

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**



Universidad de El Salvador
Hacia la libertad por la cultura

TEMA:

**“ESTUDIO TÉCNICO DE LA GOMA TRITURADA COMO AGREGADO
EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO Y MORTERO TIPO
M Y S PARA OBRAS CIVILES”**

PRESENTAN:

**GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO
HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN
MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

DOCENTE DIRECTOR:

ING. MILAGRO DE MARÍA ROMERO DE GARCÍA

OCTUBRE DE 2011

SAN MIGUEL, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

Máster Rufino Antonio Quezada Sánchez

VICERRECTOR ACADEMICO:

Arq. Miguel Ángel Pérez

SECRETARÍA GENERAL:

Lic. Douglas Vladimir Alfaro Chávez

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

DECANO:

Dra. Ana Judith Guatemala de Castro

SECRETARIO:

Ing. Jorge Alberto Rugamas

JEFE DE DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA:

Ing. Uvín Edgardo Zúñiga

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OPCIÓN AL GRADO DE:
INGENIERO CIVIL**

**TITULO:
“ESTUDIO TÉCNICO DE LA GOMA TRITURADA COMO AGREGADO
EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO Y MORTERO TIPO
M Y S PARA OBRAS CIVILES”**

**PRESENTADO POR:
GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO
HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN
MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN APROBADO POR:

**DOCENTE DIRECTOR:
ING. MILAGRO DE MARÍA ROMERO DE GARCÍA**

CIUDAD UNIVERSITARIA, OCTUBRE DE 2011

TRABAJO DE GRADUACIÓN APROBADO POR:

Ing. Milagro de María Romero de García
DOCENTE DIRECTOR

Ing. Milagro de María Romero de García
COORDINADORA DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

AGRADECIMIENTOS

El bienestar del mundo depende en gran medida del trabajo del ingeniero. Hay un gran futuro y el alcance ilimitado de la profesión, las obras nuevas de todo tipo son y serán necesarios en todos los países, y para jóvenes con imaginación y entusiasmo no puede existir una profesión más atractiva.

Humildemente agradecemos al Dios de nuestro corazón, al Dios de nuestra comprensión, por permitirnos culminar nuestros estudios universitarios. A nuestros padres por el apoyo incondicional en todo momento, a nuestros hermanos por su espíritu y fortaleza; demás familiares que sabemos perfectamente que siempre estuvimos en sus oraciones. A nuestra docente director: Ing. Milagro de María Romero de García, por su apoyo, entrega y dedicación a su trabajo. Un agradecimiento especial al Instituto Salvadoreño del Cemento y del Concreto ISCYC por el patrocinio, apoyo y conocimientos que nos brindaron, gracias Ing. Alejandro González (Director Ejecutivo ISCYC), Ing. Ricardo Burgos Oviedo (Jefe Centro de Investigaciones ISCYC), Ing. Carlos Ernesto Montoya Cuadra (Jefe Planta HOLCIM San Miguel) y Téc. Nery Salinas Gamero (Técnico de Laboratorio planta HOLCIM San Miguel), gracias a ellos por el tiempo que nos brindaron y la oportunidad de utilizar el laboratorio para realizar las pruebas. Gracias a las amistades y personas que de forma directa o indirecta son parte de nuestro logro.

DEDICATORIA

Dios: Por haberme dado la vida y por la bendición de alcanzar este anhelado triunfo por darme la sabiduría, la fuerza y el entendimiento para poder alcanzar mis metas y salir adelante.

Mis Padres: Romana Estela Melgar de Flores y Eric Alexander Flores por su paciencia, por su esmero y por el apoyo incondicional que siempre me han dado en la vida.

Mis hermanos: Por el cariño y apoyo que me han brindado incondicionalmente.

Ing. Milagro de María: Por su tiempo y exigencia ya que siempre nos ponía metas para la realización de ésta investigación.

Mis compañeros: Porque siempre estuvieron apoyándonos y motivándonos para salir adelante en especial a Marjory Cristabel Menéndez Alvarenga que gracias a su forma de ser, su paciencia y detallismo logramos alcanzar grandes cosas, a su familia porque siempre estuvo apoyándonos en el transcurso de nuestra investigación y Juan Salomón Hernández Maldonado por tener ese ritmo que no nos dejó quedarnos a medias siempre se mantuvo constante a la hora de trabajar, a su familia por el apoyo que nos brindaron y a la fe que nos tuvieron.

Mis amigos: A todos aquellos que siempre estuvieron cerca brindándonos su apoyo, su aprecio, su fe, por ser grandes amigos que se convierten en hermanos, también a todas aquellas personas especiales que dominan mi corazón por su apoyo incondicional y gran aprecio a todos muchísimas gracias.

WILBERT FERNANDO GARCÍA MELGAR

DEDICATORIA

Agradecimientos al: SANTÍSIMO SACRAMENTO DEL ALTAR, por haberme permitido finalizar esta grandiosa carrera, culminándola con este proyecto de tesis , por haberme mostrado la luz y la sabiduría durante estos años, a la santísima REYNA DE LA PAZ por haber sido mi protectora e intercesora hoy y siempre.

A mis padres: SALOMÓN HERNÁNDEZ y ANA GLADYS DE HERNÁNDEZ, por haberme apoyado en todo momento por haber sido capaces de guiarme, instruirme y aconsejarme para que este triunfo que he cosechado hoy sea parte de su gran esfuerzo, a MIS ABUELOS, TIOS, PRIMOS, AMIGOS Y demás FAMILIA por su apoyo incondicional. En especial a mi TIOS de (grata recordación) por todo su apoyo y consejo que me dieron en vida, a las FAMILIAS AMIGAS, en especial RIVERA-REYES por el apoyo en este proceso de tesis.

A mi EXCELENTÍSIMA: docente directora ING. MILAGRO ROMERO por toda su dedicación y empeño por habernos acogidos como hijos en esta investigación muchas GRACIAS

A mis compañeros: MARJORY CRISTABEL quiero agradecerle por su sabiduría compartida hacia nosotros por que su humildad se transformó en un ejemplo a seguir y su grandiosa personalidad a su familia MADRE Y HERMANA por habernos tolerado y apoyado en todo. A WILBERT FERNANDO por ser un ejemplo a seguir su inteligencia, dedicación y empeño nos llevo al éxito de esta investigación, gracias compañeros por haber sido parte de este triunfo. Y todas las personas especiales que son parte de mi vida por su apoyo, tolerancia y comprensión por siempre caminar conmigo y guiar mis pasos. “MUCHISIMAS GRACIAS”.

JUAN SALOMÓN HERNÁNDEZ MALDONADO

DEDICATORIA

Con mucha humildad y alegría doy gracias a mi Dios inspirador, al que nos da esa chispa divina para mantenernos en pie y luchar día a día. Gracias a mis padres: Pedro Ercides Menéndez Lovos y Sebastiana Cristabel Alvarenga Gutiérrez, por haberme dado la oportunidad de crecer y vivir, por sacrificar en gran parte su vida en educarme. A mi hermana: Konnie Jenniffer Menéndez Alvarenga, por su apoyo, alegría y por estar siempre conmigo. A mis abuelos y demás familia, por sus sabios consejos, y que de una u otra forma estuvieron pendientes de mi y fueron parte de mi formación como ser humano de provecho.

Gracias a Ing. Milagro de María Romero de García, por su espíritu de enseñanza y dedicación. Es una persona de admiración: un gran ejemplo a seguir, siempre recordaré sus palabras y consejos.

Gracias especiales a mis compañeros de tesis, fuimos y somos un grupo con mucho entusiasmo y dedicación. Gracias Juan Salomón Hernández Maldonado, por tu responsabilidad y entrega, por ser esa persona que le pone ritmo y alegría a cualquier momento, por convertirte en un gran amigo. Gracias Wilbert Fernando García Melgar, por tu forma de ser, a pesar que te molesto bastante, eres un gran amigo y persona, llena de humildad y perseverancia.

Gracias a Ing. Rafael Antonio Chávez Saravia y su familia por haberme brindado su apoyo incondicional y creer en mí como persona y profesional. Gracias a Ing. Mauricio Arístides Perla e Ing. Luis Orlando Méndez por sus conocimientos impartidos. Gracias a todas las personas que son parte de mi formación y dejaron enseñanzas en mi vida.

MARJORY CRISTABEL MENÉNDEZ ALVARENGA

ÍNDICE TEMÁTICO

INTRODUCCIÓN	i
1.0. GENERALIDADES	2
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1.1. ANTECEDENTES	2
1.1.2. ACTUALIDAD	4
1.2. ENUNCIADO DEL PROBLEMA	6
1.2.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA	6
1.2.2. PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.3. JUSTIFICACIÓN	7
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	10
1.5. HIPÓTESIS	11
1.6. ALCANCES	12
1.7. LIMITACIONES	13
1.8. MÉTODO.....	14
1.8.1. TIPO DE ESTUDIO	14
1.8.2. UNIDAD DE ANÁLISIS	14
1.8.3. UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA	15
1.8.4. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES	16
1.8.5. ESQUEMA GENERAL DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE PRUEBAS DE LABORATORIO.....	18
1.8.6. TÉCNICAS Y RECOPIACIÓN DE DATOS	19
1.8.7. ANÁLISIS DE RESULTADOS	19
1.9. MÉTODO ADMINISTRATIVO	20
1.9.1. PLAN, USOS, RESULTADOS	20
2.0. MARCO REFERENCIAL	22
2.1. MARCO HISTÓRICO.....	22
2.1.1. HISTORIA DEL NEUMÁTICO	22
2.1.2. EL NEUMÁTICO EN EL TIEMPO	23
2.1.3. EL CONCRETO Y SU EVOLUCIÓN.....	26
2.1.4. NEUMÁTICOS RECICLADOS COMO AGREGADO A CONCRETO Y MORTERO	27
2.1.5. INVESTIGACIONES RECIENTES SOBRE EL USO DEL NEUMÁTICO RECICLADO EN EL CONCRETO.....	29
2.2. MARCO CONCEPTUAL	32
2.2.1. CONCRETO.....	32

2.2.2. MORTERO.....	51
2.2.3. AGREGADOS DEL CONCRETO Y MORTERO	58
2.2.4. GOMA TRITURADA COMO AGREGADO A CONCRETO.....	61
2.3. MARCO NORMATIVO.....	62
2.3.1. MARCO NORMATIVO NACIONAL.....	62
2.3.2. MARCO NORMATICO INTERNACIONAL	63
3.0. CONCRETO: PROCEDIMIENTO Y EJECUCIÓN DE PRUEBAS DE LABORATORIO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS	71
3.1. GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS PARA CONCRETO (ASTM C- 136)	71
3.2. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y MÓDULO DE RUPTURA DE CILINDROS TESTIGOS (ASTM C-39) Y RESISTENCIA A FLEXIÓN DE CONCRETO (ASTM C-293).....	79
3.3 CÁLCULO DE RESISTENCIAS PROMEDIOS A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	93
3.4 CÁLCULO DE RESISTENCIAS PROMEDIOS A LA FLEXIÓN DE VIGUETAS Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS	121
4.0. MORTERO: PROCEDIMIENTO Y EJECUCIÓN DE PRUEBAS DE LABORATORIO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	125
4.1 GRANULOMETRÍA DE AGREGADO FINO Y GOMA TRITURADA PARA MORTERO (ASTM C-136)	125
4.2. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CUBOS DE MORTERO	125
(ASTM C-109)	125
4.3. CÁLCULOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	139
5.0. APLICACIÓN: DISEÑO DE LOSA PEATONAL	147
5.1. EJEMPLO DE APLICACIÓN.....	148
5.2. PROPUESTA DE DISEÑO	156
5.3. RESULTADOS DE LA PROPUESTA DE DISEÑO	160
5.4. PROCESO CONSTRUCTIVO DE LOSA PEATONAL DE CONCRETO CON GOMA TRITURADA.....	161
6.0. APLICACIÓN EN OBRAS CIVILES	171
6.1. APLICACIÓN	172
6.2. GENERALIDADES SOBRE BLOQUES DE CONCRETO Y BLOQUES DE CONCRETO CON GOMA TRITURADA.....	173
6.2.1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS COMPARATIVAS UTILIZANDO BLOQUES DE CONCRETO – BLOQUES CONCRETO CON GOMA TRITURADA.....	173
6.2.2. ELABORACION DE BLOQUES DE CONCRETO UTILIZANDO GOMA TRITURADA COMO AGREGADO	175
6.2.3. PROCEDIMIENTO.....	177
6.3. MORTERO PARA PEGAMENTO DE BLOQUE	181

6.3.1. TIPOS DE MORTERO	182
6.3.2. PROCEDIMIENTO.....	183
6.4. ACABADOS.....	186
6.4.1. REPELLO DE MORTERO A BASE DE GOMA TRITURADA.....	186
6.4.2. PROCEDIMIENTO.....	187
6.5. ADOQUINES DE CONCRETO.....	189
7.0. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	191
7.1. CONCLUSIONES	191
7.2. RECOMENDACIONES	194
FUENTES DE CONSULTA	196
ANEXO A	199
Tabla 6.3.1 Revenimientos recomendados para varios tipos de construcción	a
Tabla 6.3.3 Requerimientos de agua de mezclado aproximada y contenido de aire para diferentes revenimientos y tamaños máximos nominales de agregados	a
Tabla 6.3.4 (a) Relaciones entre relación agua-cemento o agua-materiales cementantes y resistencia a la compresión del concreto	a
Tabla 6.3.4 (b) Relaciones máximas permisibles agua-cemento o agua-materiales para concreto en exposición severa.....	b
Tabla 6.3.6 Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto	b
Tabla 6.3.7.1 Primera estimación de peso de concreto fresco	b
Valores críticos de la distribución “t” de Student	c
Reglamento ACI-318	d
Tabla 5.3.1.2 Factor de modificación para la desviación estándar de la muestra cuando se dispone de menos de 30 ensayos	g
ANEXO B: RESULTADOS DE PRUEBAS DE LABORATORIO, DISEÑO DE MEZCLAS Y COMPARACIÓN DE COSTOS UNITARIOS	200

ÍNDICE DE IMÁGENES Y ESQUEMAS

Imagen 1.0 Botadero de llantas	4
Imagen 1.1 Apertura Plan Nacional de Recolección de llantas en desuso, impulsado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)	5
Esquema 1. Esquema general del proceso para la investigación	18
Imagen 2.1 Charles Goodyear.....	24
Imagen 2.2 Concreto en estado plástico	32
Imagen 2.3 Compresión de un cilindro de concreto	35
Imagen 2.4 Deformación del concreto	37
Imagen 2.5 Concretos con aire y sin aire incluido	43
Imagen 2.6 Carretera de concreto	43
Imagen 2.7 Concreto autocompactante	44
Imagen 2.8 Estructuras de concreto reforzado	44
Imagen 2.9 Prueba de revenimiento a concreto	47
Imagen 2.10 Termómetro para concretos	47
Imagen 2.11 Compresión de cilindros	48
Imagen 2.12 Prueba de la resistencia a la flexión por tensión de vigas	49
Imagen 2.13 Moldes para la elaboración de cubos de mortero	52
Imagen 2.15 Arena y grava	59
Imagen 2.16 Agua potable	60
Imagen 2.17 Polvo de neumático	61
Esquema 2. Esquema de elaboración de diseño de mezclas	70
Imagen 3.1 Moldes cilíndricos	83
Imagen 3.2 Mezcladora mecánica	84
Imagen 3.3 Prueba de revenimiento	85

Imagen 3.4 Prueba de revenimiento, llenado de segunda capa	85
Imagen 3.5 Prueba de revenimiento, varillado	86
Imagen 3.7 Prueba de revenimiento, alisando superficie de concreto	86
Imagen 3.8 Temperatura de concreto	88
Imagen 3.9 Varillado en moldes cilíndricos	88
Imagen 3.10 Golpeo de paredes exteriores	89
Imagen 3.11 Moldeo cilíndricos terminados	89
Imagen 3.12 Engrasado de moldes prismáticos	89
Imagen 3.13 Moldes prismáticos terminados	90
Imagen 3.14 Compresión de cilindros de concreto	91
Imagen 3.15 Tramos de fallas de cilindros de concreto	91
Imagen 3.16 Cilindros de concreto después de la falla	92
Imagen 3.17 Medición de los tercios medios en viguetas	92
Imagen 3.18 Colocación de viguetas en máquina para flexión	92
Imagen 3.19 Vigueta después de falla	93
Imagen 3.20 Distribución “t” de Student (a)	110
Imagen 3.20 Distribución “t” de Student (b)	111
Imagen 4.1 Preparación de mezcla de mortero	129
Imagen 4.2 Consistencia de mezcla de mortero	130
Imagen 4.3 Temperatura de mezcla de mortero	133
Imagen 4.4 Llenado de moldes de cubos de mortero	134
Imagen 4.5 Llenado y enrasado de cubos de mortero.....	134
Imagen 4.6 Curado de cubos de mortero	135
Imagen 4.7 Cubos antes de ensayo a compresión	136
Imagen 4.8 Toma de dimensiones de cubos de mortero antes de ensayo	136
Imagen 4.9 Colocación de cubos de mortero en la prensa hidráulica	137

Imagen 4.10 Aplicación de carga a cubos de mortero	137
Imagen 4.11 Cubos de mortero después de falla	138
Imagen 4.12 Cubos de mortero después de ensayo	138
Imagen 5.2 Dimensionamiento de losa	160
Imagen 5.3 Limpieza en el área de trabajo	164
Imagen 5.4 Trazo del área de trabajo	164
Imagen 5.5 Excavación a mano	165
Imagen 5.6 Compactación de material selecto	165
Imagen 5.7 Colocación de piedra cuarta	166
Imagen 5.8 Hechura y colocación de concreto con goma triturada	167
Imagen 5.9 Enrasado de concreto	167
Imagen 5.10 Acabado superficial	168
Imagen 5.11 Curado de la superficie terminada	169
Imagen 6.1 Determinado de altura	177
Imagen 6.2 Colocación de agregado	177
Imagen 6.3 Colocación de cemento	178
Imagen 6.4 Cuarteo de agregado y cemento	178
Imagen 6.5 Colocación de agua sobre la mezcla y mezcla preparada	179
Imagen 6.6 Llenado de morteros en moldes	179
Imagen 6.7 Vibrado de la máquina moldeadora	180
Imagen 6.8 Bloques recién elaborados	180
Imagen 6.9 Curado de bloques	181
Imagen 6.10 Preparación de suelos	183
Imagen 6.11 Colocado de material selecto	184
Imagen 6.12 Preparación de material selecto	184
Imagen 6.13 Preparación de mezcla	184

Imagen 6.14 Preparación de pasta	185
Imagen 6.15 Pegamento de bloques	185
Imagen 6.16 Colocación de bloques	187
Imagen 6.17 Pared humedecida	187
Imagen 6.18 Colocación de primera capa	188
Imagen 6.19 Afinado y repello	189
Imagen 6.20 Acabado final	189

ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICAS

Tabla 2.1 Descripción cronológica del neumático	23
Tabla 2.2 Descripción cronológica del concreto	26
Tabla 2.3 Descripción cronológica de las investigaciones previas de la goma triturada	29-31
Tabla 2.4 Propiedades del concreto en sus diferentes estados	42
Tabla 2.5 Propiedades, características y ensayos de los diferentes estados del mortero...52	
Tabla 2.6 Tipos de mortero según la relación cemento-agregado-agua	53-54
Tabla 2.7 Clasificación de los morteros según su resistencia.....	54
Tabla 2.8 Proporcionamiento de morteros por volumen y características	58
Tabla 2.9 Países y sus leyes para el tratamiento de llantas en desuso	63
Tabla 2.10 Norma Puerto Rico sobre el tratamiento de los neumáticos en desuso	65
Tabla 2.11 Normas ASTM que se utilizarán en la investigación	65-66
Tabla 2.12 Norma ACI 211.1-91	66-67
Tabla 2.13 Norma ACI 318-05	67-68
Tabla 2.14 ASCE 2006 Descripción del neumático triturado según tamaño de Partículas	69
Tabla 3.1 Descripción de material y equipo de la prueba de granulometría	72-74
Tabla 3.2 ASTM C-136 Agregado fino	75
Tabla 3.3 ASTM C-136 Agregado grueso	75
Tabla 3.4 Tabla de análisis granulométrico de agregado fino	77
Tabla 3.5 Tabla de análisis granulométrico de agregado grueso	78
Tabla 3.6 Descripción de material y equipo para la elaboración de especímenes de concreto	80-83
Tabla 3.7 Tabla de resumen de resultados de prueba de laboratorio “Prueba a la resistencia a la compresión de cilindros testigos relación A/C=0.65”	95-96

Tabla 3.8 Tabla de resumen de resultados de prueba de laboratorio “Prueba a la resistencia a la compresión de cilindros testigos relación A/C=0.65 con 20% de goma triturada”	96-97
Tabla 3.9 Tabla de resumen de resultados de prueba de laboratorio “Prueba a la resistencia a la compresión de cilindros testigos relación A/C=0.65 con 40% de goma triturada”	98-99
Tabla 3.10 Tabla de resumen de resultados de prueba de laboratorio “Prueba a la resistencia a la compresión de cilindros testigos relación A/C=0.79”	99-100
Tabla 3.11 Tabla de resumen de resultados de prueba de laboratorio “Prueba a la resistencia a la compresión de cilindros testigos relación A/C=0.79 con 20% de goma triturada”	101-102
Tabla 3.7 Tabla de resumen de resultados de prueba de laboratorio “Prueba a la resistencia a la compresión de cilindros testigos relación A/C=0.79 con 40% de goma triturada”	102-103
Gráfica 3.1 Comparación de relación agua-cemento 0.65 de concreto convencional, 20% y 40% de goma triturada	104
Gráfica 3.2 Comparación de relación agua-cemento 0.79 de concreto convencional, 20% y 40% de goma triturada	105
Tabla 3.13 Cálculo de desviación estándar para relación agua-cemento 0.65	112
Tabla 3.14 Cálculo de desviación estándar para relación agua-cemento 0.65 con 20% de goma triturada	113
Tabla 3.15 Cálculo de desviación estándar para relación agua-cemento 0.65 con 40% de goma triturada	115
Tabla 3.16 Cálculo de desviación estándar para relación agua-cemento 0.79	116
Tabla 3.17 Cálculo de desviación estándar para relación agua-cemento 0.79 con 20% de goma triturada	118
Tabla 3.18 Cálculo de desviación estándar para relación agua-cemento 0.79 con 40% de goma triturada	119
Tabla 3.19 Relación agua-cemento 0.65	121
Tabla 3.20 Relación agua-cemento 0.65 con 20% de goma triturada	121
Tabla 3.21 Relación agua-cemento 0.65 con 40% de goma triturada	122
Tabla 3.22 Relación agua-cemento 0.79	123

Tabla 3.23 Relación agua-cemento 0.79 con 20% de goma triturada	123
Tabla 3.24 Relación agua-cemento 0.79 con 40% de goma triturada	124
Tabla 4.1 Descripción de material y equipo para la elaboración de cubos de mortero ..	126
Tabla 4.2 Fluidez de mortero tipo S	131
Tabla 4.3 Fluidez de mortero tipo M	132
Tabla 4.4 Resistencia alcanzada mortero tipo S	139
Tabla 4.5 Resistencia alcanzada mortero tipo S con 20% de goma triturada	140
Tabla 4.6 Resistencia alcanzada mortero tipo S con 40% de goma triturada	141
Gráfica 4.1 Gráfica comparativa de resistencia promedios obtenidas a los 7, 14 y 28 días para morteros tipo S	142
Tabla 4.7 Resistencia alcanzada mortero tipo M	143
Tabla 4.8 Resistencia alcanzada mortero tipo M con 20% de goma triturada	144
Tabla 4.9 Resistencia alcanzada mortero tipo M con 40% de goma triturada	145
Gráfica 4.2 Gráfica comparativa de resistencia promedios obtenidas a los 7, 14 y 28 días para morteros tipo M	146
Tabla 5.1 Manual de diseño y construcción de los componentes del espacio público...	148
Tabla 5.2 Clasificación de tipos de suelo	149
Tabla 5.3 Rango de velocidades para las diferentes edades	150
Tabla 5.4 Niveles de servicio para losas peatonales	152
Tabla 5.5 Resultado del diseño de mezclas para A/C=0.79	159
Tabla 5.6 Material y equipo para el diseño de losa peatonal	161
Tabla 6.1 Comparativa de ventaja y desventaja	173
Tabla 6.2 Material y equipo para la elaboración de bloques de concreto	175

INTRODUCCIÓN

El hombre comenzó con la invención de la rueda hace miles de años; con el paso de los años el hombre evolucionó a grandes pasos, sobre todo tecnológicamente, creando nuevos dispositivos que ayudan al desarrollo de la humanidad, pero el hombre ha logrado superarse en un sin fin de cosas gracias a los diferentes y gran variedad de estudios, pruebas de laboratorio que se realizan hasta obtener resultados satisfactorios.

Los materiales empleados para la construcción, sufren ciertas transformaciones para poder ser utilizados: un ladrillo es el resultado de la combinación de arcilla, agua, colorantes, arena, entre otros que al ser procesados sea de forma artesanal o por fábrica constituyen un solo elemento. El concreto, para serlo, debe ser diseñado para ciertas características y especificaciones en donde se detallan las resistencias mínimas y máximas para el fin que será elaborado. Este material de construcción tiene como elementos principales agua, cemento, elementos inertes como grava y arena.

La siguiente investigación consiste en demostrar por medio de pruebas de laboratorio que la goma triturada (neumático reciclado) con cierta granulometría puede ser utilizada como agregado a concreto, actuando de forma similar que un agregado inerte, en este caso, como agregado fino. Las diferentes pruebas a realizarse son: granulometría para agregados finos, gruesos y goma triturada, prueba de revenimiento de concreto y fluidez de mortero, temperatura a concreto fresco, compresión a los cilindros de concreto y cubos de mortero y prueba a la tensión de viguetas de concreto.

El neumático triturado como agregado a concreto puede brindar varios beneficios, de los cuales podemos mencionar: la adherencia, reductos de fallas por impacto como las grietas y aislante de sonido. El neumático en desuso puede ser reciclado y convertirlo en un nuevo material de construcción. En los primeros dos capítulos de la investigación, se hace una descripción teórica sobre el concreto y el neumático en la historia, así como las propiedades de cada uno de ellos. En el tercer capítulo se presenta el procedimiento de las pruebas realizadas al concreto, en estado plástico como en estado endurecido, para las diferentes relaciones agua-cemento y porcentajes de goma triturada; en el capítulo cuatro se detalla el procedimiento de la elaboración de cubos de mortero así como las pruebas de laboratorio realizadas al mismo y a sus agregados; en ambos capítulos, 3 y 4, se presentan los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio, principalmente los resultados de las resistencias del concreto y mortero en un máximo tiempo de 28 días, así como también el análisis de éstos. En el capítulo cinco, se presenta la propuesta de diseño, según los resultados de las pruebas de laboratorio, así como también su aplicación en la elaboración de una sección de losa peatonal. En el capítulo seis, se muestra una variedad de obras civiles, propuestas a partir de las cualidades nobles que le genera la goma triturada al concreto. Finalmente en el capítulo siete se presentan conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO 1.0

GENERALIDADES



1.0. GENERALIDADES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. ANTECEDENTES

La posibilidad de reutilizar hoy en día los neumáticos en desuso como materia prima en la construcción ya no es solamente una idea, prácticamente es una realidad en países como Estados Unidos, México, Puerto Rico, países sudamericanos y España están utilizando la goma triturada como agregado para las mezclas de concreto.

La Universidad de Colorado, Universidad del norte del Estado de California y la Universidad del Estado de Arizona junto al departamento de transporte de Arizona desde el año de 1994 hasta la fecha se han llevado a cabo una serie de investigaciones utilizando la goma triturada como agregado y para qué fines estas pueden ser aprovechadas al máximo dentro de la construcción de obras civiles dentro de un país de gran desarrollo y de primera elite mundial.

La Concretera Mundial Mexicana reconocida CEMEX están realizando investigaciones de cómo utilizar la goma triturada, estas investigaciones se desarrollan con el único propósito de reutilizar las llantas en desuso y utilizarla como agregados para la elaboración de pavimentos de concretos y con la finalidad de utilizarles como una alternativas más en la elaboración de concretos de bajos costos en el mercado ingenieril.

Puerto Rico, por medio de la empresa REMA, ha hecho énfasis en los posibles fines en los cuales puede ser utilizada la goma triturada, siempre y cuando esta actividad no solo venga al aporte de una solución de alternativas para la obtención de materias primas en la construcción, más bien la necesidad de cómo reciclar este desecho voluminoso, el problema de los neumáticos es que cada día que transcurre se depositan más en las quebradas y vertederos. Aumentado el grado de contaminación en el país de Puerto Rico, así como el efecto negativo que se provocan al medio ambiente.

Algunas de las desventajas que presenta el concreto convencional son los agrietamientos por contracción y expansión, y agrietamiento por impacto, por el contrario, distintas investigaciones, han demostrado que la goma triturada es apta para mejorar dichas desventajas, como su peso unitario, reducción de grietas, lo cual hacen a este nuevo agregado aplicable para propósitos arquitectónicos como fachadas y elementos decorativos al ser una mezcla más liviana puede utilizarse en lugares donde se requieran elementos de concreto no estructurales de mayor tamaño.

1.1.2. ACTUALIDAD



Imagen 1.0. Botadero de llantas

En El Salvador, entre 2008 y 2009 más de 692,351 vehículos circulaban en el país, lo que equivale a 6.2 millones de llantas rodando, sin ningún mecanismo para eliminarlas cuando pierden su vida útil.¹

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), lanzó en noviembre de 2010 un Plan Nacional de Manejo y Disposición Final Responsable de Llantas en desuso en El Salvador, cuya jornada de recolección en coordinación con otras instituciones del Estado, comenzó de inmediato. “El número de aumentos de casos de dengue que hubo el año pasado, sin duda, se debía a esta cantidad de llantas en desuso que están en todo territorio nacional tiradas (sic), y que durante el invierno se llenan de agua y provocan que exista ahí gran cantidad de zancudos y mosquitos” afirmó Lina Pohl, vice-titular del MARN. El motivo de este Plan reducirá a que las llantas inservibles no acaben en predios baldíos, quebradas, barrancos y en techos, convirtiéndose en potenciales criaderos de zancudos; o en el peor de los casos, siendo quemadas produciendo emisiones tóxicas que contaminen el medio ambiente. Además estudios confirman que los neumáticos tardan 500 años en degradarse.

Debido a esta problemática es importante implementar la necesidad de reutilizar estos neumáticos a fin de poder aportar no solo al medio ambiente, con la reutilización de ellos, más bien poder utilizar los neumáticos triturados (goma triturada) como agregado utilizado en el diseño de mezclas de concreto para la elaboración de losas peatonales,

¹ La Prensa Gráfica, martes 9 de noviembre 2010, página 28.

mampostería para muros, fachadas arquitectónicas, obras de mitigación, que puedan ser impulsadas por empresas constructoras tanto privadas como públicas que se encargan de realizar proyectos de viviendas u otros fines.



Imagen 1.1. Apertura Plan Nacional de Recolección de llantas en desuso, impulsado por El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

En la zona oriental la presencia de instituciones que reciclen este material es casi nula, las llanterías (taller de reparaciones de neumáticos), se espera que con la implementación del “Plan nacional de

recolección de llantas en desuso” se aperturen 11 centros de acopios a nivel nacional , los cuales 3 de ellos ya están en procesos de licitación y adjudicación , la finalidad de estos centros de acopios evitara que las personas dejen al intemperie los neumáticos que ya no se ocupen , y poderlos trasladar a los centros donde estos se recibirán un tratado especial para recolectarlos o convertirlos en material reciclado que puede volverse a reutilizarse.

1.2. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

1.2.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

- ¿Será factible utilizar la goma triturada proveniente de los neumáticos en desuso como un agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles?

1.2.2. PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN

- ¿Qué resistencia a la compresión se obtendrían en los diferentes períodos de tiempo (7, 14 y 28 días) utilizando porcentajes diferentes (con respecto al volumen de agregado pétreo) de goma triturada como agregado en el diseño de mezcla de concreto y mortero?
- ¿Qué porcentaje máximo de goma triturada con respecto al volumen de agregado pétreo se pudiese utilizar para alcanzar una resistencia adecuada en el diseño de mezclas de concreto y mortero?
- ¿Cómo se ve afectada la temperatura del concreto utilizando goma triturada como agregado, con respecto a las mezclas de concreto realizadas con agregado pétreo?
- ¿Cómo se ve afectado el revenimiento de las mezclas de concreto utilizando goma triturada como agregado, con respecto a las mezclas de concreto realizadas con agregado pétreo?
- ¿Cómo se ve afectada la prueba de fluidez en las mezclas de mortero utilizando goma triturada como agregado, con respecto a las mezclas de mortero realizadas con agregado pétreo?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Se considera a bien el estudio de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero. Se justifican tres ámbitos, los cuales son:

ÁMBITO INGENIERIL

Desde el punto de vista ingenieril en principal de la Facultad Multidisciplinaria Oriental se tendría un nuevo estudio exploratorio novedoso , así como el que se llevo a cabo en septiembre del 2009 que se denomina “Estudio exploratorio de diseño de mezcla de concreto de peso normal y mortero tipo M y S usando vidrio reciclado como agregado”, en este estudio se justifica la goma triturada como agregado en donde a nivel regional de la ciudad ya existe una investigación relacionada con la goma triturada pero esta fue relacionada con el asfalto, donde fue utilizada como “Mejorador de las características termoplásticas en las mezclas asfálticas”. Para el campo de ingeniería civil se estaría utilizando la goma triturada como agregado en las construcciones de losas peatonales así como en las diferentes obras civiles, bajo los estudios y pruebas que se obtendrán podamos incentivar a las empresas constructoras locales a utilizar la goma triturada como un agregado. Con esta investigación se hace un gran aporte al país con la utilización de las llantas en desuso. Como reduciendo la inversión de las empresas cuando estas adquieren los agregados para los proyectos.

De poder promover la investigación se estaría demostrando a nivel de la región, que la goma triturada reciclada cumpliría nuevas funciones como agregado, mejorando características del concreto como lo son: trabajabilidad, reducir grietas por expansión y contracción debido a las altas temperaturas, reducir sonidos en muros de mampostería, reducir grietas por impacto sobre todo en losas peatonales, resistencia a la humedad, resistencia mecánica, a la tensión, e impermeabilidad, así como en obras ingenieriles donde su principal función no sería soportar grandes cargas.

ÁMBITO SALUD

Nada menos en lo que va del 2010 a la fecha se han confirmado 21,550 casos a nivel nacional y en nuestro departamento se han confirmado 405 casos, y 1158 casos en sospecha de enfermedades como el paludismo y dengue², estas enfermedades son producidas por el zancudo. Estos tienden a formarse y reproducirse en mayor parte en llantas en desuso que son botadas a la intemperie de quebradas al aire libre como lugares que sirven de basureros provisionales. Con la implementación de este estudio donde se ocuparía la goma triturada se podrían evitar muchas enfermedades, como también una reducción en la reproducción del zancudo. Con este estudio pretendemos incentivar a la población de depositar las llantas en desuso en los 11 centros de acopios que se pretenden que estarán funcionando a finales del 2011 en nuestro país y luego la trituración de estas fuera puesta en los bancos de agregados para que estas fueran utilizadas en proyectos civiles

² Información proporcionada por Doctor Roberto Amaya
Coordinador SIBASI San Miguel

ÁMBITO AMBIENTAL

El problema de las llantas no es un problema actual, como país sub desarrollado nos hemos encontrado a través de la historia en grandes sucesos que enmarcan y ponen en riesgo la salud propia de los salvadoreños, nosotros mismos somos partícipes de eso, cuando una llanta de nuestro automóvil llega al final de su vida útil somos los primeros en desecharlas a los tiraderos de basureros que no son botaderos oficial.

Justificamos que las llantas al ser quemadas o mal manipulada por el hombre tiene un gran efecto ambiental como es la proliferación de emisiones tóxicas que contaminan el medio ambiente y que son muy dañinos para el ser humano.

Con la realización de este estudio y el nuevo plan de manejo y disposición final de las llantas en desuso de parte del Ministerio de Medio Ambiente y el aporte a la idea de utilizar la trituración de esta goma como agregado a los proyectos de obras civiles estaríamos haciendo un gran aporte directamente ambiental en lo que respectaría la eliminación de las llantas en las quebradas como en basureros locales y previos baldíos que son utilizados como tiraderos provisionales.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

OBJETIVO GENERAL

- ◆ Realizar un estudio técnico en la cual se pueda demostrar a través de pruebas de laboratorio y análisis estadístico que la goma triturada es apta para utilizarse como sustituto de una parte del agregado fino del concreto y mortero.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ◆ Comparar los resultados obtenidos en las diferentes pruebas de laboratorios para los diseños de mezclas utilizando la goma triturada como sustituto de una parte del agregado fino del concreto y mortero con los resultados obtenidos utilizando completamente el agregado fino.
- ◆ Determinar cómo el uso de la goma triturada usada como parte del agregado fino afecta las propiedades del concreto como su trabajabilidad, revenimiento, temperatura y resistencia a la compresión.
- ◆ Determinar por medio de las pruebas de compresión de cilindro de concreto y cubos de mortero si los diseños de mezcla con goma triturada pueden tener uso estructural o arquitectónico, dependiendo de los resultados de las pruebas obtenidas en los laboratorios.

1.5. HIPÓTESIS

- ◆ La utilización de goma triturada como sustituto de una parte del agregado fino en el concreto y mortero puede llegar a alcanzar las resistencias a la compresión que se obtendrían en las pruebas realizadas al concreto y mortero convencional, según sea el diseño.
- ◆ La goma triturada como sustituto de una parte del agregado fino en el concreto puede tener una trabajabilidad deseable así como en los diseños de mezclas convencionales.
- ◆ La goma triturada como sustituto de una parte del agregado fino en el concreto puede alcanzar temperaturas óptimas como las temperaturas que se obtienen en los diseños de mezcla de concreto y mortero convencional.
- ◆ La aplicación de goma triturada como sustituto de una parte del agregado fino en el mortero puede alcanzar o mejorar la fluidez de los diseños de mezclas para bloques de concreto.
- ◆ El empleo de goma triturada como sustituto de una parte del agregado fino de concreto puede alcanzar o mejorar la resistencia a la tensión de los diseños de mezclas de concreto convencional.

1.6. ALCANCES

- ◆ Se propone una solución para el reciclaje de neumáticos en desuso, utilizándolos como agregado de concreto y mortero para obras civil.

- ◆ Las pruebas que se realizaron son: compresión de cilindros, compresión de cubos de mortero, prueba de fluidez, prueba de revenimiento, temperatura del concreto y mortero, prueba de resistencia a la flexión por tensión en vigas, granulometría de agregado. Se realizará el Laboratorio de Suelos y Materiales de La Facultad Multidisciplinaria Oriental.

- ◆ Se realizó un diseño de mezcla para cada tipo de relación agua-cemento (0.65 y 0.79) en el concreto y en el mortero, y los porcentajes de sustitución del agregado fino por goma triturada será del 20% y 40% (Porcentajes obtenidos de estudios anteriores).

- ◆ Se realizó análisis estadístico por medio de la desviación estándar, descrito en ACI 318, Parte 3, Capítulo 5, Sección 3 (5.3.1). (Ver en apéndice)

1.7. LIMITACIONES

- ◆ El estudio es específicamente para diseño de mezclas de concreto y mortero utilizando la goma triturada como sustituto del 20% y 40% del agregado fino en los diseños de mezclas para las relaciones de agua-cemento de 0.65 y 0.79
- ◆ Se utilizó goma triturada proveniente de neumáticos de vehículos, con módulo de finura de 4.71.
- ◆ Las pruebas que no se realizaron en el Laboratorio de Suelos y Materiales en la Facultad Multidisciplinaria Oriental se realizaron en HOLCIM San Miguel.
- ◆ El actual laboratorio de la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Oriental, posee sólo 16 cilindros para la elaboración de los cilindros de concretos, 9 viguetas para la elaboración de las vigas para la prueba a la flexión por tensión del concreto y 9 moldes de cubos de mortero, además de las herramientas necesarias para elaborar las pruebas antes mencionadas.

1.8. MÉTODO

1.8.1. TIPO DE ESTUDIO

Este estudio es de carácter exploratorio debido que el propósito es recabar información para reconocer, ubicar y definir problemas, así mismo fundamentadas en las hipótesis plasmadas anteriormente. La reunión, organización, análisis e interpretación de datos de los resultados se evaluaron por medio de técnicas estadísticas como medidas de dispersión (la desviación estándar, media aritmética y “t”Student).

No se cuentan con mayores recursos con respecto a información, por lo que apoyó en estudios internacionales con respecto al tema.

1.8.2. UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis para esta investigación fueron las diferentes pruebas que se le realizaron a la goma triturada agregada al concreto y al mortero. Las pruebas realizadas fueron: Prueba de granulometría para agregado fino y grueso así como también al nuevo elemento (ASTM C-136), Prueba de revenimiento del concreto fresco (ASTM C-94), Prueba de fluidez del mortero (ASTM C-109), Prueba de la resistencia a la compresión de cilindros testigos de concreto (ASTM C-39), Prueba de la resistencia a la compresión de cubos de mortero (ASTM C-270 y C-303), Prueba de la resistencia a la tensión por flexión en viguetas de concreto (ASTM C-293).

1.8.3. UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA

1.8.3.1 PRUEBA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO

La prueba de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto constó con un universo muestral de 30 cilindros (ACI 318, 5.3.1.1 Y 5.6.2.4) por cada relación agua-cemento (0.65 y 0.79), y para cada relación se realizaron pruebas para dos distintos contenidos de goma triturada como sustituto de agregado fino (20% y 40%), así mismo se realizaron las respectivas pruebas utilizando concreto convencional para las relaciones agua-cemento antes mencionadas, de este universo obtenido de pruebas se determinaron elementos estadísticos para demostrar la desviación estándar de cada diseño tanto como los utilizados en agregados pétreo y los utilizados con la goma triturada como agregado.

En el caso de los cilindros y sus respectivas pruebas se realizaron 2 veces al mezclado por los moldes a ocupar ya que nos encontramos con la limitante de que sólo disponíamos de 16 moldes cilíndricos.

La distribución de cilindros constó de 10 cilindros para la edad de 7 días, 10 cilindros para la edad de 14 días y finalmente los 10 restantes para la edad de 28 días.

Los especímenes restantes fueron los correspondientes a la parte necesaria para determinar la efectividad de reproducción de la mezcla comprobada con la resistencia ganada a los 28 días (ACI 211.1-91). Al final se constó con un total de 180 cilindros, tanto con y sin goma.

1.8.3.2. PRUEBA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CUBOS DE MORTERO

La prueba de resistencia del mortero se ejecutó en nuestro laboratorio, se realizó la mezcla, moldeo y curado de los cubos de mortero, posteriormente se hizo su respectiva prueba en la prensa hidráulica. Se realizó un análisis para 54 cubos en lo que respecta la prueba a la compresión del mortero. 9 Cubos usando agregado pétreo, y 18 usando goma triturada como sustituto de agregado fino en los porcentajes antes mencionados; para cada tipo de mortero M y S. Se analizaron los resultados de las pruebas, para el cual se determinó el porcentaje óptimo con la cual se puede utilizar la goma triturada sin que éste afecte la resistencia del mortero y hacer una comparación de variación de resistencias.

1.8.4. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

Los múltiples resultados y variables que gobiernan la elaboración del concreto y mortero con agregados pétreos, fueron los mismos a evaluados y comparados al realizar diseños de mezclas utilizando goma triturada como sustituto del 20% y 40% del agregado fino en las relaciones agua-cemento 0.65 y 0.79, las cuales fueron:

Revenimientos

Se tomaron revenimientos bajos de 2.5 y 3 pulgadas, ya que revenimientos como los de 6 pulgadas son recomendados para colar columnas, vigas y losas, para el caso no es necesario ya que las obras ingenieriles que proponemos no son necesarios revenimientos relativamente grandes.

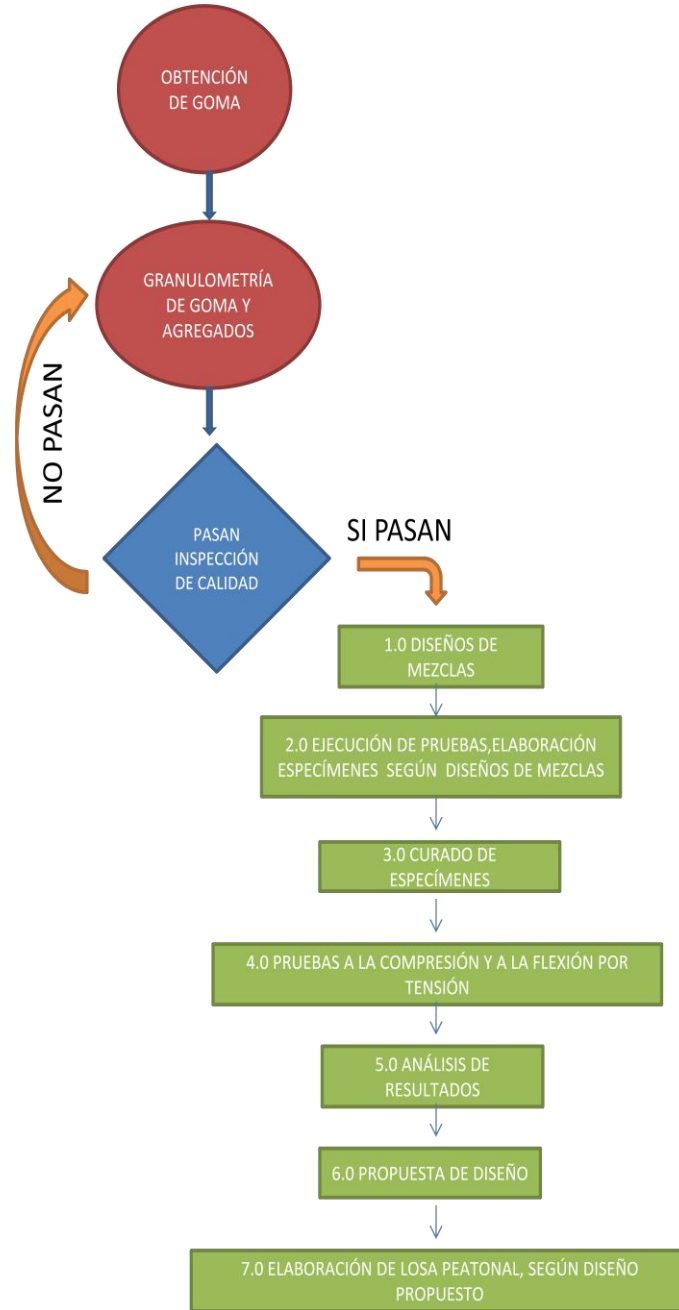
Temperatura

Se obtuvieron temperaturas del concreto fresco que varían de los 23° a los 32° centígrados (temperaturas recomendadas para nuestro clima) y fueron medidos con el termómetro que se encuentra disponible en el laboratorio de la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Oriental.

Mezclado

El proceso se llevó a cabo siguiendo los parámetros establecidos por las Normas ASTM y ACI 318 y 211, así como también documentos como los del manual del constructor, normas técnicas especiales de la calidad de los agregados entre otras bibliografías que detallen como realizar una mezcla idónea.

1.8.5. ESQUEMA GENERAL DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE PRUEBAS DE LABORATORIO.



Esquema 1. Esquema general del proceso para la investigación. Los diseños de las mezclas y elaboración de pruebas se explican de forma general en el capítulo 2, y paso a paso en el capítulo 3 y 4.

1.8.6. TÉCNICAS Y RECOPIACIÓN DE DATOS

Los datos recopilados que busca este proyecto fueron principalmente los obtenidos en las pruebas que se hagan en el laboratorio.

- ◆ Pruebas antes del mezclado: granulometría.
- ◆ Pruebas antes del moldeado de los especímenes: revenimiento del concreto, fluidez del mortero y temperatura del concreto.
- ◆ Pruebas a los especímenes de resistencia a la compresión de cilindros y cubos para concreto y mortero respectivamente. El conjunto de resistencias obtenidas fueron graficadas y analizadas.

1.8.7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Luego de obtener los resultados de todas las pruebas de laboratorio, éstos fueron analizados y comparados por medio de la distribución “*t*” de Student, tomando en cuenta las hipótesis planteadas, además fueron impresos en un reporte completo que se presentaron en el documento final con sus respectivas memorias de cálculos, gráficos y fotos tomadas durante todo el proceso para facilitar el seguimiento.

1.9. MÉTODO ADMINISTRATIVO

1.9.1. PLAN, USOS, RESULTADOS

Los resultados de esta investigación, pueden ser presentados a entidades como Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), para que estos sigan con la iniciativa de recolectar los neumáticos después de su vida útil, también al Ministerio de Obras Públicas (MOP), para que les sirva como una solución innovadora utilizando la goma triturada como agregado del concreto y mortero para las diferentes obras de mitigación.

También esta investigación puede ser utilizada por los estudiantes de la carrera de ingeniería civil y otras carreras afines interesadas en el tema, sobre la utilización de la goma triturada como agregado del concreto y mortero, como una información complementaria.

Los resultados obtenidos pueden compararse con las nuevas tecnologías que van evolucionando para dar una mayor precisión en los análisis de los resultados y mejorar la investigación con más información que van generando las diversas instituciones.

CAPÍTULO 2.0

MARCO REFERENCIAL



2.0. MARCO REFERENCIAL

2.1. MARCO HISTÓRICO

2.1.1. HISTORIA DEL NEUMÁTICO

El neumático apareció en el año de 1845, su creador, Robert William Thomson, un clérigo inglés transformado en herrero. Construía tubos huecos de trozos de lona cubierta de caucho, cubría los tubos con cuero a fin de protegerlos contra las asperezas de los caminos y los llenaba de aire.

Entre los años de 1845 y la década de 1890, se usaban ruedas de metal en los coches tirados por caballos y los vehículos a motor. De allí en adelante se popularizó el uso de neumáticos de caucho sólido.

La historia de los neumáticos de automóviles -que corresponde también a la historia del automóvil en sí- está tan ligada al desarrollo del caucho que los dos son inseparables. El hombre responsable de todo esto es Charles Goodyear, llamado a menudo el Padre de la Industria del Caucho. Muchos también lo consideran como el Padre de la Industria del Automóvil.

Podemos decir que el desarrollo del neumático fue crucial para comenzar con el automóvil, porque hizo los viajes más placenteros y seguros. También creó un negocio muy rentable en base a ellos, que al fin y al cabo, significa trabajo para la gente. Existen neumáticos de muchos tamaños, grosores y funciones específicas, pero todos son igual de importantes y cumplen el mismo fin: mover al auto.

2.1.2. EL NEUMÁTICO EN EL TIEMPO

Descripción cronológica del neumático

AÑO	DESCRIPCIÓN
1898	John Boyd Dunlop inventa los primeros neumáticos inflados. Dunlop encaja unos tubos de caucho endurecido a las ruedas de madera y cubre los puntos de contacto con el asfalto de entonces, con una especie de lona. El resultado fue un éxito total y se convirtió en el inicio de los neumáticos como los conocemos actualmente.
1891	Hermanos franceses apellidados Michelin patentan neumáticos que pueden ser montados o desmontados a mano. Esto es una autentica revolución y constituye unos de los inventos del año, según la prensa europea de la época.
1902	La compañía americana Goodyear Tire, en 1902, desarrollan después de investigaciones conjuntas con otros fabricantes, unos semi-neumáticos con talón con costados semirectos. A partir de ese momento todos los fabricantes de EE.UU y Asia y casi todos los europeos usaron este método tan novedoso.
1950	Hasta ese momento la estructura del neumático era diagonal. La estructura radial, se desarrolla y produce durante esos años pero no se generaliza su uso de manera industrial y general casi 40 años después cuando en la década de los 50 la empresa francesa Michelin lo generaliza en sus productos comercializándolo por toda Europa y las colonias francesas de África.
	Por su construcción existen: Radiales: en esta construcción las capas de material se colocan unas sobre otras en líneas rectas. Este sistema permite dar mayor estabilidad y resistencia a la cubierta de la rueda. Diagonales: en su construcción las distintas capas de material se colocan de forma diagonal, unas encima de otras.
	Por uso de cámara: Neumáticos “tubeless”: estos neumáticos no emplean cámara. Para evitar la pérdida de aire los flancos de la cubierta se “adhieren” a la llanta durante el montaje, por lo que la llanta debe ser específica para estos neumáticos. Neumáticos “tubetype”: son los que usan cámara y una llanta específica. No pueden montarse sin cámara. Se usan en algunos 4x4 especiales, y vehículos agrícolas, así como vehículos especiales.

Tabla 2.1. Elaboración propia.

