteras sin pavimento, y hemos observado cómo existen tipos de suelos que permiten un tránsito de vehículos más o menos fácil o seguro, es muy frecuente ver cómo en carreteras apartadas de las ciudades el tránsito se hace más difícil, sobre todo en épocas de lluvia, y algunas veces el estado lamentable de las carreteras debido a la falta de mantenimiento o a la ausencia de obras de drenaje impide por completo el paso de vehículos.

Las vías de comunicación constituyen uno de los principales campos de ejercicio profesional del ingeniero civil; para desarrollar con éxito un proyecto de diseño y construcción de una carretera (vías de comunicación para tránsito automotor terrestre), el ingeniero debe determinar las características físicas, químicas y

mecánicas del suelo sobre el que se ha de construir la carretera, y con esa información diseñar la estructura de pavimento (capas de diferentes materiales que reciben las cargas del tránsito de vehículos y los transmiten al terreno natural), que permita el tránsito seguro y cómodo por un periodo de tiempo (vida útil del proyecto) no menor a 10 años.

Las calidades de los suelos que el ingeniero puede encontrar para diseñar la estructura de pavimento son muy variadas, desde suelos blandos y con muy baja capacidad de soportar carga, y por lo tanto requieren estructuras de pavimento robustas y costosas, hasta suelos muy duros que prácticamente no se afectan cuando se someten a las cargas del tránsito de una vía.

En este taller es posible simular el comportamiento de diferentes tipos de suelo frente al tránsito de vehículos, esta simulación permite comprender cómo las características simples de los suelos afectan su comportamiento frente al tránsito de vehículos, y cómo algunas técnicas simples de mejoramiento del suelo ayudan radicalmente a su comportamiento, aumentando su capacidad de soporte.

Mediante una tabla simulamos la superficie del terreno real, y mediante diferentes materiales como harina y arroz simulamos el suelo y algunas de sus características principales:



Suelos y geotecnia



50 minutos



10º a 11º



Física, fenómenos físicos y naturales



El suelo fino es simulado con harina, como sucede en la mayoría de los suelos finos, es un material con partículas pequeñas y deleznales, sensible a la humedad, en este tipo de suelo las partículas que se atraen y se adhieren unas a otras y en presencia de la presión se compacta, reduciendo el espacio entre partículas y disminuyendo su volumen total.

El suelo granular es simulado con arroz, a diferencia del suelo fino, las partículas del suelo granular generalmente son duras, no presentan atracción unas a otras y disminuir el espacio entre partículas generando compactación es mucho más difícil, ya que estas al ser duras (no deleznales) no se acomodan solo con la presencia de presión, generalmente es necesario incluir vibración para lograr una compactación efectiva.

En el suelo mixto encontramos presencia de partículas finas deleznales y de partículas duras de mayor tamaño, esta situación se simula con una mezcla de harina y arroz, que inicialmente se puede trabajar en proporciones iguales, pero que el docente a cargo puede orientar el desarrollo del taller con diferentes proporciones, lo que permitirá llegar a más conclusiones y comprender mejor el comportamiento de los diferentes tipos de suelos.

Los efectos del tránsito sobre el suelo se simulan con una esfera metálica o de cristal tipo bolón, que al rodar sobre los materiales que simulan los diferentes tipos de suelo, ejerce presión, haciendo que las partículas tiendan a compactarse o a separarse, produciendo ahuellamiento al punto que pueda que no sea posible

el movimiento del bolón, porque este en lugar de rodar se entierra.

La observación y análisis del movimiento del bolón sobre los diferentes suelos simulados bajo diferentes condiciones de compactación y de pendiente, permite a los estudiantes entender las principales características del comportamiento de los suelos que los ingenieros civiles deben considerar al momento de diseñar las estructuras de pavimento que soportan el tránsito en las carreteras.

