

AGREGADOS PARA EL CONCRETO CON MATERIALES REUTILIZADOS DE
LA DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS “PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN”

MARLON JOSÉ CAMILO CRUZ IBAGÓN
NICOLÁS FERNANDO MORENO ARCINIEGAS

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL
GIRARDOT
2016

AGREGADOS PARA EL CONCRETO CON MATERIALES REUTILIZADOS DE
LA DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS “PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN”

MARLON JOSÉ CAMILO CRUZ IBAGÓN
NICOLÁS FERNANDO MORENO ARCINIEGAS

TRABAJO DE GRADO

ING. LUIS EDGARDO GARCÍA DÍAZ

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL
GIRARDOT
2016

Nota de aceptación:

Forma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

DEDICATORIA

Este semillero de Investigación está dedicado en primer lugar a Dios por permitirme llegar a este punto de mi carrera profesional y cumplir esta meta; a mi madre Jeannette Ibagón Díaz y mi padre José Prudencio cruz reyes porque gracias al apoyo incondicional que me han brindado durante todo este proceso de formación he llegado a ser una persona íntegra y responsable con los proyectos propuestos; a los docentes de la Uniminuto que siempre fueron incondicionales en darnos la mejor formación educativa.

Marlon José Camilo Cruz Ibagón

DEDICATORIA

Esta monografía se la dedico a Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a afrontar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy. Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, en los momentos difíciles, y por la ayuda con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, principios, carácter, empeño, perseverancia, coraje para así conseguir mis objetivos.

Nicolás Fernando moreno arciniegas

AGRADECIMIENTOS

Agradecer primero que todo a Dios por permitirnos adquirir los conocimientos necesarios para llevar a cabo este semillero de investigación.

A nuestros padres que nos dieron el apoyo en cada paso que avanzamos en la institución y en el proyecto.

Al Ing. Luis Edgardo García Díaz por sus conocimientos y experiencia profesional, las cuales fueron muy importantes para el desarrollo de este semillero de Investigación.

A los docentes de Ingeniería Civil por todos sus conocimientos transmitidos a lo largo de todo el proceso de formación.

Marlon José Camilo Cruz Ibagón

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres Jose Fernando Moreno y Blanca Ruby Arciniegas por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

A mi hermano por ser parte importante de mi vida y representar la unidad familiar.

Gracias al Ing. Luis Edgardo García Díaz por creer en Marlon José Camilo Cruz Ibagón y en mí, por habernos brindado la oportunidad de ingresar al semillero para así poder realizar nuestro trabajo de grado y por las facilidades que nos fueron otorgadas en la universidad. Por darnos la oportunidad de crecer profesionalmente y aprender cosas nuevas.

Nicolás Fernando moreno Arciniegas

RESUMEN

Esta investigación esta direccionada a realizar una cantidad determinada de muestras de concreto, las cuales estas serán diseñadas por un método de dosificación, donde se realizarán muestras de concreto convencional a diferentes resistencias, luego de esto, el material será triturado e incorporado en proporciones de un 20% y 40%, reemplazando este porcentaje de agregado convencional por agregado reciclado a la dosificación, para obtener cilindros de concreto reciclado y posteriormente fallarlos y así determinar la resistencia que estos pudiesen alcanzar, para concluir que aplicaciones son recomendables darle a este, así mismo estos ensayos podrán llegar a ofrecer un aporte donde se mejoren las características del concreto con triturado reciclado.

ABSTRACT

This research is directed to perform a certain amount of concrete samples , which these will be designed by a dosing method where samples of conventional concrete is made to different resistances , after this, the material will be crushed and incorporated in proportions of 20% and 40 % , this percentage replacing conventional recycled aggregate added per dosage, for concrete cylinders and then recycling them wrong resistance and determine that these could reach to conclude that applications are recommended give this , likewise these tests may get to offer a contribution where the characteristics of recycled crushed concrete are improved.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	20
1 JUSTIFICACIÓN	21
2 OBJETIVOS	22
2.1 OBJETIVO GENERAL	22
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
3 MARCO TEÓRICO	23
3.1 CONCRETO	24
3.1.1 Durabilidad del concreto	24
3.1.2 Estructura del concreto	26
3.1.3 Propiedades de un concreto	26
3.2 MATERIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO	27
3.2.1 Cemento	27
3.2.2 Agregados	29
3.2.3 Agua	31
3.3 ENSAYOS DE LOS AGREGADOS	33
3.3.1 Resistencia al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm (1½") por medio de la máquina de los ángeles	34
3.4 ENSAYOS DE CONCRETO ENDURECIDO	35
3.4.1 Ensayo de resistencia a la rotura por compresión	35
3.5 ESCOMBROS	37
3.5.1 Proceso de reciclaje de escombros para el diseño de concreto	38
3.5.2 Origen de los escombros	40
3.5.3 Generación de escombros	40
3.5.4 Características de los escombros	41
3.5.5 Clasificación de los escombros	43
3.5.6 Ventajas de la reutilización de los escombros	47
3.5.7 Desventajas de la reutilización de los escombros	47
3.6 DISTINTAS NORMATIVAS ADOPTADAS PARA LA REUTILIZACION DE LOS ESCOMBROS.	48
3.6.1 Momento actual en Estados Unidos	48

3.6.2 Momentó actual en Japón	49
3.6.3 Momento actual en Australia	50
3.6.4 Momentó actual en la comunidad Europea	50
3.7 REGULACIÓN DE LOS ESCOMBROS EN COLOMBIA	51
3.8 PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL	53
3.9 RECOPIACIÓN DE AUTORES LOS CUALES HAN REALIZADO GRANDES APORTES CON RESPECTO AL USO DE CONCRETO RECICLADO	54
3.9.1 Propiedades mecánicas y de durabilidad de concretos con agregado reciclado Ing. Néstor Raúl Bojaca Castañeda	54
3.9.2 Diseño de una mezcla de concreto utilizando residuos industriales y escombros. Katty milena parra maya, María Alejandra bautista moros	55
4 METODOLOGÍA	57
4.1 ENSAYOS DE LABORATORIO PARA DISEÑO DE LA MEZCLA EMPLEANDO MÉTODO A.C.I 211.1	57
4.1.1 Especificación del concreto: $F'c= 210\text{kg/cm}^2= 3.000 \text{ psi}$	58
4.1.2 Especificación del concreto: $F'c= 280\text{kg/cm}^2= 4.000 \text{ psi}$	61
4.1.3 Especificación del concreto: $F'c= 350\text{kg/cm}^2= 5.000 \text{ psi}$	65
4.2 PRUEBAS DE LABORATORIO	68
4.2.1 Preparación de herramientas y materiales utilizados en el laboratorio	68
4.2.2 Trabajos de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio para el desarrollo de las muestras de concreto natural	69
4.3 ENSAYOS A COMPRESIÓN APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES NATURALES DISEÑADOS EN EL LABORATORIO	73
4.3.1 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 7 días de fraguado a cilindro de 3000 psi	73
4.3.2 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 14 días de fraguado a cilindro de 3000 psi	74
4.3.3 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 28 días de fraguado a cilindro de 3000 psi	75
4.3.4 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 7 días de fraguado a cilindro de 4000 psi	76
4.3.5 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 14 días de fraguado a cilindro de 4000 psi	77
4.3.6 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 28 días de fraguado a cilindro de 4000 psi	78
4.3.7 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 7 días de fraguado a cilindro de 5000 psi	79

4.3.8 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 14 días de fraguado a cilindro de 5000 psi	80
4.3.9 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 28 días de fraguado a cilindro de 5000 psi	81
4.4 MODIFICACIÓN DE LA PROPORCIÓN DE AGREGADO GRUESO EN BUSQUEDA DE RESISTENCIAS DEL CONCRETO CON MATERIALES RECICLADOS SOLIDIFICADOS.	82
4.4.1 Tablas de diseños de las dosificaciones aplicando un 20 % y un 40% de material reciclado	82
4.4.2 Trabajos de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio para el desarrollo de las muestras de concreto con material reciclado	85
4.5 ENSAYOS A COMPRESIÓN APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON UN 20% DE MATERIAL RECICLADO.	90
4.5.1 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 7 días de fraguado a cilindro de 3000 psi	90
4.5.2 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 14 días de fraguado a cilindro de 3000 psi	91
4.5.3 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 28 días de fraguado a cilindro de 3000 psi	92
4.5.4 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 7 días de fraguado a cilindro de 4000 psi	93
4.5.5 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 14 días de fraguado a cilindro de 4000 psi	94
4.5.6 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 28 días de fraguado a cilindro de 4000 psi	95
4.5.7 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 7 días de fraguado a cilindro de 5000 psi	96
4.5.8 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 14 días de fraguado a cilindro de 5000 psi	97
4.5.9 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 28 días de fraguado a cilindro de 5000 psi	98
4.6 ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON UN 40% DE MATERIAL RECICLADO.	99
4.6.1 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 7 días de fraguado a cilindro de 3000 psi	99
4.6.2 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 14 días de fraguado a cilindro de 3000 psi	100
4.6.3 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 28 días de fraguado a cilindro de 3000 psi	101
4.6.4 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 7 días de fraguado a cilindro de 4000 psi	102
4.6.5 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 14 días de fraguado a cilindro de 4000 psi	103

4.6.6 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 28 días de fraguado a cilindro de 4000 psi	104
4.6.7 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 7 días de fraguado a cilindro de 5000 psi	105
4.6.8 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 14 días de fraguado a cilindro de 5000 psi	106
4.6.9 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 28 días de fraguado a cilindro de 5000 psi	107

4.7 PROPIEDADES MECANICAS DE CILINDROS RECICLADOS	108
4.7.1 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 3000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 14 días.	109
4.7.2 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 3000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 14 días.	110
4.7.3 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 3000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 28 días.	111
4.7.4 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 3000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 28 días.	112
4.7.5 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 3000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 7 días.	113
4.7.6 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 3000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 7 días.	114
4.7.7 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 3000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 14 días.	115
4.7.8 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 3000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 28 días.	116
4.7.9 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 3000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 28 días.	117
4.7.10 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 4000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 7 días.	118
4.7.11 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 4000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 14 días.	119
4.7.12 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 4000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 14 días.	120
4.7.13 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 4000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 28 días.	121
4.7.14 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 4000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 28 días.	122
4.7.15 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 4000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 7 días.	123
4.7.16 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 4000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 7 días.	124
4.7.17 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 4000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 14 días.	125

4.7.18	Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 4000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 14 días.	126
4.7.19	Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 4000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 28 días.	127
4.7.20	Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 4000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 28 días.	128
4.7.21	Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 5000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 7 días.	129
4.7.22	Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 5000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 7 días.	130
4.7.23	Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 5000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 14 días.	131
4.7.24	Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 5000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 14 días.	132
4.7.25	Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 5000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 28 días.	133
4.7.26	Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 5000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 28 días.	134
4.7.27	Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 5000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 7 días.	135
4.7.28	Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 5000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 7 días.	136
4.7.29	Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 5000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 14 días.	137
4.7.30	Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 5000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 14 días.	138
4.7.31	Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 5000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 28 días.	139
4.7.32	Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 5000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 28 días.	140
4.7.33	Módulo de elasticidad	141
4.7.34	Módulo de rigidez	142
4.7.35	Resistencia obtenida de cilindros	143
4.7.36	Graficas de variación total de las resistencias entre concreto reciclado de 20% y 40%	144

5	CONCLUSIONES	145
	RECOMENDACIONES	146
	BIBLIOGRAFIA	147

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Dosificación de concreto de 3000 psi	62
Tabla 2. Dosificación de concreto de 4000 psi	65
Tabla 3. Dosificación de concreto de 5000 psi	69
Tabla 4. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 2 de septiembre de 2015	70
Tabla 5. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 2 de septiembre de 2015	71
Tabla 6. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 2 de septiembre de 2015	71
Tabla 7. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 9 de septiembre de 2015	72
Tabla 8. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 9 de septiembre de 2015	72
Tabla 9. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 11 de septiembre de 2015	73
Tabla 10. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 11 de septiembre de 2015	73
Tabla 11. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales naturales de 3000 psi de 7 días	74
Tabla 12. Descripción de Fallas 3000psi de 7 días con material natural	74
Tabla 13. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales naturales de 3000 psi de 14 días	75
Tabla 14. Descripción de Fallas 3000psi de 14 días con material natural	75
Tabla 15. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales naturales de 3000 psi de 28 días	76

Tabla 16. Descripción de Fallas 3000psi de 28 días con material natural	76
Tabla 17. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales naturales de 4000 psi de 7 días	77
Tabla 18. Descripción de Fallas 4000psi de 7 días con material natural	77
Tabla 19. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales naturales de 4000 psi de 14 días	78
Tabla 20. Descripción de Fallas 4000psi de 14 días con material natural	78
Tabla 21. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales naturales de 4000 psi de 28 días	79
Tabla 22. Descripción de Fallas 4000psi de 28 días con material natural	79
Tabla 23. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales naturales de 5000 psi de 7 días	80
Tabla 24. Descripción de Fallas 5000psi de 7 días con material natural	80
Tabla 25. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales naturales de 5000 psi de 14 días	81
Tabla 26. Descripción de Fallas 5000psi de 14 días con material natural	81
Tabla 27. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales naturales de 5000 psi de 28 días	82
Tabla 28. Descripción de Fallas 5000psi de 28 días con material natural	82
Tabla 29. Dosificación de un concreto de 3000 psi con un 20% de concreto reciclado	84
Tabla 30. Dosificación de un concreto de 3000 psi con un 40% de concreto reciclado	84
Tabla 31. Dosificación de un concreto de 4000 psi con un 20% de concreto reciclado	84
Tabla 32. Dosificación de un concreto de 4000 psi con un 40% de concreto reciclado	85

Tabla 33. Dosificación de un concreto de 5000 psi con un 20% de concreto reciclado	85
Tabla 34. Dosificación de un concreto de 5000 psi con un 40% de concreto reciclado	85
Tabla 35. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 14 de octubre de 2015	86
Tabla 36. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 14 de octubre de 2015	87
Tabla 37. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 15 de octubre de 2015	87
Tabla 38. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 17 de octubre de 2015	88
Tabla 39. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 17 de octubre de 2015	88
Tabla 40. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 29 de octubre de 2015	89
Tabla 41. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 04 de noviembre de 2015	89
Tabla 42. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 04 de noviembre de 2015	90
Tabla 43. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 14 de noviembre de 2015	90
Tabla 44. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 3000psi a 7 días	91
Tabla 45. Descripción de Fallas de 3000psi al 20% de agregado reciclado de 7 días	91
Tabla 46. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 3000psi a 14 días	92

Tabla 47. Descripción de Fallas de 3000psi al 20% de agregado reciclado de 14 días	92
Tabla 48. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 3000psi a 28 días	93
Tabla 49. Descripción de Fallas de 3000psi al 20% de agregado reciclado de 28 días	93
Tabla 50. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 4000psi a 7 días	94
Tabla 51. Descripción de Fallas de 4000psi al 20% de agregado reciclado de 7 días	94
Tabla 52. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 4000psi a 14 días	95
Tabla 53. Descripción de Fallas de 4000psi al 20% de agregado reciclado de 14 días	95
Tabla 54. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 4000psi a 28 días	96
Tabla 55. Descripción de Fallas de 4000psi al 20% de agregado reciclado de 28 días	96
Tabla 56. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 5000psi a 7 días	97
Tabla 57. Descripción de Fallas de 5000psi al 20% de agregado reciclado de 7 días	97
Tabla 58. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 5000psi a 14 días	98
Tabla 59. Descripción de Fallas de 5000psi al 20% de agregado reciclado de 14 días	98
Tabla 60. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 5000psi a 28 días	99

Tabla 61. Descripción de Fallas de 5000psi al 20% de agregado reciclado de 28 días	99
Tabla 62. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 3000psi a 7 días	100
Tabla 63. Descripción de Fallas de 3000psi al 40% de agregado reciclado de 7 días	100
Tabla 64. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 3000psi a 14 días	101
Tabla 65. Descripción de Fallas de 3000psi al 40% de agregado reciclado de 14 días	101
Tabla 66. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 3000psi a 28 días	102
Tabla 67. Descripción de Fallas de 3000psi al 40% de agregado reciclado de 28 días	102
Tabla 68. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 4000psi a 7 días	103
Tabla 69. Descripción de Fallas de 4000psi al 40% de agregado reciclado de 7 días	103
Tabla 70. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 4000psi a 14 días	104
Tabla 71. Descripción de Fallas de 4000psi al 40% de agregado reciclado de 14 días	104
Tabla 72. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 4000psi a 28 días	105
Tabla 73. Descripción de Fallas de 4000psi al 40% de agregado reciclado de 28 días	105
Tabla 74. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 5000psi a 7 días	106

Tabla 75. Descripción de Fallas de 5000psi al 40% de agregado reciclado de 7 días	106
Tabla 76. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 5000psi a 14 días	107
Tabla 77. Descripción de Fallas de 5000psi al 40% de agregado reciclado de 14 días	107
Tabla 78. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 5000psi a 28 días	108
Tabla 79. Descripción de Fallas de 5000psi al 40% de agregado reciclado de 28 días	108

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tratamiento de Residuos	38
Figura 2 Tromel	39
Figura 3 Escombros procesados	41
Figura 4 Zahorra.....	42
Figura 5 Arena	42
Figura 6 Asfalto.....	43
Figura 7 Cerámica.....	43
Figura 8 Mortero	44
Figura 9 Ladrillo en Barro	44
Figura 10 Madera	45
Figura 11 Tierra	45
Figura 12 Papel	46
Figura 13 Vidrio	46
Figura 14 Plástico.....	47

LISTA DE ANEXOS

Anexo A	Norma Técnica Colombiana NTC 31	Cemento portland	Definiciones.....	150
Anexo B	Norma Técnica Colombiana NTC 121	Cemento portland	Especificaciones Físicas – Mecánicas.....	153
Anexo C	Norma Técnica Colombiana NTC 321	Cemento portland	Especificaciones Químicas.....	155
Anexo D	Norma Técnica Colombiana NTC 30	Cemento portland	Clasificación y Nomenclatura.....	158
Anexo E	Norma Técnica Colombiana NTC 174	Especificaciones de los Agregados para Concreto.....		159
Anexo F	Norma Técnica Colombiana NTC 3459	Concretos Agua para la elaboración de concreto.....		162
Anexo G	Resolución 541 del 14 de Diciembre de 1994.....			166
Anexo H	Plan de ordenamiento Territorial de Girardot.....			171
Anexo I	Método A.C.I. 211 1 Proceso de Diseño Ejemplo.....			173

INTRODUCCIÓN

El manejo de los escombros es uno de los temas de gran impacto ambiental, así mismo en Colombia su volumen es elevado debido al crecimiento de la construcción en los últimos años, ya que no existe un centro de tratamiento específico para estos, es por esto que el manejo de estos materiales debe ser el más adecuado para que su reutilización o eliminación produzca la menor afectación ambiental posible, debido a esto la investigación se ha direccionado a la clasificación y selección de los materiales más representativos que se encuentran comúnmente en una demolición.

Estos materiales pueden representar grandes beneficios en su reutilización, al aplicarse a diferentes obras constructivas buscando que estos materiales ofrezcan un rendimiento cercano al original.

Por tal razón la investigación se direcciona en búsqueda de aprovechar los materiales reciclados de demolición, ya que los agregados pétreos naturales se explotan frecuentemente de lugares como las canteras y ríos para ser utilizados en diferentes proyectos de ingeniería, haciendo a su vez que estos con el tiempo presenten escases. Por otro lado la cantidad de residuos de material de demolición se hace más grande ya que estos no se utilizan, es por esto que se busca es aprovechar este material aplicando una proporción de un 20% y un 40% este y realizar comparaciones con las muestras de concreto natural, para así mismo determinar la calidad del concreto que ofrece este material reciclado.

1 JUSTIFICACIÓN

Uno de los inconvenientes que se han visto en el tema relacionado con la eliminación y/o disposición final de escombros en el país es el trato hacia el material de construcción, el cual no ha sido el más adecuado, se presenta constantemente que estos materiales son desechados de una manera no apropiada, por lo que no hay una clasificación de estos y terminan llegando materiales de todas las categorías. Además se presentan sitios no legalizados los cuales ocasionan daños a ecosistemas que serán muy difíciles de reparar a corto plazo, por la presencia de materiales diferentes al mencionado.

Dicho lo anterior se busca reducir dos grandes factores, el primero es reducir la cantidad de sitios prohibidos los cuales son utilizados para dejar grandes volúmenes de material que podrían ser aprovechados para diversas aplicaciones, el segundo factor es reducir la explotación que se produce a los recursos naturales existentes para aplicaciones de la Ingeniería Civil, por todo esto el tratamiento a los materiales es un concepto que busca beneficios en materia natural y económica.

Logrando realizar el tratamiento al material se daría un buen uso para algunas aplicaciones de la Ingeniería Civil, ya que este cumplirá solo con algunas de las exigencias requeridas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Definir el comportamiento mecánico de las mezclas de concreto obtenidas mediante la inclusión de agregados recuperados de la demolición.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar mezclas de concreto natural en las cuales se realiza variación de las dosificaciones de agregado grueso, remplazándolo por materiales de demolición obtenido mediante procesos controlados.
- Analizar mediante condiciones controladas la resistencia de muestras de concreto natural frente a las de concreto reciclado, siguiendo el método de la A.C.I 211.
- Determinar la resistencia alcanzada para las dosificaciones del concreto con materiales reciclados.

3 MARCO TEÓRICO

El Concreto es el más material más utilizado en las construcciones debido a sus propiedades mecánicas a largo plazo y por los acabados que se le pueden dar. La dosificación del concreto depende del diseño de la mezcla, su composición está compuesta por arena, cemento, grava, agua y en ocasiones aditivos.

Para la fabricación del concreto es necesario explotar algunas canteras lo cual generan un gran deterioro ambiental que es muy difícil de reparar, por esta razón se pretende cambiar los áridos naturales por áridos reciclados que son extraídos de los escombros de obra. Pero para poder llevar a cabo esto, tienen que sufrir una transformación la cual se genera por medio de un sistema o un plan de manejo de residuos de obra, lo que no tendría por qué ser diferente en nuestra sociedad ya que existe una ley del 2008 en la cual se decreta el manejo de los residuos de construcción.

Luego se le dará una transformación a este material para hacerlo reutilizable a algunas aplicaciones de ingeniería civil, como por ejemplo en los bordillos y cunetas o sardineles de una vía, por lo que su uso sería limitado a algunas aplicaciones que no comprometan resistencia estructural.

3.1 CONCRETO

Mezcla de un material aglutinante (cemento), un material de relleno, agua y eventual mente aditivos, que al mezclarse y endurecerse forma un todo compacto que después de cierto tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos a compresión.

De igual forma el término concreto se refiere a la mezcla de mortero y agregado grueso. El concreto se produce a partir de un diseño de mezcla que consiste en la selección de los constituyentes disponibles y su dosificación en cantidades relativas para producir, tan económicamente como sea posible una mezcla con ciertas propiedades.

Factores básicos en el diseño de una mezcla de concreto:

- Economía
- Facilidad de colocación y consolidación
- Velocidad de fraguada
- Resistencia
- Durabilidad
- Permeabilidad
- Peso unitario
- Estabilidad de volumen
- Apariencia adecuada

Estos factores están determinados por el uso al que estará destinado el concreto y por las condiciones esperadas en el momento de la colocación.

3.1.1 Durabilidad del concreto

La durabilidad del concreto está enmarcada por factores determinantes en el desarrollo de una construcción civil, ya que las calidades de los materiales la mano de obra calificada y una adecuada organización de trabajo darán como resultado la creación de un concreto de buenas características, además teniendo en cuenta la protección para este ya que estará sometido a grandes variaciones del ambiente dependiendo del sitio en donde se encuentre y esta será determinante para la perdurabilidad del mismo.

Además de dosificación también es importante el mezclado, la forma de instalación en las formaletas, el curado y la compactación de este para desarrollar las características completas de un concreto, obteniendo resistencia mecánica, acabados correctos y resistencia a la compresión. Así mismo el concreto luego de completar el proceso de fraguado esta irá aumentando su resistencia día tras día, aunque este aumento irá disminuyendo durante un periodo de tiempo.

A continuación se mostrara un concepto sobre los factores de durabilidad del concreto:

Los factores determinantes de la durabilidad de una estructura de concreto están : el diseño y cálculo de la estructura (geometría y cuantía de acero de refuerzo) ; los materiales empleados (concreto, acero y productos de protección); las practicas constructivas (calificación de la mano de obra y control de calidad); y , los procedimientos de protección y curado (conciones de humedad y temperatura), si la capacidad resistente es rebasada , hay deformaciones impuestas u otro tipo de acciones mecánicas (p.e. impactos, vibración, abrasión, etc.)¹

El texto anterior es muy acertado en los factores a tener en cuenta, ya que en muchos casos no todos son aplicados por las empresas dedicadas a la construcción. La mano de obra calificada es muy importante a la hora de desarrollar un proyecto civil, por lo que no se deben de escatimar gastos en ella ya que una mano de obra de baja calidad puede provocar gastos de más por falta de experiencia.

Además otro factor muy importante es el uso del acero de refuerzo en la estructura, este es necesario y debe usarse de buena calidad y no rehusados ya que estos tienen muy poca fiabilidad, por su reducida capacidad de resistencia además de que este ha sufrido fatiga por estructuras anteriores y es un riesgo alto, por lo cual la estructura puede presente fallas futuras, además de usar la cuantía de aceros requeridas en el diseño inicial del proyecto y no reducirla.

¹ Durabilidad y Patología del Concreto Diego Sánchez de Guzmán Ingeniero Civil

3.1.2 Estructura del concreto

El concreto se encuentra formado por tres componentes esenciales, entre estos tenemos el cemento portland el cual proviene de las rocas calizas y arcillas los cuales son llevados a un proceso de transformación que formara el cemento portland.

Además de este componente, se presenta también los agregados los cuales son pieza fundamental en la creación del concreto, estos agregados son extraídos de rocas y/o materiales inertes los cuales algunos pueden ser de forma granular pudiendo encontrarse como finos gruesos (gravas), estos proporcionaran resistencia mecánica al concreto haciéndolo mucho más eficiente a compresión por la adherencia del cemento

También se encuentra el agua, el cual es un componente esencial para poder dar transformación de estos dos compuestos mencionados anteriormente, esta mezcla dará como resultado una pasta que con el tiempo de secado necesario proporcionará un concreto de buena resistencia.

3.1.3 Propiedades de un concreto

Las propiedades y características de un concreto son básicamente cuatro, dentro de las cuales tenemos:

- **Trabajabilidad:** Es la facilidad con que se puede realizar la mezcla de los ingredientes, y a la vez que esta conserve sus propiedades para su respectivo manejo antes de ser aplicada.
- **Cohesividad:** Esta propiedad depende en su gran mayoría de la cantidad de agua que sea aplicada a la mezcla.
- **Resistencia:** Esta propiedad debe de ser realizada con sumo cuidado ya que es una de las más importantes para supervisar la calidad del concreto terminado, por lo general se realiza una prueba de compresión a los 28 días para determinar y garantizar la resistencia de este.
- **Durabilidad:** El concreto debe ser protegido, previamente contra agentes químicos y/o ambientales a los cuales estará expuesto durante su tiempo de servicio.

3.2 MATERIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO

3.2.1 Cemento

Es un material producto de la función química a altas temperaturas de materiales calcarios y arcillosos, este nuevo producto reacciona cuando hace contacto con el agua endureciéndose con el tiempo hasta convertirse en una piedra artificial, por lo que recibe también el nombre de cemento hidráulico *ver anexo A.*

3.2.1.1 Materiales para la elaboración del cemento.

Caliza: La cual es una piedra que su extracción se hace por explotación controlada de minas. Estas rocas son posteriormente molidas hasta llegar al tamaño requerido. Es la principal materia prima para la elaboración del cemento².

Arcilla: Producto natural que proviene de la descomposición de minerales de aluminio. Tiene una participación en los costos pequeña, pero su explotación es importante³.

Yeso: La función primordial de yeso es controlar el tiempo de fraguado, esto es un factor importante para la calidad final del cemento. Se extrae de una piedra natural, mediante deshidratación⁴.

Escoria y Puzolana: Son materiales que constituyen el principal aditivo en el proceso de fabricación, sus cualidades (hidráulicas y conglomerantes¹⁶) hacen que al mezclarse con el clinker haya una reacción física que ensancha el volumen, lo que aumenta la capacidad de producción de las plantas⁵.

Los materiales y complementos utilizados para la creación del cemento son los que proporcionan al producto elaborado la calidad y confiabilidad, las cuales son determinantes para que haya un buen desarrollo en los proyectos que se elaboran diariamente en el campo de la ingeniería civil.

El cemento portland es un material el cual está fabricado por diversos materiales como yeso, clinker, caliza, etc. además cuenta con especificaciones físicas-

² La industria del cemento en Colombia determinantes y comportamiento de la demanda (1996-2005) Pág. 12
ANDRÉS LATORRE CAÑÓN JUAN CARLOS DE LRIEU ALCARAZ NARCISO RODRIGUEZ SAN MIGUEL

³ *Ibíd.*, 12

⁴ *Ibíd.*, 12

⁵ *Ibíd.*, 12

mecánicas y químicas, *ver Anexo B,C*, para poder generar la resistencia que normalmente el cemento contiene para sus diferentes aplicaciones a la ingeniería civil, así mismo este se puede mezclar o combinar con diferentes aditivos para mejorar rendimientos como aceleración de fraguados.

3.2.1.2 Tipos de cemento

El cemento es un material que posee diversas características el cual lo hacen un buen elemento al momento de desarrollar proyectos de distintos grados de complejidad, es por esto que se pueden clasificar en diferentes tipos de acuerdo a la necesidad de aplicación, ya sea para empresas constructoras, sitios de alta humedad, de endurecimiento rápido, etc. Es por esto que se debe escoger el que más se acoja a nuestro proyecto *ver anexo D*.

- Cemento Portland tipo 1: el cual es el más comercializado en nuestro país, se conoce como cemento gris y es usado principalmente en estructuras y obras⁶.
- Cemento Portland tipo 1 especial (o modificado): Es considerado un cemento más resistente que el tipo 1, es utilizado generalmente por empresas constructoras⁷.
- Cemento Portland tipo 2: Es un cemento usado generalmente donde hay presencia de sulfatos (ej. zonas cercanas al mar)⁸.
- Cemento Portland tipo 3: Es usado generalmente en prefabricados, y donde se requiere un rápido endurecimiento y buena resistencia⁹.
- Cemento Portland tipo 4: se usa para estructuras grandes como presas de concreto, contiene aceptable resistencia a los sulfatos y a la humedad¹⁰.
- Cemento Portland tipo 5: Contiene una altísima resistencia a los sulfatos, es esencial para las construcciones que tienen constante contacto con el agua de mar¹¹.

⁶ La industria del cemento en Colombia determinantes y comportamiento de la demanda (1996-2005) Pág. 8
ANDRÉS LATORRE CAÑÓN JUAN CARLOS DE LRIEU ALCARAZ NARCISO RODRIGUEZ SAN MIGUEL

⁷ *Ibíd.*, p. 8

⁸ *Ibíd.*, p. 8

⁹ *Ibíd.*, p. 8

¹⁰ *Ibíd.*, p. 8

¹¹ *Ibíd.*, p. 8

3.2.2 Agregados

Los agregados son materiales adicionales que se agregan a la mezcla, mejorando su resistencia a la compresión y a la vez la hace mucho más compacta.

A continuación citaremos la siguiente definición:

Se entiende por agregados a una colección de partículas de diversos tamaños que se pueden encontrar en la naturaleza, ya sea en forma de finos como arenas y gravas o como resultado de la trituración de rocas. Cuando el agregado proviene de la desintegración de las rocas debido a la acción de diversos agentes naturales se llama agregado natural, y cuando proviene de la desintegración provocada por la mano del hombre se le puede distinguir como agregado de trituración, pues este método es el que generalmente se aplica para obtener el tamaño adecuado..¹²

El aporte del autor Jorge Gómez Domínguez es muy acertado, ya que la mayoría de agregados son encontrados por medio de la desintegración de la roca. Pero también se encuentran agregados en los ríos, los cuales son materiales limpios que tienen muy buenos aportes en las aplicaciones de ingeniería.

3.2.2.1 Tipos de Agregados

Los agregados son materiales que proveen la facilidad de desarrollar actividades en la Ingeniería civil, ya que se utilizan comúnmente para la creación de estructuras en concreto, estos se encuentran en diferentes tamaños y formas dependiendo de las necesidades del proyecto, así mismo se emplearan los agregados más adecuados *ver Anexo E*.

A continuación se mostrara el siguiente párrafo el cual habla de la procedencia de estos agregados:

“Estos productos se obtienen extrayendo rocas y triturándolas hasta llegar al tamaño deseado. En el caso de las arenas manufacturadas, el producto se obtiene de la trituración de la roca hasta que se consigue la forma o textura deseada, asegurando que se cumplan las especificaciones del producto y del proyecto. Las fuentes de roca triturada pueden ser ígneas, sedimentarias o metamórficas”.¹³

¹² Materiales de Construcción – Jorge Gómez Domínguez

¹³ <http://www.cemex.com/ES/ProductosServicios/TiposAgregados.aspx>

El anterior párrafo muestra que estos agregados son de gran utilidad para el desarrollo de obras civiles, de acuerdo a la necesidad del proyecto, así mismo se utilizarán los tipos de agregados adecuados para desarrollar las metas planeadas.

Agregado fino

El agregado fino es muy utilizado en el campo de la construcción esta es constituida principalmente por la arena, ayuda a mejorar las calidades de acabados y ayuda a que la mezcla se haga más compacta y duradera.

Dependiendo de la arena que se utilice para la mezcla así mismo será la calidad del mortero, porque si la arena no es de muy buena calidad hará que este sea quebradizo tiempo después de secar la mezcla.

Agregado grueso

Este material es extraído de canteras y lugares naturales, está compuesta de gravas de diversos tamaños generalmente compactas que ayudan a transmitir resistencia a la mezcla de cemento, además de reducir la cantidad del mismo y mejorando las propiedades, esta es empleada principalmente para aplicarse a las columnas, vigas y cimientos de una construcción ya que son las encargadas de soportar las cargas principales.

3.2.2.2 Propiedades de los agregados

Granulometría: la granulometría se refiere al tamaño de las partículas que puede contener un suelo, de acuerdo a la capa del suelo que se esté estudiando variara el tamaño.

A continuación se mostrara una definición para dejar más en claro este término:

“La granulometría es la medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica con fines de análisis tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas. La granulometría y el tamaño máximo de agregado afectan las proporciones relativas de los agregados así como los requisitos de agua y cemento, la trabajabilidad, capacidad de bombeo, economía, porosidad, contracción y durabilidad del concreto”¹⁴.

¹⁴ <http://www.ecured.cu/Granulometr%C3%ADa>

Este párrafo contiene una información muy importante y la cual debe de tenerse en cuenta, ya que no es solo escoger el agregado solo por su forma y su tamaño, si no que a su vez hay que indagar e investigar acerca de las propiedades físicas y mecánicas que este agregado contiene, ya que este puede ser aprovechado o desaprovechado dependiendo del proyecto al cual se quisiese implementar.

Forma de las partículas: El termino hace referencia a las formas que los agregados pueden obtener a lo largo del tiempo, diversos motivos hacen que estos tomen formas irregulares ya sean cuadradas, rectangulares, redondeadas, semiredondeadas.

A continuación se citara la definición de un autor acerca de este término:

“Con excepción de los granos esféricos o cúbicos, una sola dimensión no puede determinar con exactitud el tamaño de las partículas de un suelo. Por eso, la clasificación según forma adquiere tanta importancia como su tamaño. Los geólogos suelen emplear términos tales como: en forma de disco, de hojas, de varas, de esferas, etc, para describir la relación predominante de dimensiones en las partículas”¹⁵.

La identificación de estas partículas es importante realizarlas, ya que estas se podrán estudiar por grupos y dar las características más apropiadas para cada una de estas, además de las ventajas y desventajas que tienen de acuerdo a la forma que presentan estas.

3.2.3 Agua

El agua es el líquido más importante en la tierra ya que gracias a ella se elaboran todas las actividades diarias; el agua para la ingeniería civil es muy importante para desarrollar los diferentes proyectos constructivos, por esto debe de ser la más adecuada para que esta no afecte la calidad del concreto, no debe de estar contaminada por ninguna clase de químico ya que esto provocaría que el concreto fuese de mala calidad.

A continuación se citara la siguiente definición del agua:

“Líquido incoloro, inodoro e insípido formado por dos átomos de hidrogeno y otro de oxigeno se considera como el disolvente universal. Se presenta en tres estados sólido,

¹⁵ <http://uningenierocivil.blogspot.com.co/2011/03/formas-de-las-particulas-de-los-suelos.html>

líquido y gaseoso con propiedades físicas y químicas distintas cuyo comportamiento difiere de los que se observa en otros líquidos de peso molecular cercano, lo cual se debe al comportamiento peculiar de su molécula básica y por constituir polímeros, según la temperatura a que se encuentren”.¹⁶

3.2.3.1 Agua para la Elaboración de concretos

El agua es un líquido importantísimo ya que sin él no se podrían realizar las diferentes actividades diarias del ser humano, en la ingeniería civil ocupa un puesto muy importante ya que gracias a ella se pueden realizar los diferentes proyectos. Así mismo para fabricar concreto necesitamos que este se encuentre en optimas condiciones, por lo mismo no debe de contener agentes químicos agresivos o estar contaminada por residuos orgánicos, ya que esto afectaría considerablemente la calidad de nuestro concreto, haciendo que al endurecer pierda propiedades de resistencia y fallas continuas en el mismo *Ver anexo F*.

3.2.3.2 Tipos de agua

Agua agresiva: Agua que puede tocar químicamente los cuerpos sólidos que entran en contacto con ella¹⁷.

Agua Alcalina: Agua cuyo PH es superior a 7.0¹⁸

Agua Amoniaca: Agua que proviene de la condensación y el lavado del gas y que tiene amoniaco producido por la destilación de hulla¹⁹.

Agua Blanda: aguas que contiene cantidades menores de 50 mg por litro de sales cálcicas y magnésicas como carbonatos de disolución²⁰.

Agua Mareal: cualquier parte del mar o de agua de rio dentro de la bajamar y pleamar de mareas vivas equinocciales²¹.

¹⁶ Diccionario de Hidrología y Ciencias a fines – Guadalupe de la lanza espino- Carlos Cáceres Martínez- salvador adame Martínez – salvador Hernández pulido.

¹⁷ *Ibíd.*, p.28

¹⁸ *Ibíd.*, p.28

¹⁹ *Ibíd.*, p.28

²⁰ *Ibíd.*, p.28

²¹ *Ibíd.*, p.28

Agua Muerta: agua que no corre y se descompone en material disuelto que contiene estancamiento²².

Agua Pesada: Constituida por un isótopo de hidrógeno con una máxima densidad a 11.6°C se puede encontrar de forma natural en proporción de 1:6900²³.

Agua Pluvial: Agua de lluvia que proviene de cualquier precipitación atmosférica²⁴.

Agua Potable: Aquella destinada al consumo humano, clara e inodora sin gérmenes infecciosos ni presencia de sustancias tóxicas que perjudiquen la salud²⁵.

Agua salobre: agua de sales que la hacen impropia para beberla. Resulta de la mezcla de aguas fluviales con las marinas²⁶.

Agua subterránea: Agua que se almacena bajo la superficie sólida de la tierra²⁷.

3.3 ENSAYOS DE LOS AGREGADOS

Los ensayos a los agregados son muy importantes, ya que determinará la resistencia que estos contienen en el momento, además de dar las aplicaciones más adecuadas a cada tipo de agregado. También se podrán determinar los tamaños y distribución de las partículas de los agregados, esto por medio de diferentes tamices.

A continuación se mostrarán los análisis granulométricos para agregados gruesos y finos:

“Este método de ensayo tiene por objeto determinar la distribución de los tamaños de las partículas de agregados gruesos y finos de un material, por medio de tamices de abertura cuadrada progresivamente decreciente. En los laboratorios se aplica usando mallas de abertura redonda, y no se emplea para agregados de mezclas asfálticas. Este ensayo nos sirve para hallar el tamaño máximo nominal y el módulo de finura”²⁸.

La idea presentada por las dos autoras es buena ya que los agregados deben de pasarse por un riguroso estudio, por lo que suelen llegar de diferentes tamaños y formas, es por esto que debe de siempre emplearse el ensayo de tamizaje, para

²² *Ibíd.*, p.28

²³ *Ibíd.*, p.28

²⁴ *Ibíd.*, p.28

²⁵ *Ibíd.*, p.28

²⁶ *Ibíd.*, p.28

²⁷ *Ibíd.*, p.28

²⁸ Diseño de una mezcla utilizando residuos industriales y escombros KATTY MILENA PARRA MAYA Y MARIA ALEJANDRA BAUTISTA MOROS- Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga.

obtener el agregado deseado de acuerdo a la formulación del proyecto o necesidad que se solicite. Estos tamices se presentan en diferentes unidades y/o medidas.

3.3.1 Resistencia al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm (1½") por medio de la máquina de los ángeles

Este ensayo ha sido ampliamente usado como un indicador de la calidad relativa o la competencia de diferentes fuentes de agregados. Los resultados no brindan automáticamente comparaciones válidas entre fuentes marcadamente diferentes en origen, composición o estructura.

Los límites especificados deben ser asignados con mucha precaución, considerando los tipos de agregados disponibles y su comportamiento. Para agregados mayores de 19 mm (¾"), con porcentajes de pérdida entre 10 y 45%, el coeficiente de variación entre resultados de varios laboratorios, es del 4.5% .

Por lo tanto, resultados de dos ensayos bien ejecutados, por dos laboratorios diferentes, sobre muestras del mismo agregado grueso, no deberán diferir el uno del otro en más del 12.7% de su promedio.

El coeficiente de variación de operadores individuales, se encontró que es del 2.0%. Entonces, los resultados no deberán diferir, el uno del otro en más del 5.7% de su promedio.²⁹

El enfoque que presenta Katty milena parra maya y María Alejandra bautista moros es bueno, ya que los materiales están sometidos constantemente a desgastes cuando ya se han desarrollado los proyectos, y a lo largo de los años de servicio ya sea por humedad o agentes químicos, es por esto que los agregados deben de ser sometidos a diferentes ensayos para determinar sus características mecánicas, así mismo este ensayo mide el desgaste que producen las esferas sobre el material ingresado a la maquina.

A demás la fiabilidad de los porcentajes debe de ser la más alta por lo que las diferencias entre ensayos de diferentes laboratorios no debe de ser mayor una a la otra, por lo que se perdería la confiabilidad.

²⁹ Diseño de una mezcla utilizando residuos industriales y escombros KATTY MILENA PARRA MAYA Y MARIA ALEJANDRA BAUTISTA MOROS- Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga.

3.4 ENSAYOS DE CONCRETO ENDURECIDO

3.4.1 Ensayo de resistencia a la rotura por compresión

El ensayo de resistencia a la rotura por compresión encierra varios factores los cuales se deben de tener en cuenta, desde el momento en que se realiza la mezcla hasta el día en que se falla, el diseño de la mezcla es muy importante ya que se deben de contar con los ensayos de asentamientos por medio del cono de Abrahams y las dosificaciones especificadas de acuerdo a la necesidad del proyecto que se quiera realizar, dependiendo de esto se obtendrán las resistencias más adecuadas, dependiendo de la cantidad de días que se deje curando el concreto.

Completando el tiempo necesario de cura estos son sometidos a cargas por compresión, realizando este ensayo se pueden obtener resultados de deformación del concreto por medio de un deformimetro y las maquinas hoy en vienen con un sistema de discos de Neopreno los cuales reemplazan los antiguos sistemas de azufre, grafito y polvo calcáreo, las cuales hacen que el ensayo sea mucho mas practico y a la menor brevedad posible.

A continuación se citara el procedimiento más claro que aporta un autor:

Por lo general se realiza el ensayo en probetas de forma cilíndrica de esbeltez igual a 2 (altura de la probeta/diámetro de la base). Se moldean las probetas de acuerdo a las Normas IRAM 1524 y 1534, el moldeo se efectúa colocando y compactando el hormigón en forma similar a la empleada para el ensayo de asentamiento que se realiza con el tronco de cono de Abrams. Este procedimiento es válido solo para hormigones de 3cm o mas de asentamiento; para mezclas más secas la compactación deberá efectuarse por vibración , ya sea mediante vibrador de inmersión (diámetro máximo del elemento vibrante : 25mm para probetas de 15 x 30).

