

**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS
DE 3000 P.S.I UTILIZANDO PROBETAS CILINDRICAS DE (15x30) CM PARA
EDADES DE CURADO DE 7 Y 28 DIAS, FABRICADOS CON MATERIALES DE
LA ZONA NORTE DEL DEPARTAMENTO DE SUCRE Y CEMENTO MARCA
TOLCEMENTO**

**ING. ARGEMIRO JOSE HERNÁNDEZ MERCADO
ING. NELSON ENRIQUE GUTIERREZ SARMIENTO
ING. JOSE DAVID SANTIS CERRO
ING. CESAR AUGUSTO VALETA LOPEZ**

**CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA – CUC
FACULTAD DE INGENIERIAS
ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORIA DE PROYECTOS Y OBRAS CIVILES
BARRANQUILLA
2005**

**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS
DE 3000 P.S.I. UTILIZANDO PROBETAS CILINDRICAS DE (15x30) CM PARA
EIDADES DE CURADO DE 7 Y 28 DIAS, FABRICADOS CON MATERIALES DE
LA ZONA NORTE DEL DEPARTAMENTO DE SUCRE Y CEMENTO MARCA
TOLCEMENTO**

**Ing. ARGEMIRO JOSE HERNÁNDEZ MERCADO
Ing. NELSON ENRIQUE GUTIERREZ SARMIENTO
Ing. JOSE DAVID SANTIS CERRO
Ing. CESAR AUGUSTO VALETA LOPEZ**

**Trabajo de Grado para optar al título de
ESPECIALISTA EN INTERVENTORIA DE PROYECTOS Y OBRAS CIVILES**

**Director
Ing. Civil NAYIB MORENO RODRIGUEZ, Esp.**

**CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA – CUC
FACULTAD DE INGENIERIAS
ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORIA DE PROYECTOS Y OBRAS CIVILES
BARRANQUILLA
2005**

Dedicamos este Trabajo de Grado:

A Nuestro Dios Padre quien hace posible todas las cosas

A Nuestros Padres: Luis, Neila, Ligia, Henry, Acela, César Tulio y Elvia

A Nuestras Esposas: Ofelia y Liliana

A Nuestros Hijos: Sergio, Maria Paz, Ligia, Alkin, Kiara Liliana y Kendy Liliana

A Nuestros Amigos y demás familiares que nos apoyaron incondicionalmente

Argemiro, Nelson, José y César

Tenemos la esperanza de que el esfuerzo colectivo para la realización del presente trabajo contribuya al sector de la construcción, por ello expresamos nuestros agradecimientos más calidos:

A NAYIB MORENO RODRIGUEZ, Ingeniero Civil, Especialista en Hidráulica de Ríos y Costas, Especialista en Estudios Pedagógicos, Director del Programa de Ingeniería Civil, docente de Pregrado y Posgrado de la Corporación Universitaria de la Costa y Director de este Trabajo de Grado, por su colaboración.

A JORGE BUZON OJEDA, Ingeniero Civil, Especialista en Análisis y Diseños de Estructuras, Especialista en Estudios Pedagógicos, docente de Pregrado y Posgrado de la Corporación Universitaria de la Costa y Asesor Metodológico de este Trabajo de Grado, por su colaboración.

A HARRINSON PULIDO, Técnico de los Laboratorios de Tecnología del Concreto y Resistencia de Materiales de la Corporación Universitaria de la Costa, por su desinteresada e invaluable colaboración.

A JORGE SALCEDO, Ingeniero Civil, docente de Pregrado de la Corporación Universitaria de la Costa, por su desinteresada colaboración.

A ALEX JOSÉ BRACAMONTE MIRANDA, Ingeniero Civil, Esp., docente de Pregrado de la Universidad de Sucre por su desinteresada e invaluable colaboración.

A LUIS ENRIQUE FERNANDEZ QUINTANA, Ingeniero Civil, Jefe del Departamento de Ingeniería Civil y docente de Pregrado de la Universidad de Sucre.

A La Corporación Universitaria de la Costa - CUC.

A La Universidad de Sucre.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	
GLOSARIO	
1. GENERALIDADES	19
2. FUNDAMENTACIÓN TEÒRICA	27
2.1 CONCRETO	27
2.1.1 Propiedades del concreto	27
2.1.2 Dosificación del concreto	28
2.1.3 Resistencia del concreto	28
2.1.4 Factores que influyen la trabajabilidad del concreto	28
2.15 Consistencia del concreto	29
2.2 MATERIALES PARA CONCRETOS	29
2.2.1 Agregados	29
2.2.1.1 Función	29
2.2.1.2 Clasificación	30
2.2.1.3 Propiedades de los agregados	30
2.2.2 Agua	31
2.2.2.1 Características del agua en el concreto	31
2.2.3 Cemento	31

2.3 ENSAYOS PARA EL CONTROL DE MATERIALES Y DE CONCRETO	32
2.3.1 Ensayos para el control de agregados	32
2.3.2 Ensayos para el control del cemento	32
2.3.3 Ensayos para el control del agua de mezclado para el concreto	33
2.3.4 Ensayos para el control del concreto fresco	33
2.3.5 Ensayos para el control del concreto endurecido	33
2.4 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	33
2.4.1 Procedimiento de ensayo a la compresión de cilindros	34
3. METODOLOGIA	35
3.1 OBTENCION DE MATERIALES	35
3.1.1 Material agregado fino	35
3.1.2 Material agregado grueso	35
3.1.3 Material cementante	36
3.2 ENSAYOS DE LABORATORIO PARA MATERIALES	37
3.3 DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	40
3.3.1 Procedimiento de diseño	41
3.3.2 Elaboración de mezclas de concreto	46
3.4 ELABORACIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO DE 15x30 cm.	47
3.5 DESENCOFRADO DE CILINDROS DE CONCRETO DE 15x30 cm.	47
3.6 CURADO DE CILINDROS DE CONCRETO DE 15x30 cm.	48
3.7 ENSAYO A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO DE 15x30 cm.	49

4. RESULTADOS Y ANALISIS	50
4.1 DISEÑO DE LA MEZCLA MEDIANTE EL METODO ACI 211.1.	50
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
BIBLIOGRAFIA	62
ANEXOS	63

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Asentamientos recomendados para diversos tipos de construcción y sistemas de colocación y compactación.	42
Tabla 2. Tamaños máximos de agregados según el tipo de construcción.	43
Tabla 3. Cantidad aproximada de aire esperado en concreto sin aire incluido y niveles de aire incluido para diferentes tamaños máximos de agregado.	43
Tabla 4. Requerimiento aproximado de agua de mezclado para diferentes asentamientos y tamaños máximos de agregados, con partículas de forma angular y textura rugosa, en concreto sin aire incluido.	44
Tabla 5. Resistencia promedio requerida a la compresión cuando no hay datos que permitan determinar la desviación estándar.	44
Tabla 6. Correspondencia entre la resistencia a la compresión a los 28 días de edad y la relación agua-cemento para los cementos colombianos, Pórtland tipo I, en concretos sin aire incluido.	45
Tabla 7. Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto.	45
Tabla 8. Peso seco y volumen absoluto de los ingredientes por metro cúbico de concreto	46
Tabla 9. Peso seco y volumen absoluto de los ingredientes por metro cúbico de concreto diseñado.	51
Tabla 10. Resultados de ensayos de cilindros sometidos a compresión	57
Tabla 11. Resultados de ensayos de cilindros sometidos a compresión	58

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Departamento de Sucre (Colombia).	19
Figura 2. Zona norte del Departamento de Sucre.	23
Figura 3. Esquema de relación entre proyectos de caracterización.	24
Figura 4. Arroyo Palenquillo, vereda Chinulito, municipio de Colosó (Sucre).	35
Figura 5. Trituradora de agregado grueso de Toluviejo (Sucre).	36
Figura 6. Marca Tolcemento	36
Figura 7. Lavado de muestras de agregado grueso.	37
Figura 8. Material en horno para determinación del contenido de humedad.	38
Figura 9. Material mezclado y seco para ensayos de laboratorio.	38
Figura 10. Aparato de Vicat penetrando en la pasta de cemento.	39
Figura 11. Realización del ensayo de masa unitaria compacta de agregado grueso, análisis granulométrico.	39
Figura 12. Realización del ensayo de masa unitaria suelta y compacta de agregado fino	39

Figura 13. Colocación de los materiales en la mezcladora y obtención del concreto.	46
Figura 14. Llenado de moldes de 15x30 cm y compactación del concreto.	47
Figura 15. Desalojo de aire del concreto con mazo de caucho y moldes totalmente llenos.	47
Figura 16. Desencofrado y marcación de cilindros de concreto de 15x30 cm.	48
Figura 17. Colocación de cilindros de concreto de 15x30 cm en piscina de curado.	48
Figura 18. Cilindros de concreto de 15x30 cm sometido a compresión.	49
Figura 19. Resultado del ensayo de materia orgánica.	53
Figura 20. Cilindro de concreto de 15x30 cm con trazos de materia orgánica.	54
Figura 21. Grafica de Granulometría agregado grueso.	54
Figura 22. Grafica de Granulometría agregado fino.	55
Figura 23. Cilindro de concreto 15x30cm con trazos de materia orgánica.	55
Figura 24. Ensayo de asentamiento.	56
Figura 25. Grafico resistencia a la compresión	59

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO

ANEXO B. ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO

ANEXO C. MASAS UNITARIA AGREGADO FINO

ANEXO D. MASAS UNITARIA AGREGADO GRUESO

**ANEXO E. DENSIDAD Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS
GRUESOS**

ANEXO F. DENSIDAD Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS FINOS

ANEXO G. CONTENIDO APROXIMADO DE MATERIA ORGANICA

ANEXO H. PESO UNITARIO Y RENDIMIENTO VOLUMETRICO

ANEXO I. DENSIDAD CEMENTO

ANEXO J. CONSISTENCIA NORMAL

ANEXO K. TIEMPO DE FRAGUADO

ANEXO L. ANTEPROYECTO

GLOSARIO.

Calor de Hidratación: Es el desprendimiento de calor durante el proceso de fraguado y que se desarrolla durante el proceso de hidratación.

Compactabilidad: Es la facilidad con la que un concreto es compactado y las burbujas de aire son eliminadas.

Concreto : Este término se refiere a la mezcla de mortero y agregado grueso (grava).

Consistencia: Se define como: la movilidad relativa o la habilidad de una mezcla de concreto o de mortero para fluir. Esta se relaciona con la habilidad para conseguir un determinado nivel de trabajabilidad y conservarlo.

Contenido de humedad: Varía con el estado del tiempo y cambia de una parte de la pila a otra. La humedad se determina frecuentemente para ajustar la mezcla de concreto.

Estabilidad: Es la aptitud de mantenerse como una masa estable y homogénea sin segregación.

Exudación o Sangrado: Consiste en una forma especial de segregación en la que parte del agua de mezcla tiende a colocarse en la superficie.

Finura: Término relacionado con el tamaño de la partícula.

Fraguado: Es el proceso mediante el cual el concreto pasa de estado fresco a estado rígido.

Granulometría: Es la distribución de los tamaños de las partículas que constituyen una masa de agregados. Se determina con tamices.

Grado de compactación: Es la relación entre el peso específico del concreto dado y el peso específico de la misma mezcla totalmente compactada.

Lechada: Este material es la mezcla de agua y cemento , pero donde el agua participa en gran proporción; es decir, una pasta muy dura.

Manejabilidad O Trabajabilidad: Se refiere al grado de facilidad o dificultad de una mezcla en estado fresco para ser mezclada, manejada, transportada, compactada y terminada, sin que pierda su homogeneidad (se segregue o exude).

Modulo de finura: Cociente entre la suma de los retenidos desde el tamiz No 4 hasta el tamiz No 100 sobre 100 de acuerdo a la expresión, donde P_i corresponde a los retenidos acumulados. Suma de los retenidos en los tamices del 4 al 100.

Mortero: Mezcla de pasta de cemento, arena y aire.

Movilidad: Es la fluidez en el encofrado y alrededor de los refuerzos de acero.

Muestra: Es una pequeña porción de un gran universo de un material (tal como un lote, una corriente continua de producción, un batch, una volquetada, etc.), del cual se desea conocer una información específica.

Pasta de Cemento: Como la pasta de cemento o simplemente pasta, se conoce a la mezcla de agua y cemento.

Peso Volumetrico: Es la relación entre el peso de una muestra de agregados y el volumen que ocupan la partículas agrupadas dentro de un recipiente de volumen conocido.

Sangrado: Es el movimiento del agua hacia la superficie del concreto vertido recientemente.

Segregación: Se dice que hay segregación de una mezcla, cuando la parte gruesa del concreto (grava) se separa de la parte fina o menos densa (mortero o pasta) cuando estas se encuentra en estado fresco.

Trabajabilidad: Es la propiedad del concreto en estado fresco que determina la facilidad y la estabilidad u homogeneidad de la masa para que ésta pueda ser mezclada, colocada, consolidada y terminada.

RESUMEN

TITULO: DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS DE 3000 P.S.I UTILIZANDO PROBETAS CILINDRICAS DE (15x30) CM PARA EDADES DE CURADO DE 7 Y 28 DIAS, FABRICADOS CON MATERIALES DE LA ZONA NORTE DEL DEPARTAMENTO DE SUCRE Y CEMENTO MARCA TOLCEMENTO

**AUTORES: ING. ARGEMIRO JOSE HERNÁNDEZ MERCADO
 ING. NELSON GUTIERREZ SARMIENTO
 ING. JOSE DAVID SANTIS CERRO
 ING. CESAR AUGUSTO VALETA LOPEZ**

DIRECTOR: Ing. Civil NAYIB MORENO RODRIGUEZ, Esp.

ASESOR METODOLOGICO: Ing. Civil JORGE BUZON OJEDA, Esp.

**ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORIA DE PROYECTOS Y OBRAS CIVILES
CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DE LA COSTA –CUC.
BARRANQUILLA
2005**

Una de las funciones principales de la interventoría es velar por la correcta utilización de los materiales de construcción, para esto se debe tener conocimiento de las especificaciones técnicas y de la procedencia de estos para realizar un buen control de calidad y garantizar que las obras sean durables.

En el Departamento de Sucre se utiliza materiales extraídos de la Zona norte y Montes de Maria donde se encuentran ubicadas las canteras de Toluviejo (materiales gruesos) y de los arroyos de Pechelin y Palenquillo y los ubicados en los municipios de Morroa y Ovejas (materiales finos).

Es por eso que en este trabajo de grado tiene como objetivos determinar la resistencia a la compresión de concreto de 3000 P.S.I con probetas cilíndricas de (15x30) cm; evaluar la evolución de la resistencia a la compresión del concreto con edades de curado de 7 y 28 días; y realizar los ensayos de granulometría, peso específico, masa unitaria, densidad y absorción para hacer el diseño de mezcla.

Se obtuvo resultados de pruebas de laboratorio que permitieron identificar las características de los agregados finos y gruesos, la resistencia a la compresión de concretos de 3000 P.S.I elaborados con materiales de la zona norte (Subregiones de los Montes de Maria y Morrosquillo) del Departamento de Sucre que servirá como un parámetro para evaluar la resistencia a la compresión de este concreto.

INTRODUCCIÓN.

Probablemente el empleo de materiales cementantes se remonta al inicio de la civilización cuando el hombre se vio en la necesidad de construir su habitación utilizando arcilla o una mezcla de cal y arena para unir las piedras y conformar una estructura simple que le sirviera de protección. No hay forma de determinar la primera vez que se utilizó un material aglomerante, sin embargo, vestigios que indican que la obra de concreto más antigua fue construida alrededor de los años 5600 A. C en la ribera del río Danubio en Yugoslavia.

Cada región del país cuenta con diferentes fuentes de extracción de materiales o canteras, algunas de ellas han sido reconocidas en el mercado por su excelente calidad y la buena prestación del servicio. Es así como el interventor no debe limitarse a conocer los materiales que solamente se utilizan en su ciudad, pueblo, municipio o vereda, sino que debe ampliar sus conocimientos acerca de los demás materiales que se utilizan en las ciudades o regiones del país, para que en un determinado caso sepa diferenciar la procedencia de los materiales.

