

**INSTALACION, MANEJO Y SUPERVISION DEL LABORATORIO SATELITE DE  
AGREGADOS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA CON LA  
IMPLEMENTACION DE ENSAYOS BASICOS DE CARACTERIZACION EN  
MATERIALES PARA VIAS Y AGREGADOS PARA CONCRETO.**

**MONICA ALEJANDRA SANDOVAL DURAN.**

**FIRMA DEL ESTUDIANTE \_\_\_\_\_**

**SUPERVISOR DE LA EMPRESA  
ING. SAUL EDUARDO QUINTERO CASTILLO**

**VISTO BUENO SUPERVISOR \_\_\_\_\_**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ADMINISTRACIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO  
BUCARAMANGA  
2013**

## **AGRADECIMIENTOS**

En esta etapa de la culminación de mi carrera profesional, quiero agradecer primero que todo a Dios por haberme dado todos los medios, recursos y capacidades para empezar, recorrer y culminar con éxito mi proyecto de grado; por ser siempre mi guía y mi sustento,

A mis padres por ser siempre mi apoyo en este mundo, por brindarme su amor y su comprensión, por generar en mí desde niña esa capacidad de salir adelante y superar mis metas, gracias por su amor y su ejemplo intachable.

A todos mis profesores que hicieron parte de mi vida, que día a día me enseñaron el valor del estudio y el valor de ser cada día mas una mejor persona, de crear en mí una líder con grandes capacidades y con un gran amor por mi carrera, a todos ustedes mi cariño y mi respeto, en especial a mi profesor Gerardo Bautista.

Mis compañeros y amigos gracias por estar en todos los momentos difíciles y hermosos de mi vida, por todo lo vivido, por sus consejos y apoyo; a ti amor por forjar en mí tu alegría, amor y confianza.

Y a mí Universidad Pontificia Bolivariana de Bucaramanga, por recibirme y dejarme cumplir acá uno de mis grandes sueños, el llamarme Ingeniera Civil.

## **DEDICATORIA**

Este sueño y logro quiero dedicárselo a Dios que siempre me acompaña y me fortalece, a mis padres Humberto Sandoval y Olga Duran, a mis hermanas, Laura Sandoval y Natalia Sandoval, a mi novio Iván Gómez.

Gracias porque sin ustedes nada de esto hubiera sido posible.

Con amor, Los Amo.

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla N°1.</b> Proveedores equipos de laboratorio	<b>11</b>
<b>Tabla N°2.</b> Equipos del Laboratorio de calidad de Agregados	<b>12</b>
<b>Tabla N°3.</b> Actividades acondicionamiento laboratorio Suratá	<b>16</b>
<b>Tabla N°4.</b> Pruebas de laboratorio (NTC, ASTM, AASHTO)	<b>25</b>
<b>Tabla N°5.</b> Especificaciones técnicas de las pruebas de laboratorio para los agregados	<b>26</b>
<b>Tabla N°6.</b> Conclusiones durabilidad de los agregados	<b>33</b>
<b>Tabla N°7.</b> Distribucion de tamaños caliza-Arena de Rio (50%-50%)	<b>34</b>
<b>Tabla N°8.</b> Distribucion de tamaños caliza-Arena de Rio (30%-70%)	<b>35</b>
<b>Tabla N°9.</b> Distribucion de tamaños caliza-Arena de Rio (20%-80%)	<b>36</b>
<b>Tabla N°10.</b> Distribucion de tamaños caliza-Arena de Rio (15%-85%)	<b>36</b>
<b>Tabla N°11.</b> Cuadro de resultados ensayos Caliza- Arena de rio	<b>37</b>
<b>Tabla N°12.</b> Materia prima y productos a utilizar	<b>43</b>
<b>Tabla 13.</b> Mezcla de concreto testigo para la evaluación	<b>43</b>
<b>Tabla 14.</b> Mezclas a realizar para avalar gravas de Suratá	<b>44</b>
<b>Tabla 15.</b> Mezclas a realizar para avalar arenas de Suratá	<b>45</b>

## LISTA DE IMAGENES

	<b>Pág.</b>
<i>Imagen N°1. Vista en planta Laboratorio de agregados</i>	<b>15</b>
<i>Imagen N°2. Formato granulometría arena tipo I</i>	<b>18</b>
<i>Imagen N°3. Estadística semanal ensayo de granulometría</i>	<b>19</b>
<i>Imagen N°4. Papeles indicadores Merck</i>	<b>20</b>
<i>Imagen N°5. Grafica distribución de tamaños</i>	<b>34</b>
<i>Imagen N°6. Grafica distribución de tamaños</i>	<b>35</b>
<i>Imagen N°7. Grafica distribución de tamaños</i>	<b>36</b>
<i>Imagen N°8. Grafica distribución de tamaños</i>	<b>37</b>
<i>Imagen N°9. Sistema de recirculación del agua planta de agregados</i>	<b>38</b>

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

	<b>Pág.</b>
<b>Fotografía N° 1.</b> Vista exterior contenedor	<b>14</b>
<b>Fotografía N° 2.</b> Vista exterior contenedor	<b>14</b>
<b>Fotografía N°3.</b> Planta de agregados Surata	<b>17</b>
<b>Fotografía N°4.</b> Ensayo de materia orgánica	<b>20</b>
<b>Fotografía N°5.</b> Reparación de latonería, pintura y acabados.	<b>102</b>
<b>Fotografía N°6.</b> Acondicionamiento eléctrico del laboratorio.	<b>103</b>
<b>Fotografía N°7.</b> Construcción de bases (0,30x0,30) en concreto, para fijación y nivelación del contenedor.	<b>103</b>
<b>Fotografía N°8.</b> Mampostería muros divisorios para los mesones del laboratorio.	<b>104</b>
<b>Fotografía N°9.</b> Armado y refuerzo de los mesones del laboratorio.	<b>105</b>
<b>Fotografía N°10.</b> Fundida de los mesones en concreto convencional (3000 psi)	<b>106</b>
<b>Fotografía N°11.</b> Friso de muros divisorios	<b>106</b>
<b>Fotografía N°12.</b> Enchapados muros divisorios y mesones.	<b>107</b>
<b>Fotografía N°13.</b> Afinado de pisos e instalación de bajantes de agua	<b>108</b>
<b>Fotografía N°14.</b> Sellado de juntas cerámicas con boquilla.	<b>108</b>
<b>Fotografía N°15.</b> Instalación de la red de alcantarillado para el laboratorio.	<b>109</b>
<b>Fotografía N°16.</b> Construcción caja desarenador	<b>109</b>
<b>Fotografía N°17.</b> Excavación e instalación de la tubería de agua potable.	<b>110</b>
<b>Fotografía N°18.</b> Mesones laboratorio satélite Bucaramanga.	<b>110</b>
<b>Fotografía N°19.</b> Instalación de cubierta en tejas de lámina.	<b>111</b>

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura N° 1.</b> <i>Ensayo de vacio de saturacion por gravedad y absorcion especifica</i>	<b>29</b>
<b>Figura N° 2.</b> <i>Ensayo de particulas livianas en los agregados petreos</i>	<b>29</b>
<b>Figura N° 3.</b> <i>Ensayo desgaste máquina de los ángeles</i>	<b>30</b>
<b>Figura N° 4.</b> <i>Ensayo resistencia del agregado grueso a la degradacion por abrasion con el aparato micro-deval</i>	<b>30</b>
<b>Figura N° 5.</b> <i>Ensayo resistencia de los agregados a los ataques con sulfato de sodio o sulfato de magnesio</i>	<b>31</b>
<b>Figura N°6.</b> <i>Diagrama de flujo para el proceso de ejecución, control y calidad de los agregados</i>	<b>40</b>
<b>Figura N°7.</b> <i>Diagrama de flujo para el proceso de ejecución, control y calidad del agregado terminado para la planta Surata</i>	<b>42</b>

## CONTENIDO

1.	GRADUATION PROJECT SUMMARY .....	10
2.	RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO .....	11
3.	INTRODUCCION .....	12
4.	OBJETIVOS .....	13
4.1.	Objetivo General. ....	13
4.2.	Objetivos Específicos. ....	13
5.	CEMEX COLOMBIA.....	14
5.1.	HISTORIA DE LA EMPRESA.....	14
5.2.	VISION .....	14
5.3.	DATOS DE LA EMPRESA .....	14
5.4.	SERVICIOS OFRECIDOS POR LA EMPRESA .....	15
5.4.1.	Soluciones para el constructor .....	15
5.4.1.1	Nuestros productos .....	15
5.4.2.	Soluciones para el canal y Soluciones para industriales.....	16
6.	ACTIVIDADES DESARROLLADAS .....	17
6.1.	Fuentes de proveedores para equipos de laboratorio .....	17
6.2.	Fuentes de proveedores para adecuación del laboratorio .....	19
6.2.1.	Segunda alternativa (Contenedor de 20 pies).....	19
6.3.	Ensayos de laboratorio.....	22
6.3.1.	Ensayo de Granulometría para agregados gruesos y finos (INV E-213-07) .....	22
6.3.2.	Ensayo de contenido aproximado de materia orgánica en arenas usadas en la preparación de morteros o concretos I.N.V. E – 212 – 0725	
6.3.3.	Ensayo de pH de los suelos I.N.V. E – 131 (Papeles indicadores Merck) .....	26
6.4.	GRAVA Y ARENA CALIZA .....	27
6.4.1.	Traducción del documento “Investigación de los métodos de ensayo para determinar la resistencia a largo plazo de los agregados”; al español.....	27
6.4.1.1	METODOS EXPERIMENTALES.....	29
6.4.1.2	PROPIEDADES FISICAS DEL AGREGADO .....	29
6.4.1.3	PROPIEDADES QUIMICAS DEL AGREGADO .....	30
6.4.1.4	PROGRAMA DE PRUEBAS REALIZADO EN EL LABORATORIO DE WISCONSIN.....	32
6.4.1.5	RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO .....	34
6.4.2.	Arena Caliza.....	40
6.5.	Sistema de recirculación de agua planta de agregados.....	43
6.6.	PLAN DE ENSAYOS PARA VALIDAR ARENAS Y GRAVAS PROVENIENTES CRUDO TRITURADO EN PLANTA SURATÁ Y MATERIAL TERMINADO PROVENIENTE DE PROVEEDORES TERCEROS .....	44
6.6.1.	METODOLOGIA DE ENSAYOS .....	49
6.7.	COMPORTAMIENTO DE LOS AGREGADOS EN MEZCLAS DE CONCRETO DE 210 Kg/cm <sup>2</sup> (3000PSI).....	51



6.7.1.	METODOLOGÍA.....	52
6.8.	COMPORTAMIENTO DE LOS AGREGADOS EN MEZCLAS DE CONCRETO DE 280 Kg/cm <sup>2</sup> (3000PSI).....	83
6.9.	CONSTRUCCION LABORATORIO SATELITE BUCARAMANGA .....	107
7.	CONCLUSIONES.....	116
8.	RECOMENDACIONES .....	118
9.	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	119
10.	ANEXOS .....	121

## 1. GRADUATION PROJECT SUMMARY

**TITLE:** INSTALLATION, OPERATION AND MONITORING OF THE SATELLITE LABORATORY ADDED IN THE CITY OF BUCARAMANGA WITH IMPLEMENTING BASIC CHARACTERIZATION TESTS ON MATERIALS FOR ROADS AND CONCRETE AGGREGATES.

**BY:** Mónica Alejandra Sandoval Duran

**FACULTY:** Civil Engineering.

**DIRECTOR:** Gerardo Bautista García.

### SUMMARY

This business internship aimed to implement and build a satellite laboratory in the city of Bucaramanga for the aggregate's plant and perform basic characterization tests, Methylene Blue, Sand Equivalent, size distribution, Atterberg Limits, and Modified Proctor, in order to control and manage the quality of the aggregates and ensure and innovate for customers the progressive improvement of the materials produced and offered in the market.

To carry out the construction of the laboratory, starts to research and the providers data collection who undertake all activities relating to this and gave way to the market price and buying all the equipment necessary for the provision of laboratory. Additional it was implemented for the daily management of the quality, a control plan trial with the tests of Particle size distribution, organic matter and pH in order to identify weaknesses in the products and in the production.

Continuing with the improvement processes in the plant, it creates plans to test concrete mixes conventional and industrialized, where tested, compared and conclude the full range of aggregates that are produced and marketed, its compressive strength is evaluated 1, 3, 7, 14, and 28 days, manageability and water / cement relation.

Finally it was possible to leave for Cemex a gifted and functional laboratory for quality management of aggregates and identify and characterize each material to include in the improvement processes in the production of the aggregate's plant.

**KEY WORDS:** Aggregate, concrete mixtures, laboratory tests, compression, handling.

## 2. RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

**TÍTULO:** INSTALACIÓN, MANEJO Y SUPERVISIÓN DEL LABORATORIO SATÉLITE DE AGREGADOS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA CON LA IMPLEMENTACIÓN DE ENSAYOS BÁSICOS DE CARACTERIZACIÓN EN MATERIALES PARA VÍAS Y AGREGADOS PARA CONCRETO.

**AUTOR(ES):** Mónica Alejandra Sandoval Duran

**FACULTAD:** Facultad de Ingeniería Civil.

**DIRECTOR:** Gerardo Bautista García.

### RESUMEN

La presente práctica empresarial tuvo como objetivo implementar y construir un laboratorio satélite en la ciudad de Bucaramanga para la planta de agregados y efectuar en el ensayos básicos de caracterización, Azul de metileno, Equivalente de arena, Granulometría, Límites de Atterberg, y Proctor Modificado, con el fin de controlar y manejar la calidad de los agregados y asegurar e innovar a los clientes, la mejora progresiva de los materiales que se producen y se ofrecen en el mercado.

Para la realización de la construcción del laboratorio, se inició con la investigación y recopilación de datos de proveedores que realizaran todas las actividades referentes a esta y se dio paso a la cotización y compra de todos los equipos necesarios para la dotación del laboratorio; adicional a esto se implementó para el manejo diario de la calidad, un plan de control con los ensayos de Granulometría, Materia Orgánica y pH con el objetivo de identificar las falencias en nuestros productos y en la producción.

Continuando con los procesos de mejora en la planta, se crearon unos planes de ensayo para mezclas de concreto convencionales e industrializadas, en donde se ensayan, comparan y concluyen toda la gama de agregados que se producen y comercializan; se evalúan su resistencia a compresión a 1, 3, 7, 14, y 28 días, su manejabilidad y relación agua/cemento.

Finalmente se logró dejar para la empresa Cemex un laboratorio dotado y funcional, para el manejo de la calidad de los agregados y se identificó y caracterizo cada material para incluirlo en los procesos de mejora en la producción de la planta de agregados.

**PALABRAS CLAVES:** Agregado, mezclas de concreto, ensayos de laboratorio, compresión, manejabilidad.

### 3. INTRODUCCION

En la presente pasantía realizada en la empresa Cemex Colombia, en la ciudad de Bucaramanga, con la planta de agregados, se logró controlar y manejar con unos planes de ensayos básicos la calidad de los materiales producidos y comercializados por la planta.

Podremos encontrar un seguimiento a las actividades principales que se manejan en la empresa Cemex Colombia, las cuales permiten asegurar e innovar a los clientes, la mejora progresiva de los materiales que se producen y se ofrecen al mercado en la Planta de agregados Suratá en Bucaramanga.

También conoceremos el comportamiento de los materiales, de acuerdo a las diferentes mezclas de concreto realizadas, su manejabilidad, su relación agua/cemento y sus resistencias según los días de curado.

Para el manejo de la calidad se propuso la implementación y construcción de un laboratorio satélite, con unos ensayos básicos de laboratorio, Azul de metileno, Equivalente de arena, Granulometría, Límites de Atterberg, y Proctor Modificado; aquí podremos encontrar el proceso realizado para la construcción del laboratorio y el manejo de proveedores para la adquisición de los equipos de laboratorio.

Con esta pasantía se logró puntualizar las deficiencias en los materiales de la planta, y se propuso un seguimiento diario a los materiales con el fin de mejorar y proponer nuevas alternativas que permitan la continua excelencia en Cemex.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo General.**

Implementación de los laboratorios satélites de agregados en la ciudad de Bucaramanga y Barranquilla, mediante la elaboración de las fichas técnicas para la ejecución de los ensayos básicos de caracterización en materiales para vías y agregados para concreto, y la revisión de la plataforma Norma control de Cemex Colombia; con el objetivo de verificar y controlar la calidad de la producción de la planta de agregados en Surata.

### **4.2. Objetivos Específicos.**

- Identificar y seleccionar las fuentes de proveedores existentes para la adecuación óptima del laboratorio de la planta de agregados.
- Instalar y adecuar el laboratorio de agregados con los ensayos de Azul de metileno, Equivalente de arena, Granulometría, Límites de Atterberg, y Proctor Modificado.
- Caracterizar los materiales de las fuentes de los proveedores con ayuda del laboratorio tercero y con el laboratorio satélite en Bucaramanga.
- Realizar la comparación de los resultados obtenidos en los laboratorios y establecer las falencias de los materiales.
- Elaborar las fichas técnicas de los productos con la información fundamental característica de los mismos.
- Elaborar formatos para informes que indiquen la caracterización de cada ensayo, con los parámetros exigidos por las Normas Técnicas Colombianas del Invias.

## 5. CEMEX COLOMBIA

### 5.1. HISTORIA DE LA EMPRESA

Fundada en México en 1906, CEMEX ha crecido desde ser una empresa local hasta ser una compañía líder en nuestra industria. Hoy está posicionada estratégicamente en los mercados más dinámicos del mundo: América, Europa, Asia, África y Medio Oriente. La compañía llegó a Colombia en 1996 luego de la adquisición de Cementos Samper, Cementos Diamante y Central de Mezclas, y hoy tiene presencia en más de 20 ciudades del país. Con sus soluciones se construyen importantes obras de infraestructura, vías y vivienda en todo el territorio.

Actualmente CEMEX Colombia ha puesto en marcha un renovado compromiso con la sociedad al desarrollar soluciones innovadoras para la construcción, alianzas con todos los protagonistas de esta industria y al ofrecer el más completo portafolio de productos por usos y servicios enfocados en las necesidades del cliente. Para lograrlo, ha fortalecido la promoción de su talento humano, la innovación y el desarrollo sostenible, bajo la premisa de que un nuevo país se construye con el impulso que producen nuevas ideas.

Tiene una capacidad de producción anual de cemento de 3.6 millones de toneladas al año, posee 4 plantas de cemento, 40 plantas de concreto premezclado y 1 planta de mortero seco, así como 6 operaciones mineras. CEMEX Colombia tiene cerca de 1.900 empleados directos y más de 1500 indirectos, y es uno de los principales fabricantes de cemento y concreto premezclado en el país<sup>1</sup>.

### 5.2. VISION

Nuestra visión desde 2011 es: Contribuir al desarrollo del país ofreciendo soluciones para la construcción que generen bienestar a la gente<sup>2</sup>.

### 5.3. DATOS DE LA EMPRESA

Nombre de la Empresa: CEMEX COLOMBIA S.A.

Dirección: Calle 99 # 9ª-54 Piso 8

---

<sup>1</sup> COLOMBIA. CEMEX COLOMBIA NUEVO PAIS, NUEVAS IDEAS. Base de datos página virtual. [Base de datos en línea]. [consultado 1 sep. 2013]. Disponible en < <http://www.cemexcolombia.com/NuestraEmpresa/AcercaCemex.aspx>>

<sup>2</sup> COLOMBIA. CEMEX COLOMBIA NUEVO PAIS, NUEVAS IDEAS. Base de datos página virtual. [Base de datos en línea]. [consultado 1 sep. 2013]. Disponible en < <http://www.cemexcolombia.com/NuestraEmpresa/Vision.aspx>>

Ciudad: Bogotá  
Representante Legal: Camilo González Téllez  
Teléfono: 6039000  
Fax: 6469000

## 5.4. SERVICIOS OFRECIDOS POR LA EMPRESA

### 5.4.1. Soluciones para el constructor

Porque creemos en la dinámica del sector de la construcción, creamos soluciones integrales para nuestros clientes.

Con esta solución queremos estrechar las relaciones con nuestros clientes constructores a través de alianzas estratégicas que nos permiten ofrecer productos y servicios, es decir soluciones, que respondan a sus necesidades pudiendo anticiparnos a ellas. El resultado final es la contribución al bienestar de los usuarios finales y comunidades en vivienda, infraestructura, industria y comercio<sup>3</sup>.

**Vivienda:** Creamos soluciones para que nuestros clientes y desarrolladores crezcan y juntos construyamos mejores viviendas para los colombianos<sup>4</sup>.

**Infraestructura:** Porque creemos en el país, creamos soluciones constructivas financieras y tecnológicas para el desarrollo de la infraestructura en Colombia<sup>5</sup>.

**Industria y comercio:** Porque creemos que la industria y el comercio impulsan a Colombia, creamos soluciones que se adapten a las necesidades y demandas de estos sectores<sup>6</sup>.

#### 5.4.1.1 Nuestros productos

Nuestro país requiere de ideas innovadoras que le muestren al sector de la construcción que existe un producto para cada uso. Por eso, en CEMEX

---

<sup>3</sup> COLOMBIA. CEMEX COLOMBIA NUEVO PAIS, NUEVAS IDEAS. Base de datos página virtual. [Base de datos en línea]. [consultado 1 sep. 2013]. Disponible en< <http://www.cemexcolombia.com/SolucionesConstructor.aspx>>

<sup>4</sup> COLOMBIA. CEMEX COLOMBIA NUEVO PAIS, NUEVAS IDEAS. Base de datos página virtual. [Base de datos en línea]. [consultado 1 sep. 2013]. Disponible en< <http://www.cemexcolombia.com/SolucionesConstructor/Vivienda.aspx>>

<sup>5</sup> COLOMBIA. CEMEX COLOMBIA NUEVO PAIS, NUEVAS IDEAS. Base de datos página virtual. [Base de datos en línea]. [consultado 1 sep. 2013]. Disponible en< <http://www.cemexcolombia.com/SolucionesConstructor/Infraestructura.aspx>>

<sup>6</sup> COLOMBIA. CEMEX COLOMBIA NUEVO PAIS, NUEVAS IDEAS. Base de datos página virtual. [Base de datos en línea]. [consultado 1 sep. 2013]. Disponible en< <http://www.cemexcolombia.com/SolucionesConstructor/IndustriaComercio.aspx>>

desarrollamos un completo portafolio de cementos, concretos, morteros y agregados<sup>7</sup>.

#### **5.4.2. Soluciones para el canal y Soluciones para industriales**

Porque creemos en nuestros clientes, creamos soluciones que les permiten crecer sosteniblemente.

En CEMEX nos convertimos en un consultor de negocio de nuestros clientes distribuidores, con el objetivo de contribuir al crecimiento rentable de sus empresas<sup>8</sup>.

---

<sup>7</sup> COLOMBIA. CEMEX COLOMBIA NUEVO PAIS, NUEVAS IDEAS. Base de datos página virtual. [Base de datos en línea]. [consultado 1 sep. 2013]. Disponible en< <http://www.cemexcolombia.com/SolucionesConstructor/NuestrosProductos.aspx>>

<sup>8</sup> COLOMBIA. CEMEX COLOMBIA NUEVO PAIS, NUEVAS IDEAS. Base de datos página virtual. [Base de datos en línea]. [consultado 1 sep. 2013]. Disponible en< <http://www.cemexcolombia.com/SolucionesCanal.aspx>>



## 6. ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Con el objetivo de mejorar y controlar la calidad de los materiales de la planta de agregados en Cemex, se realizó una búsqueda de información, la cual permita efectuar el proyecto de un nuevo laboratorio, que abarque los parámetros mínimos establecidos por la empresa, para garantizar la calidad de los productos a los clientes.

### 6.1. Fuentes de proveedores para equipos de laboratorio

En el área de agregados se presentó la necesidad de implementar un laboratorio de calidad para el manejo de las materias primas que hacen parte de la producción de la planta, para ello fue necesario investigar y cotizar como primera medida las fuentes de los proveedores que maneja la empresa Cemex Colombia e innovar con proveedores que manejen el mercado con calidad y ofertas en sus productos.

Como criterio básico de partida se estandarizaron los ensayos a manejar en el laboratorio satélite de Bucaramanga; Azul de metileno, Equivalente de arena, Granulometría, Límites de Atterberg, y Proctor Modificado. Para ello fue imprescindible enfocar los ensayos en equipos básicos y puntualizar que implementos son vitales para realizar los ensayos de acuerdo a lo establecido por las Normas NTC e Invias.

Se seleccionaron varios proveedores que permitieron ajustar el presupuesto permitido por la empresa Cemex Colombia y se realizaron las órdenes de compra para la obtención de los elementos y equipos de laboratorio.

PROVEEDOR	INFORMACION	DIRECCION	LOGO
KRAUQUER	<a href="mailto:Ventas@krauquer.com">Ventas@krauquer.com</a>	Calle 77 A No. 81-56 Bogotá, D.C. Colombia	
ADIMARTI	<a href="mailto:ltorres@adimarti.com">ltorres@adimarti.com</a>	Carrera 126 N° 130- 65 Bogotá, D.C. Colombia	
BLAMIS	<a href="mailto:blamis@blamis.com.co">blamis@blamis.com.co</a>	Carrera 47 No. 94 A-06 Barrio La Castellana Bogotá, D.C. Colombia	
DIRIMPEX	<a href="http://www.dirimpex.com">www.dirimpex.com</a>	Carrera 38 A N° 25-66 Bogotá, D.C. Colombia	
ADEQUIM	<a href="mailto:ventas@adequim.com">ventas@adequim.com</a>	Carrera 72A No. 68B - 46 Bogotá, D.C. Colombia	

**Tabla N° 1. Proveedores equipos de laboratorio**

Se muestra a continuación los equipos cotizados para el laboratorio y sus especificaciones según normas NTC e Invias.

ENSAYO	Material	Proveedor	Especificación
<b>GRANULOMETRIA</b>	Horno	KRAUQUER	110°± 5° Controlado Termostáticamente
	Balanza analítica con precisión de 0.1 g	ADIMARTI	Capacidad: 6000 g Marca: LEXUS Modelo: MAXTER – NHB-6000
<b>LÍMITES DE PLASTICIDAD</b>	Vasija de Evaporación	BLAMIS	Diámetro 115 mm (4 1/2")
	Espátula 3/4"	KRAUQUER	Longitud 3-4"
	Cazuela de Casagrande	DIRIMPEX	
	Vidrio Esmerilado	KRAUQUER	
	Recipientes metálicos	KRAUQUER	Deben incluir tapa
<b>EQUIVALENTE DE ARENA</b>	Equipo completo de ensayo	KRAUQUER	
<b>CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA</b>	Hidróxido de Sodio	ADEQUIM	MERCK
	Tabla de Colores	KRAUQUER	HELLIGE
	Fracos con tapa, 500 ml	KRAUQUER	SHOTT-DURAN
<b>AZUL DE METILENO</b>	Bureta Color ámbar	BLAMIS	Capacidad: 50 ml, graduaciones cada 0,1 ml
	Pinza plástica bureta	BLAMIS	
	Varilla de Agitación	BLAMIS	
	Plancha de agitación magnética	KRAUQUER	Incluye imán de agitación
	Beaker 600 ml	BLAMIS	Capacidad: 600 ml
	Matraz Volumétrico Color ámbar	BLAMIS	Capacidad: 1000 ml
	Papel filtro Whatman No. 2	BLAMIS	
	Beaker 250 ml	BLAMIS	Vidrio Duran
	Soporte Universal	BLAMIS	
	Azul de Metileno R.A.	ADEQUIM	
	Balanza de 0,001g	DIRIMPEX	Capacidad: 310 g Marca: OHAUS
Cronómetro	KRAUQUER		
<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	Espátula de 2"	KRAUQUER	
	Espátula de 3"	KRAUQUER	
	Bandeja metálica 40x40 cm	KRAUQUER	
	Molde Proctor Modificado	KRAUQUER	Diámetro: 6"
	Balanza de 2g	ADIMARTI	Capacidad: 30 kg Marca: LEXUS Modelo: FENIX 30
	Martillo de Compactación Proctor Modificado	KRAUQUER	Altura de caída: 18"

**Tabla N° 2. Equipos del Laboratorio para la calidad de los Agregados**

En el ensayo de granulometría no fue necesaria la compra del juego de tamices con tapa y fondo, debido a que la planta de agregados ya tenía estos elementos de laboratorio.

## **6.2. Fuentes de proveedores para adecuación del laboratorio**

Con el propósito de implementar el laboratorio para la planta de agregados en la sede de Cemex Bucaramanga, se presentaron dos alternativas de posibles laboratorios en donde se podía montar el proyecto.

Para esto se investigó cuáles posibilidades existían de acuerdo al presupuesto y a los espacios, como primera alternativa se dispuso la bodega de la planta de agregados y como segunda alternativa un contenedor de 20 pies.

El equipo de trabajo de la planta y directivas decidieron escoger la segunda alternativa, debido a espacios, distancias a la planta, mejoras del lugar y adicional a esto el presupuesto del laboratorio se ajustaba mejor a la segunda opción.

### **6.2.1. Segunda alternativa (Contenedor de 20 pies)**

Se dispuso a consideración, el poder adecuar de forma óptima un contenedor de 20 pies que se está utilizando actualmente en la Mina Tunjuelo en Bogotá, este contenedor se encuentra en buenas condiciones, pero presenta humedad en el techo, poca ventilación, corrosión y pintura en mal estado, no cuenta con los puntos de electricidad; los acabados están en condiciones deterioradas y adicional a esto se debe adecuar el piso, la puerta y la ventana.

A continuación se ilustra el estado del contenedor a utilizar como laboratorio satélite.

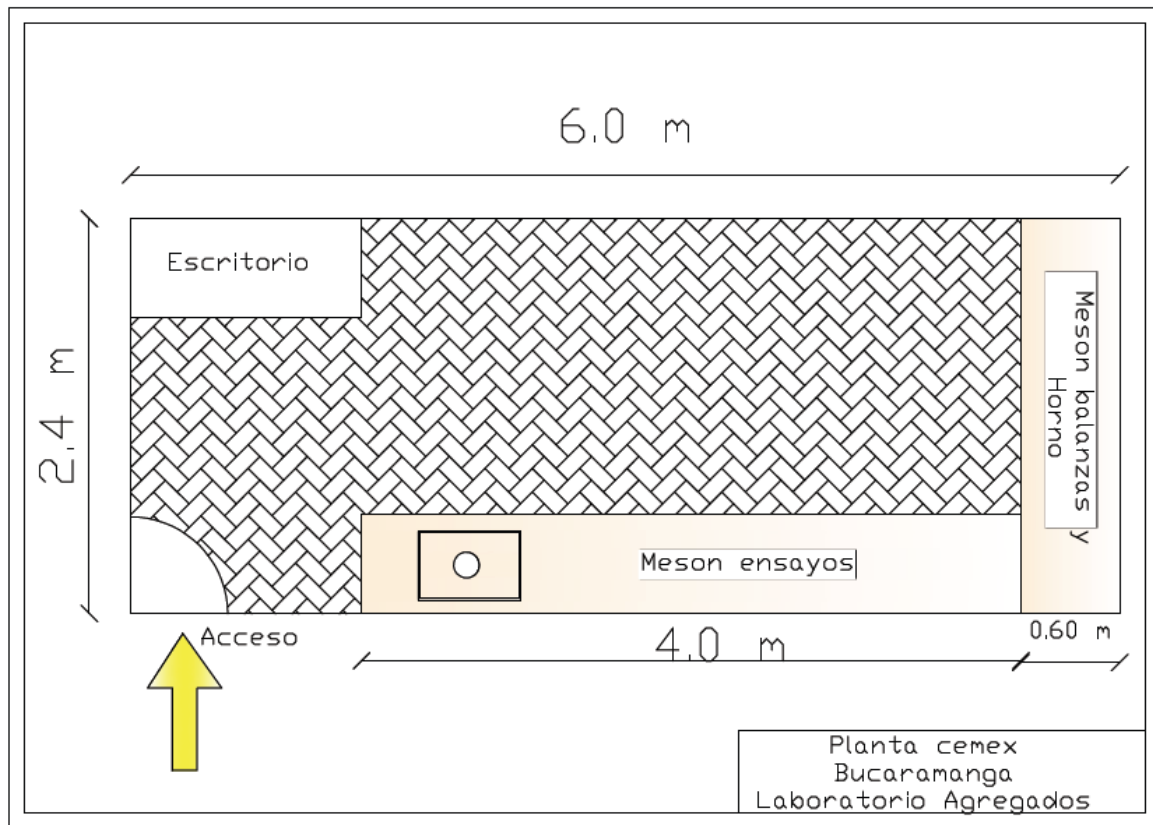


*Fotografía N° 1. Vista exterior contenedor.*



*Fotografía N° 2. Vista exterior contenedor.*

Para la adecuación del laboratorio se presenta el plano en planta, ahí se ilustra cómo se pretende proporcionar los espacios dentro de este; el laboratorio de agregados para el manejo de la calidad de las materias primas en surata contará con dos mesones para la distribución de los equipos de laboratorio y lugar de ensayos, un lava muestras y un lugar de trabajo; esto con el fin de acondicionar y optimizar los puntos de trabajo.



