

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES I Y II

Manual guía para el desarrollo del laboratorio

Laura Dayanna González Maturana



2010

**GUÍA PARA EL DESARROLLO DE LAS PRÁCTICAS EN LAS
MATERIAS “CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES I Y II”**



LAURA DAYANNA GONZÁLEZ MATURANA

CÓD: 2012147



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

BUCARAMANGA

2010

**GUÍA PARA EL DESARROLLO DE LAS PRÁCTICAS EN LAS
MATERIAS “CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES I Y II”**



LAURA DAYANNA GONZÁLEZ MATURANA

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL**

DIRECTOR:

Ing. Ph.D EDUARDO CASTAÑEDA PINZÓN



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

BUCARAMANGA

2010

DEDICATORIA

A Dios y a la Santísima Virgen María que siempre me llevaron de su mano para nunca dejarme caer,

A mi Madre que desde que supo que me traería al mundo creyó en mí y me consideró su motivo para cada día tener más fuerzas en su transcurrir,

A mi Hijo quien se convirtió en la razón de cada acción que lleve a cabo,

A aquellas personas que en los momentos más significativos y en aquellos en los que se pensaba que no había nada que hacer, siempre tuvieron un minuto para mí.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme los instrumentos y herramientas para poder llegar a donde hoy día he logrado estar.

Agradezco de manera muy especial al Dr. Eduardo Castañeda, quien dirigió este trabajo de grado, por su incondicional colaboración y apoyo en todo lo que estuvo a su alcance, por compartir conmigo su sapiencia.

Al cuerpo en general de profesores, por ayudarme en el enriquecimiento continuo de mi aprendizaje mediante sus valiosos conocimientos y experiencias, contribuyendo con mi proceso de formación tanto integral como intelectual, para mi futuro desarrollo profesional.

A todas las personas laboradoras en los diferentes campos, que de una u otra forma facilitaron trámites y acciones en mi vida universitaria.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	15
OBJETO.....	17
Objetivo general.....	17
Objetivos específicos.....	17
FORMATO DE LA PRESENTACIÓN DEL MATERIAL DE TRABAJO PARA EL LABORATORIO.....	18
ENFOQUE.....	19
CAPÍTULO I.....	20

CARACTERIZACIÓN GENERAL DE UN MATERIAL

DENSIDAD Y POROSIDAD.....	20
Base teórica.....	20
Práctica 1: Densidad	
Actividad 1: Densidad del acero.....	22
Práctica 1: Densidad	
Actividad 2: Densidad de líquidos.....	24
Práctica 1: Densidad	
Actividad 3: Densidad del concreto.....	26
Práctica 1: Densidad	
Actividad 4: Densidad de esponja e icopor.....	28
Práctica 1: Densidad	
Actividad 5: Densidad de Materiales particulados.....	31
PERMEABILIDAD.....	33
Base	
teórica.....	33
Práctica 2: Permeabilidad	
Actividad 1: Permeabilidad de suelos.....	37

CAPÍTULO II.....39

RESISTENCIA Y RIGIDEZ MECÁNICA

Base
teórica.....39

Práctica 3: Esfuerzos axiales
Actividad 1: Deformación de caucho.....43

Práctica 3: Esfuerzos axiales
Actividad 2: Esfuerzo de compresión.....45

Práctica 3: Esfuerzos axiales
Actividad 3: Esfuerzo de tracción.....47

Práctica 4: Esfuerzos transversales
Actividad 1: Esfuerzo de corte.....49

Práctica 4: Esfuerzos de flexión y anisotropía
Actividad 2: Esfuerzo por flexión.....51

Práctica 5: Esfuerzo triaxial
Actividad 1: Esfuerzo triaxial.....53

CAPÍTULO III.....55

FORMULACIÓN DE MATERIALES COMPUESTOS

CONCRETO	55
Base	
teórica.....	55
Práctica 6: Concreto	
Actividad 1: Concreto. Relación (a/c).....	58
ASFALTO + FILLER	60
Base	
teórica.....	60
Práctica 7: Asfalto + Filler	
Actividad 1: Asfalto + Filler.....	63
CONCLUSIONES	65

BIBLIOGRAFÍA.....	66
--------------------------	-----------

RESUMEN

TÍTULO

GUÍA PARA EL DESARROLLO DE LAS PRÁCTICAS EN LAS MATERIAS CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES I Y II. *

AUTOR

LAURA DAYANNA GONZÁLEZ MATURANA**

PALABRAS CLAVES

Densidad, porosidad, acero, concreto, suelo, permeabilidad, gravilla, arcilla, arena, resistencia, rigidez, esfuerzo, deformación, caucho, compresión, tracción, flexión, triaxial, cemento, asfalto, filler.

DESCRIPCIÓN

Este manual fue creado con el fin de servir como soporte en el desarrollo de las prácticas en el laboratorio destinado a caracterizar diferentes materiales de acuerdo a sus principales propiedades. Su principal objetivo es hacer una propuesta de cambio respecto a la metodología tradicional de enseñanza la cual se basa en dar normas o algoritmos y obligar al estudiante a cumplirlas para llegar a una solución de un problema dado; de manera contraria se busca que el estudiante sea el creador de su propio conocimiento formulando el mismo el concepto sin necesidad de recurrir a una serie de reglas que algunas veces no dejan ver con claridad los conceptos. Es esta la razón de darle al laboratorio un enfoque absolutamente pedagógico.

El manual guía contiene tres capítulos generales y estos a su vez las diferentes prácticas y sus actividades correspondientes. Estos son: Capítulo I: Caracterización general de un material Práctica 1: Densidad y porosidad. Actividad 1: Densidad del acero Actividad 2: Densidad de líquidos Actividad 3: Densidad del concreto Actividad 4: Densidad de la esponja e icopor Actividad 5: Densidad de materiales Particulados Práctica 2: Permeabilidad Actividad 1: Permeabilidad de suelos Capítulo II Resistencia y rigidez mecánica Práctica 3: Esfuerzos axiales Actividad 1: Deformación del caucho. Actividad 2: Esfuerzo de compresión Actividad 3: Esfuerzo de tracción Práctica 4: Esfuerzos transversales Actividad 1: Esfuerzo de corte Actividad 2: Esfuerzo de flexión Práctica 5: Esfuerzo triaxial Actividad 1: Esfuerzo triaxial Capítulo III Formulación de materiales compuestos Práctica 6: Concreto Actividad 1: Concreto. Relación (a/c) Práctica7: Asfalto + filler Actividad 1: Asfalto + filler.

*Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de ingeniería civil, Director. Ing P.hd. Eduardo Castañeda Pinzón.

Las preguntas respectivas para cada actividad están formuladas de manera tal que obligan al estudiante a adoptar conocimiento, ya que este a medida que desarrolla la práctica aprende cada concepto requerido para la ejecución de este. La bibliografía principal es proveniente de los conceptos y experiencias en todos los cursos vistos y estudiados en la carrera de pregrado.

*Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de ingeniería civil, Director. Ing P.hd. Eduardo Castañeda Pinzón.

ABSTRACT

TITLE

GUIDES FOR THE DEVELOPMENT OF THE PRACTICES IN THE SUBJECTS CHARACTERIZATION OF MATERIALS I And II. *

AUTHOR

LAURA DAYANNA GONZÁLEZ MATURANA**

KEYWORDS

Density, porosity, steel, concrete, soil, permeability, gravilla, clay, sand, resistance, rigidity, effort, deformatin, rubber, compression, traction, flexiibility, triaxial, cement, asphalt, filler.