El ensayo a compresión en concreto es esencial para determinar la resistencia que puede presentar el concreto y si este tiene la habilidad de resistir mas esfuerzo a compresión que otros materiales que se utilizan en las construcciones por lo cual este ensayo es de gran importancia para los Interventores de Obras y Proyectos Civiles dado que les permite lograr la correcta elección de un material que sea seguro en el momento de realizar una construcción.

Por tal motivo, y conociendo la importancia que representa la utilización de materiales para la elaboración del concreto, se realiza el siguiente proyecto para establecer parámetros de resistencia a la compresión de concretos de 3000 PSI elaborados con materiales de la zona norte del Departamento de Sucre.

En este proyecto se encuentra contenido el planteamiento de una necesidad existente en el Departamento de Sucre, como lo es establecer un adecuado control de calidad de materiales para construcción refiriéndose más específicamente a la resistencia del concreto dado que nos permitirá elementos durables en el tiempo. Además, consta de capítulos en donde se especifican las características o generalidades de la zona de ubicación de las canteras y sitios de donde se extrajeron los materiales, marco referencial y teórico que sustentan la investigación, especificaciones técnicas, diseño de mezcla, resultados de los

ensayos realizados para determinar la resistencia a la compresión del concreto, conclusiones y recomendaciones de la investigación.

Es por esto que este proyecto será una herramienta para todas las personas involucradas en el campo de la construcción en las subregiones del Golfo de Morrosquillo, Montes de María y Sabanas del Departamento de Sucre, ya que servirá como un parámetro para evaluar la resistencia a la compresión de concretos de 3000 P.S.I con materiales propios de la región.

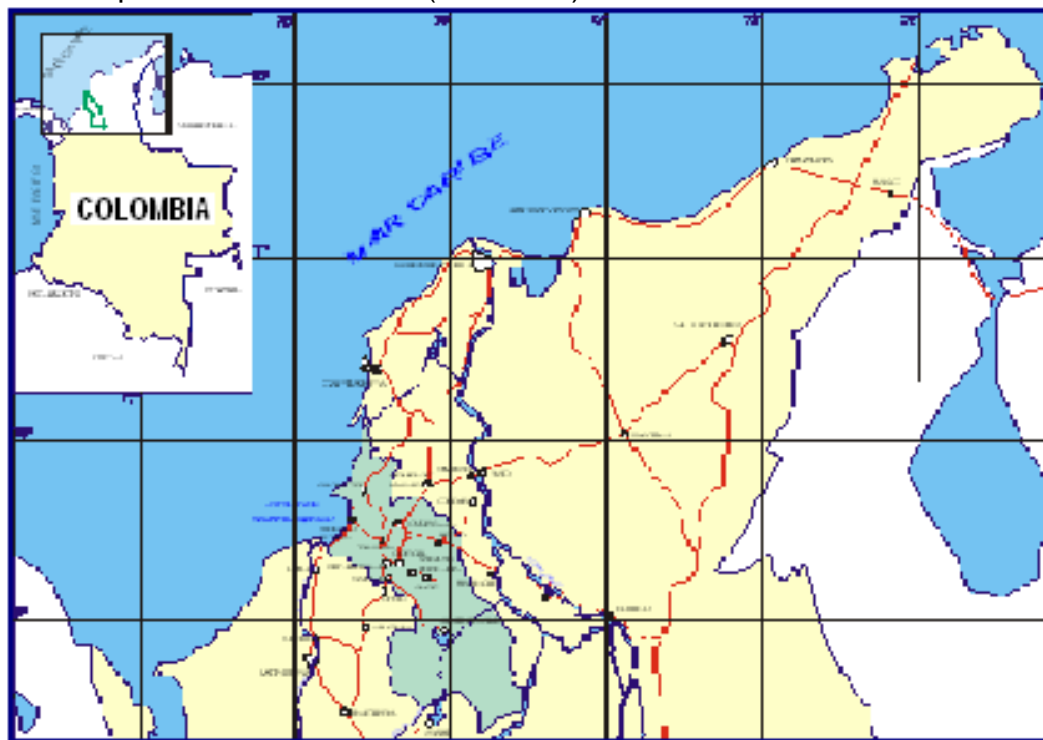
El proyecto se realizó cumpliendo los alcances de los objetivos planteados al empezar la propuesta de investigación a mediados de la primera semana del mes de junio del 2005, gracias a las fuentes institucionales, talento humano y recursos financieros, cumpliendo con los planes de trabajo y metodología aplicada para esta investigación y cuya culminación es llevada a finales del mes de noviembre del 2005.

1. GENERALIDADES

DEPARTAMENTO DE SUCRE (COLOMBIA).

El departamento de Sucre (Colombia), tiene una superficie de 10.350,66 km² de los cuales el 0,6% representa el área urbana y el 99,4% el área rural. La superficie departamental equivale a 0,90% de la extensión del territorio nacional. El departamento tiene una población de 794.631 habitantes (2000) y está localizado en la parte central de la región del Caribe, entre el río Cauca y el mar Caribe; sus coordenadas geográficas lo sitúan entre los 8° 17' y 10° 08' de latitud N y los 74° 32' y 75° 43' de longitud O. Limita al norte y al este con el departamento de Bolívar, al sur y el oeste con el de Córdoba, y al oeste y norte con el mar Caribe. El departamento tiene una temperatura cuyo promedio anual es de 28 grados centígrados.

Figura 1. Departamento de Sucre (Colombia).



Fuente: Archivo Nelson Gutierrez

El territorio departamental está comprendido en una gran llanura y la mayor parte de sus tierras son llanas o ligeramente onduladas; hacia el sur se encuentra la región denominada depresión momposina, constituida por ciénagas y pantanos que retienen los desbordamientos de los ríos Cauca, Magdalena y San Jorge. La disposición el relieve define dos vertientes; al occidente, las corrientes que desembocan en el mar Caribe, entre las cuales se encuentran los arroyos Tumbafrayles, San Antonio y Grande; la vertiente oriental comprende las numerosas corrientes que fluyen a los ríos San Jorge y Cauca y finalmente el río Magdalena; se destacan los arroyos Mancomoján, Grande de Corozal, y los caños Caimán, El Mamón y Tortuga. Posee numerosas ciénagas, entre las que sobresalen: Punta de Blanco, El Roble, Mojota, Malambo, San Benito, La Grande, Machado, La India, La Cruz, Los Pastos, Santa Lucía y La Caimanera.

El sector agropecuario constituye la base de la economía de Sucre, en especial la actividad pecuaria dedicada a la cría y engorde de bovinos. Menor importancia tiene las actividades industriales y mineras. La industria gira alrededor de la producción de cementos (ubicada en Toluviejo) y bebidas alcohólicas. El sector minero, ubicado al norte del departamento, se dedica a la extracción de piedra caliza y mármol. La agricultura no es muy destacada; sin embargo, se han desarrollado cultivos de algodón y tabaco.

COMPOSICIÓN SUBREGIONAL.

<i>SUBREGIONES</i>	<i>MUNICIPIOS</i>	<i>PRINCIPALES ASPECTOS CLIMATICOS</i>	<i>ACTIVIDAD ECONOMICA</i>
San Jorge	San Marcos San Benito Abad La Unión Caimito	Bosque Húmedo Tropical Bosque Seco Tropical Bosque Muy Seco Tropical Sabanas Naturales Precipitación Promedio anual 2.300 Mm. Temperatura 28°C. Humedad Relativa Promedio del 85%	Ganadería Agricultura Pesca Agroindustria Comercio y Servicios
Mojana	Sucre Majagual Guaranda	Bosque Húmedo Tropical Precipitación Promedio anual 2.800 mm. Temperatura 28°C. Humedad Relativa Promedio del 85%	Ganadería Agricultura Pesca Comercio y Servicios

Montes de María	Sincelejo Ovejas Chalán Morroa Colosó	Bosque Seco Tropical Precipitación promedio anual 1.150 Mm. Temperatura 27,5 °C. Humedad Relativa Promedio del 77%	Ganadería Agricultura Agroindustria Artesanías Comercio y Servicios
Sabanas	Sincé El Roble San Pedro Sampués Los Palmitos Galeras Buenavista Corozal San Juan De Betulia	Bosque Seco Tropical Precipitación promedio anual 1.100 mm. Temperatura 27,5 °C. Humedad Relativa Promedio del 80%	Ganadería Agricultura Agroindustria Artesanías Comercio y Servicios
Morrosquillo	Santiago de Tolú Coveñas San Onofre Toluviejo San Antonio de Palmito	Bosque Muy Seco Tropical Precipitación anual entre 900 y 1.200 mm. Temperatura 27,5 °C. Humedad Relativa Promedio del 80%	Ganadería Agricultura Agroindustria Extractiva Turismo Comercio y Servicios

CARACTERIZACION FISICO MECANICA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE.

La caracterización físico-mecánica de materiales en la región Sucreña apunta al conocimiento inicial de los materiales existentes en este territorio cuyas características derivan su aprecio para la industria de la construcción.

De acuerdo a lo evaluado en el estudio de control de calidad en materiales suscritos en la construcción de infraestructura para el año 2003¹, el sector de la construcción fabrica concretos, morteros al igual que manejan la construcción con madera bajo el escenario de la incertidumbre. Hasta la fecha sólo la empresa Agregados y Concretos S.A. – AGRECON, desde hace 5 años, han caracterizado los materiales con que fabrica concreto y mortero.

Situación interesante sucede en la condición de los concretos utilizados en pavimentos en sus dos variedades, rígido y flexible. Los concretos premezclados sólo se validan para condiciones y esfuerzos de compresión. Sin embargo, la naturaleza actuante en estas estructuras es el predominio de la falla por desgaste

¹ BRACAMONTE MIRANDA, Alex José. Aseguramiento de calidad en el sector de la construcción. Programa de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. 2003. Sincelejo

de agregados. En este sentido esta propiedad no aparece en el registro de garantías de los concretos premezclados. Luego el umbral de la producción y fabricación de concretos y morteros para los constructores realizado en condiciones cotidianas se interna mucho más en ese escenario de incertidumbre, desconocimiento en un área en la cual el manejo acertado de las propiedades de estos materiales y de la tecnología reviste la primera y más importante condición.

1.3.1. Antecedentes de Valoración de los Materiales de Construcción en el Departamento de Sucre.

No se tienen registros sobre valoraciones anteriores que hayan connotado las apreciables distinciones entre los materiales usados en la construcción en el Departamento de Sucre.

En atención a la referencia de las obras de construcción regional atendemos a la existencia de los siguientes materiales:

- ✚ Agregados, finos y gruesos
- ✚ Maderas
- ✚ Elementos compuestos: Como morteros, concretos y unidades de mampostería

En la actualidad, no existe categorización sobre estos elementos. Aún cuando su uso se ha masificado a nivel regional y nacional.

Agregados

En materia de agregados existen varias formaciones geológicas en el Departamento de Sucre, a saber:

- a) Una formación geológica en rocas sedimentarias que forman un sistema montañoso. Con extensión en la subregión Montes de María y unas interferencias vagas que finalizan profusamente al inicio de la subregión Morrosquillo. Este material es predominantemente calizo. Corresponden a una formación cuaternaria. Mientras que sus análogas en las formaciones geológicas al interior del país, corresponden a la era secundaria. Razón que se hace notoria en el color de las calizas y finalmente en el color del cemento.

Esta formación ocupa actualmente la zona norte del Departamento de Sucre, más exactamente, comprendiendo los municipios de Toluviejo, Colosó, San Onofre, Tolú y parcialmente Chalán, ver Figura 2.

Figura 2. Zona norte del Departamento de Sucre.



Fuente: Microsoft Encarta 2005.

En estos momentos el material es explotado por trituradoras comerciales y por Cales y Cementos de Toluviejo S.A – TOLCEMENTO.

- b) Una formación geológica en roca sedimentaria, que forman yacimientos en cantos rodados a lo largo de la parte septentrional y sur del departamento de Sucre. Este material ocupa una longitud de varios kilómetros en las regiones señaladas y son observables en yacimientos de afloración natural.

Maderas.

Atraviesan todo el Departamento de Sucre, con una variante taxonómica de más de 200 especies maderables. A excepción de un estudio sobre caracterización de tres tipos de maderas realizados por el programa de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Sucre en los años de 1980, no se posee información adicional sobre estas especies.

Elementos compuestos.

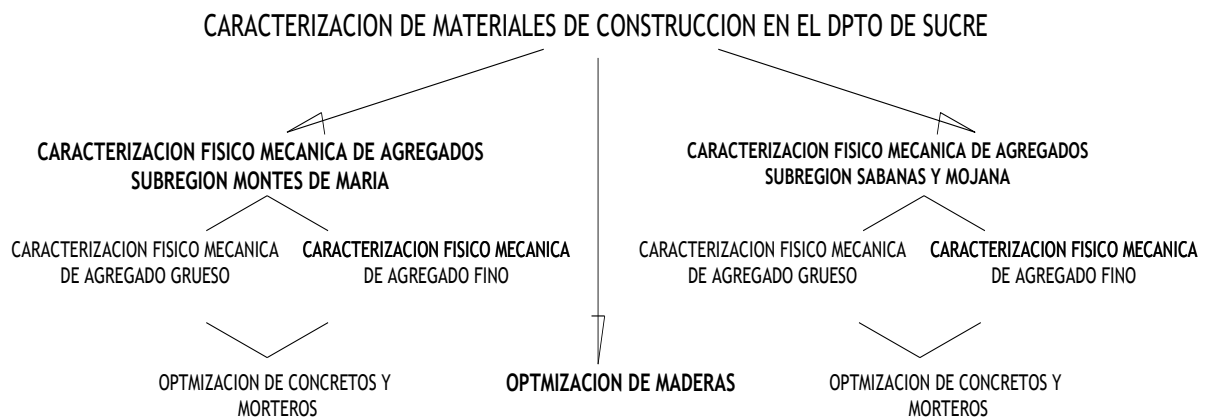
Ocupan el lugar más grande y crítico dentro de esta estructura. La fabricación con tecnología manual, la ausencia de cauterización en agregados y la falta de control de calidad favorece la disminución de durabilidad esperada en las estructuras.

Este punto es la situación que marca la apertura de toma de acciones que mediante el uso de tecnologías nos permitan el uso de materiales de construcción perfectamente caracterizados y alcanzar con ello las hipótesis de diseño.

1.3.2. Situación actual de los Materiales de Construcción en el Departamento de Sucre.

De esta manera se han estructurado en la universidad de Sucre (Sincelejo – Colombia) siete (7) proyectos de investigación de acuerdo a la matriz de solicitudes requeridas. En la siguiente figura se presenta la relación entre estos proyectos.

Figura 3. Esquema de relación entre proyectos de caracterización por la Universidad de Sucre – Facultad de Ingeniería.



Fuente: BRACAMONTE MIRANDA, Alex José.

Temas de investigación incluidos.

Dado la subregionalización del Departamento de Sucre con la caracterización geomorfológica de estas zonas, se han preparado el estudio de materiales en las subregiones específicas por la concentración de determinado elemento. A saber:

- ✚ Caracterización físico – mecánica de agregados grueso en la subregión Montes de María.
- ✚ Caracterización físico – mecánica de agregados fino en la subregión Montes de María.
- ✚ Caracterización físico – mecánica de maderas en el departamento.
- ✚ Caracterización físico – mecánica de agregados grueso en la subregión Sábanas y Mojana

- ✚ Caracterización físico – mecánica de agregados fino en la subregión Sábanas y Mojana
- ✚ Optimización de la producción de morteros y concretos.

Actualmente la Universidad de Sucre, a través de la Facultad de Ingeniería y su Programa de Ingeniería Civil, está desarrollando dos (2) investigaciones concentradas en una etapa inicial como lo es la obtención de las propiedades físicas. De esta manera están estudiando la **caracterización de agregados grueso en la subregión Montes de María** y tanto **la caracterización de agregados finos en la subregión Montes de María**.

Las etapas subsiguientes en estos estudios proyectan obtener el lleno de las propiedades de esfuerzo – deformación. Esta situación potencia de una manera novedosa el uso histórico y actual de estos materiales frente a unas expectativas de resistencia y duración mucho más exigentes que en antaño.

Para ser posible estas caracterizaciones se han requerido la realización de los siguientes ensayos en pruebas índice.