**Imagen N°1.** Vista en planta Laboratorio de agregados.

Se realizó un presupuesto global de las actividades necesarias a desarrollar, para la instalación y adecuación del laboratorio de agregados; estas cotizaciones han sido realizadas con los proveedores de cemex en Bucaramanga Y Bogotá.

ACTIVIDADES LABORATORIO SURATÁ	PROVEEDOR
ADECUACION Y MANTENIMIENTO CONTENEDOR	SERVICIOS AMBIENTALES ECO S.A.S.
CARGUE Y TRASNPORTE EN GRUA BOGOTA-BUCARAMANGA	AUTO GRUAS BULLA HNOS.
ACONDICIONAMIENTO ELECTRICO CONTENEDOR Y AIRE	FAVEL INGENIERIA
RED AGUA POTABLE	MIGUEL CASTRO CARDENAS
RED DE ALCANTARILLADO	MIGUEL CASTRO CARDENAS
ESCRITORIO DE TRABAJO	MUEBLES LA OFICINA
ADECUACION DEL INTERIOR DEL CONTENEDOR (MESONES)	MIGUEL CASTRO CARDENAS

**Tabla N° 3.** Actividades acondicionamiento laboratorio Suratá

### 6.3. Ensayos de laboratorio

Para el control de la calidad en la planta de agregados de Cemex en Bucaramanga, se está realizando de todos los ensayos establecidos por el practicante, el ensayo de granulometría, módulo de finura, materia orgánica y el PH, con el objetivo que el practicante pueda manejar, suministrar y controlar los datos obtenidos por los ensayos realizados diariamente.

#### 6.3.1. Ensayo de Granulometría para agregados gruesos y finos (INV E-213-07)

**Objetivo:** Determinar de manera cuantitativa la distribución de tamaños de partículas de agregados gruesos y finos de un material.

En la planta de agregados se tiene una producción diaria de grava de 3/4", 3/8" y arena Tipo I, la cual se obtiene de diferentes proveedores Cemex que extraen material de río, de canteras y de la mina Suratá.



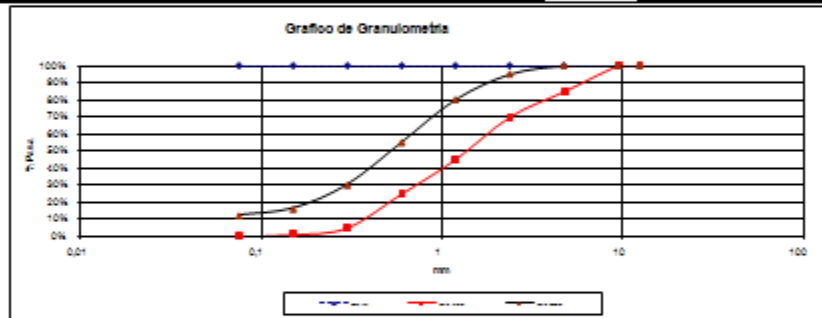
**Fotografía N°3.** *Planta de agregados Suratá.*

Para el control del producto terminado que ofrece Cemex al mercado, se ejecuta una granulometría diaria a cada material de los diferentes proveedores, para tener una constancia de calidad en la producción de los materiales.

Se realiza en campo una prueba rápida de granulometría en las horas de la mañana y otra en las horas de la tarde, con el fin de verificar que las gravas que se despachan a los clientes Cemex, cumplan con las especificaciones requeridas por la norma.

Adicional a esto se toma muestra del acopio de cada material y se realiza en el laboratorio una granulometría diaria como lo establece la norma Invias para agregados gruesos y finos; posterior a esto se introduce en el formato establecido por la empresa en la norma control Cemex, los datos obtenidos para el cálculo de la curva granulométrica y la distribución de tamaños de la muestra ensayada.

ABERTURA DEL TAMIZ		Mara Retenida	Porcentaje Retenido	Porcentaje Retenido Acum.	Porcentaje Para	NORMA	
(mm)	(Diam. Estándar)	(g)	(%)	(%)	(%)	Límite Inferior	Límite Superior
12,5	Nº2*					100%	100%
9,5	Nº20*					100%	100%
4,75	Nº4					85%	100%
2,38	Nº8					70%	95%
1,19	Nº16					45%	80%
0,6	Nº30					25%	55%
0,3	Nº50					5%	30%
0,15	Nº100					1%	16%
0,075	Nº200					0%	12%
Fanda							



Mara inicial húmeda (g): \_\_\_\_\_  
 Mara inicial seca (g): \_\_\_\_\_  
 Modulo de finura: \_\_\_\_\_  
 Materia orgánica: \_\_\_\_\_  
 Humedad (%): \_\_\_\_\_  
 pH: \_\_\_\_\_  
 Sumatoria mara retenida (g): \_\_\_\_\_  
 Fanda después de tamizada (g): \_\_\_\_\_  
 Mara final seca después de lavada  
 sobre tamiz 0.075 mm (g): \_\_\_\_\_

**OBSERVACIONES:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 ELABORÓ

\_\_\_\_\_  
 REVISÓ

**Imagen N°2. Formato granulometría arena tipo I.**

Se muestra uno de los formatos utilizados por la practicante para llevar el control de la calidad de los materiales, el cual es soporte para la empresa en la producción de la grava y la arena y su cumplimiento según especificaciones de la norma, en él se avalan los materiales, y se generan observaciones para mejorar o mantener la producción, como cambio de mallas, reducción de velocidades en los martillos de la trituradora primaria, esto según resultados obtenidos en las pruebas realizadas en la semana por la practicante.

Complementario a estas labores, la practicante realiza una estadística semanal de los datos obtenidos para el estudio y el registro de estos, donde se manejan por



proveedores y se observa que comportamientos y desviaciones que tiene cada material.



*Imagen N°3. Estadística semanal ensayo de granulometría.*

En el ensayo de granulometría de la arena se calcula también el módulo de finura, que debe cumplir según unos rangos que maneja la empresa, este nos permite saber qué proporción de finos o gruesos tenemos en la muestra, se calcula sumando los porcentajes retenidos acumulados desde el tamiz de  $\frac{1}{2}$ " hasta el tamiz N° 100 todo el resultado se divide en 100; este nos indica que tan gruesa o fina esta la muestra.

### **6.3.2. Ensayo de contenido aproximado de materia orgánica en arenas usadas en la preparación de morteros o concretos I.N.V. E – 212 – 07**

La practicante realiza para cada proveedor un control en las arenas que produce la planta, para saber el contenido de materia orgánica, el ensayo se hace diariamente con el objetivo de informar al jefe de planta si la arena puede usarse y comercializarse, para que no vaya a causar reacciones en las mezclas y en los productos terminados.



*Fotografía N°4. Ensayo de materia orgánica.*

### **6.3.3. Ensayo de pH de los suelos I.N.V. E – 131 (Papeles indicadores Merck)**

El ensayo de pH se maneja en el laboratorio diariamente para llevar un control de calidad en los materiales y estos se mantengan según las especificaciones establecidas por la norma control Cemex, adicional a esto también se maneja una estadística de los datos obtenidos semanalmente.



*Imagen N°4. Papeles indicadores Merck.*

## 6.4. GRAVA Y ARENA CALIZA

La empresa Cemex cuenta con la mina Suratá, en donde se extrae piedra caliza, esta se lleva a la planta de agregados para la trituración; la piedra caliza tiene unas características especiales que deben manejarse para establecer rangos en su uso; para ello se estudia el comportamiento de este material.

Se realizó una investigación acerca de la durabilidad de los agregados, según estudios en Wisconsin, con el objetivo de poder caracterizar la caliza y según parámetros darle manejo al material en el mercado de Cemex.

### 6.4.1. Traducción del documento “Investigación de los métodos de ensayo para determinar la resistencia a largo plazo de los agregados”; al español

Para esta investigación se hizo una traducción al español del documento, **INVESTIGATION OF TESTING METHODS TO DETERMINE LONG-TERM DURABILITY OF WISCONSIN NATURAL AGGREGATE RESOURCES** de los autores Gregory S Williamson, Ph.D. Richard E. Weyers, Ph.D. David W. Mokarem, Daniel S Lane<sup>9</sup>.

*Esta traducción se da desde las páginas 21 hasta la 33, en donde se transcribe toda la información investigada por el practicante; en algunas figuras y tablas no se da el formato que tiene el documento traducido sino que la practicante agrega tablas y figuras para ciertos conceptos.*

Para garantizar la durabilidad de los pavimentos y estructuras, WisDOT ha utilizado una serie de métodos de ensayo para evaluar la calidad global y la durabilidad.

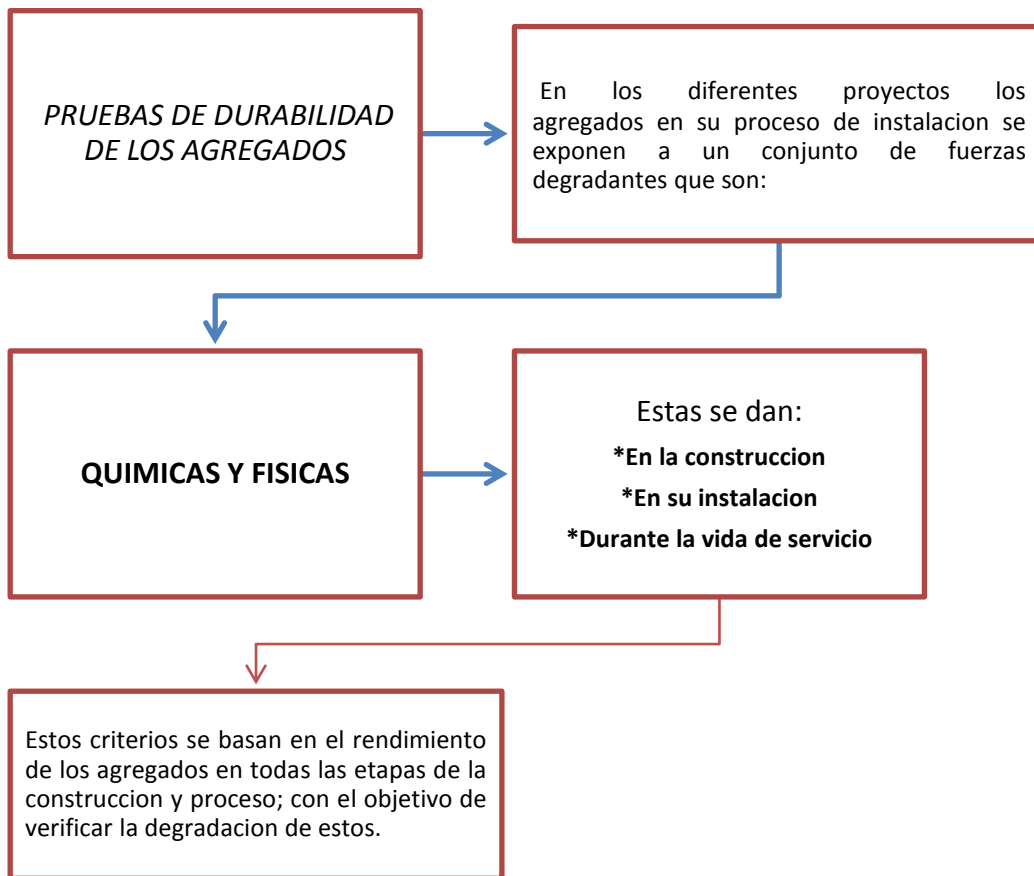
Los métodos de ensayo incluyen **gradación, plasticidad, resistencia a la abrasión (impacto), solidez y resistencia a la congelación y descongelación.**

El siguiente esquema se representa el comportamiento de los agregados desde el proceso de trituración hasta su utilización en los diferentes procesos de la construcción; y como esta materia prima utilizada para generar diversidad de productos, actúa según sus rendimientos y características.

---

<sup>9</sup> WILLIAMSON Gregory S, WEYERS Ph.D. Richard E, MOKAREM Ph.D. David W, LANE Daniel S. **INVESTIGATION OF TESTING METHODS TO DETERMINE LONG-TERM DURABILITY OF WISCONSIN NATURAL AGGREGATE RESOURCES.** En: Aggregate Durability Testing flowchart 2006-05.pdf. [En línea]. [Consultado 16 Agosto. 2013]. Disponible en < <http://afre.nssga.org/Symposium/2006-05.pdf>>

## ***Durabilidad de los agregados según su función***



Según el esquema anterior, podemos dar como ejemplo el comportamiento de los agregados de hormigón en el cemento Portland estructural, estos agregados mezclados para obtener concreto se exponen a las siguientes fuerzas químicas y físicas:

- **Las fuerzas abrasivas**, mientras que el agregado está en un estado húmedo / mojado durante apilamiento de existencias, transporte, dosificación, mezcla, y la colocación del hormigón.
- **Tracción, cortante y tensiones de compresión** durante la carga de la estructura de hormigón armado.
- **Entornos químicos** de una solución saturada de hidróxido de calcio, de sodio e hidróxido de potasio, y sulfatos en el hormigón.
- **Fraguado del hormigón** cambios de temperatura, incluyendo la congelación y descongelación de la humedad absorbida del hormigón.

#### 6.4.1.1 METODOS EXPERIMENTALES

Los problemas de durabilidad pueden ser categorizados como físicos o químicos.

***Mecanismos de degradación físicos incluyen:***

- Desgaste durante la manipulación y la construcción.
- Degradación bajo cargas en servicio.
- La degradación ambiental de congelación y descongelación, humectación y secado, y / o la expansión y contracción térmica.

***Mecanismos de degradación químicos incluyen los siguientes, pero no se evalúan en este estudio:***

- Los óxidos de reactivos como CaO y MgO y sulfuros como sulfuro ferroso.
- Reacción álcali-sílice.
- Reacción álcali-carbonato.

#### 6.4.1.2 PROPIEDADES FISICAS DEL AGREGADO

Las propiedades de durabilidad físicas en los agregados son típicamente relacionados entre sí. Por ejemplo, tanto la congelación y descongelación son mecanismos de degradación, fractura agregada y la degradación de las fuerzas de aglutinante-agregados pueden ocurrir cuando el agregado tiene una alta porosidad. La porosidad y la absorción están directamente relacionadas, como son la absorción y la gravedad específica. Los Agregados que tiene una alta gravedad específica generalmente tienen una baja absorción. Estos agregados generalmente tienen una alta resistencia, alta resistencia a la abrasión, y una alta resistencia a los cambios dimensionales. Relativa a las fuerzas físicas degradantes, algunos agregados pueden ser aceptados sobre la base de combinaciones específicas de la gravedad y de absorción específica. Las características de rendimiento físico de otros agregados pueden ser determinados por la abrasión, la fuerza, y la congelación y descongelación de las pruebas.<sup>10</sup>

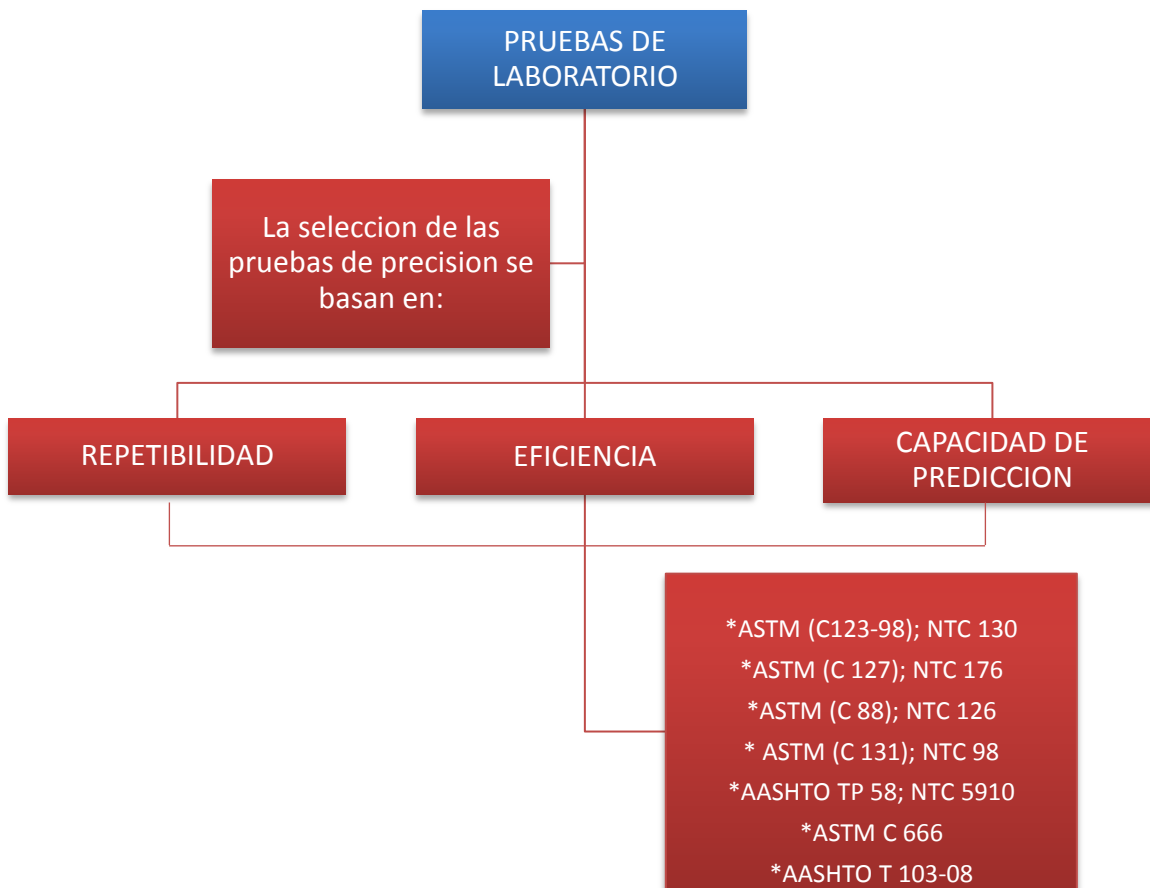
---

<sup>10</sup> WILLIAMSON Gregory S, WEYERS Ph.D. Richard E, MOKAREM Ph.D. David W, LANE Daniel S. **INVESTIGATION OF TESTING METHODS TO DETERMINE LONG-TERM DURABILITY OF WISCONSIN NATURAL AGGREGATE RESOURCES.** En: Aggregate Durability Testing flowchart 2006-05.pdf. [En línea]. [Consultado 16 Agosto. 2013]. Disponible en < <http://afre.nssga.org/Symposium/2006-05.pdf>>

### 6.4.1.3 PROPIEDADES QUIMICAS DEL AGREGADO

Aunque las propiedades físicas de durabilidad de los agregados son generalmente relacionados entre sí, los mecanismos de degradación químicos típicamente depende de la composición mineralógica del agregado. Funcionarios WisDOT han determinado que los mecanismos de degradación químicos relativos a la mineralogía del agregado no son un problema significativo en Wisconsin.<sup>11</sup>

#### *Pruebas de precisión para los agregados*



El esquema anterior muestra cuales son las pruebas de laboratorio necesario para realizar la caracterización de un agregado, en donde los resultados nos permitan concluir su comportamiento; con el fin de dar uso a cada materia prima según sus características.

<sup>11</sup> WILLIAMSON Gregory S, WEYERS Ph.D. Richard E, MOKAREM Ph.D. David W, LANE Daniel S. **INVESTIGATION OF TESTING METHODS TO DETERMINE LONG-TERM DURABILITY OF WISCONSIN NATURAL AGGREGATE RESOURCES.** En: Aggregate Durability Testing flowchart 2006-05.pdf. [En línea]. [Consultado 16 Agosto. 2013]. Disponible en < <http://afre.nssga.org/Symposium/2006-05.pdf>>

La siguiente tabla nos permite saber los nombres de los diferentes ensayos de laboratorio, que se nombran en el esquema anterior; y como se encuentran en la norma según las especificaciones técnicas.

PRUEBAS DE LABORATORIO	NORMA
Método para determinar la cantidad de partículas livianas en los agregados pétreos.	ASTM (C123-98); NTC 130
Método para determinar la densidad y absorción de agregados gruesos.	ASTM (C 127); NTC 176
Método para determinar la resistencia de los agregados a los ataques con sulfato de sodio o sulfato de magnesio.	ASTM (C 88); NTC 126
Determinación de la resistencia al desgaste de los tamaños menores agregados gruesos, utilizando la máquina de los ángeles.	ASTM (C 131); NTC 98
Método de Ensayo para determinar la resistencia del agregado grueso a la degradación por abrasión con el aparato micro-deval.	AASHTO TP 58; NTC 5910
Método prueba estándar para la resistencia del concreto a la rápida congelación y descongelación.	ASTM C 666
Método estándar prueba de solidez de los agregados de congelación y descongelación.	AASHTO T 103-08

**Tabla N° 4.** Pruebas de laboratorio (NTC, ASTM, AASHTO)

Estas pruebas de protocolo se sometieron de la misma manera a piedras trituradas y gravas.

El uso de los mismos procedimientos de prueba, para todas las fuentes aumentará la eficiencia y también abarcara todo el espectro de necesidades para las pruebas de durabilidad.

PRUEBAS DE LABORATORIO	IMPORTANCIA
Método para determinar la cantidad de partículas livianas en los agregados pétreos.	Prueba de detención importante, que se utiliza para determinar el porcentaje de agregados no duraderos, en piedras trituradas, como cantidades excesivas de agregado liviano, que se traducirá en una reducción en la durabilidad.
Método para determinar la densidad y absorción de agregados gruesos.	Esta prueba puede ser utilizada como un indicador para la solidez de los agregados, cantidad de absorción de agua a largo plazo y durante las mezclas de concretos o morteros.
Método para determinar la resistencia de los agregados a los ataques con sulfato de sodio o sulfato de magnesio.	Este ensayo refleja la acción desintegradora de los agentes atmosféricos sobre los agregados; es un indicador de la congelación y descongelación de los agregados y cómo influye en su durabilidad.
Determinación de la resistencia al desgaste de los tamaños menores agregados gruesos, utilizando la máquina de los ángeles.	Esta prueba puede estimar con precisión un parámetro clave, la fuerza agregada; según los siguientes factores (Roca de origen, gradación, forma de las partículas, homogeneidad del material).
Método de ensayo para determinar la resistencia del agregado grueso a la degradación por abrasión con el aparato micro-deval.	La prueba de micro-Deval es un ensayo de desgaste en húmedo que se utiliza para determinar el potencial de un agregado fino o grueso al degradarse durante la manipulación.
Método de prueba estándar para resistencia del concreto a la rápida congelación y descongelación.	Esta prueba es comúnmente utilizada para la determinación de la resistencia a la congelación y descongelación de los agregados en el hormigón.

**Tabla N° 5.** Especificaciones técnicas de las pruebas de laboratorio para los agregados

#### 6.4.1.4 PROGRAMA DE PRUEBAS REALIZADO EN EL LABORATORIO DE WISCONSIN

Se recogieron para su análisis Setenta muestras globales naturales, que representan toda la gama de agregados disponibles en Wisconsin. Inicialmente todas las 70 muestras de piedra triturada y grava triturada se ensayaron para



determinar la densidad y absorción de los agregados gruesos. En un procedimiento de prueba similar a la norma ASTM C 127.

La modificación consistía en colocar el agregado bajo un vacío de (25 pulg) 635 mm de mercurio durante 5 minutos antes de la saturación de los agregados. La saturación de los agregados consistió en la introducción de agua del grifo, mientras que el agregado estaba al vacío y posterior a la inmersión en agua durante 24 + / - 1 hora.

A partir de estos resultados se seleccionaron 30 agregados para su posterior análisis en todo el rango de los valores de vacío de saturación por gravedad. Los áridos seleccionados se sometieron entonces a todo el conjunto de pruebas seleccionadas, con una excepción. Sólo nueve agregados fueron probados para la congelación y descongelación del concreto con ASTM C 666-97 (resistencia del concreto a rápida congelación y descongelación) por falta de tiempo y recursos limitados.

El procedimiento ASTM C 666-97 se modificó a 28 días de curado en agua saturada de cal en lugar de los 14 días especificados y el agregado se saturó por remojo en agua durante 24 horas antes de la mezcla del hormigón. Estas modificaciones se llevan a cabo para asegurar la saturación completa del agregado antes de la congelación y descongelación de pruebas. Este está destinado a simular la condición de campo en el peor de los casos.<sup>12</sup>.

### **Selección de los agregados**

Con la asistencia de funcionarios de WisDOT, se seleccionaron 70 muestras de agregados naturales para las pruebas de todo el estado.

Entre los agregados ensayados fueron depósitos no consolidados y roca de fondo de diferentes grupos geológicos. También era importante probar roca de grupos con buenos y malos niveles de rendimiento sobre el terreno.

Las puntuaciones de rendimiento de pobres, intermedios, y bueno se basan o bien en el rendimiento de campo o resultados de la prueba. Los índices de rendimiento fueron designados por los funcionarios WisDOT y deben ser verificadas debido a

---

<sup>12</sup> WILLIAMSON Gregory S, WEYERS Ph.D. Richard E, MOKAREM Ph.D. David W, LANE Daniel S. **INVESTIGATION OF TESTING METHODS TO DETERMINE LONG-TERM DURABILITY OF WISCONSIN NATURAL AGGREGATE RESOURCES.** En: Aggregate Durability Testing flowchart 2006-05.pdf. [En línea]. [Consultado 16 Agosto. 2013]. Disponible en < <http://afre.nssga.org/Symposium/2006-05.pdf>>

su naturaleza subjetiva. La figura 1 presenta la ubicación del sitio de ejemplo en el estado de Wisconsin, tanto para los pozos y canteras.

La importancia de probar el rango de durabilidad de los agregados sobre la base de índices de rendimiento de campo no puede ser subestimada. A menudo es muy fácil identificar buenos y malos agregados debido a los resultados que se realizan en las pruebas de laboratorio. Es mucho más difícil identificar a los agregados que tienen un historial de rendimiento de campo adecuado, pero se clasifican como agregado intermedio basado en las pruebas de laboratorio.

Para las 30 muestras globales que se han seleccionado para su análisis, es importante asegurarse de que toda la gama de calidades de los agregados se refleje en el conjunto de muestras con énfasis en la calidad de los agregados intermedios. La distribución de las muestras globales se tomaron como sigue: 7 Malo, Intermedio 13, y 10 Bueno.

Una vez que la distribución de la muestra se había determinado, se seleccionaron las muestras individuales dentro de las categorías de rendimiento sobre la base de datos de vacío de saturación por gravedad, ya que hay una fuerte relación entre Vacío de saturación por Gravedad y absorción específica.

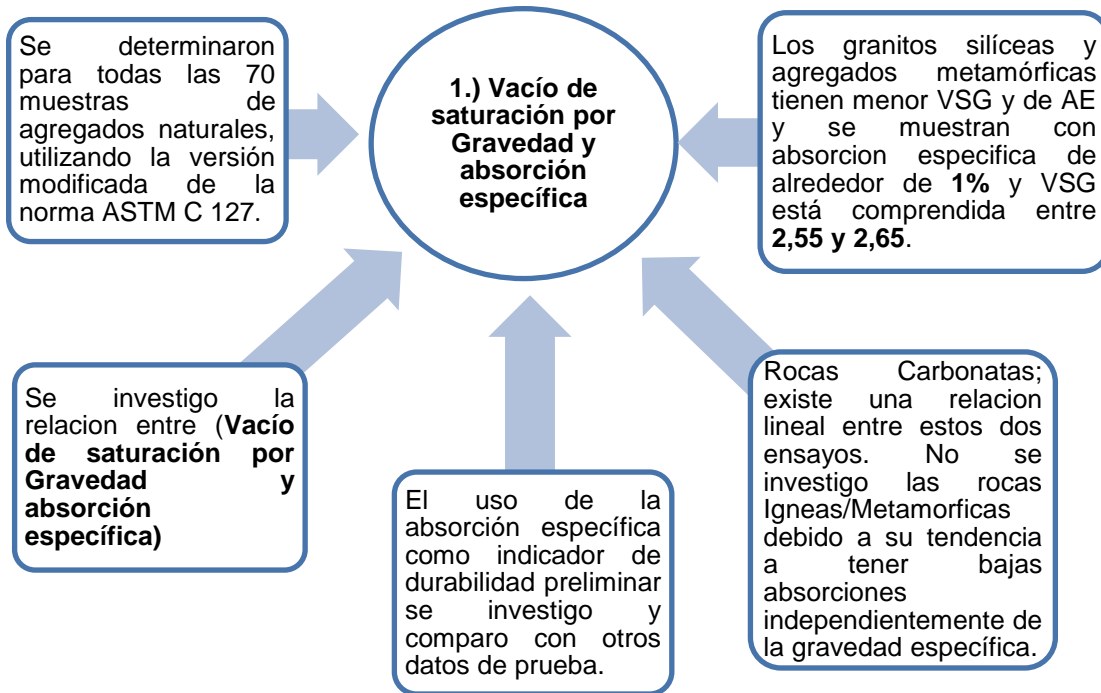
Los agregados con valores bajos, moderados y altos en absorción fueron seleccionados de cada grupo, con el fin de asegurar que las cualidades del agregado se pueden identificar sin ninguna dependencia de la absorción es decir, un agregado pobre con una baja absorción puede ser identificado como pobres, de la misma manera como un agregado pobre con una alta absorción <sup>13</sup>.

#### 6.4.1.5 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO

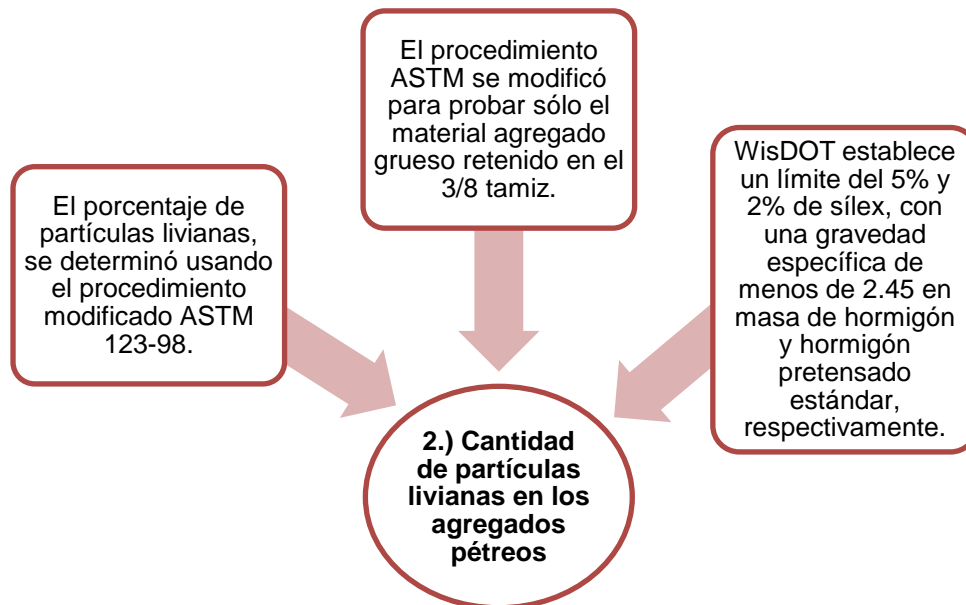
Las siguientes figuras muestran en resumen los ensayos utilizados en Wisconsin para caracterizar los agregados, mostrando en resumen que resultados y estudios se realizaron; y que datos importantes arrojaron los materiales ensayados.