► OBJETIVO GENERAL

Motivar a los estudiantes de último año de colegio a conocer el quehacer de los ingenieros civiles, generando espacios en donde se puedan identificar talentos y vocaciones que quieran vincularse a la facultad de ingeniería civil de la USTA Villavicencio.

► OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer los principios básicos de comportamiento de los diferentes tipos de suelo sometidos a la acción del tránsito sin pavimento.
- Comprender de manera básica los criterios de mejoramiento que el ingeniero civil aplica para garantizar que los suelos sin pavimentar resistan el tránsito automotor.

Aportes

Comprender

A nivel básico, el taller permite comprender cómo es el comportamiento de diferentes tipos de suelo frente a las cargas vehiculares.

Hacer, obrar

El desarrollo del taller permite afianzar el trabajo manual, la observación para la toma de datos y el trabajo en equipo.

Comunicar

Mediante el análisis de la información el estudiante explicará el comportamiento de diferentes tipos de suelo frente a los esfuerzos debidos al tránsito o carga vehicular.

Mediante el análisis de la información el estudiante explicará cómo las técnicas básicas de mejoramiento de suelos permiten garantizar mejores capacidades de soporte en diferentes tipos de suelo.

Aportes al desarrollo sostenible

Los estudiantes van a conocer los criterios básicos que utilizan los ingenieros civiles para seleccionar los materiales y los tipos de mejoramiento del suelo que una estructura de pavimento necesita, de acuerdo con el tipo de suelo presente en el sitio de la construcción de una vía, de manera que se logre además de la estabilidad, un uso eficiente de los materiales, evitando desperdicios y riesgos innecesarios en las carreteras.

Núcleo problemático

Algunas veces, la mala calidad de los suelos existentes (muy baja capacidad de soporte) obliga a que se hagan mejoramientos, que van desde la compactación (mediante la aplicación de presión se reduce la cantidad de aire contenida en el suelo), la mezcla del suelo natural con otros materiales de construcción, hasta el reemplazo por otros suelos mejorados.

El ingeniero civil como profesional que se forma para manejar los materiales y las fuerzas de la naturaleza es capaz de comprender el comportamiento de los diferentes tipos de suelos cuando reciben todo el peso del tránsito de una vía; conoce las diferentes técnicas y materiales con los que se pueden mejorar las características del suelo y aplica métodos basados en la observación y las matemáticas al diseñar la estructura de pavimento más eficiente (la que más económica y amigable con el medio ambiente resulte), para lograr que la vía que se construya y preste un servicio adecuado por al menos 10 años.

Claramente este taller se enmarca en los núcleos problemáticos de suelos y geotecnia, vías y transporte.



MATERIALES

- 3 libras de harina
- 3 libras de arroz
- 1 caja de madera o de cartón rectangular con medidas por cada lado, entre 20 y 30 cm de ancho y al menos 70 cm de largo. Pista de ensayo
- 1 esfera grande de cristal (bolón) o similar.
- 1 hoja para la toma de datos
- Apoyos para levantar un lado de la caja

Actividad

En el desarrollo del taller se simula el efecto del tránsito sobre diferentes tipos de suelo (fino, granular y mixto), se utilizan materiales caseros de manera que el montaje no representa mayor dificultad.

El docente a cargo puede distribuir en grupos de trabajo la simulación de diferentes tipos de suelo, o realizar la demostración de todos los tipos de suelo en clase con la colaboración de todo el curso.

FIGURA 67. Caja con la que se conforma la pista de ensayo

Fuente: elaboración propia.



FIGURA 68. Pista de ensayo con esfera de cristal tipo bolón

Fuente: elaboración propia.



Pasos por seguir

► SIMULACIÓN DEL EFECTO DEL TRÁNSITO SOBRE SUELO FINO

1. Llene la caja de madera (pista de ensayo) con harina (sin compactar, es decir sin ejercer presión sobre la harina) hasta lograr un espesor de 3 centímetros de altura.