- a) Granulometría
- b) Masas unitarias
- c) Peso específico
- d) Reactividad
- e) Alcalinidad
- f) Aplanamiento
- g) Alargamiento
- h) Fractura

Y los siguientes ensayos en pruebas de esfuerzo deformación.

- i) Desgaste
- j) Grado de trituración
- k) Mezcla de materiales
- l) Compresión en cilindros de 6"x12"

Para agregado grueso se pretenden analizar 115 muestras de material extraídas de 5 sitios de extracción. Hasta la fecha (febrero de 2006) se han observado 72 muestras.

La caracterización final supone la eyección de patrones con menos varianza y sesgo, obtenida como una función de probabilidad de distribución beta, la cual es la que se acerca al tipo de manejo de los datos en estudio.

Ensayos aislados sobre el material de canto rodado de la parte sur en la subregión Sabana, han mostrado diferencias significativas, como era de esperarse dada las

características frente al material se la subregión Montes de María. Una conclusión interesante, se reviste en la cual el material de canto rodado es 3.2 veces más resistente que el material triturado, tal como lo muestra la prueba de trituración y la de desgaste.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En este capítulo se enunciarán los conceptos teóricos en los cuales se fundamenta este trabajo de grado.

2.1 CONCRETO

El concreto puede ser definido como la mezcla de un material aglutinante (normalmente cemento Pórtland 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.

La American Society for Testing Materials – ASTM C-125 ha definido el concreto, como un material compuesto que consta esencialmente de un medio pegante dentro del cual se embeben partículas o fragmentos de agregados; en los concretos de cemento hidráulico el pegante esta formado por una mezcla de cemento hidráulico y agua. Los concretos de cemento hidráulico son los más empleados en el mundo

2.1.1 Propiedades del concreto. En general las propiedades mecánicas del concreto están gobernadas por la resistencia de la pasta endurecida, los agregados y las interfaces (pasta agregado), las cuales son modificadas por los procesos de colocación y condiciones de curado.

El concreto es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión, dependiendo de las propiedades tanto físicas, químicas, mecánicas de sus componentes y de la interacción de cada una de ellas.

En general, tener un buen concreto en una estructura es el fruto de:

- ✚ Una óptima selección de agregados, cementos, aguas y aditivos.
- ✚ Un adecuado sistema de proporcionamiento.
- ✚ Un buen sistema de mezclado.
- ✚ Un buen sistema de transporte y colocación.
- ✚ Un adecuado curado.

Todo lo anterior se puede conseguir realizando un apropiado Control de Calidad.

2.1.2 Dosificación de concreto. Proporcionamiento adecuado de los materiales (cemento, agua, agregados, adiciones y aditivos) que el producto resultante atienda:

- + Trabajabilidad.
- + Resistencia mecánica.
- + Durabilidad.
- + Eficiencia(menos relación costo/beneficio).

2.1.3 Resistencia del concreto. Por su naturaleza, el concreto es una masa endurecida y heterogénea cuya resistencia la determinan los siguientes factores:

- + Resistencia de la pasta
- + Resistencia de la unión pasta-agregado
- + Propiedades de los agregados

Además, la resistencia del concreto está influenciada por:

- + Edad del concreto.
- + Curado del concreto.
- + Temperatura del concreto durante los procesos de fraguado y curado.

2.1.4 Factores que influyen la trabajabilidad del concreto. En un buen porcentaje, la resistencia de un concreto es función del grado de compactación. Por tanto, es necesario que toda mezcla de concreto posea una consistencia o trabajabilidad que permita su transporte, colocación y terminado con el menor esfuerzo posible y sin propiciar la segregación de los constituyentes que contiene.

Algunos factores que afectan la trabajabilidad del concreto son:

- + La cantidad y características del cemento.
- + La gradación y forma de la arena.
- + La gradación y forma del agregado grueso.
- + La proporción de agregado fino a agregado grueso.
- + El porcentaje de aire atrapado.
- + El tipo y la calidad de la puzolana usada.
- + La cantidad de agua.
- + La cantidad y característica de los aditivos (si los hay).

El factor fundamental que tiene efecto sobre la trabajabilidad es la cantidad de agua del concreto fresco. En general y para efectos prácticos, es válido suponer

que para un tipo de agregado y granulometría dados y para una trabajabilidad definida, el contenido de agua de la mezcla es una constante. Esto significa que es independiente de la relación agregado/cemento (Ag/c).

2.1.5 Consistencia del concreto. Se dice que la consistencia es un grado de humedad de la mezcla de concreto, ya que ésta nos indica que tan fluida (blanda) o seca (dura) está cuando se encuentra en estado plástico (fresco). Los factores que influyen en esta propiedad del concreto son:

- ✚ Cantidad de agua del diseño (l/m^3)
- ✚ Composición de la mezcla
- ✚ Granulometría y morfología del agregado
- ✚ Aditivos
- ✚ Condiciones atmosféricas

2.2 MATERIALES PARA CONCRETOS

Los materiales a usar en la producción de concreto deberán estar ajustados a la normatividad vigente en el país, esto es, acorde a las normas emanadas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas – ICONTEC, asimismo que lo estipulado por las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente – NSR-98 y dado el caso que ellas no contemplen algún tópico se debe aplicar lo recomendado por el Instituto Americano del Concreto – ACI o las respectivas normas de la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales – ASTM. Existen normas generales, de especificaciones, para propiedades y ensayos de cada uno de los materiales componentes del concreto.

2.2.1 Agregados. Los agregados son el mayor constituyente del concreto y ellos están definidos por la norma ASTM C-125 como materiales granulados tales como: arena, grava, piedra triturada o escoria de altos hornos siderúrgicos, que usados con un medio cementante para formar concretos de cemento hidráulico.

La verificación de las especificaciones granulométricas de los agregados debe ceñirse a lo recomendado por la NTC 174 (ASTM C-33) para utilizar el método del ACI en el diseño de mezclas de concreto.

2.2.1.1 Función. Las principales funciones de los agregados dentro del concreto son:

- Actúan como rellenos haciendo los concretos más económicos.

- Ayudan a la resistencia a la compresión, por lo que se exige una resistencia propia suficiente.
- Controlan los cambios volumétricos cuando la mezcla pasa de estado plástico a estado endurecido evitando agrietamientos.

2.2.1.2 Clasificación. Los agregados se pueden clasificar de la siguiente manera:

✚ **Según su tamaño (Granulometría):**

- Fracción fina (arenas). Diámetro 4.76 a 0.074mm
- Fracción gruesa (gravas). Diámetro mayor a 4.76 mm

✚ **Según su procedencia u origen:**

- Agregados naturales: Provenientes de explotación de fuentes naturales (Arenas y gravas de río, cantos rodados, canteras).
- Agregados artificiales: Se obtienen de productos y procesos industriales (arcillas expandidas, escoria de alto horno, clinker, limaduras de hierro).

✚ **Según su densidad.** Se pueden clasificar así tanto los agregados naturales como artificiales de la siguiente forma:

- Livianos o ligeros
- Normal
- Pesado

2.2.1.3 Propiedades de los agregados. Se pueden conocer por medio de ensayos de laboratorios, determinados por organismos normalizadores como el ICONTEC y el ACI, entre otros. Las propiedades que se determinan, entre otras, son:

- ✚ **Tamaño máximo.** Es al tamaño de la partícula más grande que hay dentro de una masa de agregado.
- ✚ **Tamaño máximo nominal.** Es el tamaño promedio de partículas más grandes.
- ✚ **Hinchamiento de las arenas.** El agua dentro de la arena produce un incremento de volumen. Es muy importante tener en cuenta esta característica cuando se hacen dosificaciones por volumen y en la compra de la arena.
- ✚ **Granulometría.** Está definida como la distribución de los tamaños de las partículas que constituyen una masa de agregados. Se determina mediante el análisis granulométrico que consiste en dividir una muestra de agregado en fracciones de igual tamaño.
- ✚ **Módulo de finura.** El módulo de finura es un factor empírico que permite estimar qué tan fino o grueso es un material. Está definido como la suma de los porcentajes retenidos acumulados en los tamices de la serie “estándar” que cumplen la relación 1:2, desde el tamiz de 149 (No. 100) en adelante, hasta el máximo tamaño que se encuentre, dividido por 100.

- ✚ **Densidad.** Es una propiedad física de los agregados y está definida como la relación entre el peso y el volumen de una masa determinada lo que significa que depende directamente de las características del grano del agregado.
- ✚ **Absorción.** Se define como el incremento en la masa de un cuerpo sólido poroso, como resultado de la penetración de un líquido dentro de sus poros permeables. En el caso de agregados, la absorción se determina después de un período de inmersión de 24 horas en agua, luego de la cual se seca y se lleva a la condición SSS; obtenida esta condición se pesa e inmediatamente se seca en un horno y la diferencia de pesos expresado en porcentaje de peso de la muestra seca, es la capacidad de absorción.
- ✚ **Peso unitario.** Es una propiedad física importante porque indica el grado de acomodamiento de las partículas. Es un factor que mide la aptitud del agregado para ser utilizado en producción del concreto.
- ✚ **Peso unitario compacto.** Se entiende por peso unitario compacto el grado de acomodamiento de las partículas del agregado cuando se ha sometido a vibración, ya que esta mejora el acomodamiento y aumenta el peso unitario.
- ✚ **Peso unitario suelto.** Se denomina peso unitario suelto el del material que se encuentra en estado normal de reposo porque el volumen que ocupa es mayor y por tanto su masa unitaria es menor. En este caso, el valor de la masa peso unitario suelto es de vital importancia cuando se van a manejar los agregados, ya que por ejemplo el transporte se hace por volumen y en estados suelto, de tal manera que el volumen de agregado a transportar dentro del concreto a producir, y colocar y compactar.

2.2.2 Agua. Es un ingrediente fundamental en la elaboración de concreto y tiene como funciones:

- Hidratar el cemento, no se evapora.
- Fluidificar la mezcla (proporcionar trabajabilidad), se evapora.

2.2.2.1 Características del agua en el concreto.

- ✚ **Agua de mezclado.** Es la que se adiciona junto con los agregados y el cemento. Dentro del agua de mezclado el 30% de ella permite la hidratación de la pasta y el 70 % restante permanece como agua libre y por tanto se evapora
- ✚ **Agua de curado.** Para la completa hidratación del grano de cemento, después de fraguado, es necesario el suministro del agua con el objeto de mantener el concreto saturado, o lo mas próximo posible a la saturación.

2.2.3 Cemento. El cemento hidráulico esta definido por la norma ASTM C-219, como un cemento que fragua y endurece por interacción química con el agua y

que es capaz de hacerlo bajo agua. El cemento Pórtland es el cemento hidráulico más importante. Se obtiene por la pulverización del clinker de cemento Pórtland, que contiene esencialmente silicatos de calcio hidráulicos, generalmente mediante una molienda íntima con pequeñas cantidades de sulfato de calcio hidratado (yeso) el cual se emplea para controlar las velocidades de reacción.

2.3 ENSAYOS PARA EL CONTROL DE MATERIALES Y DE CONCRETO.

Para asegurarse que los materiales utilizados en la obra sean de la calidad especificada, deben realizarse los ensayos correspondientes sobre muestras representativas de los materiales de la construcción.

2.3.1 Ensayos para el control de agregados.

- Especificaciones de los agregados para concretos, norma NTC 174 (ASTM C-33)
- Método para la densidad y la absorción de los agregados finos, norma NTC 237 (ASTM C-128)
- Método para la densidad y la absorción de los agregados gruesos, norma NTC 176 (ASTM C-127)
- Contenido de materia orgánica en arena, norma NTC 127 (ASTM C-40)
- Método para determinar la masa unitaria de los agregados, norma NTC 92 (ASTM C-29)
- Método para el análisis por tamizado de los agregados finos y gruesos, norma NTC 77 (ASTM C-136)
- Método para la determinación del contenido total de humedad de los agregados por secado, norma NTC 1776 (ASTM C-576)

2.3.2 Ensayos para el control del cemento.

- Cemento Pórtland. Clasificación y nomenclatura, norma NTC 30
- Cemento Pórtland. Definiciones, norma NTC 31
- Cemento Pórtland. Especificaciones físicas y mecánicas, norma NTC 121 (ASTM C-150)
- Análisis químico, norma NTC 184 (ASTM C-114)
- Finura. Tamices NTC 44, norma NTC 294 (ASTM C-430)
- Densidad, norma NTC 221 (ASTM C-188)
- Calor de hidratación, norma NTC 117 (ASTM C-186)
- Consistencia normal. Aparato de Vicat, norma NTC 110 (ASTM C-187)
- Falso fraguado. Método de la pasta, norma NTC 297 (ASTM C-451)
- Tiempo de fraguado. Aparato de Vicat, norma NTC 118 (ASTM C-191)

2.3.3 Ensayos para el control del agua de mezclado para concreto.

- Definición de términos relativos al agua, norma ASTM D-1129
- Agua para la elaboración de concreto y mortero de cemento hidráulico, norma NTC 3459
- Extracción de muestras de agua para la elaboración de concreto y mortero de cemento hidráulico, norma NTC 2299
- Acidez y alcalinidad, norma ASTM D-1067
- Calcio y magnesio, norma ASTM D-511
- Cloruros, norma NTC 1623 (ASTM D-512)
- Dureza, norma NTC 1604
- Partículas y materia disuelta en el agua, norma ASTM D-1888
- PH, norma ASTM D-1293
- Sulfatos, norma NTC 1603 (ASTM D-516)
- Turbiedad, norma NTC 881

2.3.4 Ensayos para el control del concreto fresco.

- Asentamiento, norma NTC 396 (ASTM C-143)
- Cámaras, cuartos húmedos y tanques de curado, norma NTC 3512
- Contenido de agua, norma NTC 3752 (ASTM C-1079)
- Contenido de aire. Método volumétrico, norma NTC 1028 (ASTM C-173)
- Masa unitaria y rendimiento, norma NTC 1926
- Temperatura del concreto fresco, norma NTC 3357 (ASTM C-1064)
- Tiempo de fraguado, norma NTC 890 (ASTM C-403)

2.3.5 Ensayos para el control del concreto endurecido.

- Resistencia a la compresión, norma NTC 673 (ASTM C-39)
- Elaboración y curado en laboratorio, norma NTC 1377 (ASTM C-192)
- Elaboración y curado en obra, norma NTC 550 (ASTM C-31)
- Resistencia a la flexión, norma NTC 2871 (ASTM C-78)
- Predicción de la resistencia futura a la compresión, norma NTC 1513 (ASTM C-684)

2.4 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

La medida de la resistencia a la compresión se efectúa por medio de ensayos normalizados. En Colombia se utilizan los procedimientos de las normas NTC 550 (ASTM C-31) y la NTC 673 (ASTM C-39) en ellos se describen los métodos de elaboración y ensayos de los especímenes.

La resistencia a la compresión se mide con una prensa que aplica carga sobre la superficie del cilindro a una velocidad especificada mientras ocurre la falla. La

operación tarda de 2 a 3 minutos y la carga a la que falla la probeta queda registrada en un tablero anexo a la máquina; este valor se divide por el área de la sección transversal del cilindro obteniéndose así el esfuerzo de rotura del concreto.

Aunque en el sistema internacional de unidades (SI) la unidad de esfuerzo es el Pascal, en nuestro medio es normal expresar el resultado en Kg/cm² o PSI. Los valores de resistencia de los concretos más utilizados varían en un rango comprendido entre 14 y 42 MPa (140 y 420 Kg/cm²), siendo comúnmente estipulado para estructuras de concreto, en general, entre 21 y 28 MPa (210 y 280 Kg/cm²).