La rueda es uno de los inventos más importantes en la historia de la humanidad desde que el hombre comprobó que el esfuerzo para hacerla girar, por mucha carga que soportase, era mucho más pequeño que el necesario para conseguir que la carga se deslizase sobre el terreno.

Al principio, las ruedas se construyeron en piedra, pero después fueron sustituidas por las de madera, y finalmente, la banda de rodadura fue realizada en metal para conseguir mayor duración y resistencia. La última innovación consistió en revestirlas con una capa de goma que mejoraba el confort y reducía el ruido. Todas estas ruedas eran pesadas y de capacidad limitada, además de ser demasiado rígidas, pero cumplieron su cometido en los carruajes. Solo cuando llegó el automóvil, y la velocidad comenzó a aumentar, se precisaron ruedas con cualidades superiores. Así nació el neumático.

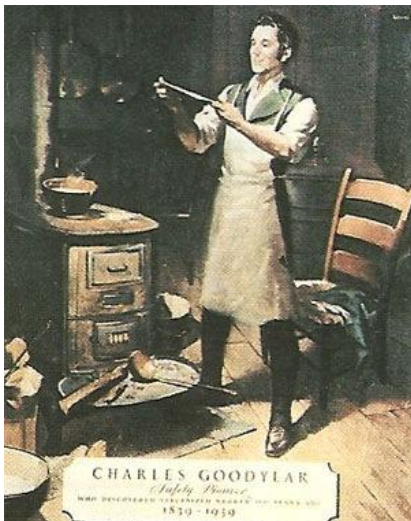


Imagen 2.1. Charles Goodyear

La primera gran evolución en la fabricación de neumáticos llegó con el descubrimiento del proceso de vulcanización, que permitió empezar a utilizar el caucho como materia prima. El siguiente paso fue dotar al neumático de un dibujo geométrico. Los surcos realizados en la banda de rodadura mejoraron el agarre y la estabilidad de los automóviles.

Desde entonces, los neumáticos no han cesado de evolucionar. Las carcasas con alambrería de acero, los neumáticos radiales y sin cámara fueron las siguientes innovaciones. La mejora de la calidad de la goma se ha debido, en

buena parte, a la investigación y la experimentación en las carreras, donde se han probado, a lo largo de los años, innumerables compuestos y soluciones técnicas, que, posteriormente, se han aplicado a los neumáticos de producción en serie.

Pero así como el neumático ha evolucionado la vida del hombre, así mismo ha incrementado la contaminación del medio ambiente, a tal grado que es urgente que se tomen medidas inmediatas para poder contrarrestar el daño ecológico lo más pronto posible. Hoy en día se recicla, triturando la llanta.

2.1.3. EL CONCRETO Y SU EVOLUCIÓN

Descripción cronológica del concreto

ÉPOCA	DESCRIPCIÓN
Egipto Antigo	Los egipcios usaron el yeso calcinado para dar al ladrillo o a las estructuras de piedra una capa lisa.
Grecia Antigua	Una aplicación similar de piedra caliza calcinada fue utilizada por los Griegos antiguos.
Antigua Roma	Los Romanos utilizaron con frecuencia el agregado quebrado del ladrillo embutido en una mezcla de la masilla de la cal con polvo del ladrillo o la ceniza volcánica. Construyeron una variedad amplia de estructuras que incorporaron la piedra y concreto, incluyendo los caminos, los acueductos, los templos y los palacios.
1774	John Smeaton, uno de los grandes ingenieros del siglo dieciocho, logró un triunfo al construir el faro de Eddystone en Inglaterra. Los faros anteriores en este punto habían sido destruidos por las tormentas y el sitio estaba expuesto a la extrema fuerza del mar. Pero Smeaton utilizó un sistema en la construcción de su cantería que la limita junta en un todo extremadamente tenaz. Él bloqueó las piedras unas en otras y para las fundaciones y el material de junta utilizó una mezcla de la cal viva, arcilla, arena y escoria de hierro machacada: concreto.
1816	El primer puente de concreto (no reforzado) fue construido en Souillac, Francia.
1825	El primer concreto moderno producido en América se utiliza en la construcción del canal de Erie. Se utilizó el cemento hecho de la "cal hidráulica" encontrada en los condados de Madison en Nueva York, de Cayuga y de Onondaga.
1908	Thomas Alva Edison construyó 11 hogares de concreto moldeados en sitio en Union, Nueva Jersey. Esos hogares aún siguen siendo utilizados. Él también puso la primera milla del camino en concreto cerca de New Village, Nueva Jersey. Thomas Edison creyó que el concreto era el material que revolucionaría los hogares. Él quería que el trabajador promedio pudiera vivir en casas finas, que el concreto haría rentable.
1914	El Canal de Panamá fue abierto después de décadas de construcción. Ofrece tres pares de esclusas de concreto con suelos tan gruesos como 20 pies y las paredes tan gruesas como 60 pies en el fondo.
Aditivos	Hoy en día se utiliza mucho para cambiar las propiedades del concreto ya sea utilizado como acelerantes, retardantes, reductores de agua, calor de hidratación como protector de sol en losas recién coladas entre otros usos.

Tabla 2.2. Elaboración propia.

2.1.4. NEUMÁTICOS RECICLADOS COMO AGREGADO A CONCRETO Y MORTERO

Se ha utilizado agregados reciclados en el concreto, ejemplo claro es la reutilización de los desperdicios de las propias estructuras que se han demolido (ripio), con vidrio y ahora con caucho. El caucho reciclado es una buena opción para la eliminación de muchos neumáticos en desuso contaminando el medio ambiente en todos los países.

Desde 1994 se ha hecho estudios sobre el comportamiento del concreto con goma triturada como agregado, es claro que la reducción de su resistencia es característica de dicho comportamiento pero en dosis extremas, lo importante es llegar a determinar la dosis óptima para poder utilizarse, y darle un nuevo fin al caucho. Los neumáticos son almacenados y esto ha sido una fuerza impulsora para las nuevas ideas. Aquí, la frase “concreto de goma” se utiliza como nombre genérico para una mezcla del concreto convencional del cemento de Portland con caucho.

Los estudios tempranos por Eldin y Fedroff exploraron el efecto de las virutas de goma en la fuerza compresiva y flexural de las mezclas del concreto. Schimizza y otros, hicieron sus estudios utilizando goma triturada en los pavimentos concretos de poca potencia. Biel experimentó con un cemento especial (tipo del oxiclورو del magnesio) con el fin de realzar la fuerza de la vinculación entre las partículas de goma y el cemento. Goulias y Ali emplearon el método de la frecuencia resonante para medir el módulo de la dinámica de la elasticidad y del coeficiente de Poisson. Encontraron que al usar las partículas de goma mejorarían las características de la ingeniería del concreto. El estudio

de Toutanji se centró en substituir el agregado grueso mineral por las virutas de goma del neumático. La durabilidad hielo-deshielo del concreto de goma fue investigada por Fedroff, Savas y Ahamd. Lee y Moon investigaron la adición del caucho en el concreto del látex. Khatib y Bayomy propusieron un modelo de la reducción de la fuerza compresiva de las mezclas de hormigón con el contenido de goma agregado. Thong- On divulgó sobre el comportamiento mecánico del mortero del cemento de goma triturada.

Ya se han tenido investigaciones locales con la utilización de la goma triturada en este caso el asfalto – goma, en nuestra ciudad país la investigación tuvo por nombre “Utilización del polvo de hule de neumático como mejorador de las características termoplásticas de las mezclas asfálticas para las carreteras en El Salvador”, como también en MÉXICO D.F donde se tuvo una investigación acerca de las “ Alternativas de aprovechamientos de las llantas en desuso” , la compañía concretera MEXICANA CEMEX con su publicación sobre el uso de la llanta en el concreto en el cual lo definen como “El llancreto”, se detalla finalmente una investigación que se llevo a cabo en la Universidad de San Carlos Guatemala sobre la “Evaluación de opciones para la reutilización de llantas en Guatemala”, en la tabla 2.3 se podrá observar una breve descripción de cada una de las investigaciones antes mencionadas.

2.1.5. INVESTIGACIONES RECIENTES SOBRE EL USO DEL NEUMÁTICO RECICLADO EN EL CONCRETO

El neumático en desuso ya es utilizado para fines constructivos y ha sido estudiado en diferentes momentos en países que trabajan con el mejoramiento del medio ambiente, a continuación se presenta una tabla donde se muestran los diferentes estudios sobre el neumático reciclado en el concreto a través del mundo.

Descripción cronológica de las investigaciones de la goma triturada

AÑO Y DESCRIPCIÓN	ENTIDAD Y LUGAR DEL ESTUDIO	TEMA INVESTIGATIVO
1994-1996	Universidad de Colorado, Boulder, Estados Unidos	Utilización de desechos sólidos (desechos de vidrio y neumático) como agregados a concreto
DESCRIPCIÓN	El principal objetivo es la investigación de la reutilización de dos materiales en desuso como agregado a concreto. Ambos materiales expuestos como los dos materiales que más contaminan Estados Unidos. Hicieron pruebas tanto a la compresión como a la tensión, ambos materiales respondieron de forma exitosa, con la diferencia que al concreto con desechos de neumático se le agregó sulfuro y oxiclورو de magnesio para que la resistencia no disminuyera considerablemente.	
1999	Revista de materiales de Ingeniería Civil/Zaher K. Khatib y Fouad M. Bayomy, Ambos profesores de la Universidad de Idaho, Moscú y miembros de ASCE (Sociedad Americana de Ingeniería Civil)	Concreto con cemento Portland y neumático triturado
DESCRIPCIÓN	El objetivo de esta investigación fue la de demostrar que algunos materiales reciclados (en este caso neumático triturado) son una alternativa para ser utilizado como agregado a concreto. El estudio se enfocó en la determinación de la viabilidad de la producción de tales mezclas así como sus propias propiedades ingenieriles, tomando en cuenta normas como ASTM. Los resultados mostraron que es viable	

	<p>la elaboración de tales mezclas hasta un cierto punto de 57% de sustitución del volumen total por la goma triturada, pero aun así se reducía demasiado la resistencia por lo que como conclusión no se debe sustituir más del 20% del volumen total. Al final como recomendación, los destinos para este tipo de mezclas fueron: muros de hormigón ligero, fachadas de edificios, y unidades arquitectónicas, como base de agregado de cemento en pavimentos flexibles. Los riesgos de incendio son de mayor preocupación.</p>	
2004	<p>Departamento de Transporte de Arizona y Universidad del Estado de Arizona, Estados Unidos</p>	<p>Propiedades del concreto con polvo de neumático</p>
DESCRIPCIÓN	<p>El objetivo principal de esta investigación fue el de tener una mejor comprensión de la reacción del Cemento Portland en el concreto con goma triturada. En todos los ensayos mecánicos de esta investigación, las muestras del concreto con goma triturada permanecieron intactas después de la ruptura de dichos especímenes (no añicos) en comparación con una mezcla de concreto convencional. Tal comportamiento puede ser beneficioso para una estructura que requiere de buenas propiedades de resistencia al impacto.</p>	
2005	<p>REMA, Puerto Rico</p>	<p>Estado del arte, situación actual y posibles usos como materia prima en Puerto Rico</p>
DESCRIPCIÓN	<p>Como primer punto nos muestra la problemática vivida en Puerto Rico con respecto a la acumulación de neumáticos desechados. REMA ha demostrado que el reciclaje es una buena opción y que la trituración de la goma de neumático y la utilización de ésta como agregado a concreto es rentable. Se ha utilizado en moldes de paredes prefabricadas, en bloques de concreto, losas.</p>	
2007	<p>Universidad del Norte del Estado de California, USA</p>	<p>Promoviendo el uso de concreto-polvo de neumático en el desarrollo de países.</p>
DESCRIPCIÓN	<p>El objetivo de esta investigación es la de proporcionar más evidencias científicas para apoyar el uso de la legislación o sistemas basados en incentivos para promover la reutilización de la acumulación de neumáticos en desuso. Esta investigación se enfocó usando goma triturada como sustituto de un porcentaje del agregado fino. Los resultados de los ensayos demostraron que a pesar que la resistencia a la compresión se reduce al utilizar el neumático triturado, se puede cumplir con los requisitos de resistencia del concreto y así mismo reducir la demanda de éstas en desuso.</p>	
2007	<p>Instituto Politécnico Nacional, México D.F.</p>	<p>Estudio de las alternativas de aprovechamiento de las llantas en desuso.</p>

DESCRIPCIÓN	Muestra un panorama del problema que genera al medio ambiente la desintegración de los neumáticos. Además destaca los distintos tipos de hules así como los diferentes métodos de trituración de la goma triturada.	
2008	Universidad de San Carlos Guatemala, Guatemala.	Evaluación de opciones para la reutilización de llantas en Guatemala.
DESCRIPCIÓN	Esta investigación determinó un análisis sobre las diferentes opciones que se tienen para la reutilización de la llanta, determinando 3 opciones muy importantes: asfaltos modificados con hule de llanta molida, arrecifes artificiales y materiales de construcción elaborados con partes de la llanta.	
2009	Universidad de Oriente, San Miguel, El Salvador.	Utilización del polvo de hule de neumático como mejorador de las características termoplásticas de las mezclas asfálticas para carreteras en El Salvador.
DESCRIPCIÓN	Esta investigación tuvo como principal objetivo la evaluación de las características termoplásticas de las mezclas asfálticas adhiriéndole polvo de hule de neumático, además de presentar un manual de información para el diseño y colocación de mezcla de asfaltos modificados con polvo de hule de neumático en desuso.	
2010	Cementos Mexicanos, CEMEX.	Estudios sobre la goma triturada como agregado a concreto.
DESCRIPCIÓN	Actualmente está realizando estudios sobre utilizar goma triturada como agregado a concreto. Su objetivo es profundizar sobre pavimentos con bajo costo y que a su vez resuelva los problemas ecológicos al utilizar llantas viejas trituradas.	

Tabla 2.3. Elaboración propia.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. CONCRETO

2.2.1.1. CONCEPTO GENERAL

El concreto es una mezcla de arena, grava, roca triturada u otros agregados unidos en una masa rocosa por medio de una pasta de cemento y agua. En ocasiones, uno o más aditivos se agregan para cambiar ciertas características del concreto, tales como la ductilidad, la durabilidad y el tiempo de fraguado.



Imagen 2.2. Concreto en estado plástico

La mayoría de la gente piensa que el concreto se ha estado usando durante muchos siglos, pero no es así. En efecto, los romanos utilizaron una especie de cemento, llamado puzolana, antes del nacimiento de Cristo. Encontraron

grandes depósitos de ceniza volcánica arenosa cerca del Vesuvio y en otros lugares de Italia. Cuando mezclaron este material con cal viva y agua, además de arena y grava, dejando endurecer la mezcla, se produjo una substancia rocosa que utilizaron en la construcción. Se podría pensar que resultaría una especie de concreto relativamente pobre, en comparación con las normas actuales, pero algunas estructuras de concreto romanas siguen en pie hoy en día. Un ejemplo notable es el Partenón que se encuentra en Roma y fue terminado en el año 126 de nuestra era.

El arte de hacer concreto puzzolánico se perdió durante la Edad Media y fue resucitado hasta los siglos XVIII y XIX. En Inglaterra se descubrió en 1796 un depósito de piedra de

cemento natural tanto en Europa como en América, que fueron explotados durante varias décadas.

En 1824, Joseph Aspdin, un constructor inglés, después de largos y laboriosos experimentos obtuvo una patente para un cemento que él llamó “cemento portland”, debido a que su color era muy similar al de la piedra de una cantera en la isla de Portland, en la costa inglesa. Él hizo su cemento con ciertas cantidades de arcilla y piedra caliza que pulverizó y quemó en la estufa de su cocina, moliendo después la escoria resultante para obtener un polvo fino. Este extraordinario producto fue aceptado poco a poco por la industria de la construcción y fue introducido a Estados Unidos en 1868; el primer cemento portland fue fabricado en Estados Unidos en la década de 1870.

2.2.1.2. PROPIEDADES DEL CONCRETO

Las propiedades del concreto son las características o cualidades básicas. Las cuatro propiedades fundamentales del concreto son: trabajabilidad, cohesión, fuerza y durabilidad. Estas diferentes propiedades varían dependiendo del estado en el que se encuentra: (1) Estado plástico; (2) Estado fraguado; y (3) Estado endurecido:

Estado plástico

Cuando el concreto es mezclado, primero es como: “masa de pan”. Es suave y se puede trabajar hasta moldearlo en diferentes formas según sea el destino y diseño.

El concreto se encuentra en estado plástico durante se procede a la colocación y compactación. Las propiedades importantes en el concreto en estado plástico es la

trabajabilidad y la cohesión entre los agregados y la pasta, para no generar ninguna cavidad interior y exterior que produzca falla en el concreto endurecido.

Estado fraguado

Una vez pasada la primera fase (estado plástico), el concreto empieza a endurecerse; este estado tiene lugar después de la compactación y durante el acabado.

Estado endurecido

Después de que el concreto es colocado y fijado, se empieza a endurecer y a ganar fuerza. Las propiedades importantes en esta etapa son la resistencia y la durabilidad.

Propiedades generales del concreto:

Trabajabilidad

Es la propiedad del concreto que define cuán fácil es de manejar, colocar, compactar y darle un acabado. Esta propiedad se mide por medio de la prueba de revenimiento, que es distinto valor para el destino que tenga el concreto. Para hacer la mezcla más trabajable es recomendable lo siguiente: (1) Añadir más pasta de cemento; (2) Buena graduación de agregados; (3) Nunca se trate de mejorar trabajabilidad con el agregar más agua a la mezcla, puesto que esta acción disminuye la fuerza y la durabilidad del concreto.

◆ Resistencia y durabilidad

Estas dos propiedades van muy relacionadas. Un concreto bien hecho es un material natural resistente y duradero. Es denso, bastante hermético, capaz de resistir los cambios de temperatura, así como el desgaste a la intemperie. Ambas propiedades se ven afectadas por la densidad el concreto, además ambas ganan valor si y solo si se hace un buen curado del concreto.

◆ Cohesión

Esta propiedad se refiere a cuán bien se adhieren y trabajan juntos los elementos del concreto en el estado plástico. Dicha propiedad se ve afectada por la graduación de los agregados y el contenido de agua, a mayor contenido agua no habrá adherencia y se puede separar y sangrar.

◆ Resistencia a la compresión



Imagen 2.3. Compresión de un cilindro de concreto en máquina universal

La resistencia a la compresión del concreto (f'_c) se determina por medio de pruebas a la falla de cilindros de 6 pulg x 12 pulg de concreto de 28 días a una velocidad especificada de carga. Durante el periodo de 28 días los cilindros suelen mantenerse sumergidos en agua o en un local con temperatura constante y humedad de 100%.

Aunque existen concretos con resistencias últimas a los 28 días que van de 175 kg/cm² hasta 700 kg/cm² a 1,500 kg/cm², la mayoría de los concretos usados en la práctica tienen una resistencia de entre 210 kg/cm² y 490 kg/cm². Para aplicaciones comunes se usan concretos de 210 kg/cm² y 280 kg/cm² mientras que en la construcción preesforzada se emplea los de 350 kg/cm² y 420 kg/cm². Para ciertas aplicaciones, como en columnas de pisos inferiores de edificios altos, se han utilizado concretos con resistencia de hasta 630 kg/cm² que son proporcionados por empresas de concreto premezclado. En un edificio en Seattle se usaron concretos con resistencias de hasta 1340 kg/cm².

Módulo estático de elasticidad

El concreto no tiene un módulo de elasticidad bien definido. Su valor varía con las diferentes resistencias del concreto, con la edad de éste, con el tipo de carga y con las características del cemento y de los agregados. Además, hay varias definiciones del módulo: el módulo inicial, módulo por tangente, módulo por secante, módulo aparente o módulo a largo plazo. La sección 8.5.1 del código ACI establece que la siguiente expresión puede usarse para calcular el módulo de elasticidad de concretos que pesen entre 1.5x10⁻³ kg/cm³ y 2.5x10⁻³ kg/cm³:

$$E_c = w_c^{1.5} 33 \sqrt{f'c} \quad \text{Ecuación 2.1}$$

Y para concretos de peso normal que pesan aproximadamente 2.3x10⁻³ kg/cm³:

$$E_c = 57000 \sqrt{f'c} \quad \text{Ecuación 2.2}$$

Donde E_c es el módulo de elasticidad en lb/pulg², y w_c es el peso del concreto en lb/pie³ y $f'c$ es su resistencia a la compresión a los 28 días en lb/pulg².

◆ Módulo de elasticidad dinámico

El módulo de elasticidad dinámico, que corresponde a deformaciones unitarias instantáneas muy pequeñas, se obtiene usualmente por medio de pruebas sónicas (o acústicas). Es entre 20% y 40% mayor que el módulo estático y es aproximadamente igual al módulo inicial. Cuando las estructuras se analizan por cargas de sismo o impacto, el uso del módulo dinámico parece ser apropiado.

◆ Módulo de Poisson

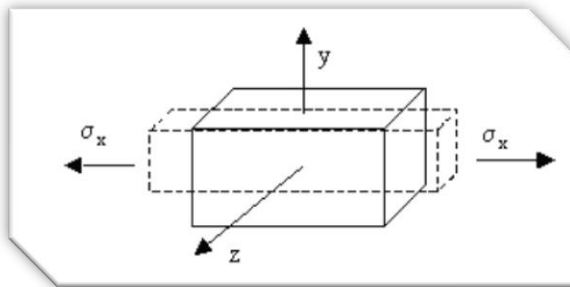


Imagen 2.4 Deformación del concreto.

Al someter un cilindro de concreto a cargas de compresión, éste no sólo se acorta a lo largo sino que también se expande lateralmente. La proporción de esta expansión

lateral respecto al acortamiento longitudinal se denomina módulo de Poisson. Su valor varía de aproximadamente 0.11 para concretos de alta resistencia hasta 0.21 para concretos de bajo grado, con un valor promedio de 0.16.

No parece haber ninguna relación directa entre el valor de esta proporción y la relación agua-cemento, cantidad de curado, tamaño del agregado, etc.

◆ Contracción

Cuando los materiales del concreto se mezclan, la pasta de cemento y agua llena los vacíos entre los agregados y une a éstos. Esta mezcla necesita ser suficientemente manejable o fluida de modo que pueda fluir entre las barras de

refuerzo y entre la cimbra. Para lograr la requerida fluidez se usa bastante más agua (tal vez el doble) que la necesaria para que el cemento y el agua reaccionen químicamente (hidratación). Después de que el concreto se ha curado y empieza a secarse, el agua adicional que se usó en el mezclado empieza a aflorar en la superficie, donde se evapora. Como resultado de esto, el concreto se contrae y se agrieta. Las grietas resultantes pueden reducir la resistencia a cortante de los miembros y puede dañar el aspecto de la estructura. Además, las grietas permiten que el refuerzo quede expuesto a la atmósfera, con lo que puede incrementarse la corrosión. La contracción continúa durante muchos años pero bajo condiciones ordinarias probablemente 90% se da durante el primer año. La cantidad de humedad que se pierde varía con la distancia a la superficie. Además, cuanto mayor es el área superficial de un miembro en proporción a su tamaño, mayor es la contracción; esto es, los miembros con secciones transversales pequeñas se contraen más que aquellos con secciones transversales grandes.

La cantidad de contracción depende mucho del tipo de exposición. Por ejemplo, si el concreto se ve sometido a mucho viento durante el curado, su contracción será mayor. Igualmente, una atmósfera húmeda implica menos contracción, mientras que una seca implica mayor contracción.

Es conveniente usar agregados de baja absorción, como el granito y muchas piedras calizas. Cuando se usan pizarras y areniscas absorbentes, el resultado puede ser hasta dos veces la contracción que resulta con otros agregados.

Para minimizar la contracción es deseable: (1) mantener en un mínimo la cantidad de agua para mezclado; (2) proporcionar un buen curado; (3) colar el concreto para muros, pisos y otros elementos constructivos grandes en secciones pequeñas (lo que permite que parte de la contracción ocurra antes de colar la siguiente sección); (4) intercalar juntas constructivas para controlar la posición de las grietas; (5) usar refuerzo por contracción y (6) emplear agregados apropiadamente densos y no porosos.

Fluencia plástica (o cedencia)

Bajo cargas de compresión sostenidas, el concreto continuará deformándose durante largos periodos. Esta deformación adicional se llama fluencia plástica o cedencia. Si se aplica una carga de compresión a un miembro de concreto, se presenta un acortamiento inmediato o elástico. Si la carga permanece actuando por largo tiempo, el miembro continuará acortándose durante varios años y la deformación lineal será igual a aproximadamente 2 o 3 veces la deformación lineal.

Si la carga a largo plazo se retira, el miembro recuperará la mayor parte de su deformación elástica y algo de su deformación plástica. Si la carga vuelve a actuar, tanto la deformación elástica como la plástica se desarrollarán de nuevo.

Otros factores que afectan la magnitud del flujo plástico son: (1) Cuanto mayor sea el tiempo de curado previo a la aplicación de las cargas, menor será el flujo plástico; (2) Los concreto de alta resistencia presentan un menor flujo plástico que los de baja resistencia; (3) El flujo plástico aumenta con la temperatura; (4) A

mayor humedad, menor será el agua de poro libre que pueda escapar del concreto. La fluencia plástica adquiere un valor casi doble a 50% de humedad que a 100%; (5) Los concretos con el mayor porcentaje de pasta cemento-agua tienen mayor fluencia plástica porque es la pasta y no los agregados la que fluye plásticamente; (6) Está claro que la adición de refuerzo en la zona de compresión del concreto reduce mucho el flujo plástico ya que el acero manifiesta muy poco flujo plástico bajo esfuerzos ordinarios; (7) Los miembros grandes de concreto (es decir, aquellos con grandes relaciones de volumen a área superficial) fluirán proporcionalmente menos que los miembros delgados donde el agua libre tiene distancias menores que recorrer para escapar.

Resistencia a la tensión

La resistencia a la tensión del concreto varía entre el 8% y 15% de su resistencia a la compresión. Una razón principal para esta baja resistencia, es que el concreto contiene un gran número de grietas finas. Las grietas tienen poca importancia cuando el concreto está sometido a cargas de compresión, porque éstas ocasionan que las grietas se cierren y permitan entonces la transmisión de la compresión. Es claro que este no es el caso para cargas de tensión.

Aunque la resistencia a la tensión normalmente se desprecia en los cálculos, es sin embargo una importante propiedad que afecta el tamaño y la extensión de las grietas que se presentan. Además, la resistencia a la tensión del concreto tiene un efecto reductor en las deflexiones de los miembros. (Debido a la pequeña resistencia a la tensión del concreto, muy poco esfuerzo se ha hecho para

determinar su módulo de elasticidad en tensión. Sin embargo, con base en esta limitada información, parece ser que su valor es igual módulo en compresión.)

La resistencia a la tensión del concreto en flexión es muy importante al considerar grietas y deflexiones en vigas. Para estas consideraciones se han usado durante mucho tiempo las resistencias a tensión obtenidas con el módulo de ruptura; este módulo se mide al cargar una viga rectangular de concreto simple (es decir, sin refuerzo) de 6 pulg x 6 pulg x 30 pulg (con apoyos simples a 24 pulg entre centros) a la falla con cargas concentradas iguales en los tercios del claro, de acuerdo con el método ASTM C-78. La carga se incrementa hasta que ocurre la falla por agrietamiento en la cara de la tensión de la viga. El módulo de ruptura f_r , se determina entonces con la fórmula de la flexión. En la siguiente expresión, b es el ancho de la viga, h es el peralte y M es el momento máximo calculado:

$$f_r = \frac{6M}{bh^2} \quad \text{Ecuación 2.3}$$

Resistencia al corte

Es extremadamente difícil obtener en pruebas, fallas por cortante puro que no están afectadas por otros esfuerzos. Las pruebas para resistencia por cortante del concreto han dado, durante muchos años, valores que varían entre 1/3 y 4/5 de las resistencias últimas a la compresión.

Otras de las propiedades del concreto se resumen en la tabla 2.4.

Propiedades del concreto en sus diferentes estados.

PROPIEDAD	DESCRIPCIÓN	NORMAS Y ENSAYO	PARÁMETROS
Finura	La Finura del cemento influye en el calor liberado y en la velocidad de hidratación.	ASTM C-115: Turbidímetro de Wagner ASTM C-204: Blaine de permeabilidad del aire ASTM C-430: Malla N° 325	A mayor finura del cemento, mayor rapidez de hidratación, mayor resistencia.
Sanidad	Capacidad de la pasta endurecida para conservar su volumen después del fraguado.	Prueba de la autoclave	No se permite el exceso de las cantidades de cal libre o de magnesia.
Consistencia	Se refiere a la movilidad relativa de una pasta de cemento o mortero recién mezclado o bien a su capacidad de fluir.	ASTM C-230: Aguja de vicat (para concreto), mesa de la fluidez (para mortero)	Regula los contenidos de agua de las pastas y morteros.
Tiempo de fraguado	Los tiempos de fraguado indican si la pasta está desarrollando sus reacciones de hidratación de manera normal.	ASTM C-150: Aparato de vicat ASTM C-191: Aguja de Gillmore	El fraguado inicial no debe ocurrir demasiado pronto y el fraguado final no debe ocurrir demasiado tarde.
Fraguado falso	Se comprueba por una considerable pérdida de plasticidad sin que se desarrolle calor de gran abundancia	ASTM C-45: Método de la pasta ASTM C-359: Método del mortero.	No se causarán dificultades si el concreto se mezcla un mayor tiempo de lo normal o si es remezclado sin agregarle agua antes de ser transportado y colado.
Resistencia a la compresión	Es la obtenida a partir de pruebas de cilindros y cubos de mortero.	ASTM C 150 ASTM C109 Tanto los cilindros y cubos se hacen de manera pre escrita.	Los parámetros los dan las resistencias obtenidas para diferentes periodos en los cuales son curados.

Peso específico	No es un indicador de la calidad del cemento.	ASTM C 188	Peso específico del cemento portland es de aproximadamente 3.15.
------------------------	---	------------	--

Tabla 2.4. Propiedades del concreto en sus diferentes estados.

2.2.1.3. TIPOS DE CONCRETO

Para cada tipo de destino al cual se necesita concreto, es así el tipo de concreto que deberá utilizarse; pero no sólo el destino importa, también hay factores como el ambiente, temperatura a la que estará expuesto. La imagen 2.5 muestra concreto con y sin aire:

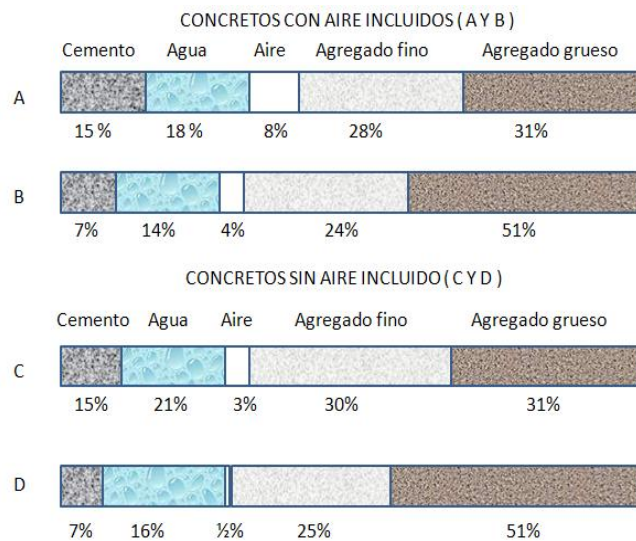


Imagen 2.5. Concretos con aire y sin aire incluido

Entre algunos de los concretos más importantes son los siguientes:

Concreto de pavimento



Imagen 2.6. Carretera de concreto

Son concretos que están diseñados para ser utilizados en pavimentación de carreteras, recintos industriales, estacionamientos, etc. y

se clasifican principalmente por su resistencia a la flexotracción, y al desgaste en caso de uso vial o industrial. Esta clasificación se mide en vigas normalizadas y ensayadas a 28 días. Sus resistencias varían desde 30 kg/cm² a 50 kg/cm² de resistencia a la flexotracción, respectivamente.

◆ Concreto autocompactante



Imagen 2.7. Concreto autocompactante

Son concretos de última generación, se consiguen gracias a la inclusión de aditivos hiperfluidificantes que logran reducir la relación agua-cemento, dicha reducción está alrededor del 30%, su alta fluidez ganada por los aditivos hace que pueda ser vaciado por su propio peso y a la vez capaz de rellenar los encofrados sin vibración consiguiendo una buena consolidación sin producirse exudación ni segregación. Algunas de las características son: (1) Autocompactación; (2) Altas resistencias a corto y largo plazo; (3) Baja relación agua-cemento; (4) Alta impermeabilidad.

◆ Concreto reforzado (o estructural)



Imagen 2.8. Estructuras de concreto reforzado

Es una combinación de concreto y acero en la que el refuerzo de acero proporciona la resistencia a tensión de que carece el concreto. El acero de refuerzo es también

capaz de resistir fuerzas de compresión y se usa en columnas, así como en otros miembros estructurales. El concreto reforzado es probablemente el material disponible más importante para la construcción. Puede usarse en una u otra forma en casi todas las estructuras, grandes o pequeñas, en edificios, puentes, pavimentos, presas, muros de retención, túneles, viaductos, instalaciones de drenaje e irrigación, tanques, etc.

Algunas de las ventajas son: (1) Tiene una resistencia considerable a la compresión en comparación con muchos otros materiales; (2) El concreto reforzado tiene gran resistencia al fuego y al agua; (3) Las estructuras de concreto reforzado son muy rígidas; (4) Requiere de poco mantenimiento; (5) Tiene una larga vida de servicio; (6) Material económico para zapatas, sótanos, muelles y construcciones similares; (7) Colado en variedades extraordinarias de formas que van desde simples losas, vigas y columnas, hasta grandes arcos y cascarones; (8) Se requiere mano de obra de baja calificación para su montaje, en comparación con otros materiales, como el acero estructural.

Concretos de alta resistencia

A los concretos cuyas resistencias a compresión exceden de 420 kg/cm^2 se les llama concretos de alta resistencia. También se les llama concretos de alto desempeño porque ellos tienen otras características excelentes además de su alta resistencia. Por ejemplo, la baja permeabilidad de tales concretos los hace muy durables con respecto a los diferentes agentes físicos y químicos que actúan sobre

ellos y pueden ocasionar que el material se deteriore. Hasta hace pocas décadas los ingenieros estructurales consideraban que las compañías de premezclado no podían entregar concretos con resistencias a compresión mucho mayores que 280 kg/cm² o 350 kg/cm². Sin embargo, actualmente este no es el caso, ya que esas mismas compañías pueden entregar ahora concretos con resistencias a compresión de hasta por lo menos 630 kg/cm². Los concretos de alta resistencia son a veces usados para miembros precolados y presforzados. Ellos son particularmente útiles en la industria del precolado donde su resistencia nos permite producir miembros más pequeños y ligeros, con los consiguientes ahorros en los costos de almacenamiento, manipulación, envío y montaje.

Concretos reforzados con fibras

En años recientes ha habido un gran interés en el concreto reforzado con fibras, y actualmente se llevan a cabo numerosas investigaciones sobre el tema. Las fibras están hechas de acero, plástico, vidrio y otros materiales. Varios experimentos han mostrado que la adición de tales fibras en cantidades convenientes a concretos convencionales pueden mejorar apreciablemente sus características. Las resistencias de los concretos reforzados con fibras no son considerablemente mayores que lo que serían si las mismas mezclas se usaran sin fibras. Sin embargo, los concretos resultantes son considerablemente más firmes y tienen mayor resistencia al agrietamiento y al impacto. El uso de fibras ha incrementado la versatilidad del concreto al reducir su fragilidad.

2.2.1.4. PRUEBAS AL CONCRETO

Existen dos pruebas al concreto que son las más importantes: Prueba de la resistencia a la compresión y la trabajabilidad. Sin embargo, existen pruebas como la resistencia a la flexión para vigas, temperatura, entre otras. A continuación se mencionan las más comunes:

◆ Prueba de revenimiento (trabajabilidad)



Imagen 2.9. Prueba de revenimiento a concreto

La prueba de revenimiento se realiza para detectar la trabajabilidad del concreto. Esta prueba se realiza mediante el cono de asentamiento o cono de Abraham. La medida que se tome será tomada como aceptada dependiendo del destino que tendrá el concreto. Estas medidas y según su destino se detallan en el ACI 211. El cono es llenado por tres capas de igual volumen de concreto, cada una de ellas es debidamente varillada para evitar los vacíos; una vez que se terminó el llenado se retira el cono y se toma la medida que bajó la muestra. Entre mayor sea la medida, más fluida es la muestra. La prueba debe realizar de 2 a 5 minutos. Esta prueba es regida por la Norma ASTM C-94.

◆ Temperatura



Imagen 2.10. Termómetro para concretos

El desarrollo de las altas temperaturas del concreto puede causar una serie de efectos que ha demostrado ser perjudicial para el rendimiento del concreto a largo plazo.

Las altas temperaturas aumentan el calor de hidratación, alta tasa de evaporación de la humedad superficial del concreto, tensiones térmicas, aumento de agrietamiento por contracción de secado. La temperatura ambiente es un factor influyente para el tratado del concreto fresco, en climas cálidos, se incrementa la demanda de agua pero esto afecta la relación agua-cemento, bajando la resistencia del mismo. La temperatura influye también en el tiempo de colocado del concreto, puesto que a mayores temperaturas el fraguado será más rápido y puede requerir un acabado más temprano, que si no se cuenta con la mano de obra necesaria, habrá problemas en el concreto endurecido. El concreto que es curado a altas temperaturas en edades tempranas no será tan resistente a los 28 días como el mismo concreto curado en el rango de los 70°F (20°C) las cuales son las temperaturas recomendadas según la Norma ASTM C-1064.

Prueba de resistencia a la compresión del concreto



*Imagen 2.11.
Compresión de cilindros*

La prueba de la resistencia a la compresión del concreto muestra la máxima presión que puede soportar el concreto en estado endurecido, según la dosificación o diseño de la mezcla y el curado que se le dio en su estado fresco. Esta prueba se rige según la Norma ASTM C-39 “Ensayo de Cilindros de Concreto”. La prueba se hace tomando una del lote de concreto que se tiene. Se hace el llenado de los

cilindros, antes debidamente aceitados (para evitar que la muestra se adhiera a las paredes del cilindro y no tener dificultades en el desmolde), haciendo tres capas de igual altura y dependiendo del tamaño del cilindro varillar el número de veces que especifica la norma cada una de ellas para evitar vacíos. Una vez terminado el llenado, cada uno de los especímenes es correctamente etiquetado y después de cierto tiempo se desmoldan para entrar a la etapa de curado, dejándolos en depósitos llenos de agua; los especímenes se ensayan a los 7 (alcanzando el 70% de su resistencia), 14 y 28 días, donde alcanza su máxima resistencia a la compresión.

Prueba a la flexión en vigas de concreto



Imagen 2.12. Prueba de Resistencia a la flexión por tensión

Esta prueba está regida por las Normas ASTM C-78 y ASTM C-293, la cual consiste en la medida de la resistencia a la tracción del concreto, se mide por medio de la falla de momento de una viga o losa de concreto no reforzada, se expresa como módulo de rotura MR. La Norma ASTM C-78 detalla la manera de cómo realizar la prueba aplicando cargas iguales en los puntos tercios de la viga o losa (6x6 pulgadas y cuyo claro tiene como mínimo tres veces el espesor); la Norma ASTM C-293 se refiere a la carga total (total se refiere a la carga total aplicada por las dos cargas cuando se aplica en los puntos tercios) justamente en el punto medio de la viga o losa. La mayoría de empresas no toma como necesario el realizar esta prueba puesto que hallaron conveniente

y confiable el uso de la resistencia a la compresión para juzgar la calidad de concreto a utilizar.

2.2.1.5. DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO

Una mezcla de concreto está diseñada de tal manera que su colocado sea fácil a un menor costo. El concreto debe ser viable y coherente, además de tomarse en cuenta el medio ambiente en el cual estará expuesto el concreto, tanto fresco como endurecido, como por ejemplo: agua de mar, camiones, carros, el tráfico peatonal, temperaturas altas o bajas. La dosificación del concreto no es más que determinar la cantidad en volumen o peso, este último es lo recomendado, que tendrá tanto de cemento, agua (agregados activos) así como agregados finos y gruesos (agregados inertes), y en casos especiales de aditivo; todo esto con la finalidad de cumplir con una resistencia y relación agua-cemento determinada según el destino. Algunos de los efectos que causa una mala dosificación son: (1) A medida la cantidad de agua aumenta, la durabilidad del concreto a largo plazo disminuye; (2) Con demasiada cantidad de agregado fino, la mezcla de concreto final es muy pegajosa; (3) A excesiva cantidad de agregado grueso, el producto final es una masa dura u ósea; La mezcla debe ser uniforme y homogénea. En general, se debe lograr: (1) Trabajabilidad aceptable en concreto fresco; (2) En concreto endurecido, durabilidad resistencia y uniformidad; y (3) Economía.

2.2.2. MORTERO

2.2.2.1. CONCEPTO GENERAL

El mortero es una mezcla de materiales cementantes, agregado fino y agua cuya función es permitir la sobreposición de las piezas de mampostería, logrando que forme un conjunto que tenga una liga fuerte y duradera. En la antigua babilonia se empezó a utilizar el mortero como arcilla, por la misma carencia de piedras de tamaños que se pudieran utilizar como los ladrillos de hoy en día, la arcilla la colocaban en mantas cocidas que al endurecer era colocado uno encima de otro hasta formar la pared. La desventaja de este material es que no es tan fuerte como el concreto, y es muy fácil de agrietarse por la ausencia de la flexibilidad, por lo que se queda en llenado, pegado, repello y afinado.

2.2.2.2. PROPIEDADES DEL MORTERO

Igual que el concreto, el mortero tiene propiedades, de las cuales se mencionan las más importantes:

Plasticidad

La plasticidad es un estado del mortero, el estado fresco, en este estado se define la consistencia de la pasta, para poder facilitar el colocado, relleno y evitar vacíos en los huecos de los bloques. Para evitar una plasticidad indeseada se deberá utilizar la cantidad adecuada de agregado fino, la medida de esta propiedad se hace por medio de la fluidez del mortero, así como el concreto, se hace por medio del cono de asentamiento o el cono de Abraham.

Resistencia a la compresión



Imagen 2.13. Moldes para la elaboración de cubos de mortero

Este es el indicativo más importante del mortero, éste se mide por medio de cubos de 5cm x 5cm x 5cm, tal y como se muestra en la figura 2.11 de los moldes para los cubos. Estos son llenados de

igual manera que los cilindros de concreto, por capas, en este caso por capas de 2.5 cm, después de cierto tiempo son desmoldados para poder ser curados. Al término de 28 días se realiza la prueba de compresión, a esta edad alcanza su máxima resistencia.

Cohesión

La cohesión o adherencia se entiende como a la perfecta penetración entre la pasta del mortero en los elementos de albañilería: mampuesto. Proporciona la capacidad de absorber tensiones normales o tangenciales a la superficie de a interface pasta-mampuesto.

Propiedades, características y ensayos de los diferentes estados del mortero.

ESTADO	PROPIEDAD	CONSECUENCIAS	ENSAYOS
FRESCO	Fluidez	Permite deslizar la cuchara y posicionar los mampuestos.	Cono Abraham y mesa
	Cohesión	De la cohesión depende que el mortero no se desintegre al colocarse en la hilada, afecta la adherencia a los mampuestos y su capacidad de soportarlos sin deformarse antes de endurecer.	Cono Abraham y mesa
	Retención	La retención permite la trabajabilidad. El agua no se debe perder por evaporación o absorción de los mampuestos. Desaparecería el estado fresco.	Cumplimento de norma

ENDURECIDO	Resistencia a la compresión	Está asociada a la durabilidad e impermeabilidad. Interviene en la resistencia mecánica del muro.	Resistencia a la compresión
	Módulo de deformación	Influye en la capacidad de deformación de la pared frente a pequeñas modificaciones dimensionales	Norma módulo de deformación
	Retracción secado	Está ligada a la susceptibilidad de figuración de las juntas o afinados debido al fenómeno de la retracción	Norma sin retracción de secado mortero endurecido

Tabla 2.5. Propiedades, características y ensayos de los diferentes estados del mortero.

2.2.2.3. TIPOS DE MORTERO

Hay distintos tipos de mortero dependiendo el destino de éste. La tabla 2.2 muestra algunos tipos de mortero así como su propia característica según la relación cemento-agregado-agua que se utilice, y la tabla 2.6 muestra a clasificación de los morteros según su resistencia:

Tipos de mortero:

MORTERO	RELACIÓN	DESCRIPCIÓN
Morteros de cal	1 parte de cal 3 a 4 partes de arena gruesa o terciada	Mezcla gruesa
	1 partes de cal 2½ a 3 partes de arena fina	Mezcla fina
Morteros de cemento	1 parte de cemento de albañilería 6 a 7 partes de arena	Elevación de muros
Morteros de albañilería	1 parte de cemento de albañilería 4 a 5 partes de arena	Afinados gruesos y asentamiento de pisos

Morteros de cemento Portland	1 parte de cemento portland 3 partes de arena gruesa o terciada	Capa aisladora de cimientos, primera capa de afinado de exteriores, primera capa sobre metal desplegado, cierre de aberturas grapas y bigotes, protección de tuberías de hierro, azotea, alisados (pisos, azoteas).
	1 parte de cemento portland 4 partes de arena gruesa o terciada	Alisados (pisos, azoteas), elevación de muros o mortero de toma para ladrillo visto
	1 parte de cemento portland 5 partes de mezcla gruesa	Segunda capa de afinado exteriores, segunda capa sobre metal desplegado
	1 parte de mezcla gruesa 1/20 de cemento portland	Primera capa de afinado interiores, segunda capa de cielorraso
Morteros con más de un aglomerante	1 parte de mezcla fina 1/10 de cemento portland	Segunda capa de afinado interiores, tercera capa de cielorraso, tercera capa de afinado exteriores colocación de azulejos, pétreos, mesadas y zócalos
	1 parte de mezcla gruesa 1/20 de cemento portland	Mortero de toma para mampuestos cerámicos (ladrillos, tejas, baldosas, pétreos)
	2 partes de cemento portland blanco 7 a 10 partes de mezcla fina	Tercera capa de afinado exteriores de fachada Afinado salpicado
	2 partes de portland blanco 1 parte de carbonato 2 partes de marmolina 3 partes de grano de mármol	Tercera capa de afinado exteriores de fachada (diferente terminación a la anterior)

Tabla 2.6. Tipos de mortero según la relación cemento-agregado-agua.

Según el criterio de resistencia a la compresión, los morteros se clasifican:

TIPO DE MORTERO	ESFUERZO PROMEDIO DE 3 CUBOS A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS		RETENCIÓN DE AGUA EN %
	PSI	Kg/cm ²	
M	2500	175	No mayor de 70 %
S	1800	125	
N	750	55	
O	350	25	
K	75	5	

Tabla 2.7. Clasificación de los morteros según su resistencia.

2.2.2.4. PRUEBAS AL MORTERO

Prueba de la fluidez del mortero

La trabajabilidad de una mezcla de mortero tiene que ver con: la facilidad con que el albañil puede manejar la mezcla sin que se produzcan problemas de segregación, el tiempo en que la mezcla se puede trabajar sin que fragüe o se seque, la facilidad de colocación y la capacidad que posee la mezcla para retener el agua aun estando en contacto con superficies absorbentes como los tabiques u otros elementos constructivos. Como se puede uno imaginar, resulta muy difícil calificar la trabajabilidad de una mezcla con una simple prueba, sin embargo se ha logrado evaluar de manera indirecta la trabajabilidad de una mezcla por medio de la prueba de fluidez, aunque en realidad la prueba de fluidez se relaciona más concretamente con lo aguado de la mezcla. Igual que para el concreto la prueba de fluidez se hace por medio del cono de Abraham siguiendo los mismos pasos antes mencionados.

Prueba de la resistencia del mortero

La resistencia de los morteros se desarrolla principalmente por la hidratación del cemento, la estructura que se logra, integrada por los granos de arena rodeados por la pasta de cemento endurece poco a poco convirtiéndose con el tiempo en una piedra artificial. Los investigadores han llegado a correlacionar de manera exhaustiva la resistencia del mortero (kg/cm^2) con la relación por peso entre el agua y el cemento. De entre estas pruebas resulta especialmente ilustrativa para el caso de mamposterías de tabique la prueba para evaluar la capacidad de adherencia de los morteros, la norma que

Para cubrir este ensaye es la ASTM C-1072 la cual indica como probar la resistencia a la adherencia de los tabiques pegados con mortero, para esto se emplea una llave especial con la que se aplica un momento sobre el tabique superior de un muro de prueba construido para el caso, según se puede apreciar en la figura. La prueba debe instrumentarse para detectar el momento necesario para lograr desprender el tabique de arriba. La ventaja de la prueba anterior es que además de permitir evaluar la capacidad de adherencia del mortero, también se puede usar como una medida de control de calidad en la construcción de muros de mampostería de tabique.

2.2.2.5. DOSIFICACIÓN DEL MORTERO

Los morteros pueden dosificarse por peso o por volumen, debiéndose conciliar una gran cantidad de factores que hacen verdaderamente imposible definir un método de diseño de mezclas con validez universal, ya que si el método proviene de datos estadísticos generados con mezclas de ensayo, no existe ninguna garantía de que los materiales usados en dichos ensayos sean similares a los que el usuario del método tendrá a su alcance. Por otro lado los métodos eminentemente teóricos tampoco son aplicables pues carecen de validez real.

Lo más aconsejable es generar mezclas representativas por medio de ensayos de laboratorio, para esto se deben emplear los materiales disponibles pero adecuados para el trabajo, también se debe tratar de simular las condiciones ambientales que regirán en la obra, y finalmente, se deben realizar los ajustes de campo necesarios para controlar la calidad del producto final.

Algunos principios fundamentales en la dosificación de morteros incluyen lo siguiente:

- ◆ Morteros con altos consumos de cemento generan altas resistencias pero también pueden agrietarse excesivamente durante el secado.
- ◆ Los morteros con bajo contenido de cemento son muy estables a los cambios volumétricos, pero poseen muy baja adherencia, también son muy absorbentes y por su baja resistencia son menos durables y rigidizan menos a estructuras como la mampostería de tabique.
- ◆ Los morteros con altos contenidos de arena son más económicos y más estables a los cambios volumétricos, siempre y cuando cumplan con la resistencia deseada.
- ◆ La granulometría, textura y forma de los granos de arena son muy importantes en el comportamiento de los morteros en estado fresco y tienen que ver tanto en el consumo de pasta de cemento como en la resistencia final del producto.
- ◆ Los morteros que poseen aire introducido son muy trabajables y son más durables al intemperismo.

Las fibras permiten desarrollar una gran resistencia al agrietamiento pues actúan como elementos de refuerzo a tensión, no imparten una ganancia significativa en la resistencia a tensión del mortero, sin embargo ésta se mejora lo suficiente para disminuir notablemente la cantidad de micro-grietas que suelen aparecer por contracción de secado o por cambios volumétricos, en morteros se puede emplear de 1 a 2.5 kg de fibra por m³ de mezcla.

La tabla muestra algunas de las dosificaciones del mortero por volumen:

PROPORCIÓN CEMENTO : ARENA POR VOLUMEN	APLICACIONES Y OBSERVACIONES
1 : 1	Mortero rico, empleado para rellenar grietas o resanar. Consistencia aguada. Alta adhesividad e impermeabilidad.
1 : 2	Mortero útil para juntar mampostería de alta resistencia (piedra, tabique o bloque de concreto). Alta impermeabilidad.
1 : 3	Junteo de mamposterías de uso común. Buena resistencia al intemperismo. Aplanados en general.
1 : 4-6	Enladrillados en azoteas, pisos en baños. Aplanados en general. Junteo de piedras braza en lugares no muy húmedos.