DESCRIPTION

The purpose of this manual is serving as it bears in the development of the practices in the laboratory designate to characterize different materials of agreement to his main properties. The main objective is to do a proposal of change as regards the traditional methodology of education which base in giving norms or algorithms and force the student to fulfill them to arrive to a solution of a problem given; On the other hand the present work, wants the student to be the creator of his proper knowledge, formulating the same concept without needing to resort a series of rules that sometimes do not let see with enough clarity the concepts. Is this the reason to give him to the laboratory an absolutely pedagogical approach.

The manual guides contain three general chapters and at the same time the different practices and their corresponding activities. These are:

Chapter I: general Characterization of a material. Practice 1: Density and porosity. Activity 1: Density of the steel Activity 2: Density of liquid Activity 3: Density of the concrete. Activity 4: Density of the sponge and icopor Activity 5: Density of material Particulates Practical 2: Permeability Activity 1: Permeability of soils.

Chapter II Resistance and mechanical rigidity Practice 3: axial Efforts Activity 1: Deformation of the rubber. Activity 2: Effort of compression Activity 3: Effort of Practical traction 4: transversal Efforts Activity 1: Effort of cut Activity 2: Effort of flexibility Practical 5: Three axial Effort Activity 1: Three axial Effort

Chapter III Formulation of compound materials. Practice 6: Concrete. Activity 1: Concrete. Relation (to/c) Practice7: Asphalt filler Activity 1: Asphalt filler.

The respective questions for each activity are formulated on such way that force the student to adopt knowledge, this measure develops that using the practice helps to learn each concept required for the execution of this. The main bibliography comes from the experience and concepts seen and studied on the under grade degree.

*Grade project

** Phisical – Mechanical Engineering's Faculty, Civil Engineering school, Director: P. hd Castañeda Pinzón Eduardo.

INTRODUCCIÓN

La ingeniería Civil bien se sabe es la encargada de la ejecución de los diferentes procesos involucrados en la infraestructura de un territorio o espacio, en pro de su continuo desarrollo.

Todos los procesos que hacen parte del desarrollo de un proyecto tales como el diseño, construcción y costos están relacionados con lo tangible, la materia; por tal motivo un adecuado conocimiento de las propiedades de los materiales a utilizar es de fundamental importancia.

El desconocimiento o conocimiento imperfecto de las posibilidades y limitaciones de los materiales a utilizar (es decir de sus propiedades) puede traducirse en una imposibilidad de ejecutar correctamente el diseño previsto y por lo tanto, en el abandono parcial o total del proyecto. Además, el no tener claro las propiedades de los materiales trae como consecuencia la limitación del proyectista para el desarrollo de su idea, dada su inseguridad sobre las posibilidades de realización de su concepción y la performance en servicio de la obra.

La etapa de pregrado es aquella en la que se adquieren bases que posteriormente sitúan al estudiante en el ámbito global de un área específica, siendo el caso al que va dirigido este trabajo de grado el área de ingeniería de civil.

Debido a que en la ingeniería muchos de los conceptos son concretos y exactos, se tiende a adquirir en la vida estudiantil un enfoque mecánico que lleva a que el estudiante se limite por ecuaciones o fórmulas para dar soluciones a diversas situaciones, sin contar que en el momento que en un problema cambie una condición típica y no se pueda aplicar para la solución directamente una ecuación se verán en serios problemas.

Es esta la razón principal por la que se presenta a continuación una Manual guía para el desarrollo de las prácticas en las materias “CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES I Y II” que tiene como propósito incentivar en el estudiante el ir más allá de un proceso de laboratorio o de una ecuación, mediante la propuesta de problemas que el estudiante puede resolver si comprende los conceptos básicos, para así estar capacitado en el desarrollo de diversas aplicaciones.

A continuación se presentarán tres capítulos generales subdivididos en varios temas que tienen como objetivo que el estudiante pueda caracterizar diversos materiales representativos al culminar la asignatura.

OBJETO

OBJETIVO GENERAL

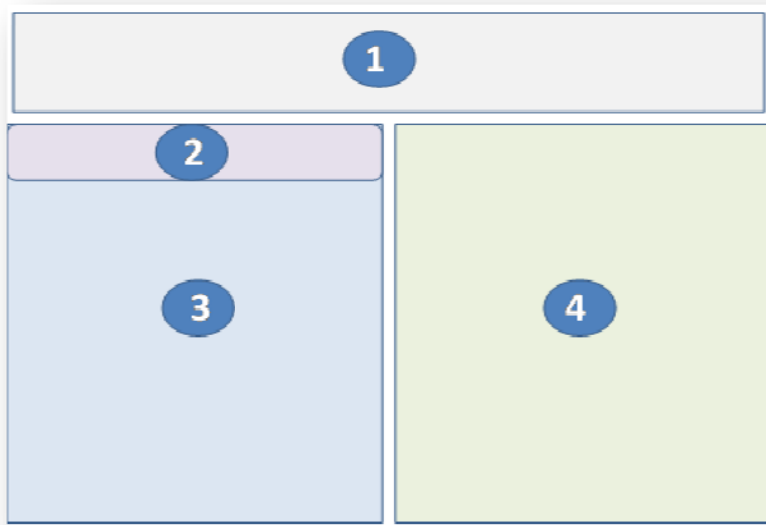
Realizar un Manual guía que sirva como soporte para el desarrollo de las prácticas en las materias “CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES I Y II”.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar una Manual guía para el desarrollo de las prácticas en las materias “CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES I Y II” conformada por los siguientes capítulos:
 - Caracterización general de un material
 - Resistencia y rigidez mecánica
 - Formulación de materiales compuestos

- Elaborar una guía con enfoque pedagógico, no limitada a seguir una serie de normas y procedimientos que encasillen al estudiante, sino al contrario lo incentive a descubrir nuevos procedimientos para dar posibles soluciones a problemas.

FORMATO DE LA PRESENTACIÓN DEL MATERIAL DE TRABAJO PARA EL LABORATORIO



1 → Este espacio contiene el número de la práctica y de la correspondiente actividad, y el nombre del tema respectivamente. También contiene el objetivo de la práctica.

2 → En este espacio está contenido el texto que refiere el contenido del espacio identificado con el número 3. Una hoja contiene el texto: “Materiales requeridos” y otra “Cuestionario” las cuales serán entregadas al alumno.

3 → Este espacio contiene la lista de materiales requeridos para el desarrollo de la práctica y las preguntas formuladas para el alumno las cuales están enfocadas a que paso a paso este construya conceptos.

4 → Este espacio se destinó para dar indicaciones, argumentaciones al instructor de acuerdo a lo que se dice en el espacio 3.

ENFOQUE

El enfoque del Manual guía para el desarrollo de las prácticas en las materias “CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES I Y II” es absolutamente pedagógico, ya que busca un cambio en la metodología basada en el desarrollo de problemas mediante la ejecución de normas o algoritmos que permiten dar soluciones sin a veces tener conceptos claros. El laboratorio planteado a continuación es una herramienta que permite en el estudiante construir conocimiento, ya que este se verá enfrentado a problemas o cuestionarios en los cuales la solución no dependen de la aplicación de una norma ya establecida, sino de la formulación de un concepto según el desarrollo de la práctica.