Curado: Las probetas se mantienen en sus moldes durante un periodo mínimo de 24 hs. En ese lapso no deberán sufrir vibraciones, sacudidas, ni golpes, se protegerá la cara superior con arpillera húmeda, lamina de polietileno o tapa mecánica y se mantendrá en ambiente protegido de inclemencias climáticas (calor, frio, lluvia, viento). Una vez transcurridas las primeras 24 hs, se procede a desmoldar e inmediatamente se acondiciona la probeta para su mantenimiento hasta el momento de ensayo. Durante este periodo (7,14 o 28 días) deben mantenerse condiciones de temperatura y humedad, según norma IRAM 1524 y 1534, la probeta debe mantenerse en un medio ambiente con no menos del 95% de humedad relativa, y en cuanto a la temperatura , en los 21 °C , con una tolerancia en

más o menos de 3 °C para la obra y de 1 °C para el laboratorio (o lo que es lo mismo, en obra la temperatura puede oscilar entre 18 °C y 24 °C).

Encabezado: Previo al ensayo de compresión, deben prepararse las superficies de las bases del cilindro de manera que resulten paralelas entre si y al mismo tiempo planas y lisas con las tolerancias de norma. Esto se consigue en forma muy sencilla, efectuando el procedimiento denominado encabezado, para el que en la actualidad se emplea habitualmente una mezcla en base a azufre, grafito y polvo calcáreo, la que calentada hasta la fusión se coloca sobre una bandeja de acero pulido endurecido; inmediatamente se apoya sobre esa mezcla fundida la probeta en posición vertical (para lo cual el dispositivo encabezador está provisto de guías).

Se utilizan prensas con capacidad de 100 a 150 toneladas. Se mide la deformación de la probeta al aplicársele cargas cada vez mayores. En algunas prensas hidráulicas debe disponerse una tabla de conversión, que permita calcular la carga aplicada. La velocidad de aplicación de la carga sobre la probeta tiene influencia importante en el resultado del ensayo; en efecto las cargas excesivamente rápidas, al no dar tiempo a la deformación de todas las partículas de la probeta, dan como consecuencia una carga de rotura artificialmente elevada; en cambio la carga excesivamente lenta provoca el efecto contrario. El ritmo de la velocidad debe mantenerse entre 250 y 600 kg por segundo para probetas de 15 cm de diámetro, a partir del 50 % de la carga de rotura. En cuanto a la exactitud de las lecturas de la prensa, debe verificarse con una periodicidad de entre 6 meses y 1 año según el uso, debiendo mantenerse el error de lectura por debajo del 1%³⁰.

El anterior aporte muestra un procedimiento claro con respecto a los ensayos que se deben de realizar y como se deben de realizar para obtener concretos de optimas calidades, además de que enseña frente a la norma que se deben de tener en cuenta para realizar los ensayos, también las cargas que pueden ser aplicadas, las lecturas que deben de ser tomadas y el ritmo de la velocidad que debe de mantenerse dependiendo de las dimensiones de la muestra y/o probeta.

Uno de los temas más importantes frente a este ensayo es el tener un buen curado de la muestra, ya que este será el determinante para obtener resistencias adecuadas para el desarrollo y continuidad de un proyecto, ya que si las muestras no arrojan los datos esperados podría verse la necesidad de volverse a realizar estos por presentar falencias en dosificaciones, materiales o curados mal realizados.

³⁰ ENSAYOS DE HORMIGON EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO LEMaC Centro de Investigación Viales Becario: Scanferla Lucas Jordán.

3.5 ESCOMBROS

Los escombros son residuos dejados luego de la construcción y/o demolición de una estructura antigua, la cual ya ha cumplido su tiempo de servicio, en los escombros se pueden encontrar diferentes materiales como bloque, concreto, varillas, vidrio, madera, cerámica, etc.

Algunos de estos materiales pueden ser aprovechados para diferentes aplicaciones.

En los escombros se podrán identificar los residuos que se producen durante una construcción, la existencia de dos tipos de residuos:

- **Los residuos (fragmentos)** de elementos prefabricados, como materiales de cerámica, bloques de cemento, demoliciones localizadas, etc.³¹
- **Los residuos (restos)** de materiales elaborados en la obra, como hormigón y argamasas, que contienen cemento, cal, arena y piedra³².

Clasificación de los escombros

Los residuos se pueden clasificar en cuatro categorías.

a) Categoría I: Residuos de construcción y demolición, que contienen sustancias peligrosas³³.

b) Categoría II: Residuos inertes de construcción y demolición sucio, es aquel no seleccionado en origen y que no permite, a priori, una buena valorización al presentarse en forma de mezcla heterogénea de residuos inertes³⁴.

c) Categoría III: Residuos inertes de construcción y demolición limpio, es aquel seleccionado en origen y entregado de forma separada, facilitando su valorización, y correspondiente a alguno de los siguientes grupos³⁵:

Hormigones, morteros, piedras y áridos naturales mezclados.

1. ³¹ <https://www.estrucplan.com.ar/Producciones/imprimir.asp?IdEntrega=2916>

1. ³² <https://www.estrucplan.com.ar/Producciones/imprimir.asp?IdEntrega=2916>

³³ <https://reciclajeverde.wordpress.com/2012/10/05/los-residuos-de-la-construccion-clasificacion-y-normativa/>

³⁴ <https://reciclajeverde.wordpress.com/2012/10/05/los-residuos-de-la-construccion-clasificacion-y-normativa/>

³⁵ <https://reciclajeverde.wordpress.com/2012/10/05/los-residuos-de-la-construccion-clasificacion-y-normativa/>

Ladrillos, azulejos y otros cerámicos.

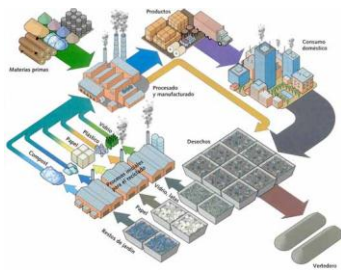
d) Categoría IV: Los residuos comprendidos en esta categoría, serán residuos inertes, adecuados para su uso en obras de restauración, acondicionamiento y relleno o con fines de construcción³⁶.

3.5.1 Proceso de reciclaje de escombros para el diseño de concreto

Cuando una carga de escombros llega a la planta de reciclaje, normalmente llega con muchos tipos de residuos mezclados: se pueden encontrar desde ladrillos, hormigón, restos de cerámica, hierros, maderas, plásticos, cartones y envases³⁷.

Las plantas de tratamiento se han desarrollado para poder reciclar todo el material producido por la sociedad, ya que estos se acumulan diariamente *ver figura 1*.

Figura 1. Tratamiento de Residuos



Tomada de: https://www.google.com.co/search?q=tratamiento+de+los+escombros&biw=1366&bih=635&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiZv-CNxK3KAhWBPIYKHZ9PC50Q_AUIBigB#imgrc=KJbLR2qoY63r1M%3A

- **Recepción del material**

Es el primer paso. El camión con la carga del residuo llega a planta, donde es pesado, identificado y se anota su procedencia³⁸.

- **Separación de residuos**

En una primera selección, se separan los residuos más voluminosos e impropios, como maderas, hierros, cartones y plásticos. Obviamente, los residuos de menor

³⁶ <https://reciclajeverde.wordpress.com/2012/10/05/los-residuos-de-la-construccion-clasificacion-y-normativa/>

³⁷ <http://www.recytrans.com/blog/reciclaje-de-escombros/>

³⁸ <http://www.recytrans.com/blog/reciclaje-de-escombros/>

tamaño no se pueden quitar en esta fase y siguen en la cadena junto a los escombros, tierras³⁹.

- **Tromel**

Este tambor es un cilindro metálico formado por mallas o chapas perforadas que gira sobre su eje: el resultado es un cribado de material, que consigue separar los sólidos por tamaño, ver *Figura 2*.⁴⁰

Figura 2 Tromel



Foto tomada: <http://www.recytrans.com/blog/wp-content/uploads/2014/07/tromel.jpg>

- **Separación neumática**

Es un equipo que emplea chorros de aire para separar los residuos menos densos o pesados de los más densos o pesados. En una planta de reciclaje de escombros, lo que consigue esta etapa del proceso es separar los restos de plástico, cartón y papel de las tierras, piedras y escombros⁴¹.

- **Separación magnética**

Este es un equipo que consiste es un potente imán que atrae todos los restos y materiales férricos del montón de escombros mientras avanzan a través de una cinta transportadora⁴².

³⁹ <http://www.recytrans.com/blog/reciclaje-de-escombros/>

⁴⁰ <http://www.recytrans.com/blog/reciclaje-de-escombros/>

⁴¹ <http://www.recytrans.com/blog/reciclaje-de-escombros/>

⁴² <http://www.recytrans.com/blog/reciclaje-de-escombros/>

- **Clasificación manual**

Los residuos siguen su viaje a través de la cinta transportadora, donde pasa por la fase de clasificación manual. En esta, varios operarios se encargan de inspeccionar el material y separarlo según tipos⁴³.

- **Trituración**

El último paso, es triturar todos los residuos a diferentes tamaños, según el objetivo de utilización que tenga la partida en cuestión⁴⁴.

3.5.2 Origen de los escombros

Los RCD por lo general siempre se originan de obras en las cuales se pretende demoler y construir nuevas edificaciones, se pueden generar en grandes obras para mega proyectos y en pequeñas obras como remodelación de viviendas.

3.5.3 Generación de escombros

Hoy por hoy la procedencia de los escombros se genera gracias al desarrollo poblacional y en materia de mejorar la calidad de vida de los seres humanos, haciendo que las construcciones en nuestro país sean cada vez más frecuentes y de mejor calidad, generando la creación de nuevos escenarios a nivel empresarial, universitarios, centros sociales, alcantarillados, acueductos, mejorándolas y creando nuevas ideas en materia constructiva.

Los residuos dejados por este desarrollo constructivo que se forja diariamente en nuestro país lo clasificaremos y seleccionaremos de la manera más adecuada.

⁴³ <http://www.recytrans.com/blog/reciclaje-de-escombro/>

⁴⁴ <http://www.recytrans.com/blog/reciclaje-de-escombro/>

3.5.4 Características de los escombros

Son residuos de construcción, se depositan regularmente en una escombrera, estos causan un daño alto al medio ambiente, su composición y propiedades lo hacen un tipo de residuo perjudicial ya que contienen agentes químicos, estos proceden de demolición de edificios viejos, viviendas, Remodelación de estructuras, construcción de nuevas estructuras, producen daños a la fauna y flora del sitio donde se alojen ya que la mayoría de lugares son ilícitos y no son los adecuados para este material, ahora bien estos materiales son dejados también cerca a fuentes hídricas, las cuales con el tiempo llegan a ríos y cauces lo que produce un daño mayor a la vida acuática.

Los RCD se pueden caracterizar por su Granulometría y procedencia

Granulometría: la granulometría son las diferentes medidas que puede tener un grano estas varían de acuerdo al tipo de suelo, así mismo también cambian sus propiedades mecánicas, son estudiadas para determinar los orígenes que estas han tenido a lo largo de los años, en la figura 3 se puede observar su variación granulométrica.

Figura 3 Escombros procesados



Foto tomada de: https://www.google.com.co/search?q=material+de+escombros+procesado&biw=1366&bih=635&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiQ_oGB0a3KAhVK6yYKHaf9CqIQ_AUIBigB#tbm=isch&q=+escombros+procesado&imgsrc=Pe6_inJqChz7EM%3A

Zahorra: Estas son formadas por los áridos o los materiales granulares o a veces un poco de ambos materiales, su granulometría es muy similar o más bien de tipo continuo estas se presentan en colores marrones o naranjas en la figura 4 se aprecia su forma y color.

Figura 4 Zahorra



Fuente: <https://www.google.com.co/search?q=zahorra&sa=X&biw=1366&bih=635&tbm=isch&tbo=u&source=univ&ved=0ahUKEwiBkcqWz6nKAhUBHR4KHd1jAogQsAQIHw#tbm=isch&q=zahorra+natural&imgrc=BNZpMM6Tlco3vM%3A>

Arena: este material es un árido formado con una granulometría muy fina, es muy utilizada como complementos con el cemento para formar pastas de mortero fino, para acabados, dependiendo del tamaño de un grano de arena se les puede denominar areniscas o limos como se observa en la figura 5.

Figura 5 Arena



Fuente: <https://www.google.com.co/search?q=zahorra&sa=X&biw=1366&bih=635&tbm=isch&tbo=u&source=univ&ved=0ahUKEwiBkcqWz6nKAhUBHR4KHd1jAogQsAQIHw#tbm=isch&q=arena&imgrc=fdxYypvDFuapMM%3A>

Asfalto: este material mineral natural de color negro ver *figura 6* es obtenido por la destilación del petróleo, es utilizado hoy día para diferentes aplicaciones, una de ellas es para los tramos de vías.

Figura 6 Asfalto



Fuente: https://www.google.com.co/search?q=asfalto&biw=1366&bih=635&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj62u_21qnKAhWG6x4KHWJHBjkQ_AUIBigB#imgsrc=sa2BFk545oyZTM%3A

Cerámica: es un material utilizado para amplias aplicaciones, desde el uso domestico como recipientes, vajillas, pisos, aparatos sanitarios, vasijas, etc estas se pueden encontrar en barro, loza o cerámica como se muestra en la *Figura 7*.

Figura 7 Cerámica



Fuente: https://www.google.com.co/search?q=asfalto&biw=1366&bih=635&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj62u_21qnKAhWG6x4KHWJHBjkQ_AUIBigB#tbm=isch&q=ceramica+textura&imgdii=fWUy7_3ZQBzzTM%3A%3BfWUy7_3ZQBzzTM%3A%3BePfxXFFnNiLv7M%3A&imgsrc=fWUy7_3ZQBzzTM%3A

3.5.5 Clasificación de los escombros

Los escombros encontrados en la construcción de nuevas obras, demolición de obras antiguas y excavaciones de tierras. Tienen materiales los cuales podremos dividir en tres grupos:

Grupo I: Materiales compuestos de cemento, cal, arena y piedra

Mortero: Este material es ampliamente utilizado en diversas aplicaciones de la construcción, se emplea mucho para dar acabados a las superficies de muros y pisos, está compuesto por arena, cemento, agua, lo cual arroja como resultado una pasta uniforme como se observa en la *figura 8*.

Figura 8 Mortero



Fuente: https://www.google.com.co/search?q=asfalto&biw=1366&bih=635&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj62u_21qnKAhWG6x4KHWJHBjkQ_AUIBigB#tbn=isch&q=mortero+construccion&imgsrc=QieJL6tXfykedM%3a

Grupo II: Materiales con compuestos Cerámicos

Estos materiales se componen de barro, loza y cerámica son muy utilizadas en muchas aplicaciones desde una vajilla, hasta una tableta para pisos, frecuentemente se utilizan para la fabricación de ladrillos *figura 9*, son muy empleados en la construcción.

Figura 9 Ladrillo en Barro



Fuente: https://www.google.com.co/search?q=asfalto&biw=1366&bih=635&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj62u_21qnKAhWG6x4KHWJHBjkQ_AUIBigB#tbn=isch&q=materiales+con+compuesto+ceramico&imgsrc=YXNoEI78GFdOyM%3a

Grupo III: Los no reciclados para el diseño de hormigón y argamasas

Madera: La madera es un material ortropodo con elasticidades diferentes, los troncos ver figura 10, son extraídos de los arboles los cuales crecen de manera lenta, año tras año.

Figura 10 Madera



Fuente: https://www.google.com.co/search?q=madera&biw=1366&bih=635&source=lnms&tbn=isch&a=X&ved=0ahUKEwiGiPWR3KnKAhWG9x4KHcYIAoQ_AUIBigB#imgdii=7SS1uNf-yNBGsM%3A%3B7SS1uNf-yNBGsM%3A%3Bye2ChnH3mruhJM%3A&imgrc=7SS1uNf-yNBGsM%3A

Tierra: Es un material que se encuentra en la corteza terrestre, está compuesta de arcilla y arena ver Figura 11, es desmenuzable y se forma naturalmente se utiliza para fabricación de ladrillos, adobes.

Figura 11 Tierra



Fuente Tomada: <http://nuestrosmateriales.arq.upv.es/Materiales/Ver%20Tierra-enlucido.htm>

Observación: El último grupo no es seleccionado para el diseño de hormigón y argamasas pero puede ser reutilizado para otras aplicaciones.

Papel: El papel es una lamina delgada generalmente blanqueada ver figura 12, es formada por pulpa de celulosa son fibras molidas, hoy día en china se fabrican con residuos de seda, arroz. El papel es utilizado en todas las actividades diarias desde el uso domestico, empresas pequeñas hasta empresas grandes.

Figura 12 Papel



Fuente: https://www.google.com/search?q=asfalto&biw=1366&bih=635&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj62u_21qnKAhWG6x4KHWJHBjkQ_AUIBigB#tbm=isch&q=papel&imgrc=FtVipYj4oXdc_M%3A

Vidrio: sustancia transparente dura y frágil a la vez, esta se puede encontrar en la naturaleza, pero también es fabricada por el ser humano por medio de sílice. Este material es muy utilizado para las ventanas de las edificaciones, vehículos entre otras aplicaciones.

Figura 13 Vidrio



Fuente: https://www.google.com/search?q=asfalto&biw=1366&bih=635&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj62u_21qnKAhWG6x4KHWJHBjkQ_AUIBigB#tbm=isch&q=vidrio&imgrc=aHA5hIG-VXyENM%3A

Plástico: El plástico es una sustancia de origen químico está formado por polímeros, a diferentes temperaturas este material se vuelve flexible y elástico logrando que se pueda moldear para darle diferentes formas, a la vez carece de evaporación.

Figura 14 Plástico



Fuente Tomada: https://www.google.com.co/search?q=asfalto&biw=1366&bih=635&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj62u_21qnKAhWG6x4KHWJHBjkQ_AUIBigB#tbn=isch&q=plastico&imgsrc=vmK1YeEJVMi_wM%3A

3.5.6 Ventajas de la reutilización de los escombros

- Pueden tener un menor precio con respecto a los materiales extraídos de cantera.
- Beneficia el medio ambiente ya que se reduciría el uso de recursos naturales.
- Reduciría el uso de las escombreras y mejoraría el paisaje.
- Tendría una ganancia monetaria la obra por el reciclaje de los escombros en sitio.

3.5.7 Desventajas de la reutilización de los escombros

- La producción de mortero y hormigón pueden llegar a tener una calidad inferior con respecto a los agregados naturales, por lo tanto se debería de aplicar algún aditivo o producto para mejorar su calidad.
- El costo de la transformación de escombros a materia prima utilizada para la construcción debido al precio y mantenimiento de la maquinaria.

3.6 DISTINTAS NORMATIVAS ADOPTADAS PARA LA REUTILIZACION DE LOS ESCOMBROS.

En la actualidad es difícil encontrar países en los cuales se adopten normativas que contemplen el uso y/o aprovechamiento de los escombros, ya que muchos cuentan con grandes reservas de agregados naturales, ciertos países regulan el uso de agregado reciclado, entre los cuales se encuentran los siguientes:

3.6.1 Momento actual en Estados Unidos

Aunque no existen normas específicas al respecto si existen otras que se utilizan como base para determinar las propiedades de los áridos reciclados. Actualmente el comité 555 de ACI elabora un documento para normalizar la utilización de áridos reciclados en hormigón. Cabe reseñar que dichos áridos se clasifican según las siguientes categorías:

- a) Residuos triturados procedentes de demoliciones. Son una mezcla de hormigón y residuos cerámicos triturados, clasificados y que contienen cierto porcentaje de otros elementos contaminantes.
- b) Residuos de demolición clasificados y limpios. Son una mezcla de hormigón y residuos cerámicos triturados, clasificados y sin presencia de otros elementos contaminantes.
- c) Residuos cerámicos limpios. Son restos de ladrillos triturados y clasificados que contienen menos del 5% de hormigón, materiales pétreos u otros contaminantes.
- d) Residuos de hormigón limpios. Son restos de hormigones triturados y clasificados que contienen menos del 5% de restos de ladrillo, materiales pétreos u otros contaminantes.

A todos ellos se les exige, cuando vayan a ser utilizados en la producción de hormigón, que posean la dureza adecuada para conseguir la resistencia a compresión deseada, que no provoquen reacciones indeseables con otros componentes de la mezcla y que su granulometría y forma sean las adecuadas para obtener una buena trabajabilidad con ellos. En función de su uso se clasifican en:

- 1) Áridos para rellenos en general. Las cuatro categorías anteriores pueden utilizarse con dicho fin.
- 2) Áridos para drenajes. Las cuatro categorías son adecuadas para emplearse con esta finalidad.

3) Áridos para bases y sub-bases de carreteras. Las categorías b, c y d son adecuadas para esos fines.

4) Áridos para la fabricación de hormigón. Aunque las categorías b y c pueden emplearse en hormigones de dosificación es la categoría d la más adecuada para esta finalidad⁴⁵.

El manejo de los residuos de demolición es un tema amplio ya que se deben manejar muchos factores, como el manejo y almacenamiento adecuado, además de otros factores como su clasificación por grupos para determinar en qué campo se puede aplicar este material. ESTADOS UNIDOS (EEUU) ha hecho un gran trabajo y aporte con respecto al manejo de estos materiales de construcción, ya que se ha preocupado por dar el mejor tratamiento a los mismos, así como su respectiva clasificación y reutilización ayudando a que estos se puedan definir para un trabajo en específico, así como también es muy importante determinar las resistencias que pueden ofrecer estos materiales lo cual el autor también ha mostrado, determinando que materiales pueden tener mejores características que otros.

3.6.2 Momentó actual en Japón

En Japón los áridos reciclados se clasifican en tres categorías. El árido reciclado de mayor calidad se le denomina con la letra H, el de calidad intermedia con la letra M y el de más baja calidad con la letra L. Con el primero de ellos se consiguen las mejores prestaciones en la fabricación de hormigón. Quedan regulados, respectivamente, por las normas JIS A 5021, JIS A 5022 y JIS A 5023 puestas en circulación entre los años 2005 y 2007.

La clasificación en una u otra categoría se basa en los requisitos exigidos a sus propiedades físicas, a la reactividad álcali-árido y al contenido de impurezas que contengan⁴⁶.

La clasificación es uno de los factores determinantes al momento de reutilizar estos materiales de construcción, es por esto que JAPON realiza un buen aprovechamiento de estos materiales, ya que son muy bien utilizados en la fabricación de hormigón, además al quedar regulados bajo una norma o

⁴⁵ Tesis doctoral influencia de la variación de los parámetros de dosificación y fabricación de hormigón reciclado estructural sobre sus propiedades físicas y mecánicas por Fernando López gayarre.

⁴⁶ Tesis doctoral influencia de la variación de los parámetros de dosificación y fabricación de hormigón reciclado estructural sobre sus propiedades físicas y mecánicas por Fernando López gayarre.

parámetros los hace más confiables para utilizarse en diferentes aplicaciones de la ingeniería, ayudando a contribuir con menos uso de materiales de canteras y ríos los cuales han provocado grandes daños a nuestro ambiente, por lo que se utilizarían de una manera mucho menor.

3.6.3 Momento actual en Australia

En 2002, el Ministerio de Medio Ambiente y Patrimonio en colaboración con el CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation) elaboró una guía nacional para la utilización de hormigón reciclado en aplicaciones no estructurales. En dicha guía los áridos reciclados se clasifican en áridos reciclados de clase 1 y de clase 2. Los primeros son los que se utilizan en la fabricación de hormigón ya que las limitaciones establecidas en sus propiedades físicas son muy parecidas a las de los áridos naturales. Los áridos reciclados de segunda clase se utilizan como material de relleno y como bases y sub-bases en carreteras y pavimentación. Se les exige a ambos una absorción inferior al 6% y una densidad mínima de 2100 kg/m³⁴⁷.

El país de AUSTRALIA realiza una gran labor al reutilizar estos materiales principalmente para el uso de vías, ya que hoy días estos son las más aplicadas a la ingeniería civil, y donde se ha encontrado con mayor frecuencia el desarrollo de diferentes proyectos relacionado con vías por ser estas las que generan comunicación con los demás países y ciudades, por esto es una de las mejores aplicaciones que se le dan a estos concretos reciclados; además de que las vías necesitan de un constante mantenimiento y por ende una mayor utilización de estos materiales reciclados.

3.6.4 Momento actual en la comunidad Europea

Al coexistir las distintas normas nacionales con las que emanan del CEN nos encontramos, dentro del grupo de países que componían la comunidad Europea antes de la última ampliación, con cierta variedad en cuanto a la clasificación de los áridos reciclados.

En Alemania la norma DIN 4226-100 clasifica los áridos reciclados en cuatro categorías diferentes:

⁴⁷ Tesis doctoral influencia de la variación de los parámetros de dosificación y fabricación de hormigón reciclado estructural sobre sus propiedades físicas y mecánicas por Fernando López gayarre.

TIPO 1: Son áridos que proceden mayoritariamente de residuos de hormigón o de áridos minerales. Presentan un contenido máximo de clinker, ladrillo y arenisca caliza del 10%.

TIPO 2: Son áridos que proceden mayoritariamente de residuos de hormigón o de áridos minerales en con un porcentaje mínimo del 70%. Presentan un contenido máximo de clinker, ladrillo y arenisca caliza del 30%.

TIPO 3: Son áridos que en su mayoría proceden de residuos cerámicos en una proporción mínima del 80%. Presentan un contenido máximo de materiales procedentes de hormigón o áridos minerales del 20%.

TIPO 4: Son áridos que en su mayoría proceden de una mezcla de RCDs con un contenido mínimo del 80% de material procedente de hormigón, áridos minerales o productos cerámicos.⁴⁸

En la anterior citación se muestra que EUROPA ha realizado una buena clasificación de los áridos reciclados, en los cuales se puede apreciar que los contenidos de hormigón en algunos de los tipos en los cuales se clasificaron, cuentan con proporciones mínimas como otros con altas proporciones de hormigón, así mismo esta clasificación ayuda a que se puedan realizar pruebas y ensayos a futuro para determinar las calidades y la aprovechabilidad de estos materiales.

3.7 REGULACIÓN DE LOS ESCOMBROS EN COLOMBIA

Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación

Además se debe de tener en cuenta que para el manejo, transporte, cargue, descargue y disposición final en el sector público y privado de los escombros, hay que cumplir con ciertas normas que se aplican para el adecuado manejo de estos materiales, ya que estas no han sido acatadas en su totalidad, por lo que se encuentran vehículos en mal estado con escape de materiales cuando este es transportado, se encuentran sin un manto que recubra el material para que no haya pérdida de polvo cuando este se transporta de un sitio a otro *Ver anexo G.*

⁴⁸ Tesis doctoral influencia de la variación de los parámetros de dosificación y fabricación de hormigón reciclado estructural sobre sus propiedades físicas y mecánicas por Fernando López gayarre.

La regulación de escombros es un tema de gran importancia para el manejo adecuado de estos, ya que en muchas ciudades este es inadecuado y se han afectado sitios paisajísticos de grandes magnitudes por lo que estos residuos de escombros no se degradan con tal facilidad y pueden durar muchas décadas sin ninguna afectación, es por tal motivo que estas regulaciones deben de ser implacables con el tratamiento y disposición final de estos, se deben de contar con lugares a los cuales se puedan dar tratamientos y reutilizaciones, además de crear conciencia social a las empresas encargadas de recolectar estos materiales y a las constructoras pequeñas que también aporten a dar la mejor disposición final a estos escombros.

A continuación se citara parte de la norma la cual regula la disposición final y el manejo de las escombreras:

Está prohibida la disposición final de los materiales y elementos a que se refiere esta resolución, en áreas de espacio público.

La persona natural o jurídica, pública o privada que genere tales materiales y elementos debe asegurar su disposición final de acuerdo a la legislación sobre la materia.

Está prohibido mezclar los materiales y elementos a que se refiere esta Resolución con otro tipo de residuos líquidos o peligrosos y basuras, entre otros.

Los Municipios deben seleccionar los sitios específicos para la disposición final de los materiales y elementos a que se refiere esta Resolución, que se denominarán Escombreras Municipales. Esta selección se hará teniendo en cuenta los volúmenes producidos y características de los materiales y elementos así como las distancias óptimas de acarreo.

Las escombreras municipales se localizarán prioritariamente en áreas cuyo paisaje se encuentre degradado, tales como minas y canteras abandonadas, entre otros, con la finalidad principal de que con la utilización de estos materiales se contribuya a su restauración paisajística. La definición de accesos a las escombreras municipales tendrá en cuenta la minimización de impactos ambientales sobre la población civil, a causa de la movilización de vehículos transportadores de materiales.⁴⁹

En la anterior citación muestra detenidamente que la regulación es clara frente a dejar materiales en zonas de espacio público, además de que debe de contar con los lugares apropiados como las escombreras municipales que estas deben de ser

⁴⁹REGULACION EN COLOMBIA PARA LOS ESCOMBROS DE CONSTRUCCION SEGÚN RESOLUCIÓN 541 DEL 14 DE DICIEMBRE DE 1994.

manejadas y custodiadas por cada municipio, así mismo estas deben de ser instaladas en sitios los cuales se encuentren con poco riesgo de daño ambiental, debe de estar lejos de cauces, ríos y cualquier otra fuente hídrica que pueda ser directamente afectada.

Se debe de tener muy presente de que todos los escombros deben de ser entregados con una clasificación, no deben de mezclarse materiales de concreto con material cerámico o materiales de residuos sólidos, ya que esto afectaría seriamente a todo el material produciendo riesgos de infección, hongos y además propagación de enfermedades, asimismo de que un material con residuos de materia solida no puede ser tratado en un futuro ya que estos estarían afectados por los diferentes agentes químicos que estos contienen haciendo que sus propiedades se afecten.

3.8 PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Los planes de ordenamiento territorial son los parámetros por los cuales se deben de regir un municipio para que haya un orden de todas las acciones que realiza este, así mismo este plan da unas medidas las cuales rigen a la ciudad de Girardot, es por esto que en el siguiente acuerdo del Municipio de Girardot, se encontraron artículos en los cuales se mencionan algunos de los requisitos que se deben de tener en cuenta para el manejo de los escombros en la ciudad. *Ver anexo H.*

Además en los planes de ordenamiento territorial se deben incluir las regulaciones y normas para el funcionamiento de escombreras con todos los parámetros de ley, donde debe de priorizar el bienestar de la comunidad y del medio ambiente, por lo que hoy día algunas empresas no acatan estas regulaciones, lo cual hace que se presenten daños ambientales graves por lo que no se respetan las prohibiciones que existen frente a este tipo de materiales de construcción, así mismo la aplicación de mayores acciones sancionatorias frente a los entes que no hagan una buena disposición final de estos materiales.

Es por tal motivo que se han presentado daños a ecosistemas, sectores hídricos los cuales se encuentran contaminados porque desechan estos materiales de la peor manera, o quedan cerca a ríos y cauces los cuales reciben esta descarga cuando hay precipitación, además de que estos materiales tardan muchísimos años en poder degradarse por completo, presentándose obstrucciones en canales o sitios de captación hídrica.

3.9 RECOPIACIÓN DE AUTORES LOS CUALES HAN REALIZADO GRANDES APORTES CON RESPECTO AL USO DE CONCRETO RECICLADO

3.9.1 Propiedades mecánicas y de durabilidad de concretos con agregado reciclado Ing. Néstor Raúl Bojaca Castañeda

Los aportes que realizan otros autores frente a la problemática del reciclaje de material de escombros es de vital importancia ya que estos estudios apenas se encuentran en etapas preliminares las cuales no ha alcanzado un punto máximo de investigación , por lo cual estas experiencias ayudaran a fortalecer futuras investigaciones que se hagan sobre el tema.

Además de que el reciclaje debe de volverse una cultura que el país debe de asumir, para que el planeta tenga muchísimos años mas de expectativa de vida y este no se deteriore a pasos agigantados.

A continuación se citaran los objetivos principales de este proyecto de grado aportado por el Ing. NESTOR RAUL BOJACA CASTAÑEDA:

Estudiar el efecto en la resistencia mecánica y en la durabilidad del concreto producido por el remplazo en diferentes porcentajes del agregado grueso natural por agregado grueso reciclado, mediante ensayos en probetas y en un elemento estructural.

Comparar las propiedades físicas del agregado grueso reciclado con las propiedades físicas del agregado natural: granulometría, masa unitaria, absorción y densidad, coeficiente de forma, desgaste en máquina de los Ángeles y micro deval.

Comparar el comportamiento mecánico de la resistencia a compresión, módulo elástico, velocidad de pulso ultrasónico y resistencia a flexión del concreto con reemplazos de 20% y 40 % de agregado grueso reciclado respecto a concreto convencional.

Estudiar el efecto del reemplazo de 20 % y 40 % de agregado grueso reciclado en las siguientes propiedades relacionadas con la valoración de la durabilidad del concreto reciclado: permeabilidad a los cloruros,

carbonatación, tasa de absorción superficial inicial ISAT, sortividad, y sulfatos.

Comparar el comportamiento de losas armadas en una y dos direcciones fabricadas tanto en concreto convencional como en concreto reciclado con el 20% de remplazo de agregado grueso.⁵⁰

En la anterior citación al autor realiza un estudio a las muestras de concreto las cuales son muy acertadas ya que el principal objetivo es poder analizar las resistencias que pueden llegar a alcanzar estas muestras y así mismo dar una posible conclusión de lo que ocurre al realizar estos cambios a la dosificación, dando así una posible aplicabilidad a este nueva muestra con proporciones de material reciclado.

Es por esto que esta investigación a futuro puede ser de mucha utilidad, por lo que podría darse reutilización no solo a pequeñas proporciones, si no a grandes proporciones, por lo que además de solo concreto reciclado podrían llegar a combinarse con diferentes aditivos, que pudiesen dar una mejor respuesta al concreto.

3.9.2 Diseño de una mezcla de concreto utilizando residuos industriales y escombros. Katty milena parra maya, María Alejandra bautista moros

El siguiente aporte es el procedimiento y objetivos que se quieren lograr frente al tema de residuos industriales y de escombros, las autoras Katty Milena parra maya y María Alejandra bautista moros la cuales realizaron su trabajo de grado en base a la problemática:

De esta manera, se dosificaron cuatro mezclas con diferentes proporciones de material y tres relaciones agua/cemento (0.4, 0.45, 0.5). La selección de las mezclas de los agregados fue determinada considerando el menor porcentaje de vacíos arrojado por dichas mezclas. Un total de 144 especímenes de concreto (dimensiones 30 cm de alto y 15 cm de diámetro, en promedio) fueron preparados manteniendo constante un 10% de escombros y modificando los gruesos y/o los finos, por un 6 y/o 10% de

⁵⁰ PROPIEDADES MECÁNICAS Y DE DURABILIDAD DE CONCRETOS CON AGREGADO RECICLADO
Ing. NÉSTOR RAÚL BOJACÁ CASTAÑEDA
ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

limalla. En el caso de este estudio, los porcentajes asumidos correspondieron a valores de porcentaje de vacíos en mezclas de agregados entre 38,7% y 42,1%. Se observó que la mezcla dosificada con 61% de agregado grueso, 23% de agregado fino, 6% limalla fina y 10% de escombro, presentó los valores más altos de resistencia promedio de los especímenes ensayados 306.74 kg/cm² lo cual representa un 46% por encima del valor del concreto que se requería (210 kg/cm²).

De esta manera, se puede concluir que la adición de limalla y escombros permite un aumento de la resistencia del concreto y un aprovechamiento de dos residuos sólidos provenientes de actividades industriales y a su vez está reportando un ahorro del 30% con respecto a la producción de concreto con agregados convencionales. Esto demuestra, que el aprovechamiento de residuos sólidos inertes representa genera un beneficio ambiental que conlleva a ahorros para la empresa.

Diseñar una mezcla de concreto aprovechando residuos industriales y escombros.

Clasificar granulométricamente la limalla.

Dosificar una mezcla de concreto que permita el aprovechamiento de la limalla como agregado no convencional en la preparación de concreto con agregados no convencionales en su mezcla.

Realizar las pruebas de calidad al concreto en estado fresco y en estado endurecido: resistencia a compresión, elasticidad estática y dinámica, rendimiento volumétrico, peso, asentamiento, absorción.

Evaluar la viabilidad económica de la producción de concreto utilizando limalla vs el concreto convencional.⁵¹

En la citación anterior se muestra que las autoras utilizan un porcentaje de limalla y de concreto reciclado, el porcentaje utilizado es un poco bajo, pero de igual manera utilizaron limalla la cual es una muy buena investigación, ya que arroja muy buenos resultados y es un material el cual se puede aprovechar y no se desperdiciaría.

Esta investigación es buena ya que hay materiales los cuales se pueden combinar con el concreto y así mejorar las cualidades resistentes de este, a tal fin de que se puedan utilizar en diferentes aplicativos de la ingeniería civil y estudiar los gastos y los ahorros que estos tengan.

⁵¹ DISEÑO DE UNA MEZCLA DE CONCRETO UTILIZANDO RESIDUOS INDUSTRIALES Y ESCOMBROS
KATTY MILENA PARRA MAYA
MARÍA ALEJANDRA BAUTISTA MOROS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA

4 METODOLOGÍA

En esta investigación se recopiló información del libro Tecnología del concreto y el mortero por el Ingeniero Diego Sánchez de Guzmán donde explica por medio del método A.C.I 211.1 dosificaciones para el diseño de concreto. Este método lo aplicamos con los datos que necesitábamos para el diseño de la mezcla de nuestro semillero aplicando las formulas de este método, el cual se enfoca en el concreto reutilizado para nuevas aplicaciones a la ingeniería civil.

4.1 ENSAYOS DE LABORATORIO PARA DISEÑO DE LA MEZCLA EMPLEANDO MÉTODO A.C.I 211.1

Se realizará el diseño de la mezcla para dieciocho (18) muestras de cilindros los cuales serán dosificados y fundidos con agregados naturales de acuerdo al método que ha implementado el autor del Libro de Tecnología del concreto y el mortero de Diego Sanchez de Guzman, donde se utiliza el método A.C.I 211 1 Ver anexo I, para posteriormente fallarlos a compresión y así podremos obtener los resultados deseados, las muestras a fabricar serán las siguientes:

1. Seis (6) cilindros de 3000 psi
2. Seis (6) cilindros de 4000 psi
3. Seis (6) cilindros de 5000 psi

Estos cilindros serán encofrados en moldes de 15cm de ancho por 30cm de largo. En este diseño de concreto no se tendrán en cuenta los diferentes ensayos que deberían realizarse a los agregados, por lo que se manejarán los mismos del autor, solamente se tendrá en cuenta el método A.C.I 211 1 para aplicarlo a la necesidad de la investigación del semillero, de acuerdo a los parámetros y materiales con los que se cuenten en el laboratorio, por lo anterior se diseñará concreto con agregado natural, luego de esto se fallarán y triturarán haciendo de este un agregado reciclado, así las cosas se fabricarán nuevas muestras con la única diferencia de que se reemplazará un porcentaje de 20% y 40% del agregado natural por el material fallado y triturado que se ha mencionado anteriormente, del cual se obtendrán nuevos resultados y así comparar con las

muestras de agregado natural y dar una conclusion de la calidad de estas muestras con respecto a su resistencia y deformaciones.

Los materiales a utilizar tienen las siguientes características:

1. Cemento portland tipo 1
2. Agua de reconocida calidad, según las características químicas, físicas y mecánicas.
3. Agregado grueso: cumple con la norma Icontec-174 y su análisis granulométrico.
4. Agregado fino: cumple con la norma Icontec-174 y su análisis granulométrico.
5. Aditivos: no se utilizaran

Adicionalmente, se requiere el diseño de mezcla para una planta que en condiciones y materiales similares ha producido concreto con una desviación estándar de 34 kg/cm² y un promedio de resultados de resistencia de 378 kg /cm². Estos valores corresponden al análisis estadístico de 47 pruebas.

Diseño de mezcla empleando método A.C.I 211.1

4.1.1 Especificación del concreto: $F'c = 210\text{kg/cm}^2 = 3.000\text{ psi}$

Características de los materiales:

- Cemento Portland tipo 1
- Agua potable
- Agregado grueso: según la norma Icontec 174

- Masa unitaria suelta 1.540 kg/m³
- Masa unitaria compacta 1.750 kg/m³
- Densidad aparente seca 2.44g/cm³

- Absorción 2.5% h
 - Humedad Natural 4.0%
 - Forma Redondeada (grava de rio)
- Agregado fino: según la norma lcontec 174
- Masa unitaria suelta 1.460 kg/m³
 - Masa unitaria compacta 1.590 kg/m³
 - Densidad aparente 2.51 g/cm³
 - Absorción 1.3%
 - Contenido de arcilla 1.4%
 - Contenido de materia orgánica #2
 - Humedad natural 8%
 - Forma Redondeada (de rio)
- Desviación estándar: 34kg/cm² con un resultado promedio de 378 kg/cm²

Paso 1: Consistencia media = 5cm – 10cm de asentamiento con una colocación Manual.

Pasó 2: tamaño máximo del agregado

De acuerdo con la mínima dimensión de la estructura (15 cm), el tamaño máximo recomendado para este debe estar entre 12 mm ($\frac{1}{2}$ ") y 19 mm ($\frac{3}{4}$ "), para nuestro diseño se opto por trabajar con agregado de ($\frac{3}{4}$ ").

Paso 3: Estimación del contenido de aire

Como no habrá condiciones severas de exposición, se deberá usar concreto sin aire incluido. Pero se estima que para un tamaño máximo nominal de 19mm ($\frac{3}{4}$ ") el contenido de aire naturalmente atrapado es de 2% del volumen.

Pasó 4: estimación del contenido de agua de mezclado.

Sabiendo que se trata de agregados de forma redondeada y textura lisa (por ser de río), que el concreto tendrá aire incluido, que el tamaño máximo del agregado grueso es de 19mm, y que el asentamiento previsto será 7,5cm, al consultar la tabla correspondiente se observa que para el contenido de aire incluido con un tamaño de agregado de ($\frac{3}{4}$ ") la cantidad de agua requerida es de 200 litros de agua.

Paso 5: Determinación de la resistencia de diseño.

$$V = \frac{34}{378} 100 = 8.99 \approx 9\% \text{ (Excelente concreto)}$$

Resistencia de Diseño:

$$f'_{cr} = f'_c - 35 + (2.33 * \emptyset) =$$
$$f'_{cr} = 210 - 35 + (2.33) 34 = 254,22 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_{cr} = f'_c + (1.34 * \emptyset) =$$
$$f'_{cr} = 210 + (1.34) 34 = 255,56 \text{ kg/cm}^2$$

Se observa entonces que para una resistencia estructural de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, la resistencia de diseño de la mezcla $f'_{cr} = 255,56 \text{ kg/cm}^2$.

Paso 6: Selección de la relación agua – cemento

Teniendo en cuenta las características del cemento disponible, se asume que se trata de un cemento ubicado dentro del promedio de los cementos colombianos. Por ello, para la resistencia de diseño $f'_{cr} = 255,56 \text{ kg/cm}^2$, corresponde una relación agua cemento $A/C = 0.50$

Paso 7: Calculo del contenido del cemento.

$$C = \frac{200}{0.50} = 400 \text{ kg/m}^3$$

Paso 8: Estimación de las proporciones de agregados.