Tabla 2.8. Proporcionamiento de morteros por volumen y características

2.2.3. AGREGADOS DEL CONCRETO Y MORTERO

Como se es conocido, el concreto es la mezcla tanto de elementos activos (cemento-agua) como de elementos inertes (arena-grava), y en algunos casos aditivos. Sin los primeros cuatro, no se podría realizar dicha mezcla. El concreto debe cumplir resistencias y revenimientos, pero solo el muy cemento no puede sólo cumplir dichos requerimientos, los otros elementos deben pasar por pruebas para poder ser aceptados como tales, de lo contrario el concreto sería una mezcla pobre no duradera. La arena y la grava deben cumplir ciertos requerimientos de graduación, tamaños, contenidos de humedad, resistencia a los desgaste para lograr ser un perfecto aliado a la pasta cemento-agua. A continuación se define cada uno de los agregados, finos y gruesos, así como las características y pruebas que se le realizan a cada uno de ellos:

Agregado fino y grueso



Imagen 2.15. Arena y grava

El agregado fino o arena, es parte del concreto y mortero, y no es más que el agregado que pasa el tamiz número 4 (4.75 mm) y al mismo tiempo se retiene en el tamiz número 200 (0.08 mm). En cambio la grava es el material que se retiene en el tamiz número 4 (4.75 mm). Ambos materiales deben cumplir con la Norma ASTM C-136:

Granulometría de los agregados. Consiste en determinar la graduación del material, es decir la distribución del tamaño de las partículas, de manera de identificar si dicho agregado es adecuado usarse para el concreto. La prueba se realiza por medio de un tamizado, mecánico o manual, que como resultando obtendremos una curva granulométrica “% de peso pasando vs tamaño de tamiz”. Además deben cumplir con la Norma ASTM C-33: Propiedades de los agregados del concreto, así como también lo especificado en la Norma ASTM C-125: Módulo de finura, éste último sólo se determina para el agregado fino, dicho valor debe oscilar entre el rango de 2.2 a 3.1, si es menor es un indicativo de arena demasiado fina, y si es mayor es un indicativo de arena demasiado gruesa.

El peso volumétrico, la absorción, la densidad y la sanidad son otras propiedades y características que son muy importantes determinar de las arenas y las gravas; con el peso volumétrico se puede detectar si el material es o no poroso, si lo es no es recomendable utilizarlo en el concreto puesto que esto ocasiona vacíos; la absorción de los materiales manifiesta cuanto contenido de agua pueden contener, si contienen demasiado, a la hora

de la mezcla éstos absorben el agua del diseño del concreto, reduciendo la relación agua-cemento; La densidad, y determina cuánta masa del material hay por m^3 ; por último pero no menos importante, está la sanidad, definida como la capacidad del material para resistir el deterioro y la desintegración por intemperismo (la que más afecta es el congelamiento o deshielo), la Norma ASTM C-88 muestra un procedimiento para detectar la sanidad de los agregados.

Para la grava, se realiza una prueba muy fundamental: Prueba de abrasión, consiste en colocar una cierta cantidad de material grueso, según lo especificado en la Norma ASTM C-131, en la Máquina de Los Ángeles, donde es puesto a girar y dentro de él además se colocó unas esferas de acero con determinado tamaño, que impactan con la grava, triturándola. Al final del ensayo, se concluye si el agregado es resistente al desgaste y al impacto. En carreteras por ejemplo, no se permite que el agregado presente un desgaste mayor al 40%.

Agua

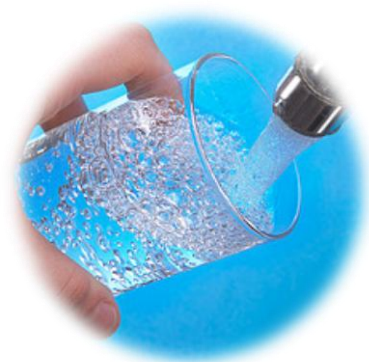


Imagen 2.16. Agua potable

Uno de los elementos que mayormente en la construcción casi no se toma en cuenta pero que en realidad si es de vital importancia es el agua. El agua que se utilice en el concreto debe ser libre de contaminantes ya que éstos pueden alterar las propiedades químicas del concreto, alterando resistencias, calor de hidratación, etc. Hasta la propia agua que se utiliza en el

curado tanto de especímenes para pruebas de laboratorio como el que se utiliza para curar elementos de concreto debe ser potable, fresca, limpia de suciedad. Si puedes beber el agua entonces estará bien para usarse.

En el capítulo 3 y 4 de nuestra investigación, se detallarán los procedimientos, según cada norma, que se deben seguir para cada una de las pruebas, detallando resultados así como materiales y equipo utilizado.

2.2.4. GOMA TRITURADA COMO AGREGADO A CONCRETO



Imagen 2.17. Polvo de neumático

En la actualidad ya se cuenta con el uso de goma triturada como agregado a concreto en algunos países donde el reciclaje se ha implementado como una ley. La goma triturada es nada más y nada menos que el neumático triturado, para ello lleva un proceso mecánico, para llegar a trocitos sin las fibras de acero incluidas en el neumático en sí. Como ya se expuso, los estudios sobre este tipo de nuevo material reciclado de construcción, viene desde 1994 en EEUU en las Universidades de Colorado y California, lastimosamente se ha quedado en investigaciones y en muy pocos países se ha aplicado teniendo éxito en los elementos construidos, como lo es en Puerto Rico, donde aceras, y muros de bloques de concreto-neumático ya están funcionando.

2.3. MARCO NORMATIVO

2.3.1. MARCO NORMATIVO NACIONAL

En el salvador no existe una ley o reglamento que regule cómo deben ser tratados los neumáticos cuando estos llegan a su vida útil final, sin embargo existen marcos regulatorios que sujetan las actividades del manejo integral de desechos sólidos donde se incluyen los neumáticos, como los que dispone el Consejo Municipal de Nueva San Salvador en nuestro país que presenta lo siguiente:

De conformidad a lo establecido en el Artículo 4 Numeral 19 del Código Municipal, es competencia de los municipios prestar el servicio de recolección, transporte y disposición final de los desechos sólidos, y que el cumplimiento de estas obligaciones requiere de la participación y esfuerzo conjunto de autoridades, empresa privada y vecinos de la localidad. De acuerdo a las ordenanzas reguladoras de los desechos sólidos, título V, donde habla sobre las Transferencias y disposición final de los desechos sólidos especiales. Artículo 13. Transferencia y disposición final de los desechos sólidos especiales. Llantas y neumáticos usados: deberá suscribirse un convenio avalado por el MARN entre la municipalidad y la empresa que este ejecutando un proyecto de disposición final de estos desechos de manera que estos puedan ser recolectados, almacenados y transportados hasta sus instalaciones fabriles o disposición final. Para estos efectos, la municipalidad deberá contar con un predio de dimensiones y ubicaciones adecuadas, destinado a su captación temporal.

Se espera que bajo el nuevo plan de manejo y disposición final responsable de llantas en desuso en El Salvador propuesta por el MARN se logre crear algunas normativas o leyes para este fin y no se estén improvisando con normativas o leyes internacionales.

2.3.2. MARCO NORMATICO INTERNACIONAL

A nivel internacional países desarrollados como Alemania, Canadá, Dinamarca, Estados Unidos, Malasia, Hong Kong e Indonesia, así como países de nuestra región Panamá, Costa Rica y en el Caribe como Puerto Rico ya han regulado este problema adoptando leyes y reglamentos como los que se muestran en el siguiente cuadro :

Países y sus normas con respecto a la goma triturada:

PAÍS	TIPO DE REGULACIÓN	AÑO EN EL QUE SE ESTABLECIÓ	DESCRIPCIÓN
ALEMANIA	LEY	1972	Reciclado de neumáticos
CANADÁ	LEY	1980	Reciclado, manejo y disposición final de neumático
DINAMARCA	LEYES	1973	Tratados del reciclado del neumático
ESTADOS UNIDOS	LEY	1976	Reciclados del neumático
HONG KONG	LEYES	1991	Disposición final del neumático
INDONESIA	REGLAMENTO	1994 y 1995	Reciclado final del neumático
MALASIA	REGLAMENTO	1989	Reciclado final del neumático
TAILANDIA	LEY8ES	1992	Reciclado, disposición final del neumático

Tabla 2.9. Países y sus leyes para el tratamiento de llantas en desuso.

Ley de Puerto Rico: El manejo adecuado de neumáticos en desuso ha sido uno de los grandes retos para las autoridades de este país. Ley para el manejo adecuado de neumáticos en Puerto Rico, 31 de agosto de 1996, conocida como “Ley de manejo de neumáticos”, fue la primera ley especial que se aprobó para manejar dicho material y promover la utilización del mismo para la elaboración de nuevos productos, así como prohibir su disposición en los sistemas de relleno sanitario del país. Dicha legislación aportó a la creación y establecimiento de una industria de transportadores, procesadores, exportadores, recicladores e instalaciones de uso final de neumáticos en desuso.

Asimismo reconoce que el uso del material proveniente de los neumáticos en desuso puede ser diverso y variado. Este puede ser utilizado como material para la manufactura de otros productos, tales como asfalto con goma y productos moldeados, como agregado en proyectos de ingeniería civil no estructural, tales como: uso de jardinería, para sistemas de drenajes pluviales, en obras de construcción de uso no estructural, las cuales soportan cargas estructurales menos a tres mil libras de presión por pulgada cuadrada (como acera, encintados, nichos y panteones para cementerios, muros de contención, paredes arquitectónicas, jardinerías, paredes para controlar el ruidos, construcción de barreras de impacto, control de erosión de terreno, construcción de verjas separadoras, construcción de diques para lagunas, entre otras, según aceptados por la América Society for testing and materials ASTM) para tales usos se puede sustituir el caucho triturado por agregado de construcción, proveniente de la corteza terrestre, los usos no estructurales del neumático tienen que ser endosados por la autoridad, sin menoscabo de cualquier otra aprobación gubernamental aplicable según la actividad propuesta.

NORMA	ARTÍCULO	COMENTARIO
“Ley para el manejo adecuado de neumáticos en Puerto Rico”	Artículo 2, inciso z	Usos del neumático o goma triturada o pulverizada como agregado en obras ingenieriles (Uso no estructural) las cuales soportan cargas estructurales menos de 3000lbs/pulg ² .

Tabla 2.10. Norma Puerto Rico sobre el tratamiento de los neumáticos en desuso.

Normas ASTM

NORMA	DESCRIPCIÓN
ASTM C-31	Práctica para elaboración y curado en el campo de especímenes de concreto para ensayo
ASTM C-33	Especificaciones de agregados para concreto
ASTM C-39	Resistencia a la compresión y módulo de ruptura de cilindros testigos
ASTM C-75	Muestreo de agregados
ASTM C-87	Probado de mortero
ASTM C-94	Ensayos de revenimiento, contenido de aire, masa volumétrica
ASTM C-109	Método de prueba estándar para resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico
ASTM C-125	Terminología estándar relacionada al concreto y agregados del concreto: cálculo del módulo de finura
ASTM C-128	Método de prueba estándar para densidad, densidad relativa (gravedad específica), y absorción de agregado fino
ASTM C-136	Análisis granulométrico del agregado fino y grueso
ASTM C-143	Método de prueba estándar para revenimiento de concreto de cemento hidráulico
ASTM C-150	Especificación estándar para cemento portland
ASTM C-172-99	Práctica estándar para muestreo de concreto fresco
ASTM C-187-98	Método de prueba estándar para consistencia normal de cemento hidráulico
ASTM C-188-95	Método de prueba estándar para densidad de cemento hidráulico
ASTM C-192	Práctica para elaboración y curado en el laboratorio de especímenes de concreto para ensayo

ASTM C-270	Especificación estándar para mortero para unidad de mampostería
ASTM C-293	Método de prueba estándar para resistencia a flexión de concreto (usando vigas simplemente apoyadas con carga puntual al centro)
ASTM C-305-99	Práctica estándar para mezclado mecánico de pastas de cemento hidráulico y morteros de consistencia plástica
ASTM C-511	Especificación para cabinas de humedad, cuartos húmedos y tanques para almacenamiento de agua usados en el ensayo de cementos hidráulicos
ASTM C-566	Método de ensayo para el contenido de humedad total del agregado por secado
ASTM C-617	Cabeceo de cilindros de concreto
ASTM C-702	Reducción de las muestras de campo para ensayos de laboratorio
ASTM C-845	Especificación para cemento expansivo hidráulico
ASTM C-1064	Método de ensayo para la temperatura de concreto mezclado fresco de cemento portland
ASTM C-1077	Práctica para laboratorios que ensayan concreto y agregados para concreto para uso en construcción y criterios para evaluación de laboratorios

Tabla 2.11. Normas ASTM que se utilizarán en la investigación.

Norma ACI 211.1-91

Práctica estándar para seleccionar proporciones para concreto normal, pesado y masivo

NORMA	DESCRIPCIÓN
ACI 211-91, Capítulo 3: RELACIÓN BÁSICA	<ul style="list-style-type: none"> → Sección 5: Relación agua – cemento o agua – cementantes → Sección 6: Durabilidad → Sección 7: Densidad → Sección 8: Generación de calor
ACI 211-91, Capítulo 6, Sección 3: PROCEDIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> → 6.3.1: Elección del revenimiento. Tabla 6.3.1-Revenimientos recomendados para varios tipos de construcción. → 6.3.2: Elección del máximo tamaño de agregado. → 6.3.3: Estimación del agua de mezclado y contenido de aire. Tabla 6.3.3-Requerimientos de agua de mezclado aproximada y contenido de aire para diferentes revenimientos y tamaños máximos nominales de agregados.

	<ul style="list-style-type: none"> → 6.3.4: Selección de la relación agua-cemento o agua- material cementante. Tabla 6.3.4 (a)- Relaciones entre relación agua cemento o agua- materiales cementa. Tabla 6.3.4 (b)- Relaciones máximas permisibles agua-cemento o agua- materiales cementantes para concreto en exposición severa. → 6.3.6: Estimación del contenido de agregado grueso. Tabla 6.3.6-Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto. → 6.3.7: Estimación del contenido de agregado fino. Tabla 6.3.7.- Primera estimación de peso de concreto fresco. → 6.3.8: Ajustes para la humedad de agregado. → 6.3.9: Ajustes de mezclas de prueba.
--	---

Tabla 2.12. Fuente: Normas ACI 211.1-91

2.3.2.1 REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL (AGREGADOS DE CONCRETO)

NORMA	DESCRIPCIÓN
Parte 2, Capítulo 3	<ul style="list-style-type: none"> → 3.1.3: Ensayo de materiales Determina el registro de ensayos de materiales y del concreto que deben conservarse, al menos durante dos años después de la terminación del proyecto. → 3.2.2: Para las diferentes pruebas y ensayos, se requieren el mismo tipo de concreto para todos los especímenes. → 3.4.1: Define el agua a utilizar en el diseño de mezclas para los especímenes de las pruebas. Debe estar limpia y libre de elementos perjudiciales. → 3.4.3: No se debe utilizar agua no potable en el concreto, caso contrario se deben cumplir unas condiciones que se detallan en este artículo. → 3.4.3.1: Define la selección de la dosificación del concreto, debe basarse en mezclas de concreto con agua de la misma fuente. → 3.4.3.2: Define que los ensayos hechos con agua no potable, para cubos de mortero, deben tener resistencia a los 7 y 28 días, de por lo menos al

	90% de las muestras similares hechas con agua potable.
Parte 3, Capítulo 5	<ul style="list-style-type: none"> → 5.1.2: Define los requisitos para esfuerzo a compresión que deben basarse los ensayos de cilindros hechos y ensayados como se establece en 5.6.3 → 5.1.5: Define que los ensayos de resistencia a la tracción por hundimiento del concreto, no sean aceptados para usos y control de la resistencia. → 5.2.1: Relación agua-cemento seleccionada debe ser lo suficientemente baja, o la resistencia a la compresión lo suficientemente alta. → 5.2.2: Recomienda las diferentes proporciones y métodos para seleccionar y ajustar la dosificación del concreto de peso normal. → 5.6.2.1: Determina frecuencia de los ensayos para resistencia de cada clase de concreto colocado cada día. → 5.6.2.1 (a): Define la frecuencia de los ensayos por cada día que se coloque concreto. → 5.6.2.1 (b): Define la frecuencia de ensayos por cada 120 m³ de concreto que se coloque (o que se han colocado). → 5.6.2.1 (c): Define la frecuencia de ensayos por cada 500 m² de superficie de losa o muro construida cada día.

Tabla 2.13. Fuente: Norma ACI 318S-05

2.3.2.3 TERMINOLOGÍA DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE INGENIEROS CIVILES (ASCE, 2006)

La goma triturada proveniente del neumático reciclado, abarca un sin número de tipos de material que varía según su tamaño, forma, y empleo del material. Para evitar confusiones la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE, 2006) ha propuesto la terminología que se resume en la siguiente tabla:

Descripción del neumático triturado según tamaño de partículas.






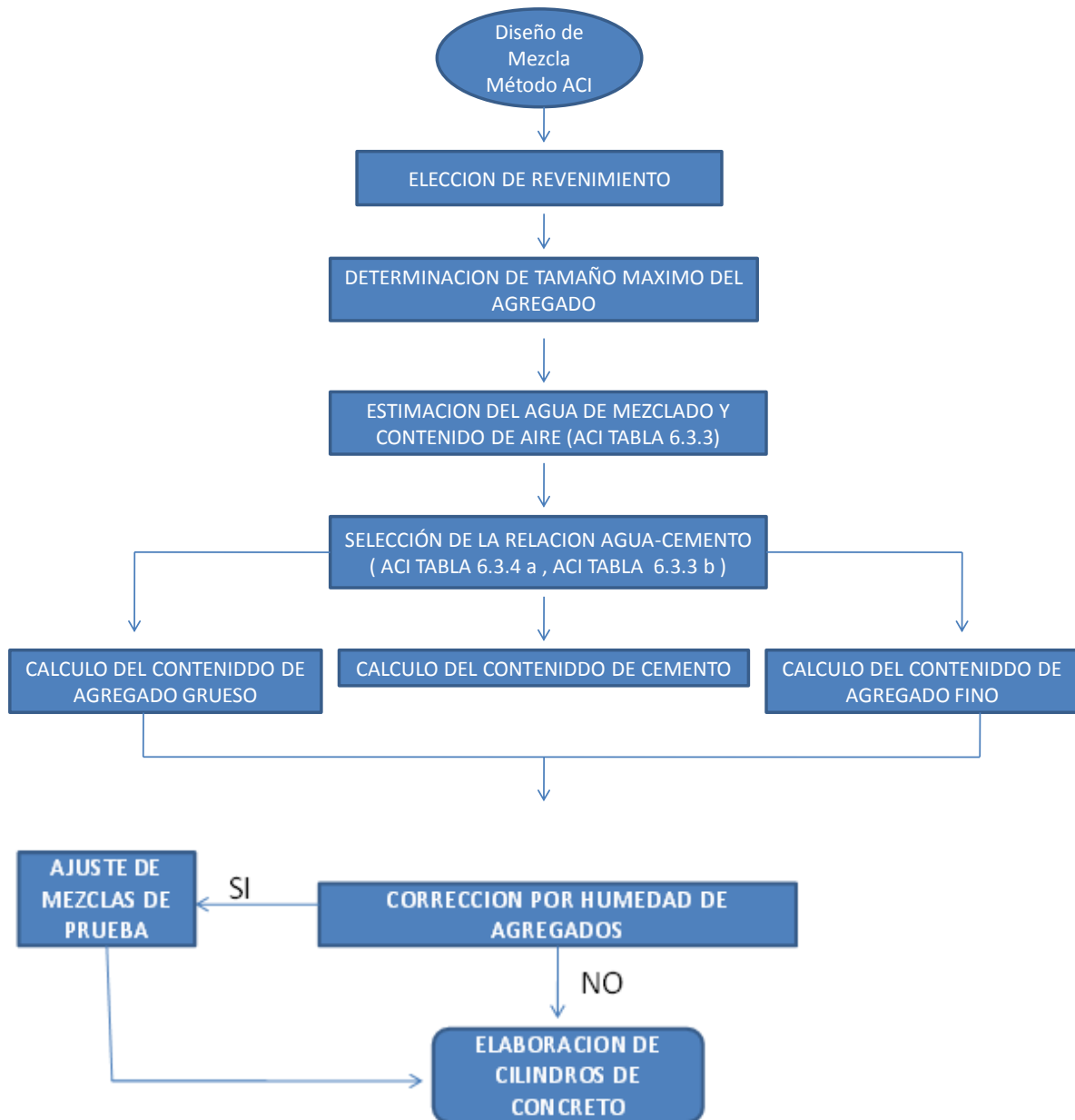
TÉRMINO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
<p>Neumático entero</p> 	<p>Neumático entero</p>
<p>Neumático triturado</p> 	<p>Este material es producido en el proceso de corte primario. Los pedazos suelen estar dentro del rango entre 101 mm (4 in) y 202 mm (8 in), pero pueden llegar hasta los 460 mm (18 in). Los pedazos de neumático tienen forma plana y suelen ser algo irregulares. normalmente los pedazos no reciben un tratamiento para remover metales por lo que puede contener correas de acero expuestas o puntas de metal, la densidad de este material compactado es variable, para materiales sueltos puede estar aproximadamente entre 390 kg/m³ (24 lb/ft³) hasta 535 kg/m³ (33 lb/ft³), y para un estado más denso oscila entre 650 kg/m³ (40 lb/ft³) hasta 840 kg/m³ (52 lb/ft³)</p>
<p>Viruta de neumático</p> 	<p>Es un material uniforme en cuanto a tamaño, este se encuentra en un rango entre 25 mm (1 in) y 50 mm (2 in), su producción se realiza por corte primario y secundario. Son más equidimensionales. La densidad suelta varía y puede estar entre 320 kg/m³ (20 lb/ft³) hasta 490 kg/m³ (lb/ft³), la densidad compactada se encuentra en el rango entre 570 kg/m³ (35 lb/ft³) hasta 730 kg/m³ (45 lb/ft³). la gravedad específica oscila entre 1.1 y 1.3</p>
<p>Caucho molido triturado</p> 	<p>Son partículas entre 19 mm (3/4in) hasta aproximadamente 0.15 mm (tamiz no 100). la molienda se realiza con granuladores, molinos de martillo y máquinas de corte fino, las correas de acero son removidas con separadores magnéticos, también se remueven algunas partículas de fibra de vidrio</p>
<p>Miga de goma</p> 	<p>Contiene partículas que van desde 0.075 mm hasta 4.75 mm. Una aplicación muy común es como parte de asfalto modificado. La trituración se realiza en varias etapas e incluye el uso de tambores rotadores de acero corrugado, platos de acero, micromolinos. Las correas de acero son también removidas. la gravedad específica de este material se encuentra alrededor de 1.15. Por cada llanta triturada se obtiene un aproximado de 6 a 8 lb de goma triturada.</p>

Tabla 2.1. Fuente: ASCE 2006.

Esquema 2. Esquema de elaboración de diseño de mezcla.



CAPÍTULO 3.0

CONCRETO: PROCEDIMIENTO Y EJECUCIÓN DE PRUEBAS DE LABORATORIO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS







3.0. CONCRETO: PROCEDIMIENTO Y EJECUCIÓN DE PRUEBAS DE LABORATORIO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS






3.1. GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS PARA CONCRETO (ASTM C-136)

Por medio de la granulometría de los agregados, se determina la distribución de los tamaños de partículas de los agregados, tanto finos como gruesos, a través de un tamizado. De igual manera se estudiará la goma triturada con granulometría cómo si fuese para agregado fino, por el hecho que el tamaño de las partículas de la goma triturada es similar a las del agregado fino. La prueba de granulometría está regida por la Norma ASTM C-136, así como: ASTM C-33 “Especificaciones de agregados para concreto”, ASTM C-75 “Muestreo de agregados”, y ASTM C-125 “Cálculo del módulo de finura”.

A continuación se describe el procedimiento para la realización del tamizado del agregado fino para concreto, así como también los materiales y equipo que se emplearán y el análisis de resultados.

 **Material y Equipo**

Material y Equipo	Descripción
	<p>Arena. La arena a utilizar debe cumplir ciertas características, sobre todo el de cumplir con los rangos del módulo de finura antes mencionados. Para esta investigación, se está utilizando material del banco de arena de Aramuaca, San Miguel.</p>
	<p>Grava. La grava utilizada en esta investigación procede del banco de materiales de El Carmen, La Unión.</p>
	<p>Goma triturada. Se utiliza goma triturada obtenida de las Canchas El Ché, San Miguel, la cual se tamizará como agregado fino.</p>
	<p>Horno. Para el secado del material, tanto fino como agregado.</p>

	<p>Balanza. Tiene 0.1 gr de precisión para ser más precisos con la toma de pesos, así también como su juego de pesas.</p>
	<p>Juego de mallas para agregado fino. No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100 y No.200, fondo y tapa.</p>
	<p>Juego de mallas para agregado grueso. $\frac{3}{4}$" , $\frac{1}{2}$" , $\frac{3}{8}$" y No. 4.</p>
	<p>Brocha. La brocha se utiliza para limpiar las mallas y el depósito utilizado en la balanza, así se toma el peso de la más mínima partícula del agregado, siendo más precisos.</p>
	<p>Recipiente de aluminio. Para colocar la muestra en el horno.</p>




	<p>Cucharón de aluminio. Para el manejo de la grava.</p>
	<p>Palas. Se ocupan al cuartear la grava.</p>
	<p>Rop-Tap. Vibrador mecánico que facilita el tamizado.</p>

Tabla 3.1. Descripción de material y equipo de la prueba de granulometría ASTM C-136

PROCEDIMIENTO

Determinar el peso de la muestra.

De acuerdo a la Norma ASTM C-136, la cantidad de muestra de agregado fino, no debe ser menor 300 gr. De la siguiente tabla podemos determinar el peso de la muestra:

Agregado fino

Peso	Descripción
300gr	Agregado en el que por lo menos el 95% pasa la malla No. 8.
500gr	Agregado en el que por lo menos el 90% pasa la malla No. 4 y más de 5% queda retenida en la malla No. 8.

Tabla 3.2. ASTM C-136

Para la determinación de cantidad de agregado grueso, se hizo de igual manera de acuerdo a tablas de la Norma ASTM C-136.

Agregado Grueso

Tamaño máximo nominal mm (in)	Tamaño de muestra mínimo kg(lb)
9.5(3/8)	1(2)
12.5(1/2)	2(4)
19(3/4)	5(11)
25(1)	10(22)
37.5(1 ½)	15(33)
50(2)	20(44)
63(2 ½)	35(77)
75(3)	60(130)
90(3 ½)	100(220)
100(4)	150(330)
125(5)	300(660)

Tabla 3.3. ASTM C-136

Secado de la muestra

Para realizar esta práctica es necesario que la muestra esté completamente seca. El secado puede ser en un horno (24 horas a $110\pm 5^{\circ}\text{C}$) o al aire. Luego se toma el peso determinado según la tabla. En este caso se tomó un peso de 500 gr para agregado fino y 5kg para agregado grueso. Para la goma triturada se tomó la misma cantidad de arena.

Ensamblar mallas

El ensamblado de las mallas se hace de orden decreciente a la abertura de la malla, y colocar la muestra en la malla superior de tal manera que la malla no quede sobrecargada y así todas las partículas tendrán la oportunidad de pasar por medio de las mallas hasta retenerse en una de ellas sin interrumpir el paso de las otras. Si la muestra es demasiada y hay un sobrecargo en los tamices, deberá dividirse la muestra para tamizado y al final se hace una sumatoria de todos los pesos retenidos en cada malla. Cada tanda de tamizado deberá contar con su tapa y fondo de tal manera que la muestra se pese en su totalidad y no halla desperdicio.

Vibración

Las mallas o tamices se agitan por medio del ROP-TAP durante un tiempo de 15 minutos, posteriormente se deja reposar de 3 a 5 minutos para que el polvo se asiente.

Cálculos y análisis granulométrico

Seguidamente se toman los pesos retenidos por cada malla, fondo y tapa, llenando la tabla de granulometría, sumando la cantidad de material retenida en cada malla, lo que nos permitirá detectar cualquier pérdida durante el proceso de tamizado, si se tiene una pérdida de más de 0.5%, con respecto al inicial se considera que el ensayo no es satisfactorio, si es menor se considera válido y se procederá a compensar sumando o restando la diferencia entre el peso total de la muestra antes del tamizado y el peso total de la muestra después del tamizado, al mayor peso retenido, con el fin de obtener el peso inicial de la muestra. Se calculan los porcentajes de material retenido en cada tamiz, dividiendo el peso retenido en cada uno de ellos entre el peso total seco. Con los porcentajes retenidos parciales, calcular los porcentajes retenidos acumulados y los porcentajes pasando. Este llenado de tabla se hace tanto para agregado grueso y fino tal y como se muestra a continuación, donde el significado de la simbología es la siguiente: “*t*”= *Peso de cada tamiz*; “*T*”= *Peso total de la muestra ensayada*; “*f*”= *Porcentaje retenido*; “*S*”= *Porcentaje retenido acumulado*.

Tabla de análisis granulométrico para agregado fino

Tamiz No.	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasando
4	t_1	$f_1 = (t_1/T) \times 100\%$	f_1	$100 - f_1$
8	t_2	$f_2 = (t_2/T) \times 100\%$	$f_1 + f_2 = S_1$	$100 - S_1$
16	t_3	$f_3 = (t_3/T) \times 100\%$	$S_1 + f_3 = S_2$	$100 - S_2$

30	t_4	$f_4 = (t_4 / T) \times 100\%$	$S_2 + f_4 = S_3$	$100 - S_3$
50	t_5	$f_5 = (t_5 / T) \times 100\%$	$S_3 + f_5 = S_4$	$100 - S_4$
100	t_6	$f_6 = (t_6 / T) \times 100\%$	$S_4 + f_6 = S_5$	$100 - S_5$
200	t_7	$f_7 = (t_7 / T) \times 100\%$	$S_5 + f_7 = S_6$	$100 - S_6$
Fondo	t_8	$f_8 = (t_8 / T) \times 100\%$	$S_6 + f_8 = 100\%$	$100 - 100 = 0\%$
Σ	T	100%		

Tabla 3.4. Elaboración propia.

Tabla de análisis granulométrico para agregado grueso

Tamiz No.	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasando
2”	t_1	$f_1 = (t_1 / T) \times 100\%$	f_1	$100 - f_1$
1 ½”	t_2	$f_2 = (t_2 / T) \times 100\%$	$f_1 + f_2 = S_1$	$100 - S_1$
1”	t_3	$f_3 = (t_3 / T) \times 100\%$	$S_1 + f_3 = S_2$	$100 - S_2$
¾”	t_4	$f_4 = (t_4 / T) \times 100\%$	$S_2 + f_4 = S_3$	$100 - S_3$
½”	t_5	$f_5 = (t_5 / T) \times 100\%$	$S_3 + f_5 = S_4$	$100 - S_4$
3/8”	t_6	$f_6 = (t_6 / T) \times 100\%$	$S_4 + f_6 = S_5$	$100 - S_5$
4	t_7	$f_7 = (t_7 / T) \times 100\%$	$S_5 + f_7 = S_6$	$100 - S_6$
Fondo	t_8	$f_8 = (t_8 / T) \times 100\%$	$S_6 + f_8 = 100\%$	$100 - 100 = 0\%$
Σ	T	100%		

Tabla 3.5. Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos en las tablas, tanto para agregados grueso y fino, se trazan las curvas granulométricas en una gráfica que tiene como abscisa en la escala




logarítmica la abertura de las mallas y por ordenadas los porcentajes de material que pasan por dichas mallas a escala natural. Para agregados finos se determina el módulo de finura para el agregado fino, sumando los % acumulados retenidos desde la malla No. 4 hasta la malla No. 100, dividiéndolo entre 100. El resultado del módulo de finura que se obtiene se contrasta con los rangos siguientes: Para módulos de finura menores a 2.2, se considera que el agregado fino es demasiado fino, y mayores q 3.1, un agregado demasiado grueso. Para este caso, el módulo de finura obtenido fue de 2.54. La curva granulométrica se considera aceptable puesto que es una curva suave, que denota una arena bien distribuida.

3.2. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y MÓDULO DE RUPTURA DE CILINDROS TESTIGOS (ASTM C-39) Y RESISTENCIA A FLEXIÓN DE CONCRETO (ASTM C-293)

Para la determinación de la resistencia a la compresión y módulo de ruptura de cilindros testigos y resistencia a la flexión del concreto, es importante tomar en cuenta la Norma ASTM C-31: “Práctica para elaboración y curado en el campo de especímenes de concreto para ensayo”, especifica el procedimiento a seguir para la elaboración de los cilindros y viguetas de concreto para la prueba en estudio; Norma ASTM C-192: “Práctica para elaboración y curado en el laboratorio de especímenes de concreto para ensayo”; y la Norma ASTM C-1064: “Método de ensayo para la temperatura de concreto mezclado fresco de cemento portland”.

A continuación se detalla y describe material y equipo, así como el procedimiento para la ejecución de dicha prueba (el material del agregado fino, grueso y la goma triturada tienen las mismas características antes descritas por lo que no se incluyeron en la tabla):

 **Material y Equipo**

Material y Equipo	Descripción
	<p>Cemento. Para esta investigación se ocupó Cemento Tipo I.</p>
	<p>Agua. El agua debe ser potable y libre de contaminantes para un buen concreto.</p>
	<p>Moldes cilíndricos. Dichos moldes para colar especímenes de concreto conforman los requerimientos de la especificación C-470.</p>

	<p>Moldes de vigas. Las superficies interiores de los moldes tendrán que ser suaves. Los lados, fondo, y finales tendrán que ser a ángulos rectos a cada otro y tendrán que ser rectos y verdadero y libre de curvas.</p>
	<p>Balanza digital. Peso máximo que soporta es de 30kg.</p>
	<p>Varillas apisonadoras y aparato de revenimiento. De acero con extremos redondeados, con dimensiones de 3/8 in (16mm) en diámetro y aproximadamente 24 in (600mm) de largo. El aparato de revenimiento, conocido como Cono de Abrams. Realizando la medición del revenimiento se detecta la trabajabilidad del concreto</p>
	<p>Palas y cucharas. Para manejo de los agregados y del concreto en sí.</p>
	<p>Mazo. Con cabeza de goma o cuero crudo pesando</p>

	<p>1.25±0.50 lb (0.6±0.2kg), se utiliza para el golpeo exterior de los moldes en el momento de llenado para evitar el contenido de aire.</p>
	<p>Brocha y aceite. Se utiliza para la aplicación de aceite en las paredes internas de los moldes y evitar que el concreto se adhiera a éstas.</p>
	<p>Mezclador mecánico. Para el mezclado de los agregados.</p>
	<p>Termómetro. Para la medición de la temperatura del concreto.</p>
	<p>Cinta. Para medir revenimiento.</p>
	<p>Depósito de almacenamiento. Este depósito de almacenamiento debe ser capaz de mantener a los especímenes en total humedad.</p>



Cubetas y manguera. Las cubetas sirven para poder pesar los agregados del concreto según el diseño del mismo.

Tabla 3.6. Descripción de material y equipo para la elaboración de especímenes de concreto.

PROCEDIMIENTO

Elaboración de concreto

1. Limpieza y engrasado de moldes



Imagen 3.1. Moldes cilíndricos

Todos los moldes deben estar limpios y debidamente engrasados ya que al no estarlo, el concreto endurecido se adhiere a las paredes interiores de éstos.

2. Colocación de agregados en la mezcladora mecánica

Para la colocación de los agregados en la mezcladora mecánica, se deben pesar cada uno de ellos (el diseño se realizó mediante dosificación por peso), según la dosificación del diseño para la relación de agua determinada (en esta investigación: 0.65 y 0.79). Para el pesado se hace

uso de cubetas. Una vez colocados todos los agregados, se procede a introducir el agua (también pesada), estos se dejan mezclando un tiempo estimado para la buena adherencia y uniformidad de los mismos, hasta lograr la consistencia y trabajabilidad deseada.



Imagen 3.2. Mezcladora mecánica

◆ **Medición de trabajabilidad**

Esta medición se realiza mediante la prueba de revenimiento, determinada por la Norma ASTM C-94: “Ensayos de revenimiento, contenido de aire y masa volumétrica” y la Norma ASTM C-143: “Método de prueba estándar para revenimiento de concreto de cemento hidráulico”.

Pasos para obtener revenimiento:

1. Humedecer molde y placa. Colocarlos sobre una superficie plana y lisa.
2. Sostener firmemente en el lugar durante el llenado, parándose en los dos pedales.



Imagen 3.3. Prueba de revenimiento, llenado de primera capa

3. De la muestra de concreto, que debe ser una muestra representativa del volumen total del concreto, inmediatamente se llena el molde en tres capas, cada una aproximadamente un tercio del volumen del molde.



Imagen 3.4. Prueba de revenimiento, llenado de segunda capa

4. Se varilla cada capa, con 25 golpes cada una. Para la segunda y tercer capa, realizar los golpes de tal manera que se penetre la capa subyacente.



Imagen 3.5. Prueba de revenimiento, varillado

5. Para la capa superior, se apila el concreto y varilla de tal manera que quede un exceso del filo superior del molde. Cuando se finalice de varillar, se procede a alisar la superficie del concreto por medio de un movimiento de rodado de la varilla apisonadora.



Imagen 3.7. Prueba de revenimiento, alisando superficie de concreto

6. Se retira el material sobrante alrededor del molde y se retira el molde con un movimiento vertical lento. Se coloca el molde junto al concreto para poder medir la diferencia de alturas.



Imagen 3.7. Prueba de revenimiento, medición de revenimiento

Medición de temperatura

Una vez hecha la prueba para verificar la trabajabilidad y tener la medición requerida, se procede a medir la temperatura del concreto, según la Norma ASTM C-1064, se introduce el termómetro en la pila de concreto que quedó de dicha prueba, tal y como se muestra en la figura, dejándolo alrededor de 2 minutos para tener una mejor precisión de la temperatura:



Imagen 3.8. Temperatura de concreto

Elaboración de cilindros

Para la elaboración de cilindros, se tomaron en cuenta las Normas ASTM C-31 y C-39: “Práctica para elaboración y curado en el campo de especímenes de concreto para ensayo”, “Resistencia a la compresión y módulo de ruptura de cilindros testigos”, respectivamente. A continuación se detalla paso a paso, el procedimiento para la elaboración de los cilindros de concreto:

1. Los cilindros deben estar debidamente engrasados, se llenan en tres capas

de igual altura, cada capa es varillada 25 veces de forma uniforme, de tal manera que el varillado toque un tercio de la capa anterior. Después de varillar cada capa, es necesario golpear el molde con el mazo de hule, 15 golpes distribuyéndolos alrededor del molde, estos golpes sirven para evitar el contenido de aire.



Imagen 3.9. Varillado en moldes cilíndricos



Imagen 3.10. Golpeo de paredes exteriores para evitar burbujas de aire en el concreto

2. Al finalizar el golpe de la tercera capa se procede a alisar la superficie, de tal manera que coincida con el borde superior del molde cilíndrico. Se rotula y se coloca en un lugar fresco para mantener la temperatura y no perder contenido de agua por evaporación.



Imagen 3.11. Moldes cilíndricos terminados

Elaboración de viguetas

1. Limpieza y engrasado de moldes prismáticos.
2. Los prismas se llenan en dos capas de igual altura, cada capa es



Imagen 3.12. Engrasado de moldes prismáticos

varillada 40 veces de forma uniforme, de tal manera que el varillado

toque un tercio de la capa anterior. Después de varillar cada capa, es necesario golpear el molde con el mazo de hule, 25 golpes distribuyéndolos alrededor del molde, estos golpes sirven para evitar el contenido de aire.

3. Al finalizar el golpe de la segunda capa se procede a alisar la superficie, de tal manera que coincida con el borde superior del molde prismático. Se rotula y se coloca en un lugar fresco para mantener la temperatura y no perder contenido de agua por evaporación.



Imagen 3.13. Moldes prismáticos terminados

Curado de especímenes

Pasadas 24 horas, es necesario desmoldar, con mucho cuidado para no golpear ni dañar las paredes del cilindro del concreto, ni dañar las aristas de la vigueta de concreto. Los cilindros y viguetas son colocados en el depósito de almacenamiento, en agua, a esta etapa se le conoce como etapa de curado, donde permanecen completamente sumergidos en agua, hasta llegar a su edad de ensayo. Para nuestro estudio, la edad de los ensayos se realizaron a los 7, 14 y 28 días de edad, para los cilindros, y a los 14 y 28 para las viguetas.

◆ Ensayo de cilindros de concreto



Imagen 3.14. Compresión de cilindros de concreto

Para el ensayo de los cilindros de concreto, cada espécimen debe cumplir con la edad requerida para dicho ensayo. Los especímenes se pesan una vez sacados directamente del contenedor de agua, seguidamente se mide el diámetro, que será el promedio de los dos diámetros tomados de la superficie superior, perpendicularmente entre sí, finalmente tomando la última medida

que es la altura. Cuando todas las medidas son debidamente determinadas, se coloca el espécimen sobre la placa inferior, se alinea cuidadosamente el eje del mismo con respecto al centro de la placa de asiento inferior. Al tener perfectamente colocado el espécimen, se le aplica la carga hasta que falle, se registra la carga soportada durante la prueba y anotar el tipo de falla, siguiendo como patrón, los siguientes planos de falla de cilindro:

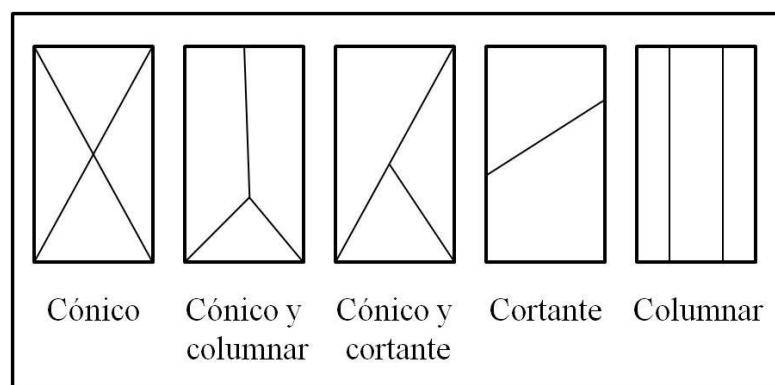


Imagen 3.15. Planos de falla de cilindros de concreto ASTM C-39



Imagen 3.16. Cilindros de concreto después de la falla

Ensayo de viguetas de concreto

Para el ensayo de viguetas, se sacan del lugar de curado, pesando y midiendo su longitud, altura y ancho. Se deberá dividir y marcar la vigueta de tal manera que la se ensaye a los dos tercios a ambos lados de la longitud de la misma. Se ubica la vigueta en los rodillos de apoyo, centrarla y aplicar la carga a la viga hasta que falle. Se toma nota de la carga máxima y el tipo de fractura.



Imagen 3.17. Medición de los tercios medios en viguetas



Imagen 3.18. Colocación de vigueta en máquina para la flexión



Imagen 3.19. Vigueta después de falla

3.3 CÁLCULO DE RESISTENCIAS PROMEDIOS A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En el capítulo uno, se mencionó las diferentes relaciones agua-cemento y porcentajes de goma triturada que se estaría utilizando en la investigación, se calcularon las resistencias promedios y se hizo una comparación entre ellas. A continuación se muestran las tablas resumen de los datos obtenidos en laboratorio de las resistencias a la compresión de los distintos cilindros elaborados. Los resultados fueron analizados por cada relación agua-cemento, así también por cada uno de sus porcentajes, se hicieron dos gráficos, uno representando los resultados de la relación agua-cemento: 0.65 y otro para 0.79 (cada gráfico incluye los porcentajes de 20% y 40%). Además se determinó la media aritmética, desviación estándar (expresando el coeficiente de corrección, en este caso es de 1.16 según ACI 318 Capítulo 5 para muestras de 15 ensayos), coeficiente de variación; con estos valores se procedió a determinar la distribución t de Student, puesto que este es el método que se logra adaptar a nuestro estudio de investigación, ya que el tamaño de la muestra es menor a 30, que es lo que requiere este método estadístico para muestra pequeñas. Ocupamos un nivel de confianza de 95% con un número de muestras de 3 (representan los datos estudiados a los 7, 14 y 28 días, haciendo un total de 3

muestras, cada muestra es el conjunto de 10 ensayos), las hipótesis nula y alternativa, se basaron en las resistencias mínimas que pueden alcanzar las resistencias a los siete días, así como la resistencia que debe alcanzar a los 28 días.

Tabla de resumen de resultados de prueba de laboratorio “Prueba a la Resistencia a la Comprensión de Cilindros Testigos” A/C=0.65

CILINDRO	CARGA (kg)	ENSAYO	EDAD (DÍAS)	CARGA PROMEDIO (kg)	RESISTENCIA (kg/cm²)	PORCENTAJE ALCANZADO	PROMEDIO DE RESISTENCIA POR EDAD (kg/cm²)	
1	32000	1	7	31500	178.25	79.22		
2	31000							
3	33000	2	7	32500	183.91	81.74		
4	32000							
5	35000	3	7	32500	183.91	81.74		
6	30000							
7	32000	4	7	32500	183.91	81.74		
8	33000							
9	31000	5	7	32500	183.91	81.74		182.78
10	34000							
11	35000	6	14	37000	209.38	93.06		
12	39000							
13	38000	7	14	37000	209.38	93.06		
14	36000							
15	35000	8	14	37000	209.38	93.06		
16	39000							
17	39000	9	14	38500	217.87	96.83		
18	38000							
19	39000	10	14	39500	223.52	99.34	213.90	
20	40000							
21	45000	11	28	44000	248.99	110.66		
22	43000							

23	44000	12	28	43500	246.16	109.40	
24	43000						
25	43000	13	28	44000	248.99	110.66	
26	45000						
27	42000	14	28	42500	240.50	106.89	
28	43000						
29	44000	15	28	44000	248.99	110.66	
30	44000						

Tabla 3.7. Elaboración propia.

<i>Tabla de resumen de resultados de prueba de laboratorio “Prueba a la Resistencia a la Comprensión de Cilindros Testigos” A/C=0.65 con 20% de goma triturada.</i>							
CILINDRO	CARGA (kg)	ENSAYO	EDAD (DÍAS)	CARGA PROMEDIO (kg)	RESISTENCIA (kg/cm²)	PORCENTAJE ALCANZADO	PROMEDIO DE RESISTENCIA POR EDAD (kg/cm²)
1	23000	1	7	24000	135.81	60.36	
2	25000						
3	25000	2	7	25500	144.30	64.13	
4	26000						
5	24000	3	7	24000	135.81	60.36	
6	24000						
7	25000	4	7	24500	138.64	61.62	
8	24000						
9	26000	5	7	25500	144.30	64.13	139.77
10	25000						
11	24000	6	14	28000	158.45	70.42	
12	32000						

13	30000	7	14	29500	166.94	74.19	
14	29000						
15	29000	8	14	30500	172.59	76.71	
16	32000						
17	30000	9	14	29500	166.94	74.19	
18	29000						
19	25000	10	14	25000	141.47	62.88	161.28
20	25000						
21	35000	11	28	35000	198.06	88.03	
22	35000						
23	37000	12	28	35500	200.89	89.28	
24	34000						
25	34000	13	28	34500	195.23	86.77	
26	35000						
27	36000	14	28	35500	200.89	89.28	
28	35000						
29	32000	15	28	33500	189.57	84.25	196.93
30	35000						

Tabla 3.8. Elaboración propia.



Tabla de resumen de resultados de prueba de laboratorio “Prueba a la Resistencia a la Compresión de Cilindros Testigos” A/C=0.65 con 40% de goma triturada

CILINDRO	CARGA (kg)	ENSAYO	EDAD (DÍAS)	CARGA PROMEDIO (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	PORCENTAJE ALCANZADO	PROMEDIO DE RESISTENCIA POR EDAD (kg/cm ²)
1	10000	1	7	11000	62.25	27.67	
2	12000						
3	11000	2	7	11000	62.25	27.67	
4	11000						
5	13000	3	7	12000	67.91	30.18	
6	11000						
7	12000	4	7	11000	62.25	27.67	
8	10000						
9	10000	5	7	10500	59.42	26.41	
10	11000						
11	12000	6	14	12000	67.91	30.18	
12	12000						
13	13000	7	14	13500	76.39	33.95	
14	14000						
15	12000	8	14	13500	76.39	33.95	
16	15000						
17	15000	9	14	15000	84.88	37.73	
18	15000						
19	16000	10	14	15500	87.71	38.98	
20	15000						
21	19000	11	28	19500	110.35	49.04	
22	20000						

23	18000	12	28	18000	101.86	45.27	
24	18000						
25	16000	13	28	17000	96.20	42.76	
26	18000						
27	19000	14	28	18000	101.86	45.27	
28	17000						
29	17000	15	28	17000	96.20	42.76	
30	17000						

Tabla 3.9 Elaboración propia.

<i>Tabla de resumen de resultados de prueba de laboratorio “Prueba a la Resistencia a la Compresión de Cilindros Testigos” A/C=0.79</i>							
CILINDRO	CARGA (kg)	ENSAYO	EDAD (DÍAS)	CARGA PROMEDIO (kg)	RESISTENCIA (kg/cm²)	PORCENTAJE ALCANZADO	PROMEDIO DE RESISTENCIA POR EDAD (kg/cm²)
1	18000	1	7	18000	101.86	67.91	
2	18000						
3	18000	2	7	17500	99.03	66.02	
4	17000						
5	19000	3	7	18500	104.69	69.79	
6	18000						
7	19000	4	7	19000	107.52	71.68	
8	19000						
9	17000	5	7	17500	99.03	66.02	
10	18000						
11	21000	6	14	21000	118.84	79.22	102.43
12	21000						

13	22000	7	14	21500	121.67	81.11	
14	21000						
15	22000	8	14	22500	127.32	84.88	
16	23000						
17	22000	9	14	22500	127.32	84.88	
18	23000						
19	23000	10	14	22500	127.32	84.88	124.49
20	22000						
21	23000	11	28	24000	135.81	90.54	
22	25000						
23	25000	12	28	25500	144.30	96.20	
24	26000						
25	26000	13	28	26500	149.96	99.97	
26	27000						
27	25000	14	28	26000	147.13	98.09	
28	27000						
29	25000	15	28	26000	147.13	98.09	144.87
30	27000						

Tabla 3.10 Elaboración propia.

Tabla de resumen de resultados de prueba de laboratorio “Prueba a la Resistencia a la Compresión de Cilindros Testigos” A/C=0.79 con 20% de goma triturada.

CILINDRO	CARGA (kg)	ENSAYO	EDAD (DÍAS)	CARGA PROMEDIO (kg)	RESISTENCIA (kg/cm²)	PORCENTAJE ALCANZADO	PROMEDIO DE RESISTENCIA POR EDAD (kg/cm²)
1	12000	1	7	11500	65.08	43.38	
2	11000						
3	13000	2	7	13000	73.56	49.04	
4	13000						
5	14000	3	7	13500	76.39	50.93	
6	13000						
7	14000	4	7	14000	79.22	52.82	
8	14000						
9	14000	5	7	14000	79.22	52.82	
10	14000						
11	15000	6	14	15000	84.88	56.59	
12	15000						
13	17000	7	14	16500	93.37	62.25	
14	16000						
15	17000	8	14	16500	93.37	62.25	
16	16000						
17	16000	9	14	16500	93.37	62.25	
18	17000						
19	17000	10	14	16500	93.37	62.25	
20	16000						
21	17000	11	28	18500	104.69	69.79	91.67
22	20000						

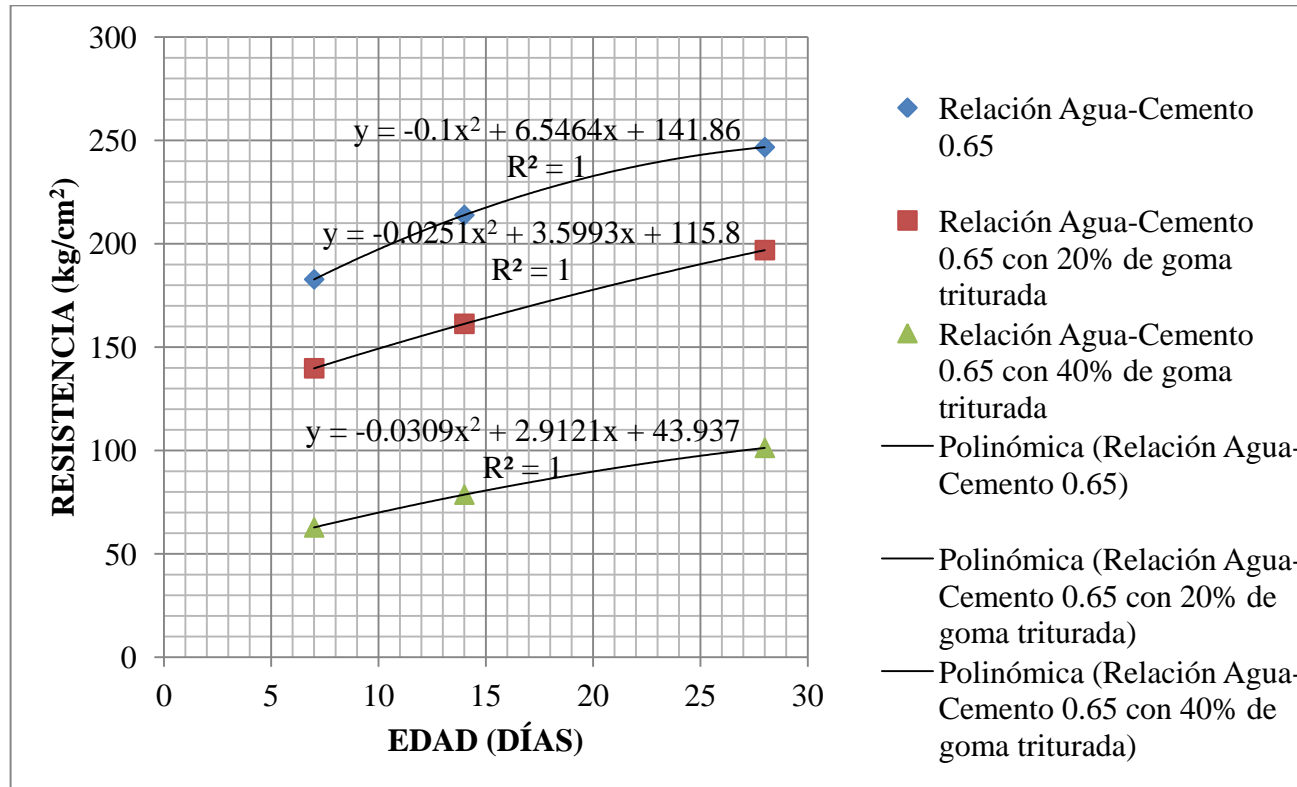
23	21000	12	28	20500	116.01	77.34	
24	20000						
25	20000	13	28	20000	113.18	75.45	
26	20000						
27	19000	14	28	18500	104.69	69.79	
28	18000						
29	20000	15	28	20500	116.01	77.34	
30	21000						

Tabla 3.11. Elaboración propia.