Claramente se observa el objetivo del enfoque que se quiere en la forma como está diseñado el manual respecto a su contenido, específicamente en la intención de cada pregunta formulada, buscando que el estudiante para poder responder a ella no realice una práctica guiada por algoritmos ya establecidos en normas que siguen un patrón que obligan al estudiante a no dudar del procedimiento impuesto para llegar a una respuesta, debido a que se le entrega un formato de conocimiento ya construido y el alumno solo debe seguirlo. De manera contraria este laboratorio mediante el manual guía busca que el estudiante construya el concepto no imponiendo reglas sino que el mismo descubra con ensayos las respuestas que se piden.

CAPÍTULO I

CARACTERIZACIÓN GENERAL DE UN MATERIAL

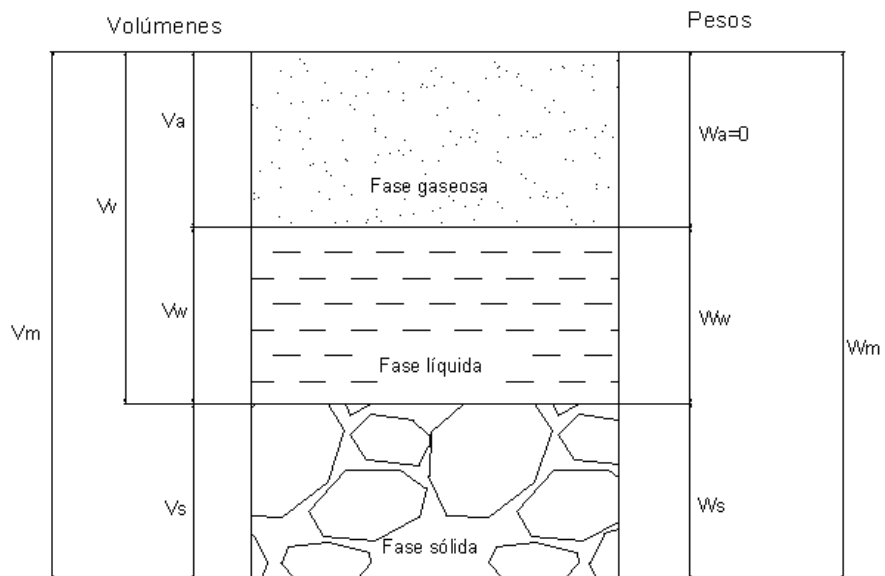
DENSIDAD Y POROSIDAD

Base teórica

Dentro de las propiedades físicas de los materiales que dependen directamente de las propiedades innatas se encuentra la densidad, la cual está definida como la relación entre la masa y el volumen de una masa determinada. Sin embargo, en el caso de los materiales porosos hay necesidad de definir cuidadosamente el término densidad, puesto que generalmente entre sus partículas hay cavidades o poros que pueden estar vacíos, parcialmente saturados o llenos de agua, dependiendo de su permeabilidad interna.

En un suelo no es tan sencillo hablar de densidad como la relación entre la masa y el volumen que ocupa esta, debido a que sus sólidos no solo pesan el valor de su masa sino que contienen cierto grado de humedad. Además el volumen de los sólidos no es el mismo de la muestra debido a que en el suelo se distinguen tres fases constituyentes: Sólida, líquida y gaseosa, siendo en estas dos últimas donde suelen comprenderse el volumen de vacíos, mientras que la fase sólida constituye el volumen de los sólidos.

Relaciones de pesos y volúmenes



Esquema de una muestra de suelo, para indicación de los símbolos usados

(Normatividad, **INVIAS** Densidad Bulk parafinada 734, densidad por picnómetro 707)

CAPÍTULO I: CARACTERIZACIÓN GENERAL DE UN MATERIAL

Práctica 1: Densidad

Actividad 1: Densidad del acero

Objetivo: Hallar la densidad del acero mediante probetas del mismo, de medidas geométricas regulares.

Materiales requeridos

- Balanza
- Calibrador
- Probeta de acero de altura "h" y diámetro "d" maciza
- Probeta de acero de altura "h" y diámetro "d" con un agujero de diámetro "d'" que atraviesa la probeta tal como se ilustra en la figura:



El instructor debe suministrar al alumno:

-Una balanza con capacidad de 8000 g para determinar las masas de las probetas.

-Un calibrador que permita medir las dimensiones de las probetas (Calibrador pie de rey con precisión de 0.1 mm)

-Dos probetas de acero con medidas geométricas regulares, una maciza y otra con un agujero de diámetro conocido.

Cuestionario

- 1) Mediante la relación de medidas mencionadas anteriormente calcule el valor de densidad para cada probeta.

- 2) ¿Depende la densidad del acero de las dimensiones y la masa de las probetas?

- 3) ¿En cuanto difiere el valor de la densidad de ambas probetas?

- 4) ¿Si el agujero fuese mas grande, aumentaría o disminuiría la densidad?

El instructor debe hacer notar que si el estudiante responde que no hay diferencia en el valor de las densidades de las dos probetas, al ya descubrir el volumen del agujero y si este fuese tan pequeño que no se observara a simple vista los resultados en la media serían diferentes. Esto con el fin de empezar a diferenciar densidad real y densidad aparente..

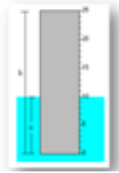





Observaciones

Práctica 1: Densidad

Actividad 2: Densidad de líquidos

Objetivo: Hallar la densidad de diferentes líquidos mediante el aerómetro y picnómetro, y la densidad de la parafina ya conocidas las densidades de dos líquidos.

Materiales requeridos

- Un aerómetro : Es un sólido de forma cilíndrica de 25 cm de altura con sección transversal conocida y densidad 0.5 g/cm^3

- El aerómetro flota en el líquido al que se le quiere conocer la densidad.*
- Alcohol 
- Aceite 
- Agua 
- Termómetro 
- Picnómetro 

-Picnómetro

El instructor debe suministrar al alumno:

-Un aerómetro que sirva como herramienta de medición de densidad de los diferentes líquidos.

-Alcohol, aceite y agua.

-Termómetro que pueda tomar temperaturas desde los 0°C hasta 80°C .

Cuestionario

- Mediante el aerómetro calcule:

- 1) La densidad del alcohol
- 2) La densidad de un aceite "A"
- 3) La densidad del agua a 18°C, 30°C y 80°C
- 4) ¿ Como varía la densidad con la temperatura?

- Mediante el picnómetro calcule:

- 1) La densidad del alcohol
- 2) La densidad de una aceite "A"
- 3) Compare los resultados de valor de densidad obtenidos mediante ambos métodos y enuncie sus conclusiones

El instructor debe enseñar al alumno el funcionamiento del aerómetro y del picnómetro, para con estas herramientas poder calcular la densidad de diferentes fluidos; además ver como varía la densidad con la temperatura.

De igual forma el instructor debe hacer notar que por ambos métodos de medición de densidad, el valor de esta es igual si no

existiera error humano en el procedimiento.






Observaciones

Práctica 1: Densidad

Actividad 3: Densidad del concreto

Objetivo: Hallar la densidad del concreto teniendo en cuenta que este es un material que tiene cierto grado de porosidad, haciendo uso del principio de Arquímedes.

Materiales requeridos

- Canastillas de sumersión de material 
- Balanza 
- Calibrador 
- Parafina (Cantidad suficiente que recubra la probeta de concreto) 
- Probeta de concreto con medida geométrica regular 

El instructor debe suministrar al alumno:

-Una canastilla con agujeros que no retenga líquido en la cual se pueda introducir cada probeta para hallar el peso sumergido en agua.