2.4.1 Procedimiento de ensayo a la compresion de cilindros:

- Colocar los moldes en un sitio resguardado de superficie horizontal, rígida, libre de vibraciones y preferiblemente cubierto.
- Aceitar los moldes.
- Tomar las muestras acordes a la norma NTC 454
- Llenar cilindros en tres capas de igual volumen.
- Compactar cada capa con una varilla de 16 mm de diámetro y de punta redondeada.
- Introducir la varilla 25 veces por capa en diferentes sitios.
- En la primera capa la varilla no debe tocar el fondo del cilindro.
- En las siguientes capas la varilla solo debe tocar ligeramente la capa anterior.
- Dar golpes con martillo de caucho después de compactar cada capa.
- Alisar la superficie con un palustre.
- Mantener los cilindros dentro del molde, durante 24 ± 8 horas a una temperatura entre 16° C y 27 ° C.
- Desencofrar cuidadosamente y marcar sin usar puntillas.
- Sumergir los cilindros en la piscina de curado.
- Alistar los cilindros que cumplen la edad de ensayo.
- Limpiar y colocar en la máquina de ensayo los cilindros, además de garantizar paralelismo de caras y uniformidad de la carga.
- Someter cada cilindro a carga y registrar la carga máxima.
- Calcular la resistencia (MPa, Kg/ cm² o Psi).

3. METODOLOGIA.

Para cumplir con los objetivos propuestos se siguió la siguiente metodología.

3.1 OBTENCION DE MATERIALES.

3.1.1 Material agregado fino. El material fino se obtuvo mediante extracción manual del arroyo Palenquillo mostrado en la Figura 4.

Figura 4. Arroyo Palenquillo, Vereda Chinulito, Municipio de Colosó (Sucre).



Fuente: César Valeta López.

3.1.2 Material agregado grueso. El material grueso se obtuvo mediante el distribuidor de trituradora ubicado cerca de las canteras de Toluviejo (Sucre).

Figura 5. Trituradora de agregado grueso de Toluvejo.



Fuente: César Valeta López.

3.1.3 Material cementante. El material cementante o cemento portland se obtuvo mediante el comercializador de Tolcemento ubicado en Sincelejo (Sucre).

Figura 6. Marca Tolcemento



Fuente: César Valeta López.

3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO PARA MATERIALES.

- **Lavado de muestras.** Dado que los materiales en las condiciones con que llegan no son las adecuadas para la elaboración de concreto se hace necesario someterlas a lavado, para retirar impurezas y excesos de finos, como parte del control de calidad del concreto producido, que igualmente se debe realizar en obra.

Figura 7. Lavado de muestras de agregado grueso.



Fuente: José Santis Cerro.

- **Obtención de humedad.** Unas muestras representativas de los agregados finos y gruesos, con peso conocido, son llevadas al horno a una temperatura comprendida entre los 110 y 115 grados centígrados durante 24 horas y posteriormente se pesan con el objeto de determinar el porcentaje de humedad.

Figura 8. Material en horno para determinación de contenido de humedad.



Fuente: Argemiro Hernández Mercado.

- **Mezcla de materiales.** Durante la obtención del material éste podría venir no homogéneo se hace necesario su mezclado para garantizar su homogeneidad.

Figura 9. Material mezclado y seco para ensayos de laboratorio.



Fuente: Argemiro Hernández Mercado.

- **Ensayo al cemento.** Se determinó la densidad acorde a la norma NTC 221, usando para ello el frasco de Lechatelier. Igualmente, se determinó consistencia normal, atendiendo la norma NTC 110, y tiempo de fraguado, de acuerdo a la norma NTC 118, usando en estas el aparato de Vicat.

Figura 10. Aparato de Vicat penetrando en la pasta de cemento.



Fuente: Nelson Gutierrez Sarmiento.

- **Ensayo a los agregados.** Se realizaron los ensayos de masa unitaria suelta y compacta para los agregados finos y gruesos acorde a la norma NTC 92. Así mismo, se realizó análisis granulométrico a los agregados finos y gruesos atendiendo la norma NTC 77. Igualmente, se realizó el ensayo de densidad y absorción de los agregados gruesos, usando la norma NTC 176, y a los agregados finos, usando la norma NTC 237. Por último, se determinó, tanto a los agregados finos como gruesos, el contenido aproximado de materia orgánica usando para ello la norma NTC 127.

Figura 11. Realización del ensayo de masa unitaria compacta de agregado grueso, izquierda, y masa unitaria suelta, derecha.



Fuente: César Valeta López.

3.3 DISEÑO Y MEZCLAS DE CONCRETO.

Luego de realizar los ensayos de laboratorio se procede a diseñar a realizar el diseño de mezclas, ello tiene como objetivo el determinar la combinación más práctica y económica e materiales disponibles para producir un concreto que satisfaga sus requerimientos bajo condiciones particulares de uso.

Los procedimientos estadísticos nos proporcionan medios valiosos para la evaluación de los resultados de las pruebas de resistencia y, la información derivada de estos procedimientos también sirve para reafirmar criterios y especificaciones de diseño como se verá más adelante.

Para que estos procedimientos sean válidos, los datos deben derivarse de muestras obtenidas en el curso del desarrollo de un plan de muestreo al azar, diseñado para reducir la escogencia de las muestras por parte de quien las toma.

Para obtener el máximo de información debe efectuarse una cantidad suficiente de pruebas. Los estadísticos han designado 30 pruebas como la línea divisoria entre las muestras grandes y las pequeñas. Por tal motivo, muchos códigos coinciden en que el número de muestras debe ser como mínimo 30, para que el análisis estadístico sea representativo.

Para nuestra investigación se realizaron 32 muestras para cada una de las edades de curado (7 – 28 días) siguiendo el procedimiento para el diseño de mezclas².

² : SÁNCHEZ DE GUZMÁN, Diego. Diseño de mezclas de concreto, Pág. 189

Procedimiento de diseño de mezclas de concreto. Para el diseño de mezclas de concreto se procedió atendiendo a los pasos descritos a continuación:

Paso	Descripción	Datos Necesarios
1	Selección del asentamiento de acuerdo a la Tabla 1.	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de obra
2	Selección del tamaño máximo del agregado de acuerdo a la Tabla 2.	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de obra
3	Estimación del contenido de aire de acuerdo a la Tabla 3.	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño máximo nominal del agregado grueso. • Condiciones de exposición.
4	Estimación del contenido de agua de mezclado acuerdo a la Tabla 4.	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño máximo del agregado grueso. • Condiciones de exposición.
5	Determinación de la resistencia de diseño de acuerdo a la Tabla 5.	<ul style="list-style-type: none"> • Factor de la resistencia a la compresión, $F'c$. • Coeficiente de variación
6	Selección de la relación agua-cemento de acuerdo a la Tabla 6.	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia de diseño. • Condiciones de exposición
7	Calculo del contenido de cemento	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de agua • Relación agua – cemento
8	Estimación de las proporciones de agregados de acuerdo a las Tablas 7 y 8.	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño máximo nominal. • Modulo de finura arena • Peso unitario compacto • Volumen seco y compacto
9	Ajuste por humedad de los agregados.	<ul style="list-style-type: none"> • Humedad de los agregados • Capacidad de absorción
10	Ajustes de la mezcla de prueba	<ul style="list-style-type: none"> • Ninguno

Tabla 1. Asentamientos recomendados para diversos tipos de construcción y sistemas de colocación de compactación.

Consistencia	Asentamiento (mm)	Ejemplo tipo de construcción	Sistema de Colocación	Sistema de compactación
Muy Seca	0 – 20	Prefabricados de alta resistencia, revestimiento de pantalla de cimentación	Con vibradores de formaletas; concretos de proyección neumática (lanzado)	Secciones sujetas a vibración extremas, puede requerirse presión
Seca	20 – 35	Pavimentos	Pavimentadotas con terminadora vibratoria	Secciones sujetas a vibración intensa
Semi-seca	35 – 50	Pavimentos, fundaciones en concreto simple	Colocación con máquinas operadas manualmente	Secciones simplemente reforzadas, con vibración
Media	50 – 100	Pavimentos compactados a mano, losas, muros, vigas	Colocación manual	Secciones medianamente reforzadas, sin vibración
Húmeda	100 – 150	Elementos estructurales esbeltos	Bombeo	Secciones bastantes reforzadas, sin vibración
Muy húmeda	150 o más	Elementos muy esbeltos, pilotes fundidos “in situ”	Tubo – embudo Tremie	Secciones altamente reforzadas, sin vibración. (Normalmente no adecuados para vibrarse)

Fuente: SÁNCHEZ DE GUZMÁN, Diego. Diseño de mezclas de concreto. En: _____. Practical Method for Design Mixes of Normal Weight Concrete – Base on A.C.I. 211.1 COMMITTEE RECOMMENDATION, Final Report Independent Study Construction, Colorado State University, Department of Industrial Sciences, Fort Collins, Co., U.S.A. Fall, 1988.

Tabla 2. Tamaños máximos de agregados según el tipo de construcción.

Dimensión mínima de la sección (cm)	Tamaño máximo en pulgadas (mm)			
	Muros reforzados vigas y columnas	Muros sin refuerzo	Losas muy reforzadas	Losas sin refuerzo o poco reforzadas
6 – 15	1/2" (12)- 3/4"(19)	3/4"(19)	3/4"(19)- 1" (25)	3/4"(19)- 1 3/4" (38)
19 – 29	3/4" (19)- 1 1/2"(38)	1 1/2"(38)	1 1/2"(38)	1 1/2" (38)- 3" (76)
30 – 74	1 1/2" (38)- 3" (76)	3" (76)	1 1/2" (38)- 3" (76)	3" (76)
75 o más	1 1/2" (38)- 3" (76)	6" (152)	1 1/2" (38)- 3" (76)	3" (76) - 6" (152)

Fuente: SÁNCHEZ DE GUZMÁN, Diego. Diseño de mezclas de concreto. En: ARANGO, Jesús H. Método práctico para dosificar mezclas de concreto. Instituto Colombiano de Productores de Cemento, ICPC, Notas Técnicas N° 12.

Tabla 3. Cantidad aproximada de aire esperado en concreto sin aire incluido y niveles de aire incluido para diferentes tamaños máximos de agregados.

Tamaño máximo nominal del agregado		Contenido de aire en porcentaje (por volumen)			
Mm	Pulg.	Naturalmente atrapado	Exposición ligera	Exposición moderada	Exposición severa
9,51	3/8	3,00	4,50	6,00	7,50
12,70	1/2	2,50	4,00	5,50	7,00
19,00	3/4	2,00	3,50	5,00	6,00
25,40	1	1,50	3,00	4,50	6,00
38,10	1 1/2	1,00	2,50	4,50	5,50
50,80	2	0,50	2,00	4,00	5,00
76,10	3	0,30	1,50	3,50	4,50
152,00	6	0,20	1,00	3,00	4,00

Fuente: SÁNCHEZ DE GUZMÁN, Diego. Diseño de mezclas de concreto. En: Adaptado del A.C.I. Committee 211: Recommended Practice for Selecting Proportions for Normal Weight Concrete (A.C.I. 211. 1.-70) American Concrete Institute, Detroit, Mich., 1983. y del A.C.I. Committee 318: Building Code Requirements for Reinforced Concrete (A.C.I. 318-83) American Concrete Institute, Detroit, Mich., 1983.

Tabla 4. Requerimiento aproximado de agua de mezclado para diferentes asentamientos y tamaños máximos de agregados, con partículas de forma angular y textura rugosa, en concreto sin aire incluido.

Asentamiento		Tamaño máximo del agregado, en mm (pulg)							
		9,51 (3/4")	12,70 (1/2")	19,00 (3/4")	25,40 (1")	38,10 (1 1/2")	50,80 (2")	64,00 (2 1/2")	76,10 (3")
mm	Pulg.	Agua de mezclado en Kg/m ³ de concreto							
0	0	223	201	186	171	158	147	141	132
25	1	231	208	194	178	164	154	147	138
50	2	236	214	199	183	170	159	151	144
75	3	241	218	203	188	175	164	156	148
100	4	244	221	207	192	179	168	159	151
125	5	247	225	210	196	183	172	162	153
150	6	251	230	214	200	187	176	165	157
175	7	256	235	218	205	192	181	170	163
200	8	260	240	224	210	197	186	176	168

Fuente: SÁNCHEZ DE GUZMÁN, Diego. Diseño de mezclas de concreto. En: CORREA, Diego F.; PÉREZ, Carlos D. Requerimiento de agua de mezclado para concretos de peso normal. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, 1990.

Tabla 5. Resistencia promedio requerida a la compresión cuando no hay datos que permitan determinar la desviación estándar.

Resistencia especificada a la compresión f'_c (Kg/cm ²)	Resistencia promedio requerida a la compresión f'_{cr} (Kg/cm ²)
Menos de 210 Kg/cm ²	$f'_c + 70$ Kg/cm ²
de 210 Kg/cm ² a 350 Kg/cm ²	$f'_c + 85$ Kg/cm ²
más de 350 Kg/cm ²	$f'_c + 100$ Kg/cm ²

Fuente: ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente. Ley 400 de 1997, decreto 33 de 1988. Tomo 2.

Tabla 6. Correspondencia entre la resistencia a la compresión a los 28 días de edad y la relación agua-cemento para los cementos colombianos, Pórtland tipo I, en concretos sin aire incluido.

Resistencia a la compresión Kg/cm ²	Relación agua – cemento en peso		
	Límite superior	Línea media	Límite inferior
140	-	0,72	0,65
175	-	0,65	0,58
210	0,70	0,58	0,53
245	0,64	0,53	0,49
280	0,59	0,48	0,45
315	0,54	0,44	0,42
350	0,49	0,40	0,38

Fuente: SÁNCHEZ DE GUZMÁN, Diego. Tecnología del concreto y del mortero. Santafé de Bogotá: Bhandar editores Ltda., 2001. p. 238.

Tabla 7. Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto.

Volumen de agregado grueso, seco y compactado con varilla (a), por volumen de concreto para diferentes módulos de finura de arena (b)					
Tamaño máximo nominal del agregado		Módulo de finura de la arena			
Mm	pulg	2,40	2,60	2,80	3,00
9,51	3/8	0,50	0,48	0,46	0,44
12,70	1/2	0,59	0,57	0,55	0,53
19,00	3/4	0,66	0,64	0,62	0,60
25,40	1	0,71	0,69	0,67	0,65
38,10	1 1/2	0,75	0,73	0,71	0,69
50,80	2	0,78	0,76	0,74	0,72
76,10	3	0,82	0,80	0,78	0,76
152,00	6	0,87	0,85	0,83	0,81

(a) Los volúmenes están basados en agregados secos y compactados con varilla, como se describe en la norma ASTM C-29. Estos volúmenes se han seleccionado de relaciones empíricas para producir un concreto con un grado de manejabilidad apropiado para la construcción reforzada usual. Para obtener un concreto con menos trabajabilidad como el que se utiliza en la construcción de pavimentos de concreto, éstos valores se pueden aumentar en un 10%. Para concreto con más trabajabilidad como el que algunas veces se requiere cuando la colocación se efectúa por bombeo, estos valores se pueden reducir hasta en un 10%.

(b) El módulo de finura de la arena es igual a la suma de las relaciones (acumulativas) retenidas en tamices de malla con aberturas de 0,149, 0,297, 0,595, 1,19, 2,38 y 4,76 mm.

Fuente: SÁNCHEZ DE GUZMÁN, Diego. Diseño de mezclas de concreto. En: A.C.I., Committee 211: Recommended Practice for Selecting Proportions for Normal Weight Concrete (A.C.I. 211.1.-70), American Concrete Institute, Detroit, Mich., 1983.

Tabla 8. Peso seco y volumen absoluto de los ingredientes por metro cúbico de concreto.

Ingrediente	Peso seco Kg/m ³	Peso específico g/cm ³	Volumen absoluto l/m ³
Cemento	P _c	G _c	V _c
Agua	P _a	1,0	V _a
Contenido de aire	-	-	A
Agregado grueso	P _{ag}	G _{ag}	V _{ag}
Agregado fino	P _{af}	G _{af}	V _{af}
TOTAL	P_u		1000

NOTA.: En esta tabla:

P_c , P_{ag} , P_{af} = Peso seco de cemento, agregado grueso y agregado fino, respectivamente.

P_a = Peso del agua.

G_c = Peso específico del cemento.

G_{ag} , G_{af} = Peso específico aparente del agregado grueso y del agregado fino, respectivamente.

V_c , V_a , V_{ag} , V_{af} = Volumen absoluto de cemento, agua, agregado grueso y agregado fino, respectivamente.

A = Volumen absoluto del contenido de aire (Porcentaje de aire dividido por 100 y multiplicado por 1000, en l/m³).