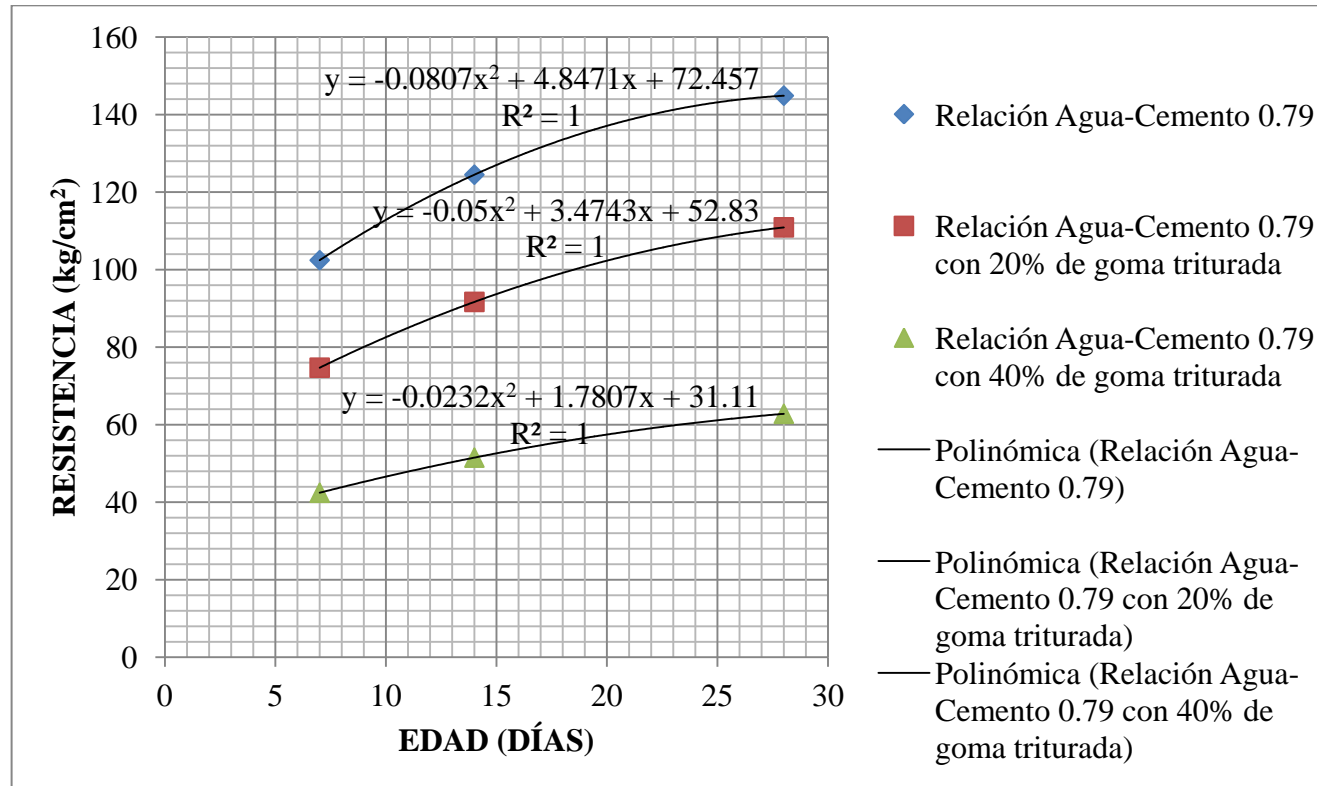
<i>Tabla de resumen de resultados de prueba de laboratorio “Prueba a la Resistencia a la Compresión de Cilindros Testigos” A/C=0.79 con 40% de goma triturada.</i>							
CILINDRO	CARGA (kg)	ENSAYO	EDAD (DÍAS)	CARGA PROMEDIO (kg)	RESISTENCIA (kg/cm²)	PORCENTAJE ALCANZADO	PROMEDIO DE RESISTENCIA POR EDAD (kg/cm²)
1	7000	1	7	7500	42.44	28.29	
2	8000						
3	8000	2	7	7500	42.44	28.29	
4	7000						
5	6000	3	7	7000	39.61	26.41	
6	8000						
7	7000	4	7	7500	42.44	28.29	
8	8000						
9	8000	5	7	8000	45.27	30.18	42.44
10	8000						
11	8000	6	14	8500	48.10	32.07	
12	9000						

13	9000	7	14	9500	53.76	35.84	
14	10000						
15	10000	8	14	9000	50.93	33.95	
16	8000						
17	10000	9	14	10000	56.59	37.73	
18	10000						
19	8000	10	14	8500	48.10	32.07	51.50
20	9000						
21	11000	11	28	11000	62.25	41.50	
22	11000						
23	11000	12	28	10500	59.42	39.61	
24	10000						
25	10000	13	28	11000	62.25	41.50	
26	12000						
27	12000	14	28	11500	65.08	43.38	
28	11000						
29	11000	15	28	11500	65.08	43.38	62.81
30	12000						

Tabla 3.12. Elaboración propia.



Gráfica 3.1. Comparación de la Relación Agua-Cemento 0.65 de concreto convencional, 20% y 40 % de goma triturada.



Gráfica 3.2. Comparación de la Relación Agua-Cemento 0.79 de concreto convencional, 20% y 40 % de goma triturada.

Las tablas y las gráficas muestran que para el concreto convencional con las relaciones agua-cemento de 0.65 y 0.79, se logra alcanzar las resistencias especificadas para dichas relaciones, 225 kg/cm^2 y 150 kg/cm^2 respectivamente, oscilando entre los $\pm 35 \text{ kg/cm}^2$, según lo especificado en el reglamento ACI 318 Capítulo 5. Para los porcentajes de 20% y 40% de goma triturada, se observa una disminución en la resistencia, en ambas relaciones agua-cemento. Para el porcentaje de 20% en la relación de 0.65, se percibe una disminución de hasta el 10.72% a los 28 días, en comparación con la resistencia de 225 kg/cm^2 , sin contar los 35 kg/cm^2 de los límites que permite el ACI 318 sobrepasar, por lo tanto cae en el rango de aceptación de resistencia, de igual manera, para la relación de 0.79, se percibe una disminución de resistencia a los 28 días de hasta el 22.66%, que equivale a una resistencia de 116.01 kg/cm^2 , resistencia que si está en el rango de los $150 \text{ kg/cm}^2 \pm 35 \text{ kg/cm}^2$. En cambio para el porcentaje de 40% de goma triturada, se percibe una disminución de resistencia de hasta 50.96% y 56.62% para las relaciones de 0.65 y 0.79 respectivamente; de lo cual se puede determinar que no entra en el rango de los $225 \text{ kg/cm}^2 \pm 35 \text{ kg/cm}^2$ y $150 \text{ kg/cm}^2 \pm 35 \text{ kg/cm}^2$, puesto que para 0.65 se alcanza una resistencia máxima de 110.35 kg/cm^2 y para 0.79, 65.08 kg/cm^2 , de esto se concluye que una mezcla de concreto con relación agua-cemento de 0.65 y 0.79, para nuestra investigación, con 20 % de goma triturada en sustitución del equivalente en volumen del agregado fino, se comporta de manera aceptable dentro de los rangos permisibles en el reglamento ACI 318. Caso contrario para el porcentaje de 40% de goma triturada en sustitución del equivalente en volumen del agregado fino, para ambas

relaciones, ya que se están comportando con resistencias de relaciones agua-cemento menores a las de 0.79.

Desviación Estándar

Se utilizó el análisis estadístico de la desviación estándar, tal como se menciona en El Reglamento ACI 318S-05, en el capítulo 5 sección 3 (Este apartado se encuentra en Anexos). A continuación se muestran los resultados de dicho análisis, así mismo se obtendrán, formularán y verificarán hipótesis para las pruebas de investigación, según el Método de Distribución “t” de Student, puesto que se utiliza para resultados menores de 30 muestras. Las tablas para encontrar los valores o regiones críticas se encuentran el apéndice. Para dicha distribución se siguen los siguientes pasos:

1. Formulando de hipótesis

Se toma un nivel de significación de 0.05 (95% de confianza, es decir 5% de error), por lo tanto $\alpha=0.05$. Los grados de libertad se calculan a partir del número de muestras, en este caso de investigación es de 3, representando los datos que se han agrupado en las 3 edades ensayadas: 7, 14 y 28 días, por lo que los grados de libertad nos queda de un valor de 2, según la fórmula siguiente para encontrar dicho valor:

$$v = n - 1, \text{ donde } n \text{ es el número de muestras} \quad \text{Ecuación 3.1}$$

$$v = 3 - 1 = 2$$

Las hipótesis se toman en base al tipo de investigación, en este caso son pruebas de investigación, por lo que serán dos hipótesis: la nula (H_0) y la alternativa

(H₁). Los valores límites de ambas hipótesis se hacen de acuerdo a las resistencias mínimas y máximas que se deben obtener a los 7 días (mínima) y a los 28 días (máxima), es decir el 70% de la resistencia final según el diseño (tanto para concreto convencional como para concreto con goma triturada, a los siete días) y el 100% de la resistencia final según diseño para los 28 días en concreto convencional; para el concreto con goma, se tomó como base los 35 kg menos de la resistencia final (rango permisible y mínimo que considera el ACI 318 para concreto). Se determinaron las resistencias finales de diseño, según relación agua-cemento: para 0.65 son 225 kg/cm², y para 0.79 150 kg/cm². Las hipótesis del análisis estadístico se detallan a continuación:

◆ Valores mínimos (7días)

✓ Para relación agua-cemento 0.65

$$\text{Hipótesis nula (H}_0\text{)} \rightarrow \mu = 0.7 (225 \text{ kg/cm}^2) = 157.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Hipótesis alternativa (H}_1\text{)} \rightarrow \mu > 0.7 (225 \text{ kg/cm}^2)$$

$$\mu > 157.5 \text{ kg/cm}^2$$

✓ Para relación agua-cemento 0.79

$$\text{Hipótesis nula (H}_0\text{)} \rightarrow \mu = 0.7 (150 \text{ kg/cm}^2) = 105 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Hipótesis alternativa (H}_1\text{)} \rightarrow \mu > 0.7 (150 \text{ kg/cm}^2)$$

$$\mu > 105 \text{ kg/cm}^2$$

Estas mismas hipótesis serán tomadas como base para analizar los resultados de los porcentajes del 20% y 40% de goma triturada en sustitución al equivalente en

volumen del agregado fino para ambas relaciones agua-cemento. Para las hipótesis anteriores se utilizará el gráfico de la imagen 3.20 (a).

◆ Valores máximos (28 días para concreto convencional)

✓ Para relación agua-cemento 0.65

$$\text{Hipótesis nula (H}_0\text{)} \rightarrow \mu = 225 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Hipótesis alternativa (H}_1\text{)} \rightarrow \mu < 225 \text{ kg/cm}^2$$

✓ Para relación agua-cemento 0.79

$$\text{Hipótesis nula (H}_0\text{)} \rightarrow \mu = 150 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Hipótesis alternativa (H}_1\text{)} \rightarrow \mu < 150 \text{ kg/cm}^2$$

Para las hipótesis anteriores se utiliza el gráfico de la imagen 3.20 (b), puesto que los valores límites máximos son mayores a la media aritmética.

◆ Valores máximos (28 días para concreto con goma triturada)

✓ Para relación agua-cemento 0.65

$$\text{Hipótesis nula (H}_0\text{)} \rightarrow \mu = (225-35) \text{ kg/cm}^2 = 190 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Hipótesis alternativa (H}_1\text{)} \rightarrow \mu < 190 \text{ kg/cm}^2$$

✓ Para relación agua-cemento 0.79

$$\text{Hipótesis nula (H}_0\text{)} \rightarrow \mu = (150-35) \text{ kg/cm}^2 = 115 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Hipótesis alternativa (H}_1\text{)} \rightarrow \mu < 115 \text{ kg/cm}^2$$

2. Determinación de valores o regiones críticas

Usando la tabla de valores críticos de la distribución t (Apéndice), se determinan por medio del porcentaje de error $\alpha = 0.05$ (columna de la tabla) y los grados de libertad = 2 (fila de la tabla), para poder interceptarlos y obtener el valor, en este caso el valor crítico tiene un valor de $t_{\alpha} = 2.92$ (cuando está a la derecha del gráfico, es decir los valores deben ser menores al rango, imagen 3.20 (a)) y $t_{\alpha} = -2.92$ (cuando está a la izquierda del gráfico, es decir los valores deben ser mayores al rango, imagen 3.21 (b)). Las siguientes imágenes muestran las regiones críticas, así como los rangos de aceptación y rechazo de los datos para contrastar. La parte sombreada, representan los valores que no son aceptados, es decir, todos aquellos valores que no cumplen con las resistencias requeridas que representarían el 5% de error:

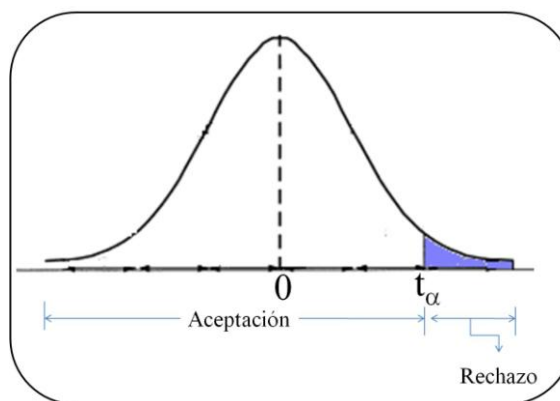


Imagen 3.20 (a). Distribución t de Student

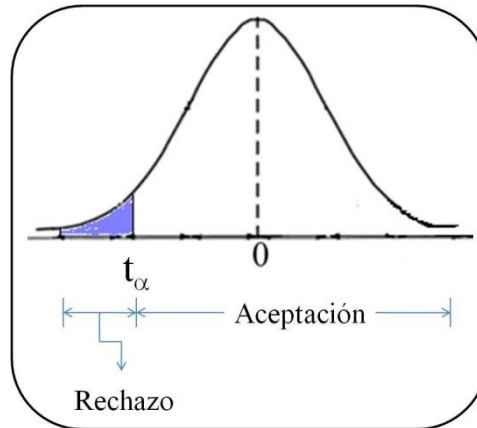


Imagen 3.20 (b). Distribución t de Student

3. Regla de decisión

Se determinan las reglas de decisión para nuestra investigación:

Aceptamos H_0 si $t < t_{\alpha}$, es decir $t < 2.92$

Rechazamos H_0 si $t > t_{\alpha}$, es decir $t > 2.92$

Aceptamos H_0 si $t > t_{\alpha}$, es decir $t > -2.92$

Rechazamos H_0 si $t < t_{\alpha}$, es decir $t < -2.92$

Cuando los valores de μ son menores a la media aritmética

Cuando los valores de μ son mayores a la media aritmética

4. Estadístico de prueba

Por medio del uso del estadístico de prueba, se determinan los valores de t , mediante la siguiente ecuación:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \quad \text{Ecuación 3.2}$$

Donde t es el estadístico de prueba, \bar{x} es la media aritmética de la muestra, σ es la desviación estándar de la muestra y n es el número de muestras (en este caso son 3).

5. Contrastar y tomar decisión

De acuerdo al valor obtenido del estadístico de prueba y comparándolo con las hipótesis, se toma la decisión de rechazo o aceptación.

Estos pasos se evalúan en todas las tablas siguientes. Dichas tablas muestran un resumen de las resistencias promedios, media aritmética, cálculo de la desviación estándar, coeficiente de variación y del estadístico de prueba para poder comparar y determinar la veracidad de los resultados de las pruebas de laboratorio:

<i>Cálculo de desviación estándar para relación agua-cemento 0.65</i>				
ENSAYO	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm²)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	31500	178.25	-36.2	1312
2	32500	183.91	-30.6	933.8
3	32500	183.91	-30.6	933.8
4	32500	183.91	-30.6	933.8
5	32500	183.91	-30.6	933.8
6	37000	209.38	-5.09	25.94
7	37000	209.38	-5.09	25.94
8	37000	209.38	-5.09	25.94
9	38500	217.86	3.39	11.53
10	39500	223.52	9.05	81.97
11	44000	248.99	34.5	1192
12	43500	246.16	31.7	1004
13	44000	248.99	34.5	1192
14	42500	240.5	26	677.6
15	44000	248.99	34.5	1192
Total		3217		10475
Media aritmética		214.47		
Desviación estándar		27.35		
Desviación estándar por el factor de corrección	Factor de corrección: 1.16	31.73		

Coefficiente de variación		12.75%		
----------------------------------	--	--------	--	--

Tabla 3.13. Elaboración propia.

Calculando el estadístico de prueba para verificar valores a los siete días:

$$t = \frac{214.47 - 157.5}{\frac{31.73}{\sqrt{3}}} = 3.11$$

Toma de decisión: Rechazamos H_0 si $t > t_{\alpha}$, es decir $3.11 > 2.92$

Por lo tanto, aceptamos que el nivel de resistencias, en todo caso, es mayor al 70% de la resistencia final de una relación agua-cemento de 0.65.

Calculando el estadístico de prueba para verificar valores a los 28 días:

$$t = \frac{214.47 - 225}{\frac{31.73}{\sqrt{3}}} = -0.57$$

Toma de decisión: Aceptamos H_0 si $t > t_{\alpha}$, es decir $-0.57 > -2.92$

Por lo tanto, aceptamos que el nivel de resistencias, en todo caso, es igual a la resistencia final de una relación agua-cemento de 0.65.

Cálculo de desviación estándar para relación agua-cemento 0.65 con 20% de goma triturada				
ENSAYO	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm²)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	24000	135.81	-30.18	910.718
2	25500	144.3	-21.69	470.45
3	24000	135.81	-30.18	910.718
4	24500	138.64	-27.35	747.951
5	25500	144.3	-21.69	470.45
6	28000	158.45	-7.543	56.8936
7	29500	166.94	0.9455	0.8939

8	30500	172.59	6.6043	43.6166
9	29500	166.94	0.9455	0.8939
10	25000	141.47	-24.52	601.195
11	35000	198.06	32.069	1028.42
12	35500	200.89	34.898	1217.9
13	34500	195.23	29.24	854.955
14	35500	200.89	34.898	1217.9
15	33500	189.57	23.581	556.053
Total		2489.9		9089.01
Media aritmética		165.99		
Desviación estándar		25.48		
Desviación estándar por el factor de corrección	Factor de corrección: 1.16	29.56		
Coefficiente de variación		15.35%		

Tabla 3.14. Elaboración propia.

Calculando el estadístico de prueba para valores a los siete días:

$$t = \frac{165.99 - 157.5}{\frac{29.56}{\sqrt{3}}} = 0.50$$

Toma de decisión: Aceptamos H_0 si $t < t_{\alpha}$, es decir $0.50 < 2.92$

Por lo tanto, aceptamos que el nivel de resistencias, en todo caso, es menor al 70% de la resistencia final de una relación agua-cemento de 0.65 con 20% de goma triturada.

Calculando el estadístico de prueba para verificar valores a los 28 días:

$$t = \frac{169.99 - 190}{\frac{29.56}{\sqrt{3}}} = -1.17$$

Toma de decisión: Aceptamos H_0 si $t > t_{\alpha}$, es decir $-1.17 > -2.92$

Por lo tanto, aceptamos que el nivel de resistencias, en todo caso, es igual a la resistencia final menos los 35 kg que permite el ACI 318 como reducción mínima de un concreto convencional de una relación agua-cemento de 0.65.

<i>Cálculo de desviación estándar para relación agua-cemento 0.65 con 40% de goma triturada.</i>				
ENSAYO	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	11000	62.25	-18.673	348.67097
2	11000	62.25	-18.673	348.67097
3	12000	67.91	-13.014	169.36136
4	11000	62.25	-18.673	348.67097
5	10500	59.42	-21.502	462.34265
6	12000	67.91	-13.014	169.36136
7	13500	76.39	-4.5256	20.481303
8	13500	76.39	-4.5256	20.481303
9	15000	84.88	3.96264	15.702487
10	15500	87.71	6.79206	46.132045
11	19500	110.3	29.4274	865.97347
12	18000	101.9	20.9392	438.44857
13	17000	96.2	15.2803	233.48821
14	18000	101.9	20.9392	438.44857
15	17000	96.2	15.2803	233.48821
Total		1214		4159.7225
Media aritmética		80.92		
Desviación estándar		17.24		
Desviación estándar por el factor de corrección	Factor de corrección: 1.16	20.0		
Coefficiente de variación		21.30%		

Tabla 3.15. Elaboración propia.

Calculando el estadístico de prueba:

$$t = \frac{80.92 - 157.5}{\frac{20}{\sqrt{3}}} = -6.63$$

Toma de decisión: Aceptamos H_0 si $t < t_{\alpha}$, es decir $-6.63 < 2.92$

Por lo tanto, aceptamos que el nivel de resistencias, en todo caso, es menor al 70% de la resistencia final de una relación agua-cemento de 0.65 con 40% de goma triturada.

Calculando el estadístico de prueba para verificar valores a los 28 días:

$$t = \frac{80.92 - 190}{\frac{20}{\sqrt{3}}} = -9.44$$

Toma de decisión: Rechazamos H_0 si $t < t_{\alpha}$, es decir $-9.44 < -2.92$

Por lo tanto, aceptamos que el nivel de resistencias, en todo caso, es menor a la resistencia final menos los 35 kg que permite el ACI 318 como reducción mínima de resistencia de un concreto convencional de una relación agua-cemento de 0.65.

<i>Cálculo de desviación estándar para relación agua-cemento 0.79.</i>				
ENSAYO	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	18000	101.86	-22.07	487.1
2	17500	99.03	-24.90	620
3	18500	104.69	-19.24	370.2
4	19000	107.52	-16.41	269.4
5	17500	99.03	-24.90	620

6	21000	118.84	-5.09	25.95
7	21500	121.67	-2.26	5.13
8	22500	127.32	3.39	11.52
9	22500	127.32	3.39	11.52
10	22500	127.32	3.39	11.52
11	24000	135.81	11.88	141.2
12	25500	144.30	20.37	415
13	26500	149.96	26.03	677.5
14	26000	147.13	23.20	538.2
15	26000	147.13	23.20	538.2
Total		1858.9		4743
Media aritmética		123.93		
Desviación estándar		18.41		
Desviación estándar por el factor de corrección	Factor de corrección: 1.16	21.35		
Coefficiente de variación		14.85%		

Tabla 3.16. Elaboración propia.

Calculando el estadístico de prueba:

$$t = \frac{123.93 - 105}{\frac{21.35}{\sqrt{3}}} = 1.54$$

Toma de decisión: Aceptamos H_0 si $t < t_{\alpha}$, es decir $1.54 < 2.92$

Por lo tanto, aceptamos que el nivel de resistencias, en todo caso, es menor al 70% de la resistencia final de una relación agua-cemento de 0.79.

Calculando el estadístico de prueba para verificar valores a los 28 días:

$$t = \frac{123.93 - 150}{\frac{21.35}{\sqrt{3}}} = -2.11$$

Toma de decisión: Aceptamos H_0 si $t > t_{\alpha}$, es decir $-2.11 > -2.92$

Por lo tanto, aceptamos que el nivel de resistencias, en todo caso, es igual a la resistencia final de una relación agua-cemento de 0.79.

<i>Cálculo de desviación estándar para relación agua-cemento 0.79 con 20% de goma triturada</i>				
ENSAYO	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm²)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	11500	65.08	-27.35	748.2037
2	13000	73.56	-18.87	355.8901
3	13500	76.39	-16.04	257.1413
4	14000	79.22	-13.21	174.4039
5	14000	79.22	-13.21	174.4039
6	15000	84.88	-7.55	56.9627
7	16500	93.37	0.94	0.885293
8	16500	93.37	0.94	0.885293
9	16500	93.37	0.94	0.885293
10	16500	93.37	0.94	0.885293
11	18500	104.69	12.26	150.2729
12	20500	116.01	23.58	555.8405
13	20000	113.18	20.75	430.4317
14	18500	104.69	12.26	150.2729
15	20500	116.01	23.58	555.8405
Total		1386.416		3613.205
Media aritmética		92.43		
Desviación estándar		16.07		
Desviación estándar por el factor de corrección	Factor de corrección: 1.16	18.64		
Coefficiente de variación		17.38%		

Tabla 3.17. Elaboración propia.

Calculando el estadístico de prueba:

$$t = \frac{92.43 - 105}{\frac{18.64}{\sqrt{3}}} = -1.17$$

Toma de decisión: Aceptamos H_0 si $t < t_{\alpha}$, es decir $-1.17 < 2.92$

Por lo tanto, aceptamos que el nivel de resistencias, en todo caso, es menor al 70% de la resistencia final de una relación agua-cemento de 0.79 con 20% de goma triturada.

Calculando el estadístico de prueba para verificar valores a los 28 días:

$$t = \frac{92.43 - 115}{\frac{18.64}{\sqrt{3}}} = -2.09$$

Toma de decisión: Aceptamos H_0 si $t > t_{\alpha}$, es decir $-2.09 > -2.92$

Por lo tanto, aceptamos que el nivel de resistencias, en todo caso, es igual a la resistencia final menos los 35 kg que permite el ACI 318 como reducción mínima de un concreto convencional de una relación agua-cemento de 0.79.

Cálculo de desviación estándar para relación agua-cemento 0.79 con 40% de goma triturada.

ENSAYO	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	7500	42.44	-9.81	96.21024
2	7500	42.44	-9.81	96.21024
3	7000	39.61	-12.64	159.7216
4	7500	42.44	-9.81	96.21024
5	8000	45.27	-6.98	48.71008
6	8500	48.10	-4.15	17.22117

7	9500	53.76	1.51	2.27709
8	9000	50.93	-1.32	1.743504
9	10000	56.59	4.34	18.82192
10	8500	48.10	-4.15	17.22117
11	11000	62.25	10.00	99.94534
12	10500	59.42	7.17	51.37801
13	11000	62.25	10.00	99.94534
14	11500	65.08	12.83	164.5239
15	11500	65.08	12.83	164.5239
Total		783.7497		1134.664
Media aritmética		52.25		
Desviación estándar		9.00		
Desviación estándar por el factor de corrección	Factor de corrección: 1.16	10.44		
Coefficiente de variación		17.23%		

Tabla 3.18. Elaboración propia.

Calculando el estadístico de prueba:

$$t = \frac{52.25 - 105}{\frac{10.44}{\sqrt{3}}} = -8.75$$

Toma de decisión: Aceptamos H_0 si $t < t_{\alpha}$, es decir $-8.75 < 2.92$

Por lo tanto, aceptamos que el nivel de resistencias, en todo caso, es menor al 70% de la resistencia final de una relación agua-cemento de 0.79 con 40% de goma triturada.

Calculando el estadístico de prueba para verificar valores a los 28 días:

$$t = \frac{52.25 - 115}{\frac{10.44}{\sqrt{3}}} = -10.37$$

Toma de decisión: Rechazamos H_0 si $t < t_{\alpha}$, es decir $-10.37 < -2.92$

Por lo tanto, aceptamos que el nivel de resistencias, en todo caso, es menor a la resistencia final menos los 35 kg que permite el ACI 318 como reducción mínima de resistencia de un concreto convencional de una relación agua-cemento de 0.79.

3.4 CÁLCULO DE RESISTENCIAS PROMEDIOS A LA FLEXIÓN DE VIGUETAS Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Tabla 3.19. Relación Agua-Cemento 0.65 Concreto Convencional (Ensayadas a 14 días)								
VIGUETA	A1 (cm)	A2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	CARGA (LB)	CARGA (KG)	PROMEDIO DE A (cm)	PROMEDIO DE H (cm)
1	15.4	15.4	15.5	15.5	5927	2687.982	15.4	15.5
2	15.4	15.3	15.7	15.3	4335	1965.986	15.35	15.5
MR1		48.8 kg/cm ²		Base a comparar				
MR2		35.8 kg/cm ²						
Módulo de Ruptura Promedio		42.3 kg/cm ²						
Relación Agua-Cemento 0.65 Concreto Convencional (Ensayadas a 28 días)								
VIGUETA	A1 (cm)	A2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	CARGA (LB)	CARGA (KG)	PROMEDIO DE A (cm)	PROMEDIO DE H (cm)
1	15.4	15.3	15.8	15.8	6879	3119.728	15.35	15.8
2	15.4	15.4	15.4	15.6	6808	3087.528	15.4	15.5
MR1		54.7 kg/cm ²		Base a comparar				
MR2		56 kg/cm ²						
Módulo de Ruptura Promedio		55.3 kg/cm ²						

Tabla 3.20. Relación Agua-Cemento 0.65 con 20% de goma triturada (Ensayadas a 14 días)								
VIGUETA	A1 (cm)	A2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	CARGA (LB)	CARGA (KG)	PROMEDIO DE A (cm)	PROMEDIO DE H (cm)
1	15.4	15.4	15.6	15.9	4962	2250.34	15.4	15.75
2	15.5	15.7	15.7	15.5	4886	2215.87	15.6	15.6

MR1	39.55kg/cm ²		$\frac{39.37}{42.3} \times 100\% = 93.07\%$ De la resistencia que se alcanza a los 14 días con esta relación.					
MR2	39.19kg/cm ²							
Módulo de Ruptura Promedio	39.37kg/cm ²							
Relación Agua-Cemento 0.65 con 20% de goma triturada (Ensayadas a 28 días)								
VIGUETA	A1 (cm)	A2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	CARGA (LB)	CARGA (KG)	PROMEDIO DE A (cm)	PROMEDIO DE H (cm)
1	15.4	15.3	15.6	15.8	5011	2272.56	15.35	15.7
2	15.5	15.7	15.7	15.6	5000	2267.57	15.6	15.65
MR1	40.33kg/cm ²		$\frac{40.09}{55.3} \times 100\% = 72.50\%$ De la resistencia que se alcanza a los 28 días con esta relación.					
MR2	39.85kg/cm ²							
Módulo de Ruptura Promedio	40.09kg/cm ²							

Tabla 3.21. Relación Agua-Cemento 0.65 con 40% de goma triturada (Ensayadas a 14 días)								
VIGUETA	A1 (cm)	A2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	CARGA (LB)	CARGA (KG)	PROMEDIO DE A (cm)	PROMEDIO DE H (cm)
1	15.5	15.4	15.8	15.4	3797	1721.99546	15.45	15.6
2	15.6	15.3	15.6	15.7	3830	1736.96145	15.45	15.65
MR1	30.74kg/cm ²		$\frac{30.78}{42.3} \times 100\% = 72.77\%$ De la resistencia que se alcanza a los 14 días con esta relación.					
MR2	30.81kg/cm ²							
Módulo de Ruptura Promedio	30.78kg/cm ²							
Relación Agua-Cemento 0.65 con 40% de goma triturada (Ensayadas a 28 días)								
VIGUETA	A1 (cm)	A2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	CARGA (LB)	CARGA (KG)	PROMEDIO DE A (cm)	PROMEDIO DE H (cm)
1	15.6	15.3	15.7	15.3	6388	2897.05215	15.45	15.5
2	15.4	15.4	15.5	15.6	5582	2531.51927	15.4	15.55
MR1	52.40kg/cm ²		$\frac{49.02}{55.3} \times 100\% = 88.64\%$ De la resistencia que se alcanza a los 28 días con esta relación.					
MR2	45.64kg/cm ²							
Módulo de Ruptura Promedio	49.02kg/cm ²							

Tabla 3.22. Relación Agua-Cemento 0.79 Concreto Convencional (Ensayadas a 14 días)								
VIGUETA	A1 (cm)	A2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	CARGA (LB)	CARGA (KG)	PROMEDIO DE A (cm)	PROMEDIO DE H (cm)
1	15.3	15.5	15.7	15.5	5559	2521.08844	15.4	15.6
2	15.5	15.5	15.5	15.5	5643	2559.18367	15.5	15.5
MR1	45.16kg/cm ²		Base a comparar					
MR2	46.14kg/cm ²							
Módulo de Ruptura Promedio	45.65kg/cm ²							
Relación Agua-Cemento 0.79 Concreto Convencional (Ensayadas a 28 días)								
VIGUETA	A1 (cm)	A2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	CARGA (LB)	CARGA (KG)	PROMEDIO DE A (cm)	PROMEDIO DE H (cm)
1	15.4	15.6	15.8	15.7	6388	2897.05215	15.5	15.75
2	15.5	15.6	15.9	15.9	5582	2531.51927	15.55	15.9
MR1	50.59kg/cm ²		Base a comparar					
MR2	43.24kg/cm ²							
Módulo de Ruptura Promedio	46.91kg/cm ²							

Tabla 3.23. Relación Agua-Cemento 0.79 con 20% de goma triturada (Ensayadas a 14 días)								
VIGUETA	A1 (cm)	A2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	CARGA (LB)	CARGA (KG)	PROMEDIO DE A (cm)	PROMEDIO DE H (cm)
1	15.4	15.3	15.8	15.9	3598	1631.74603	15.35	15.85
2	15.5	15.5	15.7	15.8	3763	1706.57596	15.5	15.75
MR1	28.41kg/cm ²		$\frac{29.10}{45.65} \times 100\% = 63.75\%$ De la resistencia que se alcanza a los 14 días con esta relación					
MR2	29.80kg/cm ²							
Módulo de Ruptura Promedio	29.10kg/cm ²							
Relación Agua-Cemento 0.79 con 20% de goma triturada (Ensayadas a 28 días)								
VIGUETA	A1 (cm)	A2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	CARGA (LB)	CARGA (KG)	PROMEDIO DE A (cm)	PROMEDIO DE H (cm)
1	15.5	15.3	15.7	15.8	3797	1721.99546	15.4	15.75
2	15.6	15.4	15.9	15.9	3938	1785.94104	15.5	15.9

MR1	30.26kg/cm ²	$\frac{30.43}{46.91} \times 100\% = 64.87\%$ De la resistencia que se alcanza a los 28 días con esta relación
MR2	30.6kg/cm ²	
Módulo de Ruptura Promedio	30.43kg/cm ²	

Tabla 3.24. Relación Agua-Cemento 0.79 con 40% de goma triturada (Ensayadas a 14 días)								
VIGUETA	A1 (cm)	A2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	CARGA (LB)	CARGA (KG)	PROMEDIO DE A (cm)	PROMEDIO DE H (cm)
1	15.5	15.6	15.6	15.7	4410	1221.87	15.55	15.65
2	15.4	15.5	15.5	15.4	3896	1356.67	15.45	15.45
MR1	21.54kg/cm ²		$\frac{23.12}{45.65} \times 100\% = 50.65\%$ De la resistencia que se alcanza a los 14 días con esta relación					
MR2	24.70kg/cm ²							
Módulo de Ruptura Promedio	23.12kg/cm ²							
Relación Agua-Cemento 0.79 con 40% de goma triturada (Ensayadas a 28 días)								
VIGUETA	A1 (cm)	A2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	CARGA (LB)	CARGA (KG)	PROMEDIO DE A (cm)	PROMEDIO DE H (cm)
1	15.4	15.7	15.6	15.5	3245	1471.65533	15.55	15.55
2	15.4	15.8	15.7	15.6	3486	1580.95238	15.6	15.65
MR1	26.28kg/cm ²		$\frac{27.03}{46.91} \times 100\% = 57.62\%$ De la resistencia que se alcanza a los 28 días con esta relación					
MR2	27.78kg/cm ²							
Módulo de Ruptura Promedio	27.03kg/cm ²							

CAPÍTULO 4.0

MORTERO: PROCEDIMIENTO Y EJECUCIÓN DE PRUEBAS DE LABORATORIO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS



4.0. MORTERO: PROCEDIMIENTO Y EJECUCIÓN DE PRUEBAS DE LABORATORIO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 GRANULOMETRÍA DE AGREGADO FINO Y GOMA TRITURADA PARA MORTERO (ASTM C-136)





Por medio de la granulometría de los agregados para mortero, tanto de la arena como de la goma triturada, se determina la distribución de los tamaños de partículas de los agregados, a través de un tamizado. La arena utilizada en el mortero, es la misma utilizada en las pruebas para concreto, por lo que los datos de granulometría son los mismos obtenidos anteriormente, por lo que no se hará una descripción técnica del procedimiento de la prueba de laboratorio.






4.2. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CUBOS DE MORTERO (ASTM C-109)

Para la determinación de la resistencia a la compresión por medio de cubos de mortero, es importante tomar en cuenta la Norma ASTM C-270 “Prueba de resistencia a la compresión de cubos de mortero”.

A continuación se detalla y describe material y equipo, así como el procedimiento para la ejecución de dicha prueba y su respectivo análisis de resultados:

 **Material y Equipo**

Material y Equipo	Descripción
	<p>Arena. La arena a utilizar debe cumplir ciertas características, sobre todo el de cumplir con los rangos del módulo de finura antes mencionados. Para esta investigación, se está utilizando material del banco de arena de Aramuaca, San Miguel. Material fino.</p>
	<p>Cemento. El cemento a utilizar para la elaboración de estas pruebas fue el G.U 1157.</p>
	<p>Agua. El agua debe ser potable y libre de contaminantes para un buen mortero.</p>
	<p>Goma triturada. La goma triturada utilizada en esta investigación tiene un módulo de finura de 4.23 Se utiliza goma triturada obtenida de las Canchas de futbol rápido El Ché, San Miguel.</p>

	<p>Moldes para especímenes cúbicos. Forman cubos de mortero de 5cmx5cmx5cm.</p>
	<p>Recipiente para medir volúmenes. El mortero se realizó por relación volumen de agregados.</p>
	<p>Cucharas. Para manejo de los agregados y de la mezcla de mortero en sí.</p>
	<p>Mazo. Con cabeza de goma o cuero crudo pesando 1.25 ± 0.50 lb (0.6 ± 0.2kg), se utiliza para el golpeo exterior de los moldes en el momento de llenado para evitar el contenido de aire.</p>
	<p>Brocha y aceite. Se utiliza para la aplicación de aceite en las paredes internas de los moldes y evitar que el concreto se adhiera a éstas.</p>




	Mezcladora. Para el mezclado de los agregados.
	Termómetro. Para la medición de la temperatura del mortero.
	Cinta. Para medir fluidez.

Tabla 4.1. Descripción de material y equipo para la elaboración de cubos de mortero.

PROCEDIMIENTO

Elaboración de mortero

1. Limpieza y engrasado de moldes

Los moldes deben engrasarse para evitar la adherencia de la mezcla de mortero con las paredes de los moldes, así al desmoldar, los cubos de mortero endurecidos tendrán superficies lisas y libres de alguna grieta.

2. Colocación de agregados en la mezcladora mecánica

Para la colocación de los agregados en la mezcladora mecánica, se deben determinar los volúmenes de cada uno de los agregados. En este caso se hicieron dos dosificaciones por volumen, 1:2 Mortero Tipo M y 1:3

Mortero Tipo S Para la determinación de los volúmenes, se hace uso de un recipiente en donde se marcan las alturas, tanto de cemento, arena y así mismo la altura de goma triturada equivalente al volumen de 20% y 40% de arena. Una vez colocados todos los agregados, se procede a introducir el agua, de tal manera que la fluidez del mortero sea apta para usarse, estos se dejan mezclando en la batidora a baja velocidad (140 ± 5 rpm) durante un minuto y medio para la buena adherencia y uniformidad de los mismos.



Imagen 4.1. Preparación de mezcla de mortero

Detener la batidora y cambiar la velocidad media a 285 ± 10 rpm y mezclas durante 30 segundos. Finalmente detener la batidora y dejar en reposo durante un minuto y medio.



Imagen 4.2. Consistencia de mezcla de mortero

◆ **Medición de la fluidez**

Una vez que se encuentra limpia la mesa, se procede a secar la cara superior de ella, se colocara la primera capa de mortero, de aproximadamente 2.5cm de espesor, apisonándola 20 veces, luego se procederá a llenar el molde como se menciono anteriormente, se enrasa el mortero pasando el borde de la llana se seca y limpia la cara superior de la mesa, tomando las debidas precauciones en quitar el agua de la orilla del molde, se procede a retirar el molde ,1 min. Después de determinar la operación de mezclado, se procede a dejar caer la masa desde la altura de 1.27cm, 25 veces en 15 segundos.

Finalmente se determina la fluidez la cual es el incremento que resulta en el diámetro promedio de la base de la mesa de mortero, donde se mide por lo menos en cuatro diámetros en intervalos poco más o menos , expresados como porcentajes del diámetro original de la base.

A continuación se expresan datos comparativos de fluidez elaborados con morteros convencionales y morteros elaborados agregándoles goma triturada:

Fluidez de mortero tipo “S”

DESCRIPCIÓN	DIÁMETRO INICIAL	DIÁMETRO DESPUÉS DE PRUEBA	PORCENTAJE	OBSERVACIÓN
Mortero tipo S	17	34	100	Cumple
Tipo S (20%)	17	37	109	Cumple
Tipo S (40%)	17	40	117	No cumple

Tabla 4.2. Elaboración propia.

Según lineamientos de la Norma ASTM C-270 se lograron analizar los porcentajes obtenidos en las descripciones de la tabla 4.2 de fluidez de morteros tipo S, la cual dicha norma especifica que la fluidez debe oscilar entre 100% a 115% del incremento del diámetro inicial, el mortero tipo S que se elaboró cumple con el parámetro establecido en la norma, el mortero elaborado con el 20% de goma triturada tipo S, también logra cumplir ya que ambos se encuentran en el rango establecido, sin embargo el mortero elaborado con el 40% de goma triturada tipo S no cumple con los rangos establecidos porque sobrepasa el 115% que permite la Norma ASTM C-270.

Fluidez de mortero tipo “M”

DESCRIPCIÓN	DIÁMETRO INICIAL	DIÁMETRO DESPUÉS DE PRUEBA	PORCENTAJE	OBSERVACIÓN
Mortero tipo M	17	36	106	Cumple
Tipo M (20%)	17	40	111	Cumple
Tipo M (40%)	17	45	125	No cumple

Tabla 4.3. Elaboración propia.

Bajo los rangos establecidos por la Norma ASTM C-270 podemos analizar los porcentajes obtenidos de la tabla 4.3. para la fluidez de morteros tipo M , dicha norma especifica que la fluidez debe oscilar entre 100% a 115% del incremento del diámetro inicial, el mortero elaborado tipo M cumple con el rango establecido en la norma, el mortero elaborado con el 20% de goma triturada tipo M, también se encuentra en el rango permitido por la norma cumpliendo con dicha especificación (100% al 115%), sin embargo el mortero elaborado con el 40% de goma triturada tipo M no cumple con los rangos, ya que el porcentaje de fluidez sobrepasa lo estipulado por la norma.

Medición de temperatura

Una vez hecha la prueba para verificar la consistencia y tener la medición requerida, se procede a medir la temperatura del mortero, según la Norma ASTM C-1064, se introduce el termómetro en la pila de mortero, dejándolo alrededor de 2 minutos para tener una mejor precisión de la temperatura:



Imagen 4.3. Temperatura de la mezcla de mortero.

Elaboración de cubos de mortero

Al finalizar la prueba de fluidez, se procede a la elaboración de los cubos de mortero (en un lapso no mayor a 2.5 minutos), para ello, ya los moldes engrasados, se realiza el llenado de los mismos (el llenado se realiza en dos capas, cada una de ellas aproximadamente de 2.5 cm de espesor). Después de introducir cada capa, se apisona la mezcla 32 veces en 4 pasadas. En 10 segundos aproximadamente. Cada pasada constará de 8 golpes adyacentes entre sí sobre la superficie del espécimen, y en cada una el pisón deberá girarse 90°

con respecto a lo anterior. Las cuatro pasadas con el pisón (32 golpes), deben completarse en un cubo antes de pasar al siguiente.



Imagen 4.4. Secuencia fotográfica de llenado de moldes de cubos de mortero.

Al termino del apisonamiento de la segunda y última capa, el mortero de la parte superior deberá extenderse ligeramente sobre los bordes, y con la llana se regresa el mortero que fue forzado hacia afuera sobre los bordes superiores, y se alisan los cubos pasando la llana una vez a lo ancho y después una vez a lo largo.



Imagen 4.5. Secuencia fotográfica de llenado y enrasado de cubos de mortero.

◆ Curado de cubos de mortero

Después de terminado el moldeo, se dejan de 48 a 52 horas en un lugar fresco, pasadas las horas especificadas anteriormente, se retiran los cubos de mortero de los moldes, para tenerlos durante cinco días, en un ambiente fresco, de modo que se permita la libre circulación de aire alrededor de las caras de los cubos. A los siete días de edad, se sumergen en agua limpia. Se dejan en el contenedor de agua hasta que alcancen respectivamente la edad de 7,14 y 28 días para ser probados y determinar la resistencia.



Imagen 4.6. Curado de cubos de mortero

◆ Ensayo de cubos de mortero

Luego de estar curados los 54 cubos de mortero se procedió a ensayar los primeros 18 cubos los cuales se dividieron de la siguiente manera : 3 cubos de mortero tipo S , 3 cubos de mortero tipo S con el 20% de goma triturada, 3 cubos de mortero tipo S con el 40% de goma triturada, 3 cubos de mortero tipo M , 3 cubos de mortero tipo M con el 20% de goma triturada y 3 cubos de mortero

tipo M con el 40% para la edad de de 7 días , con la misma secuencia y lógica se procedió a ensayar los cubos de morteros restantes para 14 y 28 días respectivamente.



Imagen 4.7. Cubos antes de ensayo a la compresión.

Antes de ser ensayados, se toman sus dimensiones (altura, anchó y largo), esto se hace antes de colocar los cubos en la prensa hidráulica.



Imagen 4.8. Toma de dimensiones de los cubos de mortero antes de ensayarlos a la compresión

Luego se disponen a colocarse y a afianzarse bien en las caras superior como inferior de la prensa hidráulica



Imagen 4.9. Colocación de cubos de mortero en la prensa hidráulica.

Se procede a aplicar carga al cubo ya colocado en la prensa hidráulica



Imagen 4.10. Aplicación de carga a cubo de mortero.

Después de haber sido aplicada la carga al cubo este llega a fallar debido a la máxima carga a la cual este fue sometido posteriormente se toma lectura de la carga hasta donde resistió dicho cubo, luego se retiran los moldes y el cubo queda completamente ensayado.



Imagen 4.11. Cubo de mortero después de falla.

Se extrae el cubo de la prensa hidráulica, se colocan en un lugar adecuado para poder observarlo, analizarlo y detallar un resultado final.



Imagen 4.12. Cubos de mortero después de falla.

4.3. CÁLCULOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

MORTEROS TIPO S

RESISTENCIA ALCANZADA MORTERO TIPO S (MORTERO COVENCIONAL)				
ENSAYO	EDAD (DIAS)	RESISTENCIA ALCANZADA (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)	OBSERVACIÓN
1	7	85.45	84.36	No cumple
2	7	83.64		
3	7	84		
4	14	112.73	110.54	Cumple
5	14	109.09		
6	14	109.79		
7	28	127.27	129.28	Cumple
8	28	129.67		
9	28	130.91		

Tabla 4.4. Resistencias alcanzadas mortero tipo “S”, elaboración propia.

Considerando la Norma ASTM C-270, deben de elaborarse, como mínimo, un total de seis resultados positivos por mezclado en la elaboración de morteros tipo “S” en la cual dicha norma hace referencia que la resistencia promedio de tres cubos ensayados los 28 días, tienen que cumplir las resistencias de 1800 PSI (125 Kg/cm²). Dentro de los ensayos ejecutados para resistencias obtenidas con respecto al mortero elaborado tipo “S”, el promedio de resistencias de morteros ensayados a los 7 días fue de 84.36 kg/cm² el cual siguiendo los lineamientos de la norma no cumplen con el parámetro: a los 7 días se debe de obtener por lo menos el 70% de la resistencia que se pretende alcanzar, sin embargo para los cubos ensayados a los 14 días, alcanzan el 85% de la resistencia requerida, para este caso el promedio de cubos a los 14 días fue de 110.54 kg/cm², el cual cumple con el rango establecido, finalmente el mortero ensayado a los 28 días, el

promedio de 3 cubos, alcanzó la resistencia requerida obteniendo un promedio de 129.28 kg/cm². Este valor se sobrepasa un 3% del permitido según norma.

RESISTENCIA ALCANZADA MORTERO TIPO S (CON 20% GOMA TRITURADA)				
ENSAYO	EDAD (DIAS)	RESISTENCIA ALCANZADA (kg/cm²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm²)	OBSERVACIÓN
1	7	58.18	60.81	No cumple
2	7	60.6		
3	7	63.64		
4	14	90.91	92.62	No cumple
5	14	92.41		
6	14	94.55		
7	28	118.18	117.10	Cumple
8	28	118.56		
9	28	114.55		

Tabla 4.5. Resistencias alcanzadas mortero tipo “S”, 20% goma triturada, elaboración propia.

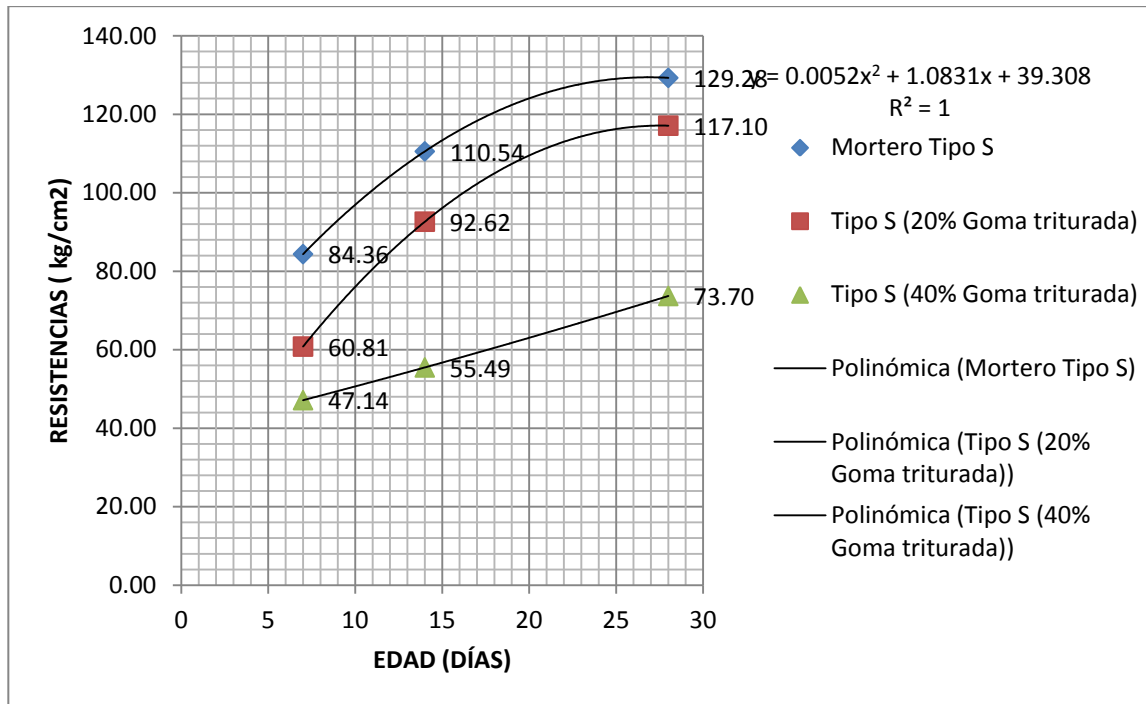
Para el promedio de morteros tipo “S” con el 20% de goma triturada para el ensayo a los 7 días se obtuvo una resistencia de 60.81 kg/cm², una diferencia de 18.84% con respecto al mortero elaborado convencionalmente tipo “S”; para los cubos ensayados a los 14 días se obtuvo un promedio de tres cubos con un valor de 92.62 kg/cm², para el promedio de cubos ensayados a los 28 días se obtuvieron valores permitidos ya que la Norma ASTM C-109 en el apartado 13.2 se refiere a los rangos permisibles para el promedio de tres cubos, el cual es de 8.7% por debajo de la resistencia requerida a los 28 días, por lo tanto son aceptados los ensayos ya que el promedio de los 3 cubos

ensayados a los 28 días fue de 117.10 kg/cm², este valor de resistencia se encuentra dentro del intervalo de 8.7%.