FIGURA 69. Pista de ensayo con harina, simulando suelo fino

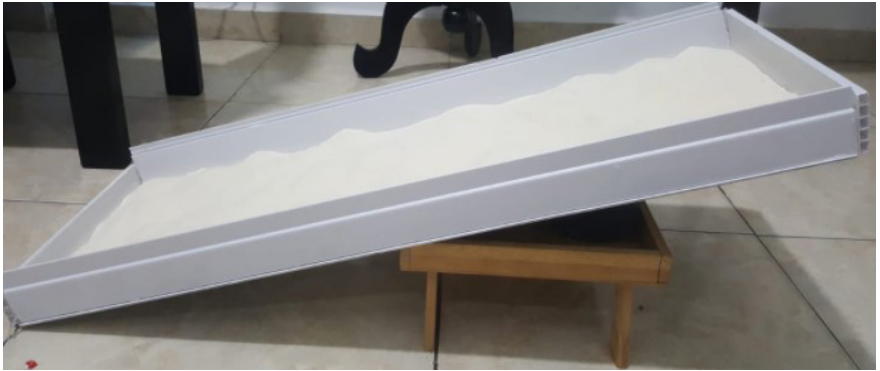
Fuente: elaboración propia.



2. Ubique los soportes en un extremo de la pista de ensayo, de manera que quede con una inclinación de 20 o 30 grados, es decir, una pendiente entre el 30 % o 40 %. Para el cálculo de la pendiente, el estudiante puede utilizar Pitágoras o geometría analítica, ya que conoce la altura y la hipotenusa del triángulo formado por la caja, los soportes y la superficie de trabajo.

FIGURA 70. Pista de ensayo con harina simulando suelo fino inclinada a 25 grados

Fuente: elaboración propia.



3. Coloque la esfera y permita que ruede sobre la harina. En este punto es importante observar lo que sucede, es posible que la distancia recorrida sea muy corta o que inclusive la esfera no avance, en ese caso puede aumentar la inclinación de la pista, hasta lograr que la esfera avance. Aumentar la inclinación de la pista puede provocar que la capa de harina se deslice sobre la caja, esta situación constituye la falla del terreno, indica que sobre ese suelo sin mejoramiento previo con esa pendiente no es posible garantizar la estabilidad de una vía.
4. Tome la lectura de la distancia recorrida y la forma y profundidad de la huella que la esfera deja sobre la harina sin enrasar ni compactar.

FIGURA 71. Pista de ensayo con harina simulando suelo fino, movimiento de la esfera de cristal

Fuente: elaboración propia.



5. Mejore las condiciones del suelo fino enrasado (dejando lisa), compactando y aplicando presión sobre la superficie de harina, sobre la que va a rodar la esfera (superficie de rodadura).
6. Ubique la pista y los soportes con una inclinación de entre 20 a 30 grados.
7. Coloque la esfera en la parte alta de la pista de ensayo, y tome la lectura de la distancia recorrida y la forma de la huella que la esfera deja sobre la harina.
8. Observe y tome nota de las diferencias en el comportamiento del desplazamiento de la esfera y del suelo con respecto al suelo granular sin enrasar ni compactar.

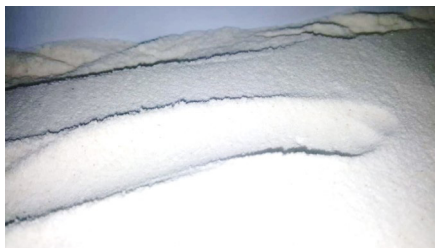


FIGURA 72. Pista de ensayo con harina simulando suelo fino, movimiento de la esfera de cristal. Detalle de la huella de la esfera en el suelo fino sin mejorar (sin enrasar y sin compactar)

Fuente: elaboración propia.