-Una balanza con capacidad de 8000 g que permita hallar las masas de las probetas.

-Cantidad de parafina suficiente que permita recubrir toda la probeta y una muestra de esta para hallarle el volumen.

-Una probeta de concreto de medidas geométricas regulares.

Questionario

- 1) Calcule la densidad de la parafina
- 2) Calcule el valor de la densidad del concreto parafinando la probeta
- 3) Calcule el valor de la densidad del concreto con la probeta sin parafinar
- 4) Calcule la densidad del concreto usando el mismo método empleado para las probetas de acero
- 5) Compare los resultados de la pregunta 2 y 3 y saque una conclusión
- 6) ¿Qué puede concluir acerca del resultado obtenido por cada método?

El instructor debe hacer caer en cuenta al alumno que necesita conocer el volumen de parafina, ya que este también desalojará cierta cantidad de agua al sumergir la probeta recubierta y por tanto necesita ser descontada para obtener solo el peso del concreto.

Para conocer el volumen de parafina, debo obtener la densidad de esta mediante dos líquidos

de densidad ya conocida, dejando parafina sumergida entre ellos.

El estudiante debe comprobar que con la geometría de las probetas no se obtiene un valor de densidad del concreto, debido a que este es un material poroso.






Observaciones

Práctica 1: Densidad

Actividad 4: Densidad de esponja e icopor

Objetivo: Hallar la densidad de la esponja mediante relaciones de volúmenes de agua y peso en estado seco y la densidad del icopor mediante el principio de Arquímedes.

Materiales requeridos

- Balanza 
- Pesas 
- Recipiente con medidas de volumen conocido 
- Probeta de esponja y probeta de icopor rectangulares  
Esponja Icopor

El instructor debe suministrar al alumno:

-Una balanza con capacidad de 4000 g que permita hallar los pesos de las probetas es estado seco y saturado según sea el caso.

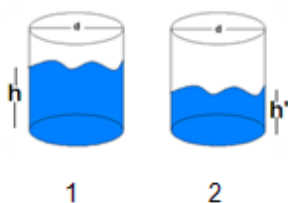
-Pesas que permitan sumergir la probeta de icopor en agua.

-Recipiente apto para medición de volumen (cm^3)

-Dos probetas de esponja e icopor de geometría regular.

Cuestionario

1) Calcule el valor de densidad para la esponja. (Tenga en cuenta el volumen absorbido por la esponja)



Recipiente 1: Volumen inicial

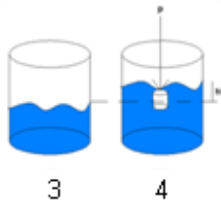
Recipiente 2: Volumen resultante después de haber sumergido la probeta de esponja

El instructor debe hacer notar al alumno que debido a la permeabilidad de la esponja el volumen de agua faltante en el recipiente después de esta haber sido sumergida y sacada posteriormente, no es el volumen de la esponja, por tal motivo necesita calcular el peso en estado saturado.

Observaciones

Cuestionario

- 1) Calcule el valor de densidad para la probeta de icopor.
- 2) Si se sumerge la probeta de icopor y al sacarse se le realiza un corte transversal, ¿Por qué los poros del centro no están saturados?
- 3) ¿Es necesario conocer el volumen del recipiente?



Recipiente 3: Volumen inicial de agua

Recipiente 4: Probeta de icopor sumergida mediante la acción de una fuerza "P" conocida

El instructor debe hacer notar al alumno que la fuerza aplicada a la probeta hasta sumergirla es igual al empuje de una columna de agua imaginaria, y de esta manera hacer uso del principio de Arquímedes.

Además se busca que el alumno vea la relación entre poros conectados e interconectados.




Observaciones

Práctica 1: Densidad

Actividad 5: Densidad de Materiales particulados

Objetivo: Hallar la densidad de materiales particulados mediante la utilización del picnómetro

Materiales requeridos

- Picnómetro 
- Termómetro 
- Balanza 
- Muestra de suelo 

El instructor debe suministrar al alumno:

-Picnómetro como herramienta de cálculo de densidad de material particulado.

-Termómetro que permita tomar la temperatura del fluido en la que se sumerge la muestra de material.

-Balanza con capacidad de 4000 g que permita pesar el picnómetro con la

muestra en los diferentes pasos del proceso.

-Muestra de suelo. (material particulado)

Cuestionario

- 1) Calcule el valor de densidad de las partículas utilizando el picnómetro
- 2) ¿Por qué es importante estabilizar la temperatura cuando se pesa el matraz, con la muestra colmada de agua?
- 3) ¿Qué sucedería si al ingresar la muestra de material las partículas estas no se encuentran separadas entre sí en su totalidad?

El instructor debe recalcar en el alumno parámetros indispensables en el cálculo de densidad de materiales particulados mediante el picnómetro, tales como no dejar ningún vacío entre las partículas el estar sumergidas en el matraz, la estabilización de la temperatura haciendo notar que esta última afecta la densidad del fluido en que la muestra

fue sumergida.

Observaciones

PERMEABILIDAD

Base teórica

La **permeabilidad** es la capacidad de un material para que un fluido lo atraviese sin alterar su estructura interna. Se afirma que un material es *permeable* si deja pasar a través de él una cantidad apreciable de fluido en un tiempo dado, e *impermeable* si la cantidad de fluido es despreciable.

La velocidad con la que el fluido atraviesa el material depende de tres factores básicos:

- la porosidad del material
- la densidad del fluido considerado, afectada por su temperatura
- la presión a que está sometido el fluido.

Para ser permeable, un material debe ser poroso, es decir, debe contener espacios vacíos o poros que le permitan absorber fluido. A su vez, tales espacios deben estar interconectados para que el fluido disponga de caminos para pasar a través del material.

Coefficiente de permeabilidad

La permeabilidad es la propiedad de un suelo que permite el paso del agua a través de sus vacíos, bajo la acción de una carga hidrostática. No todos los suelos tienen la misma permeabilidad, de ahí que se hayan dividido en

permeables e impermeables, siendo estos últimos generalmente arcillosos, donde la cantidad de escurrimiento de agua es pequeña y lenta.

El **coeficiente de permeabilidad** es una característica de los suelos, específicamente está ligado a la [Ley de Darcy](#) que se refiere al flujo de fluidos a través de los suelos.

El coeficiente de permeabilidad, generalmente representado por la letra **k**, es extremadamente variable, según el tipo de suelo.

Clasificación de los suelos según su coeficiente de permeabilidad

Grado de permeabilidad	Valor de k (cm/s)
Elevada	Superior a 10^{-1}
Media	10^{-1} a 10^{-3}
Baja	10^{-3} a 10^{-5}
Muy baja	10^{-5} a 10^{-7}
Prácticamente impermeable	Menor de 10^{-7}

El grado de permeabilidad de un suelo se mide por su coeficiente de permeabilidad, basada en la ley propuesta por Darcy en el siglo XIX, la cual señala:

$$V = Ki,$$

Donde:

V = Velocidad de escurrimiento de un fluido a través de un suelo

K = Coeficiente de permeabilidad propio y característico

i = Gradiente hidráulico, el cual la representa la relación entre la diferencia de niveles (H), y la distancia (L) que el agua recorre.

Sobre la permeabilidad influyen tres factores primordiales del suelo: la textura, la estructura y el contenido en materia orgánica.

Los suelos con estructuras estables son en general permeables, mientras que los suelos con estructuras inestables o degradadas, son poco permeables, sobre todo cuando la composición física del suelo, su granulometría, está mal equilibrada.