Método A.C.I 211 1

$$p_g = 0.60 (1.750) = 1.050 \text{ kg/m}^3$$

Y su volumen absoluto será, P_g dividido por el valor de su densidad aparente seca:

$$V_g = \frac{1.050}{2.44} = 430 \text{ l/m}^3$$

Tabla 1. Dosificación de concreto de 3000 psi

INGREDIENTES	PESO SECO KG/M3	PESO ESPECIFICO g/cm3	VOLUMEN ABSOLUTO L/M3
CEMENTO	400	3,1	129
AGUA	200	1	200
CONT AIRE	2	0,00095	1,9
AGRE GRUESO	1050	2,44	430
AGRE FINO	599	2,51	239
TOTAL	2251		1.000

Fuente: Propia

Diseño de mezcla empleando método A.C.I 211.1

4.1.2 Especificación del concreto: $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2 = 4.000 \text{ psi}$

Características de los materiales:

- Cemento Portland tipo 1
- Agua potable

- Agregado grueso: según la norma Icontec 174
 - Masa unitaria suelta 1.540 kg/m³
 - Masa unitaria compacta 1.750 kg/m³
 - Densidad aparente seca 2.44g/cm³
 - Absorción 2.5% h
 - Humedad Natural 4.0%
 - Forma Redondeada (grava de río)

- Agregado fino: según la norma Icontec 174
 - Masa unitaria suelta 1.460 kg/m³
 - Masa unitaria compacta 1.590 kg/m³
 - Densidad aparente 2.51 g/cm³
 - Absorción 1.3%
 - Contenido de arcilla 1.4%
 - Contenido de materia orgánica #2
 - Humedad natural 8%
 - Forma Redondeada (de río)

- Desviación estándar: 34kg/cm² con un resultado promedio de 378 kg/cm²

Paso 1: Consistencia media = 5cm – 10cm de asentamiento con una colocación Manual.

Pasó 2: tamaño máximo del agregado

De acuerdo con la mínima dimensión de la estructura (15 cm), el tamaño máximo recomendado para este debe estar entre 12 mm ($\frac{1}{2}$ ") y 19 mm ($\frac{3}{4}$ "), para nuestro diseño se optó por trabajar con agregado de ($\frac{3}{4}$ ").

Paso 3: Estimación del contenido de aire

Como no habrá condiciones severas de exposición, se deberá usar concreto sin aire incluido. Pero se estima que para un tamaño máximo nominal de 19mm ($\frac{3}{4}$ ") el contenido de aire naturalmente atrapado es de 2% del volumen.

Paso 4: estimación del contenido de agua de mezclado.

Sabiendo que se trata de agregados de forma redondeada y textura lisa (por ser de río), que el concreto tendrá aire incluido, que el tamaño máximo del agregado grueso es de 19mm, y que el asentamiento previsto será 7,5cm, al consultar la tabla correspondiente se observa que para el contenido de aire incluido con un tamaño de agregado de ($\frac{3}{4}$ ") la cantidad de agua requerida es de 200 litros de agua.

Paso 5: Determinación de la resistencia de diseño.

$$V = \frac{34}{378} 100 = 8.99 \approx 9\% \text{ (Excelente concreto)}$$

Resistencia de Diseño:

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= f'_c - 35 + (2.33 * \hat{\sigma}) = \\ f'_{cr} &= 280 - 35 + (2.33) 34 = 324 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= f'_c + (1.34 * \hat{\sigma}) = \\ f'_{cr} &= 280 + (1.34) 34 = 325,56 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Se observa entonces que para una resistencia estructural de $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$, la resistencia de diseño de la mezcla $f'_{cr} = 325,56 \text{ kg/cm}^2$.

Paso 6: Selección de la relación agua – cemento

Teniendo en cuenta las características del cemento disponible, se asume que se trata de un cemento ubicado dentro del promedio de los cementos colombianos.

Por ello, para la resistencia de diseño $f'_{cr} = 325,56 \text{ kg/cm}^2$, corresponde una relación agua cemento $A/C = 0.41$

Paso 7: Calculo del contenido del cemento.

$$C = \frac{200}{0.41} = 487.8 \text{ kg/m}^3$$

Paso 8: Estimación de las proporciones de agregados.

Método A.C.I 211.1

$$p_g = 0.60 (1.750) = 1.050 \text{ kg/m}^3$$

Y su volumen absoluto será, P_g dividido por el valor de su densidad aparente seca:

$$V_g = \frac{1.050}{2.44} = 430 \text{ l/m}^3$$

Tabla 2. Dosificación de concreto de 4000 psi

INGREDIENTES	PESO SECO KG/M3	PESO ESPECIFICO g/cm3	VOLUMEN ABSOLUTO L/M3
CEMENTO	487	3,1	157
AGUA	200	1	200
CONT AIRE	2	0,00095	1,9
AGRE GRUESO	1050	2,44	430
AGRE FINO	529	2,51	211
TOTAL	2268		1.000

Fuente: Propia

Diseño de mezcla empleando método A.C.I 211.1

4.1.3 Especificación del concreto: $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2 = 5.000 \text{ psi}$

Características de los materiales:

- Cemento Portland tipo 1
- Agua potable
- Agregado grueso: según la norma Icontec 174
 - Masa unitaria suelta 1.540 kg/m^3
 - Masa unitaria compacta 1.750 kg/m^3
 - Densidad aparente seca 2.44 g/cm^3
 - Absorción $2.5\% \text{ h}$
 - Humedad Natural 4.0%
 - Forma Redondeada (grava de río)
- Agregado fino: según la norma Icontec 174
 - Masa unitaria suelta 1.460 kg/m^3
 - Masa unitaria compacta 1.590 kg/m^3
 - Densidad aparente 2.51 g/cm^3
 - Absorción 1.3%
 - Contenido de arcilla 1.4%
 - Contenido de materia orgánica #2
 - Humedad natural 8%
 - Forma Redondeada (de río)
- Desviación estándar: 34 kg/cm^2 con un resultado promedio de 378 kg/cm^2

Paso 1: Consistencia media = 5cm – 10cm de asentamiento con una colocación Manual.

Pasó 2: tamaño máximo del agregado

De acuerdo con la mínima dimensión de la estructura (15 cm), el tamaño máximo recomendado para este debe estar entre 12 mm ($\frac{1}{2}$ ") y 19 mm ($\frac{3}{4}$ "), para nuestro diseño se optó por trabajar con agregado de ($\frac{3}{4}$ ").

Paso 3: Estimación del contenido de aire

Como no habrá condiciones severas de exposición, se deberá usar concreto sin aire incluido. Pero se estima que para un tamaño máximo nominal de 19mm ($\frac{3}{4}$ ") el contenido de aire naturalmente atrapado es de 2% del volumen.

Pasó 4: estimación del contenido de agua de mezclado.

Sabiendo que se trata de agregados de forma redondeada y textura lisa (por ser de río), que el concreto tendrá aire incluido, que el tamaño máximo del agregado grueso es de 19mm, y que el asentamiento previsto será 7,5cm, al consultar la tabla correspondiente se observa que para el contenido de aire incluido con un tamaño de agregado de ($\frac{3}{4}$ ") la cantidad de agua requerida es de 200 litros de agua.

Paso 5: Determinación de la resistencia de diseño.

$$V = \frac{34}{378} 100 = 8.99 \approx 9\% \text{ (Excelente concreto)}$$

Resistencia de Diseño:

$$f'_{cr} = f'c - 35 + (2.33 * \phi) =$$
$$f'_{cr} = 350 - 35 + (2.33) 34 = 394,22 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_{cr} = f'c + (1.34 * \phi) =$$

$$f'_{cr} = 350 + (1.34) 34 = 395,56 \text{ kg/cm}^2$$

Se observa entonces que para una resistencia estructural de $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$, la resistencia de diseño de la mezcla $f'_{cr} = 395,56 \text{ kg/cm}^2$.

Paso 6: Selección de la relación agua – cemento

Teniendo en cuenta las características del cemento disponible, se asume que se trata de un cemento ubicado dentro del promedio de los cementos colombianos. Por ello, para la resistencia de diseño $f'_{cr} = 395,56 \text{ kg/cm}^2$, corresponde una relación agua cemento $A/C = 0.45$

Paso 7: Calculo del contenido del cemento.

$$C = \frac{200}{0.37} = 540,54 \text{ kg/m}^3$$

Paso 8: Estimación de las proporciones de agregados.

Método A.C.I 211.1

$$p_g = 0.60 (1.750) = 1.050 \text{ kg/m}$$

Y su volumen absoluto será, P_g dividido por el valor de su densidad aparente seca:

$$V_g = \frac{1.050}{2.44} = 430 \text{ l/m}^3$$

Tabla 3. Dosificación de concreto de 5000 psi

INGREDIENTES	PESO SECO KG/M3	PESO ESPECIFICO g/cm3	VOLUMEN ABSOLUTO L/M3
CEMENTO	540	3,1	174
AGUA	200	1	200
CONT AIRE	2	0,00095	1,9
AGRE GRUESO	1050	2,44	430
AGRE FINO	486	2,51	194
TOTAL	2278		1.000

Fuente: Propia

4.2 PRUEBAS DE LABORATORIO

En el laboratorio se realizaron diferentes actividades para poder llegar a realizar el diseño de la mezcla, entre las siguientes se encuentra la preparación del material ya que según el diseño de la mezcla se tuvo que obtener un agregado grueso de $\frac{3}{4}$, cemento portland tipo 1, arena y agua.

4.2.1 Preparación de herramientas y materiales utilizados en el laboratorio

1. Tamiz $\frac{3}{4}$ para grava de río
2. Tamiz 1 1/2"
3. Tamiz para arena de río
4. Bascula
5. Biker en litros (medición de agua)
6. Camisas o cilindros de 15 cm – 30 cm cantidad disponibles 6
7. Alberca para fraguado
8. Bogue grande
9. Canecas para la recolección de material
10. Aceite para recubrir cilindros
11. Batea pequeña para mezclado
12. Arena
13. Agua
14. Cemento portland tipo I
15. Grava de $\frac{3}{4}$

16. Degormimetro

4.2.2 Trabajos de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio para el desarrollo de las muestras de concreto natural

En estas actividades se realizo la preparación de los materiales para esto se utilizaron tamiz de 1 ½” para el triturado reciclado, el agregado natural se hace pasar por un tamiz de ¾”, la arena se hizo pasar por un tamiz fino, hasta lograr las cantidades necesarias de acuerdo al diseño de la dosificación, así mismo se pesaron todos los materiales y se procede a encofrar los cilindros.


Actividades de preparación de materiales y equipos en el laboratorio el día 2 de septiembre de 2015

Tabla 4. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 2 de septiembre de 2015

TABLAS DE PREPARACION DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO	
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	TAMIZADO DE LOS MATERIALES
PRACTICANTES :	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO
FECHA:	2 DE SEPTIEMBRE DE 2015
ACTIVIDADES REALIZADAS:	<p>Se realizaron actividades del tamizaje del material de río obteniendo una grava de 3/4 la cual es indicada para seguir con el laboratorio, al igual con la grava tambien se realizo tamizaje de material de río. luego de esto se realizo toma de datos por medio de bascula para determinar los diferentes pesos requeridos para cada cilindro.</p> 
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:	
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO:	ERBIN FERNANDO SOLORZANO


Fuente: propia

Tabla 5. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 2 de septiembre de 2015

TABLAS DE PREPARACION DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO			
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	TAMIZADO DE LOS MATERIALES	ACTIVIDADES REALIZADAS:	Se procede a realizar el pesaje de los materiales, grava, arena, cemento y agua de acuerdo al diseño de la dosificación para poder dar mezclado a estos materiales y así poder encofrarlos en las respectivas camisas, luego de esto son desencofradas e ingresadas a la alberca para continuar con el fraguado.
PRACTICANTES:	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO		
FECHA:	2 DE SEPTIEMBRE DE 2015		
			
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:			
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORIZANO			

Fuente: propia

Tabla 6. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 2 de septiembre de 2015

TABLAS DE PREPARACION DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO			
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	TAMIZADO DE LOS MATERIALES	ACTIVIDADES REALIZADAS:	Se procede a realizar el pesaje de los materiales, grava, arena, cemento y agua de acuerdo al diseño de la dosificación para poder dar mezclado a estos materiales y así poder encofrarlos en las respectivas camisas, luego de esto son desencofradas e ingresadas a la alberca para continuar con el fraguado.
PRACTICANTES:	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO		
FECHA:	2 DE SEPTIEMBRE DE 2015		
			
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:			
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORIZANO			

Fuente: propia

Actividades de preparación de materiales y equipos en el laboratorio el día 9 de septiembre de 2015

Tabla 7. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 9 de septiembre de 2015

TABLAS DE PREPARACION DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO			
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	TAMIZADO DE LOS MATERIALES	ACTIVIDADES REALIZADAS:	Se procede a realizar el pesaje de los materiales, grava , arena, cemento y agua de acuerdo al diseño de la dosificación para poder dar mezclado a estos materiales y así poder encofrarlos en las respectivas camisas, luego de esto son desencofradas e ingresadas a la alberca para continuar con el fraguado.
PRACTICANTES :	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO		
FECHA:	9 DE SEPTIEMBRE DE 2015		
			
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:			
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORZANO			

Fuente:propia

Tabla 8. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 9 de septiembre de 2015

TABLAS DE PREPARACION DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO			
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	TAMIZADO DE LOS MATERIALES	ACTIVIDADES REALIZADAS:	Se procede a realizar el pesaje de los materiales, grava , arena, cemento y agua de acuerdo al diseño de la dosificación para poder dar mezclado a estos materiales y así poder encofrarlos en las respectivas camisas, luego de esto son desencofradas e ingresadas a la alberca para continuar con el fraguado.
PRACTICANTES :	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO		
FECHA:	9 DE SEPTIEMBRE DE 2015		
			
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:			
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORZANO			

Fuente: propia


Actividades de preparación de materiales y equipos en el laboratorio el día 11 de septiembre de 2015

Tabla 9. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 11 de septiembre de 2015

TABLAS DE PREPARACION DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO			
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	TAMIZADO DE LOS MATERIALES	ACTIVIDADES REALIZADAS:	Se procede a realizar el pesaje de los materiales, grava, arena, cemento y agua de acuerdo al diseño de la dosificación para poder dar mezclado a estos materiales y así poder encofrarlos en las respectivas camisas, luego de esto son desencofradas e ingresadas a la alberca para continuar con el fraguado.
PRACTICANTES:	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO		
FECHA:	11 DE SEPTIEMBRE DE 2015		
			
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:			
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORZANO			

Fuente: propia

Tabla 10. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 11 de septiembre de 2015

TABLAS DE PREPARACION DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO			
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	TAMIZADO DE LOS MATERIALES	ACTIVIDADES REALIZADAS:	Se procede a realizar el pesaje de los materiales, grava, arena, cemento y agua de acuerdo al diseño de la dosificación para poder dar mezclado a estos materiales y así poder encofrarlos en las respectivas camisas, luego de esto son desencofradas e ingresadas a la alberca para continuar con el fraguado.
PRACTICANTES:	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO		
FECHA:	11 DE SEPTIEMBRE DE 2015		
			
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:			
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORZANO			

Fuente: Propia

4.3 ENSAYOS A COMPRESIÓN APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES NATURALES DISEÑADOS EN EL LABORATORIO


En este ensayo a compresión se extrajeron de las albercas de la universidad dos cilindros de 7 dos de 14 y dos de 28 días, los cuales se fallaron en la maquina, utilizando dos discos de Neopreno, el cual es el encargado de dar simetría al cilindro, luego de promedian para dar un solo resultado.

4.3.1 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 7 días de fraguado a cilindro de 3000 psi

Tabla 11. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales naturales de 3000 psi de 7 días

TABLAS DE ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES NATURALES					
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION	CILINDRO	RESISTENCIA ESPERADA CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA OBTENIDA DE CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA AL 62% - 68%
PRACTICANTES :	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO				
FECHA DE ENCOFRADO CILINDRO:	9 DE SEPTIEMBRE DE 2015	1	3000 P.S.I	2572 P.S.I.	1860 P.S.I.
FECHA DE FALLA DE CILINDRO:	16 DE SEPTIEMBRE DE 2015				
RESISTENCIAS DE CILINDROS A FALLAR:	3000 P.S.I.	2	3000 P.S.I	2526 P.S.I.	
N° DE CILINDROS:	2				
DIAS DE FRAGUADO:	7				

ACTIVIDADES REALIZADAS: Se retiran los cilindros de la alberca luego de esto se pesan arrojando para la primera muestra un valor de 13.256 kg y el segundo de 13.202 kg, terminada esta medicion se procede a ingresar a la maquina donde se colocan los discos de Neopreno y se verifica la posicion del cilindro, dando marcha a la maquina y luego se espera el resultado que este arroje.

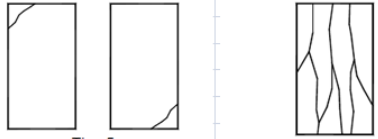


OBSERVACIONES Y NOVEDADES:

INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORZANO


Fuente: propia

Tabla 12. Descripción de Fallas 3000psi de 7 días con material natural

DESCRIPCION DE LA FALLA	GRAFICA DE LA FALLA DE NORMA NTC 673
<p>Muestra 1: Presenta una falla en uno de los borde inferiores la cual segun la grafica seria de tipo 5, esta fractura ocurre cuando se ensaya con cabezales no adheridos al cilindro, antes de que haya sido alcanzada la capacidad ultima del cilindro.</p>	 <p>Tipo 5 fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmete con cabezales no adheridos)</p> <p>Tipo 3 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados</p> <p>Foto Tomada: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.</p>
<p>Muestra 2: Presenta una falla bien definida como se muestra en la figura tipo 3, es una con fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados. grietas grandes y muy visibles.</p>	

4.3.2 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 14 días de fraguado a cilindro de 3000 psi

Tabla 13. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales naturales de 3000 psi de 14 días

TABLAS DE ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES NATURALES						
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION		CILINDRO	RESISTENCIA ESPERADA CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA OBTENIDA DE CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA 81%-85%
PRACTICANTES :	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO					
FECHA DE ENCOFRADO CILINDRO:	9 DE SEPTIEMBRE DE 2015		1	3000 P.S.I	3228 P.S.I.	2430 P.S.I.
FECHA DE FALLA DE CILINDRO:	23 DE SEPTIEMBRE DE 2015					
RESISTENCIAS DE CILINDROS A FALLAR:	3000 P.S.I.		2	3000 P.S.I	3363 P.S.I	
N° DE CILINDROS:	2					
DIAS DE FRAGUADO:	14					
ACTIVIDADES REALIZADAS:	Se retiran los cilindros de la alberca luego de esto se pesan arrojando para la primera muestra un valor de 13.272 kg y el segundo de 13.338 kg, terminada esta medicion se procede a ingresar a la maquina donde se colocan los discos de Neopreno y se verifica la posicion del cilindro, dando marcha a la maquina y luego se espera el resultado que este arroje.					
						
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:						
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORIZANO						

Fuente: propia


Tabla 14. Descripción de Fallas 3000psi de 14 días con material natural

DESCRIPCION DE LA FALLA	GRAFICA DE LA FALLA DE NORMA NTC 673
Muestra 1: Presenta una falla en uno de los borde inferiores la cual segun la grafica seria de tipo 5, esta fractura ocurre cuando se ensaya con cabezales no adheridos al cilindro, antes de que haya sido alcanzada la capacidad ultima del cilindro.	 <p>Tipo 5 Tipo 5</p> <p>fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmete con cabezales no adheridos) fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmete con cabezales no adheridos)</p>
Muestra 1: Presenta una falla en uno de los borde inferiores la cual segun la grafica seria de tipo 5, esta fractura ocurre cuando se ensaya con cabezales no adheridos al cilindro, antes de que haya sido alcanzada la capacidad ultima del cilindro.	<p>Foto Tomada: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilíndricos de concreto.</p>

Fuente: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresión de especimenes cilíndricos de concreto.

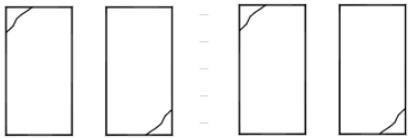
4.3.3 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 28 días de fraguado a cilindro de 3000 psi

Tabla 15. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales naturales de 3000 psi de 28 días

TABLAS DE ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES NATURALES					
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION	CILINDRO	RESISTENCIA ESPERADA CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA OBTENIDA DE CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA 100%
PRACTICANTES :	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO				
FECHA DE ENCOFRADO CILINDRO:	02 DE SEPTIEMBRE DE 2015	1	3000 P.S.I	4052 P.S.I.	3000 P.S.I.
FECHA DE FALLA DE CILINDRO:	30 DE SEPTIEMBRE DE 2015				
RESISTENCIAS DE CILINDROS A FALLAR:	3000 P.S.I.	2	3000 P.S.I	3676 P.S.I.	
N° DE CILINDROS:	2				
DIAS DE FRAGUADO:	28				
ACTIVIDADES REALIZADAS: Se retiran los cilindros de la alberca luego de esto se pesan arrojando para la primera muestra un valor de 12.908 kg y el segundo de 12.848 kg, terminada esta medición se procede a ingresar a la maquina donde se colocan los discos de Neopreno y se verifica la posición del cilindro, dando marcha a la maquina y luego se espera el resultado que este arroje.					
					
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:					
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORZANO					

Fuente: propia

Tabla 16. Descripción de Fallas 3000psi de 28 días con material natural

DESCRIPCION DE LA FALLA	GRAFICA DE LA FALLA DE NORMA NTC 673
Muestra 1: Presenta una falla en uno de los borde inferiores la cual segun la grafica seria de tipo 5, esta fractura ocurre cuando se ensaya con cabezales no adheridos al cilindro, antes de que haya sido alcanzada la capacidad ultima del cilindro.	 <p>Tipo 5 fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmete con cabezales no adheridos)</p> <p>Tipo 5 fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmete con cabezales no adheridos)</p>
Muestra 2: Presenta una falla en uno de los borde inferiores la cual segun la grafica seria de tipo 5, esta fractura ocurre cuando se ensaya con cabezales no adheridos al cilindro, antes de que haya sido alcanzada la capacidad ultima del cilindro.	<p>Foto Tomada: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.</p>






Fuente: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.

4.3.4 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 7 días de fraguado a cilindro de 4000 psi

Tabla 17. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales naturales de 4000 psi de 7 días

TABLAS DE ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES NATURALES					
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION	CILINDRO	RESISTENCIA ESPERADA CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA OBTENIDA DE CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA AL 62% - 68%
PRACTICANTES :	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO				
FECHA DE ENCOFRADO CILINDRO:	9 DE SEPTIEMBRE DE 2015	1	4000 P.S.I	3400 P.S.I.	2480 P.S.I.
FECHA DE FALLA DE CILINDRO:	16 DE SEPTIEMBRE DE 2015				
RESISTENCIAS DE CILINDROS A FALLAR:	4000 P.S.I.	2	4000 P.S.I	3517 P.S.I.	
N° DE CILINDROS:	2				
DIAS DE FRAGUADO:	7				

ACTIVIDADES REALIZADAS: Se retiran los cilindros de la alberca luego de esto se pesan arrojando para la primera muestra un valor de 13.322 kg y el segundo de 13.322 kg, terminada esta medicion se procede a ingresar a la maquina donde se colocan los discos de Neopreno y se verifica la posicion del cilindro, dando marcha a la maquina y luego se espera el resultado que este arroje.









OBSERVACIONES Y NOVEDADES:

INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORIZANO

Fuente: propia


Tabla 18. Descripción de Fallas 4000psi de 7 días con material natural

DESCRIPCION DE LA FALLA	GRAFICA DE LA FALLA DE NORMA NTC 673
<p>Muestra 1: Presenta una falla bien definida como se muestra en la figura tipo 3, es una con fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados. en la mitad del cilindro se concentro mas fuerte la falla.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Tipo 3 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Tipo 3 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados</p> </div> </div> <p>Foto Tomada: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.</p>
<p>Muestra 2: Presenta una falla bien definida como se muestra en la figura tipo 3, es una con fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados. grietas grandes y muy visibles.</p>	

Fuente: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresión de especimenes cilindricos de concreto.

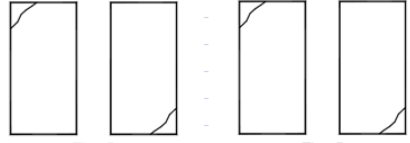
4.3.5 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 14 días de fraguado a cilindro de 4000 psi

Tabla 19. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales naturales de 4000 psi de 14 días

TABLAS DE ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES NATURALES					
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION	CILINDRO	RESISTENCIA ESPERADA CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA OBTENIDA DE CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA 81%-85%
PRACTICANTES :	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO				
FECHA DE ENCOFRADO CILINDRO:	11 DE SEPTIEMBRE DE 2015	1	4000 P.S.I	3229 P.S.I.	3240 P.S.I.
FECHA DE FALLA DE CILINDRO:	25 DE SEPTIEMBRE DE 2015				
RESISTENCIAS DE CILINDROS A FALLAR:	4000 P.S.I.	2	4000 P.S.I	3248 P.S.I.	
N° DE CILINDROS:	2				
DIAS DE FRAGUADO:	14				
ACTIVIDADES REALIZADAS: Se retiran los cilindros de la alberca luego de esto se pesan arrojando para la primera muestra un valor de 13.118 kg y el segundo de 13.168 kg, terminada esta medicion se procede a ingresar a la maquina donde se colocan los discos de Neopreno y se verifica la posicion del cilindro, dando marcha a la maquina y luego se espera el resultado que este arroje.					
					
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:					
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORIZANO					

Fuente: propia

Tabla 20. Descripción de Fallas 4000psi de 14 días con material natural

DESCRIPCION DE LA FALLA	GRAFICA DE LA FALLA DE NORMA NTC 673
Muestra 1: Presenta una falla en uno de los borde inferiores la cual segun la grafica seria de tipo 5, esta fractura ocurre cuando se ensaya con cabezales no adheridos al cilindro, antes de que haya sido alcanzada la capacidad ultima del cilindro.	 <p>Tipo 5 Tipo 5</p> <p>fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmete con cabezales no adheridos) fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmete con cabezales no adheridos)</p>
Muestra 1: Presenta una falla en uno de los borde inferiores la cual segun la grafica seria de tipo 5, esta fractura ocurre cuando se ensaya con cabezales no adheridos al cilindro, antes de que haya sido alcanzada la capacidad ultima del cilindro.	<p>Foto Tomada: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilíndricos de concreto.</p>

Fuente: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresión de especimenes cilíndricos de concreto.


4.3.6 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 28 días de fraguado a cilindro de 4000 psi

Tabla 21. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales naturales de 4000 psi de 28 días

TABLAS DE ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES NATURALES						
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION		CILINDRO	RESISTENCIA ESPERADA CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA OBTENIDA DE CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA 100 %
PRACTICANTES:	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO					
FECHA DE ENCOFRADO CILINDRO:	02 DE SEPTIEMBRE DE 2015		1	4000 P.S.I	4490 P.S.I.	4000 P.S.I.
FECHA DE FALLA DE CILINDRO:	30 DE SEPTIEMBRE DE 2015					
RESISTENCIAS DE CILINDROS A FALLAR:	4000 P.S.I.		2	4000 P.S.I	4977 P.S.I.	
N° DE CILINDROS:	2					
DIAS DE FRAGUADO:	28					
ACTIVIDADES REALIZADAS:	Se retiran los cilindros de la alberca luego de esto se pesan arrojando para la primera muestra un valor de 13.220 kg y el segundo de 13.182 kg, terminada esta medicion se procede a ingresar a la maquina donde se colocan los discos de Neopreno y se verifica la posicion del cilindro, dando marcha a la maquina y luego se espera el resultado que este arroje.					
						
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:						
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORIZANO						

Fuente: Propia

Tabla 22. Descripción de Fallas 4000psi de 28 días con material natural

DESCRIPCION DE LA FALLA	GRAFICA DE LA FALLA DE NORMA NTC 673
<p>Muestra 1: Presenta una falla bien definida como se muestra en la figura tipo 3, es una con fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados. en la mitad del cilindro se concentro mas fuerte la falla.</p>	 <p>Tipo 3 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados</p> <p>Tipo 3 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados</p>
<p>Muestra 2: Presenta una falla bien definida como se muestra en la figura tipo 3, es una con fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados. en la mitad del cilindro se concentro mas fuerte la falla.</p>	
Foto Tomada: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.	

Fuente: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.


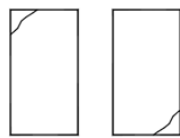
4.3.7 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 7 días de fraguado a cilindro de 5000 psi

Tabla 23. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales naturales de 5000 psi de 7 días

TABLAS DE ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES NATURALES						
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION		CILINDRO	RESISTENCIA ESPERADA CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA OBTENIDA DE CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA AL 62% - 68%
PRACTICANTES :	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO					
FECHA DE ENCOFRADO CILINDRO:	11 DE SEPTIEMBRE DE 2015		1	5000 P.S.I	2970 P.S.I.	3100 P.S.I
FECHA DE FALLA DE CILINDRO:	18 DE SEPTIEMBRE DE 2015					
RESISTENCIAS DE CILINDROS A FALLAR:	5000 P.S.I.		2	5000 P.S.I	3367 P.S.I.	
N° DE CILINDROS:	2					
DIAS DE FRAGUADO:	7					
ACTIVIDADES REALIZADAS:	Se retiran los cilindros de la alberca luego de esto se pesan arrojando para la primera muestra un valor de 13.300 kg y el segundo de 13.296 kg, terminada esta medicion se procede a ingresar a la maquina donde se colocan los discos de Neopreno y se verifica la posicion del cilindro, dando marcha a la maquina y luego se espera el resultado que este arroje.					
						
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:						
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORIZANO						

Fuente: Propia


Tabla 24. Descripción de Fallas 5000psi de 7 días con material natural

DESCRIPCION DE LA FALLA	GRAFICA DE LA FALLA DE NORMA NTC 673
<p>Muestra 1: Presenta una falla bien definida como se muestra en la figura tipo 3, es una con fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados, grietas grandes y muy visibles.</p>	 <p>Tipo 3 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados</p>
<p>Muestra 2: Presenta una falla en uno de los borde inferiores la cual segun la grafica seria de tipo 5, esta fractura ocurre cuando se ensaya con cabezales no adheridos al cilindro, antes de que haya sido alcanzada la capacidad ultima del cilindro.</p>	 <p>Tipo 5 fracturas en los lados en las encolumnadas a través de partes superior o inferior (ocurre comúnmete con cabezales no adheridos)</p>
Foto Tomada: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.	

Fuente: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresión de especimenes cilindricos de concreto.

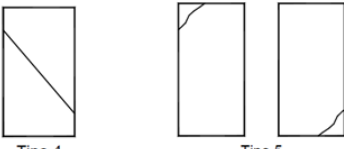
4.3.8 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 14 días de fraguado a cilindro de 5000 psi

Tabla 25. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales naturales de 5000 psi de 14 días

TABLAS DE ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES NATURALES					
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION	CILINDRO	RESISTENCIA ESPERADA CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA OBTENIDA DE CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA 81%-85%
PRACTICANTES :	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO				
FECHA DE ENCOFRADO CILINDRO:	11 DE SEPTIEMBRE DE 2015	1	5000 P.S.I	4052 P.S.I.	4050 P.S.I.
FECHA DE FALLA DE CILINDRO:	25 DE SEPTIEMBRE DE 2015				
RESISTENCIAS DE CILINDROS A FALLAR:	5000 P.S.I.	2	5000 P.S.I	4497 P.S.I.	
N° DE CILINDROS:	2				
DIAS DE FRAGUADO:	14				
ACTIVIDADES REALIZADAS: Se retiran los cilindros de la alberca luego de esto se pesan arrojando para la primera muestra un valor de 13.088 kg y el segundo de 13.256 kg , terminada esta medición se procede a ingresar a la maquina donde se colocan los discos de Neopreno y se verifica la posición del cilindro, dando marcha a la maquina y luego se espera el resultado que este arroje.					
					
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:					
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO:		ERBIN FERNANDO SOLORIZANO			

Fuente: Propia

Tabla 26. Descripción de Fallas 5000psi de 14 días con material natural

DESCRIPCION DE LA FALLA	GRAFICA DE LA FALLA DE NORMA NTC 673
Muestra 1: Presenta una falla bien definida como se muestra en la figura tipo 4, es una fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, ya que las dos partes superior e inferior quedaron intactas.	 <p>Tipo 4</p> <p>Tipo 5</p>
Muestra 1: Presenta una falla en uno de los borde inferiores la cual según la grafica sería de tipo 5, esta fractura ocurre cuando se ensaya con cabezales no adheridos al cilindro, antes de que haya sido alcanzada la capacidad última del cilindro.	<p>Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1</p> <p>fracturas en los lados en las artes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)</p> <p>Foto Tomada: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.</p>

Fuente: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.

4.3.9 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 28 días de fraguado a cilindro de 5000 psi

Tabla 27. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales naturales de 5000 psi de 28 días

TABLAS DE ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES NATURALES					
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION	CILINDRO	RESISTENCIA ESPERADA CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA OBTENIDA DE CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA 100%
PRACTICANTES :	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO				
FECHA DE ENCOFRADO CILINDRO:	02 DE SEPTIEMBRE DE 2015	1	5000 P.S.I	5272 P.S.I.	5000 p.s.i
FECHA DE FALLA DE CILINDRO:	30 DE SEPTIEMBRE DE 2015				
RESISTENCIAS DE CILINDROS A FALLAR:	5000 P.S.I.	2	5000 P.S.I	5085 P.S.I.	
N° DE CILINDROS:	2				
DIAS DE FRAGUADO:	28				

ACTIVIDADES REALIZADAS: Se retiran los cilindros de la alberca luego de esto se pesan arrojando para la primera muestra un valor de **13.216 kg** y el segundo de **13.094 kg**, terminada esta medición se procede a ingresar a la maquina donde se colocan los discos de Neopreno y se verifica la posición del cilindro, dando marcha a la maquina y luego se espera el resultado que este arroje.

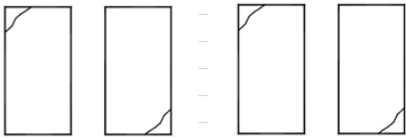


OBSERVACIONES Y NOVEDADES:

INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORZANO

Fuente: Propia

Tabla 28. Descripción de Fallas 5000psi de 28 días con material natural

DESCRIPCION DE LA FALLA	GRAFICA DE LA FALLA DE NORMA NTC 673
<p>Muestra 1: Presenta una falla en uno de los borde inferiores la cual segun la grafica seria de tipo 5, esta fractura ocurre cuando se ensaya con cabezales no adheridos al cilindro, antes de que haya sido alcanzada la capacidad ultima del cilindro.</p>	 <p>Tipo 5 fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmete con cabezales no adheridos)</p> <p>Tipo 5 fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmete con cabezales no adheridos)</p> <p>Foto Tomada: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilíndricos de concreto.</p>
<p>Muestra 2: Presenta una falla en uno de los borde inferiores la cual segun la grafica seria de tipo 5, esta fractura ocurre cuando se ensaya con cabezales no adheridos al cilindro, antes de que haya sido alcanzada la capacidad ultima del cilindro.</p>	

Fuente: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.

4.4 MODIFICACIÓN DE LA PROPORCIÓN DE AGREGADO GRUESO EN BUSQUEDA DE RESISTENCIAS DEL CONCRETO CON MATERIALES RECICLADOS SOLIDIFICADOS.

Se realizó el diseño de la mezcla para treinta y seis (36) muestras de cilindros los cuales serán dosificados y fundidos, para esto se basó en el método que ha implementado el autor de este libro donde se modificó el agregado grueso tomando proporciones de un 20 y 40% de material reciclado de demolición aclarando que este material solo puede ser extraído de algunas secciones de la edificación que se está demoliendo como columnas, vigas, placas, muros en concreto donde luego de pasar por un proceso de trituración y tamizado se incluye a la mezcla natural restandole el porcentaje de 20% y 40% respectivamente para posteriormente fallarlos a compresión y así poder obtener los resultados deseados, a continuación se dará a conocer el trabajo implementado para el desarrollo de esta actividad:

El total de cilindros de estos ensayos corresponde a 36 muestras las cuales reposarán por un total de 7, 14 y 28 días en las albercas de la universidad para que estos fraguen de la mejor manera posible y así mismo obtener los resultados esperados.

1. Seis (6) cilindros de 3000 P.S.I al 20%
2. Seis (6) cilindros de 4000 P.S.I al 20%
3. Seis (6) cilindros de 5000 P.S.I al 20%
4. Seis (6) cilindros de 3000 P.S.I al 40%
5. Seis (6) cilindros de 4000 P.S.I al 40%
6. Seis (6) cilindros de 5000 P.S.I al 40%

4.4.1 Tablas de diseños de las dosificaciones aplicando un 20 % y un 40% de material reciclado

Para estas muestras se reemplazó un 20% y un 40% de material natural, por material reciclado el cual está compuesto por cemento, arena, agregado grueso solidificado, el cual se ha triturado y se ha hecho pasar por un tamiz 1 ½, para obtener la cantidad adecuada para la dosificación de las muestras, a continuación mostraremos en las siguientes tablas los datos que se han obtenido de dicha

dosificación. A continuación podrá observarse en la tabla 4 y 5, las dosificaciones para un concreto reciclado de 3000 psi al 20% y 40%, al igual que en la 6 y 7, para un concreto reciclado de 4000 psi al 20% y 40%, finalmente la tabla 8 y 9, para un concreto de 5000 psi al 20% y 40%.

Tabla 29. Dosificación de un concreto de 3000 psi con un 20% de concreto reciclado

INGREDIENTES	PESO SECO KG/M3	PESO ESPECIFICO g/cm3	VOLUMEN ABSOLUTO L/M3
CEMENTO	400	3,1	129
AGUA	200	1	200
CONT AIRE	2	0,00095	2
AGRE GRUESO	840	2,44	344
AGRE FINO	599	2,51	239
AGREGADO RECICLADO	210	2,4	88
TOTAL	2251		1.001

Fuente: propia

Tabla 30. Dosificación de un concreto de 3000 psi con un 40% de concreto reciclado

INGREDIENTES	PESO SECO KG/M3	PESO ESPECIFICO g/cm3	VOLUMEN ABSOLUTO L/M3
CEMENTO	400	3,1	129
AGUA	200	1	200
CONT AIRE	2	0,00095	2
AGRE GRUESO	630	2,44	258
AGRE FINO	599	2,51	239
AGREGADO RECICLADO	420	2,4	175
TOTAL	2251		1.003

Fuente : propia

Tabla 31. Dosificación de un concreto de 4000 psi con un 20% de concreto reciclado

INGREDIENTES	PESO SECO KG/M3	PESO ESPECIFICO g/cm3	VOLUMEN ABSOLUTO L/M3
CEMENTO	487	3,1	157
AGUA	200	1	200
CONT AIRE	2	0,00095	2
AGRE GRUESO	840	2,44	344
AGRE FINO	529	2,51	211
AGREGADO RECICLADO	210	2,4	88
TOTAL	2268		1.002

Fuente : propia

Tabla 32. Dosificación de un concreto de 4000 psi con un 40% de concreto reciclado

INGREDIENTES	PESO SECO KG/M3	PESO ESPECIFICO g/cm3	VOLUMEN ABSOLUTO L/M3
CEMENTO	487	3,1	157
AGUA	200	1	200
CONT AIRE	2	0,00095	2
AGRE GRUESO	630	2,44	258
AGRE FINO	529	2,51	211
AGREGADO REICLADO	420	2,4	175
TOTAL	2268		1.003

Fuente: propia

Tabla 33. Dosificación de un concreto de 5000 psi con un 20% de concreto reciclado

INGREDIENTES	PESO SECO KG/M3	PESO ESPECIFICO g/cm3	VOLUMEN ABSOLUTO L/M3
CEMENTO	540	3,1	174
AGUA	200	1	200
CONT AIRE	2	0,00095	2
AGRE GRUESO	840	2,44	344
AGRE FINO	486	2,51	194
AGREGADO REICLADO	210	2,4	88
TOTAL	2278		1.001

Fuente: propia

Tabla 34. Dosificación de un concreto de 5000 psi con un 40% de concreto reciclado

INGREDIENTES	PESO SECO KG/M3	PESO ESPECIFICO g/cm3	VOLUMEN ABSOLUTO L/M3
CEMENTO	540	3,1	174
AGUA	200	1	200
CONT AIRE	2	0,00095	2
AGRE GRUESO	630	2,44	258
AGRE FINO	486	2,51	194
AGREGADO REICLADO	420	2,4	175
TOTAL	2278		1.003

Fuente: propia

4.4.2 Trabajos de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio para el desarrollo de las muestras de concreto con material reciclado

En estas actividades se realizó la preparación de los materiales para esto se utilizaron tamiz de 1"1/2 para el triturado reciclado, el agregado natural se hace pasar por un tamiz de 3/4", la arena se hizo pasar por un tamiz fino, hasta lograr las cantidades necesarias de acuerdo al diseño de la dosificación, así mismo se pesaron todos los materiales y se procede a encofrar los cilindros.

Actividades de preparación de materiales y equipos en el laboratorio el día 14 de octubre de 2015

Tabla 35. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 14 de octubre de 2015

TABLAS DE PREPARACION DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO			
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	PREPARACION DE MATERIALES	ACTIVIDADES REALIZADAS:	Se procede a realizar el pesaje de los materiales, grava, arena, cemento y agua de acuerdo al diseño de la dosificación para poder dar mezclado a estos materiales y así poder encofrarlos en las respectivas camisas, luego de esto son desencofradas e ingresadas a la alberca para continuar con el fraguado.
PRACTICANTES :	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO		
FECHA:	14 DE OCTUBRE DE 2015		
			
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:			
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO:		ERBIN FERNANDO SOLORZANO	

Fuente: Propia

Tabla 36. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 14 de octubre de 2015

TABLAS DE PREPARACION DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO			
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	PREPARACION DE MATERIALES	ACTIVIDADES REALIZADAS:	Se procede a realizar el pesaje de los materiales, grava , arena, cemento y agua de acuerdo al diseño de la dosificación para poder dar mezclado a estos materiales y asi poder encofrarlos en las respectivas camisas, luego de esto son desencofradas e ingresadas a la alberca para continuar con el fraguado.
PRACTICANTES :	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO		
FECHA:	14 DE OCTUBRE DE 2015		
			
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:			
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORZANO			

Fuente: Propia

Actividades de preparación de materiales y equipos en el laboratorio el día 15 de octubre de 2015

Tabla 37. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 15 de octubre de 2015

TABLAS DE PREPARACION DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO			
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	PREPARACION DE MATERIALES	ACTIVIDADES REALIZADAS:	Se procede a realizar el pesaje de los materiales, grava , arena, cemento y agua de acuerdo al diseño de la dosificación para poder dar mezclado a estos materiales y asi poder encofrarlos en las respectivas camisas, luego de esto son desencofradas e ingresadas a la alberca para continuar con el fraguado.
PRACTICANTES :	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO		
FECHA:	15 DE OCTUBRE DE 2015		
			
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:			
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORZANO			

Fuente: Propia

Actividades de preparación de materiales y equipos en el laboratorio el día 17 de octubre de 2015

Tabla 38. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 17 de octubre de 2015

TABLAS DE PREPARACION DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO			
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	PREPARACION DE MATERIALES	ACTIVIDADES REALIZADAS:	Se procede a realizar el pesaje de los materiales, grava , arena, cemento y agua de acuerdo al diseño de la dosificación para poder dar mezclado a estos materiales y asi poder encofrarlos en las respectivas camisas, luego de esto son desencofradas e ingresadas a la alberca para continuar con el aguada.
PRACTICANTES :	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO		
FECHA:	17 DE OCTUBRE DE 2015		
			
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:			
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORZANO			

Fuente: Propia

Tabla 39. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 17 de octubre de 2015

TABLAS DE PREPARACION DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO			
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	PREPARACION DE MATERIALES	ACTIVIDADES REALIZADAS:	Se procede a realizar el pesaje de los materiales, grava , arena, cemento y agua de acuerdo al diseño de la dosificación para poder dar mezclado a estos materiales y asi poder encofrarlos en las respectivas camisas, luego de esto son desencofradas e ingresadas a la alberca para continuar con el raguado.
PRACTICANTES :	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO		
FECHA:	17 DE OCTUBRE DE 2015		
			
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:			
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORZANO			

Fuente: Propia

Actividades de preparación de materiales y equipos en el laboratorio el día 29 de octubre de 2015

Tabla 40. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 29 de octubre de 2015

TABLAS DE PREPARACION DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO			
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	PREPARACION DE MATERIALES	ACTIVIDADES REALIZADAS:	Se procede a realizar el pesaje de los materiales, grava, arena, cemento y agua de acuerdo al diseño de la dosificación para poder dar mezclado a estos materiales y así poder encofrarlos en las respectivas camisas, luego de esto son desencofradas e ingresadas a la alberca para continuar con el fraguado.
PRACTICANTES :	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO		
FECHA:	29 DE OCTUBRE DE 2015		
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:			
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO:		ERBIN FERNANDO SOLORZANO	

Fuente: Propia

Actividades de preparación de materiales y equipos en el laboratorio el día 04 de noviembre de 2015

Tabla 41. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 04 de noviembre de 2015

Fuente: Propia

TABLAS DE PREPARACION DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO			
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	PREPARACION DE MATERIALES	ACTIVIDADES REALIZADAS:	Se procede a realizar el pesaje de los materiales, grava, arena, cemento y agua de acuerdo al diseño de la dosificación para poder dar mezclado a estos materiales y así poder encofrarlos en las respectivas camisas, luego de esto son desencofradas e ingresadas a la alberca para continuar con el fraguado.
PRACTICANTES :	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO		
FECHA:	04 DE NOVIEMBRE DE 2015		
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:			
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO:		ERBIN FERNANDO SOLORZANO	

Tabla 42. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 04 de noviembre de 2015

TABLAS DE PREPARACION DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO			
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	PREPARACION DE MATERIALES	ACTIVIDADES REALIZADAS:	Se procede a realizar el pesaje de los materiales, grava, arena, cemento y agua de acuerdo al diseño de la dosificación para poder dar mezclado a estos materiales y así poder encofrarlos en las respectivas camisas, luego de esto son desencofradas e ingresadas a la alberca para continuar con el fraguado.
PRACTICANTES :	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO		
FECHA:	04 DE NOVIEMBRE 2015		
			
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:			
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORZANO			

Fuente: Propia

Actividades de preparación de materiales y equipos en el laboratorio el día 04 de noviembre de 2015

Tabla 43. Tablas de preparación de los materiales y equipos utilizados en el laboratorio 14 de noviembre de 2015

TABLAS DE PREPARACION DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO			
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	PREPARACION DE MATERIALES	ACTIVIDADES REALIZADAS:	Se procede a realizar el pesaje de los materiales, grava, arena, cemento y agua de acuerdo al diseño de la dosificación para poder dar mezclado a estos materiales y así poder encofrarlos en las respectivas camisas, luego de esto son desencofradas e ingresadas a la alberca para continuar con el fraguado.
PRACTICANTES :	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO		
FECHA:	14 DE NOVIEMBRE DE 2015		
			
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:			
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORZANO			

Fuente: Propia

4.5 ENSAYOS A COMPRESIÓN APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON UN 20% DE MATERIAL RECICLADO.

En este ensayo a compresión se extrajeron de las albercas de la universidad dos cilindros de 7 dos de 14 y dos de 28 días, los cuales se fallaron en la maquina, utilizando dos discos de Neopreno, el cual es el encargado de dar simetría al cilindro, y a la vez se instalo en posición el deformimetro el cual por medio de videos obtuvimos los datos de cada deformación que se producía en el cilindro, luego de tener estos dos datos se promedian para dar un solo resultado.