---

<sup>13</sup> WILLIAMSON Gregory S, WEYERS Ph.D. Richard E, MOKAREM Ph.D. David W, LANE Daniel S. **INVESTIGATION OF TESTING METHODS TO DETERMINE LONG-TERM DURABILITY OF WISCONSIN NATURAL AGGREGATE RESOURCES.** En: Aggregate Durability Testing flowchart 2006-05.pdf. [En línea]. [Consultado 16 Agosto. 2013]. Disponible en < <http://afre.nssga.org/Symposium/2006-05.pdf>>



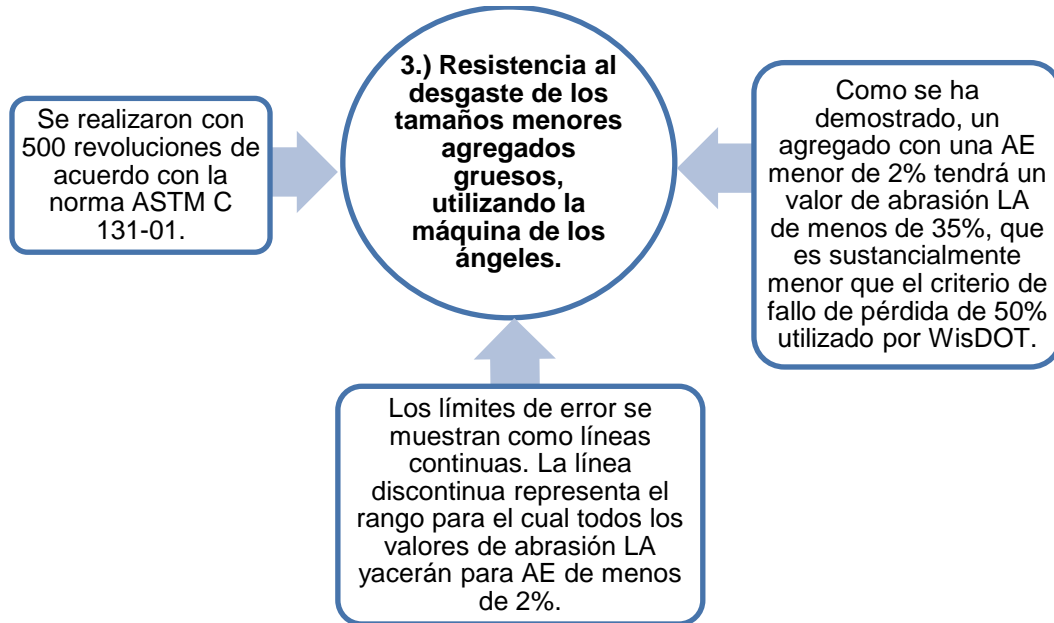
**Figura N° 1.** Ensayo de Vacío de saturación por Gravedad y absorción específica



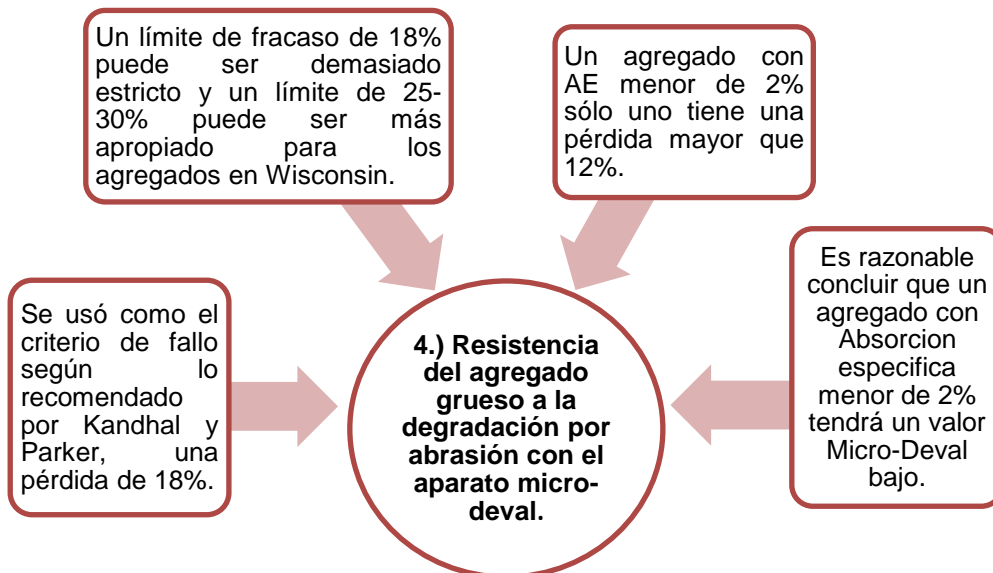
**Figura N° 2.** Ensayo partículas livianas en los agregados pétreos

(Sílex es un material silíceo de color blanco o beige que es altamente poroso y no duradero.)

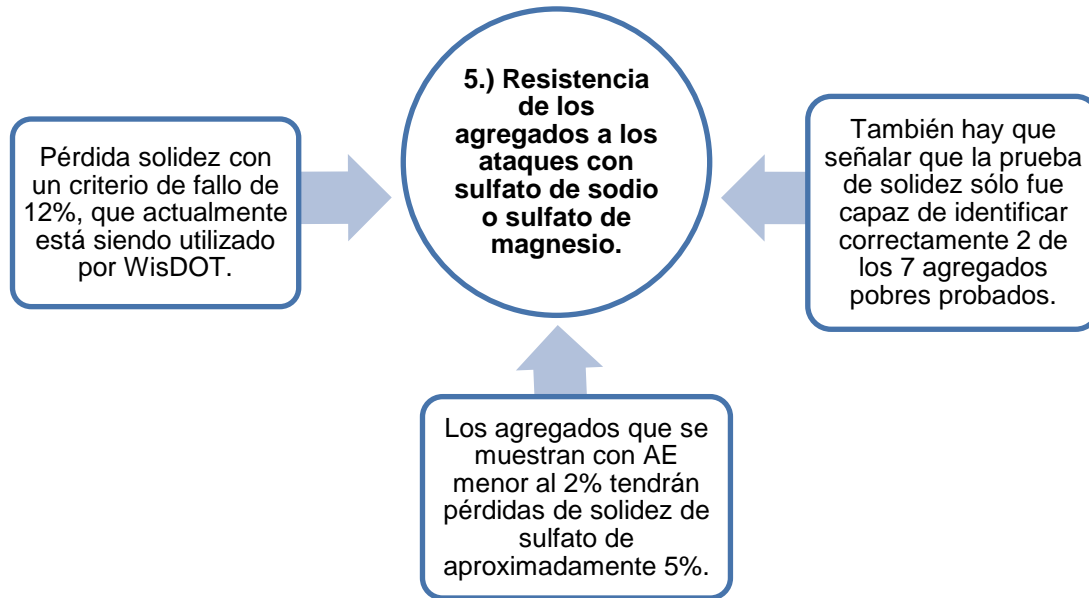
En la congelación y descongelación el deterioro causado por el sílex tiende a manifestarse en forma de desconchaduras. Los porcentajes de sílex se determinaron mediante el análisis petrográfico de las muestras de los agregados que contenían material liviano.



**Figura N° 3. Ensayo Desgaste maquina de los Angeles**



**Figura N° 4. Ensayo resistencia del agregado grueso a la degradación por abrasión con el aparato Micro-deval**



**Figura N° 5.** Ensayo resistencia de los agregados a los ataques con sulfato de sodio o sulfato de magnesio

### La congelación y descongelación no confinada de los agregados

Las pruebas se realizaron de conformidad con la Norma canadiense A23.2-24A. El criterio de fallo es una pérdida del 10% después de cinco ciclos de congelación y descongelación, como se indica en la especificación de la Asociación Canadiense de Normas.

No hay relación aparente entre Absorción específica y la pérdida no confinada de los agregados por congelación y descongelación. Un tercio de los agregados ensayados fueron mayores que el límite de fallo de 10%. Las especificaciones actuales de WisDOT para la congelación y descongelación no confinada limitan la pérdida de 18% para la AASHTO T 103, que es similar a la prueba canadiense A23.2-24A. Por lo tanto, **un límite de pérdida 15% parece ser razonable.**<sup>14</sup>.

### La congelación y descongelación de hormigón

La congelación y descongelación de las muestras concretas que contienen los agregados de Wisconsin se llevaron a cabo de conformidad con la norma ASTM C 666 (Resistencia del Concreto de rápida congelación y descongelación).

<sup>14</sup> WILLIAMSON Gregory S, WEYERS Ph.D. Richard E, MOKAREM Ph.D. David W, LANE Daniel S. **INVESTIGATION OF TESTING METHODS TO DETERMINE LONG-TERM DURABILITY OF WISCONSIN NATURAL AGGREGATE RESOURCES.** En: Aggregate Durability Testing flowchart 2006-05.pdf. [En línea]. [Consultado 16 Agosto. 2013]. Disponible en < <http://afre.nssga.org/Symposium/2006-05.pdf>>

El criterio de fallo de la norma ASTM C 666 es una reducción en la frecuencia fundamental de la transversal mayor que 40%. Por falta de tiempo sólo 9 de los 30 agregados fueron probados.

Para las pruebas los áridos seleccionados en las tres categorías de desempeño fueron representados con muestras que tienen absorciones bajas, moderadas y altas. De las nueve muestras globales analizadas, ninguno ha fallado.

El desempeño del agregado más pobre reflejó una reducción del 30% en la frecuencia transversal. Conviene señalar, sin embargo, el deterioro que se produce durante toda la prueba. Esas muestras globales contienen sílex, resultaron en más desconchaduras en las probetas de hormigón, que por lo general es más una preocupación estética que un problema estructural.

Puede ser necesario llevar a cabo la congelación y descongelación en pruebas concretas donde las partículas de agregados livianos son una preocupación, piedra arenisca que contiene más del 16% de áridos livianos, se desintegró en los espacios vacíos de pruebas y la izquierda en el concreto donde una vez estuvo el agregado.<sup>15</sup>

N°	CONCLUSIONES
1.	La absorción de un agregado, aunque no está directamente relacionado con la calidad del agregado, todavía se puede utilizar como un indicador preliminar de la durabilidad. La Absorción específica menor del 2% no necesita hacerse la prueba de la pérdida LA abrasión, pérdida de la Micro-Deval, congelación suelto o confinada y las pruebas de descongelación. Sin embargo, habrá que examinar en conjunto Partículas livianas.
2.	La inclusión de la norma ASTM C 123 (Partículas livianas) en el protocolo de las pruebas de durabilidad agregada WisDOT, es necesario con el fin de cuantificar los porcentajes de material liviano no duraderos. Esto es importante sobre todo para los recursos de grava donde la alta variabilidad en la roca madre es común. Los WisDOT preestablecidos porcentajes máximos permitidos de sílex 5% para el hormigón normal y 2% para el concreto prefabricado son apropiados. Sin embargo, en lugar de especificar sólo pedernal con una gravedad específica de menos de 2.45, que sería mejor para limitar todo el agregado de partícula liviana a 5%, y la prueba de los agregados no confinada en una congelación y descongelación de prueba. Para estructuras de hormigón donde la estética es una preocupación, no debe haber presente sílex en el agregado, para evitar que se produzcan desconchaduras.

<sup>15</sup> WILLIAMSON Gregory S, WEYERS Ph.D. Richard E, MOKAREM Ph.D. David W, LANE Daniel S. **INVESTIGATION OF TESTING METHODS TO DETERMINE LONG-TERM DURABILITY OF WISCONSIN NATURAL AGGREGATE RESOURCES.** En: Aggregate Durability Testing flowchart 2006-05.pdf. [En línea]. [Consultado 16 Agosto. 2013]. Disponible en < <http://afre.nssga.org/Symposium/2006-05.pdf>>

3.	La prueba de abrasión LA sólo fue capaz de identificar la peor muestra global como pobre. Esto indica que la prueba de abrasión LA tiene cierta capacidad para predecir el rendimiento. A partir de estos datos se puede concluir que la prueba de abrasión LA no puede predecir directamente el rendimiento global de un agregado, pero se puede estimar con precisión un parámetro clave, la fuerza agregada. La prueba de abrasión LA debe seguir utilizándose para evaluar la fuerza agregada. Al darse cuenta de que el valor agregado de trituración mide este mismo parámetro, no se recomienda que la prueba de valor agregado de trituración se ejecute en este momento.
4.	La prueba de micro-Deval (AASHTO TP 58) con el límite de pérdida permisible máxima recomendada de 18%, rechaza casi el 50% de todos los agregados ensayados. Es claro, sin embargo, que los agregados más pobres se clasifican con precisión que con la prueba de abrasión LA. En Wisconsin los agregados parece que un límite de pérdida máxima permitida del 25% es más razonable. La prueba de micro-Deval debe añadirse a WisDOT protocolo de prueba para evaluar la abrasión resistencia de agregado, ya que esta prueba modela con mayor precisión la degradación que se produce durante la manipulación y mezcla.
5.	La prueba de solidez de sulfato de sodio (ASTM C 88) fue capaz de identificar correctamente dos de los siete agregados pobres sin rechazar cualquier agregado intermedio o bueno. El problema con esta prueba es que es muy variable con una diferencia de potencial de varios laboratorios entre dos pruebas de 116%.
6.	Los datos de la prueba (A23.2-24A) La congelación no confinada y descongelación no tienen ninguna correlación con los resultados de solidez en la prueba Sulfato de Sodio. Debido a la poca precisión de la prueba de sulfato de sodio, se recomienda que la congelación no confinado y prueba de descongelación se incluyan en el protocolo de prueba agregada WisDOT con un límite superior de la pérdida de 15%.
7.	Se recomienda la congelación y descongelación de la prueba de hormigón para el agregado que se van a utilizar en el estado consolidado. Esta prueba ayuda a identificar los agregados no duraderos que pueden resultar en desconchaduras, deterioro global y agrietamiento del concreto.

**Tabla N° 6. Conclusiones durabilidad de los agregados** <sup>16</sup>.

Esta investigación realizada anteriormente no se ha realizado por la planta de agregados en Cemex, se dio la posibilidad de proponer la investigación por la practicante, para darle realización cuando ya se tenga el montaje completo del laboratorio.

<sup>16</sup> WILLIAMSON Gregory S, WEYERS Ph.D. Richard E, MOKAREM Ph.D. David W, LANE Daniel S. **INVESTIGATION OF TESTING METHODS TO DETERMINE LONG-TERM DURABILITY OF WISCONSIN NATURAL AGGREGATE RESOURCES.** En: Aggregate Durability Testing flowchart 2006-05.pdf. [En línea]. [Consultado 16 Agosto. 2013]. Disponible en < <http://afre.nssga.org/Symposium/2006-05.pdf>>

## 6.4.2. Arena Caliza

Como primera medida la practicante realizo cuatro ensayos de granulometría a la arena caliza, ya que este material proviene de trituración, no es arena natural de rio y su módulo de finura es muy grueso, debido a esto no es muy comercializada con nuestros proveedores.

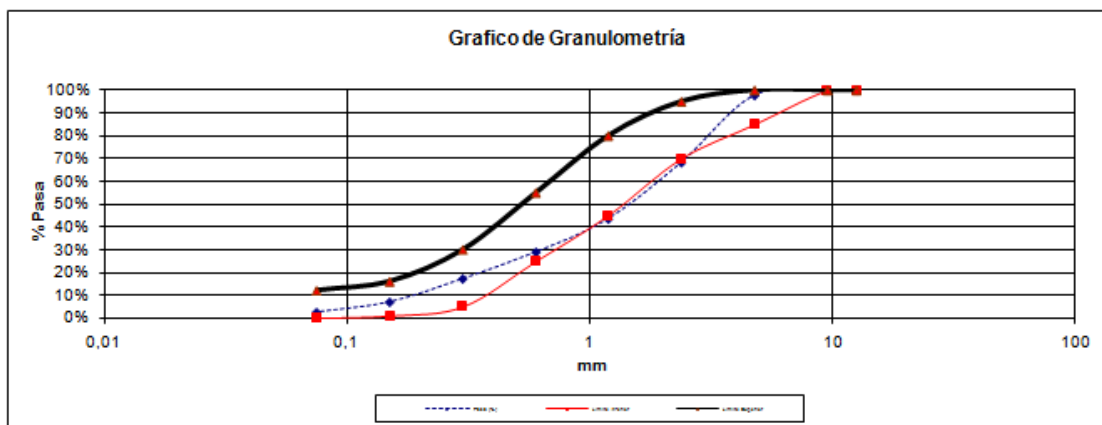
Para ello se comenzaron los ensayos combinando arena caliza con arena de rio, con el objetivo de mejorar la distribución de tamaños, el módulo de finura, y complementario a esto se llevó un registro del ensayo de materia orgánica y pH, verificando que al combinar estos dos materiales de fuentes diferentes no cambiaran o reaccionaran, y se mantuvieran en los rangos permitidos por la norma control Cemex.

### Ensayo N°1 (Caliza-Arena de rio) 50%-50%

En este ensayo se obtuvieron resultados que incumplen con los parámetros de la norma control Cemex como la distribución de tamaños, el material sigue siendo muy grueso y su módulo de finura es alto; debido a esto se prosigue a un aumento de arena de rio, para mejorar todas las condiciones de la prueba.

ABERTURA DEL TAMIZ		Porcentaje Pasa
(mm)	(Denom. Estándar)	(%)
12,5	1/2"	100,0%
9,5	3/8"	100,0%
4,76	No.4	97,7%
2,38	No.8	68,3%
1,19	No.16	43,6%
0,6	No.30	29,1%
0,3	No.50	17,4%
0,15	No.100	7,2%
0,075	No.200	2,7%
Fondo		0,0%

**Tabla N° 7.** Distribucion de tamaños caliza-Arena de Rio (50%-50%)



**Imagen N°5.** Grafica distribución de tamaños

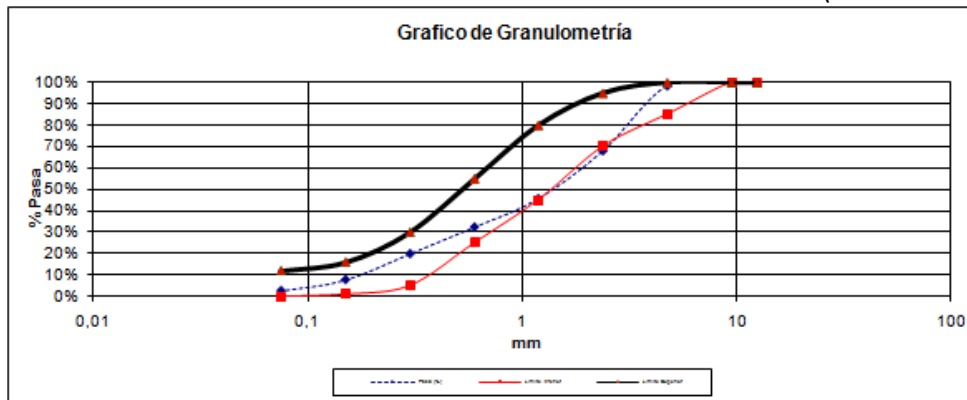


## Ensayo N°2 (Caliza-Arena de rio) 30%-70%

Se encontró que al disminuir el porcentaje de arena caliza, el módulo de finura disminuye en una pequeña proporción, y la distribución de tamaños es mayor, aunque se sigue incumpliendo en uno de los tamices, se considera pertinente aumentar el porcentaje de arena de rio para no quedar al límite de los parámetros de la norma control Cemex.

ABERTURA DEL TAMIZ		Porcentaje Pasa (%)
(mm)	(Denom. Estándar)	
12,5	1/2"	100,0%
9,5	3/8"	100,0%
4,76	No.4	98,6%
2,38	No.8	68,2%
1,19	No.16	45,8%
0,6	No.30	32,5%
0,3	No.50	20,0%
0,15	No.100	7,8%
0,075	No.200	2,8%
Fondo		0,0%

**Tabla N° 8.** Distribución de tamaños caliza-Arena de Rio (30%-70%)



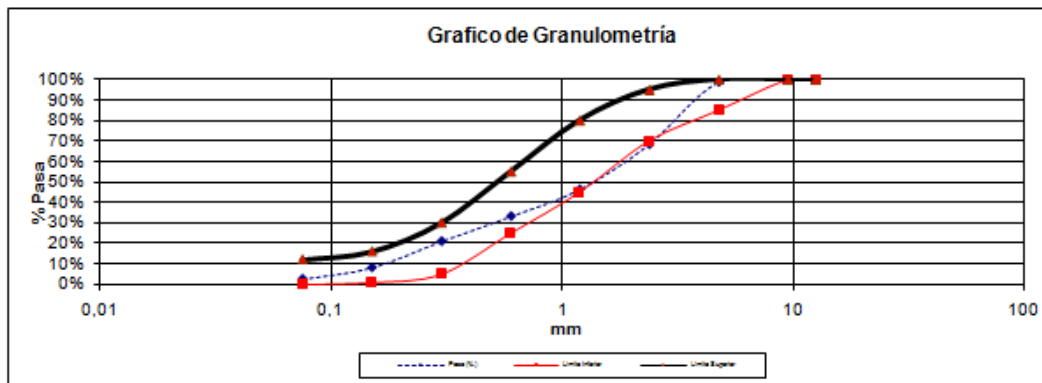
**Imagen N°6.** Grafica distribución de tamaños

## Ensayo N°3 (Caliza-Arena de rio) 20%-80%

En esta prueba se observó que el comportamiento comparado con el ensayo N°2 no tuvo relevancia ya que la distribución de tamaños cambio en un porcentaje del menos del 1%; debido a esto se tomó la decisión de aumentar solo un 5% más la cantidad de arena de Rio.

ABERTURA DEL TAMIZ		Porcentaje Pasa
(mm)	(Denom. Estándar)	(%)
12,5	1/2"	100,0%
9,5	3/8"	100,0%
4,76	No.4	99,0%
2,38	No.8	68,5%
1,19	No.16	46,4%
0,6	No.30	33,2%
0,3	No.50	20,9%
0,15	No.100	8,1%
0,075	No.200	2,5%
Fondo		0,0%

**Tabla N° 9.** Distribucion de tamaños caliza-Arena de Rio (20%-80%)



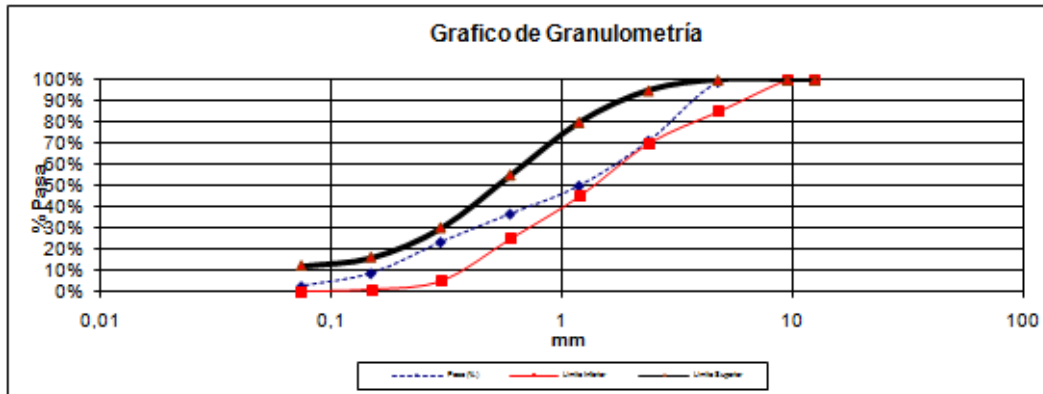
**Imagen N°7.** Grafica distribución de tamaños

#### Ensayo N°4 (Caliza-Arena de rio) 20%-80%

Para esta prueba se logró identificar qué porcentaje nos permite cumplir con todos los parámetros de la norma control Cemex, ya que se reduce el módulo de finura, la distribución de tamaños cumplen en todos los tamices y esto nos deja una tolerancia del 5% de error con el ensayo anterior, ya que al momento de mezclar y montar el material para la distribución se tiene contemplado que no sea exacto.


ABERTURA DEL TAMIZ		Porcentaje Pasa
(mm)	(Denom. Estándar)	(%)
12,5	1/2"	100,0%
9,5	3/8"	100,0%
4,76	No.4	99,1%
2,38	No.8	71,3%
1,19	No.16	50,0%
0,6	No.30	36,8%
0,3	No.50	23,5%
0,15	No.100	8,6%
0,075	No.200	2,5%
Fondo		0,0%

**Tabla N°10.** Distribucion de tamaños caliza-Arena de Rio (15%-85%)



**Imagen N°8. Grafica distribución de tamaños**

Adicional a esto se muestra un resumen general de los datos básicos de los ensayos realizados en el laboratorio de calidad de concretos, con el fin de llevar un registro que permita verificar los resultados y datos obtenidos.

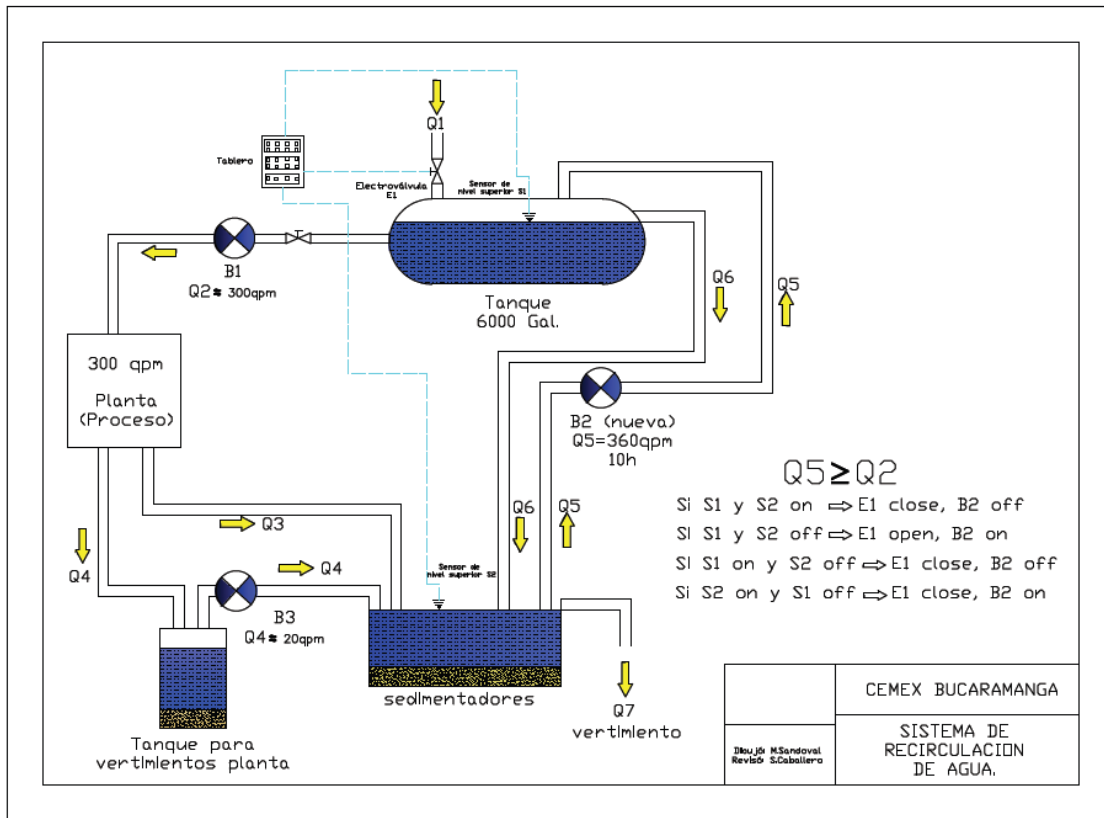
		PLANTA DE AGREGADOS SURATÁ									
		Porcentaje		MATERIA ORGANICA			MODULO DE FINURA			GRANULOMETRIA	
Arena (Caliza-Rio)	FECHA	Arena Rio	Caliza	Datos	Cumple	Incumple	Dato	Cumple	Incumple	Cumple	Incumple
	03 de Septiembre 2013	50%	50%	1	x		3,37		x		x
	03 de Septiembre 2013	70%	30%	1	x		3,27	x			x
	05 de Septiembre 2013	80%	20%	1	x		3,24	x			x
	05 de Septiembre 2013	85%	15%	1	x		3,11	x		x	

**Tabla N°11. Cuadro de resultados ensayos Caliza- Arena de rio**

### 6.5. Sistema de recirculación de agua planta de agregados

Se realizó el dibujo del sistema de recirculación de agua de la planta de agregados, con el objetivo de mejorar las condiciones actuales y establecer nuevos parámetros de control para la problemática actual.

En la planta de agregados se tiene un proceso de recirculación de agua para la producción y el abastecimiento, el circuito que se maneja tiene deficiencias en la recolección del agua por vertimientos en los acopios de material, por derrame cuando se llenan los desarenadores, adicional a esto hay un déficit cuando se recolecta agua del canal, ya que no se tiene un control en la entrada de agua y esto produce perdidas.

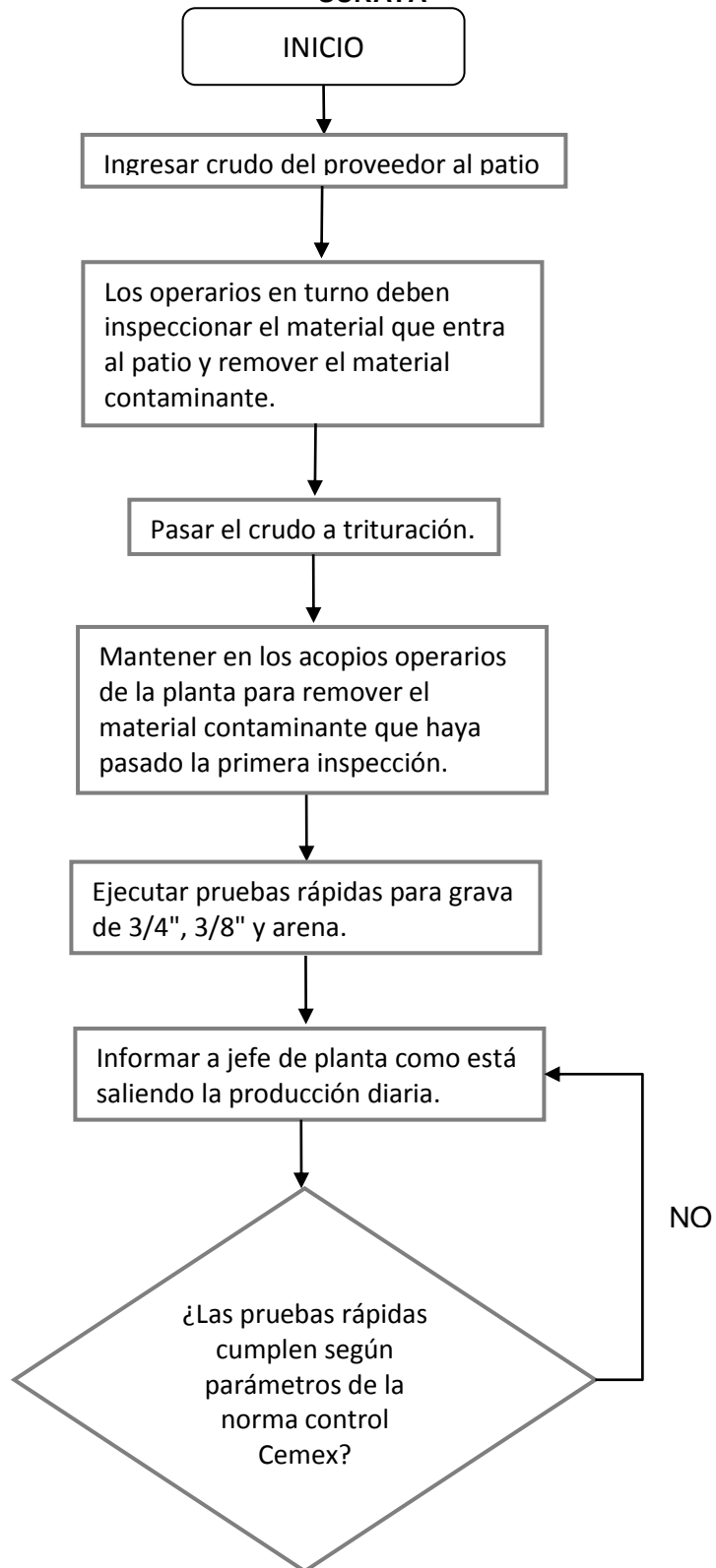


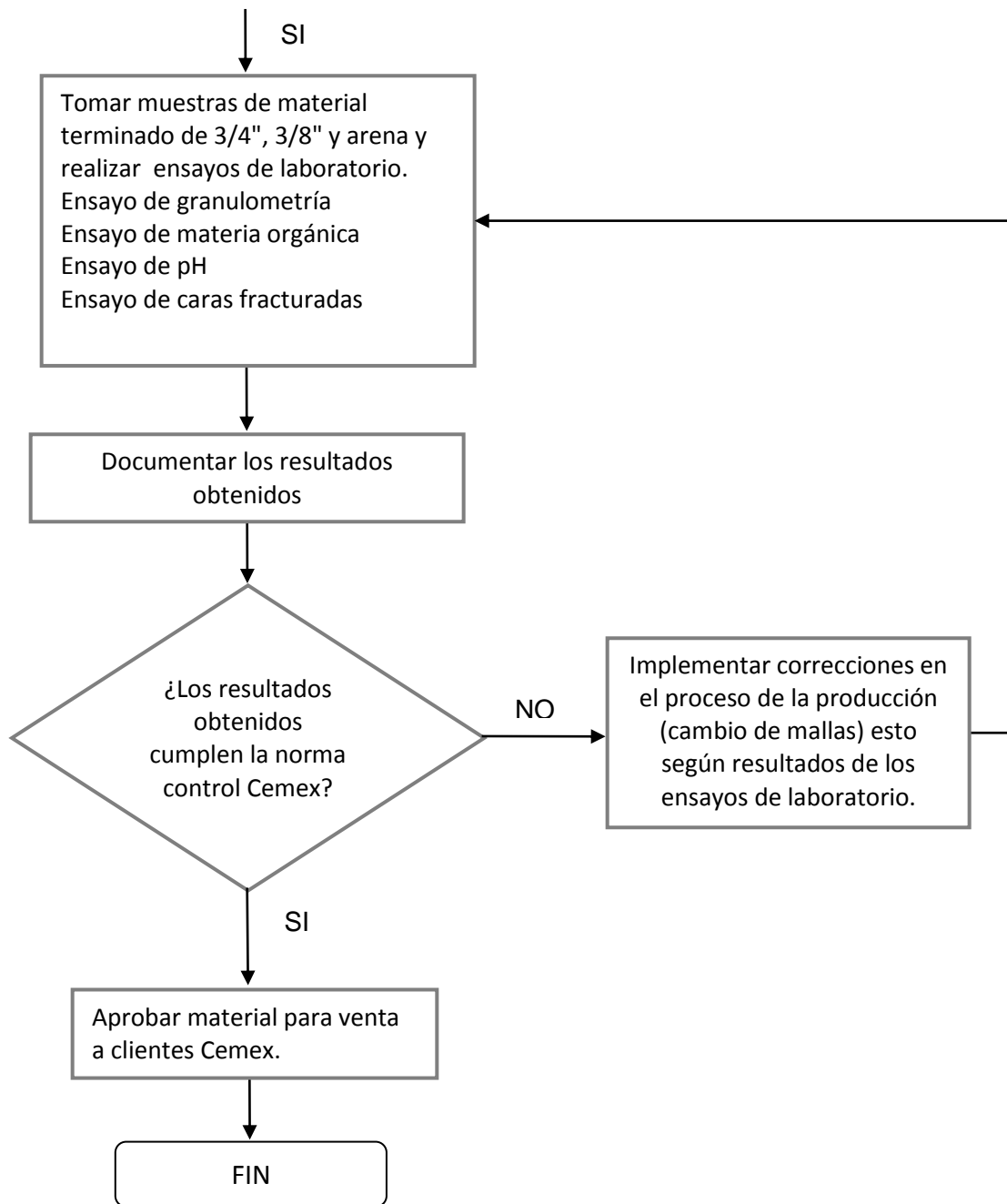
**Imagen N°9.** Sistema de recirculación del agua planta de agregados

### 6.6. PLAN DE ENSAYOS PARA VALIDAR ARENAS Y GRAVAS PROVENIENTES CRUDO TRITURADO EN PLANTA SURATÁ Y MATERIAL TERMINADO PROVENIENTE DE PROVEEDORES TERCEROS

En el presente documento se muestra el plan a seguir elaborado por la practicante para la evaluación del comportamiento de los materiales provenientes del crudo triturado en la planta Suratá, para esto se propone llevar a cabo el siguiente procedimiento: Comportamiento de la grava de 3/8", 3/4" y la arena.