Los suelos arenosos pueden presentar también, en ciertos casos, una permeabilidad reducida, debido a la colmatación de los poros grandes por partículas de limo y por la ausencia casi total de materia orgánica

El tipo de humus es otro factor que influye en la permeabilidad, los humus forestales son generalmente permeables, pero esta permeabilidad depende mucho del grado inicial de humedad; en estado húmedo se hinchan fuertemente y retienen mucha humedad; los horizontes A de mor, en particular, llegan a interceptar, gracias a su fuerte capacidad de retención, la casi totalidad de las aguas de lluvia, de manera que el sustrato mineral está apenas humedecido. Esto no se produce en los mull, ya que al tener menor capacidad de retención permiten la infiltración de agua favoreciendo su distribución a lo largo del perfil

La presencia de coloides en el suelo afecta indirectamente a la permeabilidad, pues favorece la formación de agregados dejando espacios lagunares por los que el agua puede circular fácilmente. Según la ley de Poiseuille, el flujo a

través de un capilar es proporcional a la cuarta potencia del radio del mismo, lo que hace que disminuya de forma enorme dicho flujo al disminuir la luz del capilar. Así en el suelo el tránsito gravitacional no es posible más que en los huecos capilares cuyo diámetro sea superior a las 30 mm. En los suelos muy porosos, la permeabilidad se reduce, pues se comportan como esponjas, reteniendo una gran cantidad de agua por influencia de sus fuerzas de unión. En la mayoría de los suelos la permeabilidad depende de la estructura, como ya vimos, y de todos los factores que la condicionan. Así cuando existen coloides, además del factor formador de estructura ya considerado, hay que tener en cuenta su hinchamiento a causa de la humectación. Si tenemos un suelo seco y agrietado, en principio la permeabilidad es enorme; con el paso del agua, los coloides se hinchan y van cerrando las grietas y poros, disminuyendo notablemente la permeabilidad y si estas se encuentran en gran cantidad, suelos muy arcillosos, pueden volverse impermeables.

Práctica 2: Permeabilidad

Actividad 1: Permeabilidad de suelos

Objetivo: Calcular la permeabilidad de diferentes tipos de suelo representativos, mediante la relación de volumen de agua que deja atravesar cada material en un tiempo determinado.

Materiales requeridos

- Gravilla 
- Material de suelo arenoso 
- Material de suelo areno-arcilloso 
- Material de suelo arcilloso 
- Equipo para medir permeabilidad mediante el cálculo de caudales
- Cronómetro 



El instructor debe suministrar al alumno:

-300 g de gravilla.

-500 g de suelo arenoso.

-500 g de material de suelo areno-arcilloso.

-Equipo para medición del grado de permeabilidad de cada material que consiste en un sistema de recipiente circular con medidas de alturas determinadas

en (cm) apoyado sobre piedra porosa, y un soporte cúbico de recolección de flujo con medidas volumétricas. Un cronómetro que permita medir los tiempos de llenado de volumen de flujo para hallar posteriormente valores de caudal.

Cuestionario

1) Para tres alturas h_1 , h_2 , h_3 de material (Gravilla) en el sistema recipiente-piedra porosa, tomar datos de volumen para cierto tiempo y observar los cambios en el caudal. Se debe mantener constante la altura de agua suministrada.

2) Realizar el procedimiento anterior manteniendo las mismas alturas h_1 , h_2 , h_3 para diferentes materiales.

Tiempo (seg)	Material			
Altura	Gravilla	Suelo arenoso	Suelo arenoso-arcilloso	Suelo arcilloso
h_1	VOLUMEN (m ³)			
h_2				
h_3				

3) ¿Qué errores y parámetros afectan el valor exacto de permeabilidad para cada material respecto a su naturaleza propia como al procedimiento de cálculo?

El instructor debe recalcar la importancia de mantener una altura estable de agua durante la realización de la práctica para cada material.

También debe hacer que el estudiante descubra que para el material gravoso gran parte de agua queda dentro de las partículas, lo que significa que el valor cuantitativo para el sistema no es el

perteneciente a la cantidad de fluido que debería llegar.

Observaciones

CAPÍTULO II

RESISTENCIA Y RIGIDEZ MECÁNICA

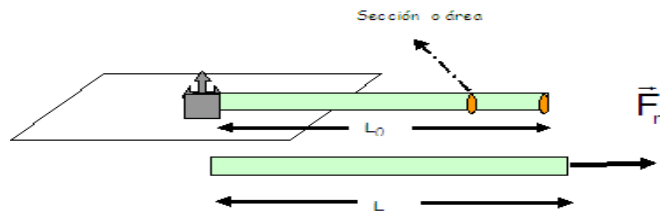
Base teórica

ESFUERZO

Esfuerzo es la resistencia que ofrece un área unitaria (A) del material del que está hecho un miembro para una carga aplicada externa.

Deformación

La resistencia del material no es el único parámetro que debe utilizarse al diseñar o analizar una estructura; controlar las deformaciones para que la estructura cumpla con el propósito para el cual se diseñó tiene la misma o mayor importancia. El análisis de las deformaciones se relaciona con los cambios en la forma de la estructura que generan las cargas aplicadas.



La figura representa una barra de caucho de largo L_0 la cual está fija en un extremo y se puede alargar hasta un largo L cuando se ejerce sobre la barra una tracción ó tensión. Este alargamiento se produce en toda la extensión de la barra.

ELASTICIDAD, PLASTICIDAD Y LÍMITE ELÁSTICO

Hasta ahora hemos hablado de cuerpos ideales, como el sólido rígido, en el cual no se experimentan deformaciones cuando actúan sobre él fuerzas exteriores. En realidad, lo que ocurre es que todos los cuerpos se deforman como consecuencia de su propio peso. Estas deformaciones dependerán de la naturaleza del sólido o de las fuerzas que actúen sobre él. Así, en un sólido no deformado, las distancias intermoleculares permanecen constantes y consideraremos que ese sólido se encuentra en equilibrio.

Si actúan sobre ese sólido fuerzas externas producirán en él unas deformaciones dando lugar a una valoración de las distancias

intermoleculares, originando en el sólido unas fuerzas interiores que denominaremos fuerzas elásticas, y que se opondrán a las fuerzas exteriores.

Si al suprimir esas fuerzas exteriores, el sólido deformado recupera su forma primitiva, se dice que tiene un comportamiento elástico, pero si quedan deformaciones permanentes y residuales, se dice que el cuerpo tiene un comportamiento inelástico o plástico.

Con esto surge el concepto de límite elástico, definido como el máximo valor de las fuerzas externas que un cuerpo puede soportar comportándose como elástico. Sobrepasado este límite, se produce en el cuerpo una deformación permanente.

ELASTICIDAD LINEAL (MÓDULO DE ELASTICIDAD)

Se denomina módulo de elasticidad a la razón entre el incremento de esfuerzo y el cambio correspondiente a la deformación unitaria. Si el esfuerzo es una tensión o una compresión, el módulo se denomina módulo de Young y tiene el mismo valor para una tensión que para una compresión, siendo una constante independiente del esfuerzo siempre que no exceda de un valor máximo denominado límite elástico. Tanto el módulo de Young como el límite elástico, son naturalmente distintos para las diversas sustancias. El hecho de que la variación de deformación unitaria sea directamente proporcional a la variación de esfuerzo, siempre que no se sobrepase el límite elástico, se conoce como ley de Hooke.