➤ SIMULACIÓN DEL EFECTO DEL TRÁNSITO SOBRE SUELO GRANULAR

1. Enrase y compacte toda la superficie de harina (esto es para que el arroz no se resbale sobre la superficie lisa de la caja), coloque una capa de arroz sin compactar (sin ejercer presión sobre la capa de arroz) de 2 o 3 cm de espesor sobre la capa de harina compactada.
2. Ubique los soportes en un extremo de la pista de ensayo, de manera que quede con una inclinación de 20 o 30 grados, es decir, una pendiente entre el 30 % o 40 %.



FIGURA 73. Pista de ensayo con cama de harina para instalar el suelo granular simulado con arroz

Fuente: elaboración propia.

Para el cálculo de la pendiente, el estudiante puede utilizar Pitágoras o geometría analítica, ya que conoce la altura y la hipotenusa del triángulo formado por la caja, los soportes y la superficie de trabajo.



FIGURA 74. Pista de ensayo con el suelo granular simulado con arroz instalado e inclinada a la pendiente indicada

Fuente: elaboración propia.

3. Coloque la esfera y permita que ruede sobre el arroz suelto.

En este punto es importante observar lo que sucede, es posible que la distancia recorrida sea muy corta, o que inclusive la esfera no avance, en ese caso puede aumentar la inclinación de la pista, hasta lograr que avance.

4. Tome lectura de la distancia recorrida, la forma y profundidad de la huella que la esfera deja sobre el arroz suelto.

Mejore las condiciones del suelo granular enrasando (dejando lisa) la superficie de arroz sobre la que va a rodar la esfera (superficie de rodadura).

5. Ubique la pista y los soportes con una inclinación de entre 20 a 30 grados.

6. Coloque la esfera en la parte alta de la pista de ensayo y tome la lectura de la distancia recorrida y la forma de la huella que la esfera deja sobre la harina.

7. Observe y tome nota de las diferencias en el comportamiento del desplazamiento de la esfera y del suelo con respecto al suelo, sin enrasar ni compactar



FIGURA 75. Detalle de la huella dejada por la esfera de cristal en el suelo granular simulado con arroz instalado e inclinada a la pendiente indicada, sin ningún mejoramiento

Fuente: elaboración propia.

Como se mencionó al inicio del taller, el suelo granular debido al tamaño y dureza de sus partículas, no se compacta solo con aplicar presión, en las obras de construcción de carreteras es necesario aplicar simultáneamente vibración y compresión para que las partículas duras se acomoden y el suelo granular se compacte mejorando su comportamiento.

Si intentan compactar el arroz encontrarán poca diferencia en el comportamiento que se obtuvo con la superficie de rodadura de arroz sin compactar, sin embargo, pueden intentarlo repitiendo los numerales 6 al 8 que se realizaron para el suelo fino (harina).

► SIMULACIÓN DEL EFECTO DEL TRÁNSITO SOBRE SUELO MIXTO

- 1.** Mezcle en partes iguales arroz y harina en cantidad suficiente para formar una capa no compacta.
- 2.** Conforme una capa de la mezcla harina-arroz de 2 o 3 cm de espesor, sin enrasar ni compactar sobre la pista de prueba.
- 3.** Ubique los soportes en un extremo de la caja, de manera que quede con una inclinación de 20 o 30 grados.

FIGURA 76. Pista de ensayo con el suelo mixto simulado con mezcla de arroz y harina con superficie de rodadura sin mejorar



Fuente: elaboración propia.

4. Coloque la esfera y permita que ruede sobre la mezcla sin enrasar ni compactar. En este punto es importante observar lo que sucede, es posible que la distancia recorrida sea muy corta o que inclusive la esfera no avance, en ese caso puede aumentar la inclinación de la pista, hasta lograr que avance.
5. Tome la lectura de la distancia recorrida, la forma y profundidad de la huella que la esfera deja sobre la superficie de rodadura conformada por la mezcla de harina y arroz, sin enrasar ni compactar.

FIGURA 77. Pista de ensayo con el suelo mixto simulado con mezcla de arroz y harina con superficie de rodadura sin mejorar, inclinado a la superficie indicada



Fuente: elaboración propia.