**PROCESO PARA LA EJECUCIÓN, CONTROL Y CALIDAD DEL AGREGADO EN LA PLANTA SURATA**

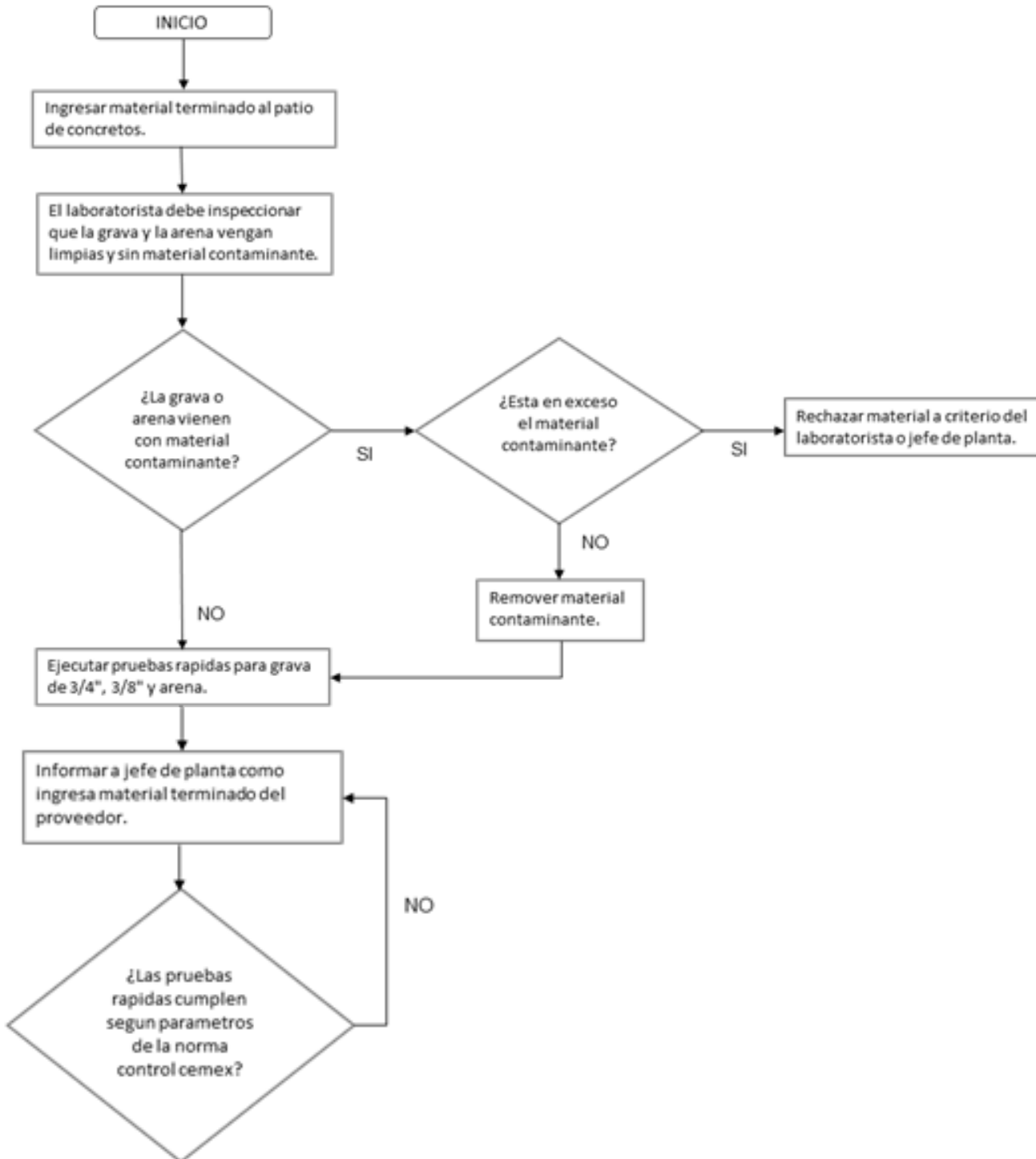


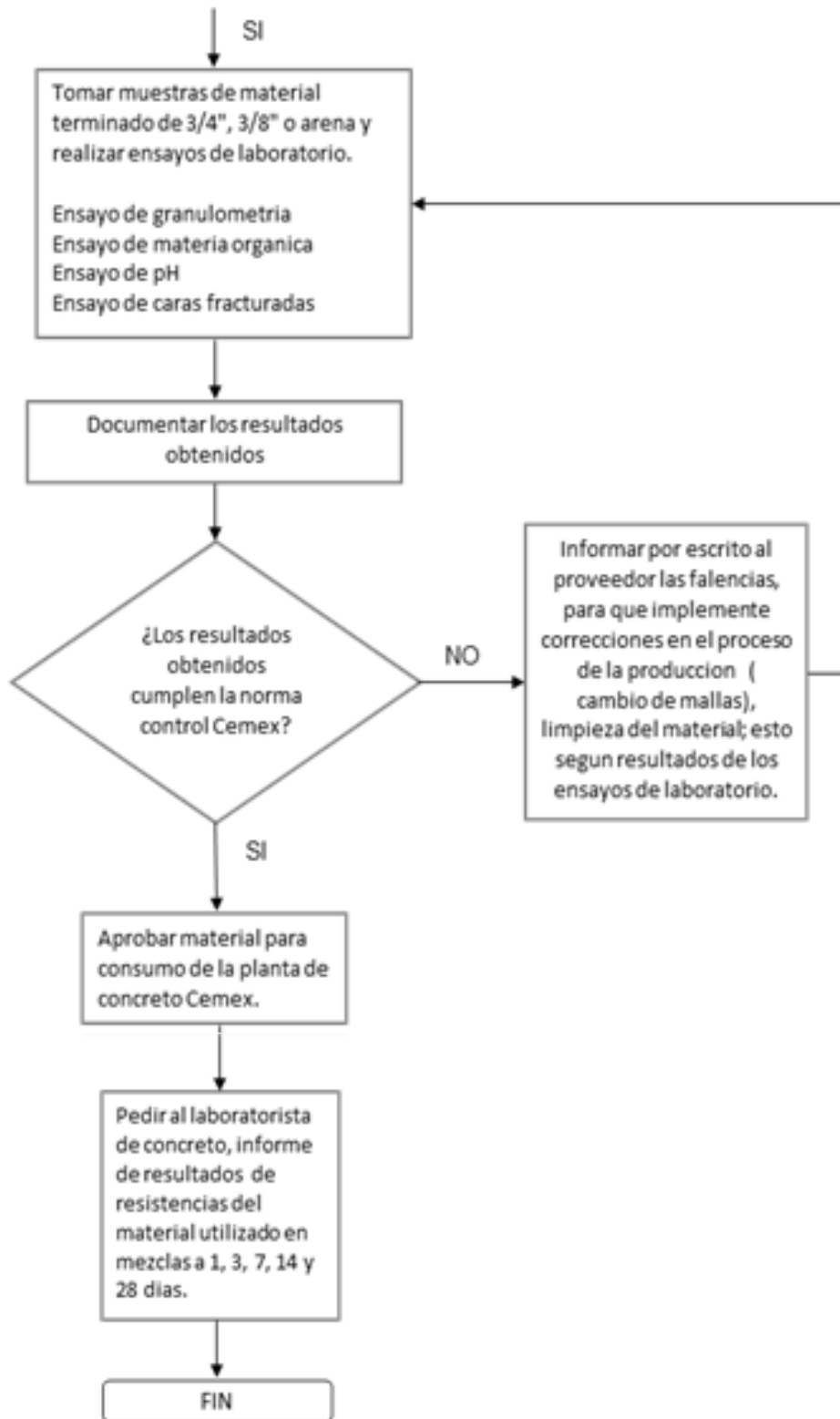


**Figura N° 6.** Diagrama de flujo para el proceso de ejecución, control y calidad de los agregados

También la practicante propone el plan a seguir para la evaluación del comportamiento de los materiales provenientes del proveedor Ingesan con material terminado para la planta Suratá, para esto se propone llevar a cabo el siguiente procedimiento: Comportamiento de la grava  $\frac{3}{4}$ " y la arena.

## PROCESO PARA LA EJECUCIÓN, CONTROL Y CALIDAD DEL AGREGADO TERMINADO EN LA PLANTA SURATA





**Figura N° 7.** Diagrama de flujo para el proceso de ejecución, control y calidad del agregado terminado para la planta surata



Adicional a evaluar el comportamiento de los agregados en el estado después de la trituración, se propone la elaboración de dos tipos de concretos manejados por la compañía, presentados en la tabla 12, donde también es posible encontrar los materiales que se emplearan de la planta en mención.

<b>Material</b>	Arena de trituración, grava de 3/4", grava de 3/8" provenientes de la Planta de agregados Suratá
<b>Concretos Tipo</b>	280 SIUF (Grava 3/8")
	210 BC (Grava 3/4")

**Tabla 12.** Materia prima y productos a utilizar

### 6.6.1. METODOLOGIA DE ENSAYOS

- EVALUACION DE GRAVAS DE TRITURACION**

La evaluación de las gravas de trituración tiene como objetivo realizar la validación de los productos correspondientes a la grava de 3/4" y grava de 3/8", para la elaboración de los concretos tipos especificados previamente.

Para desarrollar esta etapa se trabajara en paralelo con dos mezclas por cada tipo de concreto, diferenciando los diseños "testigo" de los diseños de "prueba". Los primeros corresponden a diseños ya avalados por una planta de producción de este tipo de material, ejemplo: Planta Floridablanca, se conserva iguales condiciones en cuanto a materia prima y aditivos empleados; los diseños de prueba hacen referencia al resultado que se obtiene luego de realizar diferentes mezclas con agregados obtenidos mediante los procesos, empleando adicionalmente arena aprobada para este uso. En la tabla 13 se encuentra la manera en que se emplean los materiales avalados para la preparación de las mezclas testigos.

<b>Concreto tipo</b>	210 BC	280 SIUF
<b>Mezcla</b>	Arena avalada	Arena avalada
	Grava 3/4" avalada	Grava 3/8" avalada

**Tabla 13.** Mezcla de concreto testigo para la evaluación

Las mezclas de prueba se elaboraran con las combinaciones presentadas en la tabla 14 entre materiales avalados y materiales por evaluar.

Concreto tipo	210 BC	280 SIUF
Mezcla	Arena avalada	Arena avalada
	Grava 3/4" Ingesan	Grava 3/8" Ingesan
Mezcla	Arena avalada	Arena avalada
	Grava 3/4" Pacecol	Grava 3/8" Pacecol
Mezcla	Arena avalada	Arena avalada
	Grava 3/4" La vega	Grava 3/8" La vega
Mezcla	Arena avalada	Arena avalada
	Grava 3/4" Caliza	Grava 3/8" Caliza

**Tabla 14.** Mezclas a realizar para avalar gravas de Suratá

- **EVALUACION DE ARENAS**

El objetivo principal de la evaluación de las arenas consiste en identificar las proporciones ajustadas para que se cumplan las condiciones que por norma, son exigidas para este tipo de materiales. El ajuste en mención se hace mediante la estadística obtenida por el ensayo de granulometría, el cual nos permite establecer las mezclas de arenas, para este caso se emplearan los siguientes materiales como materia prima:

- ✓ Arena triturada Ingesan
- ✓ Arena triturada La vega
- ✓ Arena triturada Pacecol
- ✓ Arena triturada Caliza

En la tabla se presenta una propuesta de mezclas a realizar para evaluar el comportamiento de los materiales de Suratá implementados para concretos.

Concreto tipo	210 BC	280 SIUF
Mezcla	Arena Ingesan	Arena Ingesan
	Arena Pacecol	Arena Pacecol
	<b>Grava 3/4" avalada</b>	<b>Grava 3/8" avalada</b>
Mezcla	Arena Ingesan	Arena Ingesan
	Arena La vega	Arena La vega
	<b>Grava 3/4" avalada</b>	<b>Grava 3/8" avalada</b>
Mezcla	Arena Ingesan	Arena Ingesan
	Arena Chicamocha	Arena Chicamocha
	<b>Grava 3/4" avalada</b>	<b>Grava 3/8" avalada</b>

<b>Mezcla</b>	Arena La vega	Arena La vega
	Arena Chicamocha	Arena Chicamocha
	<b>Grava ¾" avalada</b>	<b>Grava 3/8" avalada</b>
<b>Mezcla</b>	Arena Pacecol	Arena Pacecol
	Arena Chicamocha	Arena Chicamocha
	<b>Grava ¾" avalada</b>	<b>Grava 3/8" avalada</b>
<b>Mezcla</b>	Arena Pacecol	Arena Pacecol
	Arena La vega	Arena La vega
	<b>Grava ¾" avalada</b>	<b>Grava 3/8" avalada</b>
<b>Mezcla</b>	Arena Caliza	Arena Caliza
	Arena Ingesan	Arena Ingesan
	<b>Grava ¾" avalada</b>	<b>Grava 3/8" avalada</b>
<b>Mezcla</b>	Arena Caliza	Arena Caliza
	Arena Chicamocha	Arena Chicamocha
	<b>Grava ¾" avalada</b>	<b>Grava 3/8" avalada</b>
<b>Mezcla</b>	Arena Caliza	Arena Caliza
	Arena La vega	Arena La vega
	<b>Grava ¾" avalada</b>	<b>Grava 3/8" avalada</b>
<b>Mezcla</b>	Arena Caliza	Arena Caliza
	Arena Pacecol	Arena Pacecol
	<b>Grava ¾" avalada</b>	<b>Grava 3/8" avalada</b>

**Tabla 15.** Mezclas a realizar para avalar arenas de Suratá

## CARACTERIZACION DE CONCRETO

La practicante ejecutara la evaluación de las mezclas de concreto, realizándose mediante la implementación de las pruebas mencionadas a continuación:

- ✓ Manejabilidad, mediante el cono Slump.
- ✓ Determinación de la relación Agua / Cemento
- ✓ Resistencia a la compresión.

Para el análisis de los resultados entran en consideración las edades a 1, 3, 7, 14 y 28 días.

### 6.7. COMPORTAMIENTO DE LOS AGREGADOS EN MEZCLAS DE CONCRETO DE 210 Kg/cm<sup>2</sup> (3000PSI)

De acuerdo a los planes de ensayos establecidos por la practicante, se realizó en un periodo de tiempo, todas las mezclas mencionadas en los planes de ensayo, y a cada una de ellas se les efectuó las pruebas de manejabilidad, relación A/C y

resistencia a la compresión; con el objetivo de obtener resultados específicos del comportamiento de cada uno de los agregados, para obtener una matriz que arrojará información para el mejoramiento en la utilización de los agregados.

### 6.7.1. METODOLOGÍA

En base a los planes de ensayo establecidos por la practicante anteriormente para la validación de las gravas y arenas provenientes de la planta surata para la fabricación de mezclas de concreto, se elaboraron mezclas divergentes en cantidades y tipo de agregado, pero a su vez, homogéneas en su diseño de mezcla.

Se utilizó como testigo la mezcla producida con materia prima proveniente del chicamocha, a fin de comparar y analizar las características de los diferentes agregados utilizados para la fabricación de concreto.

A partir de las mezclas 1 hasta la 11 y repitiendo las primeras cinco mezclas desde la 16 hasta la 20 por el cemento, se estaría dando a cabalidad, los planes de ensayo para agregados triturados en planta surata, como agregados terminados por proveedores terceros.

#### 1. Agregado de Chicamocha “Grava ¾ y arena” (testigo).

	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>1</b>	FECHA: 1 de noviembre de 2013
---	---	-----------------------------------	-------------------------	----------------------------------

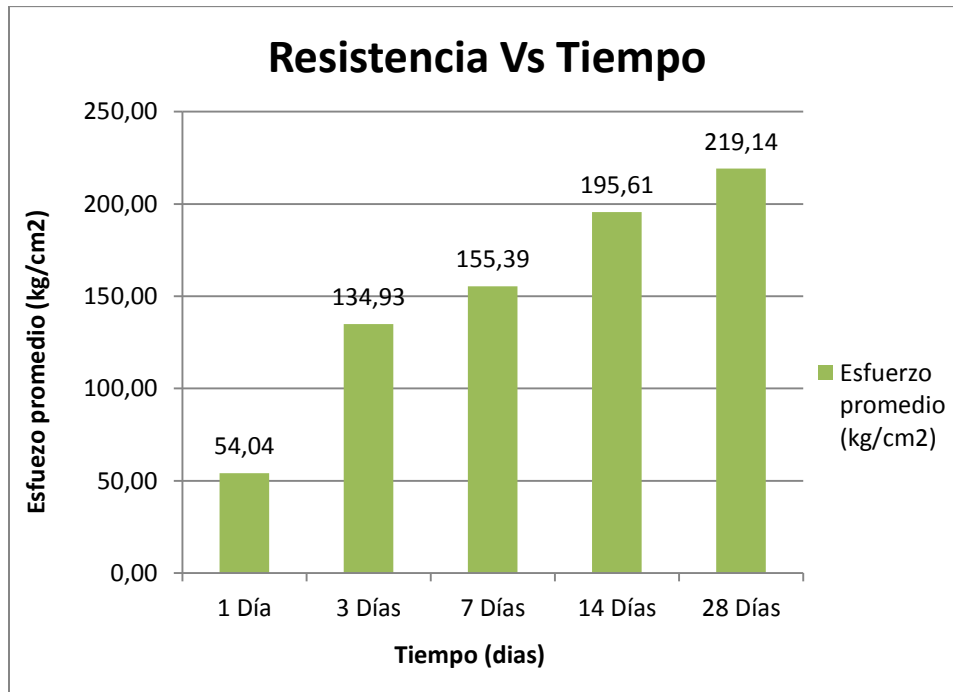
DESCRIPCION PROYECTO:	CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS (TESTIGO)									
Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ):		210	Asentamiento/Consistencia de Diseño (m):		15	Fecha de elaboración de la mezcla:		1/11/2013		
Contenido de Aire esperado (%):		3,0%	Volumen a mezclar (litros):		40					
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CARACOLITO	3,15	87,37	275,21	11,01	kg	-	-	-	11,01
AGUA	-	1,00	198,35	198,35	7,93	kg	-	-	-	6,31
ARENA1	PESCADERO/CHICAMOCCHA	2,55	363,93	928,03	37,12	kg	5,93	1,58	4,35	39,32
GRAVA 1	PESCADERO/CHICAMOCCHA	2,54	349,66	888,14	35,53	kg	1,40	1,38	0,02	36,02
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,20	0,544	0,65	0,03	g	-	-	-	26,1
TOTAL	-	-	999,9	2290,38	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 49% y en arena del 51%
- el rendimiento fue del 103%
- el contenido de aire fue de 0,5%

**Observaciones:**

El concreto presentaba una textura áspera, gravilluda; y se redujo la manejabilidad en poco tiempo. La arena utilizada como patrón chicamocha, estaba un poco gruesa.



**2. Agregado de Pacecol “Grava ¾ y arena chicamocha”.**

	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>2</b>	FECHA: 1 de noviembre de 2013
--	---	-----------------------------------	-------------------------	----------------------------------

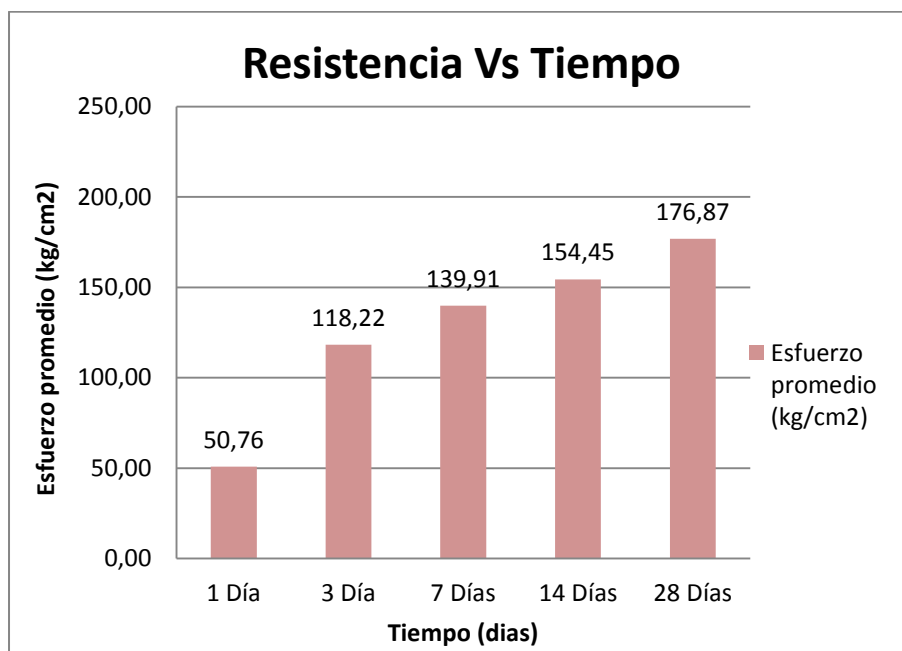
DESCRIPCION PROYECTO:	CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS									
	Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ): <u>210</u>		Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm): <u>15</u>		Fecha de elaboración de la mezcla: <u>1/11/2013</u>					
	Contenido de Aire esperado (%): <u>3,0%</u>		Volumen a mezclar (litros): <u>40</u>							
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CARACOLITO	3,15	87,37	275,21	11,01	kg	-	-	-	11,01
AGUA	-	1,00	198,35	198,35	7,93	kg	-	-	-	6,01
ARENA1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,55	363,93	928,03	37,12	kg	5,93	1,58	4,35	39,32
GRAVA 1	RIO DE ORO/PACECOL	2,54	349,66	888,14	35,53	kg	2,33	1,46	0,87	36,35
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,20	0,544	0,65	0,03	g	-	-	-	26,1
TOTAL	-	-	999,9	2290,38	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 49% y en arena del 51%
- el rendimiento fue del 102%
- el contenido de aire fue de 0,6%

### Observaciones:

El concreto presenta textura áspera y gravilluda, su manejabilidad es buena pero la pierde al poco tiempo. La grava se encuentra limpia y la arena utilizada como patrón está un poco grueso.



### 3. Agregado de La Vega “Grava ¾ y arena chicamocho”.

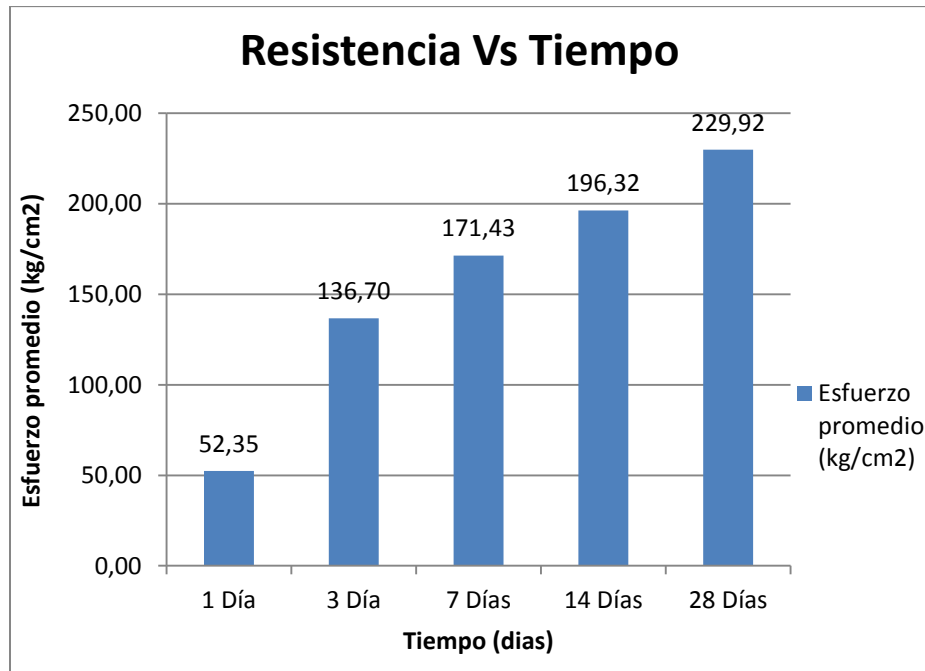
	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>3</b>	FECHA: 1 de noviembre de 2013						
DESCRIPCION PROYECTO:	CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS									
	Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ):	210	Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm):	15						
	Contenido de Aire esperado (%):	3,0%	Volumen a mezclar (litros):	40						
			Fecha de elaboración de la mezcla:	1/11/2013						
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CARACOLITO	3,15	87,37	275,21	11,01	kg	-	-	-	11,01
AGUA	-	1,00	198,35	198,35	7,93	kg	-	-	-	5,90
ARENA1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,55	363,93	928,03	37,12	kg	5,93	1,58	4,35	39,32
GRAVA 1	RIO DE ORO/LA VEGA	2,48	358,12	888,14	35,53	kg	2,63	1,45	1,18	36,46
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,20	0,544	0,65	0,03	g	-	-	-	26,1
TOTAL	-	-	1008,3	2290,38	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 49% y en arena del 51%
- el rendimiento fue del 102%
- el contenido de aire fue de 0,8%

**Observaciones:**

El concreto presenta poca manejabilidad, perdida de agua, se observa áspera la mezcla y gravilluda. La arena utilizada como patrón está un poco gruesa.



**4. Agregado de Ingesan “Grava ¾ y arena chicamocha”.**

	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>4</b>	FECHA: 5 de noviembre de 2013
--	---	-----------------------------------	-------------------------	----------------------------------

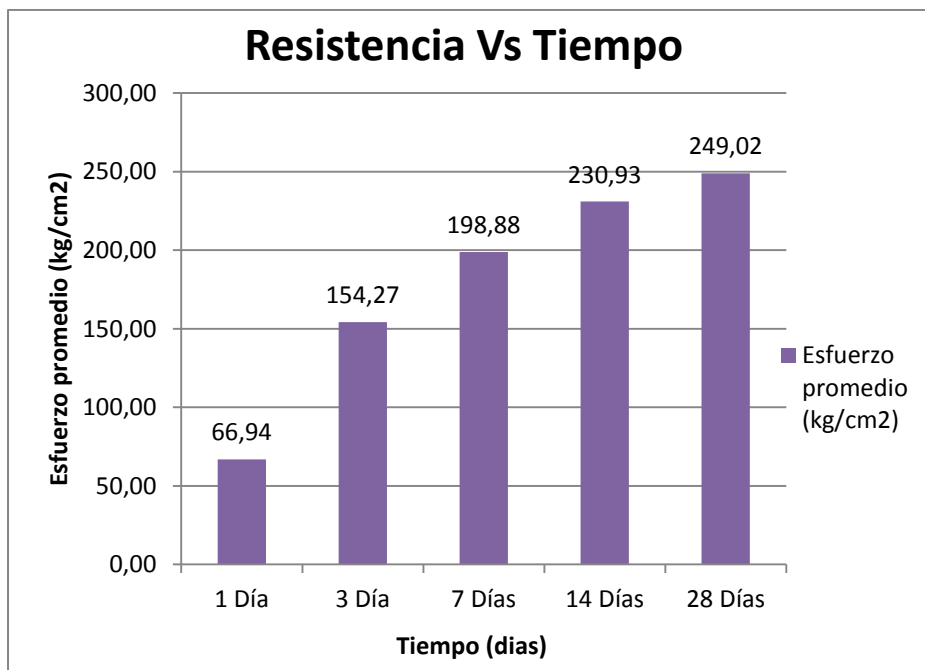
DESCRIPCION PROYECTO:	CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS									
	Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ): <u>210</u>		Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm): <u>15</u>		Fecha de elaboración de la mezcla: <u>5/11/2013</u>					
	Contenido de Aire esperado (%): <u>3,0%</u>		Volumen a mezclar (litros): <u>40</u>							
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CARACOLITO	3,15	87,37	275,21	11,01	kg	-	-	-	11,01
AGUA	-	1,00	198,35	198,35	7,93	kg	-	-	-	6,25
ARENA1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,55	363,93	928,03	37,12	kg	6,11	1,58	4,53	39,39
GRAVA 1	RIO SURATA/INGESAN	2,64	336,42	888,14	35,53	kg	0,93	0,93	0,00	35,86
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,20	0,544	0,65	0,03	g	-	-	-	26,1
TOTAL	-	-	986,6	2290,38	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 49% y en arena del 51%
- el rendimiento fue del 104%
- el contenido de aire fue de 0,5%

**Observaciones:**

La mezcla realizada con estos materiales presenta buena manejabilidad.



#### 5. Agregado de Chicamocha “Grava ¾ y arenas Ingesan-Pacecol”.

	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>5</b>	FECHA: 5 de noviembre de 2013
--	---	-----------------------------------	-------------------------	----------------------------------

DESCRIPCION PROYECTO: CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS (COMBINACION DE ARENAS INGESAN-PACECOL CON LA GRAVA AVALADA DE CHICAMOCHA)										
		Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ): <u>210</u>		Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm): <u>15</u>		Fecha de elaboración de la mezcla: <u>5/11/2013</u>				
		Contenido de Aire esperado (%): <u>3,0%</u>		Volumen a mezclar (litros): <u>40</u>						
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CARACOLITO	3,15	87,37	275,21	11,01	kg	-	-	-	11,01
AGUA	-	1,00	198,35	198,35	7,93	kg	-	-	-	5,53
ARENA1	RIO SURATA/INGESAN	2,63	176,43	464,02	18,56	kg	11,60	1,21	10,39	20,71
ARENA2	RIO DE ORO/PACECOL	2,58	179,85	464,02	18,56	kg	7,94	1,21	6,73	20,03
GRAVA 1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,54	349,66	888,14	35,53	kg	2,71	1,38	1,33	36,49
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,20	0,544	0,65	0,03	g	-	-	-	26,1
TOTAL	-	-	812,4	2290,38	-	-	-	-	-	-

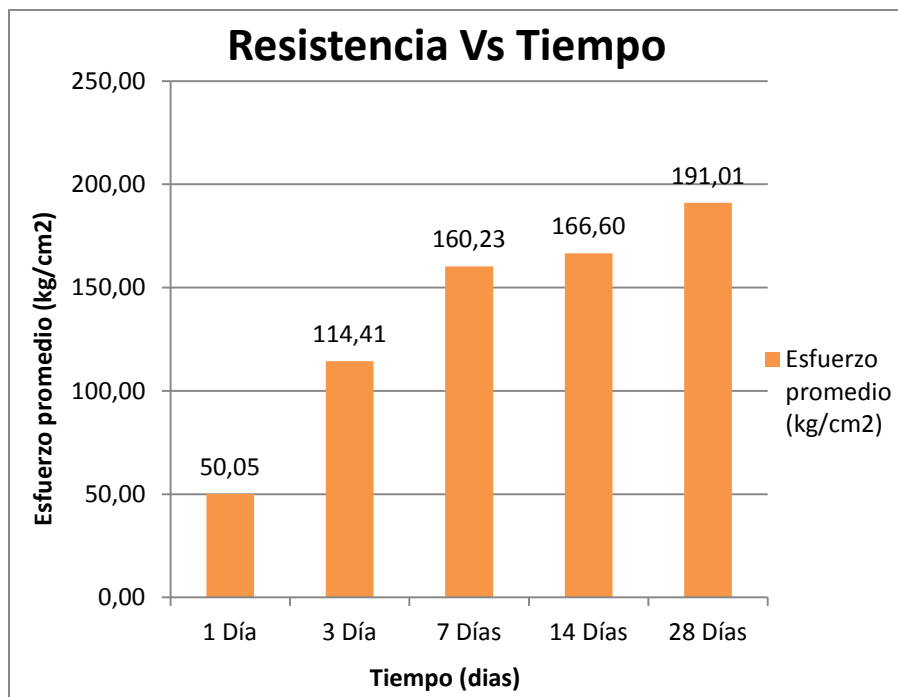
Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 49% y en arena Ingesan 25,5 % pacecol 25,5%
- el rendimiento fue del 102%
- el contenido de aire fue de 0,9%

#### Observaciones:

La grava presenta una buena manejabilidad, la arena tiende a quedarse pegada al trompo.