ESFUERZO DE CORTE

El **esfuerzo cortante, de cizalla o de cortadura** es el esfuerzo interno o resultante de las tensiones paralelas a la sección transversal de un prisma mecánico como por ejemplo una viga o un pilar. Este tipo de sollicitación formado por tensiones paralelas está directamente asociado a la tensión cortante.

La **tensión cortante o tensión de corte** es aquella que, fijado un plano, actúa tangente al mismo. Se suele representar con la letra griega *tau*

Diagrama de la fuerza cortante: Representación de las variaciones en la magnitud de la fuerza cortante en un elemento estructural, para un determinado conjunto de cargas transversales y condiciones de apoyo.

(Normatividad, **INVIAS** Esfuerzo triaxial 153, esfuerzo de corte 154, esfuerzo compresión inconfiada 152)

CAPÍTULO II: RESISTENCIA Y RIGIDEZ MECÁNICA

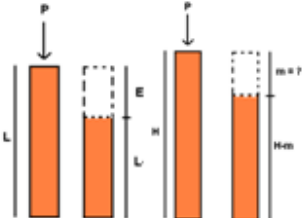
Práctica 3: Esfuerzos axiales

Actividad 1: Deformación de caucho

Objetivo: Someter bajo carga axial dos probetas de caucho (mismo material) de igual sección transversal y diferente altura, para hallar la deformación de cada una y posteriormente relacionarla con su longitud inicial.



Materiales requeridos

- Probeta de caucho de altura "L" y base "a"
- Probeta de caucho de altura "H" y base "a"



La figura 1. muestra que una barra de caucho fue sometida a una carga "P" y la deforma disminuyendo su longitud un valor "E".

La figura 2. muestra una barra de caucho con longitud "H" que fue sometida a una carga "P" de igual magnitud que la carga que actuó sobre la barra de la figura 1. La cual la deforma disminuyendo su longitud un valor "m".
Considere $H > L$, $H = L + a$

- Máquina de compresión 
- Calibrador 

El instructor debe suministrar al alumno:

-Probetas de caucho de igual sección transversal de 7 cm x 7 cm, y de altura 20 y 40 cm respectivamente.

-Calibrador que permita medir las deformaciones de las probetas bajo la acción de carga. (Calibrador pie de rey).

-Máquina de compresión

Cuestionario

- 1) Aplicar la misma carga a ambas probetas y medir cuanto se deforman respectivamente.
- 2) ¿Cuánto se deforma cada una respecto a su longitud inicial?
- 3) Analice y de tres conclusiones acerca del concepto de deformación.

El instructor debe enfatizar que la deformación de un material es propia de este sin importar la longitud, ya que la relación entre longitud y deformación para dos barras del mismo material pero de diferente longitud es la misma.

Observaciones

Práctica 3: Esfuerzos axiales

Actividad 2: Esfuerzo de compresión

Objetivo: Determinar la resistencia de diferentes materiales tales como concreto, suelo y madera, ante la presencia de esfuerzos de compresión, midiendo la deformación de cada uno ante la presencia de carga.

Materiales requeridos

- Probetas para ensayar (tal como se muestra en la figura):
 - Probeta de concreto
 - Probeta de suelo
 - Dos probetas de madera (Una con las vetas en sentido vertical y otra con vetas en sentido horizontal)



- Máquina de compresión universal



El instructor debe suministrar al alumno:

Probeta de concreto cúbica y rectangular.

Probeta de suelo compactada.

Dos probetas de madera cúbicas y rectangulares; con las vetas en sentido horizontal y vertical respectivamente.

Máquina de compresión con lector de fuerza y deformación.

Cuestionario

- 1) Ensayar las probetas y medir las deformaciones para cada fuerza de aplicación cargando y descargando el material.
- 2) Para cada probeta graficar la fuerza v_r la deformación diferenciando cada curva con diferente color, para así compararlas entre sí mediante el cálculo del valor de la pendiente respectivamente.
- 3) Según la pendiente de la gráfica, ¿Qué se puede decir respecto a su rigidez?
- 4) ¿Cuál de las dos probetas de madera presenta mayor rigidez a esfuerzos de compresión?
- 5) ¿El comportamiento de cada material es elástico, plástico, lineal o no lineal?

El instructor debe estar pendiente de que los valores de carga para cada ciclo de carga-descarga sean los mismos para cada probeta.

De igual forma de acuerdo a la pendiente de cada gráfica, el alumno debe hallar la relación entre esta y la rigidez del material.

Observaciones

Práctica 3: Esfuerzos axiales

Actividad 3: Esfuerzo de tracción

Objetivo: Determinar la resistencia de diferentes materiales tales como concreto, suelo y madera, ante la presencia de esfuerzos de tracción, midiendo la deformación de cada uno ante la presencia de carga.

Materiales requeridos

- Probetas para ensayar (tal como se muestra en la figura):
 - Probeta de acero
 - Probeta de concreto
 - Probeta de suelo
 - Dos probetas de madera (Una con las vetas en sentido vertical y otra con vetas en sentido horizontal)



- Máquina de tracción



El instructor debe suministrar al alumno:

-Probeta de concreto cúbica y rectangular.

-Probeta de suelo compactada.

-Dos probetas de madera cúbicas y rectangulares; con las vetas en sentido horizontal y vertical respectivamente.

-Máquina para fallar las probetas a esfuerzo de tracción.

Cuestionario

- 1) Ensayar las probetas y medir las deformaciones para cada fuerza de aplicación cargando y descargando el material.
- 2) Para cada probeta graficar la fuerza vs la deformación con la misma escala, para así compararlas entre sí mediante el cálculo del valor de la pendiente respectivamente.
- 3) Compare y analice las graficas obtenidas para el ensayo de compresión y tensión y diga cada material para que tipo de esfuerzos es mas resistente.
- 4) ¿Cuál material es el más rígido?

El instructor debe estar pendiente de los valores de carga y descarga de cada probeta sean los mismos, además explicar al alumnado el por qué no se deja la carga permanente.

Además debe enseñarles a interpretar para cada material el significado de la pendiente resultante de graficar el esfuerzo o fuerza vs la deformación que

sufre el material para dicha fuerza. Además la interpretación de las diferencias y similitudes de las gráficas de los ensayos de tracción y compresión para cada material respectivamente.

De acuerdo a la pendiente de cada gráfica, el alumno debe hallar relación entre esta y la rigidez del material.

Observaciones


Práctica 4: Esfuerzos transversales

Actividad 1: Esfuerzo de corte


Objetivo: Fallar las probetas mediante esfuerzos de cizalla y analizar la forma que presenta la falla y el significado de esta respecto al valor del esfuerzo.

Materiales requeridos


- Probetas para ensayar: (tal como se muestra en la figura):
 - Probeta de concreto
 - Probeta de suelo
 - Dos probetas de madera (Una con las vetas en sentido vertical y otra con vetas en sentido horizontal)




• Concreto



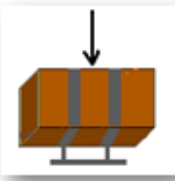
• Suelo



• Madera



- Equipo para ensayar las probetas



El instructor debe suministrar al alumno:

-Probeta de concreto rectangular y cúbica

-Probeta de suelo

-Probetas de madera:

Una con las vetas en sentido horizontal y otra con las vetas en sentido vertical

-Equipo para fallar las probetas que consta de un sistema de base y apoyos, con carga

conocida

Cuestionario

1) Fallar las probetas de cada material y represente gráficamente la falla obtenida.