FIGURA 78. Detalle de la huella dejada por la esfera de cristal en el suelo mixto simulado con mezcla de arroz y harina instalado e inclinado a la pendiente indicada, sin ningún mejoramiento



Fuente: elaboración propia.

6. Mejore las condiciones del suelo mixto enrasando (dejando lisa), compactando y aplicando presión sobre la superficie sobre la que va a rodar la esfera (superficie de rodadura).
7. Ubique la pista y los soportes con una inclinación de entre 20 a 30 grados.
8. Coloque la esfera en la parte alta de la pista de ensayo, tome la lectura de la distancia recorrida y la forma de la huella que la esfera deja sobre el suelo mixto.
9. Observe y tome nota de las diferencias en el comportamiento del desplazamiento de la esfera y del suelo con respecto al suelo mixto sin enrasar ni compactar.

Formatos

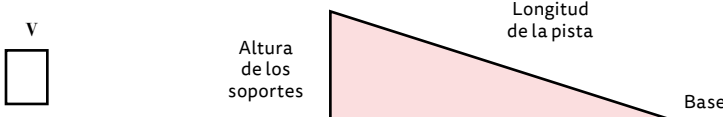
TALLER BÁSICO DE SUELOS PARA VÍAS			
Nivel de formación, grado 11			
Fecha:		Institución educativa:	
Integrantes del grupo de trabajo:			
Seleccione el tipo de suelo	Fino:	Granular:	Mixto:
Tabla de datos			
Pendiente de la pista:		Pendiente de la pista:	
Mejoramiento aplicado:		Mejoramiento aplicado:	
V 			
Longitud de la pista:		Longitud de la pista:	
Altura de los soportes:		Altura de los soportes:	
Base:		Base:	
Pendiente:		Pendiente:	
Longitud de la huella:		Longitud de la huella:	
Profundidad de la huella:		Profundidad de la huella:	
Otras observaciones:		Otras observaciones:	

TABLA 3. Formato de recolección de datos

Fuente: elaboración propia.

Resultados

La longitud de los desplazamientos, la profundidad de la huella para cada tipo de suelo y de mejoramiento, se pueden registrar en la tabla de recolección de datos del numeral anterior; en cada caso se pueden registrar los resultados para dos pendientes diferentes.

Análisis de resultados

La comparación de las longitudes de desplazamiento y la profundidad de la huella permiten establecer los efectos que sobre el tránsito en vías sin pavimento tienen las condiciones propias de los suelos, y el efecto del mejoramiento con nivelación y compactación.

El desarrollo del taller permite que los estudiantes encuentren conclusiones claras que respondan a la siguiente pregunta: ¿Qué tipo de suelo es más competente para soportar tránsito en una vía sin pavimento?

Las razones que explican esta respuesta son precisamente el objeto de estudio de la mecánica de suelos y la geotecnia, ciencias de las que el ingeniero civil se vale para encontrar la solución más eficiente en términos de costo y uso de materiales amigables con el medio ambiente. Muchas veces lo más eficiente y amigable con el medio ambiente es mejorar las condiciones del suelo, en otros casos puede que sea necesario reemplazar la capa de rodadura por otra más competente, reemplazando una capa del suelo natural o instalando capas de otros materiales sobre este. ¿Cuál es el efecto del mejoramiento con enrase y compactación del suelo sobre el tránsito en una vía sin pavimento? Otras preguntas que

se pueden generar con el desarrollo del taller y que con orientación del docente se pueden responder son las siguientes: ¿Qué sucedería si en lugar de mezclar en partes iguales la harina con el arroz para generar las condiciones de un suelo mixto, se incrementara la cantidad granular (arroz)?

¿Qué sucedería si se aumenta el tamaño de las partículas de suelo granular y en lugar de arroz se utilizan lentejas?