A partir de la mezcla 6, el cemento (Caracolito) que se estaba utilizando cambio a cemento (Clemencia), debido a la introducción de un nuevo producto en el mercado de Cemex en la planta de Floridablanca; este cemento produjo el aumento de 15 kg en el diseño de mezcla; con el objetivo de seguir comparando todos los agregados con referencia al estipulado como testigo, se repiten las primeras 5 mezclas con este nuevo cemento.

### 6. Agregado de Chicamocha “Grava $\frac{3}{4}$ y arenas Ingesan- La Vega”.

	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>6</b>	FECHA: 6 de noviembre de 2013
--	---	-----------------------------------	-------------------------	----------------------------------

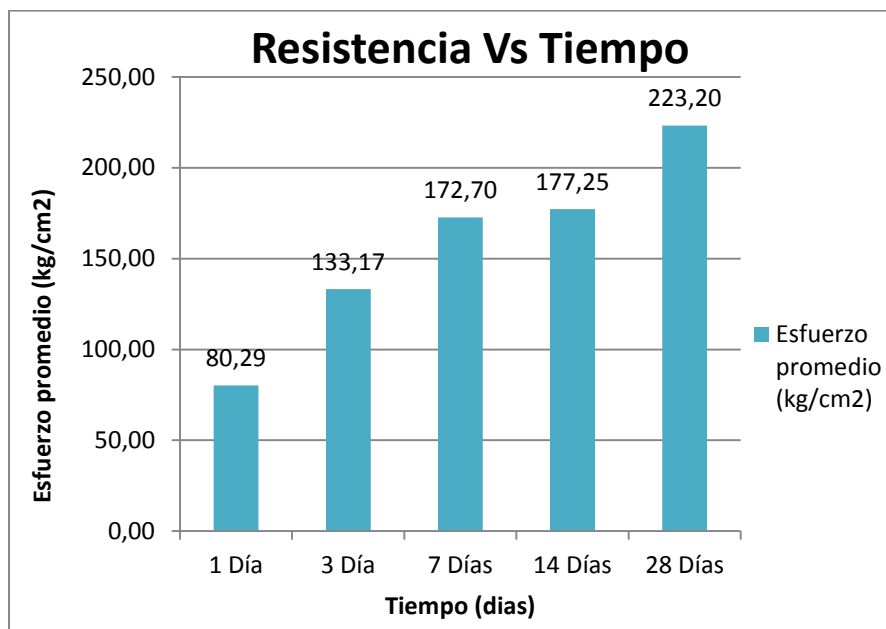
DESCRIPCION PROYECTO: CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS (COMBINACION DE ARENAS INGESAN-LA VEGA CON LA GRAVA AVALADA DE CHICAMOCHA)										
		Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ): <u>210</u>		Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm): <u>15</u>		Fecha de elaboración de la mezcla: <u>6/11/2013</u>				
		Contenido de Aire esperado (%): <u>3,0%</u>		Volumen a mezclar (litros): <u>40</u>						
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	92,13	290,21	11,61	kg	-	-	-	11,61
AGUA	-	1,00	198,35	198,35	7,93	kg	-	-	-	6,37
ARENA1	RIO SURATA/INGESAN	2,63	176,43	464,02	18,56	kg	9,70	1,21	8,49	20,36
ARENA2	RIO DE ORO/LA VEGA	2,48	187,10	464,02	18,56	kg	9,27	1,45	7,82	20,28
GRAVA 1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,54	349,66	888,14	35,53	kg	1,36	1,38	-0,02	36,01
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,20	0,544	0,65	0,03	g	-	-	-	26,1
TOTAL	-	-	817,1	2305,38	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 49% y en arena Ingesan 25,5 % La vega 25,5%
- el rendimiento fue del 102%
- el contenido de aire fue de 1,2%

**Observaciones:**

La mezcla de concreto presenta una buena manejabilidad, y su aspecto no es ni arenoso ni gravilludo.



**7. Agregado de Chicamocha “Grava ¾ y arenas Ingesan- chicamocha”.**

	RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>7</b>	FECHA: 6 de noviembre de 2013
--	------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------	----------------------------------

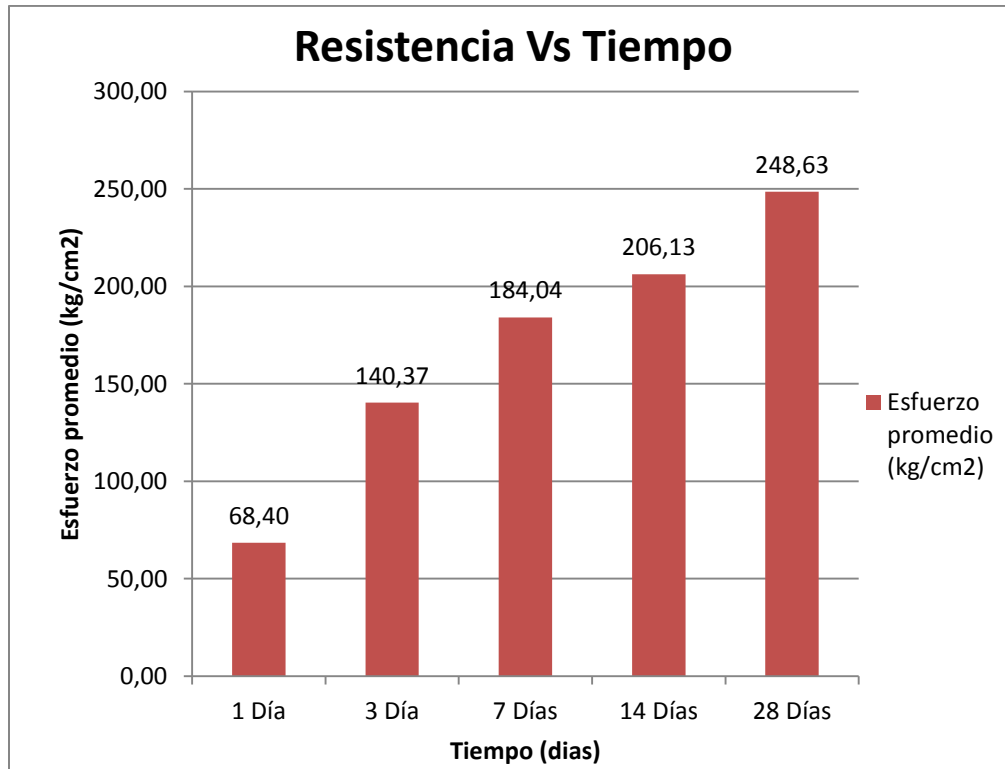
DESCRIPCION PROYECTO:	CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS (COMBINACION DE ARENAS INGESAN-CHICAMOCHA CON LA GRAVA AVALADA DE CHICAMOCHA)									
	Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ):	210	Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm):	15	Fecha de elaboración de la mezcla:	6/11/2013				
	Contenido de Aire esperado (%):	3,0%	Volumen a mezclar (litros):	40						
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	92,13	290,21	11,61	kg	-	-	-	11,61
AGUA	-	1,00	198,35	198,35	7,93	kg	-	-	-	6,37
ARENA1	RIO SURATA/INGESAN	2,63	176,43	464,02	18,56	kg	9,70	1,21	8,49	20,36
ARENA2	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,55	181,97	464,02	18,56	kg	5,51	1,58	3,93	19,58
GRAVA 1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,54	349,66	888,14	35,53	kg	1,36	1,38	-0,02	36,01
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,20	0,544	0,65	0,03	g	-	-	-	26,1
TOTAL	-	-	817,1	2305,38	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 49% y en arena Ingesan 25,5 % chicamocha 25,5%
- el rendimiento fue del 102%
- el contenido de aire fue de 1,8%

### Observaciones:

La mezcla de concreto presenta un aspecto arenoso, ya que las arenas de chicamocha y de ingesan presentan una similitud, tienden a ser gruesas, poca manejabilidad.



### 8. Agregado de Chicamocha “Grava ¾ y arenas La Vega- chicamocha”.

	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: EHSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>8</b>	FECHA: 7 de noviembre de 2013
--	---	-----------------------------------	-------------------------	----------------------------------

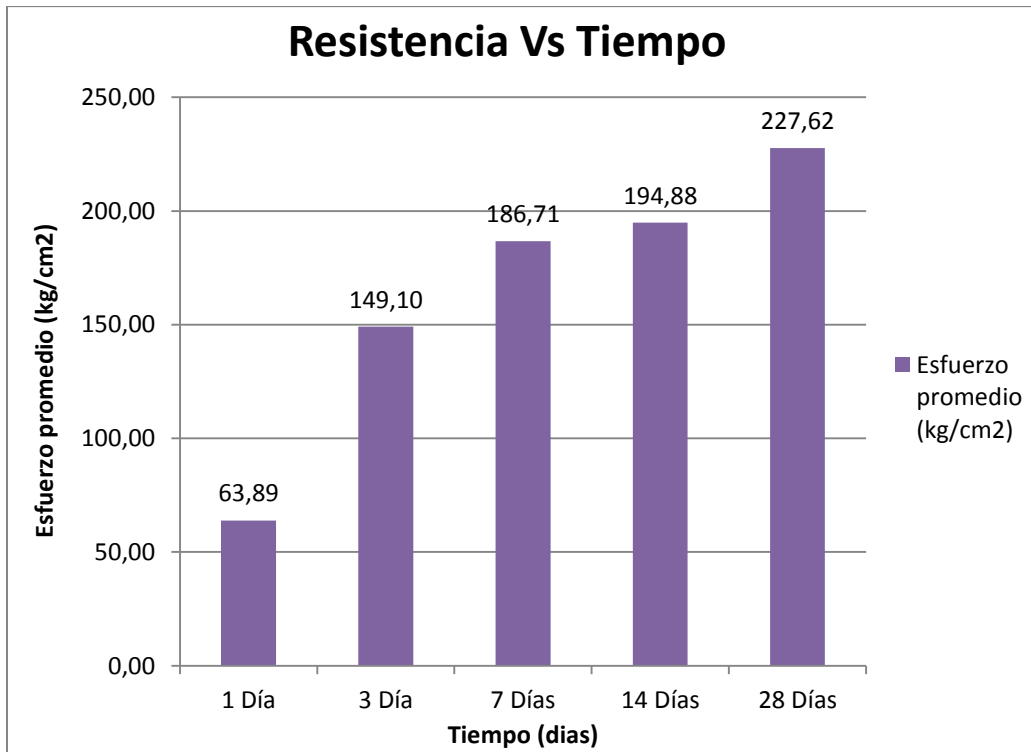
DESCRIPCION PROYECTO:	CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS (COMBINACION DE ARENAS LA VEGA-CHICAMOCHA CON LA GRAVA AVALADA DE CHICAMOCHA)									
	Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ):	210	Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm):	15	Fecha de elaboración de la mezcla:	7/11/2013				
	Contenido de Aire esperado (%):	3,0%	Volumen a mezclar (litros):	40						
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	92,13	290,21	11,61	kg	-	-	-	11,61
AGUA	-	1,00	198,35	198,35	7,93	kg	-	-	-	5,34
ARENA1	RIO DE ORO/LA VEGA	2,48	187,10	464,02	18,56	kg	13,64	1,45	12,19	21,09
ARENA2	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,55	181,97	464,02	18,56	kg	8,74	1,58	7,16	20,18
GRAVA 1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,54	349,66	888,14	35,53	kg	2,31	1,38	0,93	36,35
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,20	0,544	0,65	0,03	g	-	-	-	26,1
TOTAL	-	-	827,8	2305,38	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 49% y en arena La Vega 25,5 % chicamocha 25,5%
- el rendimiento fue del 102%
- el contenido de aire fue de 1,3%

**Observaciones:**

La mezcla presenta una buena manejabilidad, y al contrario de las otras mezclas la perdida de esta no fue tan rápida.



**9. Agregado de Chicamocha “Grava ¾ y arenas Pacecol- chicamocha”.**

	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>9</b>	FECHA: 7 de noviembre de 2013
--	---	-----------------------------------	-------------------------	----------------------------------

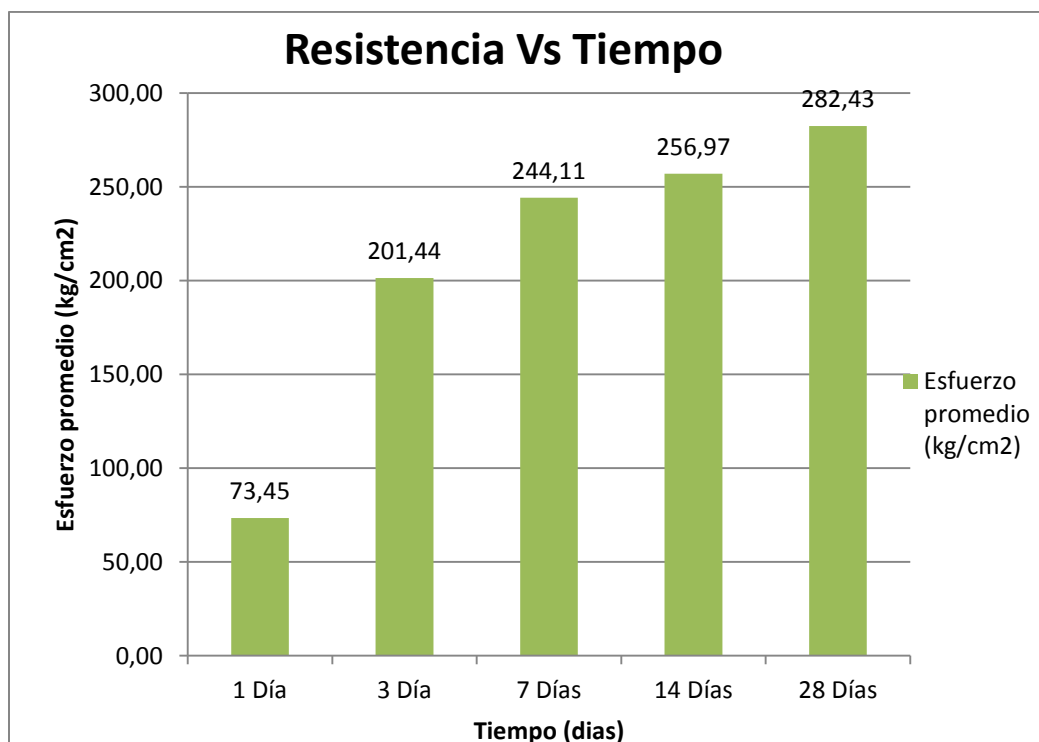
DESCRIPCION PROYECTO:	CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS (COMBINACION DE ARENAS CHICAMOCHA-PACECOL CON LA GRAVA AVALADA DE CHICAMOCHA)									
	Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ):	210	Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm):	15	Fecha de elaboración de la mezcla:	7/11/2013				
	Contenido de Aire esperado (%):	3,0%	Volumen a mezclar (litros):	40						
MATERIAL	PROCEDECENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	92,13	290,21	11,61	kg	-	-	-	11,61
AGUA	-	1,00	198,35	198,35	7,93	kg	-	-	-	6,06
ARENA1	RIO DE ORO/PACECOL	2,58	179,85	464,02	18,56	kg	9,53	1,21	8,32	20,33
ARENA2	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,55	181,97	464,02	18,56	kg	8,74	1,58	7,16	20,18
GRAVA 1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,54	349,66	888,14	35,53	kg	2,31	1,38	0,93	36,35
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,20	0,544	0,65	0,03	g	-	-	-	26,1
TOTAL	-	-	820,5	2305,38	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 49% y en arena Pacecol 25,5 % chicamocha 25,5%
- el rendimiento fue del 102%
- el contenido de aire fue de 1,7%

### Observaciones:

La mezcla presenta buena manejabilidad, pero se pierde muy rápidamente con el tiempo.



### 10. Agregado Caliza “Grava ¾ y arena chicamocha”.

	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>10</b>	FECHA: 8 de noviembre de 2013
--	---	-----------------------------------	--------------------------	----------------------------------

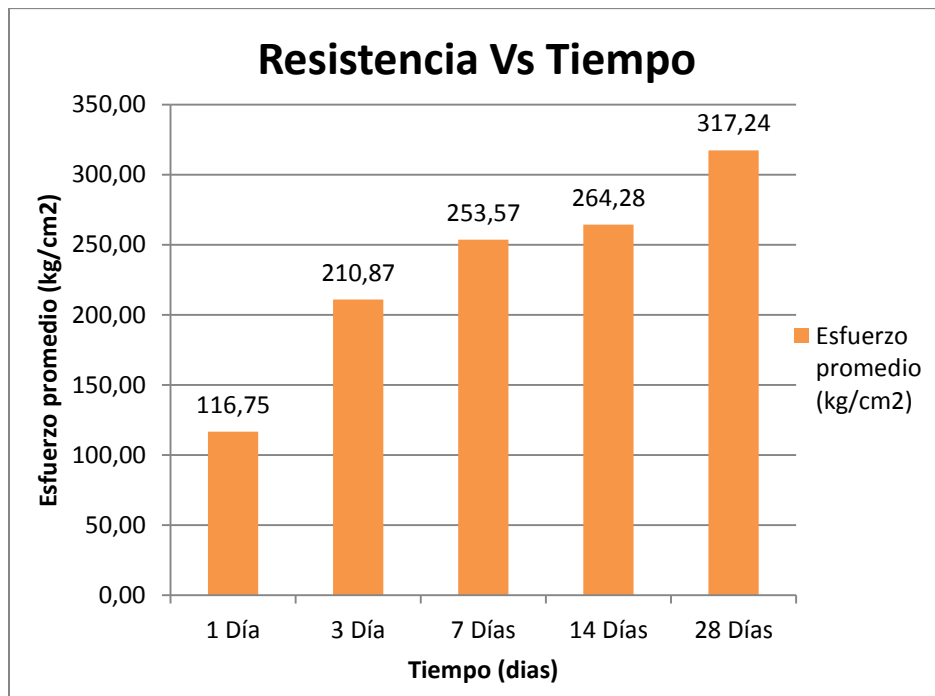
DESCRIPCION PROYECTO: CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS										
		Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ): <u>210</u>		Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm): <u>15</u>		Fecha de elaboración de la mezcla: <u>8/11/2013</u>				
		Contenido de Aire esperado (%): <u>3,0%</u>		Volumen a mezclar (litros): <u>40</u>						
MATERIAL	PROCEDECENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	92,13	290,21	11,61	kg	-	-	-	11,61
AGUA	-	1,00	198,35	198,35	7,93	kg	-	-	-	4,23
ARENA1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,55	363,93	928,03	37,12	kg	11,19	1,58	9,61	41,28
GRAVA 1	CANTERA/CALIZA	2,67	332,64	888,14	35,53	kg	0,95	0,57	0,38	35,86
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,20	0,544	0,65	0,03	g	-	-	-	26,1
TOTAL	-	-	987,6	2305,38	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 49% y en arena 50%
- el rendimiento fue del 103%
- el contenido de aire fue de 2,6%

### Observaciones:

La mezcla pierde su manejabilidad en poco tiempo, el concreto tiene aspecto arenoso.



### 11. Agregado de Chicamocha “Grava ¾ y arenas Pacecol- la Vega”.

	RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>11</b>	FECHA: 7 de noviembre de 2013
--	------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------	----------------------------------

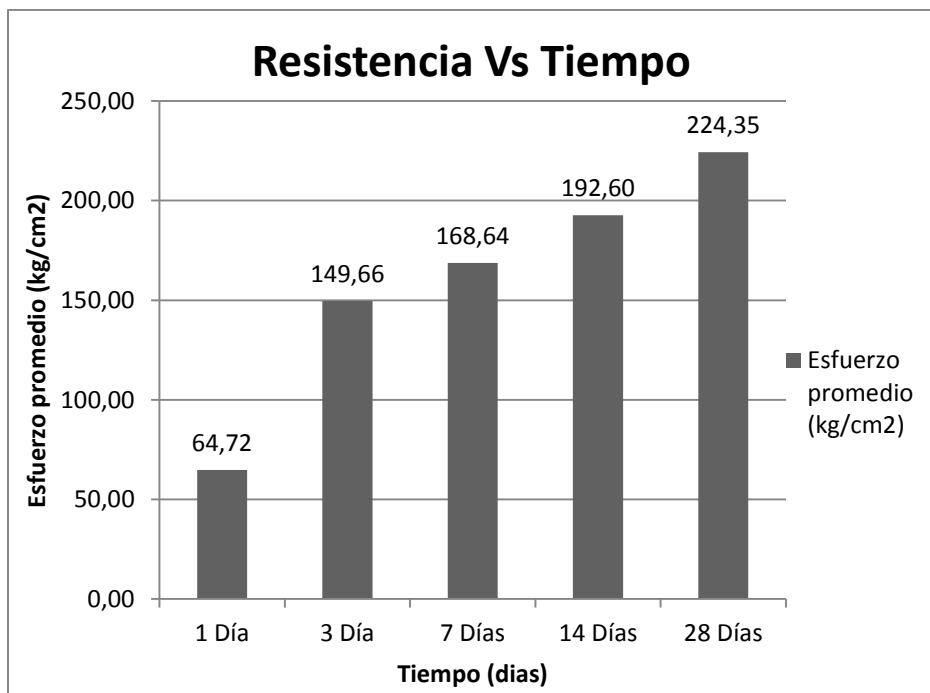
DESCRIPCION PROYECTO:	CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS (COMBINACION DE ARENAS LA VEGA-PACECOL CON LA GRAVA AVALADA DE CHICAMOCHA)									
	Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ):	210	Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm):	15	Fecha de elaboración de la mezcla:	7/11/2013				
	Contenido de Aire esperado (%):	3,0%	Volumen a mezclar (litros):	40						
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	92,13	290,21	11,61	kg	-	-	-	11,61
AGUA	-	1,00	198,35	198,35	7,93	kg	-	-	-	5,93
ARENA1	RIO DE ORO/PACECOL	2,58	179,85	464,02	18,56	kg	12,31	1,21	11,10	20,85
ARENA2	RIO DE ORO/LA VEGA	2,48	187,10	464,02	18,56	kg	12,44	1,45	10,99	20,87
GRAVA 1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,54	349,66	888,14	35,53	kg	1,21	1,38	-0,17	35,96
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,20	0,544	0,65	0,03	g	-	-	-	26,1
TOTAL	-	-	820,5	2305,38	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 49% y en arena Pacecol 25,5 % La Vega 25,5%
- el rendimiento fue del 101%
- el contenido de aire fue de 1,3%

### Observaciones:

La mezcla presenta buena manejabilidad y se observa una pasta homogénea.



A continuación se implementara en plan de ensayos acordado para la validación de las arenas Calizas en combinación con otras arenas, en una proporción del 50% cada una de las arenas.

## 12. Agregado de Chicamocha “Grava ¾ y arenas Caliza- Ingesan”.

	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>12</b>	FECHA: 12 de noviembre de 2013
--	---	-----------------------------------	--------------------------	-----------------------------------

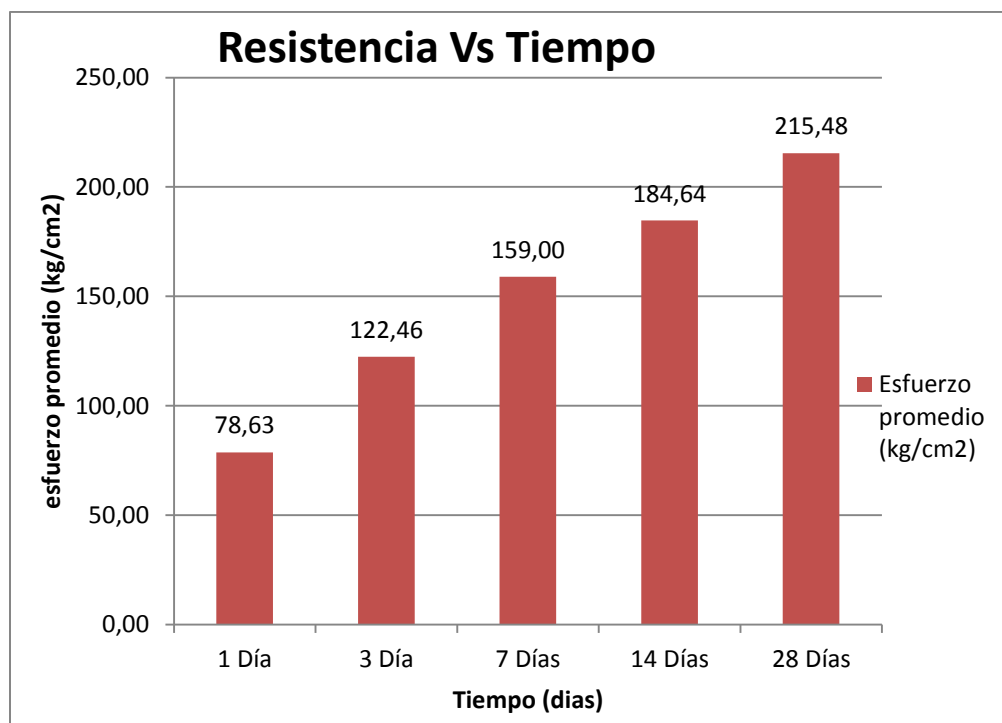
DESCRIPCION PROYECTO: CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS (COMBINACION DE ARENAS LA CALIZA-INGESAN CON LA GRAVA AVALADA DE CHICAMOCHA)										
		Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ): <u>210</u>		Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm): <u>15</u>		Fecha de elaboración de la mezcla: <u>12/11/2013</u>				
		Contenido de Aire esperado (%): <u>3,0%</u>		Volumen a mezclar (litros): <u>40</u>						
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	92,13	290,21	11,61	kg	-	-	-	11,61
AGUA	-	1,00	198,35	198,35	7,93	kg	-	-	-	7,94
ARENA1	RIO SURATA/INGESAN	2,63	176,43	464,02	18,56	kg	4,56	1,21	3,35	19,41
ARENA2	CANTERA/CALIZA	2,66	174,44	464,02	18,56	kg	3,95	0,73	3,22	19,29
GRAVA 1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,54	349,66	888,14	35,53	kg	0,75	1,38	-0,63	35,79
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,20	0,544	0,65	0,03	g	-	-	-	26,1
TOTAL	-	-	817,1	2305,38	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 49% y en arena Caliza 25,5 % Ingesan 25,5%
- el rendimiento fue del 102%
- el contenido de aire fue de 1,4%

### Observaciones:

La mezcla pierde la manejabilidad muy rápidamente y es áspera, se endurece muy rápido.



### 13. Agregado de Chicamocha “Grava ¾ y arenas Caliza- chicamocha”.

	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>13</b>	FECHA: 12 de noviembre de 2013

DESCRIPCION PROYECTO: CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS (COMBINACION DE ARENAS LA CALIZA-CHICAMOCHA CON LA GRAVA AVALADA DE CHICAMOCHA)										
		Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ): <u>210</u>		Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm): <u>15</u>		Fecha de elaboración de la mezcla: <u>12/11/2013</u>				
		Contenido de Aire esperado (%): <u>3,0%</u>		Volumen a mezclar (litros): <u>40</u>						
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	92,13	290,21	11,61	kg	-	-	-	11,61
AGUA	-	1,00	198,35	198,35	7,93	kg	-	-	-	7,39
ARENA1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,55	181,97	464,02	18,56	kg	5,71	1,58	4,13	19,62
ARENA2	CANTERA/CALIZA	2,66	174,44	464,02	18,56	kg	3,95	0,73	3,22	19,29
GRAVA 1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,54	349,66	888,14	35,53	kg	0,75	1,38	-0,63	35,79
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,20	0,544	0,65	0,03	g	-	-	-	26,1
TOTAL	-	-	822,7	2305,38	-	-	-	-	-	-

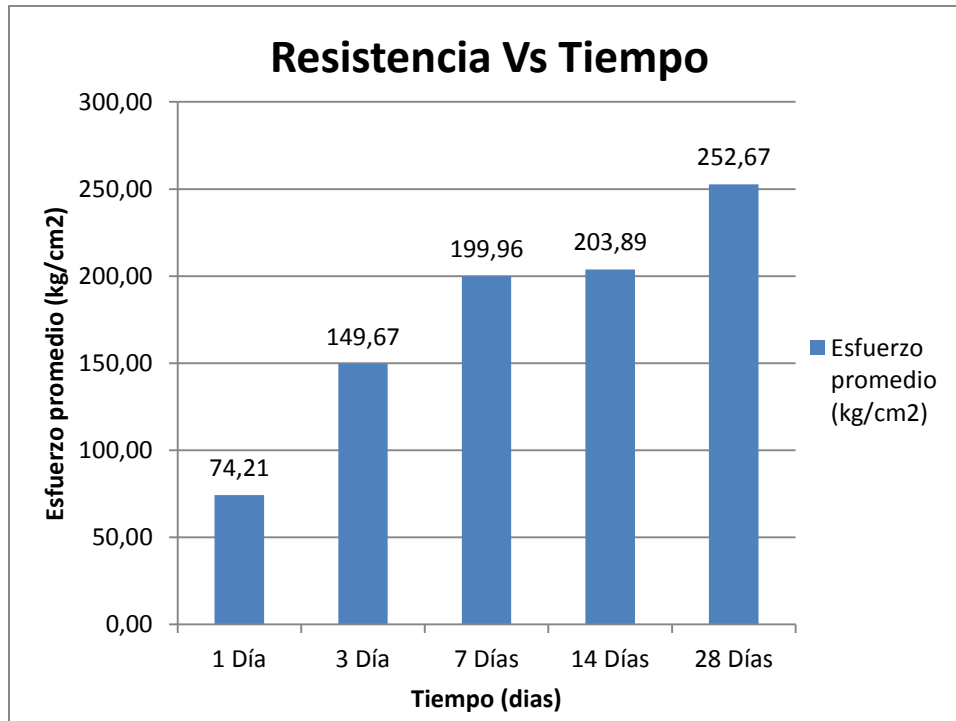
Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 49% y en arena Caliza 25,5 % chicamocha 25,5%
- el rendimiento fue del 102%
- el contenido de aire fue de 2,0%

#### Observaciones:

La mezcla presento una buena manejabilidad.