2) Mida el ángulo que se forma en cada falla. Y relaciónelo con ¿Qué material presenta mejor comportamiento ante la presencia de esfuerzos cortantes?

El instructor debe hacer notar al alumno que el máximo esfuerzo cortante se da cuando la forma de falla se acerca a una línea que forma 45° respecto a la horizontal.

Observaciones

Práctica 4: Esfuerzos de flexión y anisotropía

Actividad 2: Esfuerzo por flexión

Objetivo: Hallar el momento para diferentes distancias en la luz respecto al apoyo y analizar la falla que se produce para cada punto para posteriormente relacionarlo con el esfuerzo máximo.

Materiales requeridos

- Viga de concreto 
- Sistema de apoyos distanciados 1 m 
- Dos Vigas de madera (Una con las vetas en sentido vertical y otra con vetas en sentido horizontal) 
- Maquina de CBR 
- Deformímetro

El instructor debe suministrar al alumno:

-Tres vigas de concreto de 1.5 m de luz y de sección transversal de 15*30 cm

-Dos vigas de madera con vetas en sentido vertical y horizontal respectivamente de 1.5 m de luz y de sección transversal de 15*30 cm.

-Maquina de CBR

(Las vigas estarán sobre un sistema de soporte y apoyos distanciados entre ellos 1 m).

-Deformímetro que lea la distancia de deformación de la viga en punto bajo la acción de una carga en el mismo punto.

Cuestionario

- 1) Calcule el momento que se produce en una viga de concreto de longitud "L" cuando cierta fuerza esta aplicada a $L/4$, $L/3$, $L/2$ del apoyo.
- 2) Calcule el momento de falla que se produce en una viga de madera con vetas en dirección vertical y horizontal respectivamente de longitud "L" cuando cierta fuerza esta aplicada a $L/4$, $L/3$, $L/2$ del apoyo.
- 3) Calcule es esfuerzo máximo admisible para cada viga.
- 4) Grafique la falla que se produce para cada punto y haga la relación con el valor del momento respectivo.
- 5) Para la misma fuerza ¿Qué material es más resistente?

El instructor debe hacer que el estudiante compruebe que el esfuerzo máximo ocurre para el mayor momento y esto es cuando la carga esta aplicada en $L/2$ relacionándolo con la distancia desde el eje longitudinal de la viga, hasta el punto máximo de falla para cada punto, siendo mayor a medida que aumenta el momento.

De igual modo comparar el valor del máximo esfuerzo para las vigas de madera de acuerdo a la dirección de las vetas.

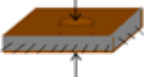

Observaciones

Práctica 5: Esfuerzo triaxial

Actividad 1: Esfuerzo triaxial

Objetivo: Ensayar las probetas de suelo para los dos estados confinado e inconfinado respectivamente y comparar los esfuerzos que presentan cada una bajo la presencia de carga axial.

Materiales requeridos

- Probetas a ensayar:
 - Probeta confinada 
 - Probeta sin confinar 
 - probeta de concreto de baja resistencia 
- Máquina de compresión 

El instructor debe suministrar al alumno:

-Muestra de su probeta de suelo confinada en recipiente de tal forma que se obtenga esfuerzos en todas las caras de una probeta cilíndrica imaginaria contenida en ella.

-Probeta de suelo cilíndrica no confinada.

-Probeta de concreto de baja resistencia.

(Mezcla 1:10 de arena gruesa)

-Maquina de compresión que permita aplicar carga axial en la cara superior o circular de las probetas

Cuestionario

- 1) Hallar los esfuerzos en la cara superior o circular de la probeta cilíndrica para cada estado (confinada y no confinada)
- 2) ¿Para cada estado en cual de las caras (superior o circular y lateral) se presentan el mayor y el menor esfuerzo principal?
- 3) ¿Cuál es el esfuerzo de falla?
- 4) ¿Qué diferencias encuentra en la superficie de falla?

El instructor debe cumplir con el propósito de hacerle ver al estudiante que al tener una muestra confinada, esta presenta esfuerzos debido a la presión de confinamiento y que este es el menor principal, además para las tres probetas hacer que se compare el valor de esfuerzo de falla de manera que se pueda deducir cuanto afecta en este último valor la

presencia de esfuerzos en la cara lateral.

Observaciones

CAPÍTULO III

FORMULACIÓN DE MATERIALES COMPUESTOS

CONCRETO

Base teórica

El concreto puede ser definido como la mezcla de un material aglutinante (normalmente cemento Portland Hidráulico), un material de relleno (agregados), agua y eventualmente aditivos, que al endurecerse forma un sólido compacto y después de cierto tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión.

Se ha convertido en el material de construcción más ampliamente utilizado a nivel mundial, en razón a su extraordinaria versatilidad en cuanto a las formas que se pueden obtener; sus propiedades físicas y mecánicas para ser usado como elemento estructural; y, su economía; razones que lo hacen muy competente frente a construcciones de madera, mampostería o acero.

Generalmente se utiliza en armaduras de concreto armado, en las cuales existe un perfecto “matrimonio” entre el acero y el concreto, porque la asociación de estos dos materiales, proporciona un sólido único desde el punto de vista mecánico. El concreto, como las piedras naturales, aporta una resistencia muy grande a los esfuerzos de compresión; y las varillas de acero aportan resistencia a los esfuerzos (compresión, tracción y flexión, etc.) circunstancia que le permite desempeñarse como un gran material estructural.

El concreto, se produce a partir de un diseño de mezcla que consiste en la selección de los constituyentes disponibles (cemento, agregados, agua y aditivos) y su dosificación en cantidades relativas para producir, tan económicamente como sea posible, una masa volumétrica con el grado requerido de manejabilidad, que al endurecer a la velocidad apropiada adquiera las propiedades de resistencia, durabilidad, masa unitaria, estabilidad de volumen y apariencia adecuadas.

Las propiedades requeridas del concreto fresco están gobernadas por el tipo de construcción y las técnicas de colocación y de transporte y, las propiedades de concreto endurecido están especificadas por el diseñador de la estructura. En general, cada tipo de construcción tiene requerimientos particulares que dependen de las condiciones climáticas, del sistema constructivo, del tiempo y los costos de ejecución.

El contenido de agua es un factor determinante para el desempeño del concreto. Cuando se presenta variación en las propiedades en estado fresco de una batchada a otra, es probable que se deba a un cambio en el contenido de agua de la mezcla, lo cual originaría un efecto desfavorable en las propiedades del concreto endurecido.

En general, el más importante en la resistencia de un concreto totalmente compactado es la relación agua / cemento.

$$R = A / B^{a/c}$$

Donde:

R = resistencia a la compresión

A, B = constantes empíricas para unas determinadas condiciones.

a/c = relación agua/cemento de masa.

(Normatividad, INVIAS, NTC)





CAPÍTULO III: FORMULACIÓN DE MATERIALES COMPUESTOS

Práctica 6: Concreto

Actividad 1: Concreto. Relación (a/c)

Objetivo: Ensayar tres probetas de concreto de diferente relación agua/cemento, manteniendo constante la relación de cemento; y hallar la resistencia de cada una para hallar un valor óptimo de relación a/c.