Fuente: SÁNCHEZ DE GUZMÁN, Diego. Tecnología del concreto y del mortero. Santafé de Bogotá: Bhandar editores Ltda., 2001. p. 242.

3.3.2 Elaboración de mezclas de concreto. Con base en el diseño de mezclas de concreto se procedió a la dosificación con base al peso de los materiales para la elaboración final del concreto de 3000 PSI.

Figura 13. Colocación de los materiales en la mezcladora y obtención del concreto.



Fuente: José Santis Cerro.

3.4. ELABORACIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO DE 15x30 cm.

Para que no se adheriera el concreto se engrasaron los cilindros metálicos de 15x30 cm y se procedió a su llenado.

Figura 14. Llenado de moldes de 15x30 cm y compactación del concreto



Fuente: Nelson Gutierrez Sarmiento.

Figura 15. Desalojo de aire del concreto con mazo de caucho, izquierda, y moldes totalmente llenos.



Fuente: Nelson Gutierrez Sarmiento.

3.5. DESENCOFRADO DE CILINDROS DE CONCRETO DE 15x30 cm.

Al cabo de las 24 horas en que los especímenes han alcanzado un estado endurecido se procede a desencofrar los cilindros de concreto de 15x30 cm y se marcan para llevarlos posteriormente a la piscina de curado.

Figura 16. Desencofrado y marcación de cilindros de concreto de 15x30 cm.



Fuente: Argemiro Hernández Mercado.

3.6 CURADO DE CILINDROS DE CONCRETO DE 15x30 cm.

Con el propósito de prolongar el proceso de hidratación del cemento se procedió a realizar el curado de los cilindros de concreto de 15x30 cm de acuerdo a la norma NTC 1377.

Figura 17. Colocación de cilindros de concreto de 15x30 cm en piscina de curado.



Fuente: Argemiro Hernández Mercado.

3.7 ENSAYO A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO DE 15x30 cm.

Una vez alcanzada la edad de curado de 7 y 28 días los cilindros de concreto de 15x30 cm se ensayaron con el objeto de conocer la resistencia a la compresión del concreto diseñado, realizado lo anterior atendiendo la antes indicadas.

Figura 18. Cilindros de concreto de 15x30 sometidos a compresión.



Fuente: José Santis Cerro.

4. RESULTADOS Y ANALISIS

4.1 DISEÑO DE MEZCLA MEDIANTE EL MÉTODO ACI 211.1.

En atención a la metodología del comité ACI 211.1 (Instituto Americano De Concreto) usado para diseños de mezclas de concreto y descrito por Diego Sánchez De Guzmán³, se obtuvo lo siguiente:

1.) Selección del asentamiento: Se determina por el tamaño del material y el tipo de obra. En atención a la Tabla 1, para un sistema de colocación manual y diversos tipos de construcción, con una consistencia media se tomó un asentamiento de 100 mm (4 ± 1 "), equivalentes a (4 ± 1)".

2.) Selección del tamaño máximo del agregado. Según Tabla 2, de acuerdo a la mínima dimensión de la sección (19-29 cm) y losas sin refuerzo, o poco refuerzo, el tamaño máximo de los agregados gruesos es $1\frac{1}{2}$ ". Ver Anexo A Tamaño Máximo -TM (38.1mm).

3.) Estimación del contenido de aire. Como no se agrega aire al concreto se toma el naturalmente atrapado. Para un tamaño máximo nominal del agregado (38.1 mm), el contenido de aire naturalmente atrapado es del 1% del volumen, ver Tabla 3, el cual se toma como un factor de seguridad y como es de bajo nivel es cero (0).

Nota: para método práctico se escoge el tamiz real donde se obtiene el primer porcentaje retino del material. **TMN $1\frac{1}{2}$**

4.) Estimación del contenido de agua de mezclado. Con los datos anteriores del tamaño máximo del agregado ($1\frac{1}{2}$ "), y el asentamiento previsto de 100 mm (4 ± 1)", al consultar la Tabla 4, se obtiene un contenido de agua de mezclado por cada metro cúbico de concreto de aproximadamente 179 Kg/m³.

5.) Determinación de la resistencia de diseño 3000 PSI. Según la Tabla 5, para una resistencia especificada a la compresión $F'c$ (Kg/cm²), menores de 210 Kg/cm² es igual a: $F'c + 70$; esto es, una resistencia de diseño de 280 Kg/ Cm².

³ Sánchez De Guzmán, Diego. Tecnología del Concreto y Mortero 2a. edición. Santafé de Bogotá; Bhandar editores, 1993.

6.) Selección de la relación agua-cemento. Con la resistencia de diseño y según la Tabla 6 se toma una relación de agua-cemento en peso en la línea media, correspondiente a 0.48.

7.) Cálculo del contenido de cemento. Con la información obtenida en los pasos 4 y 6, se calcula el contenido de cemento requerido mediante la fórmula siguiente:

$$C = A / (A/C)$$

Donde, C = Contenido de cemento, en Kg/m³

A = Requerimiento de agua de mezclado, en Kg/ m³

A/C = Relación agua – cemento por peso.

Remplazando,

$$C = 179 / 0.48$$

$$C = 373 \text{ Kg/ m}^3$$

8.) Estimación de las proporciones de los agregados. Con el módulo de finura de la arena, Mf, igual a 2,6, ver Anexo 2, y tamaño máximo nominal de 1”, ver Anexo A, obtenido de los ensayos de laboratorio se determina el volumen seco y compacto de agregado grueso por volumen unitario de concreto (b/b^o) el cual, según la Tabla 7 es de 0,69.

➤ Peso seco del agregado grueso (Pg), se determina de acuerdo a la siguiente fórmula

$$Pg = (b/b^o) \times (M.U.C \text{ Ag})$$

Donde, MUC Ag = Masa Unitaria Compacta del agregado grueso. Según Anexo 4.

$$Pg = 0.69 \times 1348 = 930.12 \text{ Kg/cm}^2.$$

➤ Volumen absoluto, Vg:

Vg: Pg / Densidad Aparente, según Anexo 5.

$$Vg: 930.12 / 2.606 = 357 \text{ l/ m}^3.$$

➤ Peso de los agregados o materiales. De acuerdo a la Tabla 8 se construye la tabla siguiente:

Tabla 9. Peso seco y volumen absoluto de los ingredientes por metro cúbico de concreto diseñado.

MATERIALES	Peso Seco Kg/m ³	Peso Específico g/cm ³	Volumen L/m ³
Cemento	373	3.0	124.3
Agua	179	1.0	179
Contenido de Aire	-----	-----	-----
Agregado Grueso	930.12	2.606	357
Agregado Fino	856	2.52	339.7
Total	2338.12		

- $184 / 2 = 92$ L por mezclas de 16 Cilindros.

7.) Corrección por humedad.

Para pesar los agregados al dosificar la mezcla, debe considerar la humedad de éstos. Como se ha visto por lo general los agregados están húmedos y a su peso seco habrá que aumentarle el porcentaje de agua que contenga.

- Peso húmedo Agregado Fino. % h : 2.26%
 $78752 \times (1 + 2.26/100) = 80532.$
- Peso húmedo Agregado Grueso. % h : 4.89%
 $85571 \times (1 + 4.89 / 100) = 89755$

🔧 Corrección por absorción.

Fino: $80532 \times (2.04/100 \pm 2.26/100) = 3463$
Grueso: $89755 \times (2.3 / 100 + 4.89 / 100) = 6456$

Atendiendo los ensayos realizados a los agregados utilizados para el diseño de mezcla, se puede afirmar que éstos cumplen con las especificaciones de las normas, exceptuando una parte del agregado fino en el cual solamente en lo concerniente al contenido de materia orgánica ya que el resultado arrojado fue de un nivel 4, color ámbar oscuro el cual está por encima de lo permitido para ser utilizado en la elaboración de mezclas de concreto, ver Figura 18. Este resultado se debe a la forma de obtención de la arena ya que la época de recolección coincidió con las lluvias de la región.

La norma ICONTEC 174 estipula un contenido mínimo de materia orgánica en el agregado. Este se determina por medio del ensayo o la prueba calorimétrica que consiste en someter una muestra a la cual se le agrega una solución de soda cáustica (NaOH) al 3% la cual se les da una coloración a las 24 horas.

Figura 19. Resultado del ensayo de materia orgánica al agregado fino.



Fuente: José Santis Cerro.

Por lo anteriormente expuesto, el resultado promedio de resistencia a la compresión con la arena no apta para concreto fue de 1816,06 PSI a los 7 y 1806,88 PSI a los 28 días, muy por debajo de lo esperado, esto es 3000 PSI. Este alto contenido de materia orgánica se puede observar en uno de los cilindros ensayados y con resistencia a la compresión por debajo de los 3000 PSI, ver Figura 20. Con respecto a la arena, con nivel 2 de materia orgánica, favorable para la elaboración de concreto el resultado del ensayo a compresión a los 7 días fue de 1866,06 PSI, un poco por encima de la muestra anterior, pero a los 28 días el resultado fue de 3305,06 PSI muy por encima de la muestra contaminada con materia orgánica y acorde al diseño de mezcla el cual era lo esperado.

El análisis granulométrico cubre la determinación de la distribución de tamaños de las partículas del agregado fino y grueso por el método de tamizado, que se utiliza para determinar el cumplimiento de la distribución granulométrica con los requerimientos de las especificaciones aplicables y para proporcionar los datos necesarios para el control de la producción de varios productos agregados y para las mezclas de concreto.

Figura 20. Tamizado de agregado



Fuente: José Santis Cerro.

Figura 21. Grafica Granulometría agregado grueso

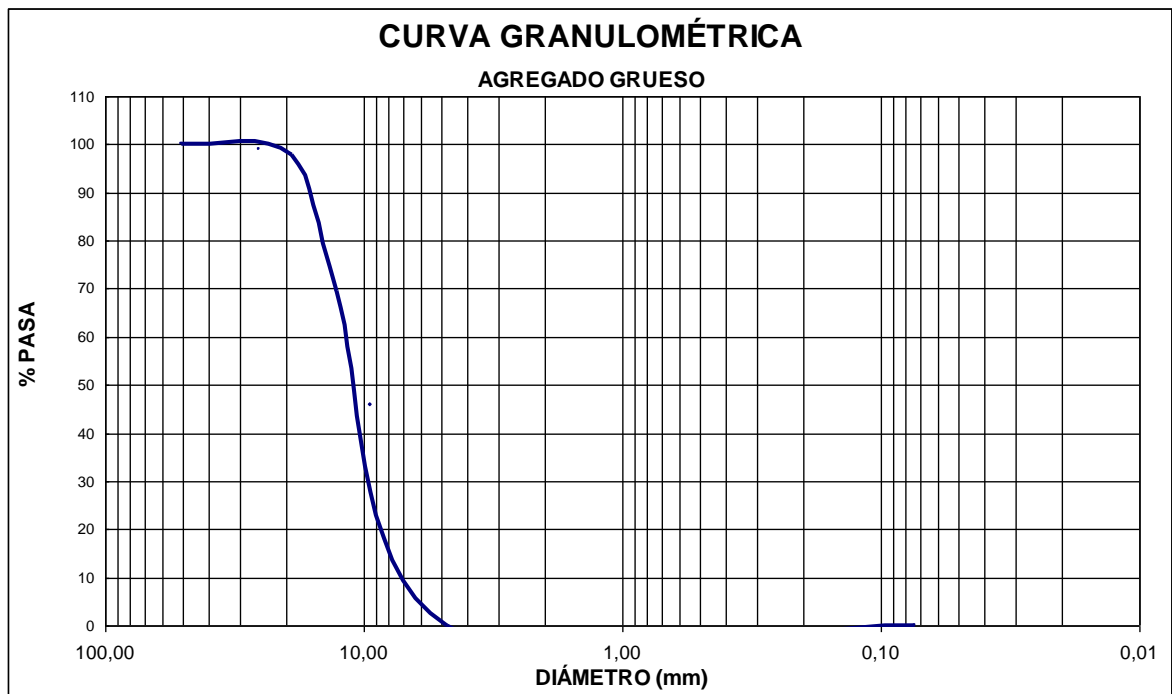
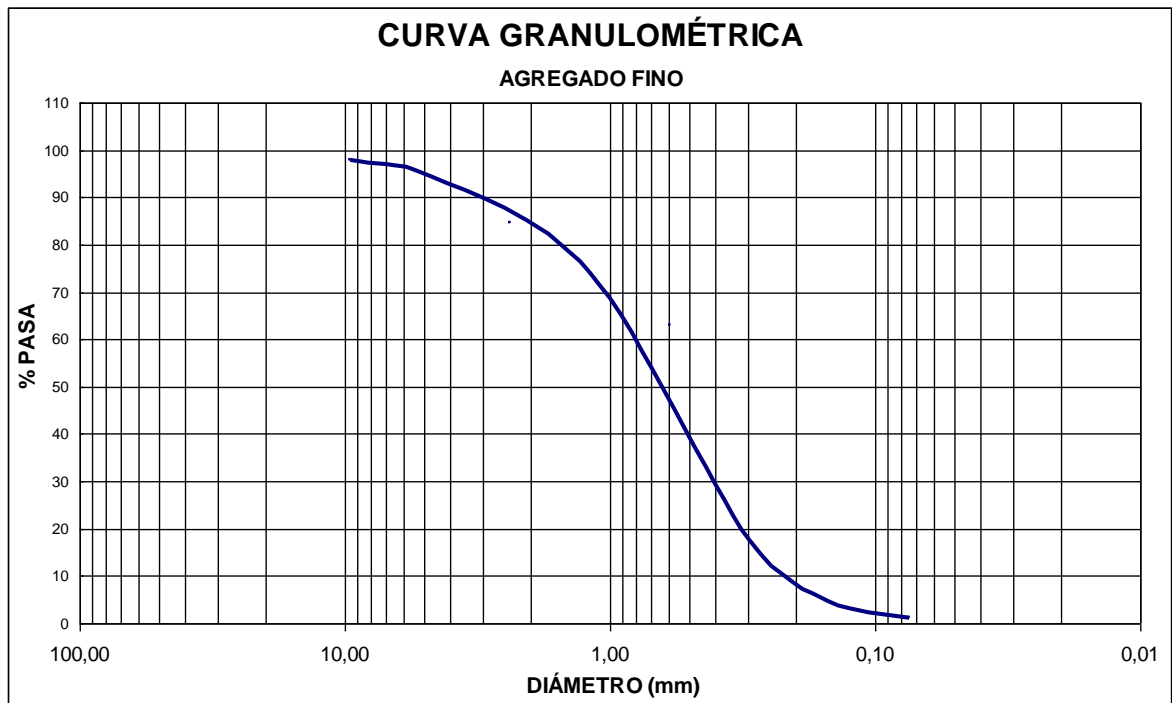


Figura 22. Grafica Granulometría agregado fino



Con respecto a la curva de granulometría tanto el agregado fino como el grueso cumplen con los requisitos establecidos los cuales son el parámetro inferior y superior en donde la curva granulométrica se encuentra dentro de este rango.

Figura 23. Cilindro de concreto de 15x30 cm con trazos de materia orgánica.



Fuente: César Valeta López.

Refiriéndonos al agregado grueso se puede decir que el material calizo que utilizamos es un material no muy poroso el cual dio como resultado un 2.3 % de absorción.

El agregado fino por ser un material de arroyo tiene mayor confiabilidad para mezclas de concreto por ser mas limpio y libre de impurezas el cual sale un material lavado. Donde hay que tener cuidado es en la toma de su muestra, para no coger la sedimentación que tiene el material al ser lavado naturalmente.

El cemento cumple con las especificaciones recomendadas para uso de concreto para densidad de $3.16 \text{ Kg} / \text{cm}^3$ presentando fraguado inicial de 1 a 2 horas y el fraguado final de 2 a 5 lo que es lo normal.

El ensayo de asentamiento se le realiza al concreto en estado fresco y se ejecuta para determinar la medida de consistencia del concreto, la cual se refiere al grado de fluidez de la mezcla de tal manera nuestra mezcla de diseño fue de un asentamiento de 5" resultado del ensayo 4 ± 1 " Pulgada, ver Figura 22

Figura 24. Ensayo de asentamiento.



Fuente: César Valeta López.