RESISTENCIA ALCANZADA MORTERO TIPO S (CON 40% GOMA TRITURADA)				
ENSAYO	EDAD (DIAS)	RESISTENCIA ALCANZADA (kg/cm²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm²)	OBSERVACIÓN
1	7	45.45	47.14	No cumple
2	7	46.89		
3	7	49.09		
4	14	56.36	55.49	No cumple
5	14	55.55		
6	14	54.55		
7	28	72.73	73.70	No cumple
8	28	72		
9	28	76.36		

Tabla 4.6. Resistencias alcanzadas mortero tipo “S”, 40% goma triturada, elaboración propia.

El promedio de la resistencias de cubos ensayados a los 7 días, fue muy baja en comparación de la resistencia final, el cual fue de 47.14 kg/cm², para el promedio de los cubos ensayados a los 14 días se obtuvieron una resistencia promedio de 55.49 kg/cm² y finalmente se obtuvo un promedio de resistencia los 28 días de 73.70 kg/cm² con una diferencia de 32.34% del rango permisible que es de 114.12 kg/cm² obtenido bajo la elaboración del mortero convencional.



Gráfica 4.1. Comparativa de resistencias promedio obtenidas a los 7, 14 y 28 días para mortero tipo “S”, elaboración propia.

Los morteros elaborados convencionalmente, lograron alcanzar una resistencia a los 28 días de 129.28 kg/cm², sin embargo los elaborados con el 20% de goma triturada, presentaron una reducción en comparación con los elaborados convencionalmente de 18.83% a los 7 días, para los 14 días de 14.33% y 28 días de 6.32% cumpliendo con el rango establecido de la Norma ASTM C-109, el cual permite un 8.7% bajo la resistencia requerida, los elaborados con el 40% de goma triturada tuvieron aun el doble de disminución comparándoles con los elaborados convencionalmente con un porcentaje del 29.76% a los 7 días, 44.03% a los 14 días y 44.24% a los 28 días.

MORTEROS TIPO M

RESISTENCIA ALCANZADA MORTERO TIPO M (MORTERO COVENCIONAL)				
ENSAYO	EDAD (DIAS)	RESISTENCIA ALCANZADA (kg/cm²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm²)	OBSERVACIÓN
1	7	127.27	124.00	Cumple
2	7	126.56		
3	7	118.18		
4	14	141.82	145.11	No cumple
5	14	144.43		
6	14	149.09		
7	28	174.55	175.12	Cumple
8	28	174.45		
9	28	176.36		

Tabla 4.7. Resistencias alcanzadas mortero tipo “M”, elaboración propia.

Considerando la Norma ASTM C-270 donde determina que debe haber un mínimo de seis resultados positivos por mezclado en la elaboración de morteros tipo “M”, el cual en dicha norma hace referencia que la resistencia promedio de tres cubos ensayados los 28 días es de 2800 PSI (175 kg/cm²), para las diferentes resistencias obtenidas con respecto al mortero tipo “M” se obtuvieron a los 7 días una resistencia promedio de 124.00 kg/cm² el cual siguiendo los lineamientos de dicha norma estos cumplen con el parámetro que a los 7 días se debe obtener el 70% de la resistencia requerida, como mínimo; para cubos ensayados a los 14 días estos no alcanzaron el 85% de la resistencia requerida, para este caso el promedio de cubos a los 14 días fue de 145.11 kg/cm², donde no se cumple con el rango establecido, finalmente el promedio de morteros ensayados a los 28 días, alcanzaron la resistencias promedio de 175.12 kg/cm².

RESISTENCIA ALCANZADA MORTERO TIPO M (CON 20% GOMA TRITURADA)				
ENSAYO	EDAD (DIAS)	RESISTENCIA ALCANZADA (kg/cm²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm²)	OBSERVACIÓN
1	7	81.82	84.45	No cumple
2	7	82.45		
3	7	89.09		
4	14	118.18	115.62	No cumple
5	14	117.78		
6	14	110.91		
7	28	160	160.33	Cumple
8	28	161.12		
9	28	159.88		

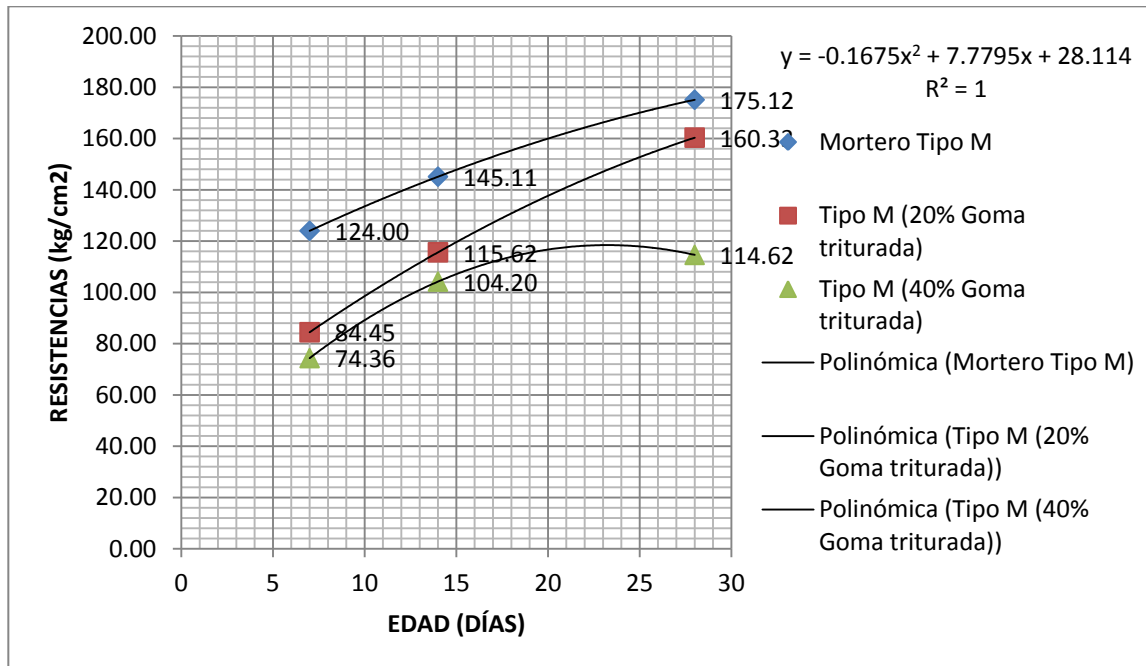
Tabla 4.8. Resistencias alcanzadas mortero tipo “M”, 20% goma triturada, elaboración propia.

A los 7 días se obtuvo una resistencia de 84.45 kg/cm² con un porcentaje de resistencia alcanzada de 22.6% con respecto al mortero tipo “M”, con respecto a los cubos ensayados a los 14 días, se obtuvo un valor de 115.62 kg/cm² y finalmente para el promedio de los cubos ensayados a los 28 días se obtuvo un valor de 160.33 kg/cm² que cumple con el apartado 13.2 de la Norma ASTM C-109 el cual determina los rangos permisibles para el promedio de tres cubos, el cual es de 8.7% por debajo del promedio de la resistencia requerida a los 28 días, con una diferencia del 8.38% comparada con el mortero convencional tipo “M”.

RESISTENCIA ALCANZADA MORTERO TIPO M (CON 40% GOMA TRITURADA)				
ENSAYO	EDAD (DIAS)	RESISTENCIA ALCANZADA (Kg/cm²)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm²)	OBSERVACION
1	7	75.45	74.36	No cumple
2	7	73.64		
3	7	74		
4	14	102.73	104.20	No cumple
5	14	104.09		
6	14	105.77		
7	28	117.27	114.62	No cumple
8	28	115.67		
9	28	110.91		

Tabla 4.9. Resistencias alcanzadas mortero tipo “M”, 40% goma triturada, elaboración propia.

Debido a que en los ensayados se reemplazó un 40% del agregado fino por goma triturada, se obtuvieron resistencias a los 7, 14 y 28 días, de las cuales se compararon con morteros tipo “M” realizados con agregados convencionales, a los 7 días se obtuvo una resistencia de 74.36 kg/cm² con una diferencia de 28.36% con mortero convencional, a los 14 días se obtuvo una resistencia de 104.20 kg/cm² con una diferencia de 23.38% con mortero convencional, y finalmente a los 28 días se obtuvo una resistencia de 114.62 kg/cm² con una diferencia de 25.79% de la resistencia mínima establecida por la Norma C-270 de 159.77 kg/cm², obtenido del mortero convencional tipo “M”.



Gráfica 4.2. Comparativa de resistencias promedio obtenidas a los 7, 14 y 28 días, elaboración propia Morteros tipo “M”.

Los morteros tipo “M” alcanzaron una resistencia a los 7 días con el objetivo de alcanzar el 70% de la resistencia requerida, aun no cumpliendo los porcentaje a los 14 días, este logro alcanzar su resistencia a los 28 días de 175.12 kg/cm², sin embargo con el 20% de goma triturada se presentó una tendencia baja, en comparación con los porcentajes obtenidos de mortero convencional el cual es de 22.6% de diferencia a los 7 días, a los 14 días se obtuvo un porcentaje de 16.78% y de 8.38% a los 28 días, los morteros elaborados con el 40% de goma triturada tuvieron una doble disminución comparándose con el mortero convencional, obteniendo un porcentaje de 28.36% a los 7 días, 23.38% a los 14 y de 25.79% a los 28 días.

CAPÍTULO 5.0

DISEÑO DE LOSA PEATONAL



5.0. APLICACIÓN: DISEÑO DE LOSA PEATONAL

Debido a los resultados obtenidos en la realización de las pruebas de compresión de los cilindros de concreto y vigas de concreto con goma triturada, se diseñan losas peatonales que puedan contribuir a la circulación peatonal destinada a la libre movilización de los ciudadanos.

El diseño establece los criterios usados y dimensionamiento aceptable en la construcción de losas peatonales, se realizará un ejemplo de diseño para tener un mejor conocimiento de la capacidad que una losa puede generar, así como una propuesta de diseño el cual se sitúa en las instalaciones de la Universidad de El Salvador con motivos de reconstruir la infraestructura dañada y dar a conocer el comportamiento del concreto con goma triturada.

También se presentará el proceso constructivo en base a los resultados del diseño de la losa peatonal y un comparativo de costos de una losa de concreto convencional con una de concreto con goma triturada.

Las losas peatonales son espacios para las ciudades, proporcionan el área de movimiento y de interacción de los peatones; además, son de vital importancia para garantizar su seguridad, especialmente en calles de alto tránsito. Las losas peatonales deben ser espacios accesibles para todos, y de dimensiones adecuadas, que permitan también el libre tránsito de niños, personas con dificultades motoras y adultos mayores.

5.1. EJEMPLO DE APLICACIÓN

Diseñe un tramo de losa peatonal el cual tendrá 1 metro de ancho, el tipo de suelo predominante es arcilla, no se encuentran obstáculos que impidan el movimiento peatonal, la finalidad de la losa es para el área residencial, el nivel de servicio se pretende que sea tipo B.

- **Paso 1**

Se determina el tipo de vía y altura de cordón según la tabla 5.1

Tabla 5.1. Fuente: ICPC, UPB, LAUR, Alcaldía de Medellín, “Manual de diseño y construcción de los componentes del espacio público”, Medellín 2003.

TIPO DE VIA Y DE TRANSITO	PERFIL Y ALTURA (cm) DEL CORDON		
	ALTURA NORMAL	ALTURA DE ACCESO REMONTABLE	CASOS ESPECIALES COMO DEMARCACION
Vías de servicio, Urbanizaciones, calles sin rutas de buses ni camiones; baja circulación peatonal.	15	10	5
Vías secundarias, Centros de ciudad, calles con rutas de buses, circulación de vehículos con alta velocidad y alta circulación peatonal.	20	15	10
Terminales de transporte y patios de carga en industria y comercio, con poco volumen de tráfico.	25	20	10
Terminales de transporte y patios de carga en puertos, industrias y comercios, con gran volumen de tráfico.	30	20	10

Una vez definido el tipo de vía y altura de cordón que en nuestro caso sería:

Tipo de vía: Urbanizaciones

Altura de cordón: 15 cm

- **Paso 2**

Se determina el tipo de suelo de la sub-rasante por medio de la tabla 5.1.2

Tabla 5.2 Clasificación de tipos de suelos

Tipo de suelo existente en la sub-rasante	Procedimiento a seguir
Suelos granulares (con predominio de piedra agregado arenoso) Tipos A1, A2, A3	Rectificar y compactar hasta obtener densidad especificada un 80% del proctor modificado.
Suelos Finos (con predominio de arcillas y limos) Tipos A4, A5, A6, A7	Rebajar y reemplazar por una base granular de 8 a 15 cm de espesor compactado hasta alcanzar un 90% del proctor modificado.
Suelos Orgánicos	Remover en una profundidad mínima de 30 cm y reemplazar por material estabilizado compactado con una densidad del 95%.

El tipo de suelo para el cual diseñaremos la losa peatonal está en el rango del tipo A4 al tipo A7, cae en suelos finos con predominio de arcillas y limos, el procedimiento a seguir sería: descapotar y remplazar el suelo existente por una sub-base granular o suelo cemento de 15 cm de altura, seguidamente con una base de arena con un espesor de 1 cm.

Una vez obtenidos los espesores de la sub-base y base el cual serán el soporte de la losa peatonal se procede al diseño de ésta.

- **Paso 3**

Se determina la capacidad peatonal.

La capacidad peatonal es determinada por la siguiente fórmula:

$$Q = (V)(K) \quad \text{Ecuación 5.1}$$

Donde:

Q = Capacidad o flujo peatonal (peat/min/m)

V = Velocidad del peatón (m/s)

K = Densidad peatonal (peat/m²)

Como la finalidad de la losa es para el área recreativa utilizamos la tabla 5.1.3

obtendremos las velocidades para los rangos diferentes de edades.

Tabla 5.3. Rangos de velocidades para las diferentes edades. Fuente: Elementos del tránsito “El Peatón” citado por el Ingeniero Guío, F. (2009). Calculado a partir de Roess et. AI (2004) tabla 2.2 pg.24

Edad (años)	Percentil 50 de la velocidad de caminata (m/s)		Edad (años)	Percentil 50 de la velocidad de caminata (m/s)	
	Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
2	0.85	1.04	13	1.62	1.71
3	1.07	1.04	14	1.55	1.62
4	1.25	1.25	15	1.71	1.62
5	1.4	1.37	16	1.58	1.65
6	1.46	1.52	17	1.58	1.65
7	1.52	1.52	18	1.49	N/A
8	1.52	1.62	20 - 29	1.74	1.65
9	1.55	1.65	30 - 39	1.65	1.65
10	1.68	1.65	40 - 49	1.55	1.52
11	1.58	1.58	50 - 59	1.49	1.52
12	1.77	1.74	> 60	1.25	1.25

Como tenemos velocidades variables tomaremos la mayor velocidad entre las edades lo que obtenemos una velocidad de diseño de $V = 1.77$ m/s.

La densidad peatonal se estima que sean de 4 personas por m^2 debido al espacio que pueda ocupar el volumen de sus cuerpos y por los diferentes cambios de dirección que puedan generar.

Entonces tenemos:

$$V = 1.77 \text{ m/s} = 106.2 \text{ m/min} \text{ “tiempo tomado 15 min.”}$$

$$K = 4 \text{ peat/m}^2$$

$$Q = (106.2 \text{ m/min})(4 \text{ peat/m}^2)$$

$$Q = 424.8 \text{ peat/m} \approx 425 \text{ peat/m} \approx 425 \text{ peat/m/15 min}$$

- **Paso 4**

Se determina el ancho efectivo para calcular el nivel de servicio de la losa peatonal.

Datos:

Ancho de acera: 1m

Flujo de peatones: 425 peat/m/15 min

Zonas de obstáculos: N/A

Nivel de servicio a obtener: B

Se presenta a continuación la tabla 5.1.4 que muestra los criterios del nivel de servicio peatonal.

Tabla 5.4. Niveles de servicio para losas peatonales. Fuente: Estudio de Accesibilidad Urbanística, autor: Francisco Rama Labrador.

NIVELES DE SERVICIO PARA LOSAS PEATONALES	
<p>NIVEL DE SERVICIO A (Superficie peatonal: $\geq 11,70 \text{ m}^2$ /pt Intensidad: $\leq 7\text{pt}/\text{min}/\text{m}$)</p>	<p>Los peatones prácticamente caminan en la trayectoria que desean, sin verse obligados a modificarla por la presencia de otros peatones.</p>
<p>NIVEL DE SERVICIO B (Superficie peatonal: $\geq 3,6 \text{ m}^2$ /pt Intensidad: $\leq 23\text{pt}/\text{min}/\text{m}$)</p>	<p>Se proporciona la superficie suficiente para permitir que los peatones elijan libremente su velocidad de marcha, se adelanten unos a otros y eviten los conflictos al entrecruzarse entre sí.</p>
<p>NIVEL DE SERVICIO C (Superficie peatonal: $\geq 2,16 \text{ m}^2$ /pt Intensidad: $\leq 33\text{pt}/\text{min}/\text{m}$)</p>	<p>Existe la superficie suficiente para seleccionar una velocidad normal de marcha y permitir el adelantamiento, principalmente en corrientes de un único sentido de circulación.</p>

<p>NIVEL DE SERVICIO D</p> <p>(Superficie peatonal: $\geq 1,35m^2$ /pt Intensidad: $\leq 49pt/min/m$)</p>	<p>Se restringe la libertad individual de elegir la velocidad de marcha y el adelantamiento. En el caso de que haya movimientos de entrecruzado o en sentido contrario existe una alta probabilidad de que se presenten conflictos, siendo precisos frecuentes cambios de velocidad y de posición para eludirlos. Proporciona un flujo razonablemente fluido. No obstante, es probable que se produzca entre los peatones unas fricciones e interacciones notables.</p>
<p>NIVEL DE SERVICIO E</p> <p>(Superficie peatonal: $\geq 0,54 m^2$ /pt Intensidad: $\leq 82 pt/min/m$)</p>	<p>Todos los peatones verán restringida su velocidad normal de marcha, lo que les exigirá con frecuencia modificar y ajustar su paso. En la zona inferior de éste, el movimiento hacia adelante sólo es posible mediante una forma de avance denominada “arrastre de pies”. No se dispone de la superficie suficiente para el adelantamiento de los peatones más lentos.</p>

<p style="text-align: center;">NIVEL DE SERVICIO F (Superficie peatonal: $\geq 0,54m^2$ /pt Intensidad: variable)</p>	<p>Las velocidades de marcha se ven frecuentemente restringidas y el avance hacia delante sólo se puede realizar mediante el paso de “arrastre de pies”.</p> <p>La superficie peatonal es más propia de formaciones en cola que de corrientes de circulación de peatones.</p>
--	---

Como el nivel de servicio que queremos obtener es tipo B, tomamos la intensidad para dicho servicio la cual es $I = 23 \text{ peat/min/m}$.

Encontrando ancho efectivo:

$$I = \frac{Qp}{Ae} \quad \text{Ecuación 5.1.2}$$

$$Ae = \frac{425 \text{peat} / m / 15 \text{min}}{23 \text{peat} / \text{min} / m}$$

$$Ae = 1.23 \text{ m}$$

Calculo de la anchura total de la losa

$$At = Ae + Ao \quad \text{Ecuación 5.1.3}$$

Donde:

At = ancho total de losa

Ae = ancho efectivo de losa

$A_o =$ ancho de obstáculos

$$A_t = 1.23 + 0$$

$$A_t = 1.23 \text{ m}$$

Tenemos como resultado 1.23 m debido a que no hay obstáculos en los cuales el peatón tenga que desviarse de su rumbo, solamente el ancho de la losa, entonces se concluye que el ancho efectivo es igual al ancho total.

- **Paso 5**

Se determina espesor de losa

$$E = 0.10 \text{ cms}$$

Resultados del diseño

Para el dimensionamiento de la losa peatonal en la zona de recreación se tuvieron bastante presente el flujo de peatones que transitarían la losa, la velocidad de los peatones así como los niveles de servicio las cuales pretenden dar una mayor comodidad en el movimiento de los peatones, se determino que se debería incrementar el ancho propuesto de 1m por el ancho efectivo ya que si se quiere obtener un nivel de servicio tipo B se deberá tomar éste valor o mayor a él.

Diseño final de losa:

Tipo de vía: Urbanización

Sub-base: 8 cm de suelo cemento

Base: 1cm de cama de arena

Espesor de losa: de 8 a 10 cm

Ancho de losa: 1.23 m

5.2. PROPUESTA DE DISEÑO

Debido a las condiciones que se encuentra un tramo de acera ubicada en la entrada de la Universidad de El Salvador, el deterioro y mala estabilización del suelo, que provoca que el peatón tenga un mayor riesgo de tener un accidente, se propone mejorar la calidad del suelo existente, reemplazar el tramo de acera dañado por concreto con goma triturada el cual se pretende utilizar un porcentaje del 20% del volumen de la arena, para el cual se tomaron las medidas tanto ancho y largo del tramo dañado así como el flujo peatonal que transita sobre ella.

A continuación se realizará el diseño de la losa peatonal con datos que se tomaron en campo en la zona dañada, el ancho de la acera actual es de 2.16 m, largo del tramo dañado 5.10 m y el flujo peatonal es de 485 peatones por metro en un lapso de 15 minutos.

Procedimiento:

- ◆ Calculamos primero el nivel de servicio en el que se encuentra el tramo de losa a reparar para eso se calcula de la siguiente manera:

Dividimos el flujo peatonal entre el tiempo tomado:

$$I = \frac{485 \text{ peat}/m}{15 \text{ min}}$$

$$I = 32.33 \text{ peat}/\text{min}/m$$

Comparando este resultado en la tabla 5.1.4 podemos observar que caemos en el nivel de servicio C, la cual se tiene suficiente espacio para tener una marcha en velocidad normal.

Luego se procede a la determinación del espesor de la base de la losa peatonal a reparar, la cual se determina de la tabla 5.1.2: Espesor de 15 cms

Base de piedra cuarta = 25 cm

Sub - Base de material selecto = 5 cm

- ◆ Una vez obtenido las profundidades de la base respectivamente se procede al cálculo de volumen de excavación:

$$V_{exc} = H \times A \times L$$

$$V_{exc} = 0.40 \text{ m} \times 2.16 \text{ m} \times 5.00 \text{ m}$$

$$V_{exc} = 4.32 \text{ m}^3$$

◆ Luego se procede al cálculo de volumen de relleno

$$V_{re} = 0.05 \text{ m} \times 2.16 \text{ m} \times 5.00 \text{ m}$$

$$V_{re} = 0.54 \text{ m}^3$$

Teniendo en cuenta que la capacidad peatonal es de 485 peat/min/m, calculamos el ancho efectivo de la losa, considerando que no hay obstáculos en los cuales el peatón tenga que cambiar su dirección y la intensidad de diseño se tomaría la del nivel de servicio B ya que se espera que el flujo peatonal tenga una velocidad normal sin tropezar con otros peatones.

$$Ae = \frac{485 \text{ peat} / \text{m} / 15\text{min}}{23 \text{ peat} / \text{min} / \text{m}}$$

$$Ae = 1.41 \text{ m}$$

Calculo de la anchura total de la losa

$$At = Ae + Ao$$

$$At = 1.41 \text{ m} + 0$$

$$At = 1.41 \text{ m}$$

El ancho actual de la acera es de 2.16 m lo que es muy superior al ancho efectivo de losa por lo que se considera utilizar el mayor ancho para que cumpla con un buen nivel de servicio y que el peatón se sienta libre y cómodo en el transcurso de trayecto.

- Se calcula el volumen de concreto a utilizar en la losa para lo cual se decidió tomar un espesor de 10 cm.

$$V_{\text{concreto}} = 2.16 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 0.1 \text{ m}$$

$$V_{\text{concreto}} = 1.08 \text{ m}^3$$

- Se calculan los volúmenes de materiales a utilizar para la elaboración de dicha losa, tomaremos los resultados obtenidos del diseño de mezcla con $a/c = 0.79$.

Tabla 5.5 Resultado del diseño de mezcla para $a/c = 0.79$

DISEÑO FINAL PARA: 1 M³ DE CONCRETO	
ELEMENTO	PESO
Agua =	167.58 kg
Arena =	455.84 kg
Agregado grueso =	791.87 kg
Cemento =	236.71 kg o 5.57bolsas
TOTAL	1652.00 kg

CALCULO DE MATERIALES POR PESO:

$$\text{Agua} = 167.58 \text{ kg/m}^3 \times 1.08 \text{ m}^3 = 180.99 \text{ kg}$$

$$\text{Arena} = 455.84 \text{ kg/m}^3 \times 1.08 \text{ m}^3 = 492.30 \text{ kg}$$

$$\text{Grava} = 791.87 \text{ kg/m}^3 \times 1.08 \text{ m}^3 = 855.22 \text{ kg}$$

$$\text{Cemento} = 236.71 \text{ kg/m}^3 \times 1.08 \text{ m}^3 = 255.65 \text{ kg}$$

CALCULO DE MATERIALES POR VOLUMEN:

$$\text{Volumen de Agua} = 180.99 \text{ kg} / 1000 \text{ kg/m}^3 = 0.181 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de Arena} = 492.30 \text{ kg} / 1670 \text{ kg/m}^3 = 0.29 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de Grava} = 855.22 \text{ kg} / 1690 \text{ kg/m}^3 = 0.51 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento} = 255.65 \text{ kg} / 42.5 \text{ kg} = 6 \text{ bolsas}$$

$$\text{Goma triturada} = 20\% \times 0.29 \text{ m}^3 = 0.058 \text{ m}^3$$

5.3. RESULTADOS DE LA PROPUESTA DE DISEÑO

Ancho de losa: 2.16 m

Longitud de losa: 5.00 m

Espesor: 10.00 cm

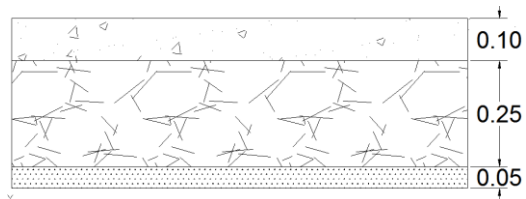


Imagen 5.2. Dimensionamiento de losa

peatonal





Relleno material selecto: 5.00 cm






Relleno con piedra cuarta: 25.00 cm




5.4. PROCESO CONSTRUCTIVO DE LOSA PEATONAL DE CONCRETO CON GOMA TRITURADA.

Material y Equipo

Tabla 5.6 Material y equipo para el diseño de la losa peatonal.

Material y Equipo	Descripción
	Arena. La arena a utilizar debe cumplir ciertas características, sobre todo el de cumplir con los rangos del módulo de finura antes mencionados. Para esta elaboración de losa peatonal, se está utilizando material del banco de arena de Aramuaca, San Miguel.
	Grava. La grava utilizada en esta elaboración de losa procede del banco de materiales de El Carmen, La Unión.
	Goma triturada. Se utiliza goma triturada para esta elaboración de losa peatonal de las Canchas El Ché, San Miguel, la cual se tamizará como agregado fino.
	Piedra. La piedra a utilizar para esta elaboración es la piedra de cantera, piedra cuarta.

	<p>Cemento. El cemento a utilizar para esta elaboración de losa es el cemento G.U.1157.</p>
	<p>Agua. El agua a utilizar para esta elaboración debe ser potable y libre de impurezas.</p>
	<p>Mezcladora Mecánica. Para la elaboración del concreto en in-situ.</p>
	<p>Cubetas. Serán utilizadas para depositar el agregado en la mezcladora mecánica y para depositar el concreto en el tramo de elaboración.</p>
	<p>Material Selecto. Se utiliza como base del suelo.</p>

	<p>Cucharón de aluminio. Para el manejo del concreto.</p>
	<p>Palas. Se ocupan para depositar los agregados en las cubetas.</p>
	<p>Apisonador. Para compactar el material selecto.</p>

PROCEDIMIENTO

◆ Elaboración de losa peatonal de concreto con goma triturada.

1. Limpieza

Debido a que se tiene una losa peatonal existente en mal estado, se procede a la limpieza y el despejo de arbustos y objetos que impidan las labores a ejecutarse.



Imagen 5.3. Limpieza en el área de trabajo

2. Colocación del trazo.

Se coloca el trazo de la losa para determinar las alturas y niveles de referencia para el colado del concreto con goma triturada.



Imagen 5.4 trazo del área a trabajar.

3. Excavación a mano

Habiendo colocado el trazo se excavará el volumen de suelo necesario para reemplazarlo por una base de suelo mejorado.



Imagen 5.5 Excavación a mano.

4. Colocación del material selecto

Una vez excavado el volumen necesario para la base de la losa, se procede a la colocación del material selecto, debidamente compactado con el apisonador agregándole la humedad necesaria para su densidad óptima.



Imagen 5.6 Compactación del material selecto

5. Colocación de la piedra cuarta.

Habiendo compactada la sub-base del suelo, se procede a la colocación de piedra cuarta, de manera conjunta que permita moldearse a la forma y pendiente de la losa a colar, debidamente húmeda para que no absorba el agua de la mezcla y evitar futuras fisuras o grietas en el concreto.



Imagen 5.7 Colocación de piedra cuarta

6. Hechura y colocación de concreto.

Se procede a la elaboración de concreto con goma triturada, teniendo en cuenta la proporción de material a utilizar y la consistencia del concreto deseado, evitando la adición de agua después de la hechura y no colocarla a una altura mayor de 1m.



Imagen 5.8 Hechura y colocación de concreto con goma triturada

7. Enrasado

Habiendo colocado el concreto de una manera monolítica y después haberse varillado se procede a enrasar el concreto hasta la altura determinada por el trazo y nivel.



Imagen 5.9 Enrasado de concreto.

8. Acabado superficial

Esta operación se realizará cuando el concreto esté lo suficientemente plástico pero seco, realizando el texturizado transversal a todo el ancho de la superficie a colar, mediante llanas manuales o mecánicas, y posteriormente con un cepillo de cerdas plásticas



Imagen 5.10 Acabado superficial.

9. Curado

Una vez hecho el acabado superficial, se procede al curado, en el curado es recomendable tapar las entradas con protección para evitar el paso sobre ellas, como a la vez estarla humedeciendo continuamente.



Imagen 5.11 Curado de la superficie terminada.

COMENTARIO:

El proceso constructivo, de la losa peatonal de concreto con goma triturada es el mismo proceso constructivo de losa elaborada con concreto convencional, el orden de los procesos a ejecutar es el mismo, lo único que cambia es la proporción, en nuestro caso la losa elaborada con goma triturada, se tomó ciertas consideraciones como:

- La proporción de goma a utilizar se determina en sustitución del 20% del agregado fino.
- ¿Cómo se determina el porcentaje de goma triturada utilizando del 20% en sustitución de la arena? Se determina por la altura que alcanza la arena en una cubeta, obteniendo el

20% de esa altura, en nuestro caso la altura obtenida por cubeta de arena es de 6 cm de goma

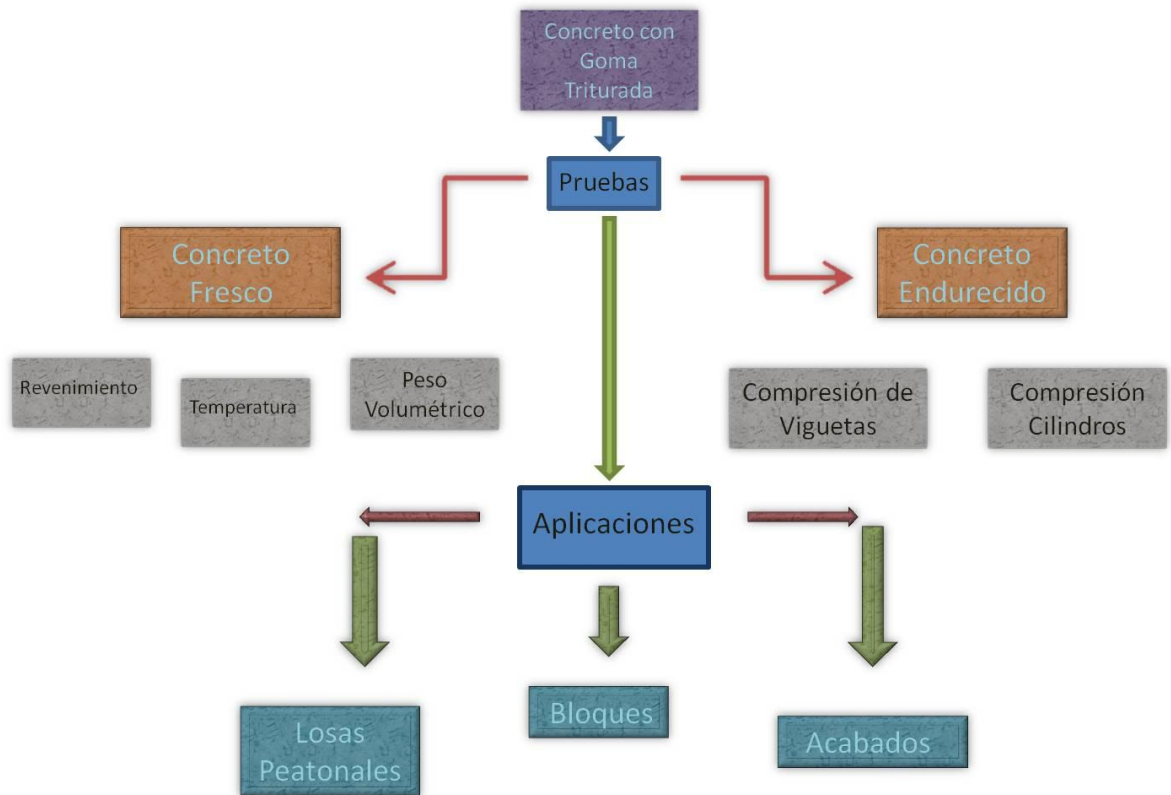
- La proporción utilizada en la elaboración de concreto con goma triturada es de 1 cubeta de cemento, 2.5 cubetas de arena, 3 cubetas de grava y 0.6 cubetas de goma triturada

CAPÍTULO 6.0

APLICACIÓN EN OBRAS CIVILES



6.0. APLICACIÓN EN OBRAS CIVILES



El capítulo que a continuación se presenta se basa en otras aplicaciones en el cual la goma triturada puede utilizarse además de las aplicaciones vistas en los capítulos anteriores, las aplicaciones que a continuación se presentan son: bloques de concreto con goma triturada, el mortero como pegamento para bloques y finalmente el repello como acabado.

Se podrán apreciar los procesos constructivos de las cuales cada aplicación fue hecha a base de goma triturada, hay que destacar la importancia que cada mezcla de mortero elaborada se incluyó el 20% de goma triturada para cada aplicación,

el porcentaje aplicado se debe a los resultados obtenidos en el capítulo 4. En donde se puso a prueba el mortero con sus respectivos ensayos, donde se dieron a conocer que el Mortero tipo M con el 20 % de goma triturada fue aceptable debido que se obtuvo un valor de resistencia a los 28 días de 160.33 kg/cm^2 . dicho valor se encontró en el rango permisible para el promedio de tres cubos, el cual es de 8.7% por debajo del promedio de la resistencia requerida como lo dictamina la norma ASTM C-109.

Finalmente se observara que la elaboración de cada aplicación se ejecuta de la misma manera, como si se estuviera trabajando con un mortero convencional, la goma triturada agrega como sustituto de la arena el cual se hace de una manera porcentual en relación con la arena utilizada.

6.1. APLICACIÓN

Una vez se comprobó que la goma triturada puede reemplazar un porcentaje específico de arena para que la resistencia del mortero se mantenga bajo los rangos que se permiten en la Norma ASTM C-109, por lo tanto, dicho nuevo material puede utilizarse en las distintas aplicaciones del mortero convencional, como repello, afinado, llenado y pegado de bloques. Para mostrar las distintas aplicaciones mencionadas se realizó la elaboración de bloques con goma triturada incluida hasta su pegado y afinado de los mismos, en un pequeño muro. El procedimiento se detalla a continuación:

6.2. GENERALIDADES SOBRE BLOQUES DE CONCRETO Y BLOQUES DE CONCRETO CON GOMA TRITURADA.

En nuestro país, el sistema constructivo de bloques de concreto, es uno de lo más utilizados en la construcción de viviendas debido a ello, la importancia de esta investigación fue elaborar bloques de concreto con goma triturada así como también, el mortero utilizado para la mampostería en el pegamento por último el repello como acabado.

La aceptación es a causa de la múltiples ventajas que el sistema presenta, como la rapidez en el proceso constructivo (hasta rapidez en su fabricación) debido a que el sistema de prefabricados modulares , que trae consigo un ahorro en la mano de obra , además de su comportamiento estructural satisfactorio del sistema, cabe mencionar que para el comportamiento estructural de los bloques con goma triturada fue necesaria la ejecución de la prueba de resistencia al bloque para poder determinar resultados que puedan ser comparados con las resistencias de bloques de concreto.

6.2.1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS COMPARATIVAS UTILIZANDO BLOQUES DE CONCRETO - BLOQUES CONCRETO CON GOMA TRITURADA.

VENTAJAS	BLOQUES DE CONCRETO	BLOQUES CONCRETO CON GOMA TRITURADA
En comparación con otras alternativas, el número de unidades de concreto necesarias por m ² es menor.	✓	✓
Menor cantidad de mortero al ser menor la cantidad de unidades a pegarse por m ²	✓	✓
Los materiales empleados se obtienen localmente con facilidad.	✓	



Permite diferentes tipos de acabados o provechar las texturas y colores de las unidades	✓	✓
Adecuado aislamiento térmicos	✓	✓
Acústicos	✓	✓
Mayor adherencia con otros agregados		✓
Resistencia al fuego	✓	
Retención de sonidos		✓

Tabla 6.1. Comparativa de ventajas y desventajas: concreto convencional - concreto con goma triturada.

De la tabla anterior se puede concluir que los bloques de concreto comparados con los elaborados con goma triturada, las ventajas siguen siendo las mismas, son pocas las ventajas o desventajas que puedan tener una con respecto a la otra, por ejemplo la resistencia hay que recordar que los bloques elaborados con goma triturada presentan una pequeña disminución en comparación con los bloques de concreto, pero hay que destacar también una de las ventajas que tiene los bloques elaborados con goma triturada como lo es su fácil adherencia con los demás agregados, la ventaja primordial es la de retención de sonidos, como grupo recomendamos el uso del bloque a base de goma triturada, en muros perimetrales de hospitales, hoteles, casas de habitación, aldeas etc. donde sea importante la retención de sonidos provocados por los automóviles en lugares que se han continuos a calles principales o carreteras sin embargo siempre y cuando se han construcciones de un solo piso.

6.2.2. ELABORACION DE BLOQUES DE CONCRETO UTILIZANDO GOMA TRITURADA COMO AGREGADO

Material y Equipo

Material y Equipo	Descripción
	Arena. La arena a utilizar debe cumplir ciertas características, sobre todo el de cumplir con los rangos del módulo de finura antes mencionados. Para esta investigación, se está utilizando material del banco de arena de Aramuaca, San Miguel. Material fino.
	Goma triturada. La goma triturada utilizada en esta investigación tiene un módulo de finura de 4.23.
	Cemento. Para esta investigación se ocupó Cemento GU 1157, debido a que es el cemento de uso general.
	Agua. El agua debe ser potable y libre de contaminantes para un buen concreto.





	<p>Palas. Se ocupan para cuartear la arena y goma triturada.</p>
	<p>Moldeadora de bloques. Es en esta maquina donde se llena de la mezcla en los moldes para la elaboración de bloques, la cual luego vibra mecánicamente y se retira sus moldes para dejarlos listos para curar ya en forma de bloque.</p>
	<p>Cubetas. Sirven para depositar en ellas el agregado tanto la arena, goma y agua.</p>
	<p>Cinta. Mide las diferentes distancias respectivas en altura para lograr determinar la sustitución de la goma triturada por arena.</p>

Tabla 6.2. Material y equipo para la elaboración de bloques de concreto-goma triturada

6.2.3. PROCEDIMIENTO

◆ Elaboración de bloques de concreto con goma triturada.

1. Determinar la altura



Determinar la altura respectiva en la cual se sustituirá en 20% de altura la goma triturada por la arena para una proporción 1:2 (1 bolsa de cemento por 2 carretilladas de arena).

Imagen 6.1. Determinado de altura

2. Colocación de agregados en la cubeta.

Se colocará arena hasta una altura determinada en el paso anterior, y el restante de altura para cubrir la cubeta por completo, se sustituirá por la goma triturada este paso se repetirá 5 veces hasta la elaboración de la mezcla para bloques.



Imagen 6.2. Colocación de agregados

3. Elaboración de la mezcla

Una vez repetida por 5 veces el paso anterior, se procede a depositar el cemento en la arena y goma triturada que a sido depositada anteriormente.



Imagen 6.3. Colocación de cemento

4. Cuarteo de la mezcla

Una vez se tienen los agregados arena, goma triturada y cemento se procede a cuartear la mezcla hasta obtener una mezcla uniforme.



Imagen 6.4. Cuarteo de agregado y cemento

5. Colocación de agua y elaboración del mortero.

Una vez obtenida la mezcla uniformemente se dispone a colocar la cantidad de agua necesaria para poder finalizar el proceso y obtener la mezcla de mortero.



Imagen 6.5. Colocación de agua sobre la mezcla y mezcla preparada

6. Colocación del mortero en la maquina moldeadora de bloque.

Terminada la mezcla de mortero se procede a depositar la mezcla en la maquina moldeadora hasta llenar cada una de los moldes (4 en total) de manera que estos se llenen hasta la parte superior de cada molde.



Imagen 6.6. llenado de mortero en los moldes

7. Vibrado.

Colocado el mortero y llenado cada una de los moldes se procede al encendido de la maquina la cual se deja vibrando de 30 segundos a un minuto por tarde.



Imagen 6.7. Vibrado de la maquina moldeadora.

8. Obtención de bloques.

Se levanta la placa aseguradora de moldes para extraer los bloques recién elaborados.



Imagen 6.8. Bloques recién elaborados con mortero

9. Curado

Se recomienda dejar curar el bloque durante 7 días después de su elaboración, para que gane resistencia y pueda ser utilizado en obra, es importante en el tiempo de curado nunca dejar de curarle con agua al bloque.



Imagen 6.9. Curado de bloques

6.3. MORTERO PARA PEGAMENTO DE BLOQUE

Los morteros son una mezcla de cemento, arena, agua y en algunos casos, y cuando es requerido aditivos; estos deberán tener según norma una resistencia de 175 kg/cm².

Los morteros al igual que los concretos son blandos en las primeras horas y endurecen con el tiempo, ganando resistencia y durabilidad, aunque su comportamiento, uso y manejo son diferentes, los morteros tiene varias utilidades como:

- ✓ Pegamento de ladrillos, bloques y azulejos
- ✓ Proporcionar un acabado a las superficies (liso, áspero, rugoso, etc.).

Una buena mezcla de mortero con goma triturada se puede reconocer por:

- 1) Es trabajable: se esparce fácilmente sobre el bloque y se adhiere a las superficies verticales más que el mortero convencional.
- 2) Retiene agua: se mantiene suave, lo suficiente para alinear, ajustar y aplomar la unidad, hay que destacar que la goma triturada no afecta al agua de la mezcla por que la goma triturada es impermeable.
- 3) Se endurece para permitir el acabado de las juntas entre bloques (sissas).
- 4) Al igual que el mortero convencional, mejora y simplifica la preparación de la mezcla.
- 5) El mortero con goma triturada posee los componentes necesarios para que un mortero sea trabajable y cumpla con las propiedades deseadas en estado plástico y endurecido.
- 6) Asegura la uniformidad del material durante la construcción.

6.3.1. TIPOS DE MORTERO

Los morteros son clasificados, según su finalidad en:

- ◆ Morteros para unión se usan para el pegamento de bloque.
- ◆ Morteros para repello, se usan para dar acabado a una pared.

A continuación dentro de la aplicación para morteros se presenta el proceso constructivo del pegamento de bloques incluyéndoles el 20 % de goma triturada.

6.3.2. PROCEDIMIENTO

1. Preparación del lugar

Una vez hecho los bloques y debidamente curados, se procede a la limpieza del lugar donde se hará el pequeño muro, para ello primero se descapota una capa del suelo.



Imagen 6.10. Preparación del suelo

2. Colocación del material selecto

Una vez descapotada el área, se procede a colocar el material selecto luego este será compactado agregándole la humedad necesaria hasta lograr una compactación ideal para colocar una capa de concreto de base antes del pegado de bloque.



Imagen 6.11. Colocado de material selecto



Imagen 6.12. Preparación de material selecto

3. Preparación del mortero para pegamento de bloque.

Para el pegado de bloques se utilizó una proporción 1:2 (Mortero tipo M, 175 kg/cm^2), sustituyendo el 20% de arena con la goma triturada.



Imagen 6.13. Preparación de mezcla



Imagen 6.14. Preparación de pasta

4. Pegado de bloques.

Elaborada el mortero con el 20% de goma triturada en la mezcla, se procede a pegar los bloques de la misma forma que se hace con el mortero convencional, nivelando el bloque y asentándolo con el que ha sido colocado anteriormente.



Imagen 6.15. Pegamento de bloques

6.4. ACABADOS.

Los acabados, son aquellos detalles que le estarán dando a la obra presentación y una apariencia agradable.

Aunque estos acabados no forman parte de la estructura principal de la obra, es importante conocer la forma en que se realizan.

Las funciones que desempeñan los acabados en las paredes son:

- ◆ Aumentar durabilidad
- ◆ Presentar superficie agradable a los ojos de las personas
- ◆ Impermeabilizar las paredes por medio de cemento, arena y goma triturada y pintura etc. Contra los efectos del tiempo como por ejemplo la lluvia.

6.4.1. REPELLO DE MORTERO A BASE DE GOMA TRITURADA.

Es la primera etapa para realizar el acabado en las paredes, dando un acabado rugoso como más adelante se podrá observar en el proceso de repello, para este caso hay q recordar la mezcla consta de arena, cemento, agua y goma triturada.

El repello con goma triturada se efectúa en dos capas, la primera de 0.6 cm (1/4”) y la segunda de 0.9 cm (3/8”) siendo el espesor recomendado de 1.5 cm (5/8”).

6.4.2. PROCEDIMIENTO

1. Repello de muro de bloques

La mezcla de mortero que se realizó para el repello de los bloques es de la misma proporción 1:2 (Mortero tipo M 175 kg/cm²), que se hizo para el pegado de los bloques.



Imagen 6.16. Colocación de bloques

2. Humedecer la pared

Antes de proceder a colocar el mortero para repello, se humedece la pared para que los bloques no absorban el agua de la mezcla.



Imagen 6.17. Pared humedecida

3. Colocado de repello

El obrero, colocara la primera capa de repello de 0.6 cm en toda el área a repellar, hay que destacar que el mortero elaborado con goma triturada presenta una mejor adherencia que el mortero elaborado convencionalmente.



Imagen 6.18. Colocación de primera capa

4. Afinado

Una vez colocada las dos capas de mortero, sobre la pared (repello con goma triturada), se procede al afinado con una llana de madera, hasta dejarla lista para colocar la capa de 2mm a 4mm del acabado final.



Imagen 6.19. Afinado de repello

5. Curado

Finalmente se cura la superficie, hasta que la superficie este seca y lista.



Imagen 6.20. Acabado final

6.5. ADOQUINES DE CONCRETO.

Los adoquines de concreto son elementos macizos, prefabricados, con forma de prisma recto, que al colocarlos sobre una superficie encajan unos con otros, quedando entre ellos solamente las juntas.

Estos están regidos por la norma ASTM C – 936, la cual establece las especificaciones estándar para los adoquines de concreto solido, además señala que las unidades no serán mayores de 16 centímetros de ancho (debe entenderse el rectángulo inscrito), 24 centímetros de largo y de 8 a 10 centímetros de espesor; que el largo y ancho de las unidades no difieran más que ± 16 milímetros de las dimensiones estándares especificadas.

Esta norma también establece una relación con las normas ASTM C - 140, relativo al método para el muestreo y las pruebas, además que la resistencia a la compresión de las muestras ensayadas no deberá ser menor de 563.3 kg/cm^2 (8000 psi, 55 MPa) y que las unidades individuales no será menor de 507 kg/cm^2 (7200 psi, 50 MPa). Así mismo establece que el promedio de absorción de las muestras ensayadas no deberá ser mayor de 5% y las unidades individuales no sean mayores de 7%. Según norma.

La razón por la cual no se elaboro el adoquín con goma triturada, se justifica en los alcances pero es posible elaborarlos e incluso utilizarlos en tramos donde las cargas que soportarían no sean cargas mayores a 209.38 kg/cm^2 que es la carga máxima que soporta el concreto incluyéndole el 20% de goma triturada para una relación A/C = 0.65. La proporción del concreto con goma triturada incluida podría elaborarse por volumen o peso. Incluyéndoles el 20% respectivamente.

CAPÍTULO 7.0

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



7.0. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

El uso de materiales de desecho acumulados en los países del tercer mundo se encuentra todavía en sus primeras fases, es decir la fase de investigación. Hay que tener valor para los contratistas y otros en la industria de la construcción de reciclar determinados tipos de materiales y desecho en las mezclas de concreto y mortero. Por medio de esta investigación, queda demostrado que es factible utilizar la goma triturada proveniente de los neumáticos en desuso como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S en la aplicación de obras civiles, por las siguientes razones:

- ◆ De acuerdo a la hipótesis uno, la resistencia a la compresión disminuye a medida el contenido de goma triturada aumenta. Sin embargo, por medio de las pruebas se determinó justamente hasta qué límite de porcentaje de goma triturada se puede aplicar en sustitución del agregado fino para que la resistencia del concreto o mortero se mantenga dentro de los rangos establecidos según la Norma ACI 318-05 Capítulo 5. Para la relación agua-cemento 0.65, para cumplir con el mínimo de 35 kg/cm^2 menos, es decir de una resistencia de 190 kg/cm^2 , se determinó que se debe hacer una sustitución de 22.41% de goma triturada equivalente en volumen del agregado fino; Para alcanzar la resistencia de diseño, es decir 225 kg/cm^2 , se debe sustituir un 14.67 % y para alcanzar resistencia máxima de los 35 kg/cm^2 , se debe sustituir hasta un 6.94%. Para la relación agua-cemento 0.79, para cumplir

con el mínimo de 35 kg/cm^2 menos, es decir de una resistencia de 115 kg/cm^2 , se determinó que se debe hacer una sustitución de 20.40% de goma triturada equivalente en volumen del agregado fino; Para alcanzar la resistencia de diseño, es decir 150 kg/cm^2 , se debe sustituir un 6.65 % y para alcanzar resistencia máxima de los 35 kg/cm^2 , se determinó que no se puede. Estos datos se obtuvieron por interpolación de las resistencias obtenidas en pruebas de laboratorio.

- ◆ De acuerdo a la hipótesis dos y cuatro, se concluye que el aumento de goma triturada en la mezcla se produce una pasta muy trabajable en comparación con una mezcla convencional, además de que alcanza los revenimientos establecidos para cada diseño para concreto y fluidez para mortero.
- ◆ De acuerdo a la hipótesis tres, se determina que en base a los resultados de las diferentes lecturas de temperaturas, la mezcla con goma triturada se reduce hasta un 7.8%, por lo que se concluye que la utilización de goma triturada como agregado a concreto y mortero alcanza temperaturas óptimas.
- ◆ De acuerdo a la hipótesis cinco, se determina que a medida el contenido de goma triturada aumenta, la falla a tensión disminuye. Sin embargo, se mantiene entre los rangos de tensión y la falla siempre es en el tercio medio, de acuerdo a la Norma ASTM C-293.
- ◆ En todas las pruebas de falla, las muestras de concreto y mortero con goma triturada se mantuvieron casi intactas, lo que indica que las partículas de goma están absorbiendo las fuerzas que actúan sobre él, presentando buena adherencia

entre las partículas. Tal comportamiento es beneficioso para una estructura que requiere una buena resistencia al impacto.