4.5.1 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 7 días de fraguado a cilindro de 3000 psi

Tabla 44. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 3000psi a 7 días

TABLAS DE ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES RECICLADOS					
ENSAYOS CONCRETO RECICLADO CON UN 20% DE CONCRETO RECICLADO					
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION		CILINDRO	RESISTENCIA ESPERADA CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA OBTENIDA DE CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA 100%
PRACTICANTES : MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO					
FECHA DE ENCOFRADO CILINDRO: 14 DE OCTUBRE DE 2015		1	3000 P.S.I	2374 P.S.I	3000 p.s.i
FECHA DE FALLA DE CILINDRO: 21 DE OCTUBRE DE 2015					
RESISTENCIAS DE CILINDROS A FALLAR: 3000 P.S.I.		2	3000 P.S.I	2552 P.S.I.	
N° DE CILINDROS: 2					
DIAS DE FRAGUADO: 7					
ACTIVIDADES REALIZADAS: Se retiran los cilindros de la alberca luego de esto se pesan arrojando para la primera muestra un valor de 12.840 kg y el segundo de 13.006 kg, terminada esta medicion se procede a ingresar a la maquina donde se colocan los discos de Neopreno y se verifica la posición del cilindro, dando marcha a la maquina y luego se espera el resultado que este arroje.					
OBSERVACIONES Y INNOVACIONES:					
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO:		ERBIN FERNANDO SOLORIZANO			

Fuente: Propia


Tabla 45. Descripción de Fallas de 3000psi al 20% de agregado reciclado de 7 días

DESCRIPCION DE LA FALLA	GRAFICA DE LA FALLA DE NORMA NTC 673
Muestra 1: Presenta una falla en uno de los borde inferiores la cual segun la grafica seria de tipo 5, esta fractura ocurre cuando se ensaya con cabezales no adheridos al cilindro, antes de que haya sido alcanzada la capacidad ultima del cilindro.	<p>Tipo 5 fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmete con cabezales no adheridos)</p> <p>Tipo 6 Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo</p> <p>Foto Tomada: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.</p>
Muestra 2: Presenta una falla de tipo 5 el extremo del cilindro trata de ser puntiagudo, solo que la cara anterior no sufrio daño solo un lado casi hasta la mitad de especimen esto ocurre debido a las razones de la Muestra1.	

Fuente: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.

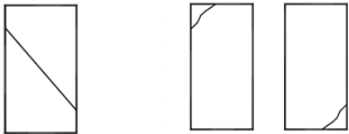
4.5.2 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 14 días de fraguado a cilindro de 3000 psi

Tabla 46. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 3000psi a 14 días

TABLAS DE ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES RECICLADOS			
ENSAYOS CONCRETO RECICLADO CON UN 20% DE CONCRETO RECICLADO			
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION	CILINDRO	RESISTENCIA ESPERADA CILINDRO P.S.I.
PRACTICANTES:	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO		RESISTENCIA OBTENIDA DE CILINDRO P.S.I.
FECHA DE ENCOFRADO CILINDRO:	14 DE OCTUBRE DE 2015	1	3000 P.S.I
FECHA DE FALLA DE CILINDRO:	28 DE OCTUBRE DE 2015		3055 P.S.I
RESISTENCIAS DE CILINDROS A FALLAR:	3000 P.S.I.	2	2908 P.S.I.
N° DE CILINDROS:	2		
DIAS DE FRAGUADO:	14		
ACTIVIDADES REALIZADAS:	Se retiran los cilindros de la alberca luego de esto se pesan arrojando para la primera muestra un valor de 12.860 kg y el segundo de 12.914 kg , terminada esta medicion se procede a ingresar a la maquina donde se colocan los discos de Neopreno y se verifica la posicion del cilindro, dando marcha a la maquina y luego se espera el resultado que este arroje.		
			
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:			
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO:	ERBIN FERNANDO SOLORIZANO		

Fuente: Propia

Tabla 47. Descripción de Fallas de 3000psi al 20% de agregado reciclado de 14 días

DESCRIPCION DE LA FALLA	GRAFICA DE LA FALLA DE NORMA NTC 673
<p>Muestra 1: Presenta una falla bien definida como se muestra en la figura tipo 4, es una fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, ya que las dos partes superior e inferior quedaron intactas.</p>	
<p>Muestra 2: Presenta una falla en uno de los borde inferiores la cual segun la grafica seria de tipo 5, esta fractura ocurre cuando se ensaya con cabezales no adheridos al cilindro, antes de que haya sido alcanzada la capacidad ultima del cilindro.</p>	<p>Tipo 4 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1</p> <p>Tipo 5 fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmete con cabezales no adheridos)</p> <p>Foto Tomada: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.</p>

Fuente: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.

4.5.3 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 28 días de fraguado a cilindro de 3000 psi

Tabla 48. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 3000psi a 28 días

TABLAS DE ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES REICLADOS					
ENSAYOS CONCRETO REICLADO CON UN 20% DE CONCRETO REICLADO					
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:		CILINDRO	RESISTENCIA ESPERADA CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA OBTENIDA DE CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA 100%
PRACTICANTES:					
MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO					
FECHA DE ENCOFRADO CILINDRO:		1	3000 P.S.I		
14 DE OCTUBRE DE 2015					
FECHA DE FALLA DE CILINDRO:		2	3000 P.S.I	3630 P.S.I	3000 p.s.i
11 DE NOVIEMBRE DE 2015					
RESISTENCIAS DE CILINDROS A FALLAR:					
3000 P.S.I					
N° DE CILINDROS:					
2					
DIAS DE FRAGUADO:					
28					
<p>ACTIVIDADES REALIZADAS: Se retiran los cilindros de la alberca luego de esto se pesan arrojando para la primera muestra un valor de 12.710 kg y el segundo de 12.868 kg, terminada esta medicion se procede a ingresar a la maquina donde se colocan los discos de Neopreno y se verifica la posicion del cilindro, dando marcha a la maquina y luego se espera el resultado que este arroje.</p>					
<p>OBSERVACIONES Y NOVEDADES:</p>					
<p>INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORZANO</p>					

Fuente: Propia

Tabla 49. Descripción de Fallas de 3000psi al 20% de agregado reciclado de 28 días

DESCRIPCION DE LA FALLA	GRAFICA DE LA FALLA DE NORMA NTC 673
<p>Muestra 1: Presenta una falla bien definida como se muestra en la figura tipo 4, es una fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, ya que las dos partes superior e inferior quedaron intactas.</p>	
<p>Muestra 2: Presenta perdida de material alrededor de la parte superior, llegando a la mitad del espécimen, es de tipo 2 (conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo.</p>	<p>Tipo 4 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1</p> <p>Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo</p>
<p>Foto Tomada: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.</p>	

Fuente: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.

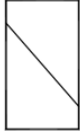
4.5.4 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 7 días de fraguado a cilindro de 4000 psi

Tabla 50. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 4000psi a 7 días

TABLAS DE ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES RECICLADOS					
ENSAYOS CONCRETO RECICLADO CON UN 20% DE CONCRETO RECICLADO					
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION	CILINDRO	RESISTENCIA ESPERADA CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA OBTENIDA DE CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA 100%
FRACTICANTES:	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO	1	4000 P.S.I	2999 P.S.I	4000 p.s.i
FECHA DE ENCOFRADO CILINDRO:	17 DE OCTUBRE DE 2015				
FECHA DE FALLA DE CILINDRO:	24 DE OCTUBRE	2	4000 P.S.I	3140 P.S.I	
RESISTENCIAS DE CILINDROS A FALLAR:	4000 P.S.I.				
N° DE CILINDROS:	2				
DIAS DE FRAGUADO:	7				
ACTIVIDADES REALIZADAS: Se retiran los cilindros de la alberca luego de esto se pesan arrojando para la primera muestra un valor de 13.016 kg y el segundo de 12.974 kg, terminada esta medición se procede a ingresar a la maquina donde se colocan los discos de Neopreno y se verifica la posición del cilindro, dando marcha a la maquina y luego se espera el resultado que este arroje.					
					
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:					
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORIZANO					

Fuente: Propia

Tabla 51. Descripción de Fallas de 4000psi al 20% de agregado reciclado de 7 días

DESCRIPCION DE LA FALLA	GRAFICA DE LA FALLA DE NORMA NTC 673
Muestra 1: Presenta una falla bien definida como se muestra en la figura tipo 4, es una fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, ya que las dos partes superior e inferior quedaron intactas.	 <p>Tipo 4</p> <p>Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1</p> <p>Foto Tomada: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.</p>
Muestra 2: Presenta una falla bien definida como se muestra en la figura tipo 4, es una fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, ya que las dos partes superior e inferior quedaron intactas.	

Fuente: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.

4.5.5 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 14 días de fraguado a cilindro de 4000 psi

Tabla 52. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 4000psi a 14 días

TABLAS DE ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES REICLADOS					
ENSAYOS CONCRETO REICLADO CON UN 20% DE CONCRETO REICLADO					
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION	CILINDRO	RESISTENCIA ESPERADA CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA OBTENIDA DE CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA 100%
PRACTICANTES:	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO	1	4000 P.S.I	3176 P.S.I	4000 p.s.i
FECHA DE ENCOFRADO CILINDRO:	17 DE OCTUBRE DE 2015				
FECHA DE FALLA DE CILINDRO:	31 DE OCTUBRE				
RESISTENCIAS DE CILINDROS A FALLAR:	4000 P.S.I.				
N° DE CILINDROS:	2	2	4000 P.S.I	3212 P.S.I	
DIAS DE FRAGUADO:	14				
ACTIVIDADES REALIZADAS: Se retiran los cilindros de la alberca luego de esto se pesan arrojando para la primera muestra un valor de 12.416 kg y el segundo de 12.999 kg , terminada esta medición se procede a ingresar a la maquina donde se colocan los discos de Neopreno y se verifica la posición del cilindro, dando marcha a la maquina y luego se espera el resultado que este arroje.					
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:					
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORIZANO					

Fuente: Propia


Tabla 53. Descripción de Fallas de 4000psi al 20% de agregado reciclado de 14 días

DESCRIPCION DE LA FALLA	GRAFICA DE LA FALLA DE NORMA NTC 673
<p>Muestra 1: Presenta perdida de material en el centro del cilindro, fisuras en parte superior e inferior es de tipo 2 (conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo).</p>	<p>Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo</p> <p>Tipo 1 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 25 mm (1 pulgada)</p> <p>Foto Tomada: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.</p>
<p>Muestra 2: Presenta una falla similar a la de tipo 1 (conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 25mm) las superficies</p>	

Fuente: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.

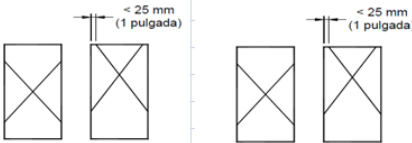
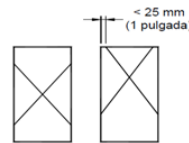
4.5.6 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 28 días de fraguado a cilindro de 4000 psi

Tabla 54. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 4000psi a 28 días

TABLAS DE ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES RECICLADOS				
ENSAYOS CONCRETO RECICLADO CON UN 20% DE CONCRETO RECICLADO				
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION			
FRACANTANTES:	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO			
FECHA DE ENCOFRADO CILINDRO:	17 DE OCTUBRE DE 2015			
FECHA DE FALLA DE CILINDRO:	14 DE NOVIEMBRE			
RESISTENCIAS DE CILINDROS A FALLAR:	4000 P.S.I.			
N° DE CILINDROS:	2			
DIAS DE FRAGUADO:	28			
ACTIVIDADES REALIZADAS:	Se retiran los cilindros de la alberca luego de esto se pesan arrojando para la primera muestra un valor de 13.010 kg y el segundo de 12.938 kg , terminada esta medición se procede a ingresar a la maquina donde se colocan los discos de Neopreno y se verifica la posición del cilindro, dando marcha a la maquina y luego se espera el resultado que este arroje.			
				
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:				
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO:	ERBIN FERNANDO SOLORZANO			

Fuente: Propia


Tabla 55. Descripción de Fallas de 4000psi al 20% de agregado reciclado de 28 días

DESCRIPCION DE LA FALLA	GRAFICA DE LA FALLA DE NORMA NTC 673
Muestra 1: Presenta una falla similar a la de tipo 1 (conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 25mm) las superficies	 <p style="text-align: center;">Tipo 1 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 25 mm (1 pulgada)</p>
Muestra 2: Presenta una falla similar a la de tipo 1 (conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 25mm) las superficies	 <p style="text-align: center;">Tipo 1 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 25 mm (1 pulgada)</p>
Foto Tomada: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.	

Fuente: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.


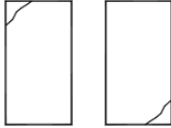
4.5.7 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 7 días de fraguado a cilindro de 5000 psi

Tabla 56. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 5000psi a 7 días

TABLAS DE ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES RECICLADOS					
ENSAYOS CONCRETO RECICLADO CON UN 20% DE CONCRETO RECICLADO					
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION	CILINDRO	RESISTENCIA ESPERADA CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA OBTENIDA DE CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA 100%
FRACRICANTES:	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO				
FECHA DE ENCOFRADO CILINDRO:	4 DE NOVIEMBRE DE 2015	1	5000 P.S.I	3145 P.S.I	5000 p.s.i
FECHA DE FALLA DE CILINDRO:	11 DE NOVIEMBRE DE 2015				
RESISTENCIAS DE CILINDROS A FALLAR:	5000 P.S.I.	2	5000 P.S.I	3176 P.S.I	
N° DE CILINDROS:	2				
DIAS DE FRAGUADO:	7				
ACTIVIDADES REALIZADAS: Se retiran los cilindros de la alberca luego de esto se pesan arrojando para la primera muestra un valor de 12.530 kg y el segundo de 12.430 kg , terminada esta medición se procede a ingresar a la maquina donde se colocan los discos de Neopreno y se verifica la posición del cilindro, dando marcha a la maquina y luego se espera el resultado que este arroje.					
					
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:					
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORIZANO					

Fuente: Propia


Tabla 57. Descripción de Fallas de 5000psi al 20% de agregado reciclado de 7 días

DESCRIPCION DE LA FALLA	GRAFICA DE LA FALLA DE NORMA NTC 673
Muestra 1: Presenta una falla bien definida como se muestra en la figura tipo 4, es una fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, hay pérdida de material en el centro del cilindro.	 <p>Tipo 4</p>
Muestra 2: Presenta una falla en uno de los borde superiores la cual se extiende hasta lamitad en una cara sería silimar a la de tipo 5, esta fractura ocurre cuando se ensaya con cabezales no adheridos al cilindro, antes de que haya sido alcanzada la capacidad ultima del cilindro.	 <p>Tipo 5</p>
	<p>Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1</p> <p>fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmete con cabezales no adheridos)</p> <p>Foto Tomada: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilíndricos de concreto.</p>

Fuente: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilíndricos de concreto.

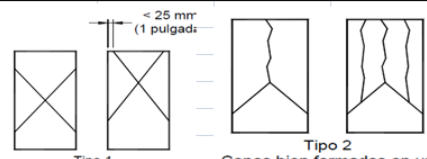
4.5.8 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 14 días de fraguado a cilindro de 5000 psi

Tabla 58. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 5000psi a 14 días

TABLAS DE ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES REICLADOS					
ENSAYOS CONCRETO REICLADO CON UN 20% DE CONCRETO REICLADO					
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION	CILINDRO	RESISTENCIA ESPERADA CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA OBTENIDA DE CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA 100%
PRACTICANTES:	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO				
FECHA DE ENCOFRADO CILINDRO:	4 DE NOVIEMBRE DE 2015	1	5000 P.S.I	3931 P.S.I.	5000 p.s.i
FECHA DE FALLA DE CILINDRO:	18 DE NOVIEMBRE DE 2015				
RESISTENCIAS DE CILINDROS A FALLAR:	5000 P.S.I.	2	5000 P.S.I	4113 P.S.I.	
N° DE CILINDROS:	2				
DIAS DE FRAGUADO:	14				
ACTIVIDADES REALIZADAS: Se retiran los cilindros de la alberca luego de esto se pesan arrojando para la primera muestra un valor de 12.452 kg y el segundo de 12.452 kg, terminada esta medición se procede a ingresar a la maquina donde se colocan los discos de Neopreno y se verifica la posición del cilindro, dando marcha a la maquina y luego se espera el resultado que este arroje.					
					
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:					
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORZANO					

Fuente: Propia


Tabla 59. Descripción de Fallas de 5000psi al 20% de agregado reciclado de 14 días

DESCRIPCION DE LA FALLA	GRAFICA DE LA FALLA DE NORMA NTC 673
<p>Muestra 1: Presenta una falla similar a la de tipo 1 (conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 25mm) las superficies</p>	 <p>Tipo 1 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 25 mm (1 pulgada)</p> <p>Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo</p> <p>Foto Tomada: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.</p>
<p>Muestra 2: Presenta perdida de material en el centro del cilindro, fisuras en parte superior es de tipo 2 (conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo).</p>	

Fuente: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.

4.5.9 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 28 días de fraguado a cilindro de 5000 psi

Tabla 60. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 5000psi a 28 días

TABLAS DE ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES RECICLADOS					
ENSAYOS CONCRETO RECICLADO CON UN 20% DE CONCRETO RECICLADO					
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION	CILINDRO	RESISTENCIA ESPERADA CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA OBTENIDA DE CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA 100%
PRACTICANTES:	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO				
FECHA DE ENCOFRADO CILINDRO:	4 DE NOVIEMBRE DE 2015	1	5000 P.S.I	4867 P.S.I.	5000 p.s.i
FECHA DE FALLA DE CILINDRO:	2 DE DICIEMBRE DE 2015				
RESISTENCIAS DE CILINDROS A FALLAR:	5000 P.S.I.	2	5000 P.S.I	4802 P.S.I.	
N° DE CILINDROS:	2				
DIAS DE FRAGUADO:	28				
ACTIVIDADES REALIZADAS: Se retiran los cilindros de la alberca luego de esto se pesan arrojando para la primera muestra un valor de 12.452 kg y el segundo de 12.452 kg, terminada esta medición se procede a ingresar a la maquina donde se colocan los discos de Neopreno y se verifica la posición del cilindro, dando marcha a la maquina y luego se espera el resultado que este arroje.					
					
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:					
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORIZANO					

Fuente: Propia

Tabla 61. Descripción de Fallas de 5000psi al 20% de agregado reciclado de 28 días

DESCRIPCION DE LA FALLA	GRAFICA DE LA FALLA PRESENTADA
Muestra 1: Presenta una falla en el centro del cilindro, pierde cerca de la mitad de una de las caras del cilindro, pero se presenta una falla en corte diagonal.	  <p>Tipo 5 fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmete con cabezales no adheridos)</p>
Muestra 2: Presenta una falla en uno de los borde superiores la cual se extiende hasta lamitad en una cara seria silimar a la de tipo 5, esta fractura ocurre cuando se ensaya con cabezales no adheridos al cilindro, antes de que haya sido alcanzada la capacidad ultima del cilindro.	<p>Fuente: Propia</p> <p>Foto Tomada: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.</p>


Fuente: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.

4.6 ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON UN 40% DE MATERIAL RECICLADO.

En este ensayo a compresión se extrajeron de las albercas de la universidad dos cilindros de 7 dos de 14 y dos de 28 días, los cuales se fallaron en la maquina, utilizando dos discos de Neopreno, el cual es el encargado de dar simetría al cilindro, y a la vez se instalo en posición el deformimetro el cual por medio de videos obtuvimos los datos de cada deformación que se producía en el cilindro, luego de tener estos dos datos se promedian para dar un solo resultado.

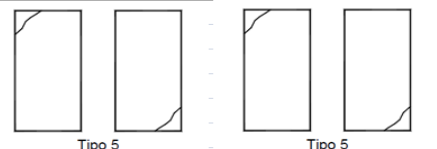
4.6.1 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 7 días de fraguado a cilindro de 3000 psi

Tabla 62. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 3000psi a 7 días

TABLAS DE ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES RECICLADOS						
ENSAYOS CONCRETO RECICLADO CON UN 40% DE CONCRETO RECICLADO						
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION			CILINDRO	RESISTENCIA ESPERADA CILINDRO P.S.I	RESISTENCIA OBTENIDA DE CILINDRO P.S.I	RESISTENCIA 100%
PRACTICANTES: MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO						
FECHA DE ENCOFRADO CILINDRO: 15 DE OCTUBRE DE 2015			1	3000 P.S.I	2910 P.S.I	3000 p.s.i
FECHA DE FALLA DE CILINDRO: 22 DE OCTUBRE DE 2015						
RESISTENCIAS DE CILINDROS A FALLAR: 3000 P.S.I			2	3000 P.S.I	2704 P.S.I	
N° DE CILINDROS: 2						
DIAS DE FRAGUADO: 7						
<p>ACTIVIDADES REALIZADAS: Se retiran los cilindros de la alberca luego de esto se pesan arrojando para la primera muestra un valor de 12.710 kg y el segundo de 12.910 kg, terminada esta medicion se procede a ingresar a la maquina donde se colocan los discos de Neopreno y se verifica la posicion del cilindro, dando marcha a la maquina y luego se espera el resultado que este arroje.</p>						
						
<p>OBSERVACIONES Y NOVEDADES:</p>						
<p>INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORZANO</p>						

Fuente: Propia


Tabla 63. Descripción de Fallas de 3000psi al 40% de agregado reciclado de 7 días

DESCRIPCION DE LA FALLA	GRAFICA DE LA FALLA DE NORMA NTC 673
<p>Muestra 1: Presenta una falla en uno de los borde inferiores la cual segun la grafica seria de tipo 5, esta fractura ocurre cuando se ensaya con cabezales no adheridos al cilindro, antes de que haya sido alcanzada la capacidad ultima del cilindro.</p>	 <p>Tipo 5</p> <p>fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmete con cabezales no adheridos)</p> <p>Tipo 5</p> <p>fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmete con cabezales no adheridos)</p> <p>Foto Tomada: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.</p>
<p>Muestra 1: Presenta una falla en uno de los borde inferiores la cual segun la grafica seria de tipo 5, esta fractura ocurre cuando se ensaya con cabezales no adheridos al cilindro, antes de que haya sido alcanzada la capacidad ultima del cilindro.</p>	

Fuente: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.

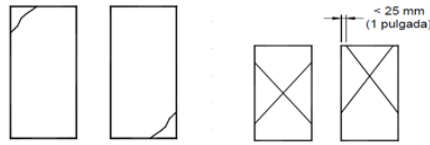
4.6.2 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 14 días de fraguado a cilindro de 3000 psi

Tabla 64. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 3000psi a 14 días

TABLAS DE ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES REICLADOS					
ENSAYOS CONCRETO REICLADO CON UN 40% DE CONCRETO REICLADO					
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION	CILINDRO	RESISTENCIA ESPERADA CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA OBTENIDA DE CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA 100%
FRACANTANTES:	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO				
FECHA DE ENCOFRADO CILINDRO:	15 DE OCTUBRE DE 2015	1	3000 P.S.I	3343 P.S.I.	3000 p.s.i
FECHA DE FALLA DE CILINDRO:	29 DE OCTUBRE DE 2015				
RESISTENCIAS DE CILINDROS A FALLAR:	3000 P.S.I.	2	3000 P.S.I	2704 P.S.I.	
N° DE CILINDROS:	2				
DIAS DE FRAGUADO:	14				
ACTIVIDADES REALIZADAS: Se retiran los cilindros de la alberca luego de esto se pesan arrojando para la primera muestra un valor de 12.952 kg y el segundo de 12.910 kg , terminada esta medición se procede a ingresar a la maquina donde se colocan los discos de Neopreno y se verifica la posición del cilindro, dando marcha a la maquina y luego se espera el resultado que este arroje.					
					
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:					
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORIZANO					

Fuente: Propia


Tabla 65. Descripción de Fallas de 3000psi al 40% de agregado reciclado de 14 días

DESCRIPCION DE LA FALLA	GRAFICA DE LA FALLA DE NORMA NTC 673
<p>Muestra 1: Presenta una falla en uno de los borde inferiores la cual segun la grafica seria de tipo 5, esta fractura ocurre cuando se ensaya con cabezales no adheridos al cilindro, antes de que haya sido alcanzada la capacidad ultima del cilindro.</p>	 <p>Tipo 5 fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmete con cabezales no adheridos)</p> <p>Tipo 1 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 25 mm (1 pulgada)</p>
<p>Muestra 2: Presenta una falla similar a la de tipo 1 (conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 25mm) las superficies</p>	
Foto Tomada: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.	

Fuente: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.

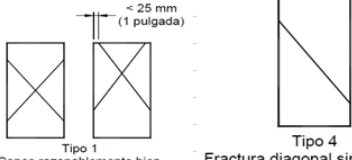
4.6.3 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 28 días de fraguado a cilindro de 3000 psi

Tabla 66. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 3000psi a 28 días

TABLAS DE ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES REICLADOS					
ENSAYOS CONCRETO REICLADO CON UN 40% DE CONCRETO REICLADO					
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:		ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION			
PRACTICANTES:		MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO			
FECHA DE ENCOFRADO CILINDRO:		15 DE OCTUBRE DE 2015			
FECHA DE FALLA DE CILINDRO:		12 DE SEPTIEMBRE			
RESISTENCIAS DE CILINDROS A FALLAR:		3000 P.S.I.			
N° DE CILINDROS:		2			
DIAS DE FRAGUADO:		28			
<p>ACTIVIDADES REALIZADAS: Se retiran los cilindros de la alberca luego de esto se pesan arrojando para la primera muestra un valor de 12.952 kg y el segundo de 13.132 kg, terminada esta medicion se procede a ingresar a la maquina donde se colocan los discos de Neopreno y se verifica la posicion del cilindro, dando marcha a la maquina y luego se espera el resultado que este arroje.</p>					
					
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:					
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO:		ERBIN FERNANDO SOLORIZANO			

Fuente: Propia


Tabla 67. Descripción de Fallas de 3000psi al 40% de agregado reciclado de 28 días

DESCRIPCION DE LA FALLA	GRAFICA DE LA FALLA DE NORMA NTC 673
<p>Muestra 1: Presenta una falla similar a la de tipo 1 (conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 25mm) las superficies</p>	 <p>Tipo 1 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 25 mm (1 pulgada)</p> <p>Tipo 4 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1</p> <p>Foto Tomada: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.</p>
<p>Muestra 2: Presenta una falla bien definida como se muestra en la figura tipo 4, es una fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, hay perdida de material en el centro del cilindro.</p>	

Fuente: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.

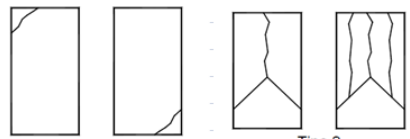
4.6.4 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 7 días de fraguado a cilindro de 4000 psi

Tabla 68. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 4000psi a 7 días

TABLAS DE ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES REICLADOS					
ENSAYOS CONCRETO REICLADO CON UN 40% DE CONCRETO REICLADO					
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION		CILINDRO	RESISTENCIA ESPERADA CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA OBTENIDA DE CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA 100%
PRACTICANTES : MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO		1	4000 P.S.I	3624 P.S.I.	4000 p.s.i
FECHA DE ENCOFRADO CILINDRO: 29 DE OCTUBRE DE 2015					
FECHA DE FALLA DE CILINDRO: 05 DE NOVIEMBRE					
RESISTENCIAS DE CILINDROS A FALLAR: 4000 P.S.I.					
N° DE CILINDROS: 2		2	4000 P.S.I	3963 P.S.I.	
DIAS DE FRAGUADO: 7					
<p>ACTIVIDADES REALIZADAS: Se retiran los cilindros de la alberca luego de esto se pesan arrojando para la primera muestra un valor de 12.614 kg y el segundo de 12.708 kg, terminada esta medicion se procede a ingresar a la maquina donde se colocan los discos de Neopreno y se verifica la posicion del cilindro, dando marcha a la maquina y luego se espera el resultado que este arroje.</p>					
					
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:					
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORIZANO					

Fuente: propia

Tabla 69. Descripción de Fallas de 4000psi al 40% de agregado reciclado de 7 días

DESCRIPCION DE LA FALLA	GRAFICA DE LA FALLA DE NORMA NTC 673
<p>Muestra 1: Presenta una falla en uno de los borde superiores la cual se extiende hasta lamitad en una cara sería silimar a la de tipo 5, esta fractura ocurre cuando se ensaya con cabezales no adheridos al cilindro, antes de que haya sido alcanzada la capacidad ultima del cilindro.</p>	 <p>Tipo 5 fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmete con cabezales no adheridos)</p> <p>Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo</p> <p>Foto Tomada: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.</p>
<p>Muestra 2: Presenta perdida de material en el centro del cilindro, fisuras en parte superior es de tipo 2 (conos bien formados en un extremo, fisuras verticales atraves de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo).</p>	

Fuente: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.

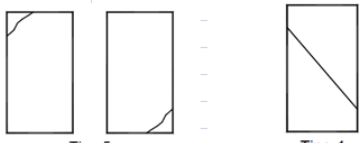
4.6.5 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 14 días de fraguado a cilindro de 4000 psi

Tabla 70. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 4000psi a 14 días

TABLAS DE ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES REICLADOS						
ENSAYOS CONCRETO REICLADO CON UN 40% DE CONCRETO REICLADO						
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION		CILINDRO	RESISTENCIA ESPERADA CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA OBTENIDA DE CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA 100%
PRACTICANTES :	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO					
FECHA DE ENCOFRADO CILINDRO:	29 DE OCTUBRE DE 2015		1	4000 P.S.I	3673 P.S.I.	4000 p.s.i
FECHA DE FALLA DE CILINDRO:	12 DE NOVIEMBRE					
RESISTENCIAS DE CILINDROS A FALLAR:	4000 P.S.I.		2	4000 P.S.I	3292 P.S.I.	
N° DE CILINDROS:	2					
DIAS DE FRAGUADO:	14					
ACTIVIDADES REALIZADAS:	Se retiran los cilindros de la alberca luego de esto se pesan arrojando para la primera muestra un valor de 12.836 kg y el segundo de 12.792 kg , terminada esta medicion se procede a ingresar a la maquina donde se colocan los discos de Neopreno y se verifica la posición del cilindro, dando marcha a la maquina y luego se espera el resultado que este arroje.					
						
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:						
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORIZANO						

Fuente: Propia

Tabla 71. Descripción de Fallas de 4000psi al 40% de agregado reciclado de 14 días

DESCRIPCION DE LA FALLA	GRAFICA DE LA FALLA DE NORMA NTC 673
Muestra 1: Presenta una falla en uno de los borde superiores la cual se extiende hasta casi al final del otro borde con muy pocas fisuras, con perdida de material.tiene similitudes con la foto de tipo 5.	 <p>Tipo 5 fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmete con cabezales no adheridos)</p> <p>Tipo 4 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1</p>
Muestra 2: Presenta una falla bien definida como se muestra en la figura tipo 4, es una fractura diagonal sin fisuras atraves de los extremos, hay perdida de material en el centro del cilindro.	
Foto Tomada: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.	

Fuente: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.

4.6.6 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 28 días de fraguado a cilindro de 4000 psi

Tabla 72. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 4000psi a 28 días

TABLAS DE ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES REICLADOS					
ENSAYOS CONCRETO REICLADO CON UN 40% DE CONCRETO REICLADO					
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION	CILINDRO	RESISTENCIA ESPERADA CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA OBTENIDA DE CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA 100%
PRACTICANTES :	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO				
FECHA DE ENCOFRADO CILINDRO:	29 DE OCTUBRE DE 2015	1	4000 P.S.I	4619 P.S.I.	4000 p.s.i
FECHA DE FALLA DE CILINDRO:	26 DE NOVIEMBRE				
RESISTENCIAS DE CILINDROS A FALLAR:	4000 P.S.I.	2	4000 P.S.I	4657 P.S.I.	
N° DE CILINDROS:	2				
DIAS DE FRAGUADO:	28				
ACTIVIDADES REALIZADAS: Se retiran los cilindros de la alberca luego de esto se pesan arrojando para la primera muestra un valor de 12.822 kg y el segundo de 12.898 kg , terminada esta medicion se procede a ingresar a la maquina donde se colocan los discos de Neopreno y se verifica la posición del cilindro, dando marcha a la maquina y luego se espera el resultado que este arroje.					
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:					
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORIZANO					

Fuente: Propia


Tabla 73. Descripción de Fallas de 4000psi al 40% de agregado reciclado de 28 días

DESCRIPCION DE LA FALLA	GRAFICA DE LA FALLA DE NORMA NTC 673
<p>Muestra 1: Presenta perdida de material en el centro del cilindro, fisuras en parte superior es de tipo 2 (conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo).</p>	<p>Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo</p> <p>Tipo 3 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados</p>
<p>Muestra 2: Presenta una falla bien definida como se muestra en la figura tipo 3, es una con fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados, grietas grandes y muy visibles.</p>	<p>Foto Tomada: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.</p>

Fuente: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.

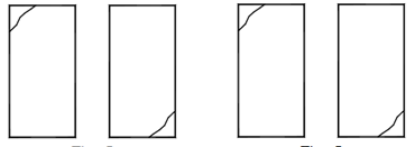
4.6.7 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 7 días de fraguado a cilindro de 5000 psi

Tabla 74. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 5000psi a 7 días

TABLAS DE ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES REICLADOS					
ENSAYOS CONCRETO REICLADO CON UN 40% DE CONCRETO REICLADO					
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION	CILINDRO	RESISTENCIA ESPERADA CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA OBTENIDA DE CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA 100%
PRACTICANTES :	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO				
FECHA DE ENCOFRADO CILINDRO:	14 DE NOVIEMBRE DE 2015	1	5000 P.S.I	4127 P.S.I.	5000 p.s.i
FECHA DE FALLA DE CILINDRO:	21 NOVIEMBRE DE 2015				
RESISTENCIAS DE CILINDROS A FALLAR:	5000 P.S.I.	2	5000 P.S.I	4142 P.S.I.	
N° DE CILINDROS:	2				
DIAS DE FRAGUADO:	7				
ACTIVIDADES REALIZADAS:	Se retiran los cilindros de la alberca luego de esto se pesan arrojando para la primera muestra un valor de 12.486 kg y el segundo de 12.566 kg , terminada esta medicion se procede a ingresar a la maquina donde se colocan los discos de Neopreno y se verifica la posicion del cilindro, dando marcha a la maquina y luego se espera el resultado que este arroje.				
					
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:					
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO: ERBIN FERNANDO SOLORIZANO					

Fuente: Propia

Tabla 75. Descripción de Fallas de 5000psi al 40% de agregado reciclado de 7 días

DESCRIPCION DE LA FALLA	GRAFICA DE LA FALLA DE NORMA NTC 673
Muestra 1: Presenta una falla en uno de los borde inferiores la cual segun la grafica seria de tipo 5, esta fractura ocurre cuando se ensaya con cabezales no adheridos al cilindro, antes de que haya sido alcanzada la capacidad ultima del cilindro.	 <p>Tipo 5 fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmete con cabezales no adheridos)</p> <p>Tipo 5 fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmete con cabezales no adheridos)</p>
Muestra 1: Presenta una falla en uno de los borde inferiores la cual segun la grafica seria de tipo 5, esta fractura ocurre cuando se ensaya con cabezales no adheridos al cilindro, antes de que haya sido alcanzada la capacidad ultima del cilindro.	<p>Foto Tomada: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.</p>

Fuente: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.

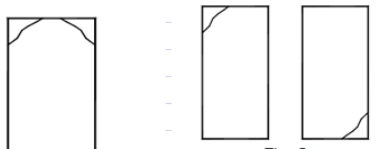
4.6.8 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 14 días de fraguado a cilindro de 5000 psi

Tabla 76. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 5000psi a 14 días

TABLAS DE ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES REICLADOS					
ENSAYOS CONCRETO REICLADO CON UN 40% DE CONCRETO REICLADO					
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION	CILINDRO	RESISTENCIA ESPERADA CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA OBTENIDA DE CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA 100%
PRATICANTES :	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO	1	5000 P.S.I	4615 P.S.I.	5000 p.s.i
FECHA DE ENCOFRADO CILINDRO:	14 DE NOVIEMBRE DE 2015	2	5000 P.S.I	4559 P.S.I.	
FECHA DE FALLA DE CILINDRO:	28 NOVIEMBRE DE 2015				
RESISTENCIAS DE CILINDROS A FALLAR:	5000 P.S.I.				
N° DE CILINDROS:	2				
DIAS DE FRAGUADO:	14				
ACTIVIDADES REALIZADAS:		Se retiran los cilindros de la alberca luego de esto se pesan arrojando para la primera muestra un valor de 12.638 kg y el segundo de 12.630 kg , terminada esta medicion se procede a ingresar a la maquina donde se colocan los discos de Neopreno y se verifica la posicion del cilindro, dando marcha a la maquina y luego se espera el resultado que este arroje.			
					
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:					
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO:		ERBIN FERNANDO SOLORIZANO			

Fuente: Propia

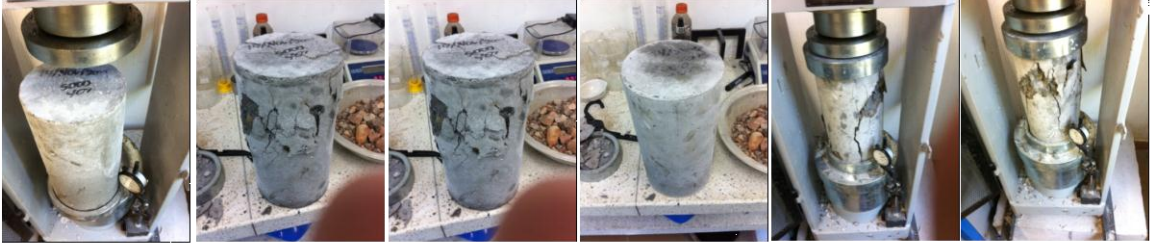
Tabla 77. Descripción de Fallas de 5000psi al 40% de agregado reciclado de 14 días

DESCRIPCION DE LA FALLA	GRAFICA DE LA FALLA DE NORMA NTC 673
<p>Muestra 1: Presenta una falla de tipo 5 el extremo del cilindro trata de ser puntiagudo, solo que la cara anterior no sufrio daño solo un lado casi hasta la mitad de especimen esto ocurre debido a las razones de la Muestra1.</p> <p>Muestra 2: Presenta una falla en uno de los borde inferiores la cual segun la grafica seria de tipo 5, esta fractura ocurre cuando se ensaya con cabezales no adheridos al cilindro, antes de que haya sido alcanzada la capacidad ultima del cilindro.</p>	 <p>Tipo 6 Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo</p> <p>Tipo 5 fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmete con cabezales no adheridos)</p> <p>Foto Tomada: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.</p>

Fuente: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.

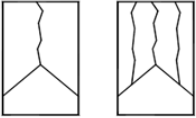

4.6.9 Seguimiento de ensayo a compresión realizado a los 28 días de fraguado a cilindro de 5000 psi

Tabla 78. Tablas de ensayos a compresión aplicados a los cilindros con materiales reciclados de 5000psi a 28 días

TABLAS DE ENSAYOS A COMPRESION APLICADOS A LOS CILINDROS DE CONCRETO CON MATERIALES REICLADOS					
ENSAYOS CONCRETO REICLADO CON UN 40% DE CONCRETO REICLADO					
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION	CILINDRO	RESISTENCIA ESPERADA CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA OBTENIDA DE CILINDRO P.S.I.	RESISTENCIA 100%
PRACTICANTES :	MARLON JOSE CRUZ - NICOLAS MORENO	1	5000 P.S.I	5100 P.S.I.	5000 p.s.i
FECHA DE ENCOFRADO CILINDRO:	14 DE NOVIEMBRE DE 2015	2	5000 P.S.I	5005 P.S.I.	
FECHA DE FALLA DE CILINDRO:	12 DICIEMBRE DE 2015				
RESISTENCIAS DE CILINDROS A FALLAR:	5000 P.S.I.				
N° DE CILINDROS:	2				
DIAS DE FRAGUADO:	28				
ACTIVIDADES REALIZADAS:		Se retiran los cilindros de la alberca luego de esto se pesan arrojando para la primera muestra un valor de 12.633 kg y el segundo de 12.630 kg , terminada esta medicion se procede a ingresar a la maquina donde se colocan los discos de Neopreno y se verifica la posicion del cilindro, dando marcha a la maquina y luego se espera el resultado que este arroje.			
					
OBSERVACIONES Y NOVEDADES:					
INGENIERO ENCARGADO LABORATORIO:		ERBIN FERNANDO SOLORIZANO			

Fuente: Propia

Tabla 79. Descripción de Fallas de 5000psi al 40% de agregado reciclado de 28 días

DESCRIPCION DE LA FALLA	GRAFICA DE LA FALLA DE NORMA NTC 673
<p>Muestra 1: Presenta perdida de material en el centro del cilindro, fisuras en parte superior es de tipo 2 (conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo).</p>	 <p>Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo</p>
<p>Muestra 2: Presenta una falla bien definida como se muestra en la figura tipo 3, es una con fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados, grietas grandes y muy visibles.</p>	 <p>Tipo 3 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados</p>
Foto Tomada: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.	