Este ensayo es muy valioso para verificar la variación de los materiales que se introducen en una mezcladora de una bachada y la otra, si el asentamiento es inferior a 2cm es empleado en la elaboración de prefabricados de alta resistencia, si el asentamiento esta entre 2,5 y 3,5 se utiliza en construcción de pavimentos, si el asentamiento esta entre 3,5 y 5 se utiliza en pavimentos y cimentaciones.

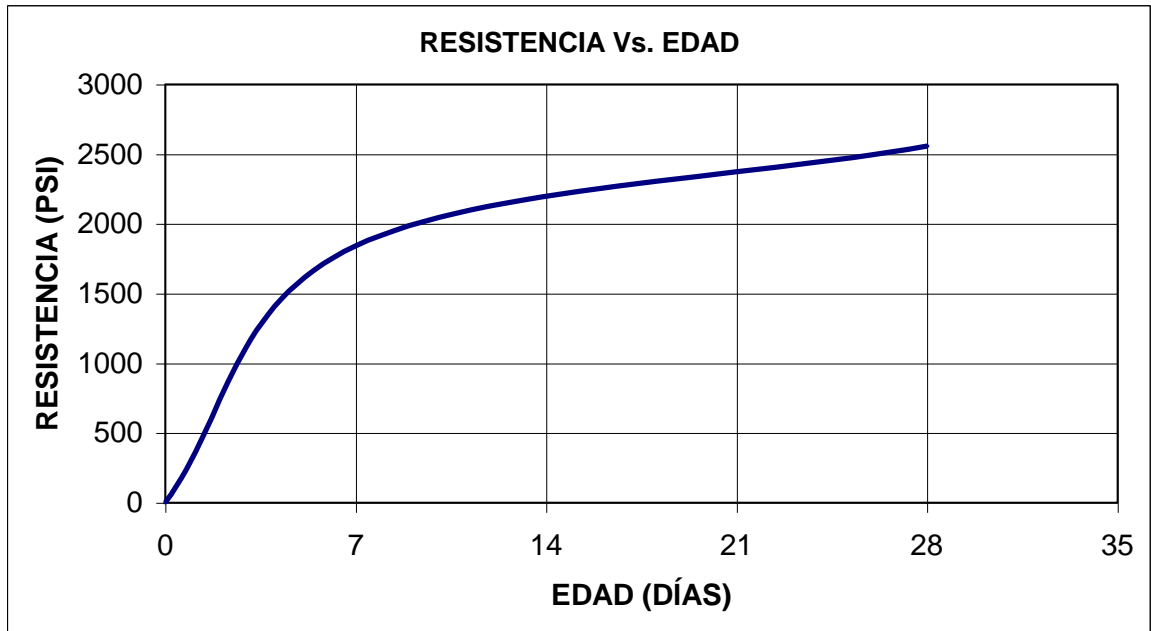
Tabla 10. RESULTADOS DE ENSAYOS DE CILINDROS SOMETIDOS A COMPRESION

RESULTADOS DE ENSAYOS DE CILINDROS SOMETIDOS A COMPRESION														
Descripción de las Muestras	Tamaño Maximo agregado	Modulo de Finura	Relación A/C	Slum (Pulg)	Fecha de mezc.	Hora de mezc.	Temp Concreto	Fecha de Rotura	Resistencia a los 7 días		Fecha de Rotura	Resistencia a los 28 días		Observaciones
									(KN)	(PSI)		(KN)	(PSI)	
Toluvejo y Arroyo Palenquillo	1 1/2	2,64	0,48	4,5	02/11/2005	12m	22°C	09/11/2005	120	954	30/11/2005	75	596	
	1 1/2	2,64	0,48	4,5	02/11/2005	12m	22°C	09/11/2005	150	1173	30/11/2005	230	1829	
	1 1/2	2,64	0,48	4,5	02/11/2005	12m	22°C	09/11/2005	142	1129	30/11/2005	250	1988	
	1 1/2	2,64	0,48	4,5	02/11/2005	12m	22°C	09/11/2005	135	1073	30/11/2005	240	1908	
	1 1/2	2,64	0,48	4,5	02/11/2005	12m	22°C	09/11/2005	132	1049	30/11/2005	170	1351	
	1 1/2	2,64	0,48	4,5	02/11/2005	12m	22°C	09/11/2005	141	1050	30/11/2005	250	1988	
	1 1/2	2,64	0,48	4,5	02/11/2005	12m	22°C	09/11/2005	140	1113	30/11/2005	240	1908	
	1 1/2	2,64	0,48	4,5	02/11/2005	12m	22°C	09/11/2005	130	1033	30/11/2005	230	1829	
	1 1/2	2,64	0,48	3	02/11/2005	2pm	24°C	09/11/2005	300	2385	30/11/2005	225	1789	
	1 1/2	2,64	0,48	3	02/11/2005	2pm	24°C	09/11/2005	335	2664	30/11/2005	270	2147	
	1 1/2	2,64	0,48	3	02/11/2005	2pm	24°C	09/11/2005	317	2521	30/11/2005	255	2028	
	1 1/2	2,64	0,48	3	02/11/2005	2pm	24°C	09/11/2005	326	2592	30/11/2005	245	1948	
	1 1/2	2,64	0,48	3	02/11/2005	2pm	24°C	09/11/2005	313	2489	30/11/2005	220	1749	
	1 1/2	2,64	0,48	3	02/11/2005	2pm	24°C	09/11/2005	324	2576	30/11/2005	245	1948	
	1 1/2	2,64	0,48	3	02/11/2005	2pm	24°C	09/11/2005	329	2616	30/11/2005	243	1932	
	1 1/2	2,64	0,48	3	02/11/2005	2pm	24°C	09/11/2005	332	2640	30/11/2005	248	1972	

Tabla 11. RESULTADOS DE ENSAYOS DE CILINDROS SOMETIDOS A COMPRESION

RESULTADOS DE ENSAYOS DE CILINDROS SOMETIDOS A COMPRESION														
Descripción de las Muestras	Tamaño Max del agregado	Modulo de Finura	Relación A/C	Slum (Pulg)	Fecha de mezc.	Hora de mezc.	Temp Concreto	Fecha de Rotura	Resistencia a los 7 días		Fecha de Rotura	Resistencia a los 28 días		Observaciones
									(KN)	(PSI)		(KN)	(PSI)	
Toluviejo, Arroyo Palenquillo	1 1/2	2,64	0,48	4,5	03/11/2005	10am	20°c	10/11/2005	322	2560	01/12/2005	420	3340	
	1 1/2	2,64	0,48	4,5	03/11/2005	10am	20°c	10/11/2005	328	2608	01/12/2005	430	3419	
	1 1/2	2,64	0,48	4,5	03/11/2005	10am	20°c	10/11/2005	331	2632	01/12/2005	370	2942	
	1 1/2	2,64	0,48	4,5	03/11/2005	10am	20°c	10/11/2005	333	2648	01/12/2005	420	3340	
	1 1/2	2,64	0,48	4,5	03/11/2005	10am	20°c	10/11/2005	340	2703	01/12/2005	530	4214	
	1 1/2	2,64	0,48	4,5	03/11/2005	10am	20°c	10/11/2005	337	2680	01/12/2005	415	3300	
	1 1/2	2,64	0,48	4,5	03/11/2005	10am	20°c	10/11/2005	336	2672	01/12/2005	375	2982	
	1 1/2	2,64	0,48	4,5	03/11/2005	10am	20°c	10/11/2005	335	2664	01/12/2005	340	2704	
	1 1/2	2,64	0,48	3	03/11/2005	12:30pm	22°c	10/11/2005	136	1081	01/12/2005	475	3777	
	1 1/2	2,64	0,48	3	03/11/2005	12:30pm	22°c	10/11/2005	143	1137	01/12/2005	470	3737	
	1 1/2	2,64	0,48	3	03/11/2005	12:30pm	22°c	10/11/2005	146	1161	01/12/2005	425	3380	
	1 1/2	2,64	0,48	3	03/11/2005	12:30pm	22°c	10/11/2005	148	1177	01/12/2005	415	3300	
	1 1/2	2,64	0,48	3	03/11/2005	12:30pm	22°c	10/11/2005	134	1065	01/12/2005	340	2704	
	1 1/2	2,64	0,48	3	03/11/2005	12:30pm	22°c	10/11/2005	127	1010	01/12/2005	360	2863	
	1 1/2	2,64	0,48	3	03/11/2005	12:30pm	22°c	10/11/2005	123	978	01/12/2005	423	3364	
	1 1/2	2,64	0,48	3	03/11/2005	12:30pm	22°c	10/11/2005	136	1081	01/12/2005	442	3515	

Figura 25. Grafico Resistencia a la compresión.



Respecto a la resistencia del concreto, se puede observar en la Figura 25 que la resistencia mecánica a la compresión simple en la medida que el concreto tiene una mayor edad su resistencia aumenta, tal como lo reporta la literatura especializada⁴.

La información derivada de estos procedimientos para reafirmar criterios y especificaciones de diseños. Las cuales la resistencia se definen, como la resistencia promedio en nuestro caso en la realización del ensayo de la compresión, regido por la norma NTC 673; se pudo observar que la resistencia con las dos muestras de agregados finos que teníamos y la cual se realizaron las mezclas, una de las cuales nos dio un contenido de materia orgánica, el cual en la parte del ensayo de materia orgánica se encuentra establecido que no es un material apto para la realización de mezclas de concreto, porque nos afecta en la resistencia, la cual estableciendo un promedio de las muestras ensayadas con este tipo de material arrojando unos valores bajos de la resistencia esperada.

⁴ Sánchez De Guzmán, Diego. Tecnología del Concreto y Mortero 2a. edición. Santafé de Bogotá; Bhandar editores, 1993.

CONCLUSION

Aparte de los resultados obtenidos en el laboratorio para nuestra tesis titulada **DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS DE 3000 P.S.I UTILIZANDO PROBETAS CILINDRICAS DE (15*30) CM PARA EDADES DE CURADO DE 7 Y 28 DIAS, FABRICADOS CON MATERIALES DE LA ZONA NORTE DEL DEPARTAMENTO DE SUCRE Y CEMENTO MARCA TOLCEMENTO**, el cual se utilizaron materiales de la zona norte del departamento de sucre y con respecto a los resultados obtenidos en el laboratorio en la rotura de cilindros.

Los resultados obtenidos son de una optima caracterización porque se elaboraron cilindros con arena no apta para concreto y otros con arena apta, ya que este es un material de investigación de los cuales no se han realizados estudios e investigaciones anteriores, estos resultados nos sirven como una base para mejorar las investigaciones que se pueden realizar al respecto.

El ensayo es muy valioso para verificar la variación de los materiales que se introducen en una mezcladora de una bachada y la otra, si el asentamiento es inferior a 2cm es empleado en la elaboración de prefabricados de alta resistencia, si el asentamiento esta entre 2,5 y 3,5 se utiliza en construcción de pavimentos, si el asentamiento esta entre 3,5 y 5 se utiliza en pavimentos y cimentaciones.

En base en todos los resultados físicos los agregados cumplieron con respecto de todos los ensayos realizados como granulometría, densidad, masa unitaria suelta y compacta y contenido de materia orgánica; se observo que una parte del material fino no estaba apto para la realización de la mezcla de concreto, porque se encontró con un nivel muy alto de material orgánico, el cual nos interfiere en la vida de nuestras estructuras o edificaciones.

El análisis granulométrico cubre la determinación de la distribución de tamaños de las partículas del agregado fino y grueso por el método de tamizado, que se utiliza para determinar el cumplimiento de la distribución granulométrica con los requerimientos de las especificaciones aplicables y para proporcionar los datos necesarios para el control de la producción de varios productos agregados y para las mezclas de concreto.

El ensayo de materia orgánica determina la aproximación de presencia de compuestos orgánicos dañinos en los agregados finos a ser usados en el concreto, la matearía orgánica consiste en la descomposición de materiales

vegetales los cuales suelen aparecer en forma de humus o arcilla orgánica, también sale de las hojas, tallos y raíces de árboles.

Si tenemos un material con un alto grado de materia orgánica, tenemos que mirar que tan rentable saldría si se puede relavar dicho material y para no realizar, todo lo dicho anteriormente se tiene que hacer la recolección del material cuando es de arroyo o laguna del centro a unos 20 o 30 Mts alejados de la orilla cuando este lo requiera.

BIBLIOGRAFIA

- GOMEZ JURADO SARRIA, Jaime. El concreto y el mortero, Santa fe de Bogotá.
- SANCHEZ DE GUZMÁN, Diego. Tecnología del concreto y del mortero, editorial Bhandar, Santa fe de Bogotá.
Sánchez de Guzmán, Diego. Tecnología del Concreto y Mortero 2a. edición. Santafé de Bogotá; Bhandar editores, 1993. Pag. 350.
- Bracamonte Miranda, Alex José Ing. Civil Esp. Programa de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Sucre
- ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente. Ley 400 de 1997, decreto 33 de 1988. Tomo 2.
- Microsoft ® Encarta ® 2006. © 1993-2005 Microsoft Corporation.
- NORMAS ICONTEC

ANEXOS



CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA – CUC
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
BARRANQUILLA, COLOMBIA



ANEXO A. ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO.

Orden de trabajo: 001 **Informe No:** 001
Muestra No: 01 Toluviejo **Fecha de recibo:** Octubre 18/2005
Referencia envío: Toluviejo **Obra:** TG “Determinación Resistencia”
Remitente: Interventoría **Procedencia:** Toluviejo (Sucre)
Fecha de ensayo: Octubre 20/2005

Descripción: Agregado Grueso, grava caliza de color amarillo rojizo.
Norma: NTC 77 **Modulo de finura:**
Masa inicial (g): 3500 **Materia orgánica:**
Masa final (g): 3499,20

TAMIZ		MASA RETENIDA NETA (g)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASA
mm	Pulg.				
50,80	2	0	0	0	0
38,10	1 1/2	0	0	0	0
25,40	1	40,00	1,14	1,14	98,86
19,00	3/4	32,00	0,91	2,05	97,95
12,70	1/2	990,00	28,29	30,34	69,66
9,51	3/8	820,00	23,43	53,77	46,23
4,76	Nº 4	1613,00	46,09	99,86	0,14
74,00	Nº 200	2,90	0,082	99,94	0,06
Fondo		1,30	0,037	99,98	0,02
Σ		3499,20	99,98		



CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA – CUC
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
BARRANQUILLA, COLOMBIA



ANEXO B. ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO.

Orden de trabajo: 001
Muestra No: 02 Chinulito
Referencia envío: Chinulito
Remitente: Interventoría

Informe No: 001
Fecha de recibo: Octubre 18/2005
Obra: TG “Determinación Resistencia”
Procedencia: Arroyo Palenquillo, Colosó
(Sucre)

Fecha de ensayo: Octubre 20/2005

Descripción: Agregado FINO, con gránulos gruesos

Norma: NTC 77

Modulo de finura: 2,64

Masa inicial (grs.): 3500

Materia orgánica: nivel 4

Masa final (grs.): 3494,70

TAMIZ		MASA RETENIDA NETA (g)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASA
mm	Pulg.				
9,51	3/8	70,00	2,00	2,00	98,00
4,76	Nº 4	128,00	3,66	5,66	94,34
2,38	Nº 8	340,00	9,73	15,39	84,61
1,19	Nº 16	368,00	10,53	25,92	74,08
595	Nº 30	390,70	11,18	37,10	62,90
297	Nº 50	1586,00	45,38	82,48	17,52
149	Nº 100	448,00	12,82	95,30	4,70
74	Nº 200	124,00	3,55	98,85	1,15
Fondo		40,00	1,14	99,99	0,01
Σ		3494,70	99,99		



CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA – CUC
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
BARRANQUILLA, COLOMBIA



ANEXO C. MASAS UNITARIA AGREGADO FINO.

Masa Unitaria Suelta: Agregado fino
Norma: NTC 92

Informe No: 001

Muestra: 02 Arroyo Palenquillo, Colosó
(Sucre).