#### 14. Agregado de Chicamocha “Grava ¾ y arenas Caliza- Pacecol”.

	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>14</b>	FECHA: 15 de noviembre de 2013

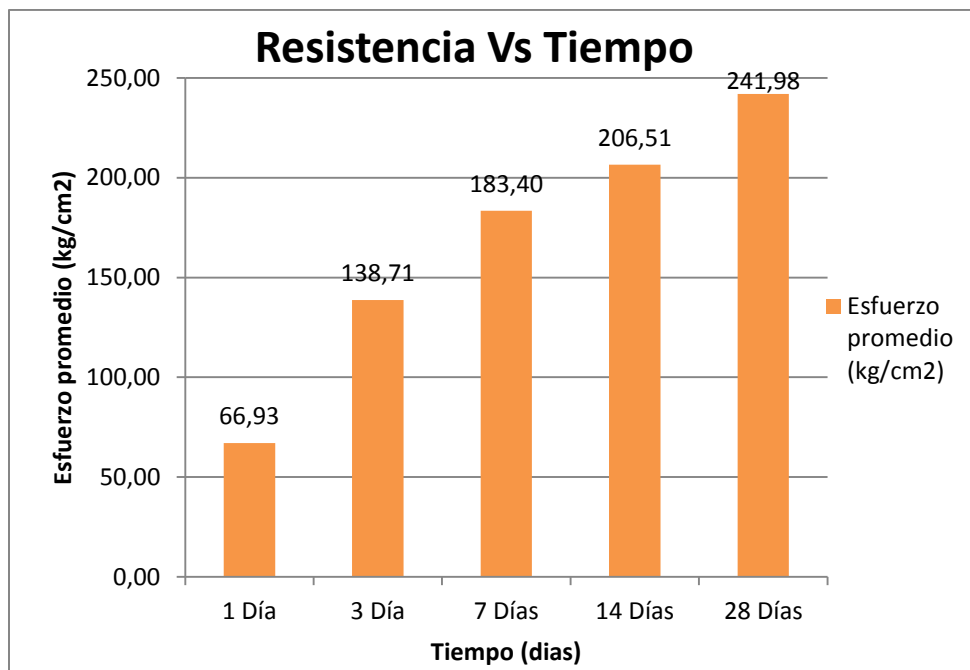
DESCRIPCION PROYECTO: CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS (COMBINACION DE ARENAS LA CALIZA-PACECOL CON LA GRAVA AVALADA DE CHICAMOCHA)										
		Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ): <u>210</u>	Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm): <u>15</u>		Fecha de elaboración de la mezcla: <u>15/11/2013</u>					
		Contenido de Aire esperado (%): <u>3,0%</u>	Volumen a mezclar (litros): <u>40</u>							
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	92,13	290,21	11,61	kg	-	-	-	11,61
AGUA	-	1,00	198,35	198,35	7,93	kg	-	-	-	7,76
ARENA1	RIO DE ORO/PACECOL	2,58	179,85	464,02	18,56	kg	3,95	1,21	2,74	19,29
ARENA2	CANTERA/CALIZA	2,66	174,44	464,02	18,56	kg	2,86	0,73	2,13	19,09
GRAVA 1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,54	349,66	888,14	35,53	kg	0,44	1,38	-0,94	35,68
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,20	0,544	0,65	0,03	g	-	-	-	26,1
TOTAL	-	-	820,5	2305,38	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 49% y en arena Caliza 25,5 % Pacecol 25,5%
- el rendimiento fue del 101%
- el contenido de aire fue de 1,5%

#### Observaciones:

La pérdida de manejabilidad es muy rápida. Cuando se mezcla en el trompo parte de la mezcla se pega a las paredes en el proceso de mezclado.



### 15. Agregado de Chicamocha “Grava ¾ y arenas Caliza- La Vega”.

	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>15</b>	FECHA: 15 de noviembre de 2013
--	---	-----------------------------------	--------------------------	-----------------------------------

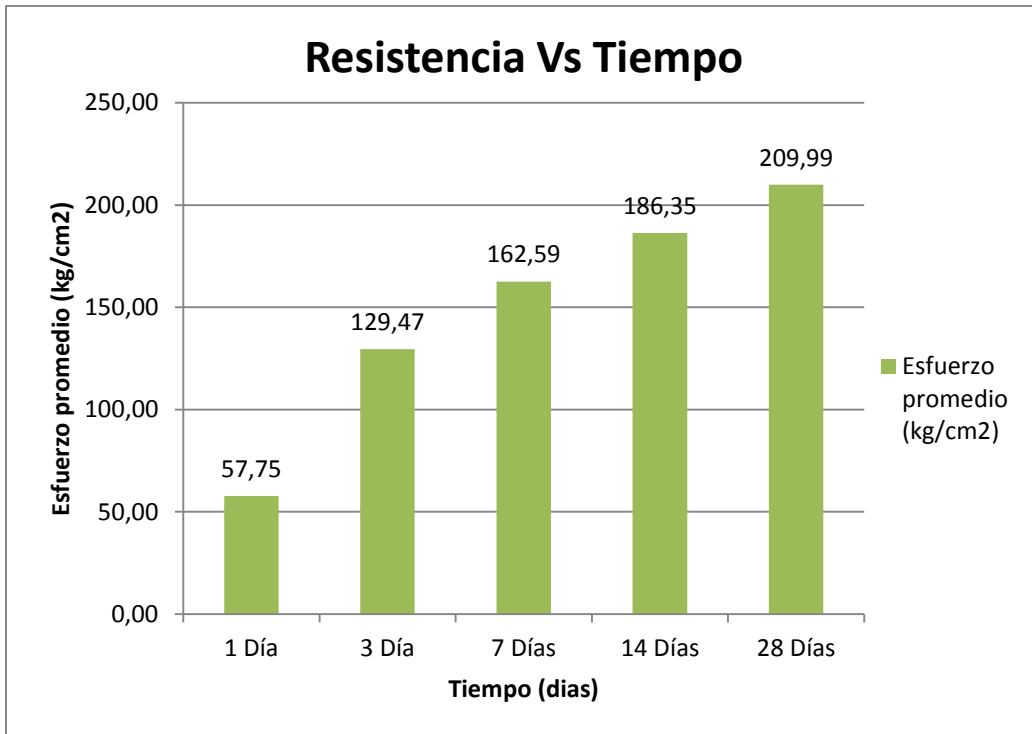
DESCRIPCION PROYECTO: CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS (COMBINACION DE ARENAS LA CALIZA-LA VEGA CON LA GRAVA AVALADA DE CHICAMOCHA)										
		Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ): <u>210</u>		Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm): <u>15</u>		Fecha de elaboración de la mezcla: <u>15/11/2013</u>				
		Contenido de Aire esperado (%): <u>3,0%</u>		Volumen a mezclar (litros): <u>40</u>						
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	92,13	290,21	11,61	kg	-	-	-	11,61
AGUA	-	1,00	198,35	198,35	7,93	kg	-	-	-	8,21
ARENA1	RIO DE ORO/LA VEGA	2,48	187,10	464,02	18,56	kg	1,77	1,45	0,32	18,89
ARENA2	CANTERA/CALIZA	2,66	174,44	464,02	18,56	kg	2,86	0,73	2,13	19,09
GRAVA 1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,54	349,66	888,14	35,53	kg	0,44	1,38	-0,94	35,68
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,20	0,544	0,65	0,03	g	-	-	-	26,1
TOTAL	-	-	827,8	2305,38	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 49% y en arena Caliza 25,5 % La Vega 25,5%
- el rendimiento fue del 101%
- el contenido de aire fue de 1,3%

#### Observaciones:

Se debe adicionar agua debido al cambio de la humedad, por recibimiento de sol en los materiales. Muy buena la manejabilidad de la mezcla.



#### 16. Agregado de Chicamocha “Grava ¾ y arena” (testigo) Cemento clemencia.

	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>16</b>	FECHA: 15 de noviembre de 2013
--	---	-----------------------------------	--------------------------	-----------------------------------

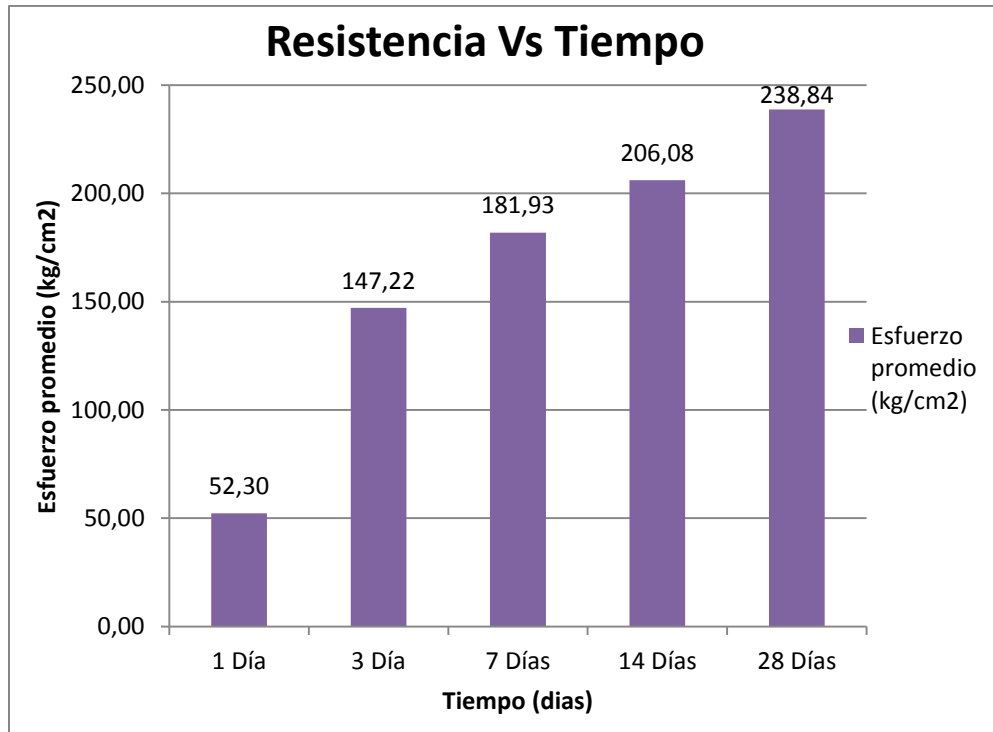
DESCRIPCION PROYECTO:	CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS (TESTIGO)									
	Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ): <u>210</u>		Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm): <u>15</u>		Fecha de elaboración de la mezcla: <u>15/11/2013</u>					
	Contenido de Aire esperado (%): <u>3,0%</u>		Volumen a mezclar (litros): <u>40</u>							
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	92,13	290,21	11,61	kg	-	-	-	11,61
AGUA	-	1,00	198,35	198,35	7,93	kg	-	-	-	6,51
ARENA1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,55	363,93	928,03	37,12	kg	6,32	1,58	4,74	39,47
GRAVA 1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,54	349,66	888,14	35,53	kg	0,44	1,38	-0,94	35,68
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,20	0,544	0,65	0,03	g	-	-	-	26,1
TOTAL	-	-	1004,6	2305,38	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 49% y en arena del 51%
- el rendimiento fue del 102%
- el contenido de aire fue de 1,5%

#### Observaciones:

La mezcla presento una buena manejabilidad.



### 17. Agregado de Pavecól "Grava ¾ y arena chicamocha" Cemento clemencia.

	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>17</b>	FECHA: 18 de noviembre de 2013
--	---	-----------------------------------	--------------------------	-----------------------------------

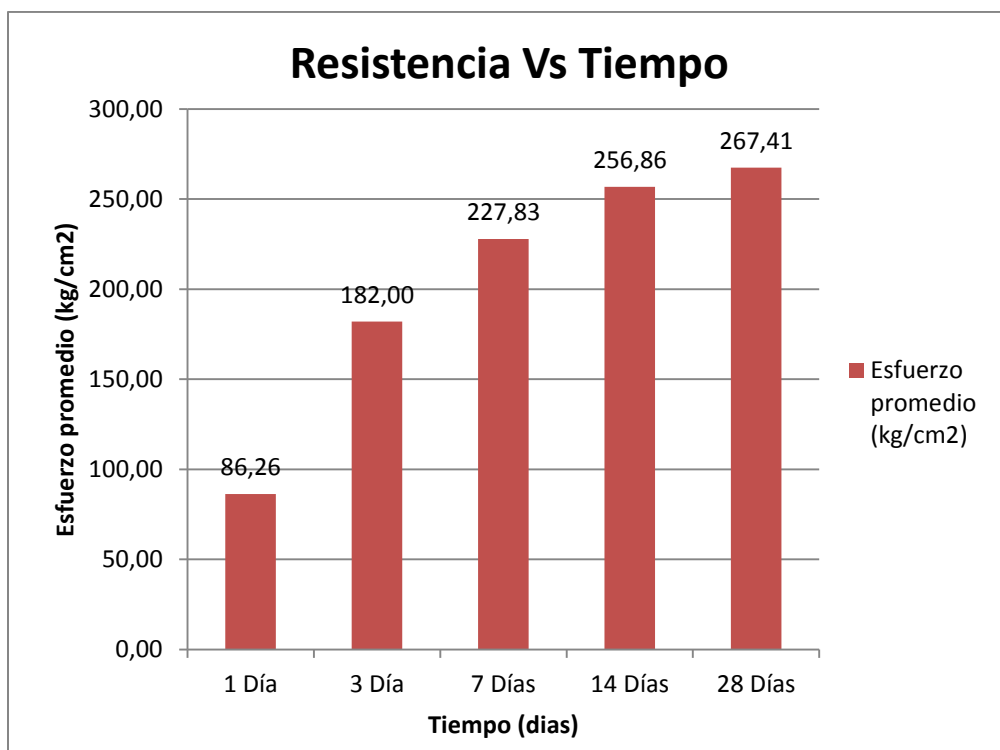
DESCRIPCION PROYECTO:	CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS									
	Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ): <u>210</u>		Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm): <u>15</u>		Fecha de elaboración de la mezcla: <u>18/11/2013</u>					
	Contenido de Aire esperado (%): <u>3,0%</u>		Volumen a mezclar (litros): <u>40</u>							
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	92,13	290,21	11,61	kg	-	-	-	11,61
AGUA	-	1,00	198,35	198,35	7,93	kg	-	-	-	7,47
ARENA1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,55	363,93	928,03	37,12	kg	3,65	1,58	2,07	38,48
GRAVA 1	RIO DE ORO/PACECOL	2,54	349,66	888,14	35,53	kg	0,60	1,46	-0,86	35,74
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (DS2)	1,20	0,544	0,65	0,03	g	-	-	-	26,1
TOTAL	-	-	1004,6	2305,38	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 49% y en arena del 51%
- el rendimiento fue del 101%
- el contenido de aire fue de 1,6%

#### Observaciones:

La mezcla presenta pérdida de la manejabilidad en muy poco tiempo.



### 18. Agregado de La Vega “Grava ¾ y arena chicamocha” Cemento clemencia.

	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>18</b>	FECHA: 18 de noviembre de 2013
--	---	-----------------------------------	--------------------------	-----------------------------------

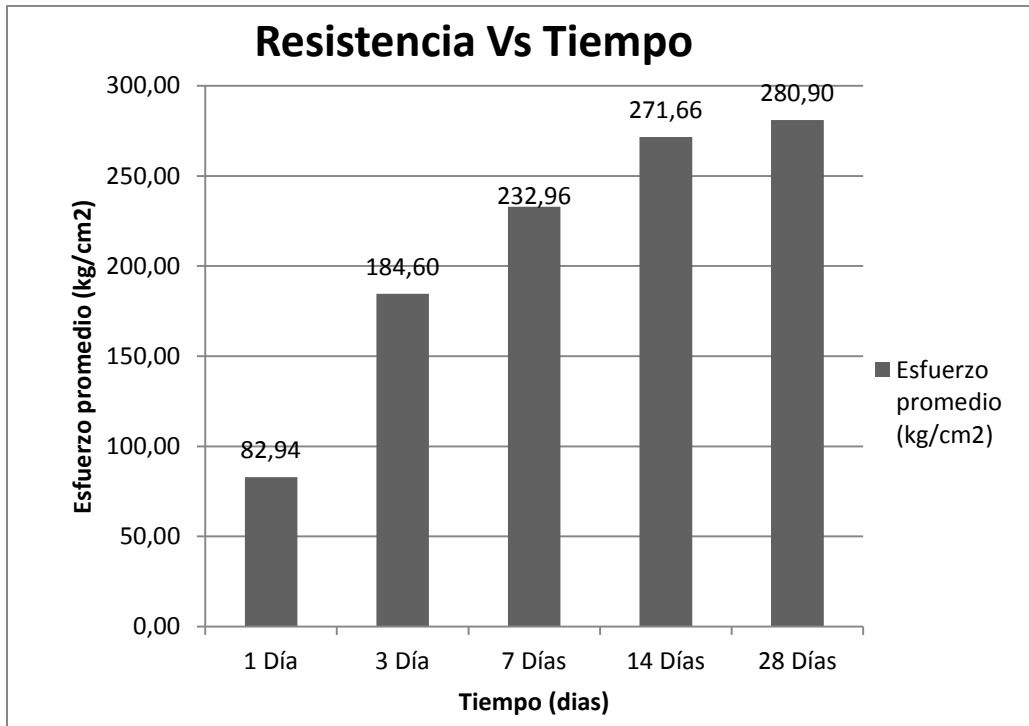
DESCRIPCION PROYECTO: CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS										
Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ): <u>210</u> Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm): <u>15</u> Fecha de elaboración de la mezcla: <u>18/11/2013</u> Contenido de Aire esperado (%): <u>3,0%</u> Volumen a mezclar (litros): <u>40</u>										
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	92,13	290,21	11,61	kg	-	-	-	11,61
AGUA	-	1,00	198,35	198,35	7,93	kg	-	-	-	7,02
ARENA1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,55	363,93	928,03	37,12	kg	3,65	1,58	2,07	38,48
GRAVA 1	RIO DE ORO/LA VEGA	2,48	358,12	888,14	35,53	kg	1,87	1,45	0,42	36,19
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,20	0,544	0,65	0,03	g	-	-	-	26,1
TOTAL	-	-	1013,1	2305,38	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 49% y en arena del 51%
- el rendimiento fue del 101%
- el contenido de aire fue de 1,6%

#### Observaciones:

La mezcla presenta una consistencia pastosa y manejable.



### 19. Agregado de Ingesan “Grava ¾ y arena chicamocha” Cemento clemencia.

	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>19</b>	FECHA: 18 de noviembre de 2013
--	---	-----------------------------------	--------------------------	-----------------------------------

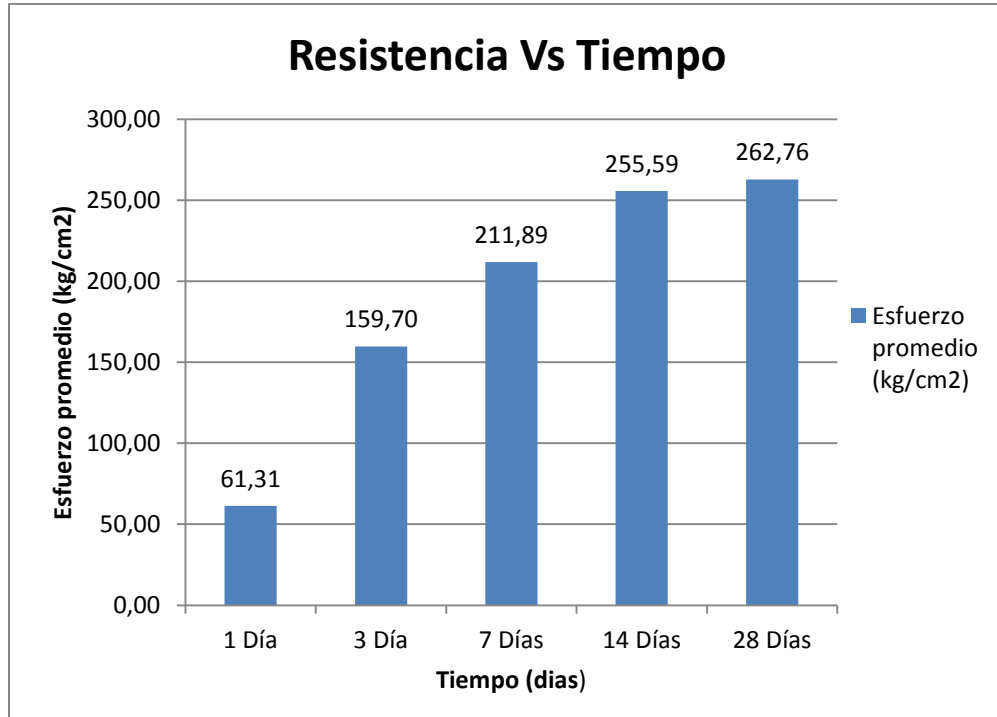
DESCRIPCION PROYECTO:	CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS									
	Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ): <u>210</u>		Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm): <u>15</u>		Fecha de elaboración de la mezcla:		18/11/2013			
	Contenido de Aire esperado (%): <u>3,0%</u>		Volumen a mezclar (litros): <u>40</u>							
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	92,13	290,21	11,61	kg	-	-	-	11,61
AGUA	-	1,00	198,35	198,35	7,93	kg	-	-	-	7,46
ARENA1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,55	363,93	928,03	37,12	kg	3,65	1,58	2,07	38,48
GRAVA 1	RIO SURATA/INGESAN	2,64	336,42	888,14	35,53	kg	0,10	0,93	-0,83	35,56
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,20	0,544	0,65	0,03	g	-	-	-	26,1
TOTAL	-	-	991,4	2305,38	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 49% y en arena del 51%
- el rendimiento fue del 103%
- el contenido de aire fue de 1,7%

#### Observaciones:

La mezcla presenta una buena manejabilidad, y se observa homogeneidad en la pasta.



## 20. Agregado de Chicamocha “Grava ¾ y arenas Ingesan-Pacecol” Cemento clemencia.

	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>20</b>	FECHA: 19 de noviembre de 2013
--	---	-----------------------------------	--------------------------	-----------------------------------

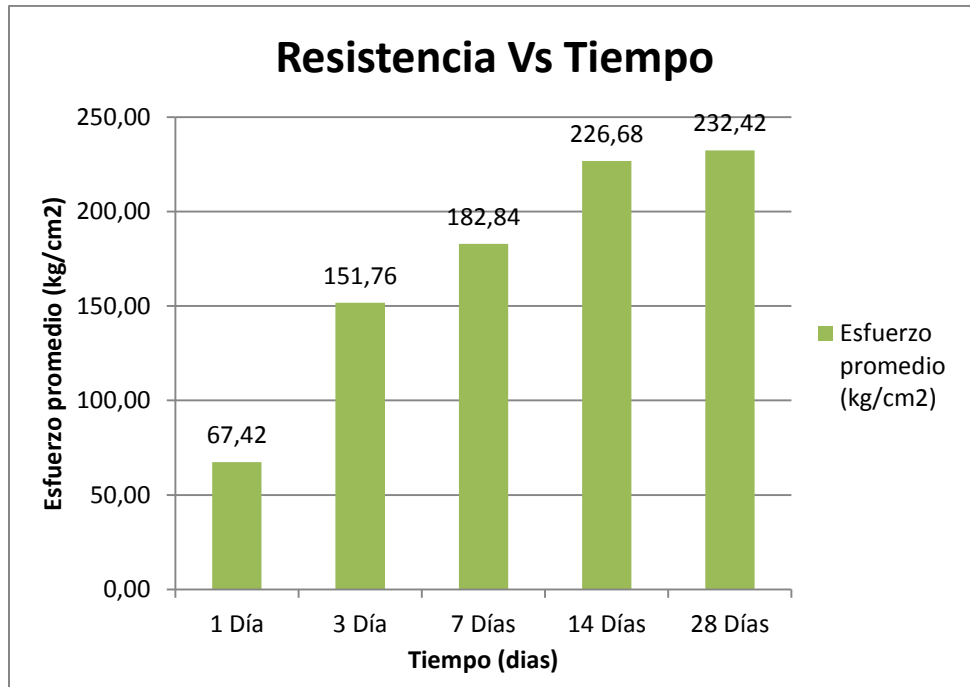
DESCRIPCION PROYECTO: CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS (COMBINACION DE ARENAS INGESAN-PACECOL CON LA GRAVA AVALADA DE CHICAMOCHA)										
		Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ): <u>210</u>		Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm): <u>15</u>		Fecha de elaboración de la mezcla: <u>19/11/2013</u>				
		Contenido de Aire esperado (%): <u>3,0%</u>		Volumen a mezclar (litros): <u>40</u>						
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD kg/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	92,13	290,21	11,61	kg	-	-	-	11,61
AGUA	-	1,00	198,35	198,35	7,93	kg	-	-	-	6,73
ARENA1	RIO SURATA/INGESAN	2,63	176,43	464,02	18,56	kg	9,36	1,21	8,15	20,30
ARENA2	RIO DE ORO/PACECOL	2,58	179,85	464,02	18,56	kg	2,75	1,21	1,54	19,07
GRAVA 1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,54	349,66	888,14	35,53	kg	0,50	1,38	-0,88	35,70
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,20	0,544	0,65	0,03	g	-	-	-	26,1
TOTAL	-	-	817,1	2305,38	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

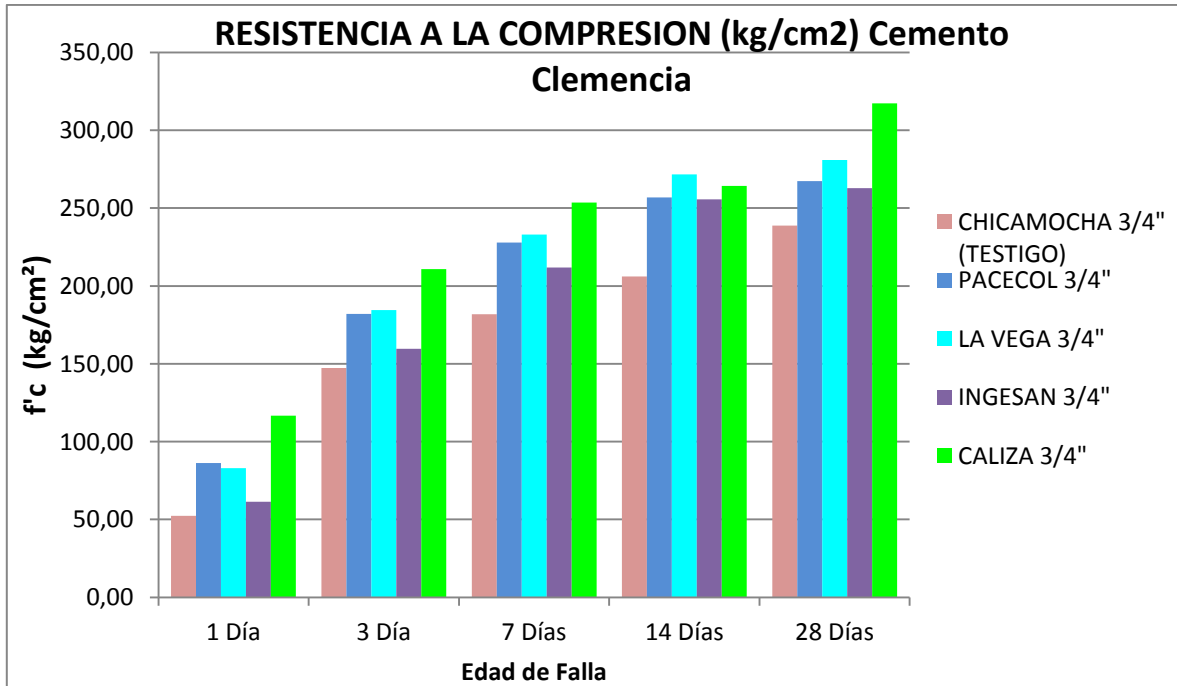
- distribución en grava 49% y en arena Ingesan 25,5 % pacecol 25,5%
- el rendimiento fue del 102%
- el contenido de aire fue de 1,8%

### Observaciones:

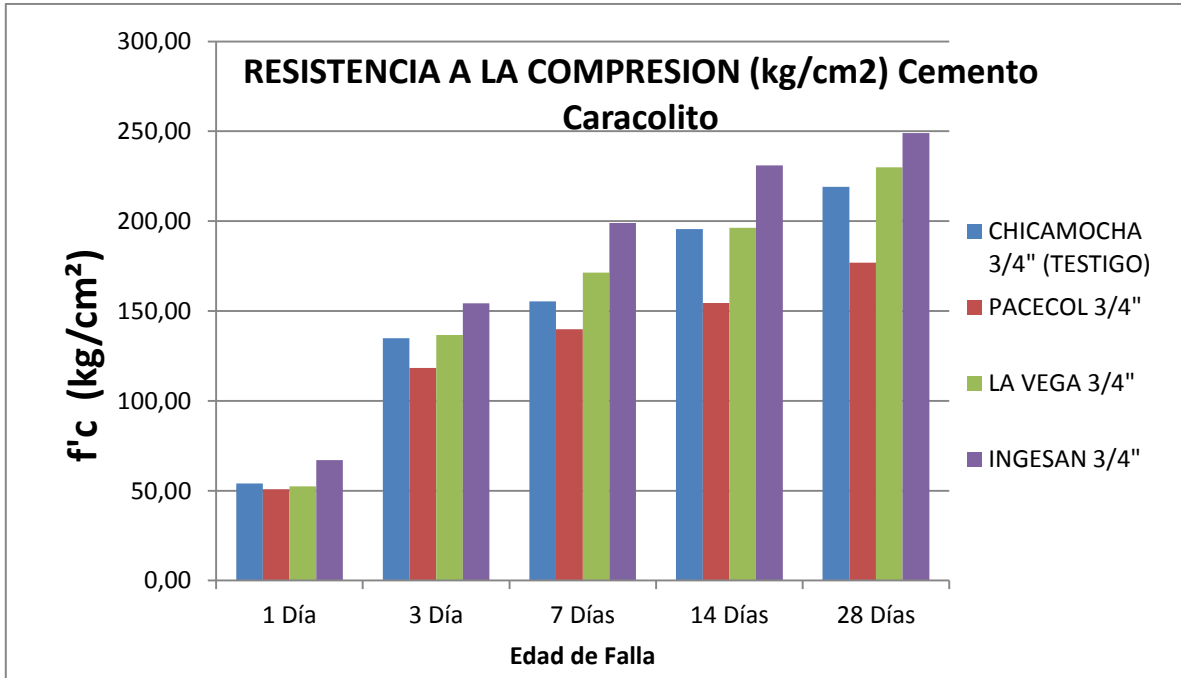
La mezcla se comporta homogéneamente y es pastosa. Perdida de la manejabilidad en poco tiempo.



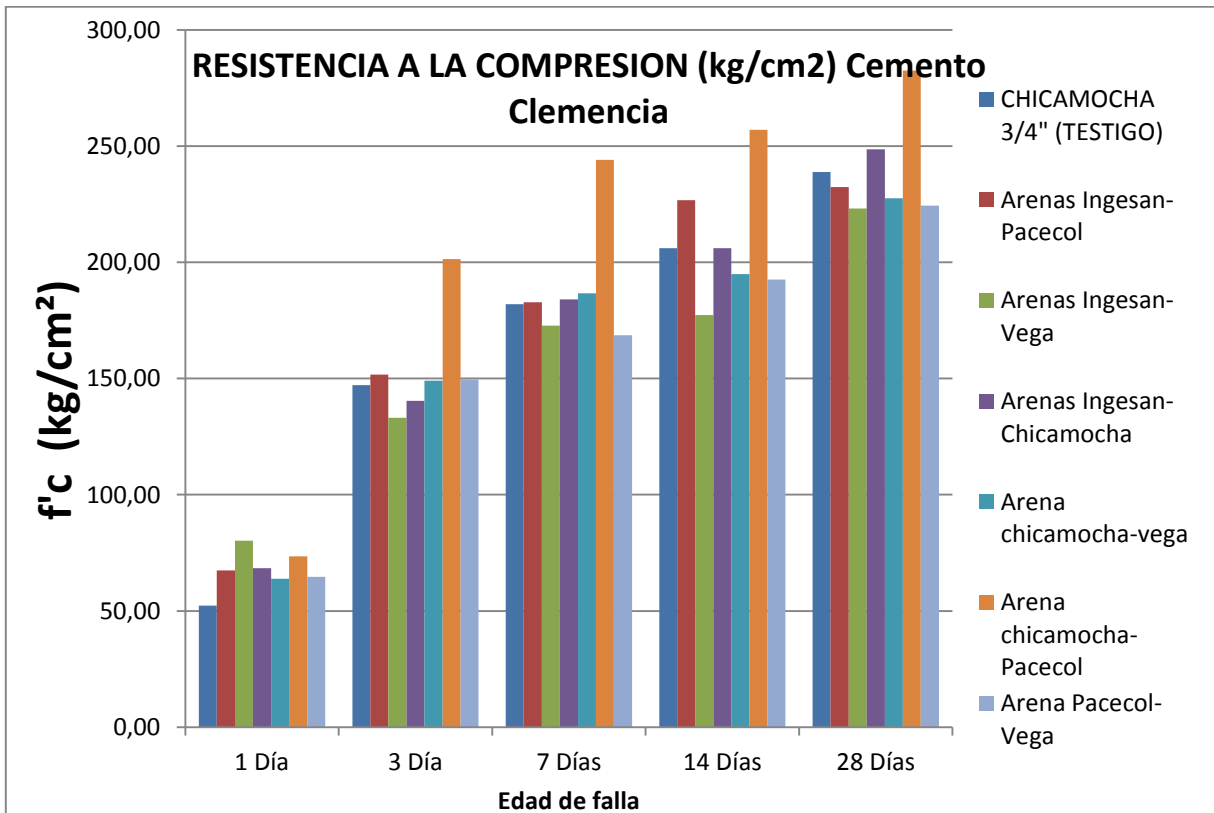
A continuación se ilustrara el comportamiento de los agregados (gravas de  $\frac{3}{4}$ ) en comparación con el agregado chicamocha (testigo), que tan variadas son las resistencias a la compresión a diferentes días de curado.