Fuente: NTC 673 Ensayo de Resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.

4.7 PROPIEDADES MECANICAS DE CILINDROS RECICLADOS

En la investigación que se realizo con las fallas de los cilindros a compresión se tomaron datos con respecto al esfuerzo (MPA) y la fuerza (KN) que arrojaba la maquina, además de esto se instalo en la maquina un deformimetro de lectura cada 10 milésimas de pulgada, luego de esto se tomaron unos videos en el laboratorio para poder grabar el tiempo exacto en que la aguja pasa de 10 en 10 y así registrar por medio de este dato el esfuerzo y la fuerza exacta cada 10, luego con estos registros se calcula la grafica de modulo de elasticidad y modulo de rigidez.

Calcular por medio de dos graficas el modulo de elasticidad y el modulo de rigidez para cada una de las muestras ce concreto reciclado del 20% y 40 %.

Formula de Esfuerzo

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Formula de deformación Unitaria

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L}$$

Los ensayos son realizados bajo la máquina de proveedor Pinzuar esta se encuentra en el laboratorio de materiales de la universidad Minuto de Dios, esta cuenta con discos removibles de Neopreno, la cual cumple con los requisitos de ensayos. Todos estos fueron realizados en base a las recomendaciones de la Norma NTC 673.

Nota: Los ensayos realizados a continuación se realizaron por medio de un deformimetro el cual es instalado a la maquina, no se pudo contar con este dispositivo para algunos ensayos ya que no se encontraba disponible en el momento de fallar más muestras, por tal motivo no se cuentan con las siguientes lecturas:

3000 al 20% a 2 muestras de 7 días (no se calculo deformación)

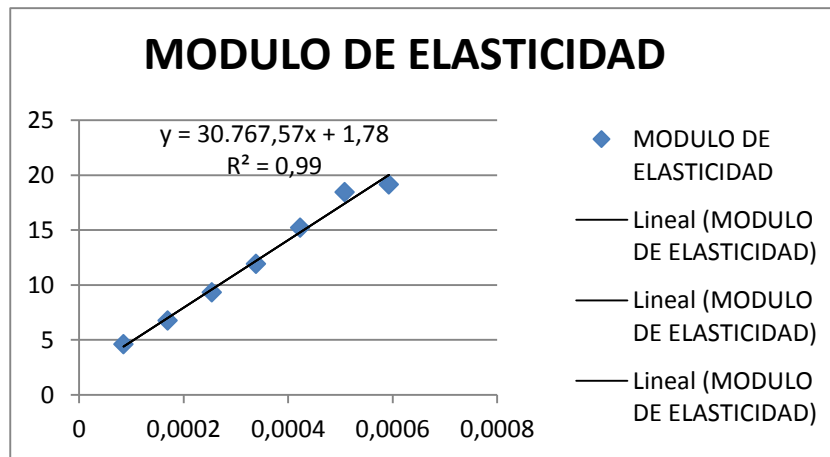
3000 al 40% 1 muestra de 14 días (no se calculo deformación)

4000 al 20% 1 muestra de 7 días (no se calculo deformación)

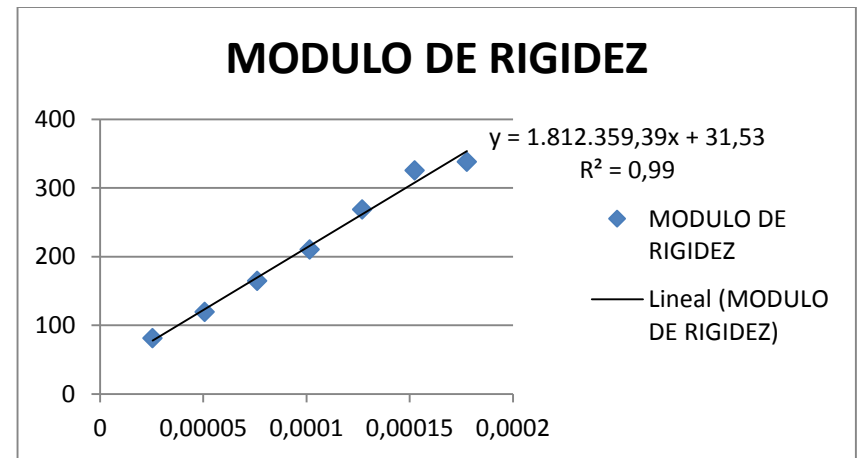
4.7.1 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 3000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 14 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMACION (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
3000 psi FALLADOS A LOS 14 DIAS CON UN 20% DE AGREGADO RECICLADO	81,2	0,15	0,0176	4,594	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	119,6	0,15	0,0176	6,767	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	164,68	0,15	0,0176	9,318	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	210,74	0,15	0,0176	11,925	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	269	0,15	0,0176	15,222	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	325,92	0,15	0,0176	18,443	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	338,53	0,15	0,0176	19,156	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667

Fuente: Propia



Fuente: Propia

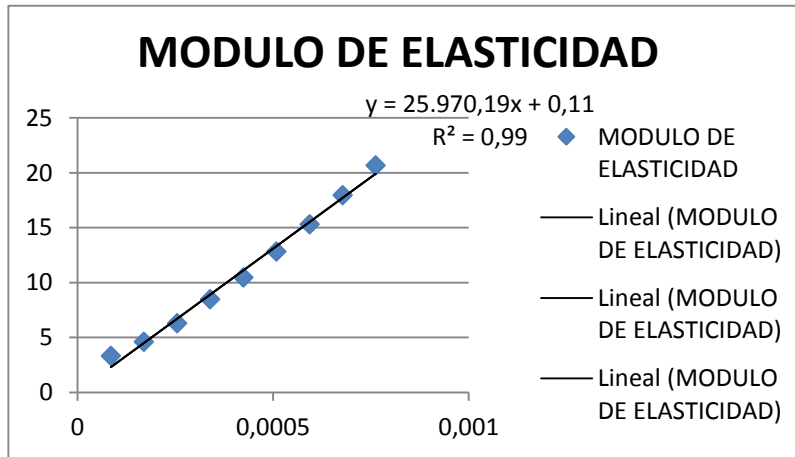


Fuente: Propia

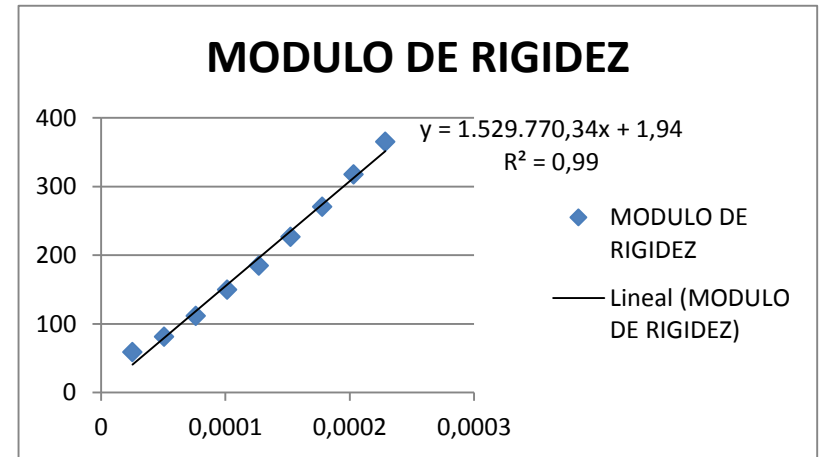
4.7.2 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 3000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 14 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMACION (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
3000 psi FALLADOS A LOS 14 DIAS CON UN 20% DE AGREGADO RECICLADO	58,62	0,15	0,0176	3,3172	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	81,22	0,15	0,0176	4,5961	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	111,35	0,15	0,0176	6,3011	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	149,64	0,15	0,0176	8,4678	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	184,91	0,15	0,0176	10,4637	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	226,86	0,15	0,0176	12,8376	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	270,64	0,15	0,0176	15,3150	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	317,41	0,15	0,0176	17,9617	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333
	365,37	0,15	0,0176	20,6757	0,009	0,0002286	0,30	0,000762

Fuente: Propia



Fuente: Propia

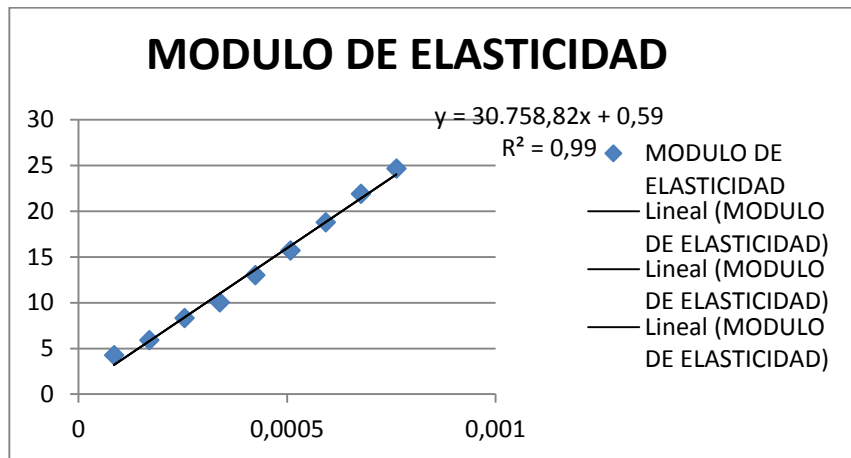


Fuente: Propia

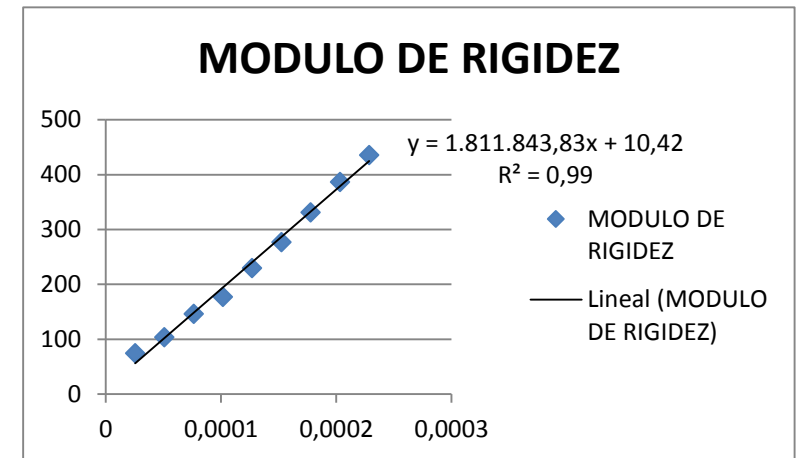
4.7.3 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 3000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 28 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMACION (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
3000 psi FALLADOS A LOS 28 DIAS CON UN 20% DE AGREGADO RECICLADO	74,84	0,15	0,01767	4,2350	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	104,2	0,15	0,01767	5,8965	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	146,81	0,15	0,01767	8,3077	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	177,43	0,15	0,01767	10,0404	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	229,77	0,15	0,01767	13,0023	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	277,45	0,15	0,01767	15,7004	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	331,63	0,15	0,01767	18,7664	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	386,73	0,15	0,01767	21,8844	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333
	435,84	0,15	0,01767	24,6634	0,009	0,0002286	0,30	0,000762

Fuente: Propia



Fuente: Propia

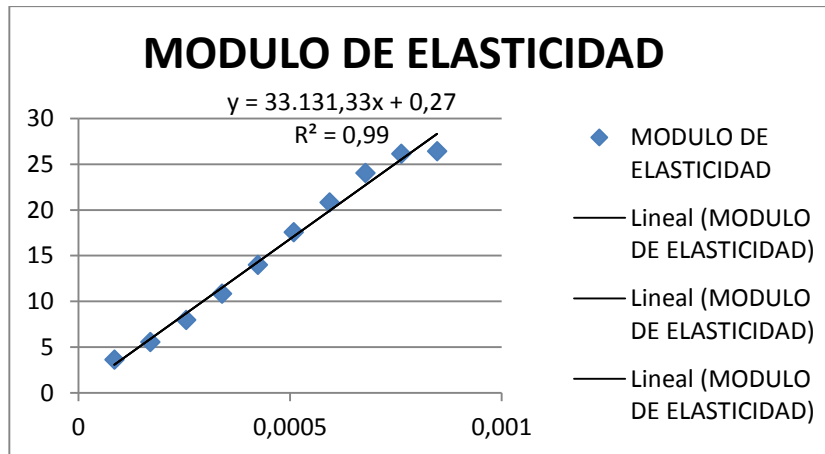


Fuente: Propia

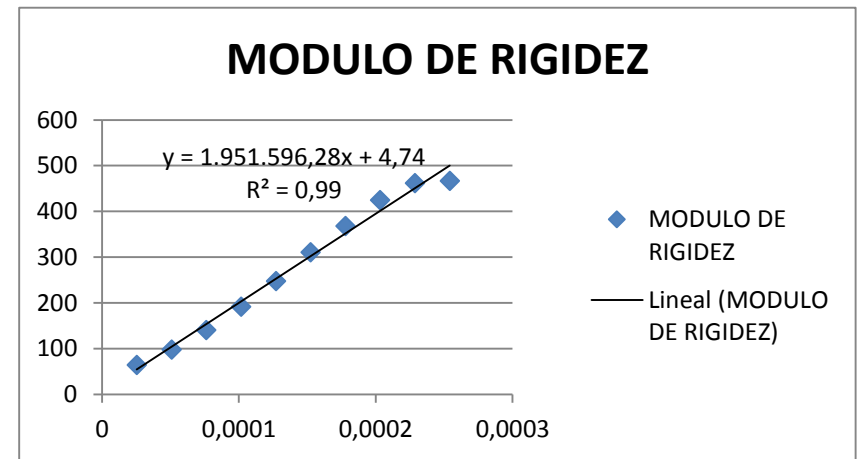
4.7.4 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 3000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 28 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMACION (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
3000 psi FALLADOS A LOS 28 DIAS CON UN 20% DE AGREGADO RECICLADO	64,32	0,15	0,01767	3,6397	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	98,15	0,15	0,01767	5,5541	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	140,86	0,15	0,01767	7,9710	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	191,52	0,15	0,01767	10,837	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	247,5	0,15	0,01767	14,0056	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	310,35	0,15	0,01767	17,5622	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	367,72	0,15	0,01767	20,8086	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	424,79	0,15	0,01767	24,0381	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333
	461,67	0,15	0,01767	26,1251	0,009	0,0002286	0,30	0,000762
	466,92	0,15	0,01767	26,4222	0,01	0,000254	0,30	0,000846667

Fuente: Propia



Fuente: Propia

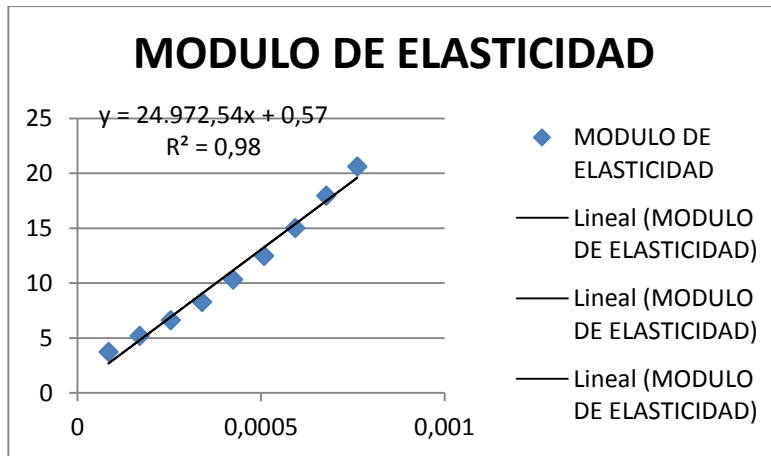


Fuente: Propia

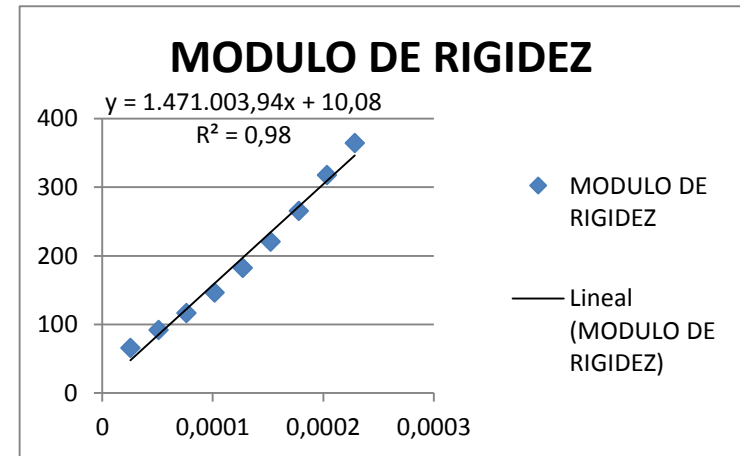
4.7.5 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 3000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 7 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMIMETRO (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
3000 psi FALLADOS A LOS 7 DIAS CON UN 40% DE AGREGADO RECICLADO	65,97	0,15	0,01767	3,7331	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	91,88	0,15	0,01767	5,1993	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	116,91	0,15	0,01767	6,6157	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	146,6	0,15	0,01767	8,2958	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	182,68	0,15	0,01767	10,3375	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	220,68	0,15	0,01767	12,4879	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	265,35	0,15	0,01767	15,0157	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	317,67	0,15	0,01767	17,9764	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333
	364,34	0,15	0,01767	20,6174	0,009	0,0002286	0,30	0,000762

Fuente: Propia



Fuente: Propia

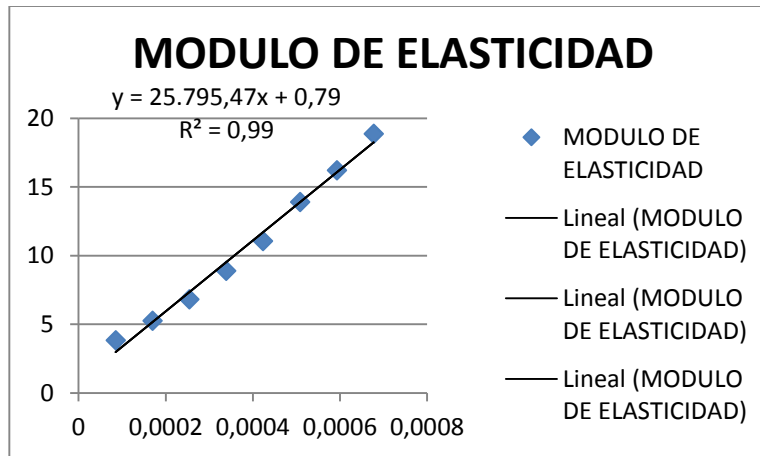


Fuente: Propia

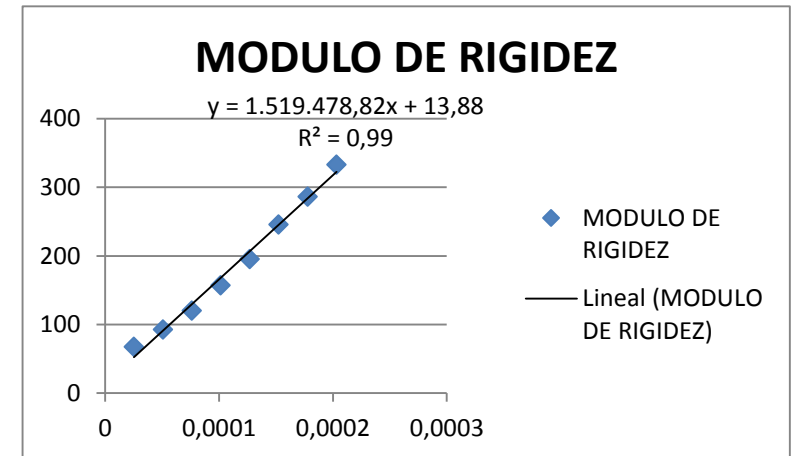
4.7.6 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 3000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 7 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMACION (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
3000 psi FALLADOS A LOS 7 DIAS CON UN 40% DE AGREGADO RECICLADO	67,81	0,15	0,0176	3,8372	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	93,15	0,15	0,0176	5,2712	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	120,54	0,15	0,0176	6,8211	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	157,28	0,15	0,0176	8,9002	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	195,53	0,15	0,0176	11,0647	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	246,01	0,15	0,0176	13,9213	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	286,63	0,15	0,0176	16,2199	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	333,51	0,15	0,01767	18,8728	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333

Fuente: Propia



Fuente: Propia

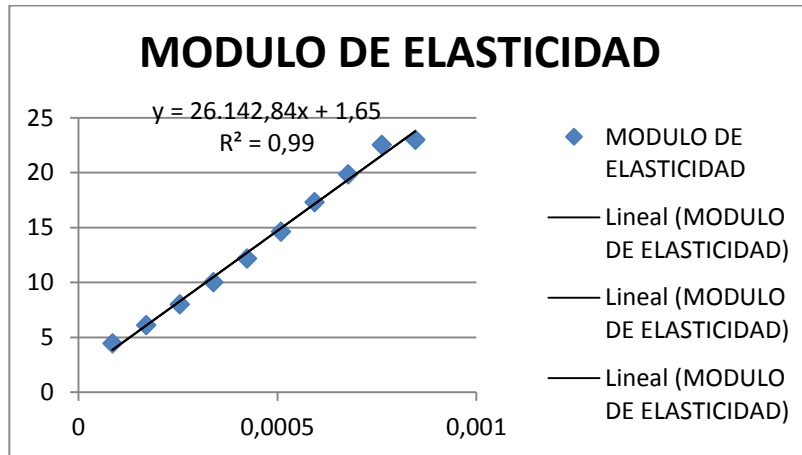


Fuente: Propia

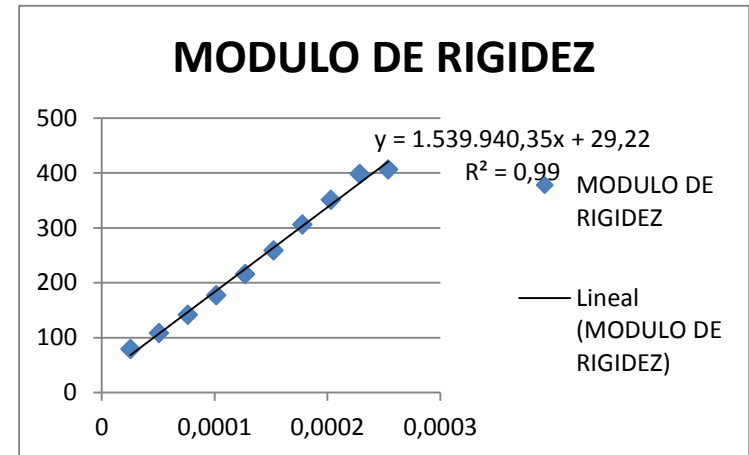
4.7.7 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 3000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 14 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMACION (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
3000 psi FALLADOS A LOS 14 DIAS CON UN 40% DE AGREGADO RECICLADO	79,07	0,15	0,0176	4,4744	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	108,56	0,15	0,0176	6,1432	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	141,87	0,15	0,0176	8,0281	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	177,2	0,15	0,0176	10,0274	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	215,61	0,15	0,0176	12,2010	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	258,78	0,15	0,0176	14,6439	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	306,17	0,15	0,0176	17,3256	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	351,28	0,15	0,0176	19,8783	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333
	398,3	0,15	0,0176	22,5391	0,009	0,0002286	0,30	0,000762
	406,69	0,15	0,0176	23,0139	0,01	0,000254	0,30	0,000846667

Fuente: Propia



Fuente: Propia

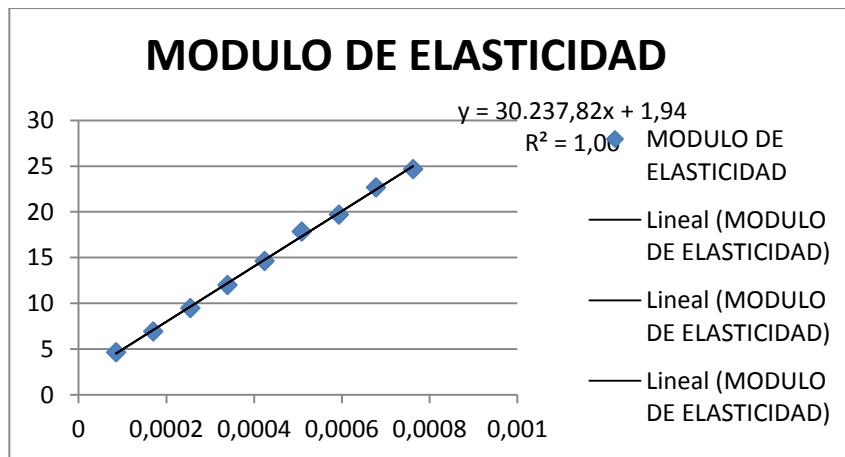


Fuente: Propia

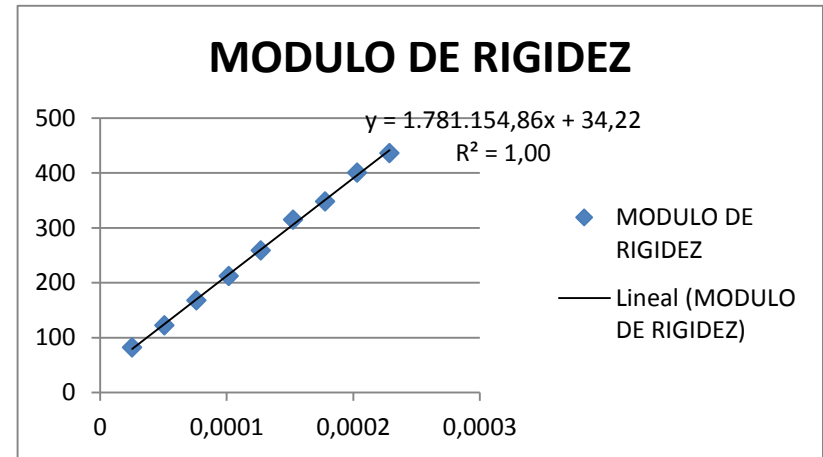
4.7.8 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 3000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 28 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMACION (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
3000 psi FALLADOS A LOS 28 DIAS CON UN 40% DE AGREGADO RECICLADO	82,26	0,15	0,01767	4,6549	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	122,45	0,15	0,01767	6,9292	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	167,68	0,15	0,01767	9,4887	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	212,37	0,15	0,01767	12,0176	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	258,67	0,15	0,01767	14,6377	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	315,14	0,15	0,01767	17,8332	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	348,28	0,15	0,01767	19,7086	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	400,9	0,15	0,01767	22,6862	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333
	436,05	0,15	0,01767	24,6753	0,009	0,0002286	0,30	0,000762

Fuente: Propia



Fuente: propia

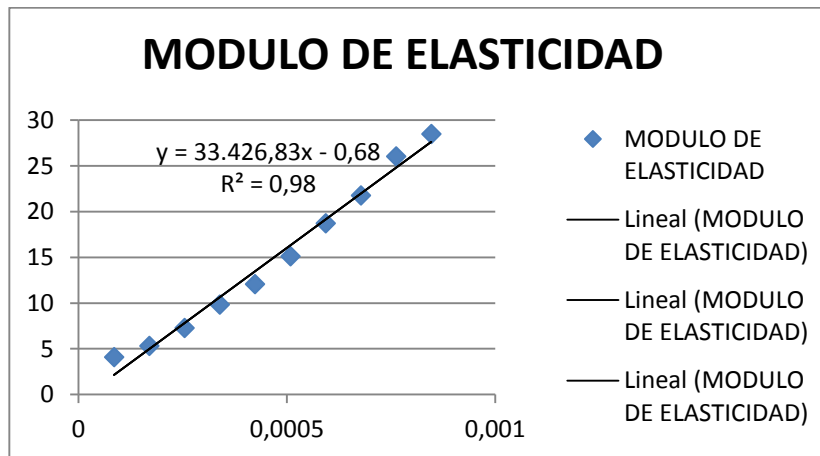


Fuente: Propia

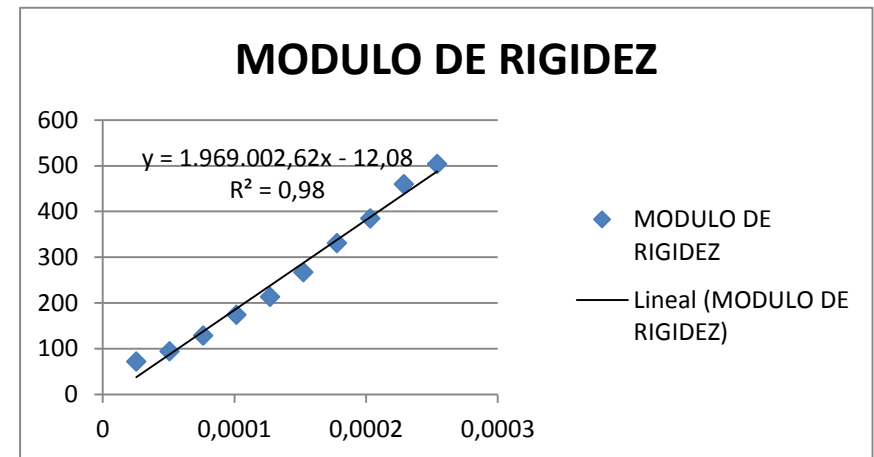
4.7.9 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 3000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 28 días.

3000 psi FALLADOS A LOS 28 DIAS CON UN 40% DE AGREGADO RECICLADO	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMA CION (PULG)	DEFORMA CION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
	72,34	0,15	0,01767	4,0936	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	94,07	0,15	0,01767	5,3232	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	128,71	0,15	0,01767	7,2834	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	173,86	0,15	0,01767	9,8384	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	213,73	0,15	0,01767	12,0946	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	267,19	0,15	0,01767	15,1198	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	331,23	0,15	0,01767	18,7437	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	384,81	0,15	0,01767	21,7757	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333
	460,08	0,15	0,01767	26,0352	0,009	0,0002286	0,30	0,000762
503,89	0,15	0,01767	28,5143	0,01	0,000254	0,30	0,000846667	

Fuente: Propia



Fuente: Propia

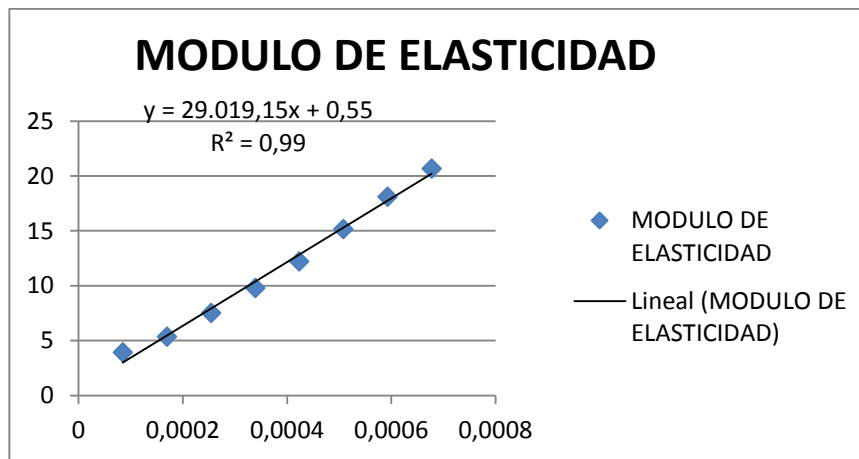


Fuente: Propia

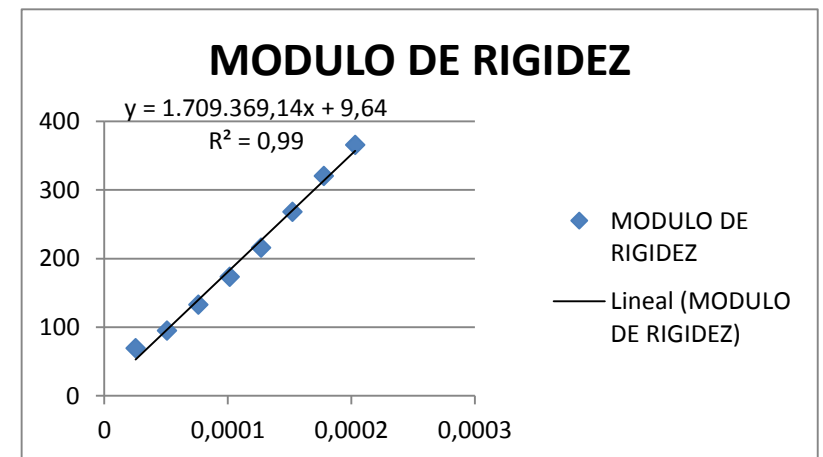
4.7.10 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 4000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 7 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMACION (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
4000 psi FALLADOS A LOS 7 DIAS CON UN 20% DE AGREGADO RECICLADO	69,4	0,15	0,0176	3,9272	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	94,92	0,15	0,0176	5,3713	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	132,9	0,15	0,0176	7,5206	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	173,32	0,15	0,0176	9,8079	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	215,78	0,15	0,0176	12,2106	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	268,14	0,15	0,0176	15,1736	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	320,18	0,15	0,0176	18,1184	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	365,49	0,15	0,0176	20,6825	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333

Fuente: Propia



Fuente: Propia

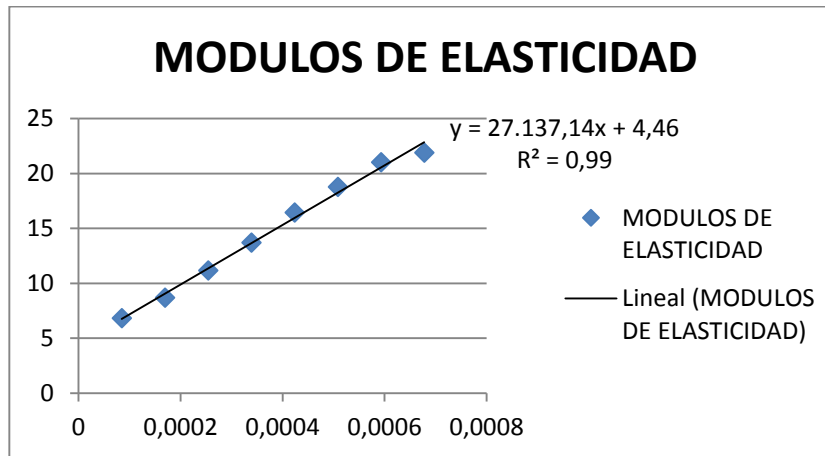


Fuente: propia

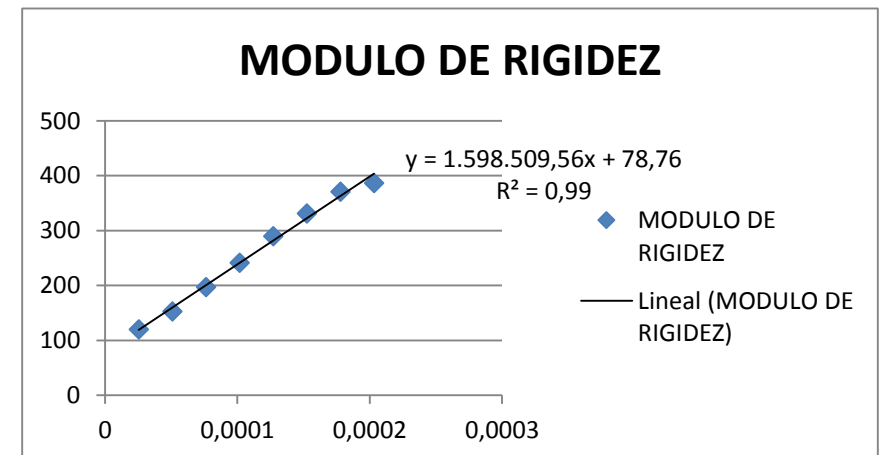
4.7.11 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 4000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 14 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMACION (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
4000 psi FALLADOS A LOS 14 DIAS CON UN 20% DE AGREGADO RECICLADO	120,11	0,15	0,0176	6,7968	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	153,09	0,15	0,0176	8,6631	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	196,99	0,15	0,0176	11,1473	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	241,71	0,15	0,0176	13,6779	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	290,3	0,15	0,0176	16,4276	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	331,38	0,15	0,0176	18,7522	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	371,18	0,15	0,0176	21,0044	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	387,02	0,15	0,0176	21,9008	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333

Fuente: Propia



Fuente: Propia

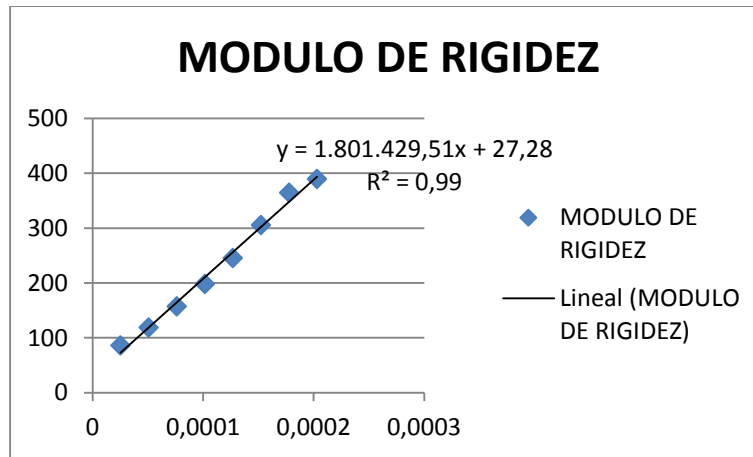


Fuente: propia

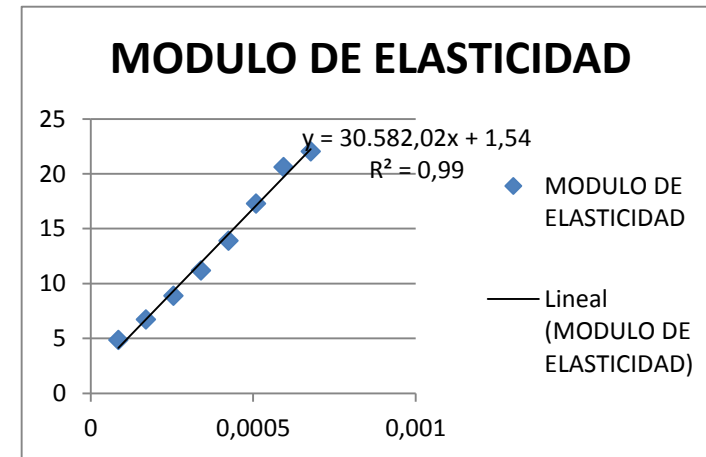
4.7.12 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 4000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 14 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMACION (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
4000 psi FALLADOS A LOS 14 DIAS CON UN 20% DE AGREGADO RECICLADO	86,04	0,15	0,0176	4,868	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	119,12	0,15	0,0176	6,7408	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	157,26	0,15	0,0176	8,8990	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	197,95	0,15	0,0176	11,2016	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	245,68	0,15	0,0176	13,9026	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	305,49	0,15	0,0176	17,2871	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	364,33	0,15	0,0176	20,6168	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	389,62	0,15	0,0176	22,0479	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333

Fuente: Propia



Fuente: Propia

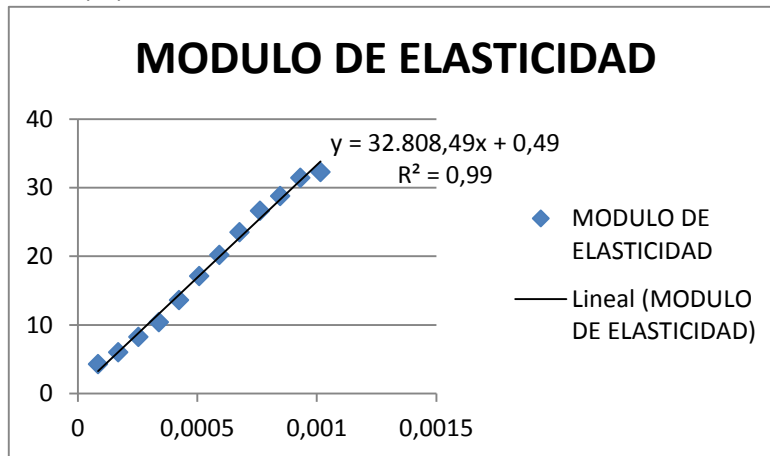


Fuente: Propia

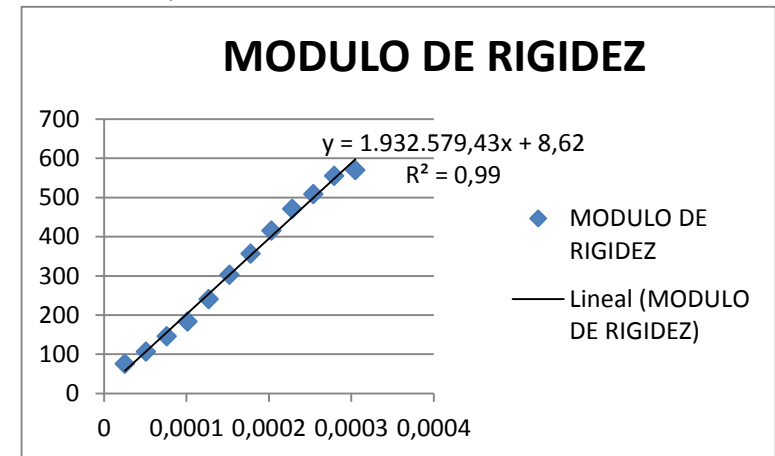
4.7.13 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 4000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 28 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMACION (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
4000 psi FALLADOS A LOS 28 DIAS CON UN 20% DE AGREGADO RECICLADO	75,48	0,15	0,0176	4,2712	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	106,6	0,15	0,0176	6,0323	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	145,75	0,15	0,0176	8,2477	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	183,57	0,15	0,0176	10,3879	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	240,53	0,15	0,0176	13,6112	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	302,6	0,15	0,0176	17,1236	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	356,77	0,15	0,0176	20,1890	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	415,61	0,15	0,0176	23,5187	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333
	470,9	0,15	0,0176	26,6474	0,009	0,0002286	0,30	0,000762
	508,61	0,15	0,0176	28,7814	0,01	0,000254	0,30	0,000846667
	555,53	0,15	0,0176	31,4365	0,011	0,0002794	0,30	0,000931333
	570,26	0,15	0,0176	32,2701	0,012	0,0003048	0,30	0,001016

Fuente: propia



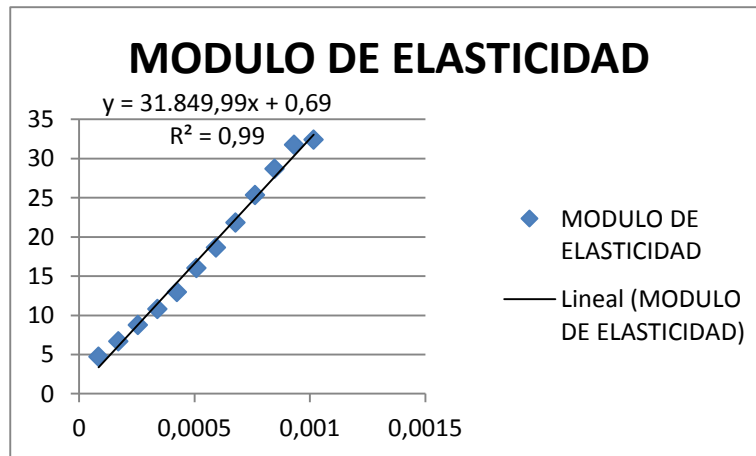
Fuente: Propia



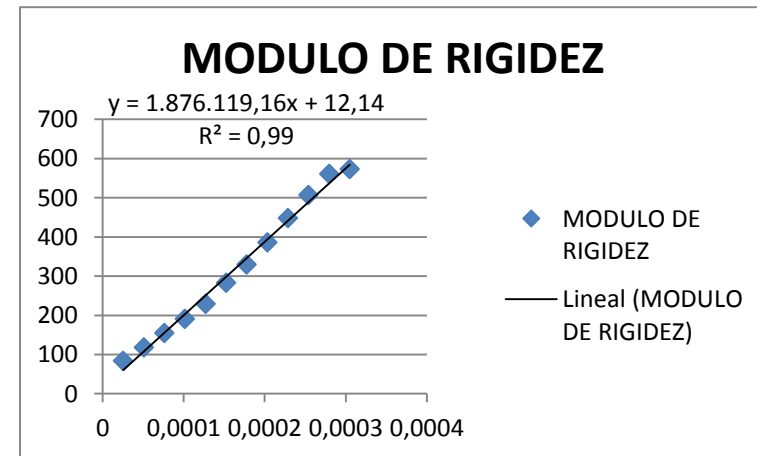
4.7.14 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 4000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 28 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMACION (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
4000 psi FALLADOS A LOS 28 DIAS CON UN 20% DE AGREGADO RECICLADO	83,39	0,15	0,0176	4,7189	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	118,25	0,15	0,0176	6,6915	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	154,93	0,15	0,0176	8,7672	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	190,97	0,15	0,0176	10,8066	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	228,71	0,15	0,0176	12,9423	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	283,32	0,15	0,0176	16,0326	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	329,48	0,15	0,0176	18,6447	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	385,53	0,15	0,0176	21,8165	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333
	447,74	0,15	0,0176	25,3369	0,009	0,0002286	0,30	0,000762
	506,71	0,15	0,0176	28,6739	0,01	0,000254	0,30	0,000846667
	560,89	0,15	0,0176	31,7398	0,011	0,0002794	0,30	0,000931333
	572,68	0,15	0,0176	32,4070	0,012	0,0003048	0,30	0,001016