Peso molde vacío (g): 10742
Peso molde lleno 1 (g):19314
Peso molde lleno 2 (g):19452
Peso molde lleno 3 (g):19560

Volumen molde (cm³): 5560
Peso neto (g): 8572
Peso neto (g): 8710
peso neto (g): 8818

Peso promedio (g):19442

peso neto (g): 8700

Masa unitaria suelta = (P_{Prom}./Vol.): 1564 (g/cm³)

Masa Unitaria Compacta: Agregado fino
Norma: NTC 92

Informe No: 001

Muestra: 02 Arroyo Palenquillo,
Colosó (Sucre)

Peso molde vacío (g): 8906
Peso molde lleno 1 (g):17774
Peso molde lleno 2 (g):17794
Peso molde lleno 3 (g):18000

Volumen molde (cm³): 5560
Peso neto (g): 8868
Peso neto (g): 8888
peso neto (g): 9100

Peso promedio (g):17856

peso neto (g): 8952

Masa unitaria compacta = (P_{Prom}./Vol.) = 1610 (g/cm³)



CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA – CUC
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
BARRANQUILLA, COLOMBIA
ANEXO D. MASAS UNITARIA AGREGADOGRUESO.

Masa Unitaria Suelta: Agregado Grueso **Informe No:** 001
Norma: NTC 92 **Muestra:** 01 Toluviejo.
Peso molde vacío (g): 10738 **Volumen molde (cm³):** 5560
Peso molde lleno 1 (g): 17850 **Peso neto (g):** 7112
Peso molde lleno 2 (g): 18022 **Peso neto (g):** 7284
Peso molde lleno 3 (g): 17766 **peso neto (g):** 7028

Peso promedio (g): 17879,3 **peso neto (g):** 7141

Masa unitaria suelta = (P_{Prom.}/Vol.) = 1284 (g/cm³)

Masa Unitaria Compacta: Agregado Grueso **Informe No:** 001
Norma: NTC 92 **Muestra:** 01 Toluviejo.
Peso molde vacío (g): 8904 **Volumen molde (cm³):** 5560
Peso molde lleno 1 (g): 16476 **Peso neto (g):** 7572
Peso molde lleno 2 (g): 16416 **Peso neto (g):** 7512
Peso molde lleno 3 (g): 16314 **peso neto (g):** 7410

Peso promedio (g): 16402 **peso neto (g):** 7498

Masa unitaria compacta = (P_{Prom.}/Vol.) = 1348 (g./cm³)



CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA – CUC
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
BARRANQUILLA, COLOMBIA
ANEXO E. DENSIDAD Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS GRUESOS

Orden de trabajo: 001 **Informe No:** 001
Muestra No: 01 Tolviejo **Fecha de recibo:** Octubre 20/2005
Referencia envío: Tolviejo.
Resistencia” **Obra:** TG ” Determinación
Remitente: Interventoría **Procedencia:** Tolviejo (Sucre)
Fecha de ensayo: Octubre 24/2005
Descripción: Agregado Grueso
Norma: NTC 176

A: masa al aire seca al horno (g): 3910

B: masa superficialmente seca sss (g): 4000

C: masa sumergida con agua (g): 2500

Peso tara (g):2018

Peso malla mas muestra sumergida (g):4286

Masa seca al horno con tara (g): 5928

B-C: 1500

A-C: 1410

B-A: 90

DENSIDAD APARENTE (A/B-C):2606

DENSIDAD NOMINAL (A/A-C): 2773

% DE ABSORCION = (B-A/A*100): 2,30



**CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA – CUC
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**

BARRANQUILLA, COLOMBIA

ANEXO F. DENSIDAD Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS FINOS

Orden de trabajo: 001

Muestra No: 02 Chinulito.

Referencia envío: Chinulito.

Remitente: Interventoría

Fecha de ensayo: Octubre 25/2005

Descripción: Agregado Fino

Norma: NTC 237

Informe No: 001

Fecha de recibo: Octubre 24/2005

Obra: TG “Determinación Resistencia”

Sector: Arroyo Palenquillo, Colosó (Sucre)

A: masa al aire muestra seca (g): 490

V: volumen del picnómetro (ml): 500

W: masa o volumen de agua para llenar el picnómetro con la muestra dentro (ml): 306

Peso muestra (g.): 500

Peso tara (g): 118

Peso picnómetro vacío (g): 158

Peso picnómetro + agua (ml.): 658

Peso picnómetro + agua + muestra (g): 964

V-W =194

500-A = 10

(V-W) -(500-A) =184

DENSIDAD APARENTE = (A/V-W) = 2,52

DENSIDAD NOMINAL = (A/(V-W)-(500-A)) = 2,66

% DE ABSORCION = (500-A)/A*100 = 2,04



CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA – CUC
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
BARRANQUILLA, COLOMBIA
ANEXO G. CONTENIDO APROXIMADO DE MATERIA ORGANICA
(NTC127)

AGREGADO FINO.

NIVEL: 4

COLOR: Marrón Oscuro (Ámbar)

CONTENIDO DE ARCILLA, CA.

$$C.A = (P1- P2 / P2) x 100.$$

CONTENIDO DE ARCILLA PARA AGREGADO GRUESO.

P1= 1500 g

P2= 1480 g

$$\rightarrow C.A_1 = 1,35\%.$$

CONTENIDO DE ARCILLA PARA AGREGADO GRUESO

P1= 1500 g

P2= 1456 g

$$\rightarrow C.A_2 = 3,00\%.$$



CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA – CUC
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
BARRANQUILLA, COLOMBIA
ANEXO H. PESO UNITARIO Y RENDIMIENTO VOLUMETRICO
(NTC 1926)

MEZCLA No. 1

Peso cilíndrico vacío = 8908 g
Peso Cilíndrico lleno = 21518 g
Peso del concreto = Peso Cilíndrico lleno - Peso cilíndrico vacío

Peso del concreto = 12610 g

Masa Unitaria del concreto = $12610 \text{ g} / 5560 \text{ cm}^3 = 2,268 \text{ g/cm}^3$

→ Masa Unitaria del concreto = 2268 Kg /cm^3

Rendimiento Volumétrico Producido, Y.

$Y = W_1 / W$

Donde, W_1 = Masa Total de materiales mezclados (Kg)

W = Masa Unitaria Real (Kg /m³)

Materiales mezclados:

Cemento:	=	34316
Agua	=	6552
Agregado Grueso	=	89755
Agregado Fino	=	80532
		<hr/>
		□ 211155 Kg

→ $Y = 211155 \text{ Kg} / 2268 \text{ Kg /cm}^3 = 93,10 \text{ cm}^3$

→ $Y = 0,09310 \text{ m}^3$

También, Y = Volumen producido

Rendimiento relativo, Ry. $Ry = Y / y_d$

Donde, Ry = Rendimiento Relativo

Y = Volumen Producido, cm³

y_d = Vol. de diseño de la mezcla, m³

$Ry = 0,09310 \text{ m}^3 / 0,0992 \text{ m}^3 = 1,012$

→ $Ry = 1,012$

Nota: Un valor de (Ry) mayor de 1,0 significativa que se ha producido un exceso de concreto y un valor menor indica que se ha quedado corto.

Contenido Real de la Mezcla, N.

$N = N_t / y$

Donde, N = Contenido de concreto real, Kg/ m³

N_t = Masa de cemento empleado en la mezcla, Kg

y = Volumen Producido en m³

$N = 34,316 \text{ Kg} / 0,092 \text{ m}^3$

$$\rightarrow N = 373 \text{ Kg / m}^3$$

MEZCLA No. 2

$$\text{Peso Cilíndrico vacío} = 8396 \text{ g}$$

$$\text{Peso Cilíndrico lleno} = 21476 \text{ g}$$

$$\text{Peso del concreto} = 21476 - 8396$$

$$\text{Peso del concreto} = 13080 \text{ g}$$

$$\text{Masa Unitaria del concreto} = 13080 \text{ g} / 5560 \text{ cm}^3 = 2,352 \text{ g / cm}^3$$

$$\rightarrow \text{Masa Unitaria del Concreto} = 2352 \text{ Kg / cm}^3$$

Rendimiento Volumétrico, Y.

$$Y = W_1 / W$$

Donde Y = Volumen Producido (m^3)

W_1 = Masa Total de materiales mezclados (Kg)

W = Masa Unitaria Real (Kg)

$$Y = 211155 \text{ Kg} / 2352 \text{ Kg / cm}^3$$

$$Y = 89,77 \text{ cm}^3$$

$$\rightarrow Y = 0,089777 \text{ m}^3$$

Rendimiento Relativo, Ry.

$$R_y = Y / y_d$$

Donde Y = Vol. Producido (m^3)

y_d = Vol. de diseño de la mezcla (m^3)

$$R_y = 89,77 \text{ l} / 92 \text{ l}$$

$$R_y = 0,08977 \text{ m}^3 / 0,092 \text{ m}^3$$

$$\rightarrow R_y = 0,97$$

Contenido Real de la Mezcla

$$N = N_t / y$$

Donde N = Contenido de concreto real (Kg / m^3) de concreto.

N_t = Masa de cemento empleado en la mezcla (Kg)

Y = Volumen Producido en (m^3)

$$N = 34,316 \text{ Kg} / 0,092 \text{ m}^3$$

$$\rightarrow N = 373 \text{ Kg / m}^3$$



**CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA – CUC
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**

BARRANQUILLA, COLOMBIA

ANEXO I. DENSIDAD CEMENTO NTC 221 FRASCO DE LECHATelier

Muestra No.: 001

Fecha Recibo: octubre 18/2005

Referencia envío: Toluviejo

Obra: Tesis “Determinación Resistencia”

Norma: NTC 221

Fecha Ensayo: octubre 19/2005

Marca: Tolcemento

MUESTRA: 001

Lectura inicial del frasco (ml): 0,6 ml

Temperatura inicial del Keroseno: (° C): 22° C

Lectura Final del Frasco (ml): 20,8 ml.

Temperatura Final de Keroseno (°C): 24°C

Masa del Cemento usado (aproximado): 64 g

Volumen desalojado (ml): 20,20 ml

Densidad calculada (g /cm³): 3,16 g/ cm³.

Muestra No: 002

Fecha Recibo: octubre 18/2005

Referencia envío: Toluviejo

Obra: Tesis “Determinación Resistencia”

Norma: NTC 221

Fecha Ensayo: octubre 19/2005

Marca: Tolcemento

MUESTRA: 002

Lectura inicial del frasco (ml): 0,6 ml

Temperatura inicial del Keroseno: (° C): 24° C

Lectura Final del Frasco (ml): 22,3 ml.

Temperatura Final de Keroseno (°C): 26°C

Masa del Cemento usado aprox.: 64 g

Volumen desalojado (ml): 21,7ml

Densidad calculada (g /cm³):2,94 g/ cm³.

Muestra No.: 003

Fecha Recibo: octubre 18/2005

Referencia envío: Toluviejo

Obra: Tesis "Determinación Resistencia"

Norma: NTC 221

Fecha Ensayo: octubre 19/2005

Marca: Tolcemento

MUESTRA: 003

Lectura inicial del frasco (ml):0,5ml

Temperatura inicial del Keroseno (° C): 22° C

Lectura Final del Frasco (ml): 21,4 ml.

Temperatura Final de Keroseno (°C): 23°C

Masa del Cemento usado aprox.: 64 g

Volumen desalojado (ml): 20,9 ml

Densidad calculada (g /cm³):3,06 g/ cm³.



CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA – CUC
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
BARRANQUILLA, COLOMBIA
ANEXO J. CONSISTENCIA NORMAL APARATO DE VICAT.
NTC 110

Muestra No.: 001

Fecha Recibo: octubre 18/2005

Referencia envío: Toluviejo

Obra: Tesis “Determinación Resistencia”

Norma: NTC 110

Fecha Ensayo: octubre 19/2005

Marca: Tolcemento

DATOS DE ENSAYO

Pruebas: 001

Lectura inicial de la escala (mm): 0

Temp. Ambiente (°C): 25

Penetración de la aguja (mm): 10

Masa del cemento usado (g): 500

Relación A/C (%): 28

Volumen del agua en (cm³): 140

Densidad calculada (g/cm³): 3.57



CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA – CUC
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
BARRANQUILLA, COLOMBIA
ANEXO K. TIEMPO DE FRAGUADO APARATO DE VICAT NTC 118

Muestra No.: 001

Fecha Recibo: octubre 18/2005

Referencia envío: Toluviejo

Obra: Tesis “Determinación Resistencia”

Norma: NTC 118

Fecha Ensayo: octubre 19/2005

Marca: Tolcemento

Hora de mezclado: 10:15 am

DATOS DE ENSAYO FRAGUADO

11:45 am	½ hora	47 mm
12:15 am	1 hora	24 mm fraguado inicial
12:30 pm	1 hora 15 min	20 mm
12:45 pm	1 ½ hora	18 mm
13:00 pm	1 hora y 45 min	16 mm
13:15 pm	2 horas	12 mm
13:30 pm	2 horas y 15 min	12 mm
13:45 pm	2 ½ horas	11 mm
14:00 pm	2 horas 45 min	11 mm
14:15 pm	3 horas	9,5 mm
14:30 pm	3 horas y 15 min	8,5 mm
14:45 pm	3 ½ horas	5 mm
15:00 pm	3 horas 45 min	3 mm
15:15 pm	4 horas	2mm
15:30 pm	4 horas y 15 min	1 mm
15:45 pm	4 ½ horas	0 mm

ANEXO L. ANTEPROYECTO

1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.

Actualmente en el campo de la construcción existe una gran cantidad y diversidad de materiales, pero la gran mayoría de veces se desconocen sus características dando como resultado mala utilización de estos en la obra. Una de las funciones principales de la interventoría es velar por la correcta utilización de los materiales para esto se debe tener conocimiento de las especificaciones técnicas y de la procedencia de estos materiales para establecer un buen control de calidad y garantizar que las obras sean durables.

Cada región del país cuenta con diferentes fuentes de extracción de materiales o canteras, algunas de ellas han sido reconocidas en el mercado por su excelente control de calidad y la buena prestación del servicio. Es así como el interventor no debe limitarse a conocer los materiales que solamente se utilizan en su ciudad, pueblo, municipio o vereda sino que debe ampliar sus conocimientos acerca de los demás materiales que se utilizan en las ciudades o regiones del país, para que en un determinado caso sepa diferenciar la procedencia de los materiales y así formar un criterio para saber si el tipo de material que se está utilizando en la obra es el adecuado o si por el contrario el contratista está utilizando un material que no cumpla con las características establecidas en las especificaciones.

En el Departamento de Sucre se utiliza materiales gruesos extraídos de la Zona norte donde se encuentra ubicada las canteras del Municipio de Toluviejo y para los materiales y agregados finos del arroyo de Pechelin y Palenquillo de los arroyos de los municipios de Morroa y Ovejas. Estas canteras son las principales fuentes de abastecimiento de agregados de subregiones de Golfo de Morrosquillo, Montes de María y Sabanas y el cemento que produce la empresa Tolcemento es el más vendido actualmente. Pero al momento de realizar obras en las subregiones de Golfo de Morrosquillo, Montes de María y Sabanas sólo se cuenta con la información que brinda el proveedor de los materiales y por los pocos de laboratorios de concretos en la zona no se hace un adecuado seguimiento al control de calidad de los materiales, dificultando en muchas veces la labor de interventoría.

El interventor en estos casos se encuentra limitado, ya que no cuenta con un patrón de seguimiento que permita establecer si el material a utilizar es el adecuado para el tipo de obra que se vaya a realizar, lo que posteriormente puede

traer conflicto con el contratista ya que lo mas posible es que se puedan presentar problemas por la mala elección de los agregados y del cemento.

Por las causas mencionadas anteriormente en realidad no se realizaría una adecuada labor de interventoría sobre el concreto producido en las subregiones del Departamento de Sucre antes anotadas ya que no se estaría cumpliendo con una de las funciones, como es la de realizar un adecuado control de calidad de materiales en la obra y a falta de algún patrón a seguir o desconocimiento de las normas no se aseguraría la durabilidad de las obras.

2 JUSTIFICACIÓN

“La Corporación Universitaria de la Costa-CUC, por medio de su departamento de postgrados pone al servicio sus especializaciones con el fin de proveer a la región de especialistas competentes e idóneos que respondan efectivamente a las necesidades de desarrollo que la región y el país requiere.”.