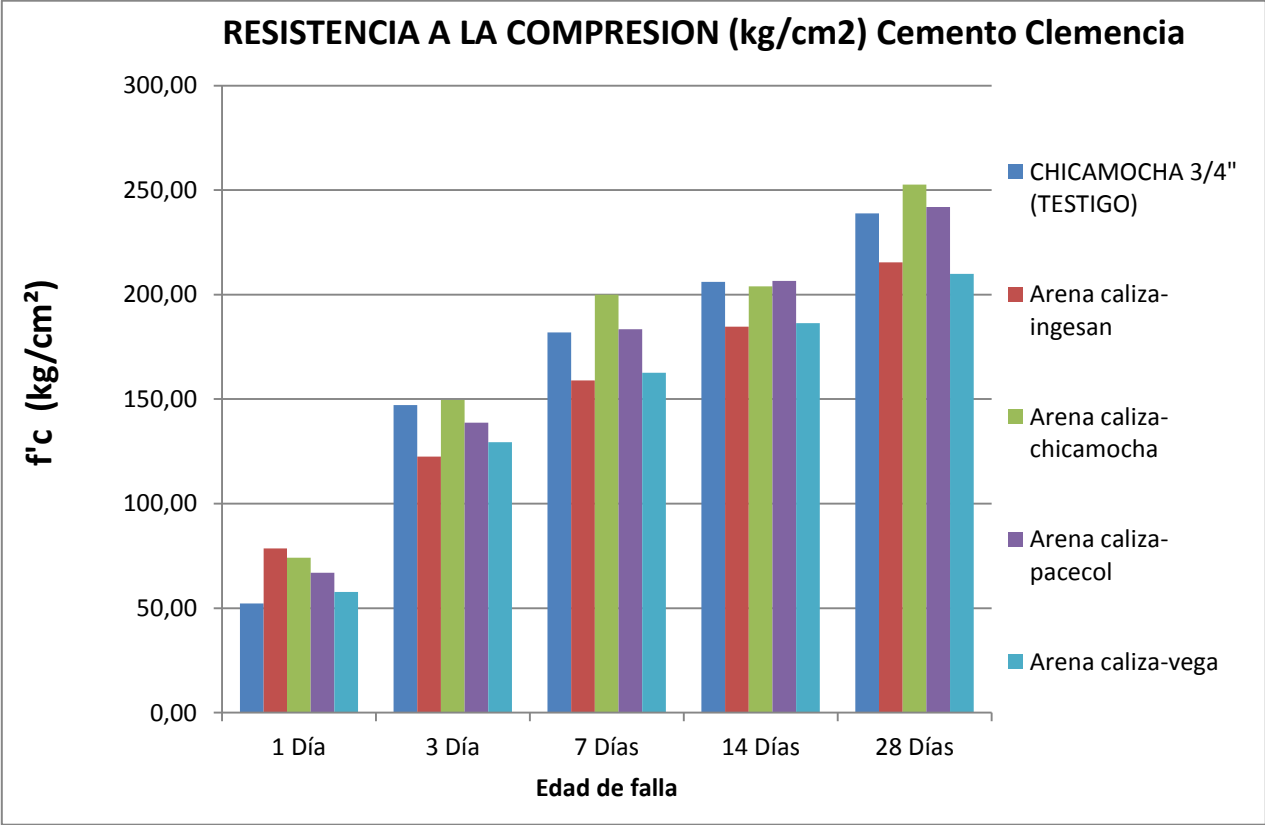




Ahora se ilustrara el comportamiento de las arenas, en comparación con la arena chicamocha (testigo), utilizando siempre la grava de 3/4" de chicamocha; con el fin de saber que tan variadas son las resistencias a la compresión a diferentes días de curado.

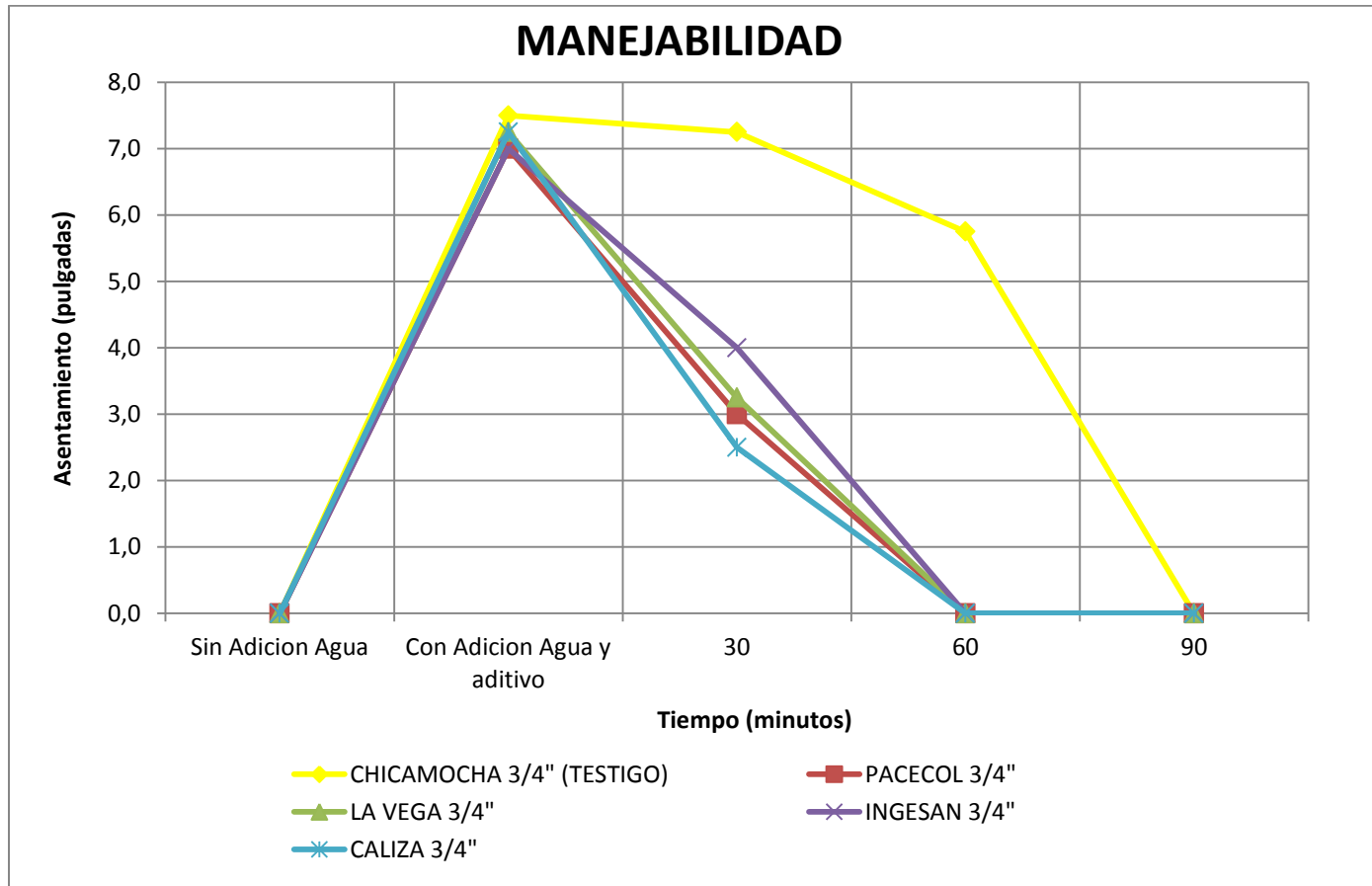


Posteriormente se ilustraran las resistencias a compresión de las arenas calizas en combinación con otras arenas, dejando siempre la grava de ¾" de chicamocha con el fin de saber el comportamiento de las mezclas y dar conclusión al plan de ensayos estipulado anteriormente.



En la mayoría de las mezclas se presentó una pérdida rápida de la manejabilidad, para una proporción de 40 litros de concreto.

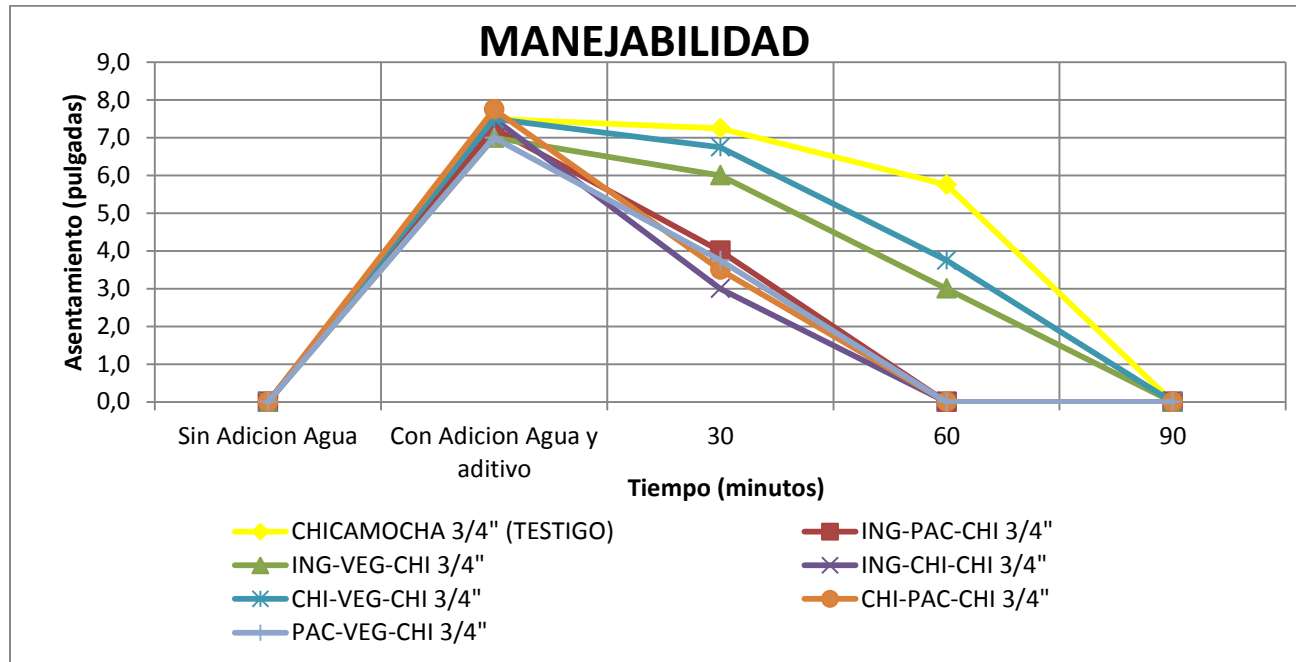
Para las gravas de 3/4" comparando la testigo con los demás agregados se tiene:



<b>MANEJABILIDAD</b>											
<b>ASENTAMIENTO</b>	Muestra 16		Muestra 17		Muestra 18		Muestra 19		Muestra 10		
	CHICAMOCHA 3/4" (TESTIGO)		PACECOL 3/4"		LA VEGA 3/4"		INGESAN 3/4"		CALIZA 3/4"		
<b>TIEMPO [Minutos]</b>	Pulgadas	cm	Pulgadas	cm	Pulgadas	cm	Pulgadas	cm	Pulgadas	cm	
Sin Adicion Agua	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	
Con Adicion Agua y aditivo	7,50	19,05	7,00	17,78	7,25	18,42	7,00	17,78	7,25	18,42	
30	7,25	18,42	3,00	7,62	3,25	8,26	4,00	10,16	2,50	6,35	
60	5,8	14,61	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	
90	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	

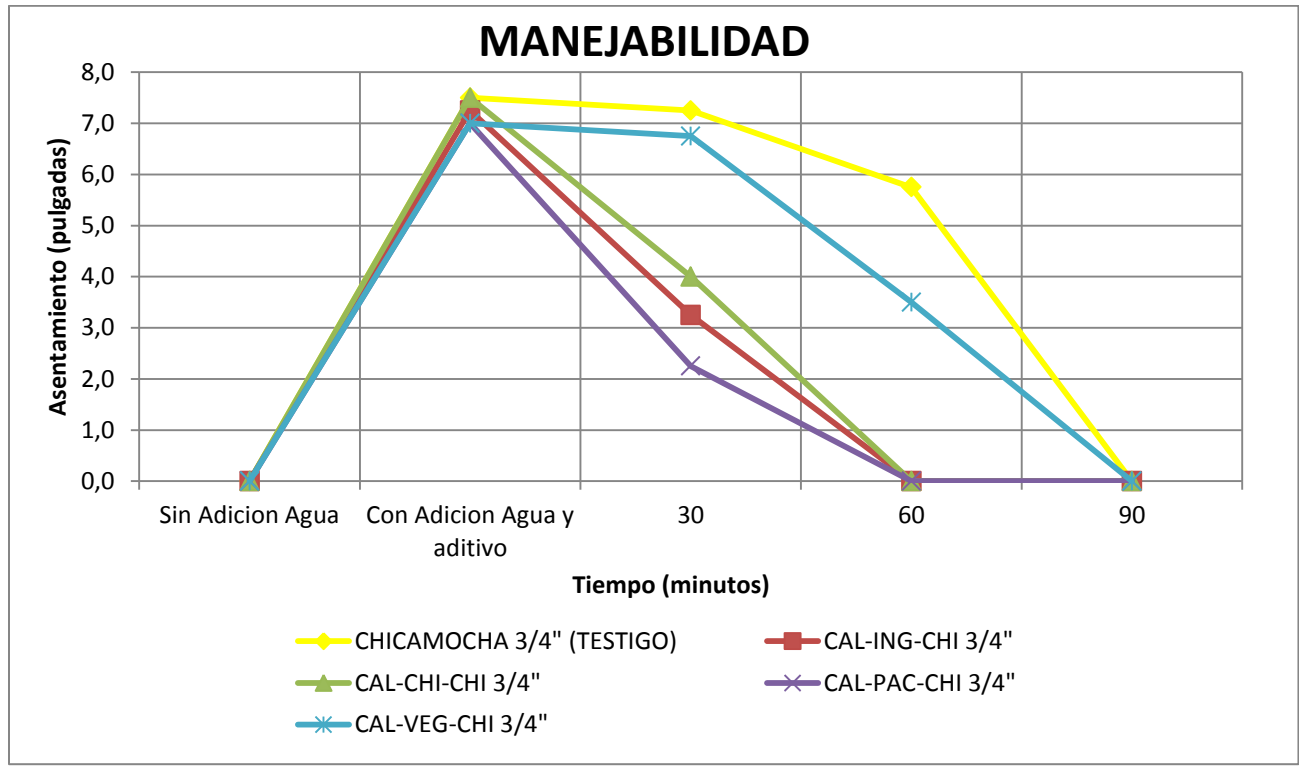
Para las arenas (Ingesan-Pacecol-Vega) comparando la testigo con los demás se tiene:

<b>MANEJABILIDAD</b>														
<b>ASENTAMIENTO</b>	Muestra 16		Muestra 20		Muestra 06		Muestra 07		Muestra 08		Muestra 09		Muestra 11	
	CHICAMOCHA 3/4" (TESTIGO)		ING-PAC-CHI 3/4"		ING-VEG-CHI 3/4"		ING-CHI-CHI 3/4"		CHI-VEG-CHI 3/4"		CHI-PAC-CHI 3/4"		PAC-VEG-CHI 3/4"	
<b>TIEMPO [Minutos]</b>	Pulgadas	cm	Pulgadas	cm	Pulgadas	cm	Pulgadas	cm	Pulgadas	cm	Pulgadas	cm	Pulgadas	cm
Sin Adicion Agua	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
Con Adicion Agua y aditivo	7,50	19,05	7,25	18,42	7,00	17,78	7,50	19,05	7,50	19,05	7,75	19,69	7,00	17,78
30	7,25	18,42	4,00	10,16	6,00	15,24	3,00	7,62	6,75	17,15	3,50	8,89	3,75	9,53
60	5,8	14,61	0,0	0,00	3,0	7,62	0,0	0,00	3,8	9,53	0,0	0,00	0,0	0,00
90	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00



Para las arenas (Calizas) comparando la testigo con los demás se tiene:

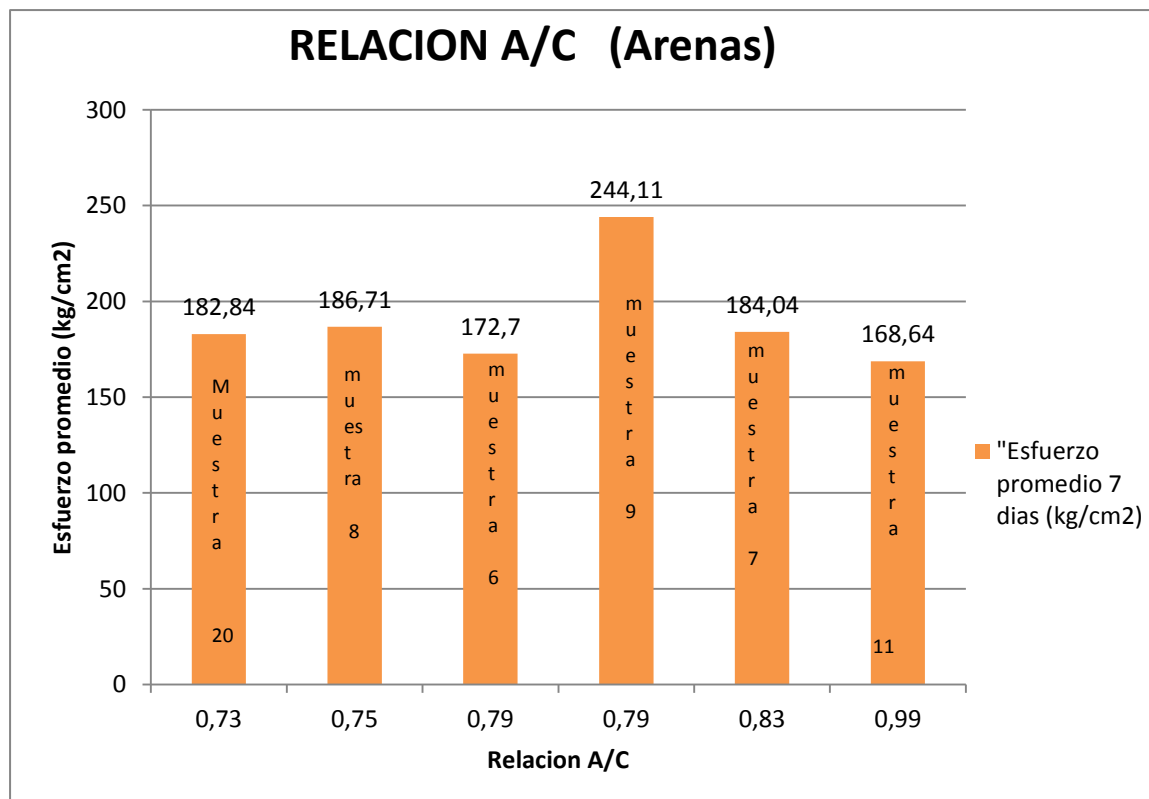
MANEJABILIDAD											
ASENTAMIENTO	Muestra 16		Muestra 12		Muestra 13		Muestra 14		Muestra 15		
	CHICAMOCHA 3/4" (TESTIGO)		CAL-ING-CHI 3/4"		CAL-CHI-CHI 3/4"		CAL-PAC-CHI 3/4"		CAL-VEG-CHI 3/4"		
TIEMPO [Minutos]	Pulgadas	cm	Pulgadas	cm	Pulgadas	cm	Pulgadas	cm	Pulgadas	cm	
Sin Adicion Agua	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	
Con Adicion Agua y aditivo	7,50	19,05	7,25	18,42	7,50	19,05	7,00	17,78	7,00	17,78	
30	7,25	18,42	3,25	8,26	4,00	10,16	2,25	5,72	6,75	17,15	
60	5,8	14,61	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	3,5	8,89	
90	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	



Adicional a esto se ilustrara el comportamiento de las resistencias a 7 días en (kg/cm<sup>2</sup>) según su relación A/C.

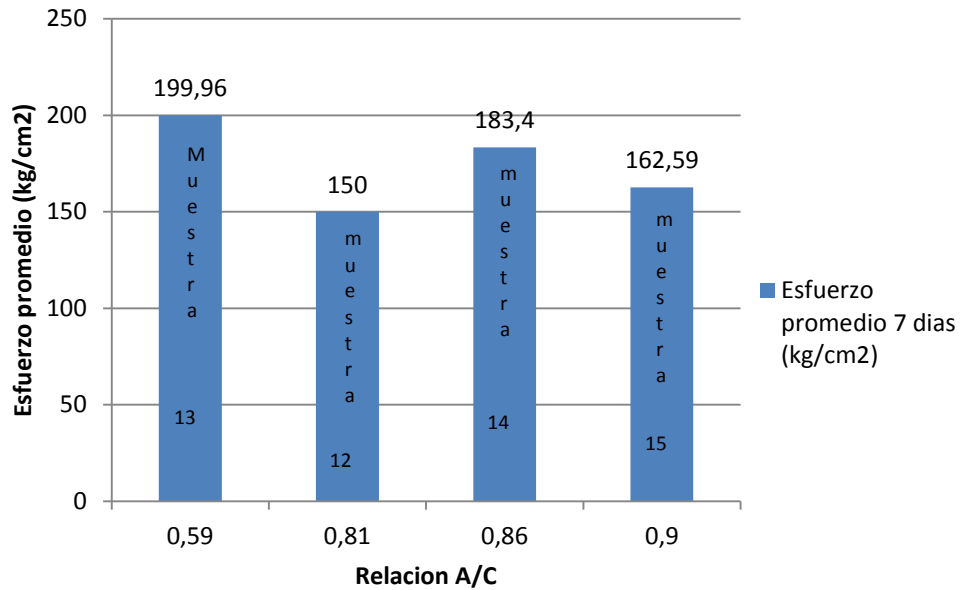
Se compara las resistencias a 7 días, ya que a esta edad de falla ya todas las mezclas han sido ensayadas a compresión.

MUESTRA	ARENAS	
	A/C	f' (kg/cm <sup>2</sup> )
N° 20	0,73	182,84
N° 8	0,75	186,71
N° 6	0,79	172,7
N° 9	0,79	244,11
N° 7	0,83	184,04
N° 11	0,99	168,64



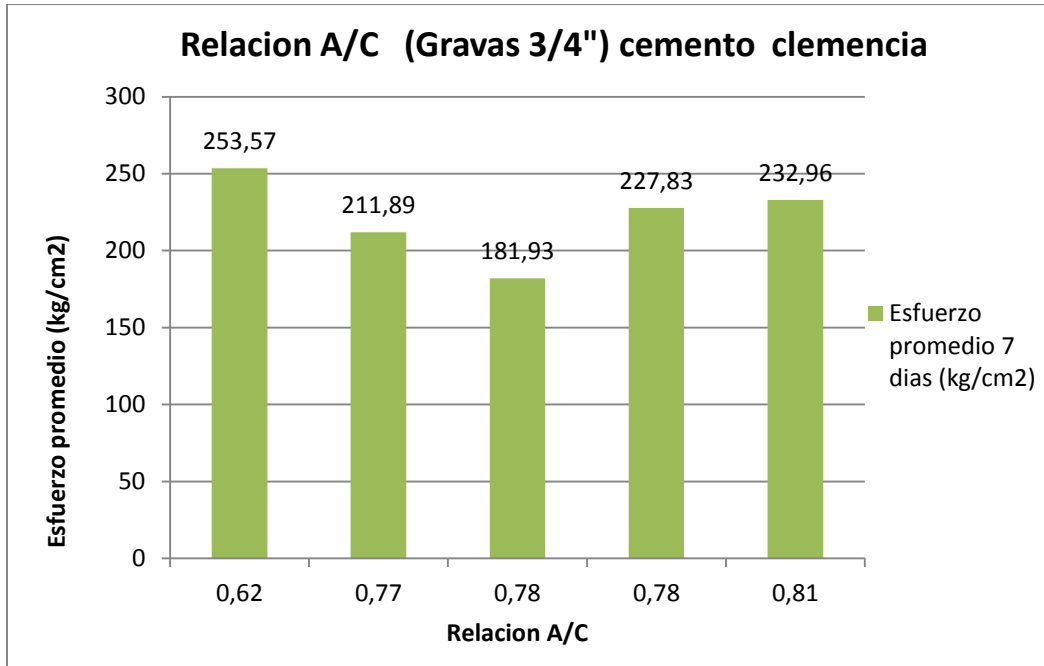
MUESTRA	ARENAS CALIZAS	
	A/C	f' (kg/cm <sup>2</sup> )
N° 13	0,59	199,96
N° 12	0,81	150
N° 14	0,86	183,4
N° 15	0,9	162,59

## Relacion A/C (Arenas Calizas)



MUESTRA	GRAVAS 3/4"	
	A/C	f' (kg/cm <sup>2</sup> )
N° 10	0,62	253,57
N° 19	0,77	211,89
N° 16	0,78	181,93
N° 17	0,78	227,83
N° 18	0,81	232,96





<b>OBSERVACIONES</b>		
<b>Resistencia a la compresion (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Manejabilidad</b>	<b>Relacion A/C</b>
El comportamiento en general que se obtuvo de las gravas ensayas de ¾" a comparación con el testigo (Chicamocha) fue similar, ya que la evolución a las diferentes edades de curado, fue aumentando hasta superar las resistencias de la grava utilizada como testigo.	Las manejabilidades obtenidas en las diferentes mezclas, fueron variadas, ya que se observaba como se perdía el agua de la mezcla en tampoco tiempo.	Se obtuvieron relaciones agua/cemento altas, debido a los cambios de humedad que se presentaban en los agregados tan rápidamente, estos tienden a absorber gran cantidad de agua.
Si observamos la gráfica en donde se exponen las resistencias a la compresión con cemento clemencia, nos damos cuenta que la grava Pacecol y la grava Vega tienen una similitud al evolucionar respecto a la resistencia, siendo la grava de Vega superior, en donde a los 14 días de curado obtiene 271,66 (kg/cm <sup>2</sup> ).	Con respecto a estas mezclas, se obtuvieron en inicio asentamientos de 7" que a los 30 minutos disminuyeron a las 3", podría ser que la cantidad de mezcla hecha fuera poca, y esto permitiera que la humedad se perdiera más rápidamente.	Estas mezclas presentaron relaciones agua/cemento, Pacecol (0,78) y Vega (0,81), en donde sus resistencias en evolución son del 122% y 129% con respecto a los 14 días de curado.
Al mirar la gráfica nuevamente se diferencia también la similitud de las resistencias de las gravas Chicamocha e Ingesan, donde sus evoluciones en los diferentes días de curado, son parecidas, siendo Ingesan superior, teniendo a los 14 días de curado 255,59 (kg/cm <sup>2</sup> ).	En cuanto a la manejabilidad de la mezcla Testigo, es buena ya que conserva la humedad y permite la manipulación fácilmente.	Aquí podemos observar que a mayor relación agua/cemento menor la resistencia obtenida, Ingesan (0,77) resistencia de 206,08 (kg/cm <sup>2</sup> ) y Chicamocha (0,78) resistencia de 255,59 (kg/cm <sup>2</sup> ) a los 14 días de curado.


<p>Al respecto con la grava caliza podemos concluir su superioridad en todas las edades de curado, respecto a los demás agregados, teniendo ya a los 28 días una resistencia de 317,24 (kg/cm<sup>2</sup>); evolución del 151%.</p>	<p>En esta mezcla se observó que la apariencia no era tan pastosa sino que tendía a ser mar áspera y arenosa, esta presento una perdida rápida de la humedad a los 30 minutos.</p>	<p>Se obtuvo con esta mezcla una relación agua/cemento de (0,62) obteniendo la mejor resistencia en las gravas de ¾" de 317,24 (kg/cm<sup>2</sup>) a los 28 días de curado.</p>
<p>En el caso de las arenas las resistencias en combinación con diferentes proveedores fueron similares, cumpliendo todos los parámetros establecidos por las Normas Control Cemex.</p>	<p>Se observó que las mezclas tienen una pérdida de humedad rápida, cuando se combinan arenas que contienen demasiado residuo de trituración, a comparación con arenas más finas como Vega.</p>	<p>En estas mezclas se observaron relaciones agua/cemento altas, con resistencias a los 7 días muy similares.</p>
<p>La combinación realizada en la mezcla N°9 (grava ¾" Chicamocha y arenas Pacecol-Chicamocha), fue la que mejor se comportó en la evolución de las resistencias a los diferentes días de curado, teniendo a los 28 días 282,43 (kg/cm<sup>2</sup>).</p>	<p>Esta mezcla presento una pérdida de humedad rápidamente, inicia con 7,5" y a los 30 minutos llega a los 3,5", esto puede ser a causa de las condiciones en cómo se realice la mezcla y como se trabaje.</p>	<p>La relación agua/cemento de esta mezcla fue de (0,79), estando en intermedio a todas las demás presentadas por las diferentes mezclas realizadas.</p>
<p>En las combinaciones de las arenas calizas, todas tienen una evolución buena, ya que presentan buenas resistencias, siendo la combinación de arena caliza-chicamocha, la que mejor se ha comportado.</p>	<p>En estas mezclas se observó que de acuerdo con la combinación de arena que se hiciera, la manejabilidad de la mezcla cambiaba significativamente, en el caso de las arenas Ingesan y chicamocha, la textura de la mezcla era más áspera y gravilluda, en comparación con arenas de la vega y Pacecol; la perdida de humedad era similar, la mezcla que se comportó parecida a la testigo fue caliza-vega.</p>	<p>La relación agua/cemento de esta mezcla fue de (0,59), y esta fue la que mejor se comportó en la evolución de las resistencias.</p>

## 6.8. COMPORTAMIENTO DE LOS AGREGADOS EN MEZCLAS DE CONCRETO DE 280 Kg/cm<sup>2</sup> (3000PSI)

En base a los planes de ensayo establecidos anteriormente para la validación de las gravas y arenas provenientes de la planta surata para la fabricación de mezclas de concreto, se elaboraron mezclas divergentes en cantidades y tipo de agregado, pero a su vez, homogéneas en su diseño de mezcla. Se utilizó como testigo la mezcla producida con materia prima proveniente del chicamocha, a fin de comparar y analizar las características de los diferentes agregados utilizados para la fabricación de concreto.

Las mezclas ensayadas permiten dar a cabalidad, los planes de ensayo para agregados triturados en planta surata, como agregados terminados por proveedores terceros. Todas las mezclas se realizaron con cemento clemencia al igual que las mezclas de 210 (kg/cm<sup>2</sup>).

### 1.1 Agregado de Chicamocha “Grava 3/8” y arena” (testigo).

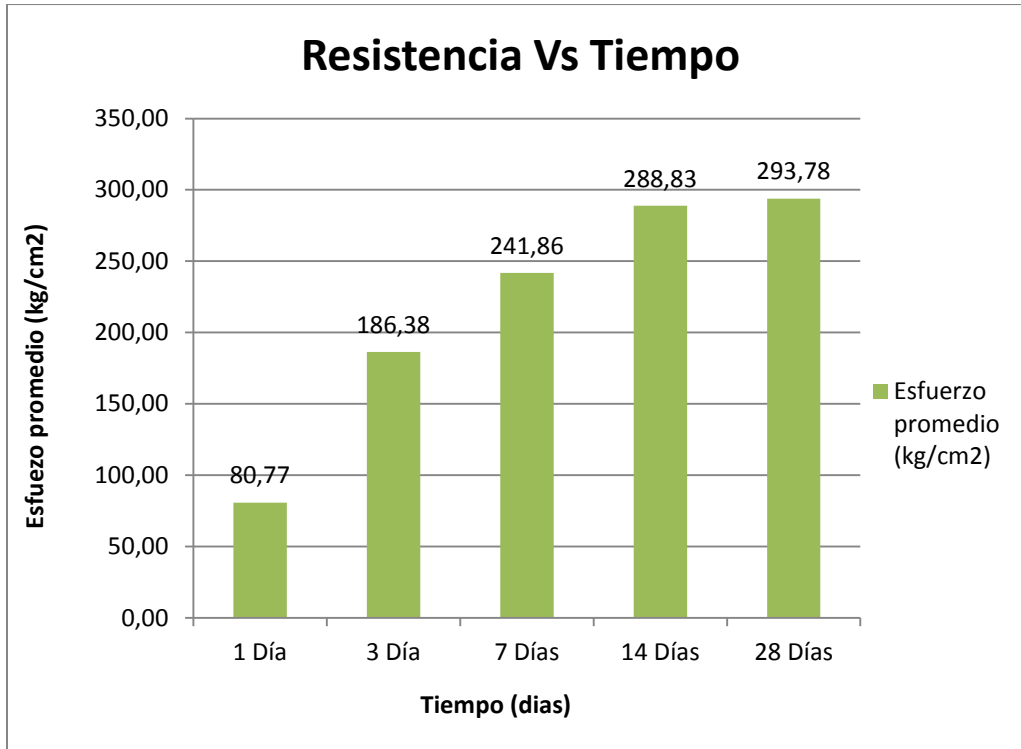
		RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO		PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS		MEZCLA No.: <b>1</b>		FECHA: 20 de noviembre de 2013		
DESCRIPCION PROYECTO: CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS (TESTIGO)										
Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ): <u>280</u> Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm): <u>600</u> Fecha de elaboración de la mezcla: <u>20/11/2013</u> Contenido de Aire esperado (%): <u>3,0%</u> Volumen a mezclar (litros): <u>40</u>										
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	125,40	395,00	15,80	kg	-	-	-	15,80
AGUA	-	1,00	185,00	185,00	7,40	kg	-	-	-	5,23
ARENA1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,58	412,52	1064,30	42,57	kg	6,47	1,58	4,89	45,33
GRAVA 1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,50	273,74	684,34	27,37	kg	1,48	1,15	0,33	27,78
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,18	0,795	0,94	0,04	g	-	-	-	37,5
ADITIVO 2	SUPERPLASTIFICANTE (D54)	1,06	1,582	1,68	0,07	g	-	-	-	67,1
ADITIVO 3	ACELERANTE (D94)	1,40	0,302	0,42	0,02	g	-	-	-	16,9
TOTAL	-	-	997,4	2329,58	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 61% y en arena del 39%
- el rendimiento fue del 96%
- el contenido de aire fue de 2.7%

#### Observaciones:

La mezcla tiene un comportamiento fluido, buena manejabilidad. Para llegar a la extensión requerida por la norma para un concreto de este tipo, se necesita adicionar más agua de la establecida, los agregados tienen una absorción alta.