- ◆ La unidad peso de la mezcla de concreto se redujo en aproximadamente 22.50 kg por metro cúbico por cada 9 kg de goma triturada añadida.
- ◆ Debido a los resultados a largo plazo, se concluye que la utilización de tales mezclas se recomienda en lugares donde la alta resistencia de concreto y mortero no son tan importantes, por ejemplo en aceras, calles, canchas recreativas, senderos y rampas para sillas de ruedas en donde mejorará la resistencia al deslizamiento, así como también en la elaboración de elementos constructivos como bloques de concreto (utilizados en paredes de relleno y no carga), adoquines, mezclas para ladrillos de piso, arriates, pistas de ciclismo, bancas, losetas para jardinería, etc.

7.2. RECOMENDACIONES

Para investigaciones futuras, se recomienda:

- ◆ Realizar estudios con relaciones agua-cemento diferentes a 0.65 y 0.79 para las mezclas de concreto usando goma triturada como sustituto de agregado fino.
- ◆ Realizar estudios con diferentes proporciones para mezclas de mortero usando goma triturada como sustituto de agregado fino.
- ◆ Realizar estudios comparando resultados de resistencias de concreto usando vidrio reciclado y goma triturada.
- ◆ Realizar estudios para determinar si la resistencia y la fluidez de los morteros son afectadas positiva o negativamente cuando se utiliza cal hidratada como segundo cementante.
- ◆ Realizar estudios de abrasión para concretos usando goma triturada.
- ◆ Se recomienda realizar pruebas para determinar la durabilidad del concreto con goma triturada incluida.
- ◆ Se recomienda realizar estudios en donde se analice el comportamiento del concreto con goma triturada a altas temperaturas.

- ◆ Realizar estudios en donde se incorpore la goma triturada como fibra al concreto y no como sustituto del agregado fino.
- ◆ Crear un manual de lineamiento y metodología en nuestro país, donde se proponga la utilización de nuevos materiales reciclados en la elaboración de mezclas de concreto y mortero.
- ◆ Se recomienda que la utilización de la goma triturada en concreto y mortero se debe incluir en obras civiles que no estarán expuestas a temperaturas altas debido a las características del caucho, ya que es altamente inflamable y puede provocar incendios.
- ◆ Se recomienda que la utilización de la goma triturada en concreto y mortero debe ser incluida en obras civiles que requieran buena resistencia al impacto, ya que las características de este material reciclado absorbe dichas fuerzas; además de que no se deforma a temperaturas altas, no es quebradizo en el frío y no es pegajoso.

FUENTES DE COLSULTA



◆ **Tesis:**

- ✓ Aparicio Villacorta, Alberto; Rivera, Gilberto; Rodríguez, Magdiel. (2009). Estudio exploratorio de diseño de mezclas de concreto de peso normal y mortero tipo M y S usando vidrio reciclado como agregado. Tesis para optar al grado de Ingeniero Civil, Universidad de El Salvador, San Miguel, El Salvador.
- ✓ Godoy Mata, Oscar René. (2006). Investigación de las características de los morteros de mampostería a base de cal cemento Portland. Tesis para optar al grado de Ingeniero Civil, Universidad de Oriente, San Miguel, El Salvador.
- ✓ Kamil E. Kaloush. (2005). Properties of crumb rubber concrete. Publicación del Departamento de Ingeniería Civil de La Universidad del Estado de Arizona, USA.
- ✓ Malek K. Batayneh. (2007). Promoting the use of crumb rubber concrete in developing countries. Investigación del Departamento de Ingeniería Civil de La Universidad del Norte de California: The Hashimite University, USA.
- ✓ M. J. Kenny. (2004). The use of recycled rubber tyres in concrete construction. Investigación del Departamento de Ingeniería Civil de La Universidad de Escocia, The University of Strathclyde of Glasgow.
- ✓ N. J. Azmi. (2008). Engineering properties of concrete containing recycled tire rubber. Publicado de La Universidad de Malaysia.
- ✓ Turcios Brizuela, Luis Ángel. (2009). Utilización del polvo de hule de neumático como mejorador de las características termoplásticas de las mezclas asfálticas para carreteras en El Salvador. Tesis para optar al grado de Ingeniero Civil, Universidad de Oriente, San Miguel, El Salvador.

- ✓ Yunping Xi. (2005). Utilization of solid wastes (wastes glass and rubber particles) as aggregates in concrete. Investigación del Departamento de Ingeniería Civil de La Universidad Colorado, Boulder, USA.

Reglamentos:

- ✓ ACI 318. (2005). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural.
- ✓ ACI 211 (1991). Práctica Estándar para Seleccionar proporciones para concreto normal, pesado y masivo.
- ✓ Normas ASTM

Revistas:

- ✓ Instituto Salvadoreño del Cemento y del Concreto. (2008). Construcción de vivienda utilizando mampostería de bloque de concreto reforzado. Revista patrocinada por HOLCIM.

Entrevistas:

- ✓ Ing. Alejandro González. Director Ejecutivo ISCYC.
- ✓ Ing. Rafael Burgos. Ingeniero Asesor ISCYC.
- ✓ Ing. Carlos Ernesto Montoya Cuadra. Jefe de planta HOLCIM San Miguel.
- ✓ Téc. Nery Salinas Gamero. Técnico de Laboratorio planta HOLCIM San Miguel.

ANEXO A



ANEXO 1 TABLA 6.3.1 REVENIMIENTOS ACI 211.1

Tabla 6.3.1 – Revenimientos recomendados para varios tipos de construcción*		
Tipos de construcción	Revenimiento, in	
	Máximo +	Mínimo
Fundaciones reforzadas	3	1
Paredes y zapatas		
Zapata plana, caissons, y paredes sub estructuras	3	1
Vigas y paredes reforzadas	4	1
Columnas de edificios	4	1
Pavimentos y lozas	3	1
Concreto masivo	2	1

*el revenimiento debe ser incrementado cuando son usados aditivos químicos, proveyendo que el concreto tratado con aditivos tenga la misma o menor relación agua-cemento o agua-materiales cementantes y no exhiba segregación potencial o sangrado excesivo.
+Debe ser incrementado 1 in. Para métodos de consolidación diferentes a la vibración.

ANEXO 2 TABLA 6.3.3 ACI 211.1 REQUERIMIENTOS DE AGUA DE MEZCLADO

Tabla 6.3.3 – Requerimientos de Agua de mezclado aproximada y contenido de aire para diferentes revenimientos y tamaños máximos nominales de agregados.								
Agua, lb/yd ³ de concreto para el tamaño máximo nominal indicado del agregado								
Revenimiento, in.	3/8 in	½ in *	¾ in *	1 in *	1½ in *	2 in *+	3 in+:	6 in +:
Concreto sin aire incluido								
1 a 2	350	335	315	300	275	260	220	190
3 a 4	385	365	340	325	300	285	245	210
5 a 6	410	385	360	340	315	300	270	-
Mas de 7*	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantidad aproximada de aire Atrapado en un concreto sin inclusión de aire, Porcentaje.	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incluido								
1 a 2	305	295	280	270	250	240	205	180
3 a 4	340	325	305	295	275	265	225	200
5 a 6	365	345	325	310	290	280	260	-
Mas de 7*	-	-	-	-	-	-	-	-
Promedios recomendados ⁸ de contenido total de aire, Porcentaje para el nivel de exposición.								
Exposición Leve	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5***	1.0***
Exposición Moderada	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5***	3.0***
Exposición Severa ::	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5***	4.0***

ANEXO 3 TABLA 6.3.4(A) ACI 211 RELACIONES AGUA CEMENTO

Tabla 6.3.4(a) – Relaciones entre relación agua-cemento o agua-materiales cementantes y resistencia a la compresión del concreto		
Resistencia a la compresión a los 28 días, psi*	Relación agua-cemento, por peso	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
6000	0.41	-
5000	0.48	0.40
4000	0.57	0.48
3000	0.68	0.59
2000	0.82	0.74

ANEXO 4 TABLA 6.3.4 (B) ACI 211 RELACIONES PERMISIBLES AGUA- CEMENTO

Tabla 6.3.4(b) – Relaciones máximas permisibles agua-cemento o agua-materiales cementantes para concreto en exposición severa*

Tipo de estructura	Estructura continuamente húmeda o frecuentemente expuesta a congelamiento y deshielo+	Estructura expuesta a agua de mar o sulfatos.
Secciones delgadas (barandillas, bordes, repisas, anaqueles, Trabajos ornamentales) Y secciones con menos de 1 in. De cobertura sobre el acero	0.45	0.40+
Todas las demás estructuras	0.50	0.45+

ANEXO 5 TABLA 6.3.6 ACI 211 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO

Tabla 6.3.6 - Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto

Tamaño máximo nominal de agregado, in	Volumen de agregado grueso* secado al horno varillado por unidad de volumen de concreto para diferentes módulos de finura de agregado fino+			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8	0.50	0.48	0.46	0.44
½	0.59	0.57	0.55	0.53
¾	0.66	0.64	0.62	0.60
1	0.71	0.69	0.67	0.65
1 ½	0.75	0.73	0.71	0.69
2	0.78	0.76	0.74	0.72
3	0.82	0.80	0.78	0.76
6	0.87	0.85	0.83	0.81

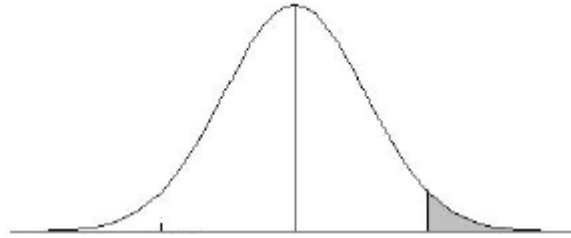
*Volúmenes están basados en agregados en condición secado al horno varillado como se describe en ASTM C 29.

ANEXO 6 TABLA 6.3.7.1 ACI 211 PESO DEL CONCRETO FRESCO

Tabla 6.3.7.1 – Primera estimación de peso de concreto fresco

Tamaño máximo nominal de agregado, in	Primera estimación de peso de concreto Lb/ ft ³ *	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
3/8	3840	3710
½	3890	3760
¾	3960	3840
1	4010	3850
1 ½	4070	3910
2	4120	3950
3	4200	4040
6	4260	4110

ANEXO 7 VALORES CRITICOS DE LA DISTRIBUCIÓN "t" DE STUDENT



α Γ	0,25	0,2	0,15	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0005
1	1,000	1,376	1,963	3,078	6,314	12,706	31,821	63,656	636,578
2	0,816	1,061	1,386	1,888	2,920	4,303	6,965	9,925	31,600
3	0,765	0,978	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924
4	0,741	0,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,727	0,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869
6	0,718	0,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,711	0,896	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408
8	0,706	0,889	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	0,703	0,883	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,700	0,879	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,697	0,876	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	0,695	0,873	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,694	0,870	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,692	0,868	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,691	0,866	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,690	0,865	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,689	0,863	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,688	0,862	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,688	0,861	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,687	0,860	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,686	0,859	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,686	0,858	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,685	0,858	1,060	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,768
24	0,685	0,857	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	0,684	0,856	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,684	0,856	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,684	0,855	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,689
28	0,683	0,855	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,683	0,854	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,660
30	0,683	0,854	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	0,681	0,851	1,050	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	0,679	0,848	1,045	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,677	0,845	1,041	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
∞	0,674	0,842	1,036	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,290

$t_{\alpha} = 2.92$

REGLAMENTO

5.1.5 — Los ensayos de resistencia a la tracción por hendimiento no deben emplearse como base para la aceptación del concreto en obra.

5.1.6 — El concreto reforzado con fibra de acero debe cumplir con ASTM C1116. El f'_c mínimo para el concreto reforzado con fibra de acero debe cumplir con 5.1.1.

5.2 — Dosificación del concreto

5.2.1 — La dosificación de los materiales para el concreto debe establecerse para lograr:

(a) Trabajabilidad y consistencia que permitan colocar fácilmente el concreto dentro del encofrado y alrededor del refuerzo bajo las condiciones de colocación que vayan a emplearse, sin segregación ni exudación excesiva.

(b) Resistencia a exposiciones especiales, según lo requerido en el Capítulo 4.

(c) Conformidad con los requisitos del ensayo de resistencia de 5.6.

5.2.2 — Cuando se empleen materiales diferentes para distintas partes de la obra propuesta, debe evaluarse cada una de las combinaciones.

5.2.3 — La dosificación del concreto debe establecerse de acuerdo con 5.3, o alternativamente con 5.4, y debe cumplir con los requisitos correspondientes del Capítulo 4.

5.3 — Dosificación basada en la experiencia en obra o en mezclas de prueba o ambas**COMENTARIO**

R5.1.5 — No se pretende que los ensayos de resistencia a la tracción por hendimiento del concreto (requeridos en 5.1.4) sean usados para el control o la aceptación de la resistencia del concreto en obra. Por medio de los requisitos de resistencia a la compresión proporcionados en 5.6 se mantiene un control indirecto.

R5.2 — Dosificación del concreto

Las recomendaciones para la dosificación del concreto se dan en detalle en ACI 211.1.^{5.1} (Esta recomendación práctica proporciona dos métodos para seleccionar y ajustar la dosificación de un concreto de peso normal; el método del peso estimado y el del volumen absoluto. Se muestran ejemplos de cálculo para ambos métodos. En un apéndice se presenta la dosificación para concreto pesado — heavyweight concrete — dosificado por el método del volumen absoluto).

Las recomendaciones para concreto liviano se proporcionan en ACI 211.2.^{5.2} (En esta recomendación se describe un método para dosificar y ajustar el concreto estructural que contiene agregados livianos).

R5.2.1 — La relación agua-material cementante seleccionada debe ser lo suficientemente baja, o la resistencia a la compresión lo suficientemente alta, en el caso de concreto liviano, como para satisfacer tanto los criterios de resistencia (véase 5.3 ó 5.4) como los requisitos para las categorías de exposición aplicables del Capítulo 4. El Reglamento no incluye disposiciones sobre condiciones de exposición especialmente severas, tales como la exposición a ácidos o altas temperaturas, ni sobre consideraciones estéticas, tales como acabado de superficies. Estos puntos están fuera del alcance del Reglamento y deben estar específicamente cubiertos en las especificaciones del proyecto. Los componentes y la dosificación del concreto deben seleccionarse de manera que puedan cumplir con los requisitos mínimos establecidos por el Reglamento y con los requisitos adicionales de los documentos contractuales.

R5.2.3 — El Reglamento hace hincapié en el empleo de la experiencia de obra o de mezclas de prueba de laboratorio (véase 5.3) como el método preferido para seleccionar la dosificación del concreto.

R5.3 — Dosificación basada en la experiencia en obra o en mezclas de prueba o ambas

Para seleccionar una mezcla adecuada de concreto, hay que seguir tres pasos básicos. El primero es determinar la desviación estándar de la muestra. El segundo determinar la resistencia promedio a la compresión requerida. El tercer paso

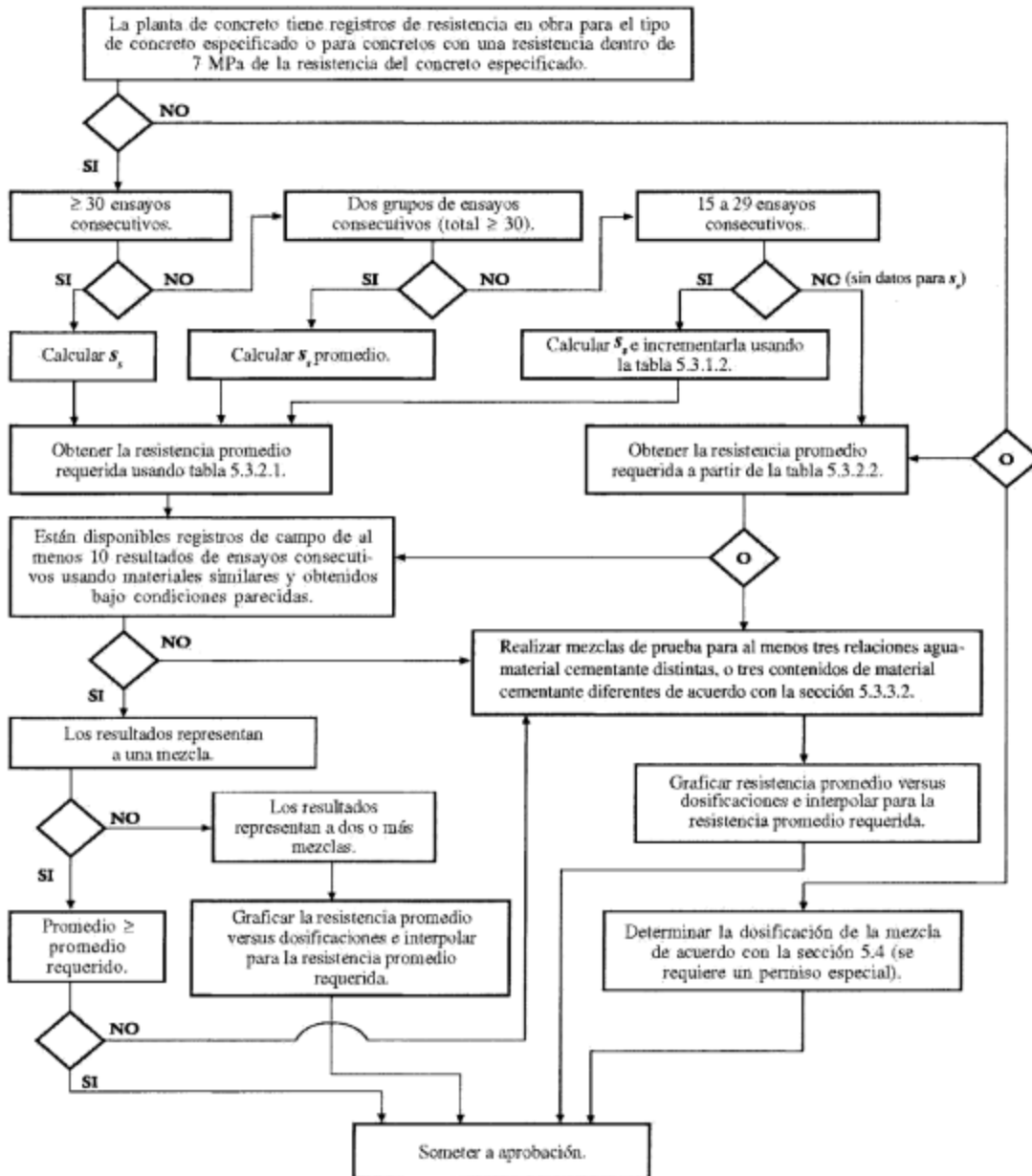


Fig. R5.3 — Diagrama de flujo para la selección y documentación de la dosificación del concreto

REGLAMENTO

COMENTARIO

5.3.1 — Desviación estándar de la muestra

5.3.1.1 — Cuando una planta de concreto tiene registros de ensayos de menos de 12 meses de antigüedad, debe establecerse una desviación estándar s_s de la muestra. Los registros de ensayos a partir de los cuales se calcula s_s deben cumplir las siguientes condiciones:

(a) Representar materiales, procedimientos de control de calidad y condiciones similares a las esperadas, y las variaciones de los materiales y de las proporciones dentro de la muestra no deben haber sido más restrictivas que las de la obra propuesta.

(b) Representar un concreto producido para que cumpla con una resistencia o resistencias a la compresión especificadas, dentro de 7 MPa de f'_c .

(c) Consistir al menos de 30 ensayos consecutivos, o de dos grupos de ensayos consecutivos totalizando al menos 30 ensayos como se define en 5.6.2.4, excepto por lo especificado en 5.3.1.2.

5.3.1.2 — Cuando la instalación productora de concreto no tenga registros de ensayos que se ajusten a los requisitos de 5.3.1.1(c), pero sí tenga un registros de ensayos de menos de 12 meses de antigüedad, basados en 15 a 29 ensayos consecutivos, se debe establecer la desviación estándar de la muestra s_s como el producto de la desviación estándar de la muestra calculada y el factor de modificación de la tabla 5.3.1.2. Para que sean aceptables, los registros de ensayos deben ajustarse a los requisitos (a) y (b) de 5.3.1.1, y deben representar un solo registro de ensayos consecutivos que abarque un período no menor de 45 días calendario consecutivos.

es la dosificación de la mezcla requerida para producir esa resistencia promedio, ya sea mediante mezclas de prueba o un adecuado registro de experiencias. La figura. 5.3 es un diagrama de flujo que resume la selección de mezclas y el procedimiento de documentación. La mezcla seleccionada debe producir una resistencia promedio considerablemente más alta que la resistencia especificada f'_c . El nivel de sobre resistencia requerido depende de la variabilidad de los resultados de los ensayos.

R5.3.1 — Desviación estándar de la muestra

Cuando una planta de concreto tenga un registro adecuado de 30 ensayos consecutivos con materiales y condiciones similares a las esperadas, la desviación estándar de la muestra, s_s , se calcula a partir de dichos resultados de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$s_s = \left[\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{1/2}$$

donde:

- s_s = desviación estándar de la muestra, MPa
- x_i = ensayo individual de resistencia como se define en 5.6.2.4 del Reglamento
- \bar{x} = promedio de n resultados de ensayos de resistencia
- n = número de ensayos consecutivos de resistencia

La desviación estándar de la muestra se emplea para determinar la resistencia promedio requerida en 5.3.2.1.

Cuando se emplean dos registros de ensayos para obtener los 30 ensayos mínimos, la desviación estándar de la muestra empleada debe ser el promedio estadístico de los valores calculados de cada registro de ensayos, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\bar{s}_s = \left[\frac{(n_1 - 1)(s_{s1})^2 + (n_2 - 1)(s_{s2})^2}{(n_1 + n_2 - 2)} \right]^{1/2}$$

donde:

- \bar{s}_s = promedio estadístico de la desviación estándar cuando se emplean dos registros de ensayos para calcular la desviación estándar de la muestra.
- s_{s1}, s_{s2} = desviaciones estándar de la muestra calculadas de dos registros de ensayos, 1 y 2, respectivamente.
- n_1, n_2 = número de ensayos en cada registro de ensayos, respectivamente.

Cuando se dispone de menos de 30 ensayos, pero con un mínimo de 15, la desviación estándar de la muestra calculada se incrementa por el factor indicado en la tabla 5.3.1.2. Este

Reglamento ACI 318S y Comentarios

ANEXO 10 ACI 318 CAP.5 DESVIACIÓN ESTANDAR DE LA MUESTRA

TABLA 5.3.1.2 — FACTOR DE MODIFICACIÓN PARA LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA MUESTRA CUANDO SE DISPONE DE MENOS DE 30 ENSAYOS

Número de ensayos*	Factor de modificación para la desviación estándar de la muestra †
Menos de 15	Emplee la tabla 5.3.2.2
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30 o más	1.00

* Interpolarse para un número de ensayos intermedios.

† Desviación estándar de la muestra modificada, s_s , para usar en la determinación de la resistencia promedio requerida f'_{cr} de 5.3.2.1.

ANEXO 11 TABLA 5.3.1.2 ACI 318 CAPITULO 5 FACTOR DE MODIFICACIÓN PARA LA DESVIACIÓN ESTANDAR

ANEXO B

ANEXO: RESULTADOS DE PRUEBAS DE LABORATORIO, DISEÑO DE MEZCLAS Y COMPARACIÓN DE COSTOS UNITARIOS





PRUEBA DE GRANULOMETRÍA DE AGREGADO FINO (ASTM C-136)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha: <u>06 / 06 / 11</u>	Hoja No. <u>1/ 2</u>
	Lugar: <u>UES-FMO, San Miguel</u>	
	Tipo de muestra: <u>Arena para concreto y mortero</u>	

Peso inicial para prueba: 500.00 g	% de humedad: 4.27
Peso de muestra húmeda: 78.20 g	% de error: 0.0039% Cumple
Peso de muestra seca: 75.00 g	Módulo de Finura: 2.54 Cumple

Tamiz No.	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasando
4	0			
8	11.78			
10	18.95			
16	44.3			
30	111.25			
40	54.9			
50	70			
100	96.4			
200	48.17			
Fondo	42.3			
Σ	498.05			

Tabla corregida

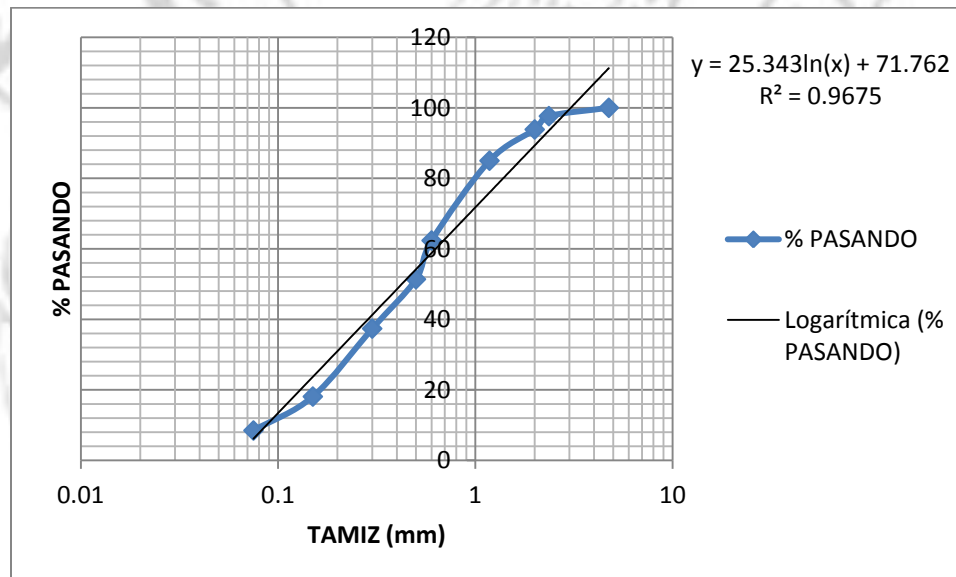
Tamiz No.	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasando
4	0	0	0	100
8	11.78	2.36	2.36	97.64
10	18.95	3.79	6.15	93.85
16	44.3	8.86	15	84.99
30	113.2	22.6	37.6	62.35
40	54.9	11	48.6	51.37
50	70	14	62.6	37.37
100	96.4	19.3	81.9	18.09
200	48.17	9.63	91.5	8.46
Fondo	42.3	8.46	100	0
Σ	500	100		



PRUEBA DE GRANULOMETRÍA DE AGREGADOS FINOS (ASTM C-136)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha: <u>06 / 06 / 11</u>	Hoja No. <u>2/2</u>
	Lugar: <u>UES-FMO, San Miguel</u>	
	Tipo de muestra: <u>Arena para concreto y mortero</u>	

Tamiz No.	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasando	% que pasa en peso (ASTM C-33)	
4	0	0	0	100	95-100	Cumple
8	11.78	2.36	2.36	97.64	80-100	Cumple
10	18.95	3.79	6.15	93.85		
16	44.3	8.86	15	84.99	50-85	Cumple
30	113.2	22.6	37.6	62.35	25-60	No cumple
40	54.9	11	48.6	51.37		
50	70	14	62.6	37.37	10-30	No cumple
100	96.4	19.3	81.9	18.09	2-10	No cumple
200	48.17	9.63	91.5	8.46		
Fondo	42.3	8.46	100	0		
Σ	500	100				



Curva Granulométrica



PRUEBA DE GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO (ASTM C-136)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha: 06 / 06 / 11	Hoja No. 1 / 2
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Tipo de muestra: Grava para concreto	

Peso inicial para prueba: 2500.00 g	% de humedad: 2.33
Peso de muestra húmeda: 122.80 g	% de error: 0.12
Peso de muestra seca: 120.00 g	

Tamiz No.	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasando
2"	0			
1 ½"	0			
1"	0			
¾"	540.00			
½"	1490.00			
3/8"	350.00			
4	110.00			
Fondo	7.00			
Σ	2497.00			

Tabla corregida

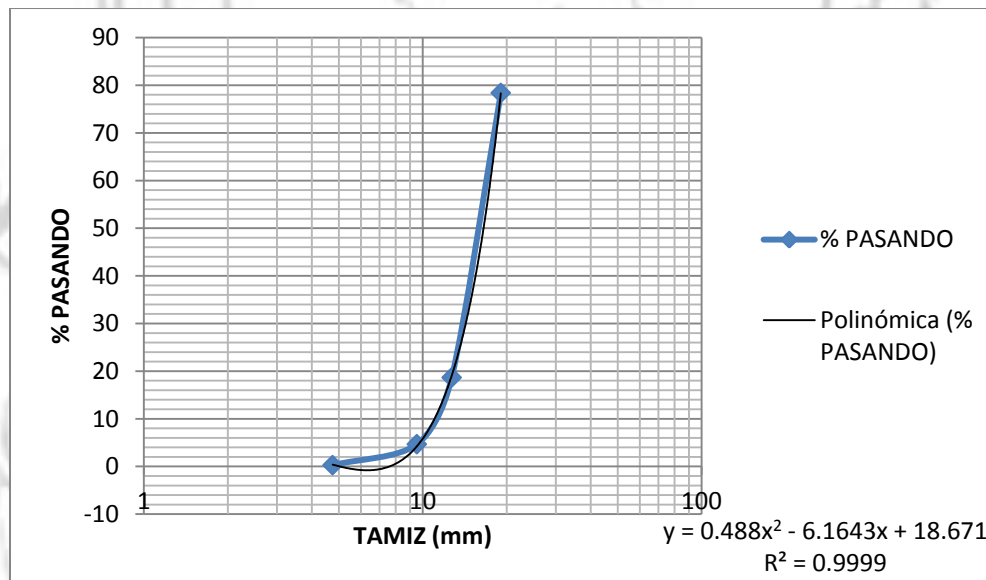
Tamiz No.	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasando
2"	0	0	0	0
1 ½"	0	0	0	0
1"	0	0	0	0
¾"	540.00	21.60	21.60	78.40
½"	1493.00	59.72	81.32	18.68
3/8"	350.00	14.00	95.32	4.68
4	110.00	4.4	99.72	0.28
Fondo	7.00	0.28	100	0
Σ	2500.00	100		



PRUEBA DE GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO (ASTM C-136)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha: 06 / 06 / 11	Hoja No. 2/2
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Tipo de muestra: Grava para concreto	

Tamiz No.	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasando	% que pasa en peso (ASTM C-33)	
2"	0	0	0	0		
1 ½"	0	0	0	0		
1"	0	0	0	0		
¾"	540.00	21.60	21.60	78.40	90-100	No cumple
½"	1493.00	59.72	81.32	18.68	-	
3/8"	350.00	14.00	95.32	4.68	20-55	No cumple
4	110.00	4.4	99.72	0.28	0-10	No cumple
Fondo	7.00	0.28	100	0		
Σ	2500.00	100				



Curva Granulométrica



PRUEBA DE GRANULOMETRÍA DE GOMA TRITURADA

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha: <u>06 / 06 / 11</u>	Hoja No. <u>1/ 2</u>
	Lugar: <u>UES-FMO, San Miguel</u>	
	Tipo de muestra: <u>Goma triturada</u>	

Peso inicial para prueba: 500.00 g	% de humedad: 0
Peso de muestra húmeda:	% de error: 0.238
Peso de muestra seca:	Módulo de Finura: 4.23

Tamiz No.	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasando
4	0			
8	4.30			
10	24.09			
16	191.92			
30	204.02			
40	31.82			
50	23.42			
100	16.82			
200	2.42			
Fondo	0			
Σ	498.81			

Tabla corregida

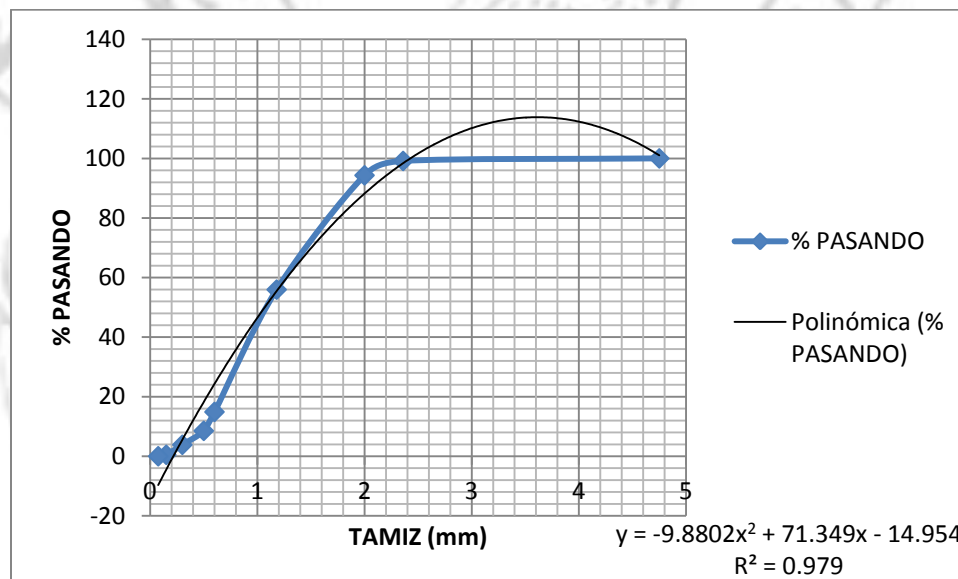
Tamiz No.	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasando
4	0	0	0	0
8	4.30	0.86	0.86	99.14
10	24.09	4.82	5.68	94.32
16	191.92	38.38	44.06	55.94
30	205.21	41.06	85.12	14.88
40	31.82	6.36	91.48	8.52
50	23.42	4.68	96.16	3.84
100	16.82	3.36	99.52	0.48
200	2.42	0.48	100	0
Fondo	0	0		
Σ	500.00	100		



PRUEBA DE GRANULOMETRÍA DE AGREGADOS FINOS (ASTM C-136)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha: <u>06 / 06 / 11</u>	Hoja No. <u>2/2</u>
	Lugar: <u>UES-FMO, San Miguel</u>	
	Tipo de muestra: <u>Goma triturada</u>	

Tamiz No.	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasando	% que pasa en peso (ASTM C-33)	
4	0	0	0	100	95-100	Cumple
8	4.30	0.86	0.86	99.14	80-100	Cumple
10	24.09	4.82	5.68	94.32		
16	191.92	38.38	44.06	55.94	50-85	Cumple
30	205.21	41.06	85.12	14.88	25-60	No cumple
40	31.82	6.36	91.48	8.52		
50	23.42	4.68	96.16	3.84	10-30	No cumple
100	16.82	3.36	99.52	0.48	2-10	No cumple
200	2.42	0.48	100	0		
Fondo	0	0				
Σ	500.00	100				



Curva Granulométrica



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 18/06 / 11	Hoja No. 1
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.36	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 181.08 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 80.48%

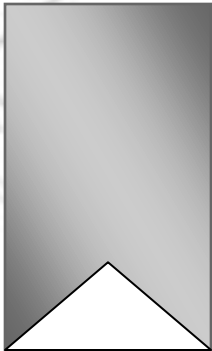
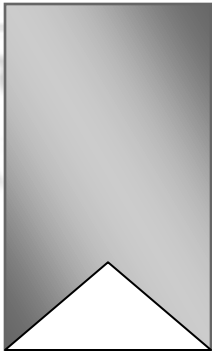
Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.36	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 175.42 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 77.96%

Promedio de resistencias:	178.25 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 32000 kg y el segundo una carga de 31000 kg. Cumple con el 70% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 18/06 / 11	Hoja No. 2
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.36	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 186.74 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 83%

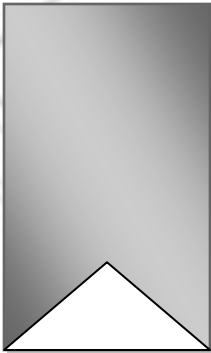
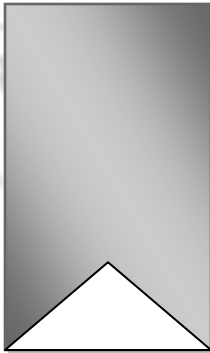
Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.36	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 181.08 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 80.48%

Promedio de resistencias:	183.91 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 33000 kg y el segundo una carga de 32000 kg. Cumple con el 70% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 18/06 / 11	Hoja No. 3
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.40	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 198.06 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 88.03%

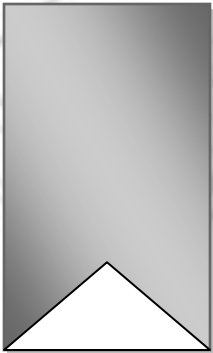
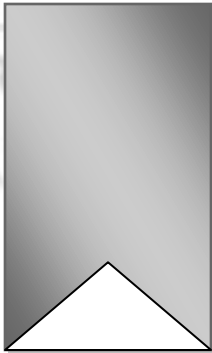
Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.40	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 169.76 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 75.45%

Promedio de resistencias:	183.91 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 35000 kg y el segundo una carga de 30000 kg. Cumple con el 70% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 18/06 / 11	Hoja No. 4
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.46	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 181.08 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 80.48%

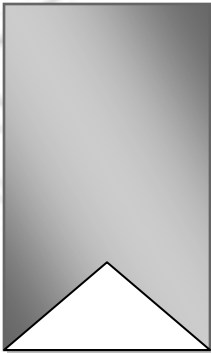
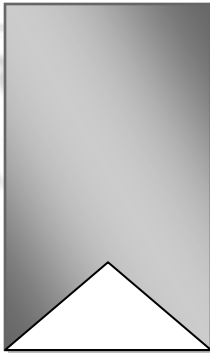
Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.30	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 186.74 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 83%

Promedio de resistencias:	183.91 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 32000 kg y el segundo una carga de 33000 kg. Cumple con el 70% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 18/06 / 11	Hoja No. 5
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.16	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 175.42 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 77.97%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.36	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 192.40 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 85.51%

Promedio de resistencias:	183.91 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 31000 kg y el segundo una carga de 34000 kg. Cumple con el 70% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 18/06 / 11	Hoja No. 6
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.50	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 198.06 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 88.03%

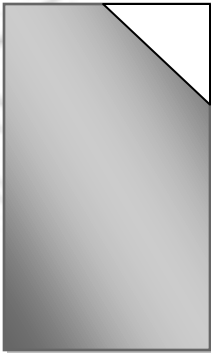

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.30	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 220.69 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 98.09%

Promedio de resistencias:	209.38 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 35000 kg y el segundo una carga de 39000 kg. Cumple con el 90% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 18/06 / 11	Hoja No. 7
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.40	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 215.04 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 95.57%

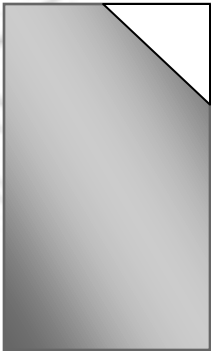

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.44	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 203.72 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 90.54%

Promedio de resistencias:	209.38 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 38000 kg y el segundo una carga de 36000 kg. Cumple con el 90% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 18/06 / 11	Hoja No. 8
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.44	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 198.06 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 88.03%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.46	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 220.69 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 98.09%

Promedio de resistencias:	209.38 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 35000 kg y el segundo una carga de 39000 kg. Cumple con el 90% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 18/06 / 11	Hoja No. 9
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.46	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 220.69 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 98.09%

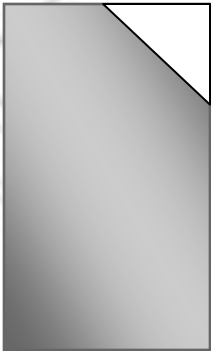

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.52	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 215.04 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 95.57%

Promedio de resistencias:	217.86 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 38000 kg y el segundo una carga de 39000 kg. Cumple con el 90% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 18/06 / 11	Hoja No. 10
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.50	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 220.69 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 98.09%

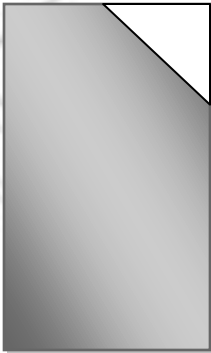

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.46	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 226.35 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 100.6%

Promedio de resistencias:	223.52 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 39000 kg y el segundo una carga de 40000 kg. Cumple con el 90% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 18/06 / 11	Hoja No. 11
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.58	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 254.65 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 113.6%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.42	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 243.33 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 108.10%

Promedio de resistencias:	248.99 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 45000 kg y el segundo una carga de 43000 kg. Cumple con más del 100% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 18/06 / 11	Hoja No. 12
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.60	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 248.99 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 110.7%

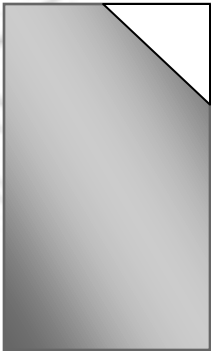

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.48	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 243.33 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 108.10%

Promedio de resistencias:	246.16 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 44000 kg y el segundo una carga de 43000 kg. Cumple con más del 100% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 18/06 / 11	Hoja No. 13
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.54	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 243.33 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 108.1%

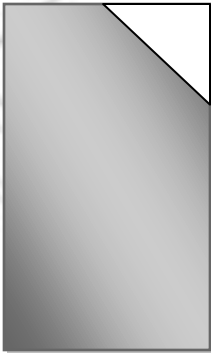

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.50	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 254.65 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 113.2%

Promedio de resistencias:	248.99 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 43000 kg y el segundo una carga de 45000 kg. Cumple con más del 100% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 18/06 / 11	Hoja No. 14
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.58	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 237.67 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 105.6%

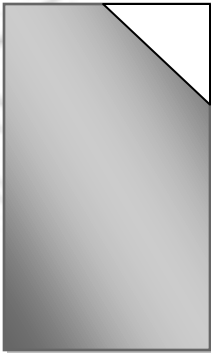

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.42	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 243.33 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 108.10%

Promedio de resistencias:	240.5 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 42000 kg y el segundo una carga de 43000 kg. Cumple con más del 100% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 18/06 / 11	Hoja No. 15
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.60	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 248.99 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 110.7%

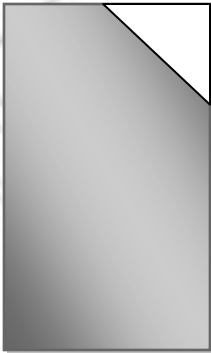

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.48	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 248.99 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 110.7%

Promedio de resistencias:	248.99 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 44000 kg y el segundo una carga de 44000 kg. Cumple con más del 100% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 25/06 / 11	Hoja No. 1
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.18	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 130.15 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 57.85%

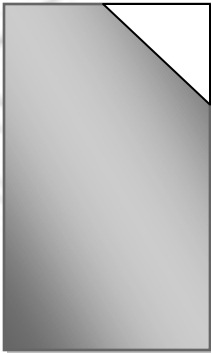

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.10	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 141.47 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 62.88%

Promedio de resistencias:	135.81 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 23000 kg y el segundo una carga de 25000 kg. Cumple con el 60% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 25/06 / 11	Hoja No. 2
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 11.88	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 141.47 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 62.88%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.16	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 147.13 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 65.39%

Promedio de resistencias:	144.3 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 25000 kg y el segundo una carga de 26000 kg. Cumple con el 60% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 25/06 / 11	Hoja No. 3
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.02	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 135.81 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 60.36%

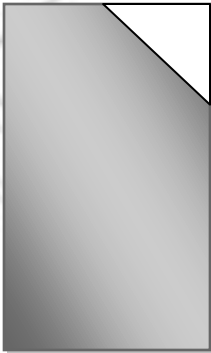

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.10	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 135.81 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 60.36%

Promedio de resistencias:	135.81 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 24000 kg y el segundo una carga de 24000 kg. Cumple con el 60% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 25/06 / 11	Hoja No. 4
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.04	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 141.47 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 62.88%

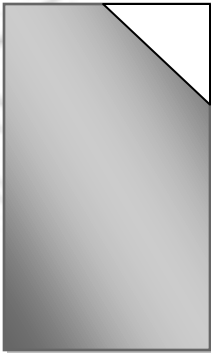

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.04	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 135.81 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 60.36%

Promedio de resistencias:	138.64 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 25000 kg y el segundo una carga de 24000 kg. Cumple con el 60% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 25/06 / 11	Hoja No. 5
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.12	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 147.13 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 65.39%

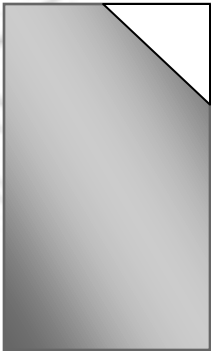

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.02	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 141.47 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 62.88%

Promedio de resistencias:	144.3 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 26000 kg y el segundo una carga de 25000 kg. Cumple con el 60% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 25/06 / 11	Hoja No. 6
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 11.74	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 135.81 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 60.36%

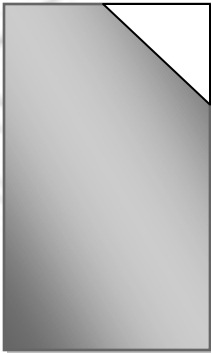

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 11.94	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 181.08 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 80.48%

Promedio de resistencias:	158.45 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 24000 kg y el segundo una carga de 32000 kg. Cumple con el 70% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 25/06 / 11	Hoja No. 7
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.10	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 169.76 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 75.45%

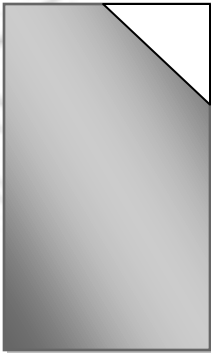

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 11.66	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 164.11 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 72.94%

Promedio de resistencias:	166.94 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 30000 kg y el segundo una carga de 29000 kg. Cumple con el 70% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 25/06 / 11	Hoja No. 8
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 11.98	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 164.11 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 72.94%

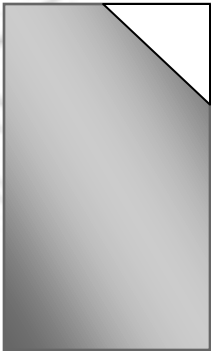

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 11.96	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 181.08 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 80.48%

Promedio de resistencias:	172.59 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 29000 kg y el segundo una carga de 32000 kg. Cumple con el 70% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 25/06 / 11	Hoja No. 9
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 11.90	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 169.76 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 75.45%

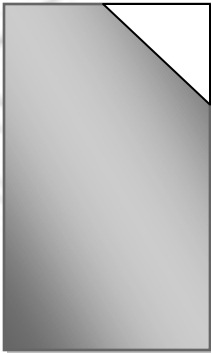

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.04	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 164.11 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 72.94%

Promedio de resistencias:	166.94 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 30000 kg y el segundo una carga de 29000 kg. Cumple con el 70% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 25/06 / 11	Hoja No. 10
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 11.76	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 141.47 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 62.88%

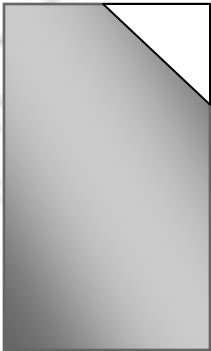
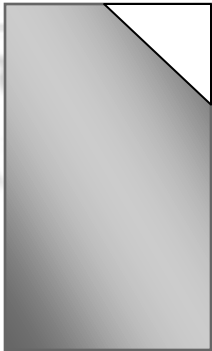
Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 11.70	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 141.47 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 62.88%

Promedio de resistencias:	141.47 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 25000 kg y el segundo una carga de 25000 kg. Cumple con el 60% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 25/06 / 11	Hoja No. 11
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 11.70	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 198.06 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 88.03%

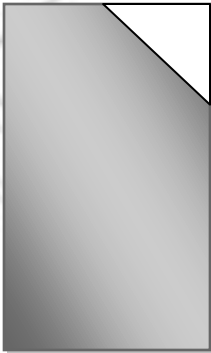

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 11.90	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 198.06 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 88.03%

Promedio de resistencias:	198.03 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 35000 kg y el segundo una carga de 35000 kg. Cumple con más del 80% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 25/06 / 11	Hoja No. 12
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 11.90	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 209.38 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 93.06%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 11.66	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 192.4 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 85.51%

Promedio de resistencias:	200.89 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 37000 kg y el segundo una carga de 34000 kg. Cumple con más del 80% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 25/06 / 11	Hoja No. 13
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.15	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 192.4 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 85.51%

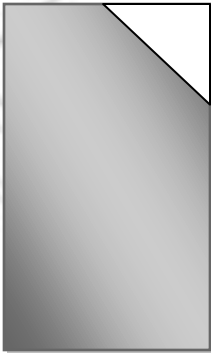

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 11.40	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 198.06 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 88.03%

Promedio de resistencias:	195.23 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 34000 kg y el segundo una carga de 35000 kg. Cumple con más del 80% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 25/06 / 11	Hoja No. 14
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 11.98	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 203.72 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 90.54%

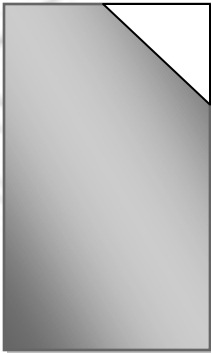

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 11.66	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 198.06 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 88.03%

Promedio de resistencias:	200.89 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 36000 kg y el segundo una carga de 35000 kg. Cumple con más del 80% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 25/06 / 11	Hoja No. 15
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 11.70	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 181.08 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 80.48%

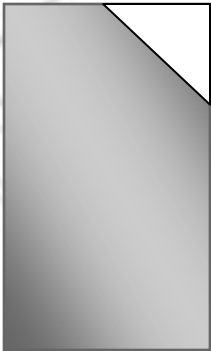
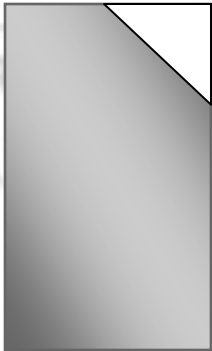
Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 11.72	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 198.06 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 88.03%

Promedio de resistencias:	189.57 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 32000 kg y el segundo una carga de 35000 kg. Cumple con más del 80% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 26/06 / 11	Hoja No. 1
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 11.14	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 56.59 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 25.15%



Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 10.68	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 67.91 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 30.18%

Promedio de resistencias:	62.25 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 10000 kg y el segundo una carga de 12000 kg. Cumple con el 27.67% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 26/06 / 11	Hoja No. 2
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 10.58	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 62.25 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 27.67%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 11.20	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 62.25 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 27.67%

Promedio de resistencias:	62.25 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 11000 kg y el segundo una carga de 11000 kg. Cumple con el 27.67% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 26/06 / 11	Hoja No. 3
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 10.68	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 73.56 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 32.7%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 10.62	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 62.25 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 27.67%

Promedio de resistencias:	67.91 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 13000 kg y el segundo una carga de 11000 kg. Cumple con el 30% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 26/06 / 11	Hoja No. 4
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 10.62	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 67.91 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 30.18%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 10.70	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 56.59 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 25.15%

Promedio de resistencias:	62.25 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 12000 kg y el segundo una carga de 10000 kg. Cumple con el 27% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 26/06 / 11	Hoja No. 5
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 10.76	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 56.59 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 25.15%



Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 10.64	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 62.25 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 27.67%

Promedio de resistencias:	59.42 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 10000 kg y el segundo una carga de 11000 kg. Cumple con el 26% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 26/06 / 11	Hoja No. 6
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 10.70	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 67.91 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 30.18%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 10.68	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 67.91 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 30.18%

Promedio de resistencias:	67.91 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 12000 kg y el segundo una carga de 12000 kg. Cumple con el 30% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 26/06 / 11	Hoja No. 7
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 10.68	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 73.56 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 32.27%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 10.78	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 79.22 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 35.21%

Promedio de resistencias:	76.39 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 13000 kg y el segundo una carga de 14000 kg. Cumple con el 34% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 26/06 / 11	Hoja No. 8
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 10.60	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 67.91 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 30.91%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 10.92	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 84.88 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 37.73%

Promedio de resistencias:	76.39 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 12000 kg y el segundo una carga de 16000 kg. Cumple con el 34% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 26/06 / 11	Hoja No. 9
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 10.96	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 84.88 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 37.73%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 10.96	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 84.88 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 37.73%

Promedio de resistencias:	84.88 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 15000 kg y el segundo una carga de 15000 kg. Cumple con el 38% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 26/06 / 11	Hoja No. 10
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 11.00	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 90.54 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 84.88%



Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 10.98	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 84.88 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 37.73%

Promedio de resistencias:	87.71 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 16000 kg y el segundo una carga de 15000 kg. Cumple con el 39% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 26/06 / 11	Hoja No. 11
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 10.72	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 107.5 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 47.79%



Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 10.76	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 113.2 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 50.3%

Promedio de resistencias:	110.3 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 19000 kg y el segundo una carga de 20000 kg. Cumple con más del 49% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 26/06 / 11	Hoja No. 12
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 10.78	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 101.9 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 45.57%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 10.9	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 101.9 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 45.57%

Promedio de resistencias:	101.9 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 18000 kg y el segundo una carga de 18000 kg. Cumple con más del 45% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 26/06 / 11	Hoja No. 13
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 10.98	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 90.54 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 40.24%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 10.79	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 101.9 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 45.27%