El siguiente proyecto se realizará como una respuesta a la inquietud presentada por un grupo de estudiantes de la especialización de Interventoría de Proyectos y obras civiles de La Corporación Universitaria de la Costa-CUC sobre resultados de pruebas de laboratorio que permitan identificar las características de los agregados finos y gruesos y establecer la resistencia a la compresión de concretos de 3000 P.S.I elaborados con materiales de la zona norte del Departamento de Sucre.

Debido a la gran versatilidad de concretos en el uso de la construcción, es necesario tener un amplio conocimiento acerca de esta mezcla, de material aglutinante (cemento Pórtland), con material de rellenos (agregados) y agua, ya que su utilización depende de las propiedades tanto químicas, físicas y mecánicas.

La problemática presentada surge por el desconocimiento en el medio de las normas y la falta implementación de los ensayos de control de calidad al concreto tanto en obra como en laboratorio. Lo anterior se generaliza en la mayoría de las obras del departamento ya que los constructores mantienen una ideología de los procesos de construcción en la cual no se realiza un adecuado control de calidad de los materiales que son utilizados en la obra. Cabe recalcar que algunos casos si se presenta el control de calidad, pero se debería mejorar ya que la finalidad de realizar una construcción es la de asegurar el bienestar social de las personas.

Es por esto que este proyecto será una herramienta para todas las personas involucradas en el campo de la construcción en las subregiones del Golfo de Morrosquillo, Montes de María y Sabanas del Departamento de Sucre, ya que servirá como un parámetro para evaluar la resistencia a la compresión de concretos de 3000 P.S.I con materiales propios de la región. Además, se pretende con esto empezar a concientizar a nuestros constructores e interventores sobre la importancia del control de materiales y poco a poco ir desechando los malos hábitos y procesos constructivos que se han establecido en muchos casos por desconocimiento de las normas.

4. OBJETIVOS.

4.1 OBJETIVO GENERAL:

- Determinar la resistencia a la compresión de Concretos de 3000 P.S.I Fabricados con materiales de la zona norte del Departamento de Sucre.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Determinar la resistencia a la compresión de concreto de 3000 P.S.I con probetas cilíndricas de (15x30) cm.
- Evaluar la evolución de la resistencia a la compresión del concreto con edades de curado de 7 y 28 días.
- Realizar los ensayos de Granulometría, Peso específico, Masa unitaria, Densidad y absorción y Finura para hacer el diseño de mezcla.

5. DELIMITACIONES.

El estudio a realizar obedece a una necesidad existente en el Departamento de Sucre, previamente identificada, por estudiantes de la Especialización en Interventoría de Proyectos y Obras Civiles. En la zona no se implementa un adecuado control de calidad del concreto en las obras, por lo tanto, con este proyecto se busca establecer unos parámetros de resistencia a la compresión de concretos de 3000 PSI con materiales propios del sector. El costo de estudios esta dentro del presupuesto presentado por los estudiantes de la especialización, que optan por el título de especialistas en interventoría de proyectos y obras civiles.

5.1. DELIMITACION ESPACIAL:

Parte de los estudios a realizar tales como, preparación de muestras, diseño de mezcla, ensayo de cilindros, corresponden a actividades de prácticas de laboratorio, que se desarrollarán en la Corporación Universitaria de la Costa - CUC.

Las muestras serán obtenidas de la zona norte del Departamento de Sucre, de las canteras de Toluviejo y enviadas al laboratorio de la Corporación Universitaria de la Costa en Barranquilla para su estudio.

Como complemento a estas actividades, se desarrollará con las fuentes que faciliten la institución (bibliotecas, hemeroteca, sala de informática y de estudio), la parte teórica y final del proyecto.

5.2. DELIMITACION TEMPORAL:

Corresponde al lapso de tiempo de duración del proyecto, el cual está comprendido entre el primer y segundo semestre del 2005. Con la recolección de la información y presentación de la propuesta comienza a forjarse nuestro proyecto el cual se pretende culminar a mediados de la última semana del mes de octubre del 2005, con la presentación y sustentación final del mismo a la institución.

5.3. DELIMITACION TEMÁTICA:

La principal área de estudio de nuestro proyecto es la de Control de calidad de materiales en laboratorio.

6. LIMITACIONES.

Los impedimentos que se pueden presentar para realización de los estudios y la presentación del proyecto son:

- No se puedan transportar los materiales del Departamento de Sucre a la ciudad de Barranquilla.
- No se tenga disponibilidad del Laboratorio de Tecnología del Concreto para realizar los ensayos necesarios para determinar la resistencia a la compresión de los cilindros elaborados con concreto de 3000 PSI.

7. MARCO REFERENCIAL.

Seguidamente se presentarán los conceptos teóricos y legales en los cuales se fundamentará el proyecto de grado.

7.1 MARCO TEÓRICO

Concreto: Este término se refiere a la mezcla de mortero y agregado grueso (grava). Algunos países de habla hispana lo denominan también hormigón.

El concreto puede ser definido como la mezcla de un material aglutinante (normalmente cemento p \acute{o} rtland hidr \acute{a} ulico) un material de relleno (agregados), agua y eventualmente aditivos, que al endurecerse forma un s \acute{o} lido compacto y despu \acute{e} s de cierto tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresi \acute{o} n.

En la mezcla de prueba cuando se hace un dise \acute{n} o es necesario comprobarlo, para lo cual se toma 36 litros de mezcla, con los cuales se elaboran 6 cilindros de 6 pulgadas de di \acute{a} metro por 12 pulgadas de altura para romper 3 de ellos a 7 d \acute{i} as o a 24 horas si se usa el ensayo r \acute{a} pido y los 3 restantes a los 28 d \acute{i} as.

7.1.1. Propiedades del concreto: En general las propiedades mec \acute{n} icas del concreto est \acute{a} n gobernadas por la resistencia de la pasta endurecida, los agregados y las interfaces (pasta agregado), las cuales son modificadas por los procesos de colocaci \acute{o} n y condiciones de curado.

El concreto es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresi \acute{o} n, dependiendo de las propiedades tanto f \acute{i} sicas, qu \acute{i} micas, mec \acute{n} icas de sus componentes y de la interacci \acute{o} n de cada una de ellas.

7.1.2. Resistencia: Es una habilidad para resistir esfuerzos y de all \acute{i} que se puedan considerar de 4 maneras: compresi \acute{o} n, tracci \acute{o} n, flexi \acute{o} n y corte. El concreto presenta una alta resistencia a los esfuerzos de compresi \acute{o} n y muy poca a los de tracci \acute{o} n, raz \acute{o} n por la cual, la resistencia a la compresi \acute{o} n simple es la propiedad que se le da mayor importancia.

Desde el punto de vista de la resistencia a compresi \acute{o} n se considera que un concreto es de resistencia normal cuando no supera los 42Mpa. Por otra parte, se considera que un concreto es de alta resistencia cuando \acute{e} sta es mayor a 42Mpa e inferior a 100Mpa, a 28 d \acute{i} as.

7.1.3 Resistencia a la compresi \acute{o} n: En t \acute{e} rminos generales, la gran mayor \acute{i} a de concreto son dise \acute{n} adas bajo la suposici \acute{o} n de que \acute{e} ste resiste \acute{u} nicamente esfuerzo de compresi \acute{o} n, por consiguiente, para prop \acute{o} sito de dise \acute{n} o estructural,

la resistencia a la compresión es el criterio de calidad, y de allí que los esfuerzos de trabajos estén prescritos por los códigos por los términos de porcentajes a la resistencia a la compresión

7.1.4 Ensayo de resistencia a la compresión: La medida de la resistencia a la compresión se efectúa por medio de ensayos normalizados. En Colombia se utilizan los procedimientos de las normas NTC550 y la NTC673 en donde se describe los métodos de elaboración y ensayos de los especímenes.

La resistencia a la compresión se mide con una prensa que aplica carga sobre la superficie del cilindro a una velocidad especificada mientras ocurre la falla. La operación tarda de 2 a 3 minutos y la carga a la que falla la probeta queda registrada en un tablero anexo a la máquina; este valor se divide por el área de la sección transversal del cilindro obteniéndose así el esfuerzo de rotura del concreto.

Se toma como base la resistencia máxima a la compresión a los 28 días el aumento promedio de la resistencia con el tiempo es aproximadamente la que se indica gráficamente en la Gráfica N° 1, como en el caso de los concretos preparados con cemento tipo 1 colombiano.

Aunque el sistema internacional de unidades la unidad de esfuerzo, es el Pascal, es nuestro medio es normal expresar el resultado en Kg/cm² o psi. Los valores de resistencia de los concretos más utilizados varían en un rango comprendido entre 14 y 42Mpa (140 y 420 Kg/cm²), siendo comúnmente estipulado para estructuras de concreto en general, 21 y 28Mpa (210 y 280 Kg/cm²).

7.1.5. Durabilidad del Concreto: se define como la capacidad para resistir la acción del medio ambiente que lo rodea, de los ataques químicos o biológicos, de la abrasión y/o de cualquier otro proceso de deterioro

7.2 MARCO LEGAL: El Estado Colombiano en uso de sus facultades, está en la obligación de satisfacer eficientemente los requerimientos sobre la utilización de concreto en las obras.

Para tales requerimientos están consagrados en las NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE. NSR – 98, la cual es ley colombiana y en la cual se encuentra consagrado el siguiente artículo:

TITULO IX: RESPONSABILIDADES Y SANCIONES

ARTÍCULO 50°: Los profesionales que adelanten o permitan la realización de obras de construcción sin sujetarse a las prescripciones, normas y disposiciones previstas en la presente ley y sus reglamentos, incurrirán en violación del código de ética profesional y podrán ser sancionados por el consejo profesional nacional

de ingeniería y arquitectura, o los colegios profesionales correspondientes, o aquel del cual dependan, con la suspensión o la cancelación de la matrícula profesional, según sea el caso, en la forma prevista en la ley, sin perjuicio de las demás acciones civiles y penales a que haya lugar

8. DISEÑO METODOLOGICO.

A continuación, se expondrán los pasos de nuestro estudio y el resultado que se pretende alcanzar.

- Determinar y definir el tipo de investigación a realizar.
- Obtención de muestras.
- Revisión Bibliográfica.
- Ensayos de Laboratorio.
- Preparación del proyecto.
- Determinación de la resistencia a la compresión.
- Presentación del proyecto final.

8.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN: Para el proyecto de grado “ **DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS DE 3000 P.S.I UTILIZANDO PROBETAS CILINDRICAS DE (15*30) CM PARA EDADES DE CURADO DE 7 Y 28 DIAS, FABRICADOS CON MATERIALES DE LA ZONA NORTE DEL DEPARTAMENTO DE SUCRE Y CEMENTO MARCA TOLCEMENTO**”, el tipo de estudio que hace referencia a la profundidad con que se espera abordar el problema del conocimiento es exploratorio, debido a que el estudio propuesto tiene pocos antecedentes en cuanto a su marco teórico y aplicabilidad practica en la zona norte del Departamento de Sucre; considerando que este trabajo puede servir de base para la realización de nuevas investigaciones.

8.2. METODO

El método de investigación que permitiría concretizar y organizar la información sobre el objeto de estudio es el deductivo, ya que a partir de situaciones generales se llegan a identificar explicaciones particulares contenidas en una situación general. Así de la teoría general acerca del diseño de mezcla de concreto, se explicarán los ensayos y situaciones para obtener la resistencia a la compresión.

8.3. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

Para la realización de nuestro proyecto se recurrirá a diferentes fuentes de información las cuales se analizarán para tomar una decisión definitiva que más le favorezca al sector en estudio.

8.3.1 TÉCNICAS DE RECOLECCION DE INFORMACIÓN.

FUENTES PRIMARIAS.	FUENTES SECUNDARIAS.
<ul style="list-style-type: none">• Toma de muestras.• Asesores.	<ul style="list-style-type: none">• Biblioteca.• Observación.• Libros, revistas.• Ensayos de laboratorio.

8.3.2 INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE INFORMACION.

- **Observación:** En esta investigación se realizarán inspecciones en las canteras para observar el proceso existente.
- **Charlas y Entrevistas:** Se harán charlas con colegas del medio con las cuales se determinarán los conocimientos que tiene sobre los problemas que afectan al sector y el interés que presentan de participar en este proyecto.

Se hace necesario realizar charlas de origen y destino dentro de las zonas de estudio, para a través de ellas conocer básicamente el objetivo y las necesidades de implementar controles de calidad en las obras del departamento.

9. DISEÑO DE LA MUESTRA.

Para el desarrollo del proyecto, se trabajará con materiales de las canteras de Toluviejo, los arroyos ubicadas en la zona norte del Departamento de Sucre y cemento marca Tolcemento de la cementera ubicada igualmente en la misma zona.

9.1. POBLACIÓN OBJETIVO.

El área de estudio cubre el área norte del Departamento de Sucre. Gran parte de los constructores e interventores de la zona realizan prácticas inapropiadas para el control de calidad de los materiales en las obras, además no se tienen parámetros para comparar la resistencia a la compresión de concretos 3000 PSI elaborados con cemento de Tolcemento y materiales propios de la zona.

9.2. DISEÑO DE LA MUESTRA.

Para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto de 3000 PSI se realizarán los siguientes ensayos de laboratorios:

- Normas técnicas para los ensayos de materiales y del concreto: Normas técnicas colombianas NTC promulgadas por el instituto colombiano de normas técnicas y certificación ICONTEC. Debe cumplir las normas:
 - NTC 121 especificaciones físicas y mecánicas
 - NTC 321 especificaciones químicas
 - ASTM 150
 - ASTM C595
- Agregados, deben cumplir las normas: NTC 174 especificaciones de los agregados para concretos, ASTM C33. El capítulo c.3.3 de la NSR-98 establece que el tamaño máximo nominal del agregado.
- Agua para la elaboración de concreto, se encuentra establecido en el capítulo c.3.4 de la NSR-98
- Ensayo de muestras curadas en el laboratorio, c.5.6.2 de la NSR-98.

- Para el ensayo de resistencia, las muestras se deben tomar de conformidad con la norma NTC 454 (ASTM C172).
- Los cilindros para el ensayo de resistencia, deben fabricarse y curarse de conformidad con la norma NTC 550 (ASTM C31) y ensayarse según la norma NTC 673 (ASTM C39).
- Agua: Cumplir la NTC 3459

10. RECURSOS DISPONIBLES.

Durante el desarrollo del proyecto se contará con la colaboración de las siguientes personas y recursos.

10.1 RECURSO HUMANO.

- Investigadores
Argemiro José Hernández Mercado.
Nelson Enrique Gutiérrez Sarmiento.
José David Santis Cerro.
César Augusto Valeta López.
- Director del Trabajo
Ing. Nayib Moreno Rodríguez, Esp.
- Asesores
Ing. Jorge Buzón Ojeda, Esp.
Técnico de Laboratorio Harrison Pulido.

10.2 RECURSOS INSTITUCIONALES

- Material Bibliográfico.
- Laboratorio de tecnología del Concreto.
- Sala de Informática.
- Biblioteca.

10.3 RECURSOS FINANCIEROS

Los recursos financieros serán cubiertos en su totalidad por los integrantes del grupo de trabajo de grado.

PRESUPUESTO

Cuadro # 1. Presupuesto general.

Ítem	ACTIVIDAD	VALOR (\$)
1	COMPRA DE MATERIALES	150000
2	TRANSPORTE	280000
3	PRESENTACION PROPUESTA	18000
4	PRESENTACION ANTEPROYECTO	20000
5	PRESENTACION PROYECTO	80000
6	GASTOS DE ALIMENTACION	12000
7	OTROS (10%)	30000
	TOTAL	590000

11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Cuadro # 2. Diagrama de gant.

Cuadro # 2. Diagrama de gant.

	Tiempo																			
	2005																			
	Jun				Jul.				Agost.				Sept				Oct.			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Actividades																				
1. Exploración bibliográfica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2. Revisión propuesta	■	■	■	■																
3. Aprobación propuesta	■	■	■	■																
4. Elaboración Anteproyecto					■	■	■	■												
5. Corrección y Ajuste								■	■											
6. Presentación Anteproyecto Definitivo									■											
7. Estudio de Laboratorio.										■	■	■	■							
8. Elaboración del proyecto.													■	■	■	■	■			
9. Entrega del proyecto Final.																			■	■