Exposición de resultados

El desarrollo del taller permite que los estudiantes comprendan los siguientes conceptos que los ingenieros civiles aplican para definir el tipo material y el mejoramiento del suelo que aplique para lograr la estabilidad de la carretera a construir:

- ≈ Las principales características del suelo que afectan su comportamiento frente al tránsito en una vía sin pavimento.
- ≈ Las diferencias en el comportamiento de diferentes tipos de suelo frente al tránsito en una vía sin pavimento.

En la exposición de los resultados del taller los estudiantes pueden presentar las respuestas a las preguntas planteadas en el análisis de resultados; el docente a cargo puede orientar la participación de diferentes estudiantes y utilizar conceptos de la física y las matemáticas que complementan los conceptos de ingeniería.

Los estudiantes pueden proponer casos reales de carreteras en donde se pueda evidenciar las dificultades que tiene el tránsito, debido a las características del suelo y/o a la falta de mantenimiento.





Resultados de aprendizaje

Los estudiantes comprendieron algunas de las características de los suelos que los ingenieros civiles tienen en cuenta al momento de construir carreteras y estructuras de pavimento, al tiempo que utilizaron conocimientos de física y matemáticas para hacer observaciones prácticas y sacar conclusiones, el docente a cargo puede complementar y profundizar los conocimientos y conclusiones, utilizando otros materiales o cambiando la humedad de estos.

AUTOR

Jessica María Ramírez Cuello

TALLER 10.

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

► OBJETIVO GENERAL

Identificar mediante un trabajo de aplicación el concepto técnico de la estructura de pavimento.

► OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Distinguir los tipos de pavimentos más implementados en la actualidad.
- Identificar las variables necesarias para diseñar un pavimento.
- Indicar cuál es el proceso constructivo de pavimentos teniendo en cuenta su clasificación.
- Crear un modelo de la estructura de pavimento utilizando diferentes materiales asequibles en casa, teniendo en cuenta su clasificación.

Aportes

El estudiante que realice el taller se introduce en el mundo de la infraestructura vial, aplicando conceptos e identificando los diferentes tipos de pavimentos y las capas que lo conforman, las variables necesarias para su diseño y proceso constructivo.

Comprender

A continuación, se presentan los conceptos que debe tener el estudiante para el desarrollo del taller:

¿Qué es un pavimento?

El pavimento se define como una estructura compuesta por diferentes capas de distinto material sobre un suelo natural (o subrasante), diseñada con el fin de soportar las cargas vehiculares (carros, buses, camiones, entre otros) y los cambios climáticos (lluvia, calor, frío).



FIGURA 79. Modelo a escala, estructura de pavimento flexible

Fuente: elaboración propia.

¿Cómo se clasifican los pavimentos?

Existen diferentes tipos de pavimento, teniendo en cuenta el tiempo de servicio (vida útil) y los materiales para utilizar.



Vías y transporte



60 minutos



9º a 11º



Física básica, representación gráfica de fenómenos físicos, tablas y plano cartesiano

- **PAVIMENTO FLEXIBLE:** está compuesto por más de dos capas de material y tiene un periodo de diseño (vida útil) 10 años. Por lo general estos pavimentos requieren más mantenimientos a lo largo de su vida útil o para prolongarlo. Su capa de rodadura (por donde transitan o pasan los vehículos) se encuentra en mezcla asfáltica, más conocida como capa de asfalto.



FIGURA 80. Construcción de pavimento flexible/rígido

Fuente: elaboración propia.

- **PAVIMENTO RÍGIDO:** principalmente está compuesto por una losa de concreto, seguido de un material granular y el suelo natural. Tiene un periodo de diseño o vida útil de aproximadamente 20 años.



FIGURA 81. Construcción de pavimento rígido

Fuente: elaboración propia.

- **PAVIMENTO ARTICULADO:** también conocido como pavimento en adoquines, se utiliza por lo general en zonas peatonales o de bajo volúmenes de tránsito (solo pasan vehículos livianos, como autos, microbuseras, camperos, entre otros), da un aspecto más colonial y los mantenimientos son muy económicos en cuanto a materiales, puesto que se pueden reutilizar los adoquines reparando solo el suelo que los soporta.