Promedio de resistencias:	96.2 kg/cm²
----------------------------------	-------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 16000 kg y el segundo una carga de 18000 kg. Cumple con más del 43% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 26/06 / 11	Hoja No. 14
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 10.75	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 107.5 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 47.79%



Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 10.70	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 96.2 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 42.76%

Promedio de resistencias:	101.9 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 19000 kg y el segundo una carga de 17000 kg. Cumple con más del 45% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 26/06 / 11	Hoja No. 15
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar: 225 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 10.96	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 96.2 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 42.76%



Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 10.72	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 96.2 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 42.76%

Promedio de resistencias:	96.2 kg/cm²
----------------------------------	-------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 17000 kg y el segundo una carga de 17000 kg. Cumple con más del 43% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 19/06 / 11	Hoja No. 1
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.58	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 101.86 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 67.91%

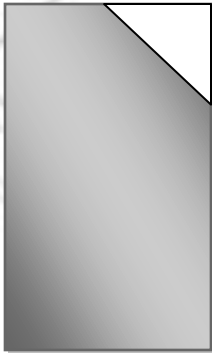
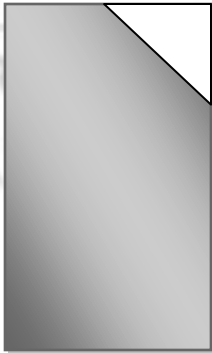
Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.64	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 101.86 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 67.91%

Promedio de resistencias:	101.86 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 18000 kg y el segundo una carga de 18000 kg. Cumple con el 68% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 19/06 / 11	Hoja No. 2
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.36	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 101.86 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 67.91%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.64	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 96.2 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 64.13%

Promedio de resistencias:	99.03 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 18000 kg y el segundo una carga de 17000 kg. Cumple con el 64% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 19/06 / 11	Hoja No. 3
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.64	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 107.52 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 71.68%

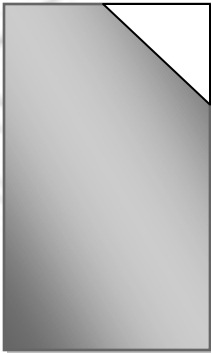

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.40	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 101.86 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 67.91%

Promedio de resistencias:	104.69 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 19000 kg y el segundo una carga de 18000 kg. Cumple con el 70% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 19/06 / 11	Hoja No. 4
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.46	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 107.52 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 71.68%

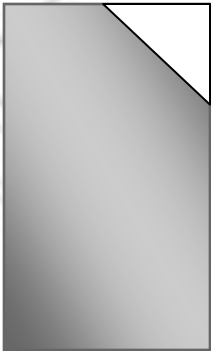

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.30	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 107.52 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 71.68%

Promedio de resistencias:	107.52 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 19000 kg y el segundo una carga de 19000 kg. Cumple con el 71% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 19/06 / 11	Hoja No. 5
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.36	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 96.2 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 64.13%

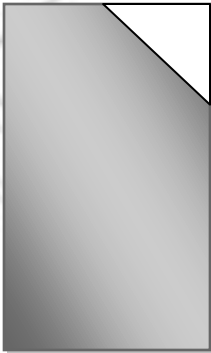

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.36	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 101.86 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 67.91%

Promedio de resistencias:	99.03 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 17000 kg y el segundo una carga de 18000 kg. Cumple con el 66% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 19/06 / 11	Hoja No. 6
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.51	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 118.84 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 79.22%

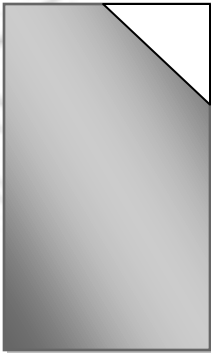

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.35	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 118.84 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 79.22%

Promedio de resistencias:	118.84 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 21000 kg y el segundo una carga de 21000 kg. Cumple con el 79% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 19/06 / 11	Hoja No. 7
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.43	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 124.49 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 83%

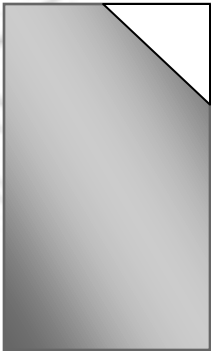

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.45	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 118.84 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 79.22%

Promedio de resistencias:	121.67 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 22000 kg y el segundo una carga de 21000 kg. Cumple con el 81% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 19/06 / 11	Hoja No. 8
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.47	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 124.49 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 83%

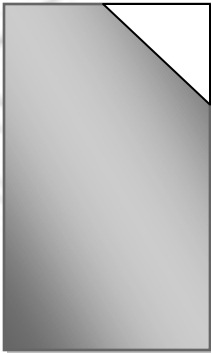

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.46	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 130.15 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 86.77%

Promedio de resistencias:	127.32 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 22000 kg y el segundo una carga de 23000 kg. Cumple con el 85% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 19/06 / 11	Hoja No. 9
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.48	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 124.49 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 83%

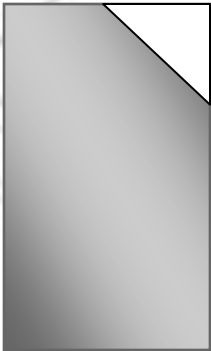
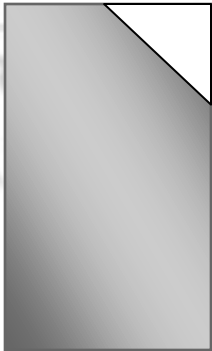
Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.42	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 130.15 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 86.77%

Promedio de resistencias:	127.32 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 22000 kg y el segundo una carga de 23000 kg. Cumple con el 85% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 19/06 / 11	Hoja No. 10
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.56	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 130.15 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 86.77%

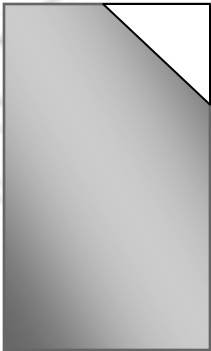
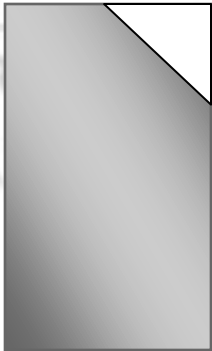
Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.48	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 124.49 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 83%

Promedio de resistencias:	127.32 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 23000 kg y el segundo una carga de 22000 kg. Cumple con el 85% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 19/06 / 11	Hoja No. 11
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.68	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 130.15 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 86.77%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.42	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 141.47 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 94.31%

Promedio de resistencias:	135.81 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 23000 kg y el segundo una carga de 25000 kg. Cumple con el 90% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 19/06 / 11	Hoja No. 12
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.63	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 141.47 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 94.31%

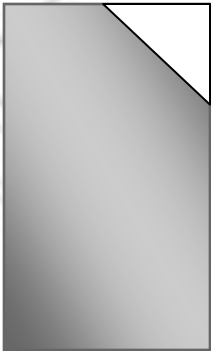

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.65	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 147.13 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 98.09%

Promedio de resistencias:	144.30 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 25000 kg y el segundo una carga de 26000 kg. Cumple con 96 % de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 19/06 / 11	Hoja No. 13
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.57	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 147.13 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 98.09%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.59	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 152.79 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 101.9%

Promedio de resistencias:	149.96 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 26000 kg y el segundo una carga de 27000 kg. Cumple con 100% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 19/06 / 11	Hoja No. 14
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.68	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 141.47 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 94.31%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.62	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 152.79 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 101.9%

Promedio de resistencias:	147.13 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 25000 kg y el segundo una carga de 27000 kg. Cumple con 98% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 19/06 / 11	Hoja No. 15
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.61	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 141.47 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 94.31%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.58	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 152.79 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 101.9%

Promedio de resistencias:	147.13 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 25000 kg y el segundo una carga de 27000 kg. Cumple con 98% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 27/06 / 11	Hoja No. 1
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.28	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 67.91 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 45.27%

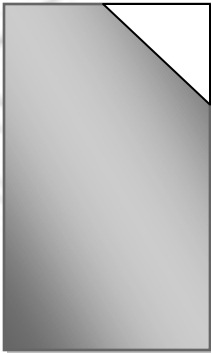

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.15	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 62.25 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 41.5%

Promedio de resistencias:	65.08 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 12000 kg y el segundo una carga de 11000 kg. Cumple con el 43% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 27/06 / 11	Hoja No. 2
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 11.89	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 73.56 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 49.04%

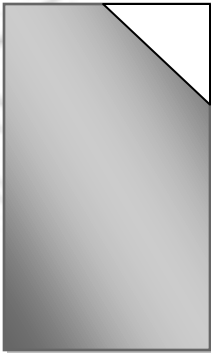

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.18	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 73.56 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 49.04%

Promedio de resistencias:	73.56 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 13000 kg y el segundo una carga de 13000 kg. Cumple con el 49% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 27/06 / 11	Hoja No. 3
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.05	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 79.22 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 52.82%

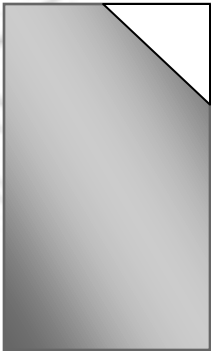

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.10	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 73.56 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 49.04%

Promedio de resistencias:	76.39 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 14000 kg y el segundo una carga de 13000 kg. Cumple con el 51% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 27/06 / 11	Hoja No. 4
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.08	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 79.22 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 52.82%

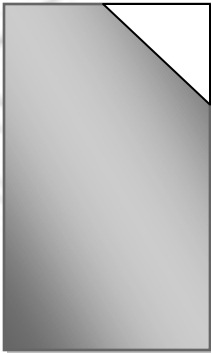

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.04	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 79.22 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 52.82%

Promedio de resistencias:	79.22 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 14000 kg y el segundo una carga de 14000 kg. Cumple con el 53% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 27/06 / 11	Hoja No. 5
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.11	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 79.22 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 52.82%

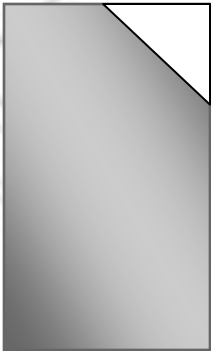

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.02	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 79.22 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 52.88%

Promedio de resistencias:	79.22 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 14000 kg y el segundo una carga de 14000 kg. Cumple con el 53% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 27/06 / 11	Hoja No. 6
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 11.76	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 84.88 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 56.59%

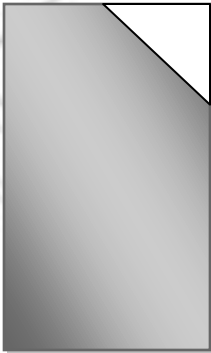

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 11.94	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 84.88 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 56.59%

Promedio de resistencias:	84.88 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 15000 kg y el segundo una carga de 15000 kg. Cumple con el 57% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 27/06 / 11	Hoja No. 7
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.15	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 96.2 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 64.13%

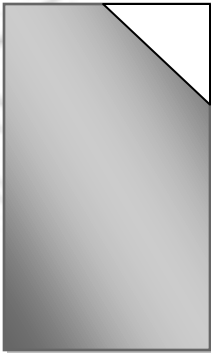

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 11.67	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 90.54 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 90.36%

Promedio de resistencias:	93.37 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 17000 kg y el segundo una carga de 16000 kg. Cumple con el 62% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 27/06 / 11	Hoja No. 8
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 11.88	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 96.2 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 64.13%

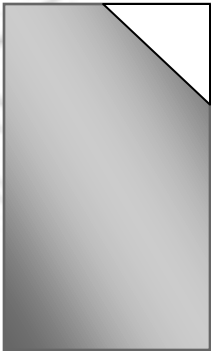

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 11.96	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 90.54 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 60.36%

Promedio de resistencias:	93.37 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 17000 kg y el segundo una carga de 16000 kg. Cumple con el 62% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 27/06 / 11	Hoja No. 9
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 11.98	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 90.54 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 60.36%

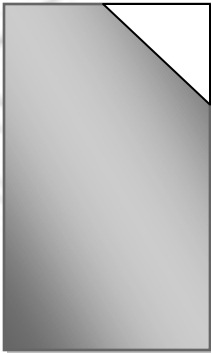

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 12.10	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 96.2 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 64.13%

Promedio de resistencias:	93.37 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 16000 kg y el segundo una carga de 17000 kg. Cumple con el 62% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 27/06 / 11	Hoja No. 10
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 11.79	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 96.2 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 64.13%

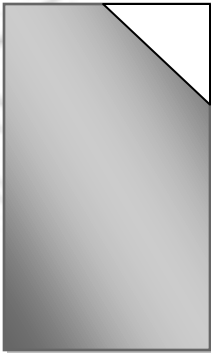

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 11.73	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 90.54 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 60.36%

Promedio de resistencias:	93.37 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 17000 kg y el segundo una carga de 16000 kg. Cumple con el 62% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 27/06 / 11	Hoja No. 11
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 11.78	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 96.2 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 64.13%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 11.95	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 113.2 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 75.45%

Promedio de resistencias:	104.69 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 17000 kg y el segundo una carga de 20000 kg. Cumple con 70% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 27/06 / 11	Hoja No. 12
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 11.98	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 118.8 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 79.22%

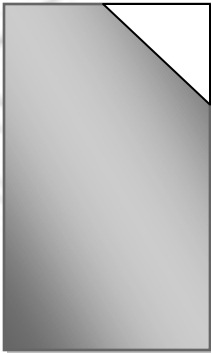

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 11.86	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 113.2 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 75.45%

Promedio de resistencias:	116.01 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 21000 kg y el segundo una carga de 20000 kg. Cumple con más del 77% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 27/06 / 11	Hoja No. 13
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 12.05	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 113.2 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 75.45%

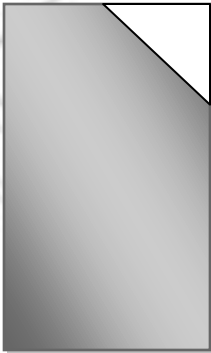

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 11.40	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 113.2 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 75.45%

Promedio de resistencias:	113.2 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 20000 kg y el segundo una carga de 20000 kg. Cumple con más del 75% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 27/06 / 11	Hoja No. 14
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 11.88	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 107.5 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 71.68%

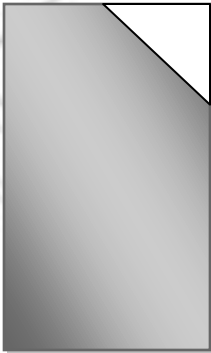

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 11.68	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 101.9 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 88.03%

Promedio de resistencias:	104.69 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 19000 kg y el segundo una carga de 18000 kg. Cumple con 70% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 27/06 / 11	Hoja No. 15
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 11.77	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 113.2 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 75.45%

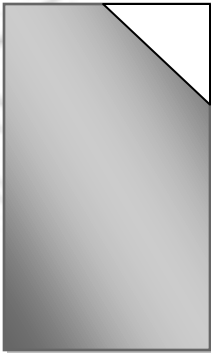

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 11.82	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 118.8 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 79.22%

Promedio de resistencias:	116.01 kg/cm²
----------------------------------	---------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 20000 kg y el segundo una carga de 21000 kg. Cumple con más del 77% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 28/06 / 11	Hoja No. 1
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 11.04	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 39.61 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 26.41%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 10.78	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 45.27 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 30.18%

Promedio de resistencias:	42.44 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 7000 kg y el segundo una carga de 8000 kg.
Cumple con el 28.29% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 28/06 / 11	Hoja No. 2
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 10.68	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 45.27 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 30.18%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 11.20	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 39.61 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 26.41%

Promedio de resistencias:	42.44 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 8000 kg y el segundo una carga de 7000 kg.
Cumple con el 28.29% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 28/06 / 11	Hoja No. 3
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 10.77	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 33.95 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 22.64%



Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 10.89	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 45.27 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 30.18%

Promedio de resistencias:	39.61 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 6000 kg y el segundo una carga de 8000 kg.
Cumple con el 26% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 28/06 / 11	Hoja No. 4
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 10.65	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 39.61 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 26.41%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 10.72	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 45.27 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 30.18%

Promedio de resistencias:	42.44 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 7000 kg y el segundo una carga de 8000 kg.
Cumple con el 28% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 28/06 / 11	Hoja No. 5
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 7 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 10.88	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 45.27 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 30.18%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 10.65	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 45.27 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 30.18%

Promedio de resistencias:	45.27 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 8000 kg y el segundo una carga de 8000 kg.
Cumple con el 30% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 28/06 / 11	Hoja No. 6
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 10.78	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 45.27 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 30.18%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 10.65	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 50.93 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 33.95%

Promedio de resistencias:	48.10 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 8000 kg y el segundo una carga de 9000 kg.
Cumple con el 32% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 28/06 / 11	Hoja No. 7
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 10.67	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 50.93 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 33.95%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 10.75	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 56.59 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 37.73%

Promedio de resistencias:	56.76 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 9000 kg y el segundo una carga de 10000 kg.
Cumple con el 36% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 28/06 / 11	Hoja No. 8
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 10.66	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 56.59 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 33.73%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 10.82	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 45.27 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 30.18%

Promedio de resistencias:	50.93 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 10000 kg y el segundo una carga de 8000 kg.
Cumple con el 34% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 28/06 / 11	Hoja No. 9
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 10.99	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 56.59 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 37.73%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 10.96	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 56.59 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 37.73%

Promedio de resistencias:	56.59 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 10000 kg y el segundo una carga de 10000 kg. Cumple con el 38% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 28/06 / 11	Hoja No. 10
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 11.07	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 45.27 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 30.18%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 10.98	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 50.93 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 33.95%

Promedio de resistencias:	48.10 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 10000 kg y el segundo una carga de 8000 kg.
Cumple con el 32% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 28/06 / 11	Hoja No. 11
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 10.78	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 62.25 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 41.5%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 10.76	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 62.25 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 41.5%

Promedio de resistencias:	62.25 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 11000 kg y el segundo una carga de 11000 kg. Cumple con más del 41.5% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 28/06 / 11	Hoja No. 12
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 10.74	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 62.25 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 41.5%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 10.92	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 56.59 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 37.73%

Promedio de resistencias:	59.42 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 11000 kg y el segundo una carga de 10000 kg. Cumple con más del 40% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 28/06 / 11	Hoja No. 13
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 10.99	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 56.59 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 37.73%



Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 10.89	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 67.91 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 45.27%

Promedio de resistencias:	62.25 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 10000 kg y el segundo una carga de 12000 kg. Cumple con más del 41.5% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>
	

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 28/06 / 11	Hoja No. 14
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 10.79	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 67.91 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 45.27%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 10.70	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 62.25 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 41.5%

Promedio de resistencias:	65.08 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 12000 kg y el segundo una carga de 11000 kg. Cumple con más del 43% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>

“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO (ASTM C-39)

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 28/06 / 11	Hoja No. 15
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar: 150 kg/cm ²	
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso: 100%	
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Cilindro No. 1

Peso del cilindro (kg): 10.89	Altura (cm): 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 62.25 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 41.5%

Cilindro No. 2

Peso del cilindro (kg): 10.77	Altura (cm) : 30
Diámetro superior (cm): 15	Resistencia alcanzada: 67.91 kg/cm ²
Diámetro inferior (cm): 15	% de resistencia alcanzada: 45.27%

Promedio de resistencias:	65.08 kg/cm²
----------------------------------	--------------------------------

Observaciones: Primer cilindro resiste una carga de 11000 kg y el segundo una carga de 12000 kg. Cumple con más del 43% de la resistencia final

Ruptura de Cilindros

<i>Cilindro No.1</i>	<i>Cilindro No.2</i>



PRUEBA DE REVENIMIENTO DE MEZCLAS DE CONCRETO

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha: 18 / 06 / 11	Hoja No. 1
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Temperatura: 31°	

Revenimiento a alcanzar (cm): 5	Relación Agua-Cemento:0.65
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso:100%
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de la arena:2.54

Resultados de mezclas:

Mezcla No.	Revenimiento (cm)	Consistencia
1	4.8	Aceptable
2	5	Aceptable
3		
4		

Observaciones: Cumple para la propuesta de esta investigación: losa peatonal



“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE REVENIMIENTO DE MEZCLAS DE CONCRETO

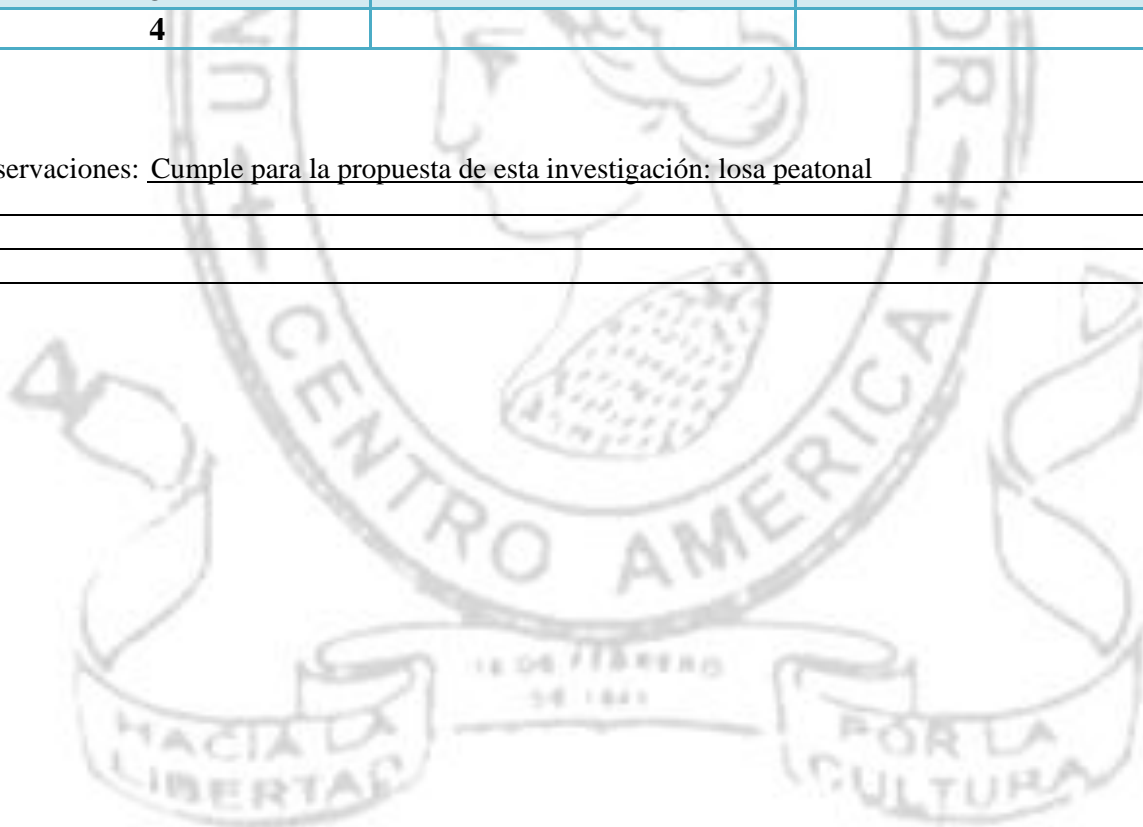
LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha: 19 / 06 / 11	Hoja No. 2
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Temperatura: 30.5°	

Revenimiento a alcanzar (cm): 5	Relación Agua-Cemento:0.79
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso:100%
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de la arena:2.54

Resultados de mezclas:

Mezcla No.	Revenimiento (cm)	Consistencia
1	5	Aceptable
2	5.8	Aceptable
3		
4		

Observaciones: Cumple para la propuesta de esta investigación: losa peatonal



“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE REVENIMIENTO DE MEZCLAS DE CONCRETO

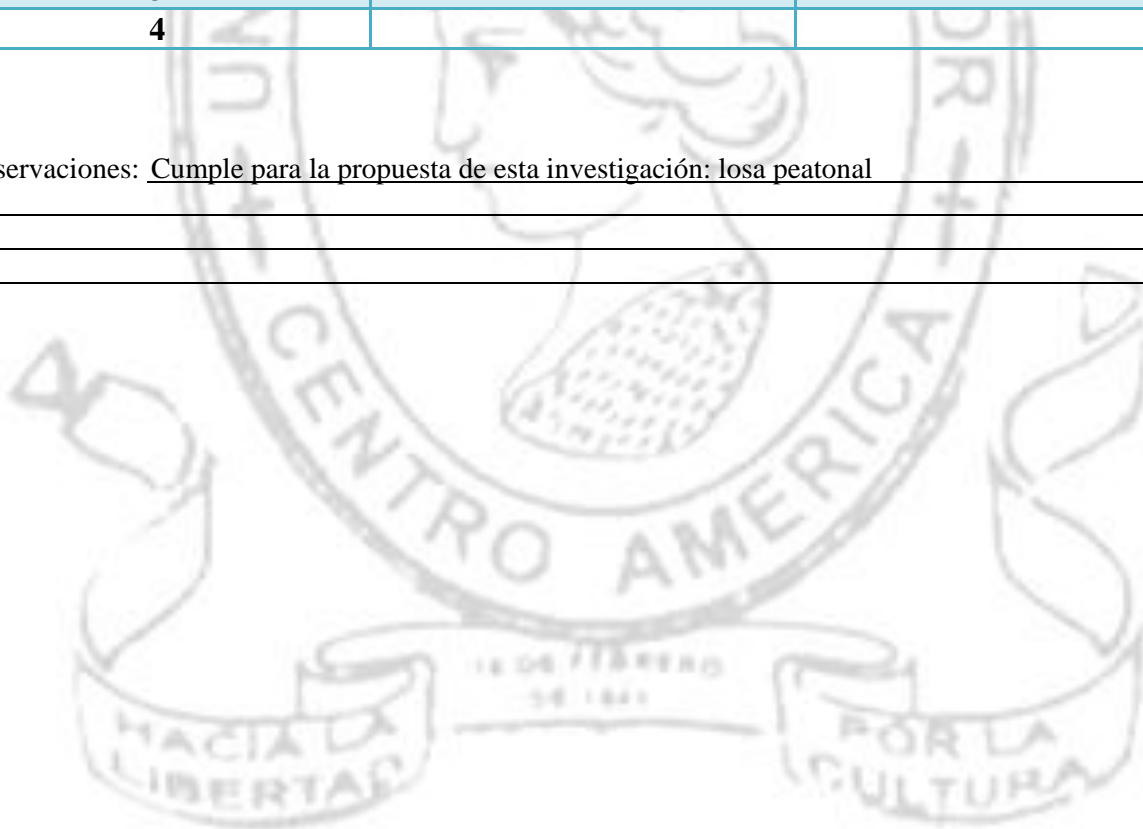
LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha: 25 / 06 / 11	Hoja No. 3
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Temperatura: 30°	

Revenimiento a alcanzar (cm): 5	Relación Agua-Cemento:0.65
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso:100%
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de la arena:2.54

Resultados de mezclas:

Mezcla No.	Revenimiento (cm)	Consistencia
1	6	Aceptable
2	5.9	Aceptable
3		
4		

Observaciones: Cumple para la propuesta de esta investigación: losa peatonal



“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE REVENIMIENTO DE MEZCLAS DE CONCRETO

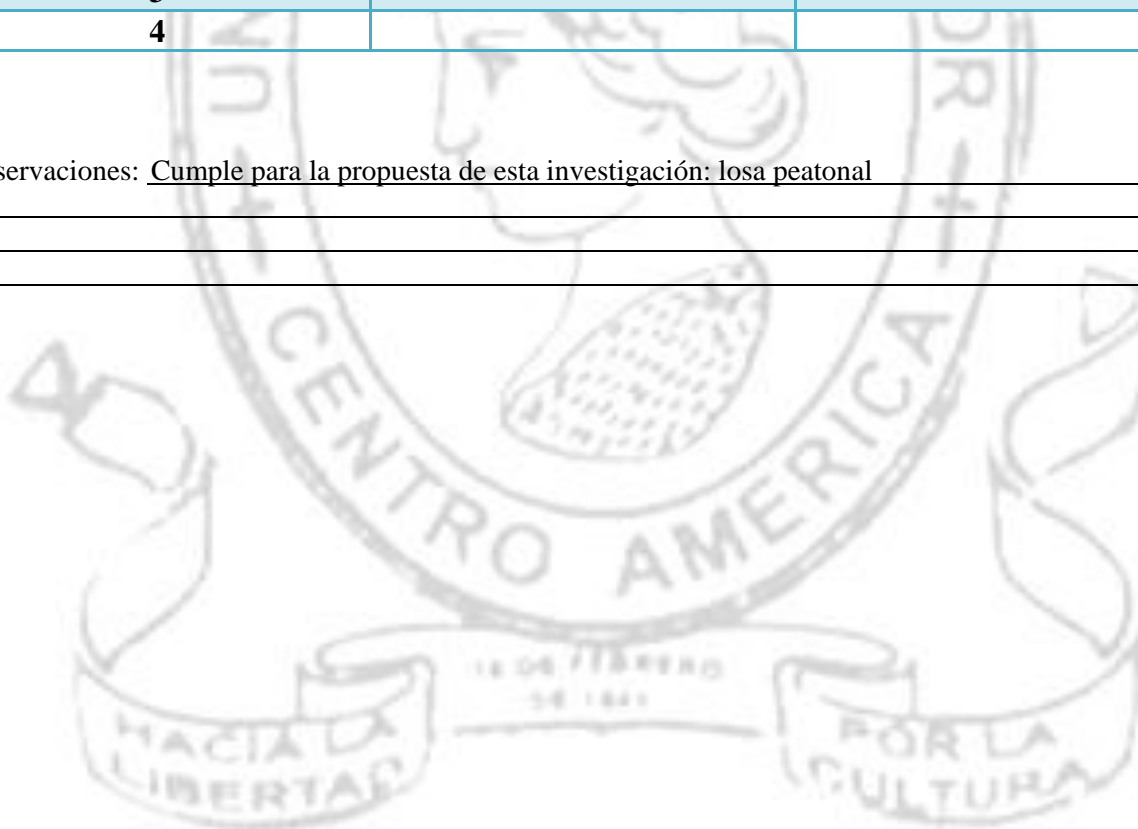
LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha: 26 / 06 / 11	Hoja No. 4
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Temperatura: 30°	

Revenimiento a alcanzar (cm): 5	Relación Agua-Cemento:0.65
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso:100%
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de la arena:2.54

Resultados de mezclas:

Mezcla No.	Revenimiento (cm)	Consistencia
1	6.5	Aceptable
2	5.9	Aceptable
3		
4		

Observaciones: Cumple para la propuesta de esta investigación: losa peatonal





PRUEBA DE REVENIMIENTO DE MEZCLAS DE CONCRETO

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha: 27 / 06 / 11	Hoja No. 5
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Temperatura: 31.5°	

Revenimiento a alcanzar (cm): 5	Relación Agua-Cemento:0.79
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso:100%
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de la arena:2.54

Resultados de mezclas:

Mezcla No.	Revenimiento (cm)	Consistencia
1	5.5	Aceptable
2	5.8	Aceptable
3		
4		

Observaciones: Cumple para la propuesta de esta investigación: losa peatonal





PRUEBA DE REVENIMIENTO DE MEZCLAS DE CONCRETO

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha: 28 / 06 / 11	Hoja No. 6
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Temperatura: 30.5°	

Revenimiento a alcanzar (cm): 5	Relación Agua-Cemento:0.79
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso:100%
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de la arena:2.54

Resultados de mezclas:

Mezcla No.	Revenimiento (cm)	Consistencia
1	6.8	Aceptable
2	6.2	Aceptable
3		
4		

Observaciones: Cumple para la propuesta de esta investigación: losa peatonal





PRUEBA DE FLUIDEZ DE MEZCLAS DE MORTERO TIPO M Y S

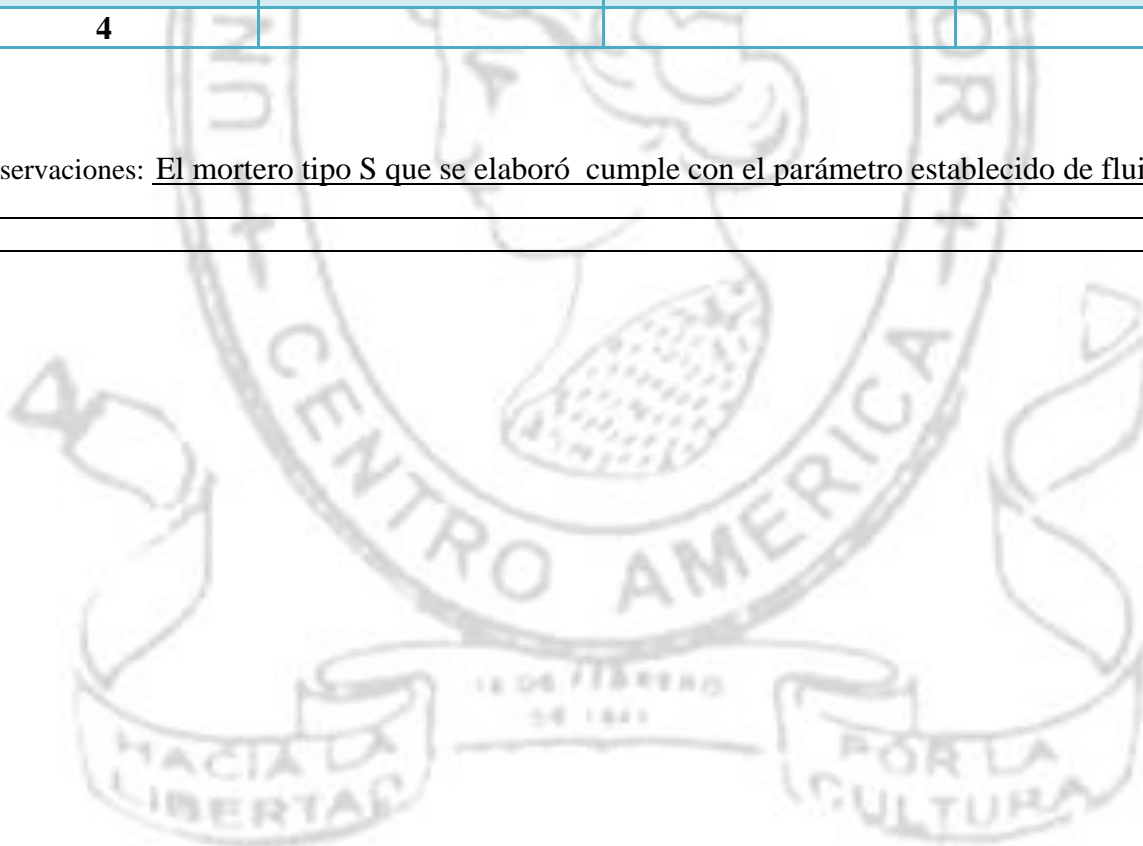
LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha: <u>30 / 06 / 11</u>	Hoja No. 1
	Lugar: <i>UES-FMO, San Miguel</i>	
	Tipo de mortero: M <input type="checkbox"/> S <input checked="" type="checkbox"/>	

Proporción: 1:3	Resistencia: 125 kg/cm ²
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso:
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de la arena: 2.54

Resultados de mezclas:

Mezcla No.	Diámetro Inicial (cm)	Diámetro Final (cm)	% de Fluidez
1	17	34	100
2			
3			
4			

Observaciones: El mortero tipo S que se elaboró cumple con el parámetro establecido de fluidez





PRUEBA DE FLUIDEZ DE MEZCLAS DE MORTERO TIPO M Y S

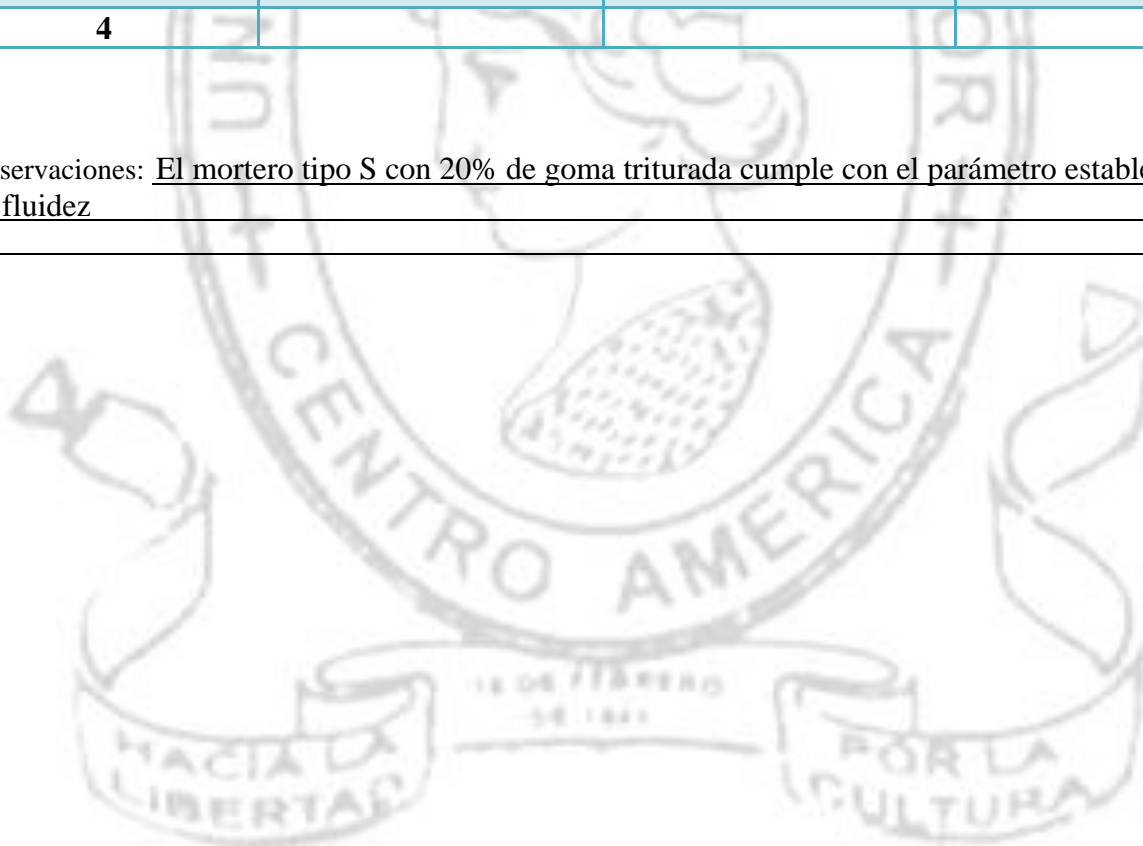
LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha: <u>01 / 07 / 11</u>	Hoja No. 2
	Lugar: <i>UES-FMO, San Miguel</i>	
	Tipo de mortero: M <input type="checkbox"/> S <input checked="" type="checkbox"/>	

Proporción: 1:3	Resistencia: 125 kg/cm ²
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso:
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de la arena: 2.54

Resultados de mezclas:

Mezcla No.	Diámetro Inicial (cm)	Diámetro Final (cm)	% de Fluidez
1	17	37	109
2			
3			
4			

Observaciones: El mortero tipo S con 20% de goma triturada cumple con el parámetro establecido de fluidez



“Estudio técnico de la goma triturada como agregado en el diseño de mezclas de concreto y mortero tipo M y S para obras civiles”



PRUEBA DE FLUIDEZ DE MEZCLAS DE MORTERO TIPO M Y S

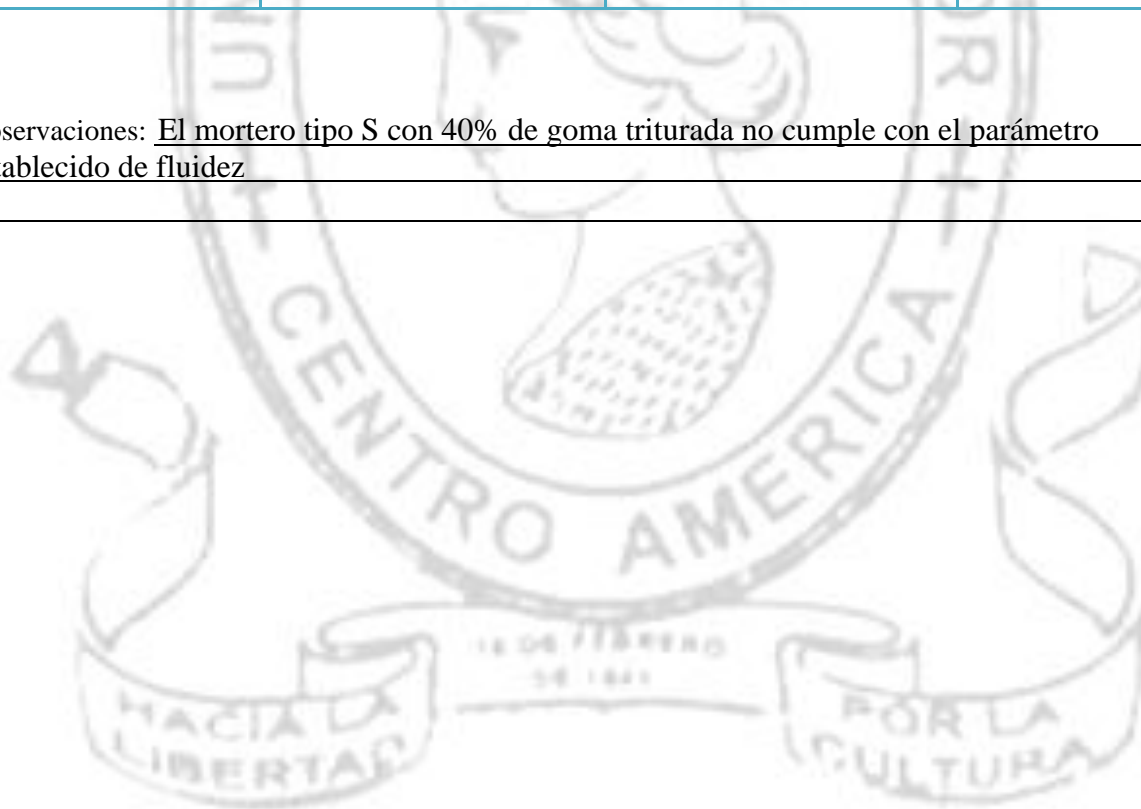
LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha: 02 / 07 / 11	Hoja No. 3
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Tipo de mortero: M <input type="checkbox"/> S <input checked="" type="checkbox"/>	

Proporción: 1:3	Resistencia: 125 kg/cm ²
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso:
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de la arena: 2.54

Resultados de mezclas:

Mezcla No.	Diámetro Inicial (cm)	Diámetro Final (cm)	% de Fluidéz
1	17	40	117
2			
3			
4			

Observaciones: El mortero tipo S con 40% de goma triturada no cumple con el parámetro establecido de fluidéz





PRUEBA DE FLUIDEZ DE MEZCLAS DE MORTERO TIPO M Y S

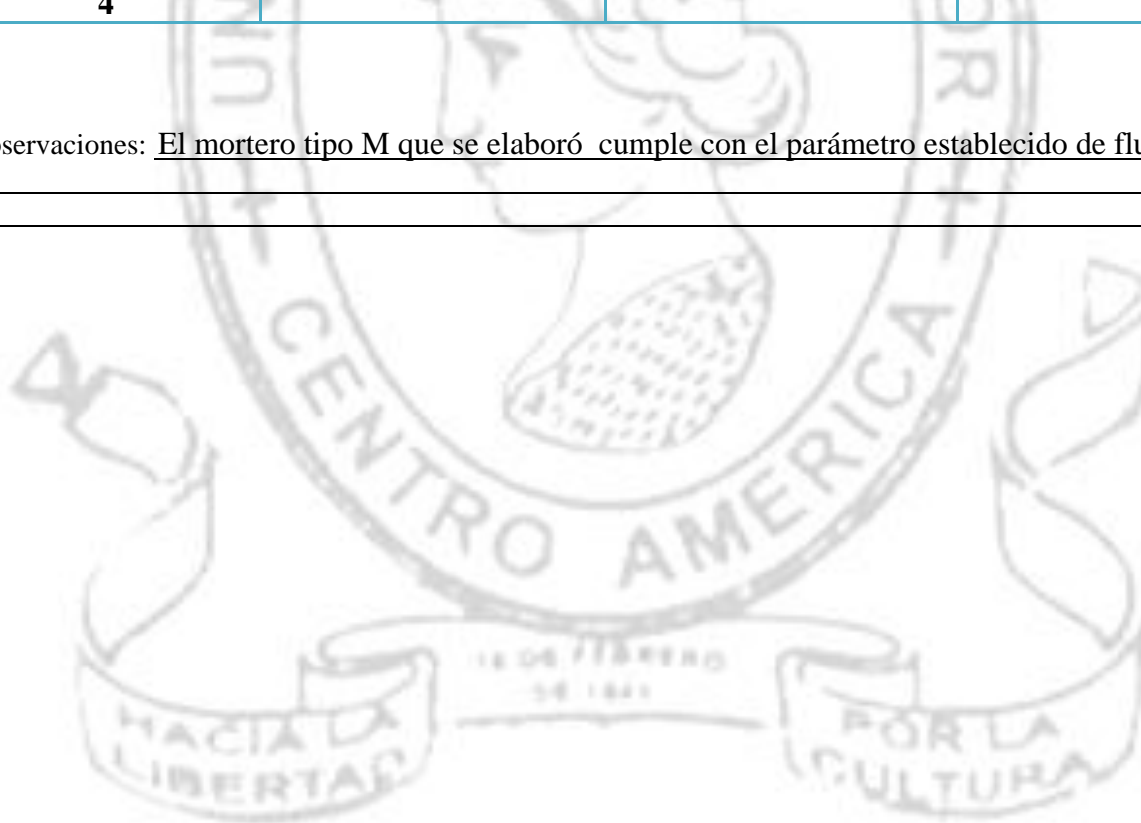
LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha: 30 / 06 / 11	Hoja No. 4
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Tipo de mortero: M <input checked="" type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/>	

Proporción: 1:2	Resistencia: 175 kg/cm ²
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso:
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de la arena: 2.54

Resultados de mezclas:

Mezcla No.	Diámetro Inicial (cm)	Diámetro Final (cm)	% de Fluidéz
1	17	36	106
2			
3			
4			

Observaciones: El mortero tipo M que se elaboró cumple con el parámetro establecido de fluidéz





PRUEBA DE FLUIDEZ DE MEZCLAS DE MORTERO TIPO M Y S

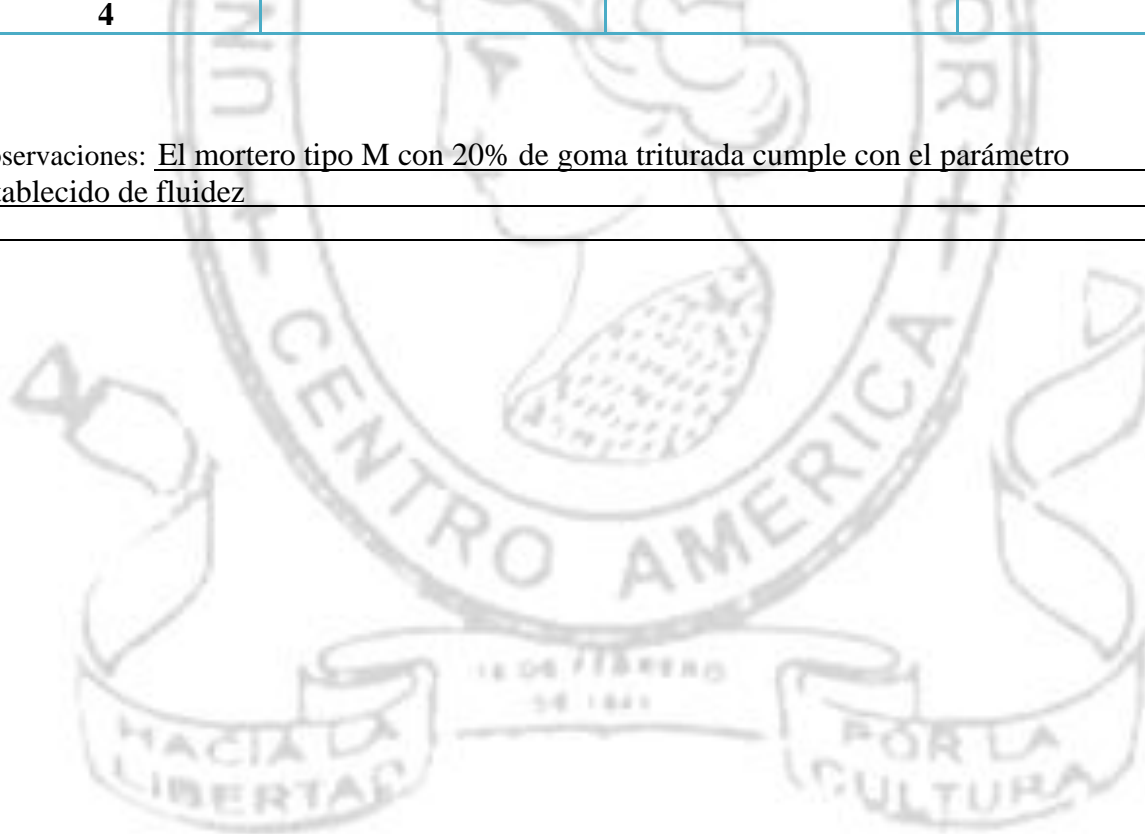
LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha: <u>01 / 07 / 11</u>	Hoja No. 5
	Lugar: <i>UES-FMO, San Miguel</i>	
	Tipo de mortero: M <input checked="" type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/>	

Proporción: 1:2	Resistencia: 175 kg/cm ²
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso:
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de la arena: 2.54

Resultados de mezclas:

Mezcla No.	Diámetro Inicial (cm)	Diámetro Final (cm)	% de Fluidéz
1	17	40	111
2			
3			
4			

Observaciones: El mortero tipo M con 20% de goma triturada cumple con el parámetro establecido de fluidéz





PRUEBA DE FLUIDEZ DE MEZCLAS DE MORTERO TIPO M Y S

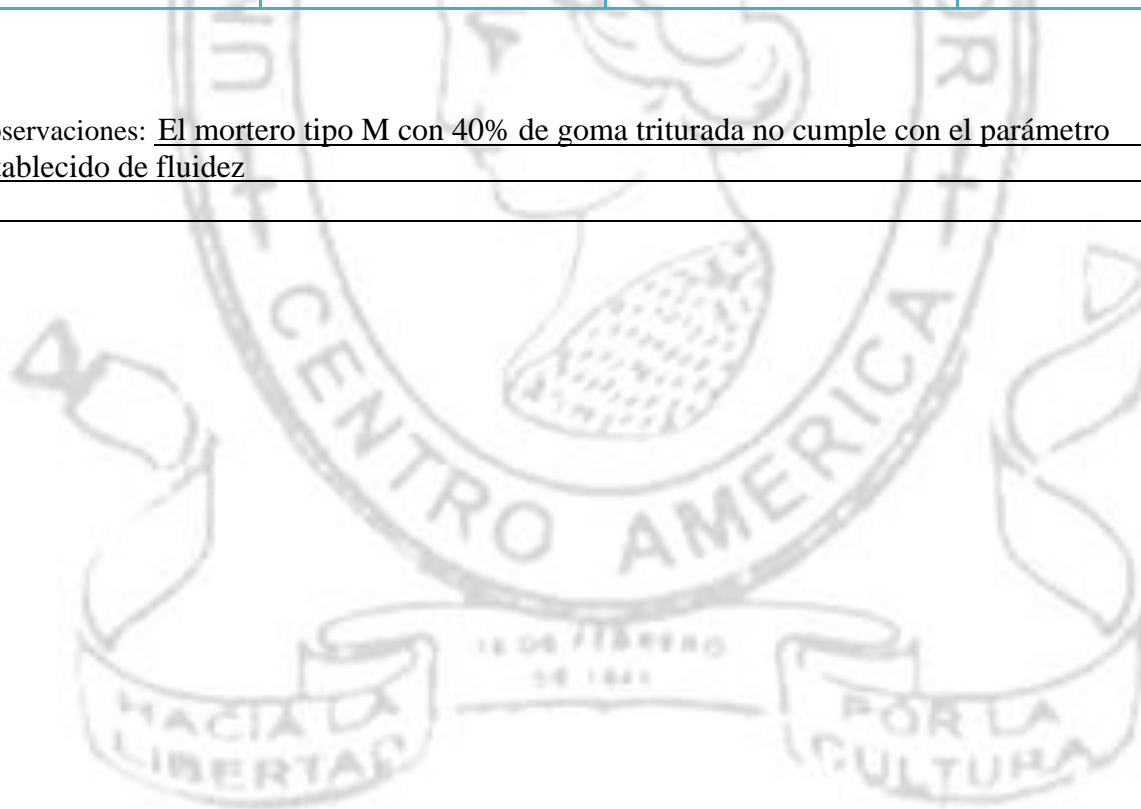
LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha: 02 / 07 / 11	Hoja No. 6
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Tipo de mortero: M <input checked="" type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/>	