Fuente: Propia



Fuente: Propia

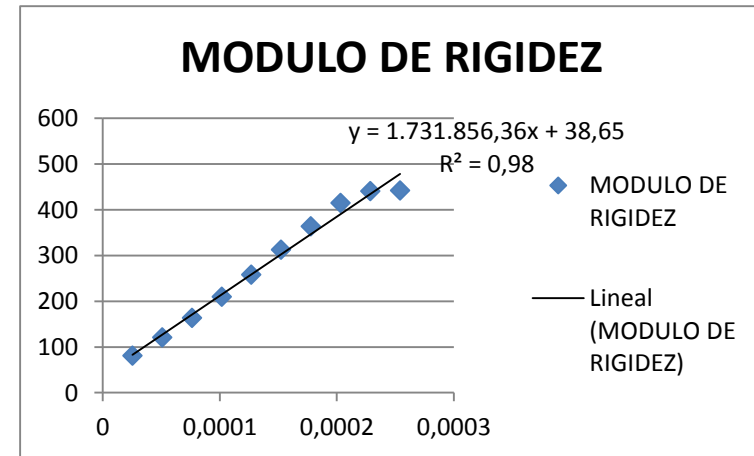
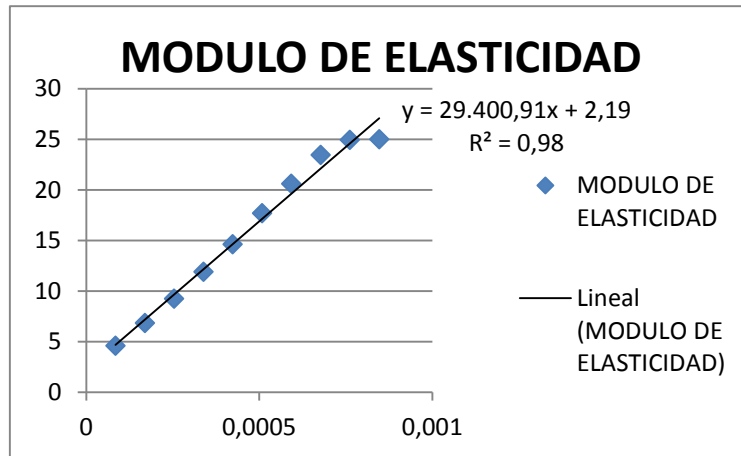


4.7.15 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 4000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 7 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMACION (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
4000 psi FALLADOS A LOS 7 DIAS CON UN 40% DE AGREGADO RECICLADO	80,89	0,15	0,0176	4,5774	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	120,88	0,15	0,0176	6,8404	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	163,26	0,15	0,0176	9,2386	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	209,91	0,15	0,0176	11,8784	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	258,03	0,15	0,0176	14,6015	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	312,25	0,15	0,0176	17,6697	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	363,8	0,15	0,0176	20,5868	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	414,59	0,15	0,0176	23,4609	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333
	440,61	0,15	0,0176	24,9334	0,009	0,0002286	0,30	0,000762
441,73	0,15	0,0176	24,9968	0,01	0,000254	0,30	0,000846667	

Fuente: propia

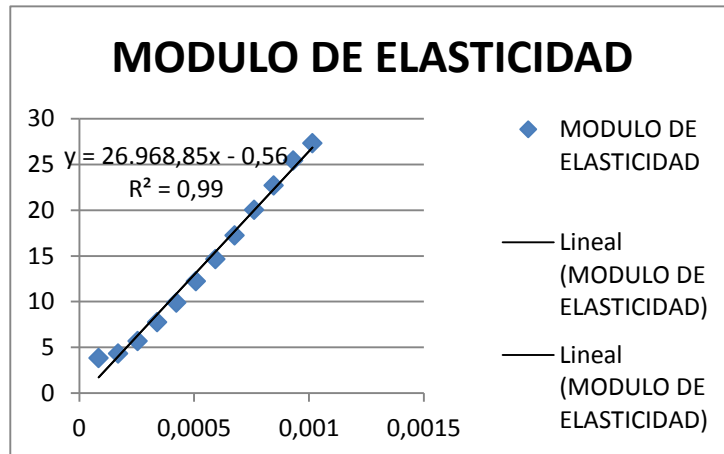
Fuente: Propia



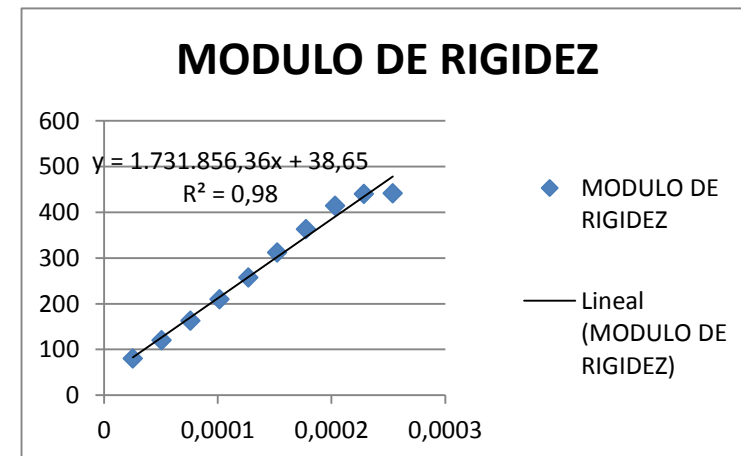
4.7.16 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 4000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 7 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMACION (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
4000 psi FALLADOS A LOS 7 DIAS CON UN 40% DE AGREGADO RECICLADO	68,25	0,15	0,0176	3,8621	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	76,72	0,15	0,0176	4,3414	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	101,2	0,15	0,0176	5,726	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	137,41	0,15	0,0176	7,7758	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	175,12	0,15	0,0176	9,9097	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	216,78	0,15	0,0176	12,2672	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	259,4	0,15	0,0176	14,6790	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	304,93	0,15	0,0176	17,2555	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333
	354,48	0,15	0,0176	20,0594	0,009	0,0002286	0,30	0,000762
	401,4	0,15	0,0176	22,7145	0,01	0,000254	0,30	0,000846667
	450,02	0,15	0,0176	25,4659	0,011	0,0002794	0,30	0,000931333
	482,95	0,15	0,0176	27,3293	0,012	0,0003048	0,30	0,001016

Fuente: propia



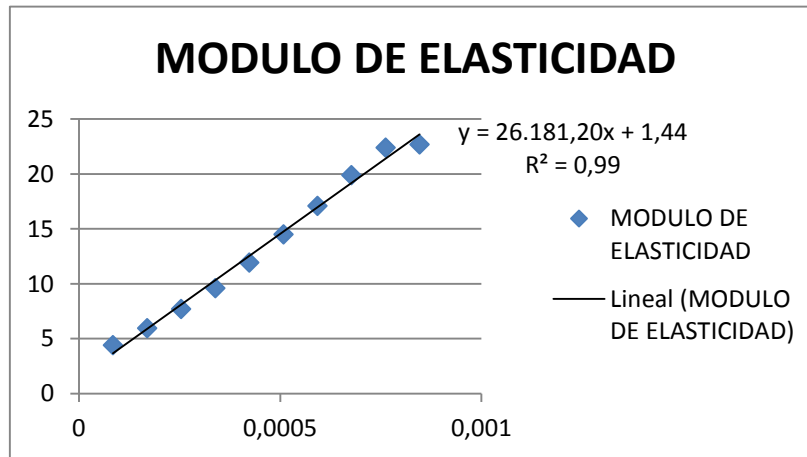
Fuente: Propia



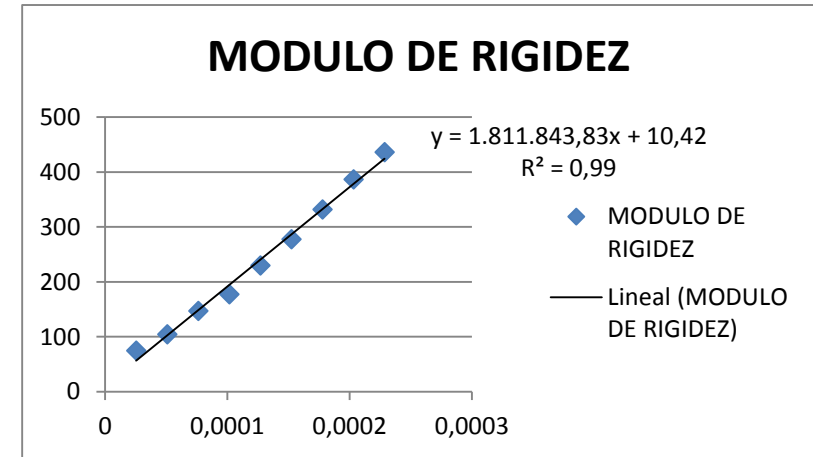
4.7.17 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 4000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 14 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMACION (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
4000 psi FALLADOS A LOS 14 DIAS CON UN 40% DE AGREGADO RECICLADO	77,98	0,15	0,0176	4,4127	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	105,27	0,15	0,0176	5,9570	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	136,5	0,15	0,0176	7,7243	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	169,7	0,15	0,0176	9,6030	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	211,13	0,15	0,0176	11,9475	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	256,67	0,15	0,0176	14,5245	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	302,35	0,15	0,0176	17,1095	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	351,54	0,15	0,0176	19,8930	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333
	396,07	0,15	0,0176	22,4129	0,009	0,0002286	0,30	0,000762
	401,21	0,15	0,0176	22,7038	0,01	0,000254	0,30	0,000846667

Fuente: propia



Fuente: Propia

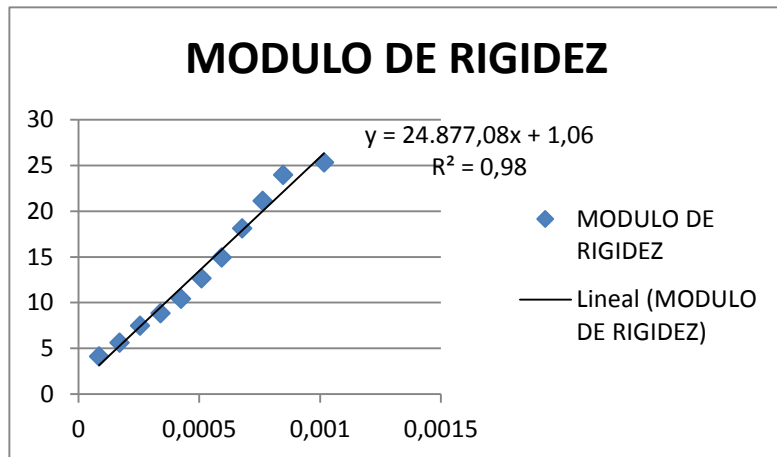


4.7.18 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 4000psi con 40% de agregado

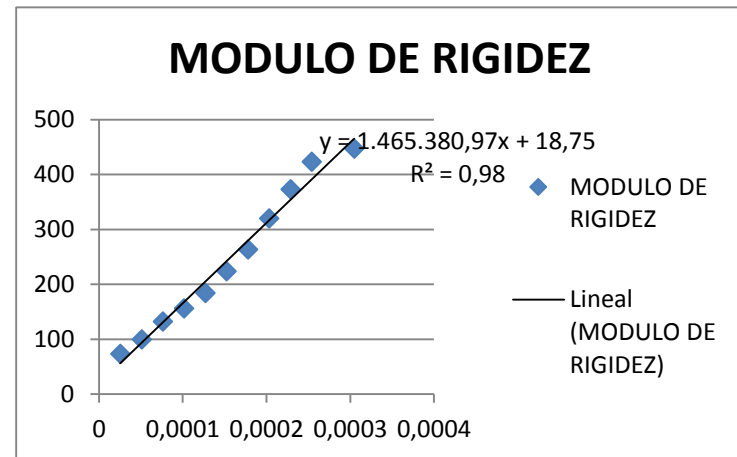
4000 psi FALLADOS A LOS 14 DIAS CON UN 40% DE AGREGADO RECICLADO	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMACION (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
	73,41	0,15	0,0176	4,1541	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	99,76	0,15	0,0176	5,6452	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	132,63	0,15	0,0176	7,5053	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	156,46	0,15	0,0176	8,8538	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	184,29	0,15	0,0176	10,4286	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	223,9	0,15	0,0176	12,6701	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	264	0,15	0,0176	14,9393	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	320,57	0,15	0,0176	18,1405	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333
	373,69	0,15	0,0176	21,1465	0,009	0,0002286	0,30	0,000762
	423,73	0,15	0,0176	23,9782	0,01	0,000254	0,30	0,000846667
	447,64	0,15	0,0176	25,3312	0,012	0,0003048	0,30	0,001016

reciclado fallado a los 14 días.

Fuente: propia



Fuente: Propia

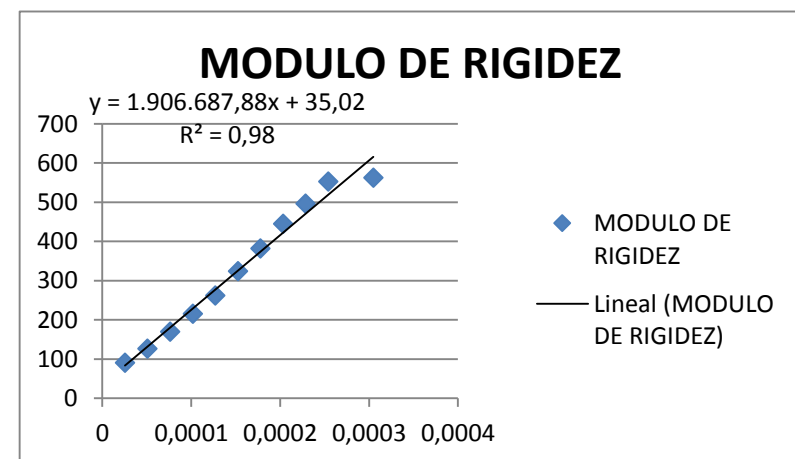
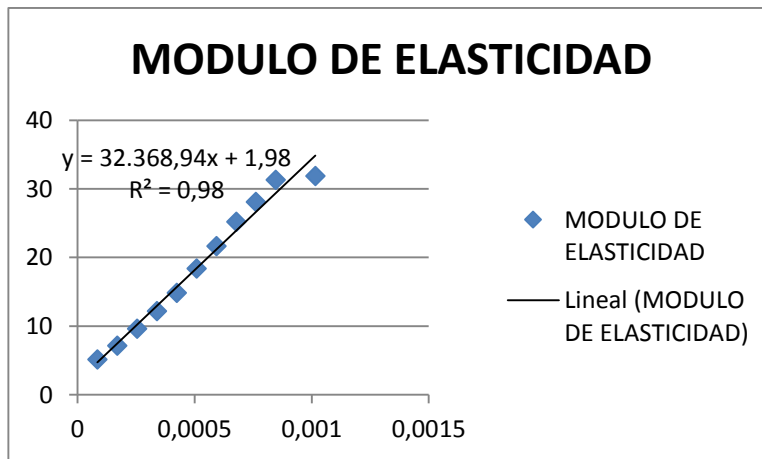


4.7.19 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 4000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 28 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMACION (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
4000 psi FALLADOS A LOS 28 DIAS CON UN 40% DE AGREGADO RECICLADO	90,91	0,15	0,0176	5,1444	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	126,64	0,15	0,0176	7,1663	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	170,14	0,15	0,0176	9,6279	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	215,57	0,15	0,0176	12,1987	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	262,47	0,15	0,0176	14,8527	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	324,71	0,15	0,0176	18,3748	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	382,29	0,15	0,0176	21,6331	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	445,06	0,15	0,0176	25,1852	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333
	496,4	0,15	0,0176	28,0904	0,009	0,0002286	0,30	0,000762
	552,8	0,15	0,0176	31,2820	0,01	0,000254	0,30	0,000846667
	562,99	0,15	0,0176	31,8587	0,012	0,0003048	0,30	0,001016

Fuente: propia

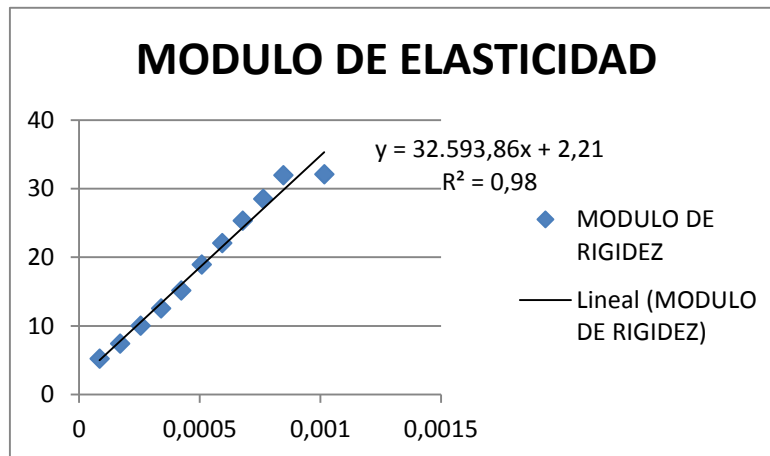
Fuente: Propia



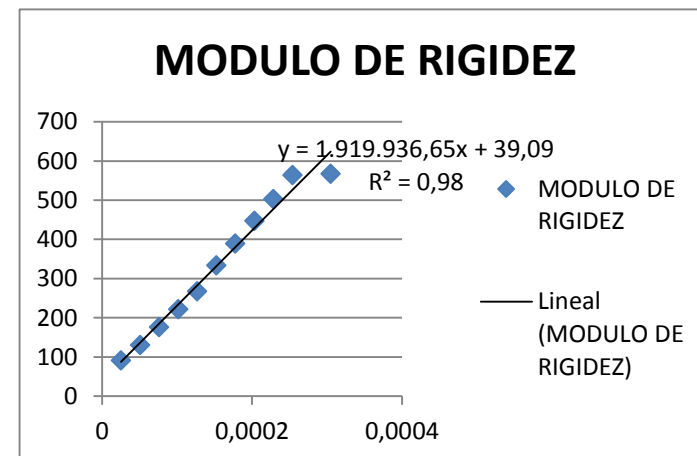
4.7.20 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 4000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 28 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMACION (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
4000 psi FALLADOS A LOS 28 DIAS CON UN 40% DE AGREGADO RECICLADO	91,86	0,15	0,0176	5,1982	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	131,17	0,15	0,0176	7,4227	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	176,79	0,15	0,0176	10,0042	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	221,98	0,15	0,0176	12,5614	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	268,07	0,15	0,0176	15,1696	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	334,38	0,15	0,0176	18,9220	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	390,16	0,15	0,0176	22,0785	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	447,37	0,15	0,0176	25,3159	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333
	503,42	0,15	0,0176	28,4877	0,009	0,0002286	0,30	0,000762
	564,54	0,15	0,0176	31,9464	0,01	0,000254	0,30	0,000846667
	567,58	0,15	0,0176	32,1184	0,012	0,0003048	0,30	0,001016

Fuente: propia



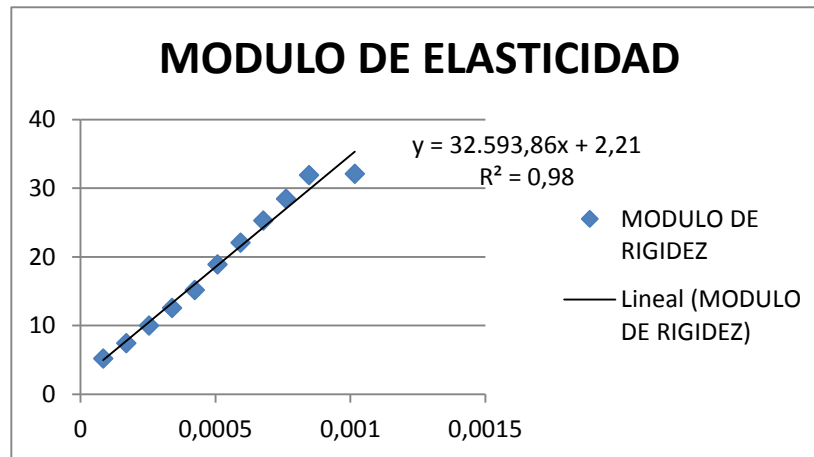
Fuente: Propia



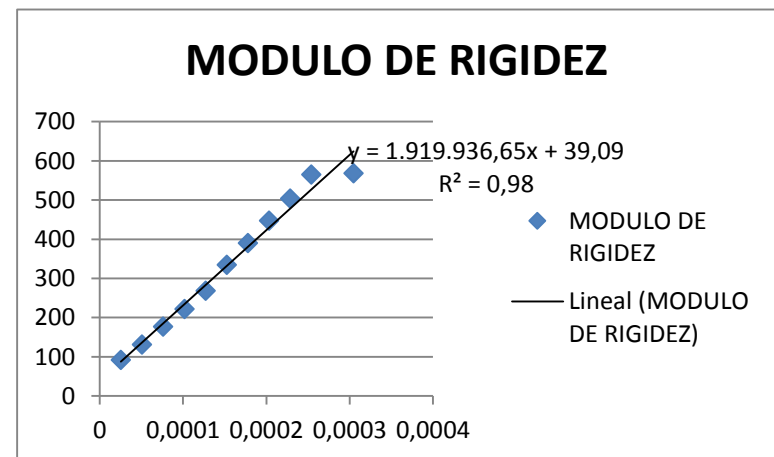
4.7.21 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 5000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 7 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMACION (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
5000 psi FALLADOS A LOS 7 DIAS CON UN 20% DE AGREGADO RECICLADO	86,2	0,15	0,0176	4,8779	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	114,3	0,15	0,0176	6,4680	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	151,27	0,15	0,0176	8,5601	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	187,02	0,15	0,0176	10,5831	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	231,4	0,15	0,0176	13,0945	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	272,21	0,15	0,0176	15,4039	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	320,22	0,15	0,0176	18,1207	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	366,21	0,15	0,0176	20,7232	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333
	383,32	0,15	0,0176	21,6914	0,009	0,0002286	0,30	0,000762

Fuente: propia



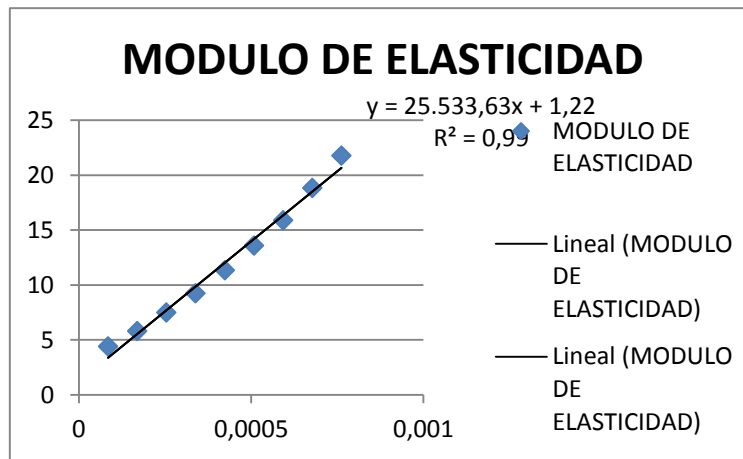
Fuente: Propia



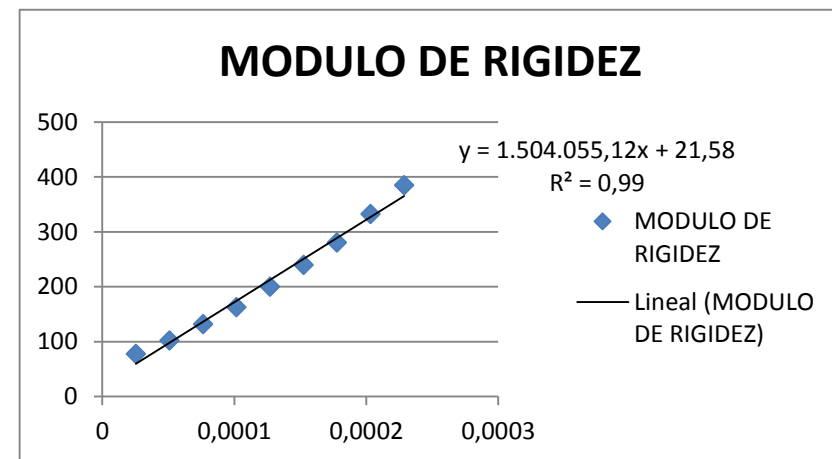
4.7.22 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 5000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 7 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMACION (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
5000 psi FALLADOS A LOS 7 DIAS CON UN 20% DE AGREGADO RECICLADO	77,92	0,15	0,0176	4,4093	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	102,26	0,15	0,0176	5,7867	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	132,14	0,15	0,0176	7,4775	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	163,07	0,15	0,0176	9,2278	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	200,16	0,15	0,0176	11,3267	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	239,85	0,15	0,0176	13,5727	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	280,49	0,15	0,0176	15,8724	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	332,64	0,15	0,0176	18,8235	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333
	384,81	0,15	0,0176	21,7757	0,009	0,0002286	0,30	0,000762

Fuente: propia



Fuente: Propia

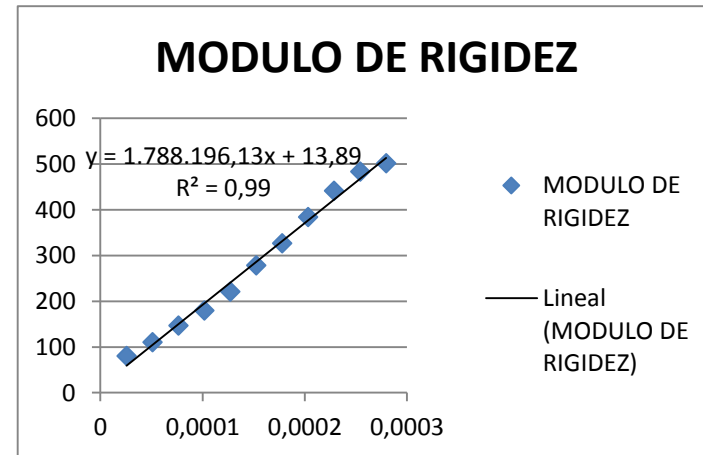
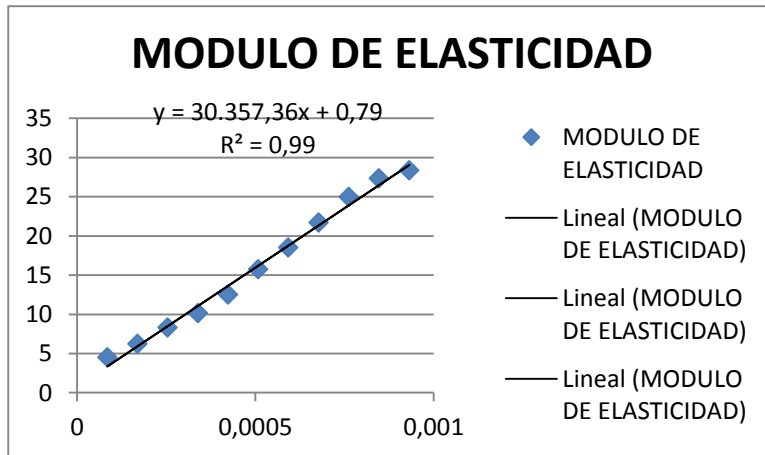


4.7.23 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 5000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 14 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMACION (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
5000 psi FALLADOS A LOS 14 DIAS CON UN 20% DE AGREGADO RECICLADO	79,82	0,15	0,0176	4,5168	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	109,99	0,15	0,0176	6,2241	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	146,64	0,15	0,0176	8,2981	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	179,52	0,15	0,0176	10,1587	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	220,95	0,15	0,0176	12,5032	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	277,89	0,15	0,0176	15,7253	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	326,83	0,15	0,0176	18,4947	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	383,69	0,15	0,0176	21,7124	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333
	441,01	0,15	0,0176	24,9560	0,009	0,0002286	0,30	0,000762
	482,95	0,15	0,0176	27,3293	0,01	0,000254	0,30	0,000846667
	501,23	0,15	0,0176	28,3638	0,011	0,0002794	0,30	0,000931333

Fuente: propia

Fuente: Propia

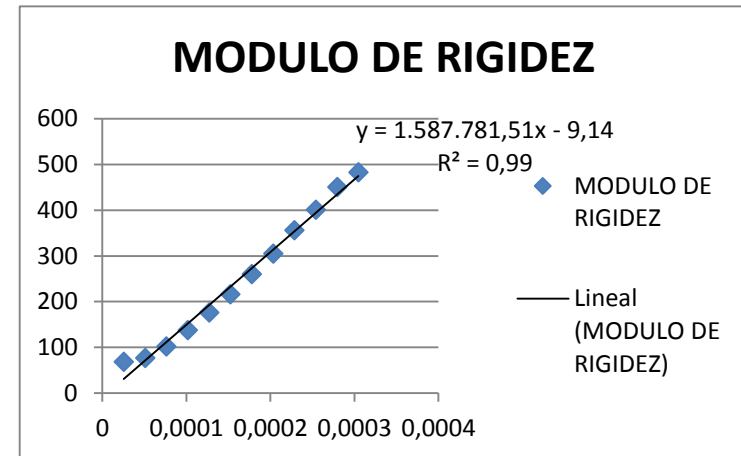
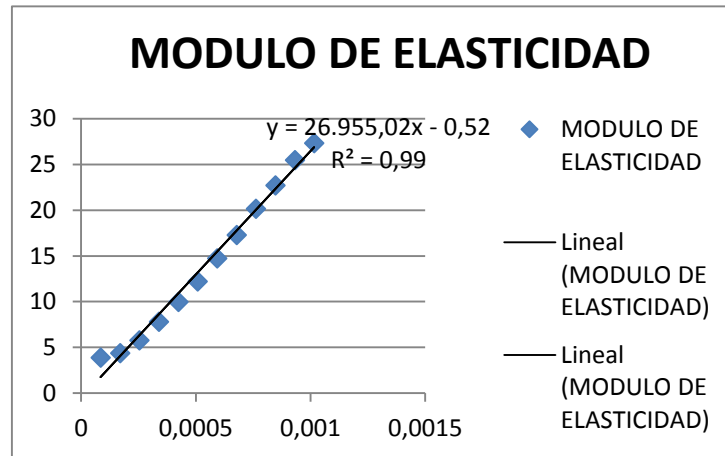


4.7.24 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 5000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 14 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMACION (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
5000 psi FALLADOS A LOS 14 DIAS CON UN 20% DE AGREGADO RECICLADO	68,78	0,15	0,0176	3,8921	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	77,19	0,15	0,0176	4,3680	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	102,22	0,15	0,0176	5,7844	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	137,92	0,15	0,0176	7,8046	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	176,36	0,15	0,0176	9,9799	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	216,28	0,15	0,0176	12,2389	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	260,59	0,15	0,0176	14,7463	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	305,53	0,15	0,0176	17,2894	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333
	356,21	0,15	0,0176	20,1573	0,009	0,0002286	0,30	0,000762
	401,44	0,15	0,0176	22,7168	0,01	0,000254	0,30	0,000846667
	450,59	0,15	0,0176	25,4981	0,011	0,0002794	0,30	0,000931333
	482,95	0,15	0,0176	27,3293	0,012	0,0003048	0,30	0,001016

Fuente: propia

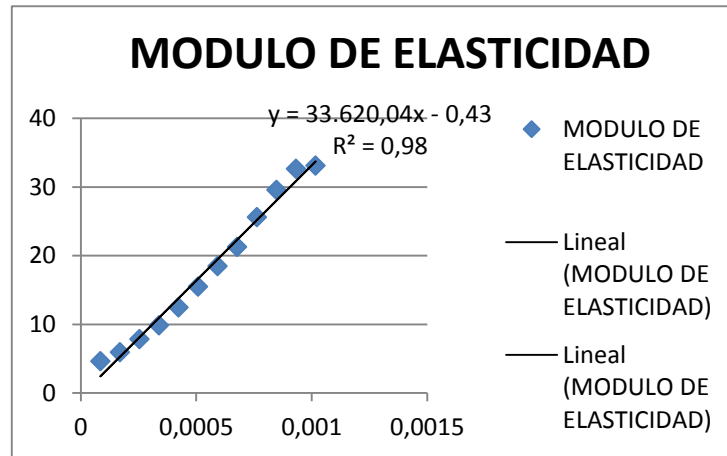
Fuente: Propia



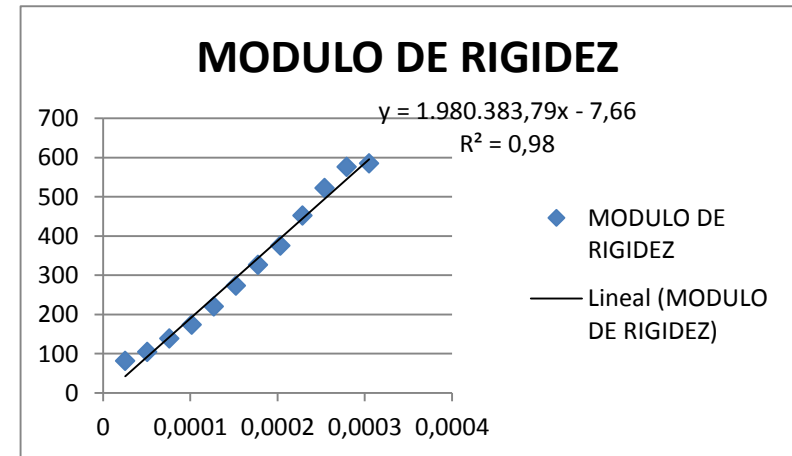
4.7.25 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 5000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 28 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMACION (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
5000 psi FALLADOS A LOS 28 DIAS CON UN 20% DE AGREGADO RECICLADO	81,84	0,15	0,0176	4,6311	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	104,74	0,15	0,0176	5,9270	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	138,54	0,15	0,0176	7,8397	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	173,54	0,15	0,0176	9,8203	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	220,20	0,15	0,0176	12,4607	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	273,76	0,15	0,0176	15,4916	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	326,44	0,15	0,0176	18,4727	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	375,59	0,15	0,0176	21,2540	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333
	452,52	0,15	0,0176	25,6073	0,009	0,0002286	0,30	0,000762
	522,7	0,15	0,0176	29,5787	0,01	0,000254	0,30	0,000846667
	576,57	0,15	0,0176	32,6271	0,011	0,0002794	0,30	0,000931333
	585,2	0,15	0,0176	33,1155	0,012	0,0003048	0,30	0,001016

Fuente: propia



Fuente: Propia

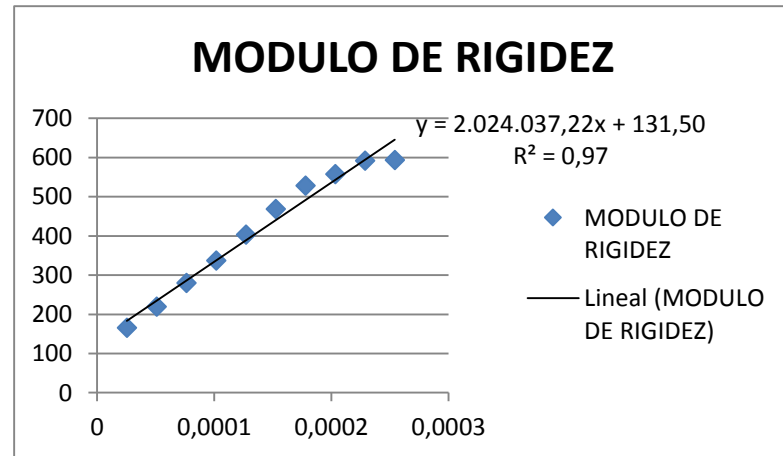
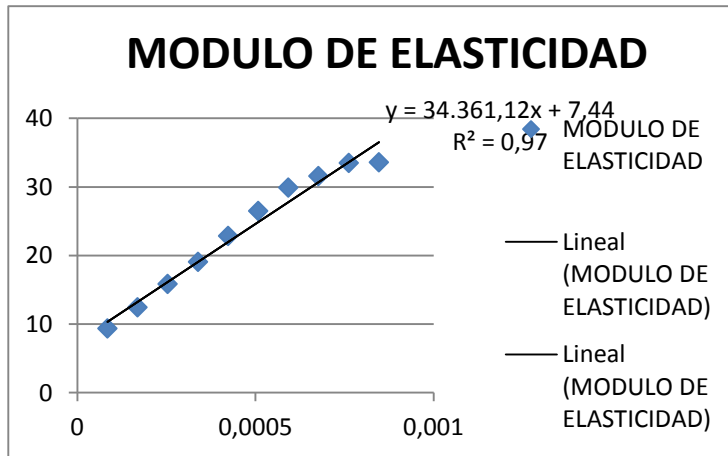


4.7.26 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 5000psi con 20% de agregado reciclado fallado a los 28 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMACION (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
5000 psi FALLADOS A LOS 28 DIAS CON UN 20% DE AGREGADO RECICLADO	165,24	0,15	0,0176	9,3506	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	219,35	0,15	0,0176	12,4126	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	279,65	0,15	0,0176	15,8249	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	336,77	0,15	0,0176	19,0572	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	403,32	0,15	0,0176	22,8232	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	468,22	0,15	0,0176	26,4958	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	528,11	0,15	0,0176	29,8849	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	557,52	0,15	0,0176	31,5491	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333
	591,26	0,15	0,0176	33,4584	0,009	0,0002286	0,30	0,000762
	593,14	0,15	0,0176	33,5648	0,01	0,000254	0,30	0,000846667

Fuente: propia

Fuente: Propia

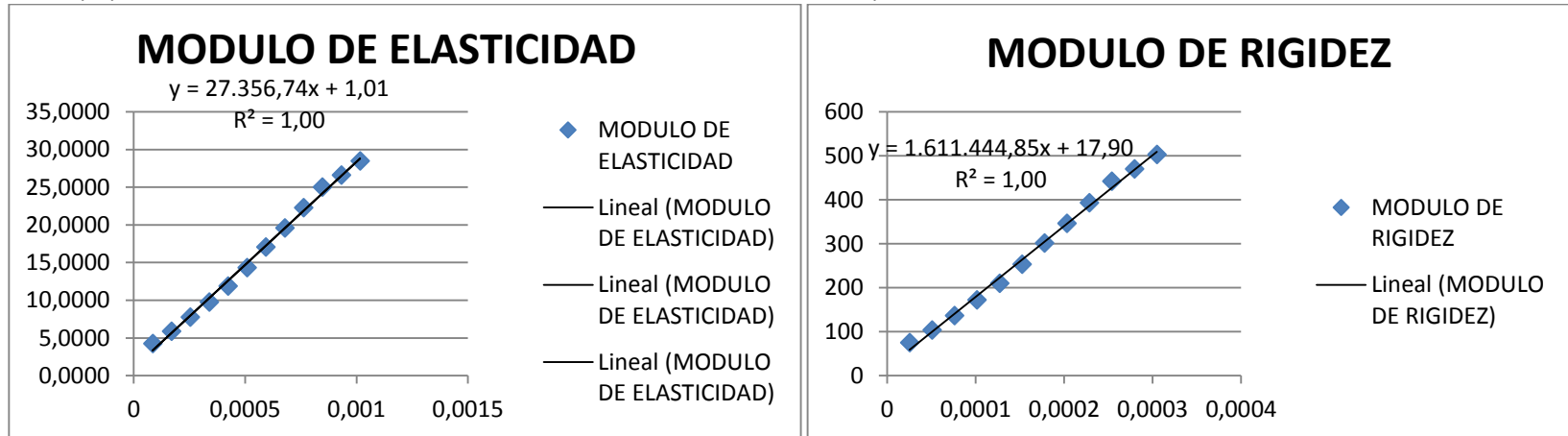


4.7.27 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 5000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 7 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMIMETRO (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
5000 psi FALLADOS A LOS 7 DIAS CON UN 40% DE AGREGADO O RECICLADO	75,09	0,15	0,0177	4,2492	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	103,66	0,15	0,0177	5,8660	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	136,77	0,15	0,0177	7,7396	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	172,41	0,15	0,0177	9,7564	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	210,13	0,15	0,0177	11,8909	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	252,93	0,15	0,0177	14,3129	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	301,42	0,15	0,0177	17,0569	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	346,05	0,15	0,0177	19,5824	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333
	393,46	0,15	0,0177	22,2653	0,009	0,0002286	0,30	0,000762
	442,41	0,15	0,0177	25,0353	0,01	0,000254	0,30	0,000846667
	470,04	0,15	0,0177	26,5988	0,011	0,0002794	0,30	0,000931333
	503,07	0,15	0,0177	28,4679	0,012	0,0003048	0,30	0,001016

Fuente: propia

Fuente: Propia

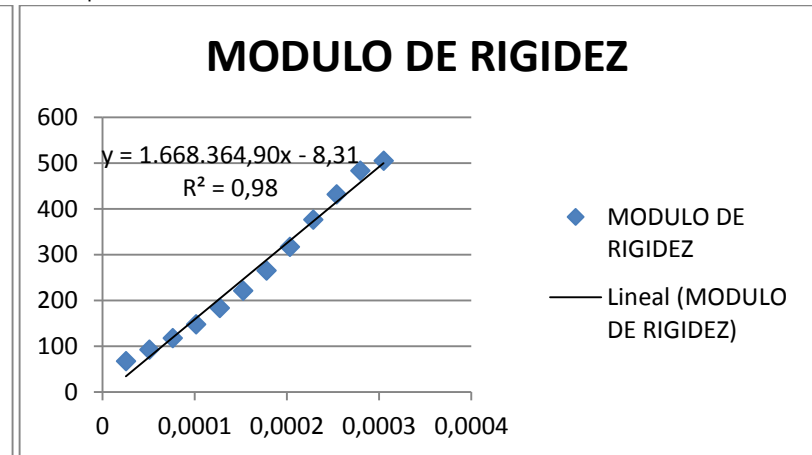
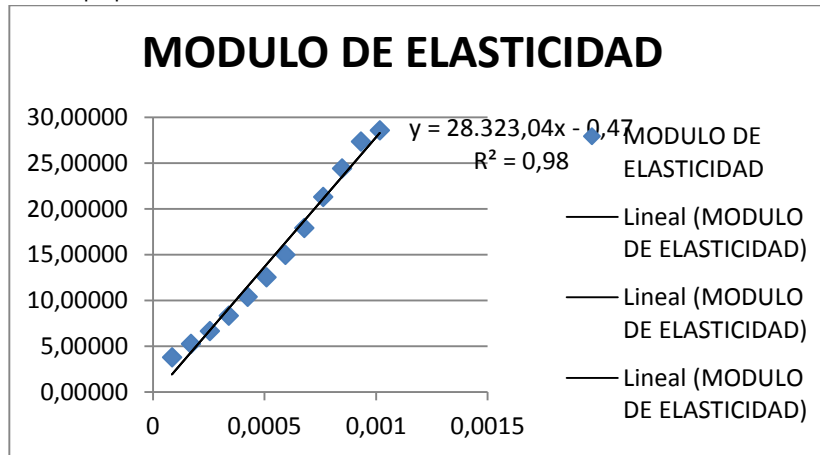