En la vía Bogotá, Villavicencio, se identifican ciertos tramos en este tipo de pavimentos, esto debido a las fallas geológicas o en el suelo que se pueden presentar, por lo que es necesario hacer constantes mantenimientos en la zona, y al estar en adoquines se facilitan estos trabajos.

¿Qué variables son necesarias para diseñar un pavimento?

- **TRÁNSITO:** conocer cuántos vehículos pasan por esa vía en cierto periodo de tiempo.
- **SUELO NATURAL:** definir las propiedades del suelo es un aspecto muy importante para definir espesores de capas del pavimento y materiales, puesto que de la calidad de este depende qué tan robusta queda la estructura.
- **LAS LLUVIAS Y LOS CAMBIOS DE TEMPERATURA:** son importantes para definir qué materiales utilizar en el pavimento y qué tratamiento darle al suelo natural.

Hacer, obrar

El estudiante ejecutará un modelo a escala que consiste en realizar una estructura de pavimento con materiales reciclables o algunos alimentos que estén a su alcance, donde se puedan identificar las diferentes capas que componen el pavimento.

Comunicar

En una de las etapas del taller los estudiantes deben sustentar lo realizado. De igual manera, al finalizar la actividad, el grupo ganador relata la experiencia en un video de 3 minutos en el que expone sus resultados y el de los demás grupos.

Núcleo problémico

El déficit en infraestructuras innovadoras y resilientes para la movilidad y la integración de sistemas de transporte efectivos y seguros suscita su estudio desde la perspectiva de una ingeniería sostenible que brinde soluciones y transforme la sociedad y el territorio.

MATERIALES

- Icopor reciclado
- Frijoles
- Maíz
- Cartón
- Papel aluminio



Actividad

Pasos a seguir

1. Reunir diferentes tipos de materiales donde se puedan identificar las capas del pavimento. Ejemplo: icopor reciclado, frijoles, maíz, cartón, papel aluminio, entre otros.



FIGURA 82. Posibles materiales para construir la estructura de pavimento flexible

Fuente: elaboración propia.

2. Las capas del pavimento se deben construir desde la capa inferior hasta la superior, con una pendiente que procure llevar el agua a los hombros de la vía.

- En el caso del pavimento flexible, la capa asfáltica tiene el menor espesor y van aumentando hasta llegar al suelo natural, que es infinito, como se muestra en la FIGURA 81 Y 82.

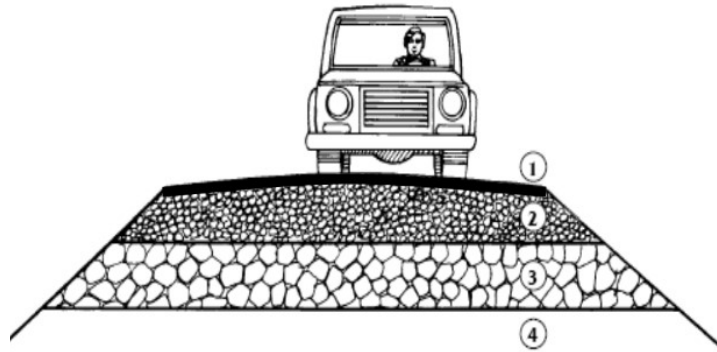


FIGURA 83. Ejemplo estructura de pavimento flexible

Fuente: elaboración propia.



FIGURA 84. Ejemplo de modelo a escala de estructura en pavimento flexible

Fuente: elaboración propia.

- El pavimento rígido debe llevar una losa de concreto con espesor igual o mayor al de la base que la soporta.