Proporción: 1:2	Resistencia: 175 kg/cm ²
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso:
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de la arena: 2.54

Resultados de mezclas:

Mezcla No.	Diámetro Inicial (cm)	Diámetro Final (cm)	% de Fluidez
1	17	45	125
2			
3			
4			

Observaciones: El mortero tipo M con 40% de goma triturada no cumple con el parámetro establecido de fluidez





PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TENSIÓN POR FLEXIÓN EN VIGUETAS DE CONCRETO

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: <u>18/06/11</u>	Hoja No. 1
	Lugar: <i>UES-FMO, San Miguel</i>	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar:	37 Kg/cm²
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso:	100%
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena:	2.54

Vigueta No. 1

Peso de vigueta (kg): 34.78	Claro libre entre apoyos inferiores (L): 44.76 cm
Peralte promedio del espécimen(d): 15.5cm	Carga máxima aplicada en kg (P): 2,687.98
Ancho promedio del espécimen(b): 15.4 cm	
Esfuerzo a la tensión por flexión en Kg/cm ²	48.8

Vigueta No. 2



Peso de vigueta (kg): 25.32	Claro libre entre apoyos inferiores (L): 44.76 cm
Peralte promedio del espécimen (d): 15.5cm	Carga máxima aplicada en kg (P): 1,965.98
Ancho promedio del espécimen(b): 15.35cm	
Esfuerzo a la tensión por flexión en Kg/cm ²	35.8

Promedio de esfuerzos:	42.3 Kg/cm²
------------------------	-------------------------------

$$Resistencia \left(\frac{Kg}{cm^2} \right) = \frac{Carga \text{ máxima aplicada } (P)}{\text{Área } (A)}$$

$$Módulo \text{ de ruptura} = \frac{3PL_1}{2bd^2}$$

Fractura de Viguetas

<i>Vigueta No.1</i>	<i>Vigueta No.2</i>
	



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TENSIÓN POR FLEXIÓN EN VIGUETAS DE CONCRETO

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 18/06/11	Hoja No. 2
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar:	37 Kg/cm ²
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso:	100%
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Vigueta No. 1

Peso de vigueta (kg): 34.38	Claro libre entre apoyos inferiores (L): 44.76 cm
Peralte promedio del espécimen(d): 15.8cm	Carga máxima aplicada en kg (P): 3,119.72
Ancho promedio del espécimen(b): 15.35 cm	
Esfuerzo a la tensión por flexión en Kg/cm²	54.7 Kg/cm²

Vigueta No. 2

Peso de vigueta (kg): 34.42	Claro libre entre apoyos inferiores (L): 44.76 cm
Peralte promedio del espécimen (d): 15.5cm	Carga máxima aplicada en kg (P): 3087.52
Ancho promedio del espécimen(b): 15.40cm	
Esfuerzo a la tensión por flexión en Kg/cm²	56 Kg/cm²

Promedio de esfuerzos:	55.3 Kg/cm²
-------------------------------	-------------------------------

$$\text{Resistencia} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right) = \frac{\text{Carga máxima aplicada (P)}}{\text{Área (A)}}$$

$$\text{Módulo de ruptura} = \frac{3PL_1}{2bd^2}$$

Fractura de Viguetas

Vigueta No.1	Vigueta No.2



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TENSIÓN POR FLEXIÓN EN VIGUETAS DE CONCRETO

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 25/06/11	Hoja No. 3
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar:	37 Kg/cm²
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso:	100%
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Vigueta No. 1

Peso de vigueta (kg): 33.18	Claro libre entre apoyos inferiores (L): 44.76 cm
Peralte promedio del espécimen(d): 15.75cm	Carga máxima aplicada en kg (P): 2250.34
Ancho promedio del espécimen(b): 15.40 cm	
Esfuerzo a la tensión por flexión en Kg/cm²	39.55 Kg/cm²

Vigueta No. 2

Peso de vigueta (kg): 32.64	Claro libre entre apoyos inferiores (L): 44.76 cm
Peralte promedio del espécimen (d): 15.7cm	Carga máxima aplicada en kg (P): 2215.87
Ancho promedio del espécimen(b): 15.6cm	
Esfuerzo a la tensión por flexión en Kg/cm²	39.18 Kg/cm²

Promedio de esfuerzos:	39.36 Kg/cm²
-------------------------------	--------------------------------

$$\text{Resistencia} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right) = \frac{\text{Carga máxima aplicada (P)}}{\text{Área (A)}}$$

$$\text{Módulo de ruptura} = \frac{3PL_1}{2bd^2}$$

Fractura de Viguetas

Vigueta No.1	Vigueta No.2



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TENSIÓN POR FLEXIÓN EN VIGUETAS DE CONCRETO

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 25/06/11	Hoja No. 4
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar:	37 Kg/cm²
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso:	100%
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Vigueta No. 1

Peso de vigueta (kg): 33.89	Claro libre entre apoyos inferiores (L): 44.76 cm
Peralte promedio del espécimen(d): 15.7cm	Carga máxima aplicada en kg (P): 2272.56
Ancho promedio del espécimen(b): 15.35 cm	
Esfuerzo a la tensión por flexión en Kg/cm²	40.32 Kg/cm²

Vigueta No. 2

Peso de vigueta (kg): 32.46	Claro libre entre apoyos inferiores (L): 44.76 cm
Peralte promedio del espécimen (d):15.65cm	Carga máxima aplicada en kg (P): 2262.57
Ancho promedio del espécimen(b): 15.6cm	
Esfuerzo a la tensión por flexión en Kg/cm²	39.84 Kg/cm²

Promedio de esfuerzos:	40.08 Kg/cm²
-------------------------------	--------------------------------

$$\text{Resistencia} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right) = \frac{\text{Carga máxima aplicada (P)}}{\text{Área (A)}}$$

$$\text{Módulo de ruptura} = \frac{3PL_1}{2bd^2}$$

Fractura de Viguetas

Vigueta No.1	Vigueta No.2



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TENSIÓN POR FLEXIÓN EN VIGUETAS DE CONCRETO

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: <u>26/06/11</u>	Hoja No. 5
	Lugar: <i>UES-FMO, San Miguel</i>	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar:	37 Kg/cm²
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso:	100%
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena:	2.54

Vigueta No. 1

Peso de vigueta (kg): 28.98	Claro libre entre apoyos inferiores (L): 44.76 cm
Peralte promedio del espécimen(d): 15.6cm	Carga máxima aplicada en kg (P): 1721.99
Ancho promedio del espécimen(b): 15.45 cm	
Esfuerzo a la tensión por flexión en Kg/cm ²	30.74 Kg/cm²

Vigueta No. 2



Peso de vigueta (kg): 28.88	Claro libre entre apoyos inferiores (L): 44.76 cm
Peralte promedio del espécimen (d): 15.65cm	Carga máxima aplicada en kg (P): 1736.96
Ancho promedio del espécimen(b): 15.45cm	
Esfuerzo a la tensión por flexión en Kg/cm ²	30.81 Kg/cm²

Promedio de esfuerzos:	30.78 Kg/cm²
------------------------	--------------------------------

$$Resistencia \left(\frac{Kg}{cm^2} \right) = \frac{Carga \text{ máxima aplicada } (P)}{\text{Área } (A)}$$

$$Módulo \text{ de ruptura} = \frac{3PL_1}{2bd^2}$$

Fractura de Viguetas

<i>Vigueta No.1</i>	<i>Vigueta No.2</i>
	



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TENSIÓN POR FLEXIÓN EN VIGUETAS DE CONCRETO

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 26/06/11	Hoja No. 6
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.65	Resistencia a alcanzar:	37 Kg/cm²
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso:	100%
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Vigueta No. 1

Peso de vigueta (kg): 29.34	Claro libre entre apoyos inferiores (L): 44.76 cm
Peralte promedio del espécimen(d): 15.5cm	Carga máxima aplicada en kg (P): 1914.73
Ancho promedio del espécimen(b): 15.45 cm	
Esfuerzo a la tensión por flexión en Kg/cm²	34.63 Kg/cm²

Vigueta No. 2

Peso de vigueta (kg): 28.82	Claro libre entre apoyos inferiores (L): 44.76 cm
Peralte promedio del espécimen (d):15.55cm	Carga máxima aplicada en kg (P): 1819.04
Ancho promedio del espécimen(b): 15.40cm	
Esfuerzo a la tensión por flexión en Kg/cm²	32.79 Kg/cm²

Promedio de esfuerzos:	33.71 Kg/cm²
-------------------------------	--------------------------------

$$\text{Resistencia} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right) = \frac{\text{Carga máxima aplicada (P)}}{\text{Área (A)}}$$

$$\text{Módulo de ruptura} = \frac{3PL_1}{2bd^2}$$

Fractura de Viguetas

Vigueta No.1	Vigueta No.2



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TENSIÓN POR FLEXIÓN EN VIGUETAS DE CONCRETO

LABORATORISTAS: <i>HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN</i> <i>GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO</i> <i>MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL</i>	Fecha de moldeo: 19/06/11	Hoja No. 7
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar:	27.9 Kg/cm ²
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso:	100%
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Vigueta No. 1

Peso de vigueta (kg): 34.32	Claro libre entre apoyos inferiores (L): 44.76 cm
Peralte promedio del espécimen(d): 15.6cm	Carga máxima aplicada en kg (P): 2521.08
Ancho promedio del espécimen(b): 15.4 cm	
Esfuerzo a la tensión por flexión en Kg/cm²	45.16 Kg/cm²

Vigueta No. 2

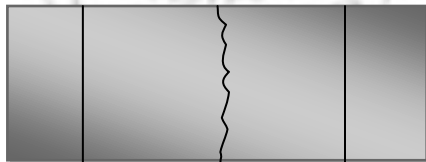

Peso de vigueta (kg): 34.58	Claro libre entre apoyos inferiores (L): 44.76 cm
Peralte promedio del espécimen (d):15.55cm	Carga máxima aplicada en kg (P): 2559.18
Ancho promedio del espécimen(b): 15.50cm	
Esfuerzo a la tensión por flexión en Kg/cm²	46.14 Kg/cm²

Promedio de esfuerzos:	45.65 Kg/cm²
-------------------------------	--------------------------------

$$\text{Resistencia} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right) = \frac{\text{Carga máxima aplicada (P)}}{\text{Área (A)}}$$

$$\text{Módulo de ruptura} = \frac{3PL_1}{2bd^2}$$

Fractura de Viguetas

<i>Vigueta No.1</i>	<i>Vigueta No.2</i>
	



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TENSIÓN POR FLEXIÓN EN VIGUETAS DE CONCRETO

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 19/06/11	Hoja No. 8
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar:	27.9 Kg/cm ²
%de agregado fino: 100%	%de agregado grueso:	100%
%de goma triturada: 0%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Vigueta No. 1

Peso de vigueta (kg): 34.98	Claro libre entre apoyos inferiores (L): 44.76 cm
Peralte promedio del espécimen(d): 15.75cm	Carga máxima aplicada en kg (P): 2897.05
Ancho promedio del espécimen(b): 15.5 cm	
Esfuerzo a la tensión por flexión en Kg/cm²	50.58 Kg/cm²

Vigueta No. 2

Peso de vigueta (kg): 35.02	Claro libre entre apoyos inferiores (L): 44.76 cm
Peralte promedio del espécimen (d): 15.9cm	Carga máxima aplicada en kg (P): 2531.51
Ancho promedio del espécimen(b): 15.55cm	
Esfuerzo a la tensión por flexión en Kg/cm²	43.23 Kg/cm²

Promedio de esfuerzos:	46.91 Kg/cm²
-------------------------------	--------------------------------

$$\text{Resistencia} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right) = \frac{\text{Carga máxima aplicada (P)}}{\text{Área (A)}}$$

$$\text{Módulo de ruptura} = \frac{3PL_1}{2bd^2}$$

Fractura de Viguetas

Vigueta No.1	Vigueta No.2



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TENSIÓN POR FLEXIÓN EN VIGUETAS DE CONCRETO

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 27/06/11	Hoja No. 9
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar:	27.9 Kg/cm ²
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso:	100%
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Vigueta No. 1

Peso de vigueta (kg): 31.54	Claro libre entre apoyos inferiores (L): 44.76 cm
Peralte promedio del espécimen(d): 15.85cm	Carga máxima aplicada en kg (P): 1631.34
Ancho promedio del espécimen(b): 15.35 cm	
Esfuerzo a la tensión por flexión en Kg/cm²	28.40 Kg/cm ²

Vigueta No. 2

Peso de vigueta (kg): 32.23	Claro libre entre apoyos inferiores (L): 44.76 cm
Peralte promedio del espécimen (d): 15.75cm	Carga máxima aplicada en kg (P): 1706.57
Ancho promedio del espécimen(b): 15.55cm	
Esfuerzo a la tensión por flexión en Kg/cm²	29.79 Kg/cm ²

Promedio de esfuerzos:	29.10 Kg/cm ²
-------------------------------	--------------------------

$$\text{Resistencia} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right) = \frac{\text{Carga máxima aplicada (P)}}{\text{Área (A)}}$$

$$\text{Módulo de ruptura} = \frac{3PL_1}{2bd^2}$$

Fractura de Viguetas

Vigueta No.1	Vigueta No.2



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TENSIÓN POR FLEXIÓN EN VIGUETAS DE CONCRETO

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 27/06/11	Hoja No. 10
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar:	27.9 Kg/cm ²
%de agregado fino: 80%	%de agregado grueso:	100%
%de goma triturada: 20%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Vigueta No. 1

Peso de vigueta (kg): 32.44	Claro libre entre apoyos inferiores (L): 44.76 cm
Peralte promedio del espécimen(d): 15.75cm	Carga máxima aplicada en kg (P): 1721.99
Ancho promedio del espécimen(b): 15.4 cm	
Esfuerzo a la tensión por flexión en Kg/cm²	30.26 Kg/cm²

Vigueta No. 2

Peso de vigueta (kg): 31.95	Claro libre entre apoyos inferiores (L): 44.76 cm
Peralte promedio del espécimen (d): 15.90cm	Carga máxima aplicada en kg (P): 1785.94
Ancho promedio del espécimen(b): 15.55cm	
Esfuerzo a la tensión por flexión en Kg/cm²	30.60 Kg/cm²

Promedio de esfuerzos:	30.43 Kg/cm²
-------------------------------	--------------------------------

$$\text{Resistencia} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right) = \frac{\text{Carga máxima aplicada (P)}}{\text{Área (A)}}$$

$$\text{Módulo de ruptura} = \frac{3PL_1}{2bd^2}$$

Fractura de Viguetas

Vigueta No.1	Vigueta No.2



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TENSIÓN POR FLEXIÓN EN VIGUETAS DE CONCRETO

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 28/06/11	Hoja No. 11
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 14 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar:	27.9 Kg/cm ²
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso:	100%
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Vigueta No. 1

Peso de vigueta (kg): 31.72	Claro libre entre apoyos inferiores (L): 44.76 cm
Peralte promedio del espécimen(d): 15.65cm	Carga máxima aplicada en kg (P): 1221.87
Ancho promedio del espécimen(b): 15.55 cm	
Esfuerzo a la tensión por flexión en Kg/cm²	21.54 Kg/cm ²

Vigueta No. 2

Peso de vigueta (kg): 31.24	Claro libre entre apoyos inferiores (L): 44.76 cm
Peralte promedio del espécimen (d): 15.45cm	Carga máxima aplicada en kg (P): 1356.67
Ancho promedio del espécimen(b): 15.55cm	
Esfuerzo a la tensión por flexión en Kg/cm²	24.69 Kg/cm ²

Promedio de esfuerzos:	23.11 Kg/cm ²
-------------------------------	--------------------------

$$\text{Resistencia} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right) = \frac{\text{Carga máxima aplicada (P)}}{\text{Área (A)}}$$

$$\text{Módulo de ruptura} = \frac{3PL_1}{2bd^2}$$

Fractura de Viguetas

Vigueta No.1	Vigueta No.2



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TENSIÓN POR FLEXIÓN EN VIGUETAS DE CONCRETO

LABORATORISTAS: HERNÁNDEZ MALDONADO, JUAN SALOMÓN GARCÍA MELGAR, WILBERT FERNANDO MENÉNDEZ ALVARENGA, MARJORY CRISTABEL	Fecha de moldeo: 28/06/11	Hoja No. 12
	Lugar: UES-FMO, San Miguel	
	Edad: 28 días	
Relación Agua – Cemento: 0.79	Resistencia a alcanzar:	27.9 Kg/cm ²
%de agregado fino: 60%	%de agregado grueso:	100%
%de goma triturada: 40%	Módulo de finura de arena: 2.54	

Vigueta No. 1

Peso de vigueta (kg): 31.72	Claro libre entre apoyos inferiores (L): 44.76 cm
Peralte promedio del espécimen(d): 15.65cm	Carga máxima aplicada en kg (P): 1471.65
Ancho promedio del espécimen(b): 15.55 cm	
Esfuerzo a la tensión por flexión en Kg/cm²	26.27 Kg/cm ²

Vigueta No. 2

Peso de vigueta (kg): 31.24	Claro libre entre apoyos inferiores (L): 44.76 cm
Peralte promedio del espécimen (d): 15.45cm	Carga máxima aplicada en kg (P): 1580.95
Ancho promedio del espécimen(b): 15.55cm	
Esfuerzo a la tensión por flexión en Kg/cm²	27.78 Kg/cm ²

Promedio de esfuerzos:	27.02 Kg/cm ²
-------------------------------	--------------------------

$$\text{Resistencia} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right) = \frac{\text{Carga máxima aplicada (P)}}{\text{Área (A)}}$$

$$\text{Módulo de ruptura} = \frac{3PL_1}{2bd^2}$$

Fractura de Viguetas

Vigueta No.1	Vigueta No.2

Diseño de Mezclas de Concreto.

Diseño de mezcla para para registro con A/C= 0.65

MR = 32.2 Kg/cm²



Datos de los componentes de la mezcla.

Cemento: *tipo I*

-Peso específico: 3.15

Agregado Grueso:

Tamaño máximo:	3/4	"
Tamaño máximo nominal:	1/2	"
Peso específico seco:	1.69	
Absorción:	1.2	%
Peso volumétrico varillado seco:	1200	Kg/m ³
Humedad:	2.15	%

Agregado Fino:

Peso específico seco:	1.67	
Absorción:	2.78	%
Humedad:	5.39	%
M.F.:	2.54	

Para el concreto:

Aire: 1

Exposición: NO APLICA

DESARROLLO DE DISEÑO (ACI 211)

Según ACI 362 ($1.99 \sqrt{f'c} \leq MR \leq 3.18 \sqrt{f'c}$).

$$MR = 2.585 \sqrt{f'c}$$

Sustituyendo MR en formula y despejando $f'c = ??$

$$f'c = 155 \text{ Kg/cm}^2$$

Resistencia a la compresión especificada, $f'c$, Kg/cm ²	Resistencia a la compresión requerida promedio, $F'cr$, Kg/cm ²
Menos que 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 85$
Mayor que 350	$f'c + 100$

TABLA 5.3.2.2 ACI 318-08

Ahora: según tabla 2.9

$$F'cr = f'c + 70 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F'cr = 225 \text{ Kg/cm}^2$$

Relación agua cemento

En base a tabla A1.5.3.4 (a) ACI 211.1 y con un $f'c = 225 \text{ Kg/cm}^2$

Interpolamos para obtener la siguiente relación

Resistencia a compresion a los 28 dias kg/cm^2 (Mpa)	Relación agua-materiales cementantes en masa	
	concreto sin aire incluido	concreto con aire incluido
450	0.38	-----
400	0.42	-----
350	0.47	0.39
300	0.54	0.45
250	0.61	0.52
200	0.69	0.6
150	0.79	0.7

Referencia anexo 3

RESISTENCIA $f'c$ (kg/cm ²)	Relacio a/c	
	sin aire	con aire
225	0.650	0.560

RELACION a/c = 0.650

Revenimiento

	CONSTRUCCION DE CONCRETO	Revenimiento (cm)	
		Máximo	Mínimo
1	Zapatas y muros de cimentación reforzados	3	2.5
2	Muros de subestructuras, cajones y zapatas sin refuerzo	7.5	2.5
3	Vigas y muros reforzados	10	2.5
4	Columnas de edificios	10	2.5
5	Pavimentos y losa	7.5	2.5
6	Concreto masivo	5	2.5

Referencia anexo 1

ESCRIBA EL NUMERO QUE CORRESPONDE A LA ESTRUCTURA A CONSTRUIR PARA EL DISEÑO=

5

TIPO DE ESTRUCTURA	MAX.	MIN.	RECOMENDADO	CONSIGNA
Pavimentos y losa	7.5	2.5	5	5

Contenido de agua

Utilizar consigna:

SI

TAMANO MAXIMO DEL AGREGADO	3/4
REVENIMIENTO	5 cm

Referencia anexo 2

Revenimiento (cm)	Agua, kg/m3 de concreto, para los tamaños máximos indicados.*							
	3/8"	1/2 "	3/4 "	1"	1 1/2"	2"*	3"*	6"*
Concreto sin aire incluido								
2.5 a 5	208	199	187	178	163	154	130	113
7.5 a 10	228	217	202	193	178	169	145	125
15 a 18	243	228	214	202	187	178	160	-
Cantidad aproximada de aire atrapado en el concreto (%).	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incluido								
2.5 a 5	181	175	166	160	148	142	122	107
7.5 a 10	202	193	181	175	163	157	134	119
15 a 18	216	205	193	184	172	166	154	-
Cantidad aproximada de aire atrapado en el concreto (%).								
Baja	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
Exposición Moderada	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
Severa	7.5	6	6	6	6	5	4.5	4

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

Sin aire	187
Con aire	175

Agua = 187 kg

**Cantidad aproximada de Aire atrapado en el concreto.
para las mismas condiciones del tamaño 0.75**

sin aire incluido 2 % **Contenido de Aire=** 2 %
con aire incluido NO APLICA %

Contenido de cemento

Relacion a/c = 0.65 Agua = 187kg

Cemento =

Despejando "c" tenemos: 287.69 kg

Contenido de agregado grueso: Referencia anexo 5

Volumen de A°G° Compactado en Seco				
Tamaño Maximo de Agregado	Modulo de Fineza de la Arena			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8 "	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2 "	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4 "	0.66	0.64	0.62	0.60
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2 "	0.75	0.73	0.71	0.69
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.82	0.79	0.78	0.75
6 "	0.87	0.85	0.83	0.81

M.F	TAM. MAXI
2.54	3/4

Volumen de A°G° Compactado en Seco 0.646 m3
Peso Unitario Compactado Seco 1200 kg/m3
Peso Especifico Seco 1.69 kg/m3

Contenido de agregado grueso = 0.646Xpeso vol. varillado.

Agregado grueso = 775.20 kg

Contenido de agregado fino:

Valores conocidos

Agua = 187kg/1000kg/m3 0.187 m3

Cemento = 287.692307692308kg/3150kg/m3 0.091 m3

Contenido de Aire=2% 0.02 m3

Grava = 775.2kg/1690kg/m3 0.459 m3

Entonces la suma es igual a = 0.757 m3

Por lo tanto areana = 1-0.757m3 0.243 m3

0.243m3X1670kg/m3 = 405.81 kg **Arena =**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

PESO SECO DE MATERIALES POR 1 m ³		
Agua =	187	kg
Arena =	405.81	kg
Agregado grueso =	775.20	kg
Cemento =	287.69	kg

Corrección por humedad y absorción de agregados para la humedad especificada.

Corrección por humedad y absorción .				
	Humedad %	Peso Corregido kg	Balance	Contribucion de Agua
Arena	5.39	427.68	0.0261	11.16
Grava	2.15	791.87	0.0095	7.52

Agua Final =	168.31 kg
--------------	-----------

DISEÑO FINAL PARA: 1 M ³ DE CONCRETO		
ELEMENTO	PESO	
Agua =	168.31	kg
Arena =	427.68	kg
Agregado grueso =	791.87	kg
Cemento =	287.69	kg o'6.77bolsas
TOTAL	1675.56	kg

TOTAL DE AGREGADOS A UTILIZAR PARA LOS ENSAYOS				
VOL. DE CONCRETO:	0.0556	M ³		
ELEMENTO	PESO		volumen	
AGUA	9.36	kg	0.00936	M ³
ARENA	23.78	kg	0.01424	M ³
GRAVA	44.03	kg	0.02605	M ³
CEMENTO	16.00	kg o'	0.38bolsas	
TOTAL	93.16	kg		

de cilindros = 10

Dimensiones

Altura 12 in

Diametro 6 in

de viguetas = 0

dimensiones

area 0.0225 m²

largo 0.6 m

Diseño de Mezclas de Concreto.

Diseño de mezcla para registro con A/C= 0.79

MR = 23.1 Kg/cm²



Datos de los componentes de la mezcla.

Cemento: *tipo I*

-Peso específico: 3.15

Agregado Grueso:

Tamaño máximo:	3/4	"
Tamaño máximo nominal:	1/2	"
Peso específico seco:	1.69	
Absorción:	1.2	%
Peso volumétrico varillado seco:	1200	Kg/m ³
Humedad:	2.15	%

Agregado Fino:

Peso específico seco:	1.67	
Absorción:	2.78	%
Humedad:	5.39	%
M.F.:	2.54	

Para el concreto:

Aire: 1

Exposicion: NO APLICA

DESARROLLO DE DISEÑO (ACI 211)

Según ACI 362 ($1.99\sqrt{f'c} \leq MR \leq 3.18\sqrt{f'c}$).

$MR = 2.585\sqrt{f'c}$

Sustituyendo MR en formula y despejando $f'c = ??$

$f'c = 80 \text{ Kg/cm}^2$

Resistencia a la compresión especificada, $f'c$, Kg/cm ²	Resistencia a la compresión requerida promedio, $f'cr$, Kg/cm ²
Menos que 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 85$
Mayor que 350	$f'c + 100$

TABLA 5.3.2.2 ACI 318-08

Ahora: según tabla 2.9

$f'cr = f'c + 70 \text{ Kg/cm}^2$

$f'cr = 150 \text{ Kg/cm}^2$

Relación agua cemento

En base a tabla A1.5.3.4 (a) ACI 211.1 y con un $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$

Interpolamos para obtener la siguiente relación

Resistencia a compresion a los 28 días kg/cm ²	Relación agua-materiales cementantes en masa	
	concreto sin aire incluido	concreto con aire incluido
450	0.38	-----
400	0.42	-----
350	0.47	0.39
300	0.54	0.45
250	0.61	0.52
200	0.69	0.6
150	0.79	0.7

Referencia anexo 3

RESISTENCIA $f'c$ (kg/cm ²)	Relacio a/c	
	sin aire	con aire
150	0.790	0.700

RELACION a/c = 0.790

Revenimiento

CONSTRUCCION DE CONCRETO		Revenimiento (cm)	
		Máximo	Mínimo
1	Zapatas y muros de cimentación reforzados	3	2.5
2	Muros de subestructuras, cajones y zapatas sin refuerzo	7.5	2.5
3	Vigas y muros reforzados	10	2.5
4	Columnas de edificios	10	2.5
5	Pavimentos y losa	7.5	2.5
6	Concreto masivo	5	2.5

Referencia anexo 1

ESCRIBA EL NUMERO QUE CORRESPONDE A LA ESTRUCTURA A CONSTRUIR PARA EL DISEÑO=

5

TIPO DE ESTRUCTURA	MAX.	MIN.	RECOMENDADO	CONSIGNA
Pavimentos y losa	7.5	2.5	5	5

Contenido de agua

Utilizar consigna:

SI

TAMANO MAXIMO DEL AGREGADO	3/4
REVENIMIENTO	5 cm

Referencia anexo 2

Revenimiento (cm)	Agua, kg/m ³ de concreto, para los tamaños máximos indicados.*							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"*	3"*	6"*
Concreto sin aire incluido								
2.5 a 5	208	199	187	178	163	154	130	113
7.5 a 10	228	217	202	193	178	169	145	125
15 a 18	243	228	214	202	187	178	160	-
Cantidad aproximada de aire atrapado en el concreto (%).	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incluido								
2.5 a 5	181	175	166	160	148	142	122	107
7.5 a 10	202	193	181	175	163	157	134	119
15 a 18	216	205	193	184	172	166	154	-
Cantidad aproximada de aire atrapado en el concreto (%).								
Baja	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
Exposición Moderada	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
Severa	7.5	6	6	6	6	5	4.5	4

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

Sin aire	187
Con aire	175

Agua = 187 kg

Cantidad aproximada de Aire atrapado en el concreto.
 para las mismas condiciones del tamaño 0.75

sin aire incluido 2 % Contenido de Aire= 2 %
 con aire incluido NO APLICA %

Contenido de cemento

Relacion a/c = 0.79 Agua = 187kg 236.7089
 Cemento =
 Despejando "c" tenemos: 236.71 kg

Contenido de agregado grueso: Referencia anexo 5

Volumen de A°G° Compactado en Seco				
Tamaño Maximo de Agregado	Modulo de Fineza de la Arena			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8 "	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2 "	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4 "	0.66	0.64	0.62	0.60
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2 "	0.75	0.73	0.71	0.69
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.82	0.79	0.78	0.75
6 "	0.87	0.85	0.83	0.81

M.F	TAM. MAXI
2.54	3/4

Volumen de A°G° Compactado en Seco 0.646 m3
 Peso Unitario Compactado Seco 1200 kg/m3
 Peso Especifico Seco 1.69 kg/m3

Contenido de agregado grueso = 0.646Xpeso vol. varillado.

Agregado grueso = 775.20 kg

Contenido de agregado fino:

Valores conocidos
 Agua = 187kg/1000kg/m3 0.187 m3
 Cemento = 236.708860759494kg/3150kg/m3 0.075 m3
 Contenido de Aire=2% 0.02 m3
 Grava = 775.2kg/1690kg/m3 0.459 m3

Entonces la suma es igual a = 0.741 m3
 Por lo tanto arena = 1-0.741m3 0.259 m3

0.259m3X1670kg/m3 = 432.53 kg Arena =

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

PESO SECO DE MATERIALES POR 1 m ³		
Agua =	187	kg
Arena =	432.53	kg
Agregado grueso =	775.20	kg
Cemento =	236.71	kg

Corrección por humedad y absorción de agregados para la humedad especificada.

Corrección por humedad y absorción .				
	Humedad %	Peso Corregido kg	Balance	Contribucion de Agua
Arena	5.39	455.84	0.0261	11.90
Grava	2.15	791.87	0.0095	7.52

Agua Final =	167.58 kg
--------------	-----------

DISEÑO FINAL PARA: 1 M ³ DE CONCRETO		
ELEMENTO	PESO	
Agua =	167.58	kg
Arena =	455.84	kg
Agregado grueso =	791.87	kg
Cemento =	236.71	kg o'5.57bolsas
TOTAL	1652.00	kg

TOTAL DE AGREGADOS A UTILIZAR PARA LOS ENSAYOS				
VOL. DE CONCRETO:	0.0556	M ³		
ELEMENTO	PESO		volumen	
AGUA	9.32	kg	0.00932	M ³
ARENA	25.34	kg	0.01518	M ³
GRAVA	44.03	kg	0.02605	M ³
CEMENTO	13.16	kg o'	0.31bolsas	
TOTAL	91.85	kg		

# de cilindros =	10
Dimensiones	
Altura	12 in
Diametro	6 in
# de viguetas =	0
dimensiones	
area	0.0225 m ²
largo	0.6 m

Diseño de Mezclas de Concreto.



Diseño de mezcla para A/C= 0.65

MR = 37 Kg/cm²

Datos de los componentes de la mezcla.

Cemento: *tipo I*

-Peso específico: 3.15

Agregado Grueso:

Tamaño máximo:	3/4	"
Tamaño máximo nominal:	1/2	"
Peso específico seco:	1.69	
Absorción:	1.2	%
Peso volumétrico varillado seco:	1200	Kg/m ³
Humedad:	2.15	%

Agregado Fino:

Peso específico seco:	1.67	
Absorción:	2.78	%
Humedad:	5.39	%
M.F:	2.54	

Para el concreto:

Aire: 1

Exposición: NO APLICA

DESARROLLO DE DISEÑO (ACI 211)

Según ACI 362 (1.99 √f'c ≤ MR ≤ 3.18√f'c).

$$MR = 2.585\sqrt{f'c}$$

Sustituyendo MR en formula y despejando f'c =??

f'c = **205** Kg/cm²

Ss = **1.41**

resistencia especificada a la compresion, MPA	resistencia promedio requerida a la compresion, MPA	
f'c ≤ 35	usar el mayor valor obtenido de las ecuaciones (5-1) y (5-2)	
	f'cr = f'c + 1.34Ss	(5-1)
	f'cr = f'c + 2.33Ss - 3.5	(5-2)
f'c > 35	usar el mayor valor obtenido de las ecuaciones (5-1) y (5-3)	
	f'cr = f'c + 1.34Ss	(5-1)
	f'cr = 0.90f'c + 2.33Ss	(5-3)

Ahora: según tabla

$$f'cr = f'c + 1.34 (Ss) \quad (5-1)$$

$$f'cr = \mathbf{21.99 \text{ Mpa}}$$

$$f'cr = f'c + 2.33 (Ss) - 3.5 \quad (5-2)$$

$$f'cr = \mathbf{19.89 \text{ Mpa}}$$

Relación agua cemento

En base a tabla 5.3.2.1 ACI 318-08 y con un f'c r= **21.99 Mpa** 224.33 kg/cm²

Interpolamos para obtener la siguiente relación

Resistencia a compresion a los 28 dias (kg/cm ²)	Relación agua-materiales cementantes en masa	
	concreto sin aire incluido	concreto con aire incluido
450	0.38	-----
400	0.42	-----
350	0.47	0.39
300	0.54	0.45
250	0.61	0.52
200	0.69	0.6
150	0.79	0.7

Referencia anexo 3

RESISTENCIA f'c(kg/cm ²)	Relacio a/c	
	sin aire	con aire
225	0.650	0.560

RELACION a/c = 0.650

Revenimiento

	CONSTRUCCION DE CONCRETO	Revenimiento (cm)	
		Máximo	Mínimo
1	Zapatas y muros de cimentación reforzados	3	2.5
2	Muros de subestructuras, cajones y zapatas sin refuerzo	7.5	2.5
3	Vigas y muros reforzados	10	2.5
4	Columnas de edificios	10	2.5
5	Pavimentos y losa	7.5	2.5
6	Concreto masivo	5	2.5

Referencia anexo 1

ESCRIBA EL NUMERO QUE CORRESPONDE A LA ESTRUCTURA A CONSTRUIR PARA EL DISEÑO=

5

TIPO DE ESTRUCTURA	MAX.	MIN.	RECOMENDADO	CONSIGNA
Pavimentos y losa	7.5	2.5	5	5

Contenido de agua

Utilizar consigna:

SI

TAMANO MAXIMO DEL AGREGADO	3/4
REVENIMIENTO	5 cm

Referencia anexo 2

Revenimiento (cm)	Agua, kg/m ³ de concreto, para los tamaños máximos indicados.*							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"*	3"*	6"*
Concreto sin aire incluido								
2.5 a 5	208	199	187	178	163	154	130	113
7.5 a 10	228	217	202	193	178	169	145	125
15 a 18	243	228	214	202	187	178	160	-
Cantidad aproximada de aire atrapado en el concreto (%).	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incluido								
2.5 a 5	181	175	166	160	148	142	122	107
7.5 a 10	202	193	181	175	163	157	134	119
15 a 18	216	205	193	184	172	166	154	-
Cantidad aproximada de aire atrapado en el concreto (%).								
Baja	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
Exposición Moderada	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
Severa	7.5	6	6	6	6	5	4.5	4

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

Sin aire	187
Con aire	175

Agua = 187 kg

**Cantidad aproximada de Aire atrapado en el concreto.
para las mismas condiciones del tamano 0.75**

sin aire incluido 2 % **Contenido de Aire=** 2 %
con aire incluido NO APLICA %

Contenido de cemento

Relacion a/c = 0.65 Agua = 187kg

Cemento =

Despejando "c" tenemos: 287.69 kg

Contenido de agregado grueso: Referencia anexo 5

Volumen de A°G° Compactado en Seco				
Tamaño Maximo de Agregado	Modulo de Fineza de la Arena			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8 "	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2 "	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4 "	0.66	0.64	0.62	0.60
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2 "	0.75	0.73	0.71	0.69
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.82	0.79	0.78	0.75
6 "	0.87	0.85	0.83	0.81

M.F	TAM. MAXI
2.54	3/4

Volumen de A°G° Compactado en Seco 0.646 m3
Peso Unitario Compactado Seco 1200 kg/m3
Peso Especifico Seco 1.69 kg/m3

Contenido de agregado grueso = 0.646Xpeso vol. varillado.

Agregado grueso = 775.20 kg

Contenido de agregado fino:

Valores conocidos

Agua = 187kg/1000kg/m3 0.187 m3
Cemento = 287.692307692308kg/3150kg/m3 0.091 m3
Contenido de Aire = 2% 0.02 m3
Grava = 775.2kg/1690kg/m3 0.459 m3

Entonces la suma es igual a = 0.757 m3
Por lo tanto areana = 1-0.757m3 0.243 m3

0.243m3X1670kg/m3 = 405.81 kg **Arena =**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

PESO SECO DE MATERIALES POR 1 m ³		
Agua =	187	kg
Arena =	405.81	kg
Agregado grueso =	775.20	kg
Cemento =	287.69	kg

Corrección por humedad y absorción de agregados para la humedad especificada.

Corrección por humedad y absorción .				
	Humedad %	Peso Corregido kg	Balance	Contribucion de Agua
Arena	5.39	427.68	0.0261	11.16
Grava	2.15	791.87	0.0095	7.52

Agua Final =	168.31 kg
--------------	-----------

DISEÑO FINAL PARA: 1 M ³ DE CONCRETO		
ELEMENTO	PESO	
Agua =	168.31	kg
Arena =	427.68	kg
Agregado grueso =	791.87	kg
Cemento =	287.69	kg o'6.77bolsas
TOTAL	1675.56	kg

TOTAL DE AGREGADOS A UTILIZAR PARA LOS ENSAYOS				
VOL. DE CONCRETO:	0.2208	M ³		
ELEMENTO	PESO		volumen	
AGUA	37.16	kg	0.03716	M ³
ARENA	94.43	kg	0.05655	M ³
GRAVA	174.84	kg	0.10346	M ³
CEMENTO	63.52	kg o'1.49bolsas		
TOTAL	369.96	kg		

de cilindros = 30

Dimensiones

Altura 12 in

Diametro 6 in

de viguetas = 4

dimensiones

area 0.0225 m²

largo 0.6 m

Diseño de Mezclas de Concreto.

MR = 27.9 Kg/cm²



Diseño de mezcla para A/C= 0.79

Datos de los componentes de la mezcla.

Cemento: tipo I

-Peso específico: 3.15

Agregado Grueso:

Tamaño máximo:	3/4	"
Tamaño máximo nominal:	1/2	"
Peso específico seco:	1.69	
Absorción:	1.2	%
Peso volumétrico varillado seco:	1200	Kg/m ³
Humedad:	2.15	%

Agregado Fino:

Peso específico seco:	1.67	
Absorción:	2.78	%
Humedad:	5.39	%
M.F.:	2.54	

Para el concreto:

Aire: 1

Exposicion: NO APLICA

DESARROLLO DE DISEÑO (ACI 211)

Según ACI 362 (1.99 √f'c ≤ MR ≤ 3.18√f'c).

$$MR = 2.585\sqrt{f'c}$$

Sustituyendo MR en formula y despejando f'c =??

$$f'c = \frac{MR^2}{6.68} = \frac{27.9^2}{6.68} = 116 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Ss = 2.46$$

resistencia especificada a la compresion, MPA	resistencia promedio requerida a la compresion, MPA	
f'c ≤ 35	usar el mayor valor obtenido de las ecuaciones (5-1) y (5-2)	
	f'cr = f'c + 1.34Ss	(5-1)
	f'cr = f'c + 2.33Ss - 3.5	(5-2)
f'c > 35	usar el mayor valor obtenido de las ecuaciones (5-1) y (5-3)	
	f'cr = f'c + 1.34Ss	(5-1)
	f'cr = 0.90f'c + 2.33Ss	(5-3)

Ahora: según tabla

$$f'cr = f'c + 1.34(Ss) = 116 + 1.34(2.46) = 14.67 \text{ Mpa}$$

$$f'cr = f'c + 2.33(Ss) - 3.5 = 116 + 2.33(2.46) - 3.5 = 13.60 \text{ Mpa}$$

Relación agua cemento

En base a tabla 5.3.2.1 ACI 318-08 y con un f'c = 14.67 Mpa y 149.63 kg/cm²
Interpolamos para obtener la siguiente relación

Resistencia a compresion a los 28 dias (kg/cm ²)	Relación agua-materiales cementantes en masa	
	concreto sin aire incluido	concreto con aire incluido
450	0.38	-----
400	0.42	-----
350	0.47	0.39
300	0.54	0.45
250	0.61	0.52
200	0.69	0.6
150	0.79	0.7

Referencia anexo 3

RESISTENCIA f'c(kg/cm ²)	Relacio a/c	
	sin aire	con aire
150	0.790	0.700

RELACION a/c = 0.790

Revenimiento

	CONSTRUCCION DE CONCRETO	Revenimiento (cm)	
		Máximo	Mínimo
1	Zapatas y muros de cimentación reforzados	3	2.5
2	Muros de subestructuras, cajones y zapatas sin refuerzo	7.5	2.5
3	Vigas y muros reforzados	10	2.5
4	Columnas de edificios	10	2.5
5	Pavimentos y losa	7.5	2.5
6	Concreto masivo	5	2.5

Referencia anexo 1

ESCRIBA EL NUMERO QUE CORRESPONDE A LA ESTRUCTURA A CONSTRUIR PARA EL DISEÑO=

5

TIPO DE ESTRUCTURA	MAX.	MIN.	RECOMENDADO	CONSIGNA
Pavimentos y losa	7.5	2.5	5	5

Contenido de agua

Utilizar consigna:

SI

TAMANO MAXIMO DEL AGREGADO	3/4
REVENIMIENTO	5 cm

Referencia anexo 2

Revenimiento (cm)	Agua, kg/m ³ de concreto, para los tamaños máximos indicados.*							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"*	3"*	6"*
Concreto sin aire incluido								
2.5 a 5	208	199	187	178	163	154	130	113
7.5 a 10	228	217	202	193	178	169	145	125
15 a 18	243	228	214	202	187	178	160	-
Cantidad aproximada de aire atrapado en el concreto (%).	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incluido								
2.5 a 5	181	175	166	160	148	142	122	107
7.5 a 10	202	193	181	175	163	157	134	119
15 a 18	216	205	193	184	172	166	154	-
Cantidad aproximada de aire atrapado en el concreto (%).								
Baja	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
Exposición Moderada	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
Severa	7.5	6	6	6	6	5	4.5	4

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

Sin aire	187
Con aire	175

Agua = 187 kg

Cantidad aproximada de Aire atrapado en el concreto.
para las mismas condiciones del tamaño 0.75

sin aire incluido 2 % **Contenido de Aire=** 2 %
con aire incluido NO APLICA %

Contenido de cemento

Relacion a/c = 0.79 Agua = 187kg

Cemento =

Despejando "c" tenemos: 236.71 kg

Contenido de agregado grueso: Referencia anexo 5

Volumen de A°G° Compactado en Seco				
Tamaño Maximo de Agregado	Modulo de Fineza de la Arena			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8 "	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2 "	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4 "	0.66	0.64	0.62	0.60
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2 "	0.75	0.73	0.71	0.69
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.82	0.79	0.78	0.75
6 "	0.87	0.85	0.83	0.81

M.F	TAM. MAXI
2.54	3/4

Volumen de A°G° Compactado en Seco 0.646 m3
Peso Unitario Compactado Seco 1200 kg/m3
Peso Especifico Seco 1.69 kg/m3

Contenido de agregado grueso = 0.646Xpeso vol. varillado.

Agregado grueso = 775.20 kg

Contenido de agregado fino:

Valores conocidos

Agua = 187kg/1000kg/m3 0.187 m3

Cemento = 236.708860759494kg/3150kg/m3 0.075 m3

Contenido de Aire=2% 0.02 m3

Grava = 775.2kg/1690kg/m3 0.459 m3

Entonces la suma es igual a = 0.741 m3

Por lo tanto arena = 1-0.741m3 0.259 m3

0.259m3X1670kg/m3 = 432.53 kg **Arena =**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

PESO SECO DE MATERIALES POR 1 m ³		
Agua =	187	kg
Arena =	432.53	kg
Agregado grueso =	775.20	kg
Cemento =	236.71	kg

Corrección por humedad y absorción de agregados para la humedad especificada.

Corrección por humedad y absorción .				
	Humedad %	Peso Corregido kg	Balance	Contribucion de Agua
Arena	5.39	455.84	0.0261	11.90
Grava	2.15	791.87	0.0095	7.52

Agua Final = 167.58 kg

DISEÑO FINAL PARA: 1 M ³ DE CONCRETO		
ELEMENTO	PESO	
Agua =	167.58	kg
Arena =	455.84	kg
Agregado grueso =	791.87	kg
Cemento =	236.71	kg o'5.57bolsas
TOTAL	1652.00	kg

TOTAL DE AGREGADOS A UTILIZAR PARA LOS ENSAYOS				
VOL. DE CONCRETO:	0.2208	M ³		
ELEMENTO	PESO		volumen	
AGUA	37.00	kg	0.03700	M ³
ARENA	100.65	kg	0.06027	M ³
GRAVA	174.84	kg	0.10346	M ³
CEMENTO	52.27	kg o'	1.23bolsas	
TOTAL	364.76	kg		

de cilindros = 30
Dimensiones
Altura 12 in
Diametro 6 in
de viguetas = 4
dimensiones
area 0.0225 m²
largo 0.6 m

COMPARATIVO DE COSTOS DE ELABORACION DE LOSA

PRESUPUESTO DE LOSA PEATONAL

DESCRIPCION PARTIDA	CANTIDAD	U	COSTO DIRECTO			TOTAL	COSTO INDIRECTO	I.V.A. 13%	TOTAL	COSTO PARCIAL	COSTO DE PARTIDA
			MATERIAL	M. O.	OTROS	COSTO DIRECTO			COSTO UNITARIO		
Limpieza (solo chapeo)	10.80	m2	\$ 0.22	\$ 0.08	\$ 0.01	\$ 0.31	\$ 0.09	\$ 0.05	\$ 0.45	\$ 4.86	\$ 4.86
Trazo por unidad de area	10.80	m2	\$ 0.15	\$ 0.06	\$ 0.01	\$ 0.22	\$ 0.07	\$ 0.04	\$ 0.33	\$ 3.56	\$ 3.56
DEMOLICION DE PISO (DE CEMENTOTIPO ACERA)	10.80	m2	\$ 0.71	\$ 0.26	\$ 0.05	\$ 1.02	\$ 0.31	\$ 0.17	\$ 1.50	\$ 16.20	\$ 16.20
EXCAVACION A MANO HASTA 1.50 M (MATERIAL BLANDO)	4.32	m3	\$ 5.33	\$ 1.91	\$ 0.38	\$ 7.62	\$ 2.29	\$ 1.29	\$ 11.20	\$ 48.38	\$ 48.38
RELLENO COMPACTADO COMP. CON MATERIAL SELECTO	0.54	m3	\$ 16.78	\$ 5.99	\$ 1.20	\$ 23.97	\$ 7.19	\$ 4.05	\$ 35.21	\$ 19.01	\$ 19.01
Sum. y Coloc. de PIEDRA CUARTA	2.70	m3	\$ 14.54	\$ 5.19	\$ 1.04	\$ 20.77	\$ 6.23	\$ 3.51	\$ 30.51	\$ 82.38	\$ 82.38
ACERA DE CONCRETO E=0.1M	10.80	m2	\$ 8.65	\$ 3.09	\$ 0.62	\$ 12.36	\$ 3.71	\$ 2.09	\$ 18.16	\$ 196.13	\$ 196.13
Desalojo de material	4.32	m3	\$ 4.47	\$ 1.60	\$ 0.31	\$ 6.38	\$ 1.91	\$ 1.08	\$ 9.37	\$ 40.48	\$ 40.48
COSTO TOTAL	TRESCIENTOS SESENTA Y TRES 72/100 DOLARES										\$ 363.72
IVA	CUARENTA Y SIETE 28/100 DOLARES										\$ 47.28
VALOR REAL DE LA OBRA	CUATROCIENTOS ONCE 00/100 DOLARES										\$ 411.00

PRESUPUESTO DE LOSA PEATONAL CON GOMA TRITURADA

DESCRIPCION PARTIDA	CANTIDAD	U	COSTO DIRECTO			TOTAL	COSTO INDIRECTO	I.V.A. 13%	TOTAL	COSTO PARCIAL	COSTO
			MATERIAL	M. O.	OTROS	COSTO DIRECTO			COSTO UNITARIO		DE PARTIDA
Limpieza (solo chapeo)	10.80	m2	\$ 0.22	\$ 0.08	\$ 0.01	\$ 0.31	\$ 0.09	\$ 0.05	\$ 0.45	\$ 4.86	\$ 4.86
Trazo por unidad de area	10.80	m2	\$ 0.15	\$ 0.06	\$ 0.01	\$ 0.22	\$ 0.07	\$ 0.04	\$ 0.33	\$ 3.56	\$ 3.56
DEMOLICION DE PISO (DE CEMENTOTIPO ACERA)	10.80	m2	\$ 0.71	\$ 0.26	\$ 0.05	\$ 1.02	\$ 0.31	\$ 0.17	\$ 1.50	\$ 16.20	\$ 16.20
EXCAVACION A MANO HASTA 1.50 M (MATERIAL BLANDO)	4.32	m3	\$ 5.33	\$ 1.91	\$ 0.38	\$ 7.62	\$ 2.29	\$ 1.29	\$ 11.20	\$ 48.38	\$ 48.38
RELLENO COMPACTADO COMP. CON MATERIAL SELECTO	0.54	m3	\$ 16.78	\$ 5.99	\$ 1.20	\$ 23.97	\$ 7.19	\$ 4.05	\$ 35.21	\$ 19.01	\$ 19.01
Sum. y Coloc. de PIEDRA CUARTA	2.70	m3	\$ 14.54	\$ 5.19	\$ 1.04	\$ 20.77	\$ 6.23	\$ 3.51	\$ 30.51	\$ 82.38	\$ 82.38
ACERA DE CONCRETO CON GOMA TRITURADA E=0.1M	1.08	M3	\$ 77.16	\$ 27.56	\$ 5.51	\$ 110.23	\$ 33.07	\$ 18.63	\$ 161.93	\$ 174.88	\$ 174.88
Desalojo de material	4.32	m3	\$ 4.47	\$ 1.60	\$ 0.31	\$ 6.38	\$ 1.91	\$ 1.08	\$ 9.37	\$ 40.48	\$ 40.48
COSTO TOTAL	TRESCIENTOS CUARENTA Y CUATRO 91/100 DOLARES									\$	344.91
IVA	CUARENTA Y CUATRO 84/100 DOLARES									\$	44.84
VALOR REAL DE LA OBRA	TRESCIENTOS OCHENTA Y NUEVE 75/100 DOLARES									\$	389.75

RESULTADOS DEL COMPARATIVO		
	COSTO UNITARIO (M2)	DIFERENCIA
CONCRETO CONVENCIONAL	\$ 38.06	\$ 1.97
CONCRETO CON GOMA TRITURADA	\$ 36.09	

NOTA: Fuente de costos unitarios FISDL

COSTOS UNITARIOS POR ACTIVIDAD

ACTIVIDAD LOSA PEATONAL CON GOMA TRITURADA

CANTIDAD ANALIZADA 1 M3

A. MATERIALES				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	SUBTOTAL (\$)
ARENA	0.43	M3	15.00	6.45
GRAVA	0.54	M3	20.00	10.80
CEMENTO	8	BOLSAS	8.06	64.48
AGUA	2	BARRIL	2.00	4.00
GOMA TRITURADA	1.5	SACO	5.00	7.50
TOTAL MATERIALES				93.23

B. MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	SUBTOTAL (\$)
Maestro de obra	c/u	1	3.00	3.00
Auxilires	c/u	2	2.00	4.00
TOTAL MANO DE OBRA				7.00

C. EQUIPO				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	SUBTOTAL (\$)
				0.00
				0.00
				0.00
				0.00
TOTAL EQUIPO				0.00

D. HERRAMIENTAS				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	SUBTOTAL (\$)
Herramientas menores	s/g	1	10.00	10.00
				0.00
				0.00
				0.00
				0.00
TOTAL HERRAMIENTAS				10.00

TOTAL COSTO UNITARIO = A + B + C + D	\$ 110.23 s/g
---	--