4.7.28 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 5000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 7 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMIMETRO (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
5000 psi FALLADOS A LOS 7 DIAS CON UN 40% DE AGREGADO O RECICLADO	66,94	0,15	0,0177	3,7880	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	92,42	0,15	0,0177	5,2299	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	117,47	0,15	0,0177	6,6474	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	147,22	0,15	0,0177	8,3309	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	183,24	0,15	0,0177	10,3692	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	221,26	0,15	0,0177	12,5207	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	264,73	0,15	0,0177	14,9806	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	316,67	0,15	0,0177	17,9198	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333
	376,5	0,15	0,0177	21,3055	0,009	0,0002286	0,30	0,000762
	431,36	0,15	0,0177	24,4099	0,01	0,000254	0,30	0,000846667
	483,03	0,15	0,0177	27,3339	0,011	0,0002794	0,30	0,000931333
	504,83	0,15	0,0177	28,5675	0,012	0,0003048	0,30	0,001016

Fuente: propia

Fuente: Propia

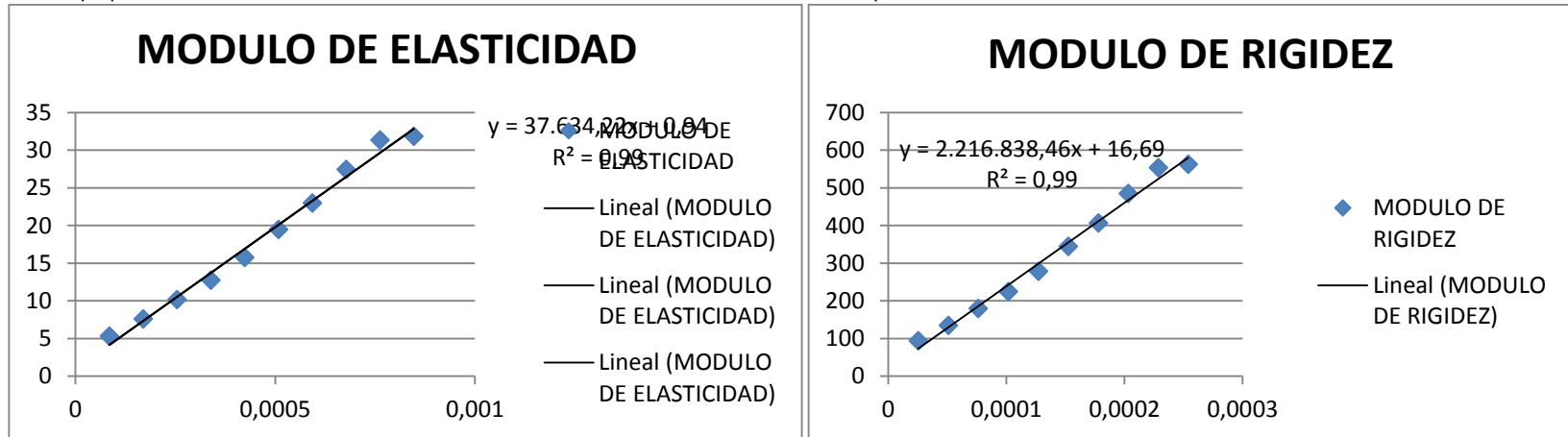


4.7.29 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 5000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 14 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMIMETRO (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
5000 psi FALLADOS A LOS 14 DIAS CON UN 40% DE AGREGADO RECICLADO	93,72	0,15	0,0176	5,3034	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	134,51	0,15	0,0176	7,6117	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	179,7	0,15	0,0176	10,1689	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	225	0,15	0,0176	12,7323	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	278,8	0,15	0,0176	15,7768	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	344,29	0,15	0,0176	19,4828	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	406,4	0,15	0,0176	22,9975	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	485	0,15	0,0176	27,4453	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333
	553,94	0,15	0,0176	31,3465	0,009	0,0002286	0,30	0,000762
562,45	0,15	0,0176	31,8281	0,01	0,000254	0,30	0,000846667	

Fuente: propia

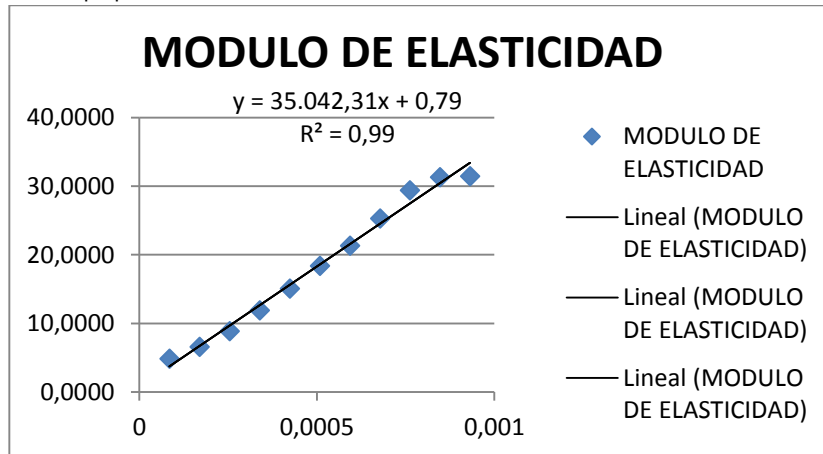
Fuente: Propia



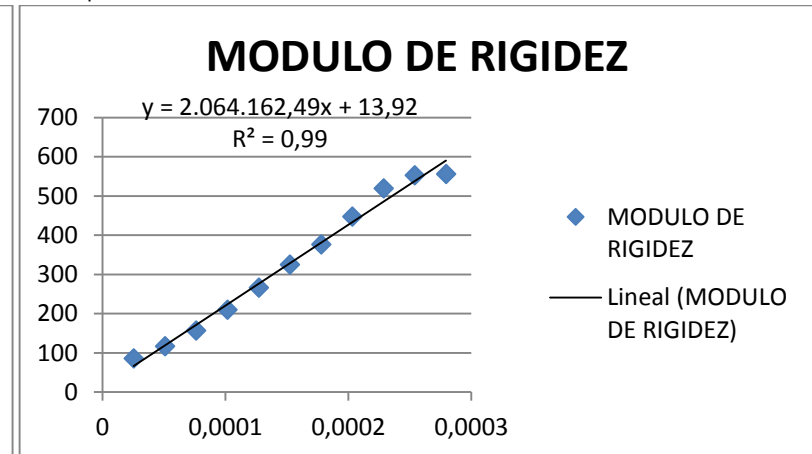
4.7.30 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 5000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 14 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMIMETRO (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
5000 psi FALLADOS A LOS 14 DIAS CON UN 40% DE AGREGADO O RECICLADO	85,56	0,15	0,0177	4,8417	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	116,8	0,15	0,0177	6,6095	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	157,08	0,15	0,0177	8,8889	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	210,33	0,15	0,0177	11,9022	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	266,26	0,15	0,0177	15,0672	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	325,24	0,15	0,0177	18,4048	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	376,61	0,15	0,0177	21,3118	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	447,29	0,15	0,0177	25,3114	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333
	519,56	0,15	0,0177	29,4011	0,009	0,0002286	0,30	0,000762
	553,09	0,15	0,0177	31,2985	0,01	0,000254	0,30	0,000846667
555,64	0,15	0,0177	31,4428	0,011	0,0002794	0,30	0,000931333	

Fuente: propia



Fuente: Propia

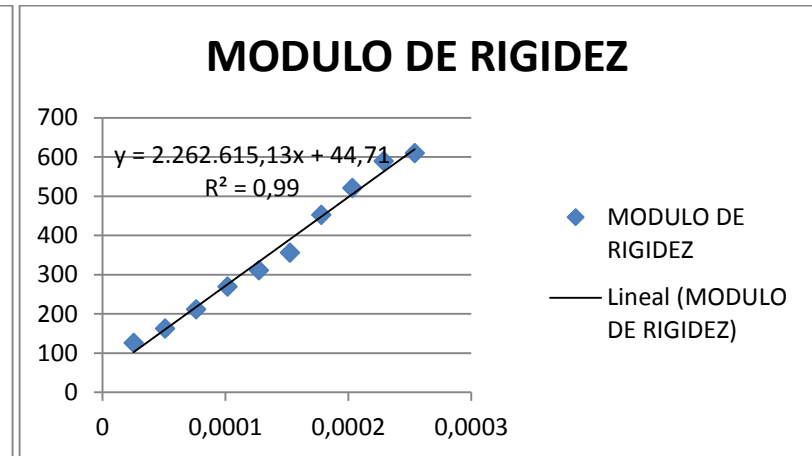
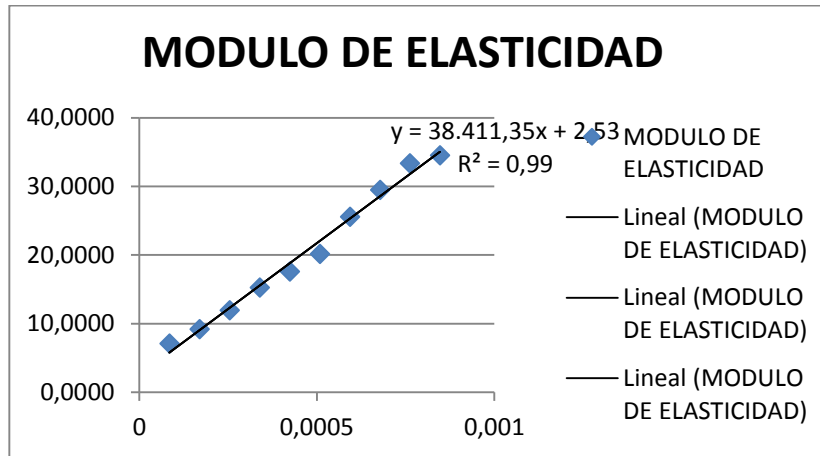


4.7.31 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 5000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 28 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMIMETRO (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
5000 psi FALLADOS A LOS 28DIAS CON UN 40% DE AGREGADO RECICLADO	125,81	0,15	0,01767	7,1194	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	162,69	0,15	0,01767	9,2064	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	211,23	0,15	0,01767	11,9532	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	269,38	0,15	0,01767	15,2438	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	311,01	0,15	0,01767	17,5996	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	356,17	0,15	0,01767	20,1551	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	451,98	0,15	0,01767	25,5768	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	520,66	0,15	0,01767	29,4633	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333
	589,09	0,15	0,01767	33,3357	0,009	0,0002286	0,30	0,000762
	610	0,15	0,01767	34,5189	0,01	0,000254	0,30	0,000846667

Fuente: propia

Fuente: Propia

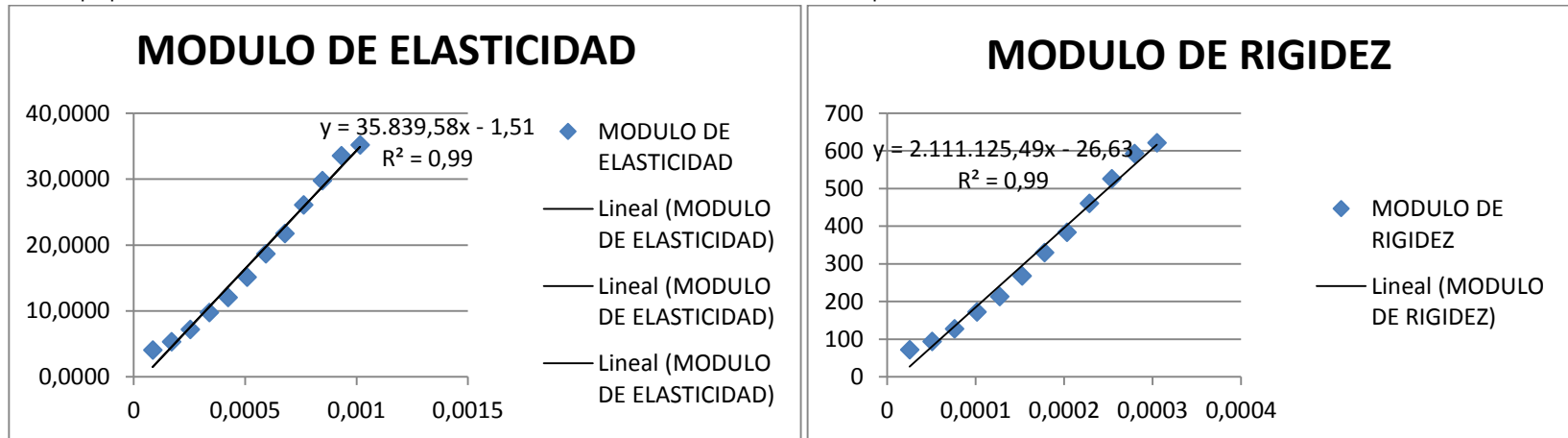


4.7.32 Tabla y Grafica de Modulo de Elasticidad y rigidez para cilindro de 5000psi con 40% de agregado reciclado fallado a los 28 días.

	P (FUERZA KN)	DIAMETRO	AREA (M2)	ESFUERZO (MPA)	DEFORMIMETRO (PULG)	DEFORMACION REAL (M)	LONGITUD (M)	DEFORMACION UNITARIA
5000 psi FALLADOS A LOS 28 DIAS CON UN 40% DE AGREGADO O RECICLADO	71,99	0,15	0,0177	4,0738	0,001	0,0000254	0,30	8,46667E-05
	94,26	0,15	0,0177	5,3340	0,002	0,0000508	0,30	0,000169333
	127,61	0,15	0,0177	7,2212	0,003	0,0000762	0,30	0,000254
	172,82	0,15	0,0177	9,7796	0,004	0,0001016	0,30	0,000338667
	213,18	0,15	0,0177	12,0635	0,005	0,000127	0,30	0,000423333
	267,74	0,15	0,0177	15,1510	0,006	0,0001524	0,30	0,000508
	329,95	0,15	0,0177	18,6714	0,007	0,0001778	0,30	0,000592667
	384,23	0,15	0,0177	21,7430	0,008	0,0002032	0,30	0,000677333
	460,76	0,15	0,0177	26,0737	0,009	0,0002286	0,30	0,000762
	526,21	0,15	0,0177	29,7774	0,01	0,000254	0,30	0,000846667
	592,64	0,15	0,0177	33,5366	0,011	0,0002794	0,30	0,000931333
	621,57	0,15	0,0177	35,1737	0,012	0,0003048	0,30	0,001016

Fuente: propia

Fuente: Propia



4.7.33 Módulo de elasticidad

MODULO DE ELASTICIDAD		
3000 psi	20%	40%
7 dias		25795,47
		24972,54
14 dias	30767,57	26142,84
	25970,19	
28 dias	30758,82	30237,82
	33153,33	33426,83

Fuente: propia

MODULO DE ELASTICIDAD		
5000 psi	20%	40%
7 dias	25533,63	27356,74
	26370,43	28323,04
14 dias	30357,36	37634,22
	26955,02	35042,31
28 dias	33620,04	38411,35
	34361,12	35839,58

Fuente: propia

MODULO DE ELASTICIDAD		
4000 psi	20%	40%
7 dias	29019,15	29400,91
		26968,85
14 dias	27137,14	26181,2
	30582,02	24877,08
28 dias	32808,49	32368,94
	31849,99	32593,86

Fuente: propia

4.7.34 Módulo de rigidez

MODULO DE RIGIDEZ		
3000 psi	20%	40%
7 dias		1519478,82
		1471003,94
14 dias	1812359,39	1539440,35
	1529770,34	
28 dias	1811843,83	1781154,86
	1951596,28	1969002,62

Fuente: propia

MODULO DE RIGIDEZ		
5000 psi	20%	40%
7 dias	1553346,46	1668364,9
	1504055,12	1611444,85
14 dias	1788196,13	2216838,4
	1587781,51	2064162,49
28 dias	1980383,79	2262615,13
	22024037,2	2111125,49

Fuente: propia

MODULO DE RIGIDEZ		
4000 psi	20%	40%
7 dias	1709369,14	1731856,36
		1588596,44
14 dias	1598509,56	1542200,0
	1801429,51	1465381,0
28 dias	1932579,43	1906687,88
	1876119,16	1919936,65

Fuente: propia

4.7.35 Resistencia obtenida de cilindros

Las tablas que se presentan a continuación es la recopilación de toda la información arrojada por la maquina donde se realizaron las fallas de los cilindros, cada una con su respectivo porcentaje de material reciclado para cada dosificación y número de días de fraguado por cada muestra.

NATURAL			RECICLADO		RECICLADO		RECICLADO	
20,68 MPA	27,57 MPA	34,47 MPA	20,68 MPA (20%)	20,68 MPA (40%)	27,57 MPA (20%)	27,57 MPA (40%)	34,47 MPA (20%)	34,47 MPA (40%)
17,7	23,4	20,5	16,37	20,07	20,68	24,99	21,69	28,46
17,4	24,2	23,2	17,6	18,65	21,65	27,33	21,9	28,56
22,3	22,3	27,9	21,07	23,05	21,90	25,33	27,11	31,82
23,2	22,4	31,0	20,05	24,00	22,15	22,7	28,36	31,44
27,9	31,0	36,3	26,4	28,39	32,40	31,85	33,56	35,17
25,3	34,3	35,1	25,03	24,67	32,27	32,11	33,11	34,51

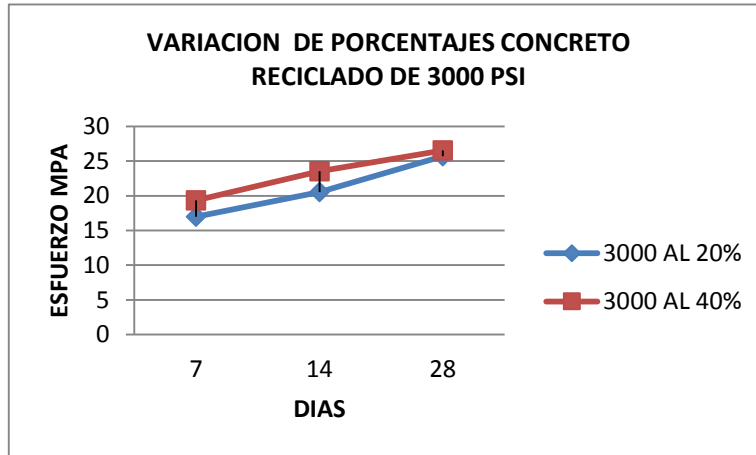
Fuente: propia

En la siguiente tabla se realizaron promedio de los dos cilindros por el dia que se fallo, para asi obtener un solo dato por día de falla.

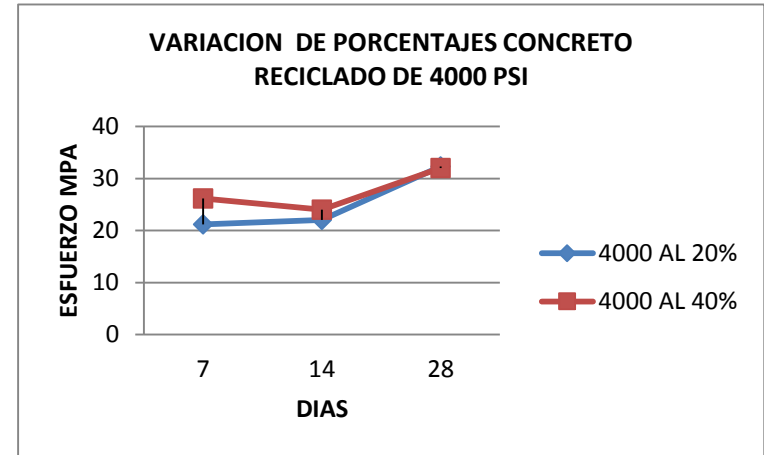
PROMEDIOS						
DIAS	RECICLADO		RECICLADO		RECICLADO	
	20,68 MPA (20%)	20,68 MPA (40%)	27,57 MPA (20%)	27,57 MPA (40%)	34,47 MPA (20%)	34,47 MPA (40%)
7	16,985	19,36	21,165	26,16	21,795	28,51
14	20,56	23,525	22,025	24,015	27,735	31,63
28	25,715	26,53	32,335	31,98	33,335	34,84

Fuente: propia

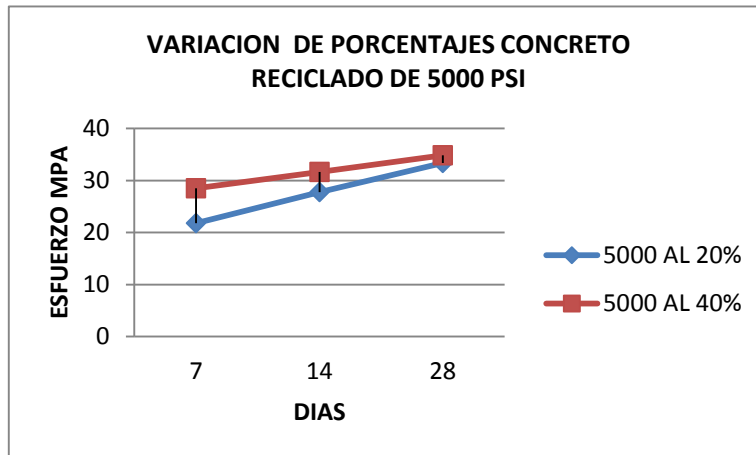
4.7.36 Graficas de variación total de las resistencias entre concreto reciclado de 20% y 40%



Fuente: propia



Fuente: propia



Fuente: propia

5 CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los resultados que se obtuvieron en la investigación, se logra concluir que la utilización de concreto triturado de buena calidad como remplazo de agregado grueso natural; cumple con las resistencias esperadas para la utilización del concreto en sus distintas aplicaciones.

Al momento de remplazar agregado grueso natural en un 40% se evidencia un leve cambio en su resistencia a la compresión, de un 4% siendo esta mayor a las que se obtuvieron con las primeras muestras, las cuales contenían agregado grueso natural en un 100%, mientras que al 20% no se evidencia grandes cambios en su resistencia.

En cuanto al módulo de elasticidad y rigidez, para los concretos de 3000 y 4000 psi se evidencia un comportamiento similar en ambos porcentajes lo cual nos indica que al 40% tiene una mayor resistencia a la compresión pero al mismo tiempo tiende a tener una mayor deformación lo cual no se aprecia en los de 20%, ya que su capacidad de carga fue menor y su deformación estuvo igual a los de 40%. Para los concretos de 5000 psi al 40% muestra una mayor resistencia a la compresión y mayor deformación, al 20% su comportamiento fue de menor resistencia a la compresión y su deformación fue también menor.

Al comparar estos datos con los de otros autores, se concluye que debido a distintos agentes externos y al utilizar un diámetro de agregado grueso de 1 1/2" se obtuvo un ligero cambio en la resistencia ya que para ellos tenía una mayor resistencia los de 20% en comparación con los de 40%.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda para futuros semilleros el tener en cuenta las conclusiones y la investigación que se hizo en este.
- Realizar nuevos tipos de mezclas de concreto, como por ejemplo el remplazar el concreto joven y sin fatiga, por uno de mayor edad y algo de desgaste, también se podría cambiar el concreto triturado por otros materiales.
- Darle nuevas aplicaciones para estos tipos de concreto dependiendo los resultados obtenidos.

BIBLIOGRAFIA

1. Concreto Simple Ing. Gerardo A. Rivera
2. Durabilidad y Patología del Concreto Diego Sánchez de Guzmán Ingeniero Civil
3. NTC4109
4. Prefabricados concretado , como construir con concretado N°2
5. Diccionario de Hidrología y ciencias a fines – Guadalupe de la lanza espino- Carlos Cáceres Martínez-salvador adame Martínez-salvador Hernández pulido.
6. Materiales de Construcción – Jorge Gómez Domínguez
7. Análisis de la resistencia a la compresión del concreto al adicionar limalla fina en un 3%, 4% y 5% respecto al peso de la mezcla- Juan Sebastián reyes bautista, yamid Alonso rodríguez pineda.
8. Institute for solid wastes of american public Works association - Tratamiento de los residuos urbanos

9. Análisis de información sobre el manejo y gestión de escombros a nivel nacional e internacional. Álvaro Chávez Porras – Ana Milena Mejía Cardona – Oscar Javier Bernal López
10. Resolución 541 del 14 de diciembre de 1994
11. <https://www.estrucplan.com.ar/Producciones/imprimir.asp?IdEntrega=2916>
12. <https://reciclajeverde.wordpress.com/2012/10/05/los-residuos-de-la-construccion-clasificacion-y-normativa/>
13. <http://www.recytrans.com/blog/reciclaje-de-escombros/>
14. Plan de acción de los escombros según PGIRS (plan de gestión integral de residuos sólidos) 2004-2019 en la ciudad de Girardot.
15. Norma Técnica Colombiana NTC 4109
16. La industria del cemento en Colombia determinantes y comportamiento de la demanda (1996-2005) Andrés la torre cañón Juan Carlos de Irieu alcaraz
 - a. NARCISO RODRIGUEZ SAN MIGUEL
 - b. Pontificia universidad javeriana a facultad de ciencias económicas Bogotá, mayo de 2008

17. Método de ensayo de cementos. Determinación del tiempo de fraguado y de la estabilidad de volumen González, E. y Alloza, A.M.
18. Norma técnica colombiana NTC 174 concretos especificaciones de los agregados para concretos

19. Diseño de una mezcla de concreto utilizando residuos industriales y escombros Katty Milena Parra Maya María Alejandra Bautista Moros universidad pontificia bolivariana seccional Bucaramanga
20. Propiedades Mecánicas y de durabilidad de concretos con agregado reciclado Ing. Néstor Raúl Bojacá Castañeda Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
21. NTC 1486 Presentación De tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación
22. NTC 4490 Referencias documentales para fuentes de información electrónicas.
23. NTC 5613 Para citas bibliográficas. normas de presentación para informes. universidad metropolitana.

ANEXOS

Anexo A. NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 31 CEMENTO PORTLAND DEFINICIONES

DEFINICIONES

CEMENTO

Para los efectos de esta norma es un material pulverizado que además de óxido de calcio contiene sílice alúmina y óxido de hierro y que forma, por adición de una cantidad apropiada de agua, una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto en el agua como en el aire. Se excluyen las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos.

PROPIEDAD HIDRÁULICA

Aptitud de un material pulverizado de fraguar y endurecer en presencia de agua y de formar compuestos estables.

PROPIEDAD PUZOLÁNICA

Aptitud de un material pulverizado de reaccionar químicamente en presencia de agua con hidróxido de calcio a la temperatura ambiente, formando compuestos que poseen propiedades hidráulicas.

CLÍNKER PÓRTLAND

Componente del cemento en forma granulada, constituido principalmente por silicatos, aluminatos y ferroaluminatos de calcio y que se obtiene por la cocción, hasta fusión parcial (clinkerización), de una mezcla convenientemente proporcionada y homogenizada de materiales debidamente seleccionados.

CLÍNKER ALUMINOSO

Producto constituido en su mayor parte por aluminato de calcio que se obtiene por la fusión de una mezcla convenientemente proporcionada y homogeneizada de materiales seleccionados, siempre que en el clinker resultante, la cantidad de óxido de aluminio sea superior al 30 % y la de óxido de hierro inferior al 20 % expresada como porcentaje en masa de la masa total.

ESCORIA GRANULADA DE ALTO HORNO

Subproducto que se obtiene por el tratamiento de minerales de hierro en el alto horno de forma granulada por el enfriamiento brusco y además debe tener composición química conveniente.

PUZOLANA

Material silíceo o sílico-aluminoso que posee propiedad puzolánica. Puede ser en estado natural (tierra de diatomeas, rocas opalinas, esquistos, cenizas volcánicas, pumitas), de material calcinado (los nombrados anteriormente y algunos como las arcillas y esquistos más comunes) o de material artificial (óxido de silicio precipitado y cenizas volantes).

OTROS COMPONENTES DEL CEMENTO

Materiales arcillosos o calcáreo-sílico-aluminosos, calcinados o no, que poseen propiedades hidráulicas o puzolánicas.

CEMENTO PÓRTLAND

Producto que se obtiene por la pulverización del clinker pórtland con la adición de una o más formas de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos siempre que su inclusión no afecte las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionales deben ser pulverizados conjuntamente con el clinker.

CEMENTO PÓRTLAND DE ESCORIA DE ALTO HORNO

Producto que se obtiene por la pulverización conjunta del clinker pórtland y escoria granulada de alto horno o de una mezcla íntima y uniforme de cemento pórtland y escoria granulada finamente dividida, con adición de una o más formas de sulfato

de calcio. El contenido de la escoria granulada de alto horno debe estar comprendido entre el 15 % y el 85 % en masa de la masa total.

CEMENTO SIDERÚRGICO SUPERSULSFATADO

Producto que se obtiene por la pulverización conjunta de escoria granulada de alto horno con pequeñas cantidades de clinker pórtland, cemento pórtland y cal hidratada o con una combinación de estos materiales y cantidades apreciables de sulfato de calcio. El contenido de escoria de alto horno debe ser superior al 70 % en masa de la masa total.

CEMENTO PÓRTLAND PUZOLÁNICO

Producto que se obtiene por la pulverización conjunta de clinker pórtland y puzolana o de una mezcla íntima y uniforme de cemento pórtland y puzolana finamente pulverizada con adición de una o más formas de sulfato de calcio. El contenido de puzolana debe estar comprendido entre el 25 % y el 50 % en masa de la masa total.

CEMENTO PÓRTLAND CON ADICIONES

Producto que se obtiene por la pulverización conjunta del clinker pórtland y otros materiales que cumplan con lo indicado en el numeral 2.8, con la adición de una o más formas de sulfato de calcio. el contenido de otros materiales debe estar comprendido entre el 15 % y el 30 % en masa de la masa total.

CEMENTO DE ALBAÑILERÍA

Producto que se obtiene por la pulverización conjunta del clinker pórtland y materiales que carezcan de propiedades hidráulicas o puzolánicas con la adición de una o más formas de sulfato de calcio. El contenido de materiales adicionales debe estar comprendido entre el 15 % y el 50 % en masa de la masa total.

CEMENTO ALUMINOSO

Producto que se obtiene por la pulverización del clinker aluminoso.

Anexo B. NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 121 CEMENTO PORTLAND ESPECIFICACIONES FISICAS - MECANICAS

OBJETO

Esta norma establece los requisitos físicos y mecánicos que deben cumplir los siguientes tipos de cemento Pórtland: 1,1 M,2.3,4 y 5.

REQUISITOS

Todos los tipos de cemento Pórtland a que se refiere esta norma, deberá cumplir con los correspondientes requisitos de la tabla; los requisitos indicados en la Tabla 2 serian opcionales.

La resistencia del cemento tipo 3 a cualquier edad, deberá ser mayor que su resistencia a la edad inmediatamente anterior, si el comprador exige ensayos de resistencia a la comprensión para cemento tipo 3, distintos a los especificados en la Tabla 1; la resistencia a los 7 d deberá ser mayor que la obtenida a los 3 d.

Tabla 1. Requisitos físicos

	Tipo 1	Tipo 1M	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5
Finura, superficie específica en m ² /kg						
- Ensayo por medio de permeabilidad al aire, mínimo.	280	280	280	-	280	280
Estabilidad	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Expansión en autoclave, máximo, %						
Tiempo de fraguado (Métodos alternativos).						
- Ensayo por agujas de Vicat: Tiempo inicial, en minutos, no debe ser menor de	45	45	45	45	45	45
Tiempo final, en horas, no debe ser mayor de	8	8	8	8	8	8
Resistencia a la compresión en Mpa (aprox. kgf/cm ²).						
La resistencia a la compresión de cubos de mortero hechos con una parte de cemento y 2,75 partes de un arena gradada normalizada para este ensayo, preparados y probados de acuerdo con la NTC 220, no debe ser menor que , los valores indicados abajo, para cada edad.						
1 d		-	-	10,0 (100)		
3 días	8,0 (80)	12,5 (125)	10,5 (105)	21,0 (210)	-	8,5 (85)
7 días	15,0 (150)	19,5 (195)	17,5 (175)	-	7,0 (70)	15,5 (155)
28 días	24,0 (240)	-	-	-	17,5 (175)	21,0 (210)

TOMA DE MUESTRAS

Mediante acuerdo entre fabricantes y comprador, éste podrá enviar un inspector a la planta o a los depósitos del fabricante para la toma de muestras. Toda inspección y la toma de muestras del cemento, se hará conjuntamente con el fabricante de acuerdo con la NTC 108 y de tal manera que en ningún caso interfiera con el proceso normal de fabricación y despacho.

ACEPTACIÓN O RECHAZO

El cemento será rechazado si no se cumple con alguno de los requisitos físicos establecidos en la Tabla 1. Para este efecto, se muestreará conjuntamente entre las partes, utilizando tres laboratorios reconocidos; se aceptará el criterio de los dos más acordes en sus resultados.

El cemento que después de haber sido ensayado permanezca almacenado a granel por más de seis meses, o empacado por más de tres meses en las bodegas del vendedor, podrá ser ensayado nuevamente por el comprador antes de su despacho y podrá ser rechazado si no cumple con los requisitos de esta Norma.

Los bultos cuya masa varíe en más del 5% por debajo de la especificada, podrán ser rechazados.

Si al tomar el 5% de los bultos de un pedido y su masa promedio sea menor del 2% de la especificada, el pedido podrá ser rechazado.

Sí el cemento no cumple con el requisito de estabilidad, podrá aceptarse siempre que al ensayar una nueva muestra dentro de los 28 d siguientes al primer ensayo, ésta cumpla con la especificación correspondiente.

Anexo C. NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 321 CEMENTO PORTLAND ESPECIFICACIONES QUIMICAS

OBJETO

Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los siguientes tipos de cemento Pórtland: 1, 1M, 2, 3, 4 y 5.

REQUISITOS

Todos los tipos de cemento Pórtland a que se refiere esta norma, deberán cumplir con los correspondientes requisitos de la Tabla 1.

El siguiente requisito es opcional: el cemento cuyo contenido de álcalis sea inferior al

0,60 %, calculado como porcentaje de Na₂O, más 0,658 veces el porcentaje de K₂O, podrá especificarse para el uso en hormigón con agregados que probablemente produzcan reacciones dañinas de acuerdo con las especificaciones de la NTC 174.

Para los cementos en los cuales se indiquen restricciones en la composición potencial, el consumidor podrá solicitar al fabricante el suministro de una muestra de clinker o de un análisis del mismo. Debido a que la posible presencia de materiales diferentes al clinker Pórtland y el sulfato de calcio puede desvirtuar el cálculo de los compuestos potenciales en el cemento, se recomienda efectuar el análisis de clinker del cemento y calcular sus compuestos potenciales determinando, con base en estos compuestos y en el contenido de clinker en el cemento, la composición potencial del mismo. Para los efectos de este cálculo se deberán mantener tres muestras, distribuidas así: una para el consumidor, una para el fabricante y una muestra testigo debidamente sellada.

Tabla 1. Requisitos químicos del cemento Pórtland

	Tipo 1	Tipo 1M	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4a)	Tipo 5a)
Dióxido de silicio (SiO ₂), mín %	-	-	21,0	-	-	-
Óxido de aluminio (Al ₂ O ₃), máx %	-	-	6,0	-	-	-
Óxido de hierro (Fe ₂ O ₃), máx %	-	-	6,0	-	6,5	-
Óxido de magnesio (MgO), máx %	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Trióxido de azufre (SO ₃), máx %	3,5	3,5	-	4,5	-	-
Pérdida al fuego, máx %	-	5,0	4,0	4,0	3,5	4,0
Residuo insoluble, máx %	-	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Silicio tricálcico (3CaO. SiO ₂) ^{b)} , máx %	-	-	-	-	35,0	-
Silicato dicálcico (3CaO.SiO ₂) ^{b)} , mín %	-	-	-	-	40,0	-
Aluminato tricálcico (3CaO. Al ₂ O ₃) ^{b)} , máx %	-	-	8,0	15,0 ^{c)}	7,0	5,0
(3CaO. SiO ₂) + (3CaO.Al ₂ O ₃), máx %	-	-	58,0 ^{d)}	-	-	-
Ferrialuminato tetra cálcico más el doble de aluminato tricálcico ^{b)} (4CaO. Al ₂ O ₃ . Fe ₂ O ₃) + 2 (3CaO. Al ₂ O ₃), o solución sólida (4C ₂ O. Al ₂ O ₃ . Fe ₂ O ₃ + 2 CaO. Fe ₂ O ₃) el que es aplicable, máx %	-	-	-	-	-	20,0

ACEPTACIÓN O RECHAZO

El cemento será rechazado si no se cumple con alguno de los requisitos químicos establecidos en la Tabla 1. Para este efecto, se muestrearán conjuntamente entre las partes, utilizando tres laboratorios reconocidos; se aceptará el criterio de los dos más acordes en sus resultados.

El cemento que después de haber sido ensayado permanezca almacenado a granel por más de seis meses, o empacado por más de tres meses en las bodegas del vendedor, podrá ser ensayado nuevamente por el comprador antes de su despacho y podrá ser rechazado si no cumple con alguno de los requisitos de esta norma.

Los bultos cuya masa varíe en más del 5 % por debajo de la especificación, podrán ser rechazados. Si al tomar el 5 % de los bultos de un pedido y su masa promedio sea menor del 2 % de la especificada, el pedido podrá ser rechazado.

ACEPTACIÓN O RECHAZO

El cemento será rechazado si no se cumple con alguno de los requisitos químicos establecidos en la Tabla 1. Para este efecto, se muestrearán conjuntamente entre las partes, utilizando tres laboratorios reconocidos; se aceptará el criterio de los dos más acordes en sus resultados.

El cemento que después de haber sido ensayado permanezca almacenado a granel por más de seis meses, o empacado por más de tres meses en las bodegas del vendedor, podrá ser ensayado nuevamente por el comprador antes de su despacho y podrá ser rechazado si no cumple con alguno de los requisitos de esta norma.

Los bultos cuya masa varíe en más del 5 % por debajo de la especificación, podrán ser rechazados. Si al tomar el 5 % de los bultos de un pedido y su masa promedio sea menor del 2 % de la especificada, el pedido podrá ser rechazado.

Anexo D. NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 30 CEMENTO PORTLAND CLASIFICACION Y NOMENCLATURA

DEFINICIONES Y CLASIFICACIÓN

CEMENTO PÓRTLAND TIPO 1

Es el destinado a obras de hormigón en general, al que no se le exigen propiedades especiales.

Cemento Portland Tipo 1 M

Es el destinado a obras de hormigón en general al que no se le exigen propiedades especiales pero tiene resistencias superiores a las del Tipo 1.

CEMENTO PÓRTLAND TIPO 2

Es el destinado en general a obras de hormigón expuestas a la acción moderada de sulfatos y a obras donde se requiera moderado calor de hidratación.

CEMENTO PÓRTLAND TIPO 3

Es el que desarrolla altas resistencias iniciales.

CEMENTO PÓRTLAND TIPO 4

Es el que desarrolla bajo calor de hidratación.

CEMENTO PÓRTLAND TIPO 5

Es el que ofrece alta resistencia a la acción de los sulfatos.

CEMENTO PÓRTLAND BLANCO

Es el que se obtiene con materiales debidamente seleccionados que le confieren una coloración blanca.

CEMENTO PÓRTLAND CON INCORPORADORES DE AIRE

Son aquellos a los que se les adiciona un material incorporador de aire durante la pulverización.

Cemento Pórtland Tipo 1-A

Es el cemento Pórtland Tipo 1, al cual se le adiciona un material incorporador de aire.

Cemento Pórtland Tipo 1-M – A

Es el cemento Pórtland 1-M, al cual se le adiciona un material incorporador de aire.

Cemento Pórtland Tipo 2-A

Es el cemento Pórtland Tipo 2, de moderado calor de hidratación al que se le adiciona un material incorporador de aire.

Cemento Pórtland Tipo 3-A

Es el cemento Pórtland Tipo 3, de alta resistencia inicial, al cual se le agrega un material incorporador de aire.

Anexo E. NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 174 ESPECIFICACIONES DE LOS AGREGADOS PARA CONCRETO

Las especificaciones de los agregados es un tema de gran importancia ya que estos deben de cumplir ciertos requisitos para poder ser aptos en el diseño del concreto, sea para la aplicación que sea que se vaya a utilizar, es por esto que los agregados deben de ser obtenidos de canteras y/o lugares que cumplan con todas las especificaciones y certificaciones de ley.

A continuación la NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 174 nos dará una idea clara de los requisitos que se deben de tener en cuenta al momento de elegir los agregados.

AGREGADO FINO

CARACTERÍSTICAS GENERALES

El agregado fino debe estar compuesto de arena natural, arena triturada o una combinación de éstas.

Tabla 1. Límites para sustancias dañinas en el agregado fino para concreto

Material	Máximo porcentaje del peso total de la muestra
Terrones de arcilla y partículas deleznales	3,0
Material que pasa el tamiz 75 µm (No. 200):	
Concreto sujeto a abrasión	3,0 (a)
Todos los demás concretos	5,0 (a)
Carbón o lignito:	
Donde la apariencia superficial del concreto sea de importancia.	0,5
Todos los demás concretos	1,0

En el caso de arena triturada, si el material que pasa el tamiz 75 µm (No. 200) contiene polvo de trituración libre de arcilla o esquistos, estos límites pueden incrementarse al 5 % y 7 %, respectivamente.

GRADACIÓN

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.

El agregado fino, excepto para lo previsto en los numerales 6.2, 6.3 y 6.4, debe estar clasificado dentro de los siguientes límites:

Tamiz NTC 32 (ASTM E 11)	Porcentaje que pasa
9,5 mm	100
4,75 mm	95 a 100
2,36 mm	80 a 100
1,18 mm	50 a 85
600 µm	25 a 60
300 µm	10 a 30
150 µm	2 a 10

6.2 El mínimo porcentaje dado arriba para el material que pasa los tamices de 300 µm (No. 50) y 150 µm (No. 100) puede reducirse a 5 y a 0, respectivamente, si el agregado va a usarse en concreto con aire incorporado, con un contenido de cemento mayor de 237 kg/m³, o en concreto sin aire incorporado con un contenido de cemento mayor de 297 kg/m³, o si se usa un aditivo o adición mineral aprobado para suplir la deficiencia en el porcentaje que pasa estos tamices. El

concreto con aire incorporado es aquel en el que se ha usado un aditivo incorporador de aire cuyo contenido de aire es de más del 3 %.

6.3 No debe suceder que cualquier tamiz pase más del 45 % del agregado fino y quede retenido en el siguiente tamiz según lo mostrado en el numeral 6.1. Los módulos de finura no deben ser menores de 2,3 ni mayores de 3,1.

6.4 El agregado fino que no cumpla los requisitos de granulometría y módulos de finura, de los numerales 6.1, 6.2 o 6.3 puede ser aceptado si existen registros de comportamiento aceptables del concreto fabricado con este material. Si no se tienen dichos registros se debe ensayar el agregado fino de acuerdo con su comportamiento en el concreto, así:

Un ensayo para elaborar el concreto con el agregado fino bajo consideración y otro ensayo para elaborar el concreto con agregado de calidad demostrada. Se someten las muestras bajo las mismas condiciones de la obra de tal manera que el resultado obtenido con el agregado bajo consideración sea al menos igual al testigo de calidad demostrada.

6.5 Para despachos continuos de agregado fino de una fuente dada, el módulo de finura no debe variar en más de 0,20 del módulo de finura tomado como base. Este módulo de finura de base debe ser aquel valor que es típico de la fuente. Si es necesario, el módulo de finura de base puede ser cambiado siempre y cuando lo apruebe el comprador.

AGREGADO GRUESO

CARACTERÍSTICAS GENERALES

El agregado grueso debe estar compuesto de grava, grava triturada, roca triturada, escoria de alto horno enfriada al aire, o concreto triturado fabricado con cemento hidráulico o una combinación de ellos, conforme a los requisitos de esta norma.

GRADACIÓN

El agregado grueso debe cumplir con los requisitos establecidos en la Tabla 2 para el número de tamaño especificado.