Resultados

- **RESULTADOS OBTENIDOS:** 3 minutos en los que se sustenta el diseño, se identifican las diferentes capas del pavimento y su proceso constructivo.
- **ANÁLISIS DE RESULTADOS:** a través de esta experiencia se busca concluir por qué escogieron el tipo de pavimento, es decir, en qué zona lo implementarían y qué parámetros tuvieron en cuenta.
- **COMUNICACIÓN DE RESULTADOS:** el líder del equipo ganador hará un video de 3 minutos contando su experiencia, debe mostrar los otros tipos de pavimentos, aun cuando no se haya hecho el montaje.



Resultados de aprendizaje

Los pavimentos actualmente han tenido un gran desarrollo y avance a nivel nacional, por lo que es necesario tener conocimiento de los conceptos básicos para la comprensión de las aplicaciones en el planteamiento, diseño, construcción y conservación de obras de infraestructura vial.

Con el desarrollo de este taller, los estudiantes podrán identificar los tipos de pavimentos y sus características, así mismo, reconocerán las variables necesarias para su diseño y su composición.

SOBRE LOS AUTORES

El grupo de autores de los talleres está compuesto por cinco docentes de diferentes especialidades disciplinares y un estudiante de la Facultad de Ingeniería Civil.

Óscar Felipe Sáenz Pardo

Ingeniero civil, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja (2012). Especialización en Estructuras, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja (2013). <https://orcid.org/0000-0002-9580-0785>

Ángel Arturo Rincón Suárez

Ingeniero civil, Universidad Nacional de Colombia (2000). Especialista en Gestión y Auditoría de la Calidad ISO 9000 y 14000, Universidad de Antioquia. Magíster en Gestión Ambiental, Universidad Javeriana (2017). <https://orcid.org/0000-0001-6410-7526>

Joe Alexander Martínez Gómez

Profesional en Administración y Construcción Arquitectónica, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca (2007). Tecnólogo en Administración y Ejecución de Construcciones, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca (2005). Magíster en Construcción, Universidad Nacional de Colombia (2016). <https://orcid.org/0000-0003-0605-1581>

Brayan Felipe Benítez Rocha

Estudiante de décimo semestre de la Facultad de Ingeniería Civil.

Juan Manuel Salgado Díaz

Ingeniero civil, Universidad de Sucre (2012). Magíster en Ingeniería Civil, con énfasis en Infraestructura Vial, Universidad Javeriana (2018). <https://orcid.org/0000-0001-9680-2638>

Jessica María Ramírez Cuello

Ingeniera civil, Universidad de Sucre (2012). Magíster en Ingeniería Civil, con énfasis en Infraestructura Vial, Pontificia Universidad Javeriana (2019). <https://orcid.org/0000-0003-2289-4220>

INGENIERÍA CIVIL PARA JÓVENES

Colección de libros editado por
Ediciones USTA, Universidad
Santo Tomás, Sede Villavicencio,
diciembre de 2021.



INGENIERÍA CIVIL PARA JÓVENES

Este libro consta de diez talleres desarrollados por estudiantes y docentes de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Santo Tomás, Sede Villavicencio, dirigidos a estudiantes de educación básica y media de diferentes instituciones educativas públicas y privadas de Colombia.

En esta obra los lectores podrán reconocer por qué la ingeniería civil es una profesión indispensable para el desarrollo de una nación, ya que los estudiantes de últimos años de instituciones educativas públicas y privadas, por medio del desarrollo de la actividades, tendrán la posibilidad de conocer en verdadera magnitud el quehacer del ingeniero civil, no solo para ubicar y potenciar las vocaciones y talentos, si no para utilizar los conceptos y herramientas de la ingeniería civil en la formación de nuevos bachilleres, de manera que la sociedad en conjunto logre entender la importancia y valor de esta profesión.

En este sentido, el libro ha sido diseñado como una guía para que los y las estudiantes fortalezcan sus capacidades y habilidades científicas, académicas y profesionales, y se animen a cursar una carrera profesional desde la práctica.



UNIVERSIDAD
SANTO TOMÁS
VILLAVICENCIO