Materiales requeridos

- Tres probetas cúbicas (norma NTC 220, cubos de 5,08 cm de arista) de concreto con "x" cantidad de agua y "350" cantidad de cemento respectivamente:
 - Probeta 1:
"350" gr de cemento
"175" gr de agua 
 - Probeta 2:
"350" gr de cemento
"140" gr de agua 
 - Probeta 3:
"350" gr de cemento
"105" gr de agua 
Siendo a = 5.08 cm
- Máquina de compresión simple. 

El instructor debe suministrar al alumno:

-Tres probetas cúbicas de concreto (norma NTC 220) de gramaje de cemento constante, y cantidad de agua en gramos diferente respectivamente.

-Máquina de compresión simple que nos permita fallar las probetas.

Cuestionario

- 1) Ensayar las tres probetas cargando y descargando el material y de acuerdo a sus deformaciones decir ¿cómo influye la cantidad de agua en la rigidez del material?
- 2) Represente gráficamente la resistencia a la compresión en función de la relación agua/cemento y mencionar que sucede cuando menor es la relación agua/cemento y cuando es demasiado bajo respecto a su resistencia.
- 3) ¿Cómo influye la densidad de la mezcla en la resistencia del material?

El instructor debe hacer notar al alumno que el factor agua es determinante en la resistencia del material, pero que no es una relación lineal, ya que gran cantidad causaría sangrado y la ausencia de esta alta porosidad. Esto lleva a concluir que se debe mantener un rango apropiado determinado.

La cantidad de agua diferente para

cada probeta cambia su valor de densidad y esta afecta la resistencia, pero como ya se dijo hay que establecer el rango apropiado debido a los efectos mencionados anteriormente.

Observaciones

ASFALTO + FILLER

Base teórica

Los asfaltos son materiales que se pueden presentar de forma natural o artificial, obteniéndose el natural de rocas y lagos asfálticos, mientras que los asfaltos artificiales son el producto de la destilación del petróleo. Debido a las diferentes propiedades que presentan los asfaltos, tales como: consistencia, impermeabilidad, adherencia, entre muchas otras, se han convertido en uno de los elementos más importante para la construcción de pavimentos.

Generalmente la presentación de los asfaltos es de forma semisólida o sólida a temperatura ambiente, para darles trabajabilidad es necesario aumentar su temperatura y así poder disminuir su consistencia a un valor admisible para mejorar sus propiedades de manejabilidad y poderlos utilizar en diversas tareas como: bombearlo, envolvimiento de agregados, riegos asfálticos, producción de mezclas asfálticas en caliente, entre otros.

Los asfaltos son materiales aglomerantes de color negro brillante, los cuales están conformados por una mezcla compleja de hidrocarburos de peso molecular elevado cuyos componentes principales son el carbono y el hidrógeno y en mucha menor proporción oxígeno, azufre, nitrógeno y metales pesados como el níquel y el vanadio, todos de diferente peso molecular, solubles en sulfuro de carbono, que forman una solución coloidal, en la que la fase discontinua la constituye la fracción pesada, denominada asfaltenos los cuales son las partículas sólidas, cuyo color va desde café oscuro hasta negro, estos son los responsables de las características estructurales y de

dureza de los asfaltos. Los asfaltos son un producto de gran calidad, sobre el que se fundamenta gran parte de la construcción de los pavimentos flexibles, en virtud de este dúctil, maleable y tenaz material que los conforma e identifica.

La fase continua está formada por un fluido aceitoso el cual está compuesto por la fracción ligera, denominada maltenos. A su vez la parte malténica puede subdividirse en tres fracciones principales, parafinas, resinas que son mas pesadas que los aceites, tiene un punto de ebullición más elevado y además presentan mayor poder de absorción, estas son de color ámbar o pardo, proporcionan las propiedades cementantes o aglutinantes y los aceites aromáticos, los cuales son líquidos poco viscoso, de color claro, no adherentes y muy estables; el asfalto debe gran parte de su deformabilidad a la fracción ligera, sobre todo a los aceites, ya que estos brindan la consistencia necesaria para poder trabajar los asfaltos, y específicamente actúan como un medio de transporte para los asfáltenos y resinas.

Los fillers son sustancias finamente divididas las cuales son insolubles en asfalto pero que pueden ser dispersadas en el, como un medio de modificar sus propiedades mecánicas y consistencia. Generalmente son sustancias minerales aunque también se encuentran orgánicas como madera o corcho. Algunos típicos fillers minerales son: cal, cemento, polvo de tiza, cenizas de combustible pulverizada, talco, sílice, etc.

El efecto general de la adicción de fillers es endurecer el asfalto. En términos prácticos significa que existirá una reducción en su deformación o fluencia producida por una carga.

(Normatividad, **INVIAS** Ensayo de ductilidad 702, Ensayo de penetración 706, Ensayo de punto de ablandamiento 712)

Práctica 7: Asfalto + Filler

Actividad 1: Asfalto + Filler

Objetivo: Analizar la influencia de filler al ser combinado con asfalto en algunas propiedades tales como penetración, ductilidad y punto de ablandamiento de este.

Materiales requeridos

- Asfalto 
- Filler 
- Equipo para ensayo de punto de ablandamiento 
- Equipo para ensayo de penetración 
- Equipo para ensayo de ductilidad 

El instructor debe suministrar al alumno:

- Asfalto convencional
- Material fino o filler que será adicionado al asfalto en diferentes cantidades
- Equipo para realizar el ensayo de punto de ablandamiento (Equipo de anillo y bola)
- Equipo que permita hallar la penetración del asfalto.

-Equipo que permita hallar la ductilidad del asfalto.

Cuestionario

- 1) Manteniendo constante la cantidad de asfalto y variando la cantidad de agregado fino o filler elaborar tres muestras de asfalto + filler y realizarle a cada una el ensayo de punto de ablandamiento y decir como varía el resultado con la cantidad de filler de cada una de las muestras.
- 2) Elaborar tres muestras manteniendo constante la cantidad de asfalto y variando la cantidad de agregado fino o filler y realizarles el ensayo de penetración. Decir que relación existe entre el resultado y la cantidad de filler de cada una de las muestras respectivamente.
- 3) Elaborar tres muestras manteniendo constante la cantidad de asfalto y variando la cantidad de agregado fino o filler y realizarles el ensayo de ductilidad. Decir que relación existe entre el resultado y la cantidad de filler de cada una de las muestras respectivamente.

El instructor debe hacer notar al estudiante la influencia de filler en el asfalto resaltando que la finalidad de este es endurecer el asfalto, luego significa que existirá una reducción respecto a su deformación o fluencia producida por una carga, un incremento en su punto de ablandamiento, además una reducción de su penetración y un

incremento en el endurecimiento.

Observaciones

CONCLUSIONES

- ▶ Se elaboró un Manual guía para el laboratorio que cumple con una propuesta pedagógica fundamentada e la estimulación constante al estudiante, para que este sea el creador del procedimiento que empleará con el fin de dar soluciones a los problemas propuestos en los cuestionarios contenidos en este.
- ▶ Las preguntas están formuladas de manera tal que obligan al estudiante a adoptar conocimiento, ya que este a medida que desarrolla la práctica aprende cada concepto requerido para a ejecución de esta.
- ▶ La bibliografía principal es proveniente de los conceptos y experiencias en todos los cursos vistos y estudiados en la carrera de pregrado.

BIBLIOGRAFÍA

- **COLECCIÓN BÁSICA DEL CONCRETO 1**

Tecnología y propiedades, Instituto del concreto, asocreto.

- **MECÁNICA DE SUELOS**

Juárez Badillo.

- Norma Instituto Nacional de vías (INVIAS)

- Norma NTC.