Tabla 2. Requisitos de gradación para agregado grueso

Número del tamaño del agregado	Tamaño nominal (tamices de abertura cuadrada)	Material que pasa uno de los siguientes tamices (porcentaje en masa)												
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37,5 mm	25,0 mm	19,0 mm	12,5 mm	9,5 mm	4,75 mm (No.4)	2,36 mm (No.8)	1,18 mm (No.16)
1	90 mm a 37,5 mm	100	90-100	-	25- 60	-	0-15	-	0-5	-	-	-	-	-
2	63 mm a 37,5 mm	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25,0 mm	-	-	-	100	90-100	35-70	-	-	-	-	-	-	-
357	50 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	-	0-5	-	-
4	37,5 mm a 19,0 mm	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	-	0-5	-	-	-
467	37,5 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	0-5	-	-
5	25,0 mm a 12,5 mm	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-10	0-5	-	-	-
56	25,0 mm a 9,5 mm	-	-	-	-	-	100	90-100	40- 85	10-40	0- 15	0- 5	-	-
57	25,0 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	-	-	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0- 5	-
6	19,0 mm a 9,5 mm	-	-	-	-	-	-	100	90-100	20 - 55	0- 15	0- 5	-	-
67	19,0 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	-	-	-	100	90-100	-	20 - 55	0- 10	0- 5	-
7	12,5 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 - 100	40 - 70	0- 15	0- 5	-
8	9,5 mm a 2,36 mm (No.8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 - 100	10- 30	0- 10	0- 5

Anexo F. NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 3459 CONCRETOS AGUA PARA LA ELABORACION DE CONCRETO.

OBJETO

Esta norma tiene por objeto determinar el método para establecer por medio de ensayos, si el agua es apropiada para la elaboración de concreto.

Los ensayos a que se refiere esta norma no proporcionan información con respecto a la durabilidad del concreto a largo plazo.

REQUISITOS GENERALES

Generalidades

El agua debe ser clara y de apariencia limpia, libre de cantidades perjudiciales de aceites,

ácidos, sales, materiales orgánicos y otras sustancias que puedan ser dañinas para el concreto o el refuerzo. Si contiene sustancias que le produzcan color, olor o sabor inusuales, objetables o que causen sospecha, el agua no se debe usar a menos que existan registros de concretos elaborados con ésta, o información que indique que no perjudica la calidad del concreto.

El agua para elaborar el concreto puede tomarse de fuentes naturales y, por lo tanto puede contener elementos orgánicos indeseables o contenidos inaceptables de sales inorgánicas, Las aguas superficiales, en particular, a menudo contienen materia en suspensión, como aceite, arcilla, sedimentos, hojas y otros desechos

vegetales, y puede ser inadecuado emplearlas sintratamiento físico preliminar, como filtración o sedimentación para que dicha materia en suspensión se elimine.

Agua de lavado

El agua de lavado proveniente de la operación de limpieza de las mezcladoras o de las zonas de almacenamiento de materias primas, se puede usar para la fabricación de concreto siempre que los ensayos cumplan con las especificaciones contenidas en el numeral 3 de esta norma.

Contaminación por desechos industriales

Se debe tener cuidado cuando se empleen aguas que pueden estar contaminadas por efluentes industriales o por drenaje de minas, depósitos de minerales entre otros; estas aguas deben ensayarse de acuerdo con esta norma.

REQUISITOS ESPECÍFICOS

La aceptación del agua se debe basar en los requisitos químicos. En caso de que el agua sobrepase los límites establecidos en el numeral 2.2.1 de esta norma o de no disponer de la información proveniente de los análisis químicos, se deben cumplir los requisitos físicos.

Requisitos químicos

Impurezas orgánicas. Las sustancias orgánicas contenidas en aguas naturales afectan considerablemente el tiempo de fraguado inicial del cemento y la resistencia última del concreto.

Las aguas que tengan un color oscuro, un olor pronunciado, o aquéllas donde sean visibles lamas de algas en formación de color verde o café, deben ser miradas con desconfianza y ensayarse de acuerdo con esta norma.

Debe tenerse cuidado con los altos contenidos de azúcar en el agua por que pueden ocasionar retardo en el fraguado.

Impurezas inorgánicas

Generalidades.

Los límites permisibles para contenidos inorgánicos son muy amplios, pero en algunas partes del mundo éstos pueden presentarse en cantidades suficientes para causar un deterioro gradual del concreto. La información disponible respecto al efecto de los sólidos disueltos sobre la resistencia y durabilidad del concreto es insuficiente para establecer unos límites numéricos, pero se puede proporcionar una guía para niveles permisibles de ciertas impurezas.

Los iones que se presentan con mayor frecuencia en aguas naturales son calcio, magnesio, sodio, potasio, bicarbonato, sulfato, cloruro, nitrato, y menos frecuente, carbonato.

Las aguas con un contenido total combinado de estos iones comunes hasta 2 000 mg/l, son generalmente adecuadas como agua de mezcla.

Cloruros. La presencia de cloruros en el concreto, provenientes del agua de mezcla o de otras fuentes, puede causar problemas potenciales con algunos cementos o cuando se tienen metales embebidos en el concreto. La cantidad de cloruros que puede permitirse en el agua de mezcla depende de la cantidad total de cloruros en el concreto, considerando las demás fuentes. En la Tabla C.4-5 de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismorresistente (NSR-98) se incluyen valores límites recomendados para el contenido total de cloruros como porcentaje de peso de cemento en varios tipos de concreto.

Como una guía, el contenido total de cloruros del agua no debe exceder de 500 mg/l para concreto pre-esforzado, o de 1 000 mg/l para obras de concreto reforzado en ambientes húmedos o en contacto con aluminio embebido, metales diferentes o con formaletas metálicas galvanizadas. Algunas veces es necesario aceptar concentraciones más altas en ciertas regiones áridas donde las aguas naturales son bastante salinas, siempre y cuando existan registros de concretos elaborados con estas, o información que indique que no perjudican la calidad del concreto.

El agua de mar se ha empleado para producir concreto de cemento Pórtland, pero existe una tendencia para que éste cause humedad superficial y eflorescencia. Su uso puede causar, también, una moderada reducción de la resistencia. El agua de mar no debe emplearse en concreto reforzado o preesforzado ni en concreto hecho con cemento de alto contenido de alúmina.

Sulfatos. La concentración del contenido del ión sulfato (SO₄) no debe exceder de 3 000 mg/l.

Una guía general para la aceptabilidad de los sulfatos en el agua de mezcla es que no se exceda una concentración de 1 000 mg/l de SO₃ (trióxido de azufre). Sin embargo, se ha empleado satisfactoriamente agua con concentraciones más altas; en este caso, la cantidad permitida en el agua de mezcla depende del contenido de sulfatos de los agregados y el cemento, ya que el factor crítico es la cantidad total de sulfatos en el concreto, que no debe exceder del 4 % de SO₃ por masa de cemento, según se establece en el Anexo A de la norma BS 5328.

Álcalis. El agua que contiene carbonatos y bicarbonatos de álcalis puede afectar el tiempo de fraguado y la resistencia del concreto. Su presencia puede ser perjudicial si existe un riesgo de reacción álcali-agregado. En general, su total combinado no debe exceder 1 000 mg/l de agua.

El contenido total combinado de óxidos de sodio y potasio, expresado como Na₂O + 0,658 K₂O no debe exceder de 600 mg/l.

Sólidos totales. La concentración de sólidos totales en el agua para la elaboración de concreto no debe exceder los 0,05 kg/l.

Requisitos físicos

Se considera que el agua no tiene efecto significativo en las características de fraguado y de resistencia del concreto si al realizar los ensayos especificados en la NTC 118 (ASTM C 191) y NTC 220 (ASTM C 109), respectivamente, se obtienen las siguientes condiciones:

Tiempo de fraguado. Los tiempos de fraguado inicial del cemento, determinados a partir de muestras elaboradas con agua de ensayo y agua testigo, no deben diferir entre sí en más de 30 min.

Resistencia a la compresión. El promedio de la resistencia a la compresión de los cubos de mortero hechos con agua de ensayo, evaluada a 7 d, debe ser mayor o igual al 90 % de la resistencia promedio de los cubos de mortero hechos con el agua testigo, evaluada a la misma edad. Si la resistencia es menor que el 90 % pero superior al 80 % de la resistencia de los cubos de mortero elaborado con el agua testigo, se debe contemplar la modificación de las proporciones de la

mezcla. Si la resistencia es menor que el 80 % de la resistencia de los cubos de mortero elaborado con el agua testigo, se debe conseguir una fuente alternativa.

Anexo G. Resolución 541 del 14 de diciembre de 1994

En materia de transporte

1. Los vehículos destinados para tal fin deberán tener involucrados a su carrocería los contenedores o platones apropiados, a fin de que la carga depositada en ellos quede contenida en su totalidad, en forma tal que se evite el derrame, pérdida del material o el escurrimiento de material húmedo durante el transporte. Por lo tanto, el contenedor o platón debe estar constituido por una estructura continua que en su contorno no contenga roturas, perforaciones, ranuras o espacios. Los contenedores o platones empleados para este tipo de carga deberá estar en perfecto estado de mantenimiento. La carga deberá ser acomodada de tal manera que su volumen esté a ras del platón o contenedor, es decir, a ras de los bordes superiores más bajos del platón o contenedor. Además, las puertas de descargue de los vehículos que cuenten con ellas, deberán permanecer adecuadamente aseguradas y herméticamente cerradas durante el transporte
2. No se podrá modificar el diseño original de los contenedores o platones de los vehículos para aumentar su capacidad de carga en volumen o en peso en relación con la capacidad de carga del chasis
3. Es obligatorio cubrir la carga transportada con el fin de evitar dispersión de la misma o emisiones fugitivas. La cobertura deberá ser de material resistente para evitar que se rompa o se rasgue y deberá estar sujeta firmemente a las paredes exteriores del contenedor o platón en forma tal, que caiga sobre el mismo por lo menos 30 cm a partir del borde superior del contenedor o platón
4. Los vehículos mezcladores de concreto y otros elementos que tengan alto contenido de humedad deben tener los dispositivos de seguridad necesarios para evitar el derrame del material de mezcla durante el transporte. Si además de cumplir con todas las medidas a que se refieren los anteriores numerales, hubiere escape, pérdida o derrame de algún material o elemento de los vehículos en áreas

de espacio público, éste deberá ser recogido inmediatamente por el transportador, para lo cual deberá contar con el equipo necesario.

En materia de almacenamiento, cargue y descargue

1. Se prohíbe el almacenamiento temporal o permanente de los materiales y elementos a que se refiere esta Resolución, en áreas de espacio público. Exceptuase algunas áreas de espacio público que se utilicen para la realización de obras públicas, las cuales deberán cumplir con las condiciones que se definen en el presente artículo y estar circunscritas exclusivamente a su área de ejecución

Tratándose de obras se observará lo siguiente:

a. El espacio público que vaya a utilizarse para el almacenamiento temporal de los materiales y elementos para la construcción, adecuación, transformación o mantenimiento de obras públicas, deberá ser debidamente delimitado, señalizado y optimizado al máximo se usó con el fin de reducir las áreas afectadas.

b. Está prohibido el cargue, descargue o el almacenamiento temporal o permanente de los materiales y elementos para la realización de obras públicas sobre zonas verdes, áreas arborizadas, reservas naturales o forestales y similares, áreas de recreación y parques, ríos, quebradas, canales, caños, humedales y en general cualquier cuerpo de agua.

c. Las áreas de espacio público destinadas a la circulación peatonal solamente se podrán utilizar para el cargue, descargue y el almacenamiento temporal de materiales y elementos, cuando se vayan a realizar obras públicas sobre estas mismas áreas u otras obras subterráneas que coincidan con ellas. Para ello, el material deberá ser acordonado, apilado y cubierto en forma tal, que no impida el paso de los peatones o dificulte la circulación vehicular, evite la erosión eólica o el arrastre del mismo por la lluvia y deberán también colocarse todos los mecanismos y elementos necesarios para garantizar la seguridad de peatones y conductores.

d. El cargue, descargue y el almacenamiento temporal de los materiales y elementos para la realización de obras públicas destinadas para el tráfico vehicular, se llevará a cabo en las mismas áreas y, para tal efecto, el material

deberá ser acordonado y apilado adecuadamente y deberán colocarse todos los mecanismos y elementos adecuados requeridos para garantizar el tránsito vehicular y las señalizaciones necesarias para la seguridad de conductores y peatones. El tiempo máximo permitido para el almacenamiento del material no podrá exceder de veinticuatro horas después a la finalización de la obra o actividad.

e. Para la utilización de las demás áreas de espacio público no mencionadas, en desarrollo de actividades de carga, descarga y almacenamiento temporal de los materiales y elementos para la realización de obras públicas, deberá comunicarse la situación a la autoridad ambiental competente, indicando en detalle el tiempo requerido para culminar la obra, la delimitación del área que se va a utilizar, las condiciones de almacenamiento del material y la utilización del área cuando se retire el material.

f. . En todos los casos, con posterioridad a la finalización de las obras se deberá recuperar el espacio público utilizado, de acuerdo con su uso garantizando la reconfiguración total de la infraestructura y la eliminación absoluta de los materiales, elementos y residuos, en armonía con lo dispuesto en esta Resolución.

Tratándose de obras privadas se observará lo siguiente:

a. Está prohibido el carga, descarga y almacenamiento temporal o permanente, de los materiales y elementos a que se refiere esta Resolución, sobre las áreas de espacio público, en desarrollo de la construcción, adecuación, mantenimiento o uso general de obras, actividades, instalaciones y fuentes de material de carácter privado.

b. Los sitios, instalaciones, construcciones y fuentes de material deberán contar dentro de los límites del inmueble privado, con áreas o patios donde se efectúe el carga, descarga y almacenamiento de este tipo de materiales y elementos y con sistemas de lavado para las llantas de los vehículos de carga, de tal manera que no arrastren material fuera de esos límites, con el fin de evitar el daño al espacio público. El agua utilizada deberá ser tratada y los sedimentos y lodos residuales deberán ser transportados, reutilizados o dispuestos de acuerdo con las regulaciones ambientales vigentes sobre la materia.

2. En los sitios seleccionados como lugares de almacenamiento temporal, tanto para obras públicas como privadas, no deben presentarse dispersiones o emisiones al aire de materiales; no deben mezclarse los materiales a que hace referencia esta Resolución con otro tipo de residuos sólidos, líquidos o gaseosos; y cuando los materiales almacenados sean susceptibles de producir emisiones atmosféricas, ya sean o no fugitivas, deberán cubrirse en su totalidad o almacenarse en recintos cerrados.

En materia de disposición final

1. Está prohibido la disposición final de los materiales y elementos a que se refiere esta resolución, en áreas de espacio público.
2. La persona natural o jurídica, pública o privada que genere tales materiales y elementos debe asegurar su disposición final de acuerdo a la legislación sobre la materia.
3. Está prohibido mezclar los materiales y elementos a que se refiere esta Resolución con otro tipo de residuos líquidos o peligrosos y basuras, entre otros.

Artículo 3: Escombreras. Los Municipios deben seleccionar los sitios específicos para la disposición final de los materiales y elementos a que se refiere esta Resolución, que se denominarán Escombreras Municipales. Esta selección se hará teniendo en cuenta los volúmenes producidos y características de los materiales y elementos así como las distancias óptimas de acarreo.

Las escombreras municipales se localizarán prioritariamente en áreas cuyo paisaje se encuentre degradado, tales como minas y canteras abandonadas, entre otros, con la finalidad principal de que con la utilización de estos materiales se contribuya a su restauración paisajística. La definición de accesos a las escombreras municipales tendrá en cuenta la minimización de impactos ambientales sobre la población civil, a causa de la movilización de vehículos transportadores de materiales.

Artículo 4: Criterios básicos de manejo ambiental de escombreras municipales. Se aplicarán a las escombreras los siguientes criterios básicos de manejo ambiental:

1. Se deberán definir las medidas de mitigación y manejo para disminuir los impactos paisajísticos, de ruido y calidad del aire, entre otros, conforme a las regulaciones ambientales existentes. Se deberá incluir el uso de barreras visuales ambientalmente viables para evitar el impacto visual en los alrededores de la escombrera.
2. Se determinarán las obras de drenaje que sean requeridas tanto al interior de la escombrera como en su perímetro para garantizar la adecuada circulación del agua en la escombrera, con el fin de evitar escurrimiento de materiales y sedimentos. Así mismo, se establecerán obras de control de sedimentos.
3. No se aceptarán materiales o elementos que vengan mezclados con otro tipo de residuos como basuras, residuos líquidos, tóxicos o peligrosos.
4. La restauración paisajística de las escombreras municipales ubicadas en áreas degradadas o la definición paisajística de las escombreras ubicadas en áreas no degradadas, se hará con base en un programa preliminar, que considere desde el principio la morfología y el paisaje final deseado, el cual debe incluir como mínimo la cobertura vegetal y la arborización de las áreas involucradas dentro de la escombrera, teniendo en cuenta, además, los usos posteriores de estos lugares. Estas áreas serán preferiblemente destinadas como zonas de espacio público para fines de conservación, de recreación, culturales o sociales.
5. De acuerdo con el plan de manejo se definirá en tiempo y espacio la ubicación de materiales para restauración paisajística o para reutilización de residuos para otros usos. Estos últimos podrán ser seleccionados y separados de aquellos no reutilizables y almacenados para ser transportados o reutilizados. Las escombreras cumplirán con las especificaciones de la presente Resolución en relación con el almacenamiento de aquellos materiales que no sean sujeto de disposición final y con el cargue y descargue de todos los materiales y elementos que entren y salgan de ellas

Anexo H. PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE GIRARDOT

ARTICULO 346. Botaderos de Escombros. El Departamento de Planeación Municipal y la Secretaría de Obras Públicas Municipales, deben seleccionar y destinar los sitios del territorio municipal en los cuales se permitirá la disposición controlada de escombros. También tendrán participación en el manejo de su disposición, la Secretaría de Gobierno y Tránsito Municipal, en cuanto a los aspectos legales y de tráfico vehicular relacionados.

ARTICULO 347. El lote para disposición controlada de escombros deberá obedecer a un diseño en el cual se defina su capacidad, vida útil, normas de operación, diseño de drenajes superficiales y subsuperficiales, taludes y terrazas. Igualmente, se deberán presentar propuestas para su destinación futura.

ARTICULO 348. No se permitirá la ubicación de lotes para disposición controlada de escombros en los siguientes tipos de terrenos.

En proximidad de los cauces de las corrientes de agua. En los casos en que se respete el retiro fijado a éstas se debe garantizar mediante estudios técnicos, debidamente realizados, que no se interactuará con ninguna condición física o hidráulica de la corriente como son sus crecientes, afectación del lecho, erosión del cauce y otros.

En zonas con riesgo geológico, por deslizamiento o inundación. En las zonas de riesgo geológico moderado donde se pueda realizar un manejo de los terrenos, se exigirá un manejo de los terrenos, se exigirá el respectivo estudio geotécnico donde se especifique el tipo de manejo a realizarse.

El terreno donde se puedan afectar estructuras hidráulicas tales como coberturas de quebradas, sistemas de drenaje de terrenos vecinos, redes de acueducto y alcantarillados.

En terrenos donde esté proyectado un trazado vial.

Se restringirá la ubicación de lotes para disposición controlada de escombros en terrenos con las siguientes características.

Proximidad de puentes, vías o intercambios viales de tráfico medio o mayor.

Zonas con pendientes mayores del diez por ciento (10%). Para zonas con pendientes mayores se deberá presentar un estudio técnico de adecuación del terreno en cuando a terráceo, movimiento de tierras, estructuras de contención, etc.

Suelos de baja capacidad portante.

Que existan vías vehiculares de acceso directo y adecuado para el tránsito de los vehículos que han de transportar los escombros.

Que las vías de acceso directo al El lote para disposición controlada de escombros no atraviesen áreas residenciales desarrollados y habitadas.

Que el área para depósito de los escombros en los terrenos seleccionados para ello no colinden, con edificaciones de cualquier tipo y uso.

Que el depósito sea periódicamente nivelado y compactado con maquinaria apropiada para impedir la obstrucción del acceso y permitir así la libre aproximación de los vehículos transportadores de escombros.

Que el lote o terreno esté debidamente cercado y con una valla de identificación que acredite la prestación del servicio.

Que se mantenga un estricto control, sobres los vehículos transportadores de escombros y materiales, para que no se derrame su carga sobre las vías públicas y cumplan con las normas vigentes sobre la materia.

Que no se acepten en el lote para disposición controlada de escombros materiales cuya descomposición afecte al vecindario.

ARTICULO 303. Queda prohibido que las tierras y escombros resultantes de los trabajos efectuados para el proceso de urbanización, y de construcción sean vertidos a los cauces de quebradas, arroyos, caños manantiales o escurrideros naturales de flujo no continuo.

Anexo I. Método A.C.I. 211.1

Este método tiene su fundamento en la expresión b/b_o que fue introducida por Richart y Talbot entre 1921 y 1923 en los Estados Unidos de América. En esta expresión:

b = Volumen absoluto o sólido del agregado grueso, por unidad de volumen de concreto.

b_o = Volumen absoluto o sólido del agregado grueso, por unidad de volumen compactada de agregado grueso.

b/b_o = Volumen compactado de agregado grueso, por unidad de volumen de concreto.

Esta relación y significado se comprende fácilmente haciendo la siguiente consideración:

$$V = b + (PV) \quad (11.7)$$

Donde:

V = Volumen seco y compactado del agregado grueso por volumen unitario de concreto (volumen de las partículas de agregado más el volumen de los espacios entre partícula y partícula).

b = Volumen absoluto o sólido del agregado grueso, por unidad de volumen de concreto.

P = Porcentaje de vacíos en el conjunto (espacios entre partícula y partícula).

Pero, el volumen b_o puede ser expresado como:

$$b_o = 1 - (P1) \quad (11.8)$$

Luego: $P = 1 - b_o$

Reemplazando este valor en la ecuación (11.7) se obtiene:

$$V = b + (1 - b_o) V$$

Luego, $V = b + V - (b_o V)$

$$b = b_o V$$

Donde: $V = b/b_o$ (11.9)

El valor de b_o se puede calcular a partir de la masa unitaria seca y compactada con varilla del agregado grueso y de su densidad aparente seca, puesto que:

$$b_o = \frac{\text{Masa unitaria compacta}}{\text{Densidad aparente seca}} \quad (11.10)$$

De acuerdo con A.M Neville (11.15) el método A.C.I.-211 aprovecha el hecho de que “ la relación optima del volumen seco y compactado de agregado grueso al volumen total de concreto, depende únicamente del tamaño máximo del agregado y de la granulometría del agregado fino. En este caso, la forma de las partículas del agregado grueso no entra directamente en la relación, debido a que, por ejemplo, el agregado triturado tiene un volumen aparente mayor para un mismo peso (es decir, masa unitaria menor) que un agregado bien redondeado. Por lo tanto, el factor de forma es automáticamente tomado en cuenta en la determinación de la masa unitaria.

La tabla 11.15 es ampliamente conocida por los usuarios del método A.C.I.-211 y en ella se dan los valores de b/b_o en función del tamaño máximo del agregado grueso y del modulo de finura de la arena.

En este método, el peso seco del agregado grueso requerido por metro cubico de concreto, es simplemente igual al valor tomado de la tabla 11.15 multiplicado por su respectivo peso unitario compacto en kg/m^3 . De modo que, después de obtener el peso seco del agregado grueso, el peso de todos los demás ingredientes han sido estimados, excepto aquel del agregado fino. Su cantidad es determinada por diferencia, si el peso unitario del concreto se estima de acuerdo con la ecuación (8.3) del capítulo 8.

Pero el método más preciso y preferido es el “método de volumen absoluto”, el cual requiere del conocimiento de los volúmenes absolutos desplazados por los ingredientes. Es decir, que los volúmenes absolutos de cemento, agua, contenido de aire, y agregado grueso son sustraídos del volumen total, y que la diferencia hallada será el volumen absoluto del agregado fino. El volumen absoluto ocupado en el concreto por cada ingrediente es igual a su peso dividido por su respectivo peso específico, como se indica en la siguiente expresión:

$$V_i = P_i/G_i$$

Donde:

V_i = Volumen absoluto del ingrediente, en l/m^3 .

P_i = Peso seco del Ingrediente, en Kg/m^3 .

G_i = Peso específico del ingrediente (para los agregados debe usarse el peso específico aparente seco), en g/cm^3 .

Finalmente, el peso seco del agregado fino puede entonces ser obtenido al multiplicar su volumen absoluto por su respectivo peso específico aparente. Este proceso es resumido en la tabla 11.16.

Este método es aplicable a mezclas cuyos asentamientos sean al menos de 3 cm. Para mezclas de consistencias más rígidas se debe hacer algunas variaciones. En primer lugar, la trabajabilidad se mide por otros métodos como el aparato Vebe o la mesa de impactos que fueron descritos en el capítulo 5; y en segundo lugar, el contenido de agregado grueso usado es mucho más alto que el de mezclas de mayor consistencia.

Por último, este método es aplicado cuando los agregados están bien gradados y en concordancia con la norma Icontec-174 (ASTM C-33), la cual provee los límites granulométricos para agregado grueso y fino deducidos experimentalmente e indicados en las tablas 4.17 y 4.20, del capítulo 4. De tal manera que este método solo debe ser empleado cuando los agregados hayan sido clasificados como “agregados controlados”, de acuerdo con las definiciones dadas.

Pero de acuerdo con Mindess, S., y Young, J.F. (11.13), “si un agregado no está conforme con los límites de granulometría de la norma ASTM C-33, ello no necesariamente significa que no se puede hacer concreto con este agregado. Lo que ello indica es que ese concreto puede requerir más pasta y es más susceptible de segregarse durante su manejo y colocación”.

EJEMPLO DE PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

Se desea diseñar una mezcla de concreto, para un muro de concreto reforzado, que servirá para la contención de tierra de la banca de una vía. El muro estará medianamente reforzado y no habrá condiciones severas de exposición que comprometan la durabilidad ni la apariencia de la estructura. La especificación estructural requiere de un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (4.000 p.s.i.).

Los materiales a utilizar tienen las siguientes características:

1. Cemento portland tipo 1, cuyas características se indican en la tabla 11.21.

Tabla 11.21 Análisis físicos y mecánicos del cemento portland hidráulico Norma Icontec - 121

Propiedades del cemento	Ensayo	Valores	Norma Icontec 121		
1. ENSAYOS SOBRE EL CEMENTO PURO					
Peso específico (densidad) superficie específica (finura)	LE CHATELIER BLAINE	3.10 g/cm ³ 3.843 cm ² /g	? min 2.800		
2. ENSAYOS SOBRE LA PASTA					
Agua para consistencia normal	VICAT	24.3 %	?		
Fraguado inicial	VICAT	2H 45?	min 45?		
Fraguado final	VICAT	3H 30?	max 8 H		
3. ENSAYOS SOBRE EL MORTERO					
Relación agua-cemento	AVC	53 %	?		
Fluidez	MESA DE FLUJO	111%	?		
RESISTENCIA A LA COMPRESION SOBRE CUBOS DE MORTERO					
Muestra N°	Edad (días)	Resistencia Kg/cm ²	Promedio Kg/cm ²	Observaciones	Norma Icontec 121
1	3	108			
1	3	112	110		min 80
2	7	157			
2	7	163	160		min 150
3	28	241			
3	28	247	244		min 240

2. Agua de reconocida calidad, según las características químicas, físicas y mecánicas exigidas por las tablas 3.1 y 3.2 del capítulo 3.

Tabla 3.1 Tolerancias de concentraciones de impurezas en el agua de mezclas

Impurezas	Maxima Concentracion tolerada	
Carbonatos de sodio y potasio	1.000	ppm
Cloruro de sodio	20.000	ppm
Cloruro, como Cl (concreto preesforzado)	500	ppm
Cloruro, como Cl (concreto húmedo o con elementos de aluminio, metales similares o galvanizados)	1.000	ppm
Sulfato de sodio	10.000	ppm
Sulfato, como SO ₄	3.000	ppm
Carbonatos de calcio y magnesio, como ión bicarbonato	400	ppm
Cloruro de magnesio	40.000	ppm
Sulfato de magnesio	25.000	ppm
Cloruro de calcio (por peso de cemento en el concreto)	2%	
Sales de hierro	40.000	ppm
Yodato, fosfato, arsenato, y borato de sodio	500	ppm
Sulfito de sodio	100	ppm
Acido sulfúrico y ácido clorhídrico	10.000	ppm
pH	6,0 a 8,0	
Hidroxido de sodio (por peso de cemento en el concreto)	0.5 %	
Hidroxido de potasio (por peso de cemento en el concreto)	1.2%	
Azúcar	500	ppm
Partículas en suspensión	2.000	ppm
Aceite mineral (por peso de cemento en el concreto)	2%	
Agua con algas	0	
Materia orgánica	20	ppm
Agua de mar (concentración total de sales para concreto no reforzado)	35.000	ppm
Agua de mar para concreto reforzado o preesforzado	No recomendable	

Tabla 3.2 Criterios de aceptación de un agua cuestionable para concreto o mortero

Ensayo	Limites	Norma
Desviación de los tiempos de fraguado con respecto al testigo (hr:min)	No mas temprano de 1:00, ni mas tarde de 1:30	Icontec 118
Resistencia mínima a los 7 días de edad con respecto al testigo	90%	Icontec 220

3. Agregado grueso: cumple con la norma Icontec-174 y su análisis granulométrico se muestra en la tabla 11.22.

Tabla 11.22 Análisis de agregados para concreto

DETERMINACION DE LA GRANULOMETRIA DE AGREGADOS GRUESOS NORMA ICONTEC-77						
mm	Tamiz pulg.	Peso retenido gramos	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa	% Pasa Norma Icontec-174
50.8	- 2	0	0	0	100	100
38.1	- 1½	150	3	3	97	95-100
25.4	- 1	850	17	20	80	65-85
19.0	- ¾	1.000	20	40	60	35-70
12.7	- 1/2	15.000	30	70	30	25-50
9.51	- 3/8	500	10	80	20	10-30
4.76	- N° 4	800	16	96	4	0-5
2.38	- N° 8					0
1.19	- N° 16					
FONDO		200	4	100	% Aproximacion	$\frac{T_f - T_f}{T} \cdot 100$
TOTAL Tf (g)		5.000	TOTAL INICIAL (g)	5.000	0%	max 0.1%
TAMAÑO MAXIMO = 2"				TAMAÑO MAXIMO NOMINAL = 1½		

- Masa unitaria suelta 1.540 kg/m³
- Masa unitaria compacta 1.750 kg/m³
- Densidad aparente seca 2.44g/cm³
- Absorción 2.5% h
- Humedad Natural 4.0%
- Forma Redondeada (grava de rio)

4. Agregado fino: cumple con la norma Icontec-174 y su análisis granulométrico se muestra en la tabla 11.23.

Tabla 11.23 Análisis de agregados para concreto

DETERMINACION DE LA GRANULOMETRIA DE AGREGADOS FINOS NORMA ICONTEC-77						
mm	Tamiz pulg.	Peso retenido gramos	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa	% Pasa Norma Icontec-174
19.0	- ¾					
12.7	- ½					
9.51	- 3/8	0	0	0	100	100
4.76	- N° 4	40	2	2	98	95-100
2.38	- N° 8	160	8	10	90	80-100
1.19	- N° 16	600	30	40	60	50-85
0.595	- N° 30	600	30	70	30	25-60
0.297	- N° 50	300	15	85	15	10-30
0.149	- N° 100	260	13	98	2	2-10
FONDO		40	2	100	% Aproximacion	$\frac{T_f - T_f}{T} \cdot 100$
TOTAL Tf (g)		2.000	TOTAL INICIAL (g)	2.000	0.0%	max 0.1%
TAMAÑO MAXIMO = 3.05						

- Masa unitaria suelta 1.460 kg/m³
- Masa unitaria compacta 1.590 kg/m³
- Densidad aparente 2.51 g/cm³
- Absorción 1.3%
- Contenido de arcilla 1.4%

- Contenido de materia orgánica #2
- Humedad natural 8%
- Forma Redondeada (de rio)

5. Aditivos: no se utilizaran

Adicionalmente, se requiere el diseño de mezcla para una planta que en condiciones y materiales similares ha producido concreto con una desviación estándar de 34 kg/cm² y un promedio de resultados de resistencia de 378 kg /cm². Estos valores corresponden al análisis estadístico de 47 pruebas.

Proceso de Diseño Ejemplo

Empleando el procedimiento descrito en la tabla 11.2 y partiendo de la base de que los agregados cumplen especificaciones, se pueden estimar las proporciones de los agregados bien sea por el método A.C.I.-211.1.

Tabla 11.2 Procedimiento de diseño

<i>Paso Descripción</i>	
1	Selección del asentamiento
2	Selección del tamaño máximo del agregado
3	Estimación del contenido de aire
4	Estimación del contenido de agua de mezclado
5	Determinación de la resistencia de diseño
6	Selección de la relación agua - cemento
7	Cálculo del contenido de cemento
8	Estimación de las proporciones de agregados
9	Ajuste por humedad de los agregados
10	Ajustes a las mezclas de prueba

Paso 1: Selección del asentamiento

En la tabla 11.3 se observa que para una estructura medianamente reforzada, debe prepararse una mezcla de consistencia media con un asentamiento entre 5 y

10 cm. Se toma el promedio, aproximadamente 7.5 cm (3”), ya que la colocación será manual.

Tabla 11.3 Asentamientos recomendados para diversos tipos de construcción y sistemas de colocación y compactación (11.20)

Consistencia	Asentamiento (mm)	Ejemplo de tipo de construcción	Sistema de colocación	Sistema de compactación
Muy seca	0-20	Prefabricados de alta resistencia, revestimiento de pantallas de cimentación	Con vibradores de formaleta; concretos de proyección neumática (lanzados)	Secciones sujetas a vibración extrema, puede requerirse presión
Seca	20-35	Pavimentos	Pavimentadoras con terminadora vibratoria	Secciones sujetas a vibración intensa
Semi-seca	35-50	Pavimentos, fundaciones en concreto simple	Colocación con máquinas operadas manualmente	Secciones simplemente reforzadas, con vibración
Media	50-100	pavimentos compactados a mano, losas muros, vigas	Colocación manual	Secciones medianamente reforzadas, sin vibración.
Humeda	100-150	Elementos estructurales esbeltos	Bombeo	Secciones bastante reforzadas, sin vibración
Muy humeda	150 o más	Elementos muy esbeltos, pilotes fundidos "in situ"	Tubo-embudo Tremie	Secciones altamente reforzadas, sin vibración. (Normalmente no adecuados para vibrarse)

Paso 2: Selección del tamaño máximo del agregado.

De acuerdo con la mínima dimensión de la estructura (35 cm), el tamaño máximo recomendado para este muro reforzado debe estar entre 38.1 mm (1 ½”) y 76.1 mm (3”) según tabla 11.4. El agregado de que se dispone es apropiado, pues tiene un tamaño máximo nominal de 38.1 mm (1 ½”), y un tamaño máximo de 50.8 mm (2”).

Tabla 11.4 Tamaños máximos de agregados según tipo de construcción (11.6)

Dimensión mínima de la sección (cm)	Tamaños máximos de agregados según el tipo de construcción			
	Tamaño máximo en pulg. (mm)			
	Muros reforzados vigas y columnas	Muros sin refuerzo	Lozas muy reforzadas	Lozas sin refuerzo o poco reforzadas
6 - 15	½”(12)-¾”(19)	¾”(19)	¾”(19)-1”(25)	¾”(19)-1¼”(38)
19 - 29	¾”(19)-1½”(38)	1½”(38)	1½”(38)	1½”(38)-3”(76)
30 - 74	1½”(38)-3”(76)	3”(76)	1½”(38)-3”(76)	3”(76)
75 o más	1½”(38)-3”(76)	6”(152)	1½”(38)-3”(76)	3”(76)-6”(152)

Paso 3: Estimación del contenido de aire

Como no habrá condiciones severas de exposición, se deberá usar concreto sin aire incluido. Pero se estima que para un tamaño máximo nominal de 38mm (1.5”) el contenido de aire naturalmente atrapado es de 1% del volumen (tabla 11.5). Sin embargo, para efectos prácticos, se asumirá este valor como cero.

Tabla 11.5 Cantidad aproximada de aire esperado en concreto sin aire incluido y niveles de aire incluido para diferentes tamaños máximos de agregado.

Tamaño máximo nominal del agregado mm pulg.		Contenido de aire en porcentaje (por volumen)			
		Naturalmente atrapado	Exposición Ligera	Exposición moderada	Exposición severa
9.51	3/8	3.0	4.5	6.0	7.5
12.7	1/2	2.5	4.0	5.5	7.0
19.0	3/4	2.0	3.5	5.0	6.0
25.4	1	1.5	3.0	4.5	6.0
38.1	1½	1.0	2.5	4.5	5.5
50.8	2	0.5	2.0	4.0	5.0
76.1	3	0.3	1.5	3.5	4.5
152.0	6	0.2	1.0	3.0	4.0

Pasó 4: estimación del contenido de agua de mezclado.

Sabiendo que se trata de agregados de forma redondeada y textura lisa (por ser de río), que el concreto no tendrá aire incluido (paso3), que el tamaño máximo del agregado grueso es de 50.8mm (paso 2), y que el asentamiento previsto será de 7.5 cm (paso 1), al consultar la tabla correspondiente (11.6), se observa que el contenido de agua de mezclado por cada metro cubico de concreto es de aproximadamente 150 litros.

Tabla 11.6

Asentamiento mm pulg.		Tamaño máximo del agregado, en mm (pulg.)							
		9.51 ¾"	12.7 ½"	19.0 ¾"	25.4 1"	38.1 1½"	50.8 2"	64.0 2½"	76.1 3"
		Agua de mezclado, en Kg/m ³ de concreto							
0	0	213	185	171	154	144	136	129	123
25	1	218	192	177	161	150	142	134	128
50	2	222	197	183	167	155	146	138	132
75	3	226	202	187	172	160	150	141	136
100	4	229	205	191	176	164	154	144	139
125	5	231	208	194	179	168	156	146	141
150	6	233	212	195	182	172	159	150	143
175	7	237	216	200	187	176	165	156	148
200	8	244	222	206	195	182	171	162	154

Paso 5: Determinación de la resistencia de diseño.

De acuerdo con la formula 10.4 (capitulo 10), se tiene que el coeficiente de variación V es:

$$V = \frac{34}{378} 100 = 8.99 \approx 9\% \quad (11.26)$$

Este valor indica que el coeficiente de variación en la producción es excelente según la tabla (10.4), del mismo capítulo, y que hay un buen control.

Tabla 10.4 Normas para el control del concreto

PRODUCCION GENERAL - VARIACION TOTAL					
Clase de Operación	Desviación estandar para diferentes grados de control en kg/cm ² (coeficiente de variación para diferentes grados de control en %)				
	Exelente	Muy bueno	Bueno	Aceptable	Pobre
Pruebas de Control en campo	Menor de 25 (menor de 10)	25-35 (-)	35-40 (10-15)	40-50 (15-20)	Mayor de 50 (Mayor de 20)
Mezclas de prueba de laboratorio	Menor de 15 (menor de 5)	15-17 (-)	17-20 (5-7)	20-25 (7-10)	Mayor de 25 (mayor de 10)

Continuacion Tabla 10.4

PRODUCCION DE UNA SOLA MEZCLA - VARIACION EN LAS PRUEBAS					
Clase de Operación	Coeficiente de variación para diferentes grados de control en %				
	Exelente	Muy bueno	Bueno	Aceptable	Pobre
Pruebas de control en mezclas de prueba de	Menor de 3	3 - 4	4 - 5	4 - 6	Mayor de 6
	Menor de 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	Mayor de 5

La resistencia de diseño f'_{cr} se determina de las ecuaciones (11.4) y (11.5) de este mismo capítulo, sin necesidad de modificar la desviación estándar, ya que el análisis estadístico se hizo sobre más de 30 datos.

$$f'_{cr} = 280 - 35 + (2.33) 34 = 324 \text{ kg/cm}^2 \quad (11.27)$$

$$f'_{cr} = 280 + (1.34) 34 = 326 \text{ kg/cm}^2 \quad (11.28)$$

Se observa entonces que para una resistencia estructural de $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$, la resistencia de diseño de la mezcla $f'_{cr} = 326 \text{ kg/cm}^2$.

Paso 6: Selección de la relación agua – cemento

Teniendo en cuenta las características del cemento disponible, se asume que se trata de un cemento ubicado dentro del promedio de los cementos colombianos. Por ello, para la resistencia de diseño $f'_{cr} = 326 \text{ kg/cm}^2$, obtenida en el paso anterior e interpolando en la línea media de la tabla 11.13 (por tratarse de concreto sin aire ocluido), corresponde una relación agua cemento $A/C = 0.427$.

De otra parte, debido a que la estructura no estará sujeta a condiciones severas de exposición, la relación agua – cemento será la anterior y no hay necesidad de consultar tablas 7.1, 7.2 y 7.5 del capítulo 7.

Tabla 11.13 Correspondencia entre la resistencia a la compresión a los 28 días de edad y la relación agua cemento para los cementos colombianos, portland tipo I, en concreto sin aire incluido

Resistencia a la compresión Kg/cm ²	Relacion agua - cemento en peso		
	Limite superior	Linea media	Limite inferior
140	-	0.72	0.65
175	-	0.65	0.58
210	0.70	0.58	0.53
245	0.64	0.53	0.49
280	0.59	0.48	0.45
315	0.54	0.44	0.42
350	0.49	0.40	0.38

Paso 7: Calculo del contenido del cemento.

De la información obtenida en los pasos 4 y 6, se encuentra que el contenido de cemento requerido es:

$$C = \frac{150}{0.427} = 351 \text{ kg/m}^3 \quad (11.29)$$

Paso 8: Estimación de las proporciones de agregados.

Método A.C.I.211.1

Como se trata de agregados controlados, que cumplen con las especificaciones de la norma Icontec 174, las proporciones de los agregados se determinan fácilmente aplicando el método A.C.I.-211.1.

Se determina primero el volumen seco y compactado de agregado grueso por volumen unitario de concreto (b/b_o), de la tabla 11.15.

Tabla 11.15 Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto

Tamaño máximo nominal del agregado mm		Modulo de finura de la arena			
pulg		2.40	2.60	2.80	3.00
9.51	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.7	1/2	0.59	0.57	0.55	0.53
19.0	3/4	0.66	0.64	0.62	0.60
25.4	1	0.71	0.69	0.67	0.65
38.1	1½	0.75	0.73	0.71	0.69
50.8	2	0.78	0.76	0.74	0.72
76.1	3	0.82	0.80	0.78	0.76
152.0	6	0.87	0.85	0.83	0.81

En esta tabla, para un modulo de finura de la arena de 3.05 y un tamaño máximo nominal de agregado grueso de 38.1 mm (1½”), el valor de b/b_0 es igual a 0.69m³ de agregado grueso por metro cubico de concreto. Por lo tanto, el peso seco del agregado grueso (P_g) será:

$$p_g = 0.69 (1.750) = 1.208 \text{ kg/m}^3 \quad (11.30)$$

y su volumen absoluto será, P_g dividido por el valor de su densidad aparente seca:

$$V_g = \frac{1.208}{2.44} = 495 \text{ l/m}^3 \quad (11.31)$$

Una vez determinadas las cantidades de: Agua de mezclado (paso 4), contenido de cemento (paso 7) y contenido de agregado grueso, los materiales restantes para completar un metro cubico (1.000 l) de concreto, consistirán en arena y aire que pueda quedar atrapado (aunque este último se asumió como cero).

Como se recordara, la cantidad de arena requerida se puede determinar con base en el peso o en el volumen absoluto. Pero como este caso no es una condición especial del peso unitario del concreto, la determinación del contenido de arena se hará con base en los volúmenes absolutos de los ingredientes conocidos. Para tal efecto, se tabulan los valores en la tabla 11.24, extractada de la tabla 11.16.

Ingrediente	Peso seco kg/m³	Peso especifico o g/cm³	Volumen absoluto l/m³
Cemento	351	3,1	113
Agua	150	1	150
Cont. Aire	—	—	0
Agregado grueso	1.208	2,44	495
Agregado Fino	607	2,51	242
TOTAL	2316		1000

Tabla 11.24 peso seco y volumen absoluto de los ingredientes por metro cubico de concreto.