## 1.2 Agregado de Pacecol “Grava 3/8” y arena chicamocho”.

	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>2</b>	FECHA: 20 de noviembre de 2013
--	---	-----------------------------------	-------------------------	-----------------------------------

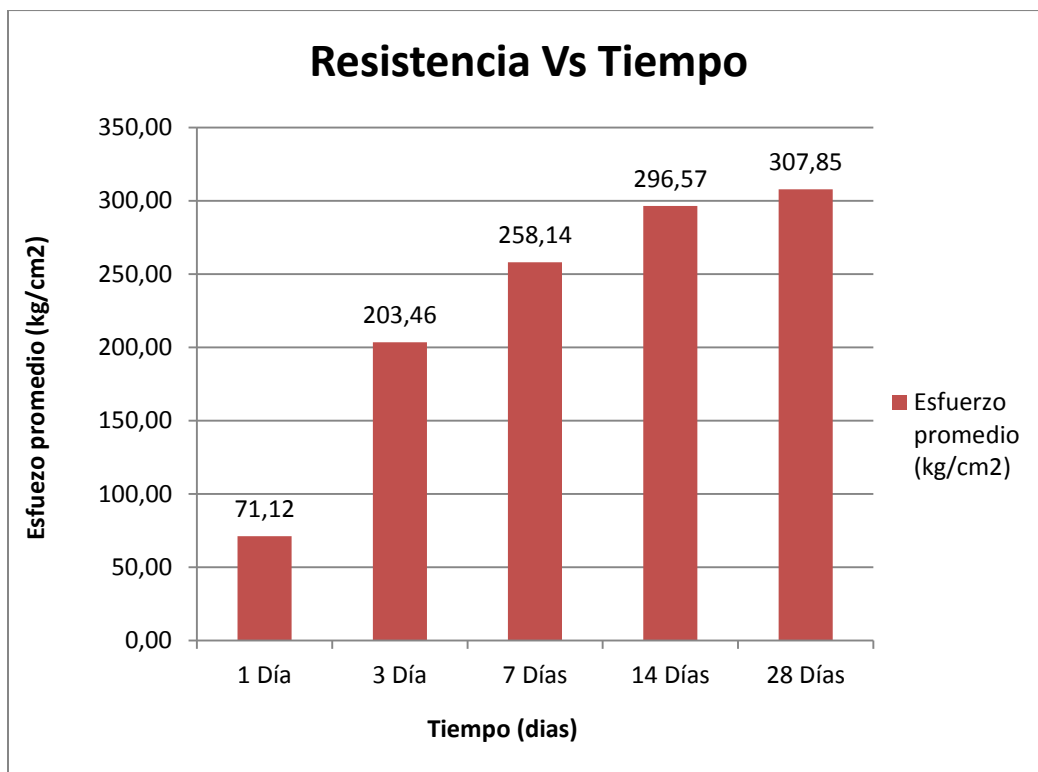
DESCRIPCION PROYECTO: CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS (PACECOL)										
		Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ): <u>280</u>		Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm): <u>600</u>		Fecha de elaboración de la mezcla: <u>20/11/2013</u>				
		Contenido de Aire esperado (%): <u>3,0%</u>		Volumen a mezclar (litros): <u>40</u>						
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	125,40	395,00	15,80	kg	-	-	-	15,80
AGUA	-	1,00	185,00	185,00	7,40	kg	-	-	-	5,12
ARENA1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,58	412,52	1064,30	42,57	kg	6,47	1,58	4,89	45,33
GRAVA 1	RIO DE ORO/PACECOL	2,51	272,65	684,34	27,37	kg	2,92	2,21	0,71	28,17
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,18	0,795	0,94	0,04	g	-	-	-	37,5
ADITIVO 2	SUPERPLASTIFICANTE (D54)	1,06	1,582	1,68	0,07	g	-	-	-	67,1
ADITIVO 3	ACELERANTE (D94)	1,40	0,302	0,42	0,02	g	-	-	-	16,9
TOTAL	-	-	996,4	2329,58	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 61% y en arena del 39%
- el rendimiento fue del 91%
- el contenido de aire fue de 2.1%

### Observaciones:

La mezcla tiene un comportamiento fluido, buena manejabilidad.



### 1.3 Agregado de La Vega “Grava 3/8” y arena chicamochoa”.

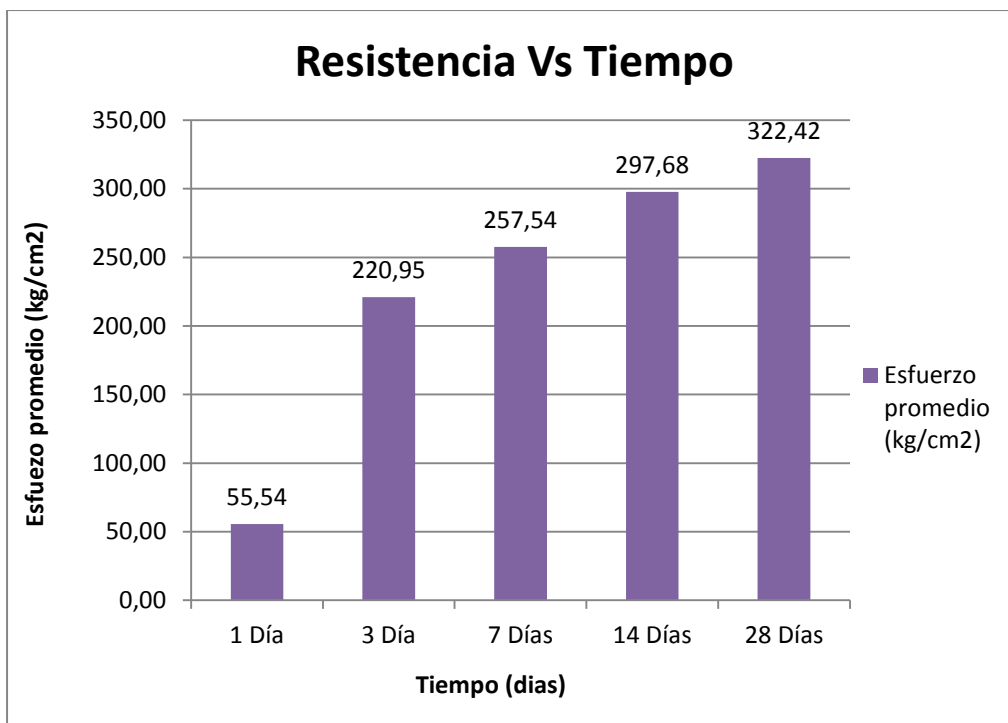
	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>3</b>	FECHA: 20 de noviembre de 2013						
DESCRIPCION PROYECTO:	CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS (LA VEGA)									
	Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ):	280	Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm):	600						
	Contenido de Aire esperado (%):	3,0%	Volumen a mezclar (litros):	40						
			Fecha de elaboración de la mezcla:	20/11/2013						
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	125,40	395,00	15,80	kg	-	-	-	15,80
AGUA	-	1,00	185,00	185,00	7,40	kg	-	-	-	5,12
ARENA1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,58	412,52	1064,30	42,57	kg	6,47	1,58	4,89	45,33
GRAVA 1	RIO DE ORO/LA VEGA	2,47	277,06	684,34	27,37	kg	2,42	1,71	0,71	28,04
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,18	0,795	0,94	0,04	g	-	-	-	37,5
ADITIVO 2	SUPERPLASTIFICANTE (D54)	1,06	1,582	1,68	0,07	g	-	-	-	67,1
ADITIVO 3	ACELERANTE (D94)	1,40	0,302	0,42	0,02	g	-	-	-	16,9
TOTAL	-	-	1000,8	2329,58	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 61% y en arena del 39%
- el rendimiento fue del 97%
- el contenido de aire fue de 2.3%

#### Observaciones:

Para llegar a la extensión requerida por la norma para un concreto de este tipo, se necesita adicionar más agua de la establecida, los agregados tienen una absorción alta.



#### 1.4 Agregado de Ingesan “Grava 3/8” y arena chicamocho”.

	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>4</b>	FECHA: 22 de noviembre de 2013
--	---	-----------------------------------	-------------------------	-----------------------------------

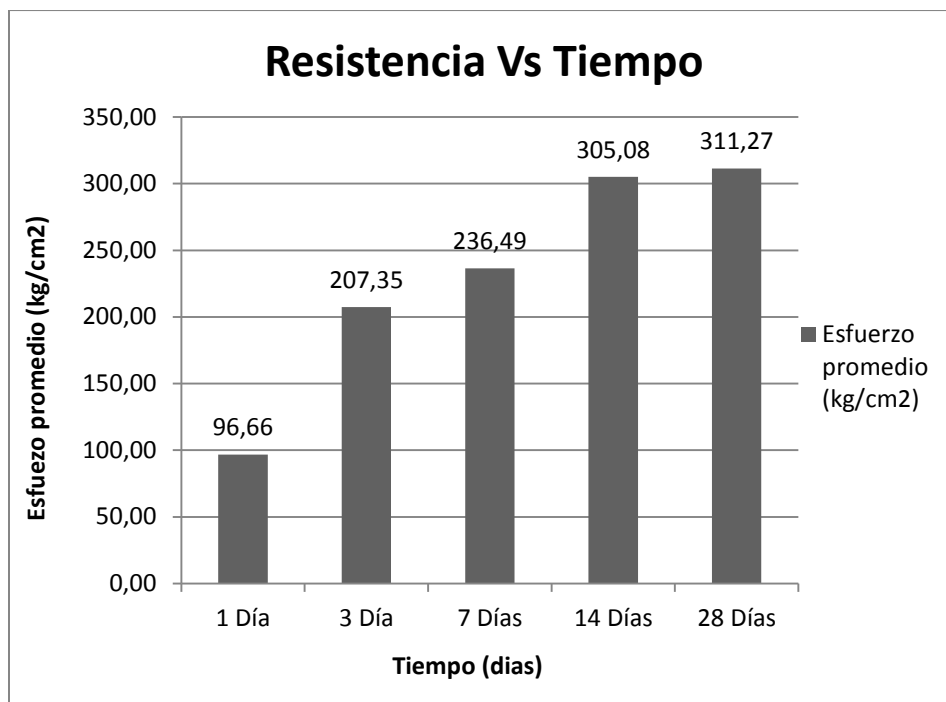
DESCRIPCION PROYECTO: CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS (INGESAN)										
		Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ): <u>280</u>		Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm): <u>600</u>		Fecha de elaboración de la mezcla: <u>22/11/2013</u>				
		Contenido de Aire esperado (%): <u>3,0%</u>		Volumen a mezclar (litros): <u>40</u>						
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	125,40	395,00	15,80	kg	-	-	-	15,80
AGUA	-	1,00	185,00	185,00	7,40	kg	-	-	-	5,96
ARENA1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,58	412,52	1064,30	42,57	kg	5,28	1,58	3,70	44,82
GRAVA 1	RIO SURATA/INGESAN	2,58	265,25	684,34	27,37	kg	0,70	1,21	-0,51	27,57
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,18	0,795	0,94	0,04	g	-	-	-	37,5
ADITIVO 2	SUPERPLASTIFICANTE (D54)	1,06	1,582	1,68	0,07	g	-	-	-	67,1
ADITIVO 3	ACELERANTE (D94)	1,40	0,302	0,42	0,02	g	-	-	-	16,9
TOTAL	-	-	989,0	2329,58	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 61% y en arena del 39%
- el rendimiento fue del 97%
- el contenido de aire fue de 3.0%

#### Observaciones:

La mezcla muestra una buena manejabilidad.



## 1.5 Agregado de Chicamocha “Grava 3/8” y arenas La Vega- chicamocha”.

	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>5</b>	FECHA: 22 de noviembre de 2013
--	---	-----------------------------------	-------------------------	-----------------------------------

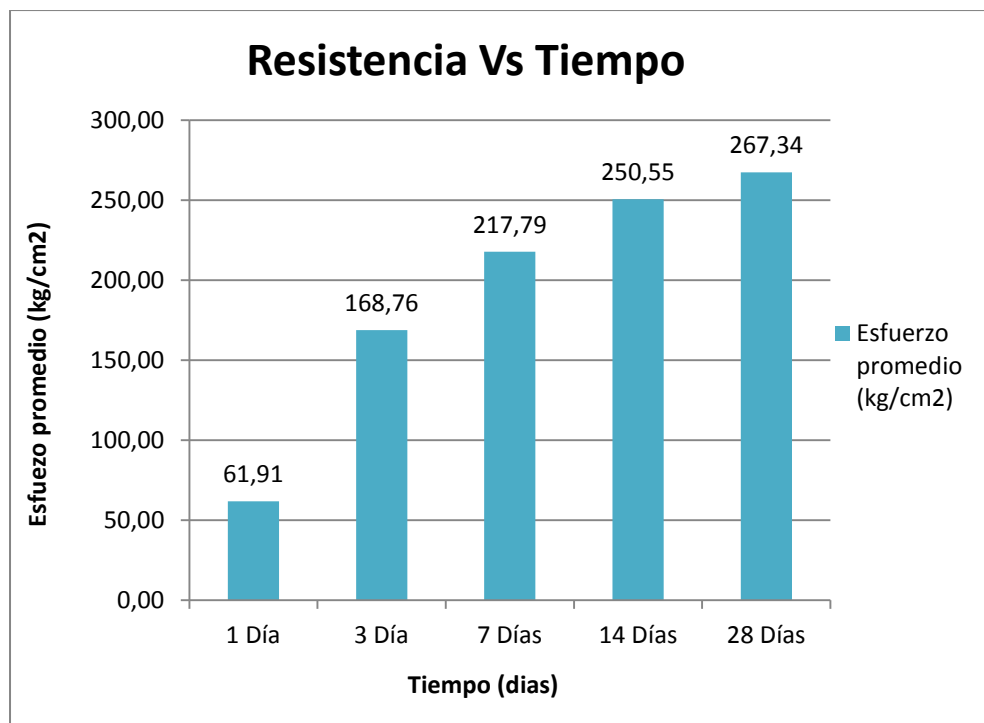
DESCRIPCION PROYECTO: CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS (COMBINACION DE ARENAS LA VEGA-CHICAMOCHA CON LA GRAVA AVALADA DE CHICAMOCHA)										
		Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ): 280		Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm): 600		Fecha de elaboración de la mezcla: 22/11/2013				
		Contenido de Aire esperado (%): 3,0%		Volumen a mezclar (litros): 40						
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	125,40	395,00	15,80	kg	-	-	-	15,80
AGUA	-	1,00	185,00	185,00	7,40	kg	-	-	-	6,77
ARENA1	RIO DE ORO/LA VEGA	2,62	203,11	532,15	21,29	kg	9,07	0,52	8,55	23,22
ARENA 2	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,58	206,26	532,15	21,29	kg	5,28	1,58	3,70	22,41
GRAVA 1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,50	273,74	684,34	27,37	kg	0,58	1,15	-0,57	27,53
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,18	0,795	0,94	0,04	g	-	-	-	37,5
ADITIVO 2	SUPERPLASTIFICANTE (D54)	1,06	1,582	1,68	0,07	g	-	-	-	67,1
ADITIVO 3	ACELERANTE (D94)	1,40	0,302	0,42	0,02	g	-	-	-	16,9
TOTAL	-	-	791,2	2329,58	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 61% y en arena La Vega 19.5 % chicamocha 19,5%
- el rendimiento fue del 96%
- el contenido de aire fue de 1,6%

### Observaciones:

En esta muestra se observa una buena manejabilidad, pero se necesita añadir más agua para alcanzarla extensión requerida por el ensayo.



## 1.6 Agregado de Chicamocha “Grava 3/8” y arenas Pacecol- chicamocha”.

	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>6</b>	FECHA: 22 de noviembre de 2013
--	---	-----------------------------------	-------------------------	-----------------------------------

DESCRIPCION PROYECTO: CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS (COMBINACION DE ARENAS PACECOL-CHICAMOCHA CON LA GRAVA AVALADA DE CHICAMOCHA)										
		Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ): <u>280</u>		Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm): <u>600</u>		Fecha de elaboración de la mezcla: <u>22/11/2013</u>				
		Contenido de Aire esperado (%): <u>3,0%</u>		Volumen a mezclar (litros): <u>40</u>						
MATERIAL	PROCEDECENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	125,40	395,00	15,80	kg	-	-	-	15,80
AGUA	-	1,00	185,00	185,00	7,40	kg	-	-	-	6,77
ARENA1	RIO DE ORO/PACECOL	2,51	212,01	532,15	21,29	kg	9,63	2,21	7,42	23,34
ARENA 2	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,58	206,26	532,15	21,29	kg	5,28	1,58	3,70	22,41
GRAVA 1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,50	273,74	684,34	27,37	kg	0,58	1,15	-0,57	27,53
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,18	0,795	0,94	0,04	g	-	-	-	37,5
ADITIVO 2	SUPERPLASTIFICANTE (D54)	1,06	1,582	1,68	0,07	g	-	-	-	67,1
ADITIVO 3	ACELERANTE (D94)	1,40	0,302	0,42	0,02	g	-	-	-	16,9
TOTAL	-	-	791,2	2329,58	-	-	-	-	-	-

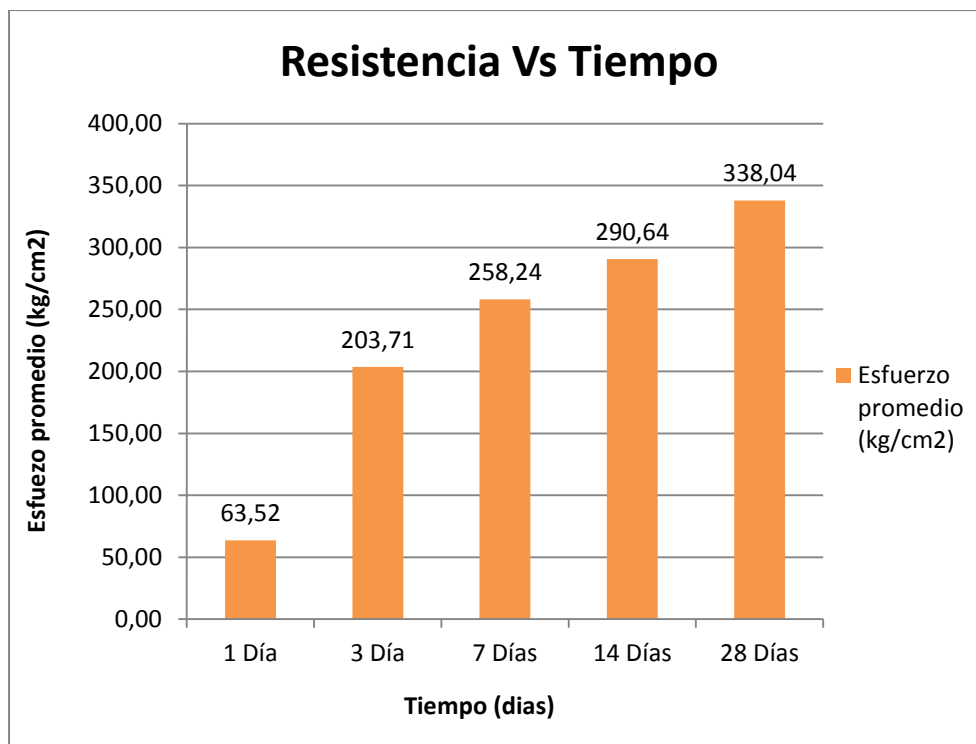
Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 61% y en arena Pacecol 19,5 % chicamocha 19,5%
- el rendimiento fue del 99%
- el contenido de aire fue de 1,3%

### Observaciones:

Esta mezcla se comportó fluida, aunque se añadió agua no fue tanta a comparación de otras.





## 1.7 Agregado de Chicamocha “Grava 3/8” y arenas Caliza- Pacecol”.

	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>7</b>	FECHA: 26 de noviembre de 2013
--	---	-----------------------------------	-------------------------	-----------------------------------

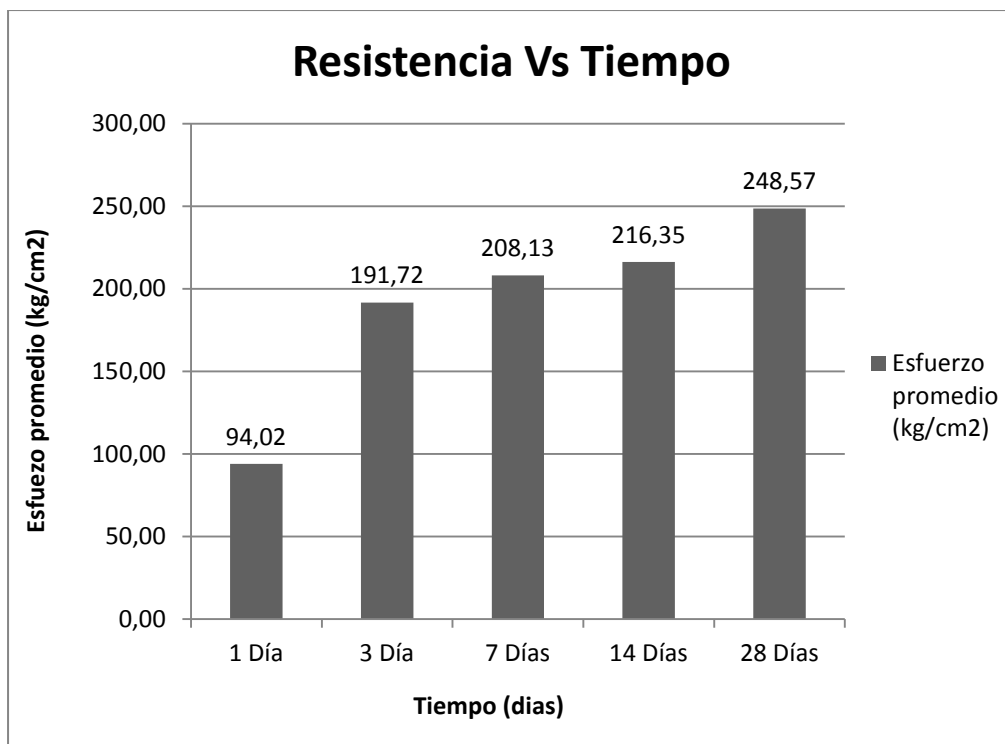
DESCRIPCION PROYECTO: CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS (COMBINACION DE ARENAS PACECOL-CALIZA CON LA GRAVA AVALADA DE CHICAMOCHA)										
		Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ): <u>280</u>		Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm): <u>600</u>		Fecha de elaboración de la mezcla: <u>26/11/2013</u>				
		Contenido de Aire esperado (%): <u>3,0%</u>		Volumen a mezclar (litros): <u>40</u>						
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	125,40	395,00	15,80	kg	-	-	-	15,80
AGUA	-	1,00	185,00	185,00	7,40	kg	-	-	-	5,20
ARENA1	RIO DE ORO/PACECOL	2,51	212,01	532,15	21,29	kg	7,62	2,21	5,41	22,91
ARENA 2	CANTERA/CALIZA	2,63	202,34	532,15	21,29	kg	9,31	0,73	8,58	23,27
GRAVA 1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,50	273,74	684,34	27,37	kg	2,52	1,15	1,37	28,06
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,18	0,795	0,94	0,04	g	-	-	-	37,5
ADITIVO 2	SUPERPLASTIFICANTE (D54)	1,06	1,582	1,68	0,07	g	-	-	-	67,1
ADITIVO 3	ACELERANTE (D94)	1,40	0,302	0,42	0,02	g	-	-	-	16,9
TOTAL	-	-	787,3	2329,58	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 61% y en arena Pacecol 19,5 % Caliza 19,5%
- el rendimiento fue del 96%
- el contenido de aire fue de 1,5%

### Observaciones:

La mezcla tiene buena manejabilidad; parte de la mezcla quedaba pegada a la hora de mezclado.



## 1.8 Agregado de Chicamocha “Grava 3/8” y arenas Caliza- Vega”.

	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>8</b>	FECHA: 26 de noviembre de 2013
--	---	-----------------------------------	-------------------------	-----------------------------------

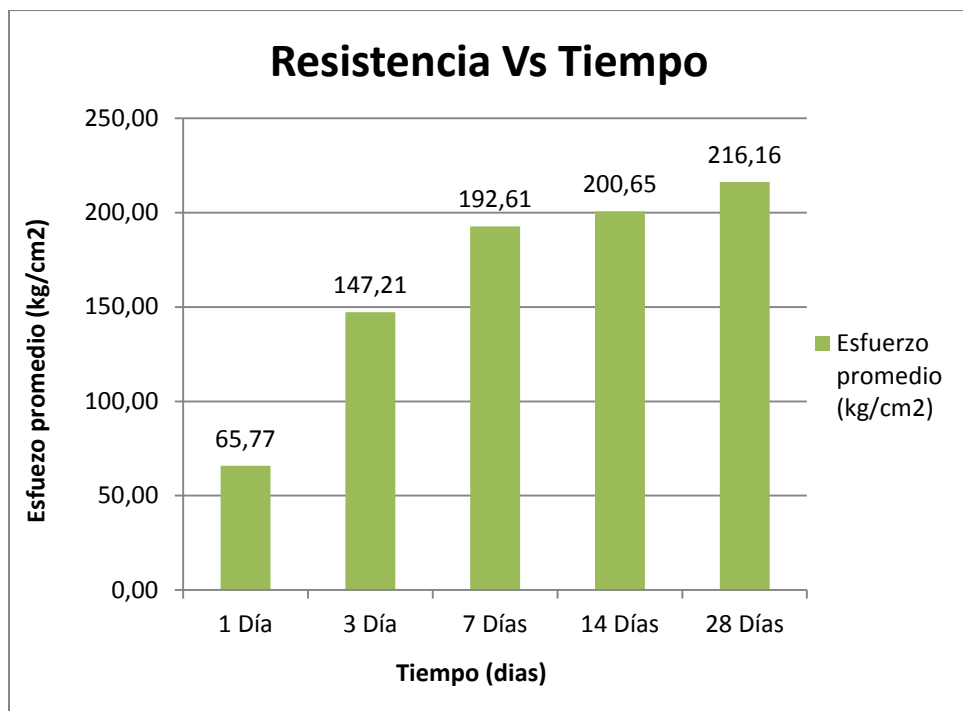
DESCRIPCION PROYECTO: CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS (COMBINACION DE ARENAS PACECOL-CALIZA CON LA GRAVA AVALADA DE CHICAMOCHA)										
		Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ):	280	Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm):	600	Fecha de elaboración de la mezcla:		26/11/2013		
		Contenido de Aire esperado (%):	3,0%	Volumen a mezclar (litros):		40				
MATERIAL	PROCEDECENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	125,40	395,00	15,80	kg	-	-	-	15,80
AGUA	-	1,00	185,00	185,00	7,40	kg	-	-	-	5,20
ARENA1	RIO DE ORO/LA VEGA	2,48	214,58	532,15	21,29	kg	6,72	1,45	5,27	22,72
ARENA 2	CANTERA/CALIZA	2,63	202,34	532,15	21,29	kg	9,31	0,73	8,58	23,27
GRAVA 1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,50	273,74	684,34	27,37	kg	2,52	1,15	1,37	28,06
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,18	0,795	0,94	0,04	g	-	-	-	37,5
ADITIVO 2	SUPERPLASTIFICANTE (D54)	1,06	1,582	1,68	0,07	g	-	-	-	67,1
ADITIVO 3	ACELERANTE (D94)	1,40	0,302	0,42	0,02	g	-	-	-	16,9
TOTAL	-	-	787,3	2329,58	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 61% y en arena Vega 19,5 % Caliza 19,5%
- el rendimiento fue del 96%
- el contenido de aire fue de 1,8%

### Observaciones:

La mezcla presenta buena manejabilidad. Desde la toma de humedad hasta la hora de mezclado los agregados estaban secos por el sol que les daba.



## 1.9 Agregado de Chicamocha “Grava 3/8” y arenas Caliza- Chicamocha”.

	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>9</b>	FECHA: 26 de noviembre de 2013
--	---	-----------------------------------	-------------------------	-----------------------------------

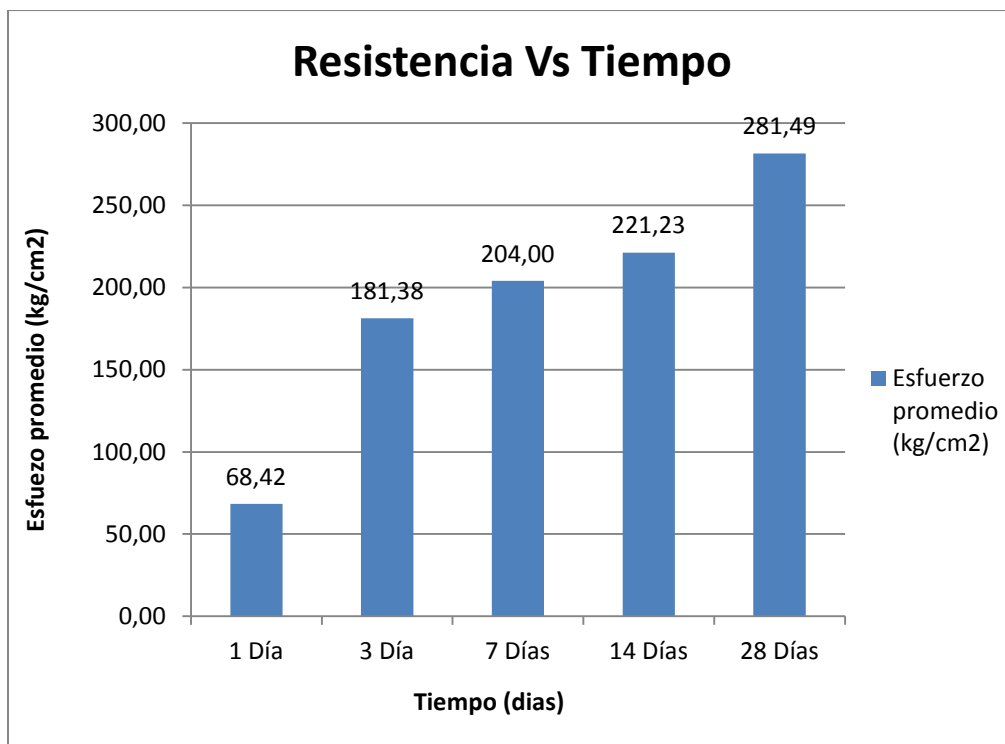
DESCRIPCION PROYECTO: CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS (COMBINACION DE ARENAS PACECOL-CALIZA CON LA GRAVA AVALADA DE CHICAMOCHA)										
		Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ): <u>280</u>		Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm): <u>600</u>			Fecha de elaboración de la mezcla: <u>26/11/2013</u>			
		Contenido de Aire esperado (%): <u>3,0%</u>		Volumen a mezclar (litros): <u>40</u>						
MATERIAL	PROCEDECENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEHENCIA	3,15	125,40	395,00	15,80	kg	-	-	-	15,80
AGUA	-	1,00	185,00	185,00	7,40	kg	-	-	-	5,20
ARENA1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,58	206,26	532,15	21,29	kg	5,86	1,58	4,28	22,53
ARENA 2	CANTERA/CALIZA	2,63	202,34	532,15	21,29	kg	9,31	0,73	8,58	23,27
GRAVA 1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,50	273,74	684,34	27,37	kg	2,52	1,15	1,37	28,06
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,18	0,795	0,94	0,04	g	-	-	-	37,5
ADITIVO 2	SUPERPLASTIFICANTE (D54)	1,06	1,582	1,68	0,07	g	-	-	-	67,1
ADITIVO 3	ACELERANTE (D94)	1,40	0,302	0,42	0,02	g	-	-	-	16,9
TOTAL	-	-	787,3	2329,58	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 61% y en arena Chicamocha 19,5 % Caliza 19,5%
- el rendimiento fue del 97%
- el contenido de aire fue de 1,3%

### Observaciones:

La mezcla presenta buena manejabilidad. Desde la toma de humedad hasta la hora de mezclado los agregados estaban secos por el sol que les daba.



#### 1.10 Agregado de Chicamocha “Grava 3/8” y arenas Ingesan- La Vega”.

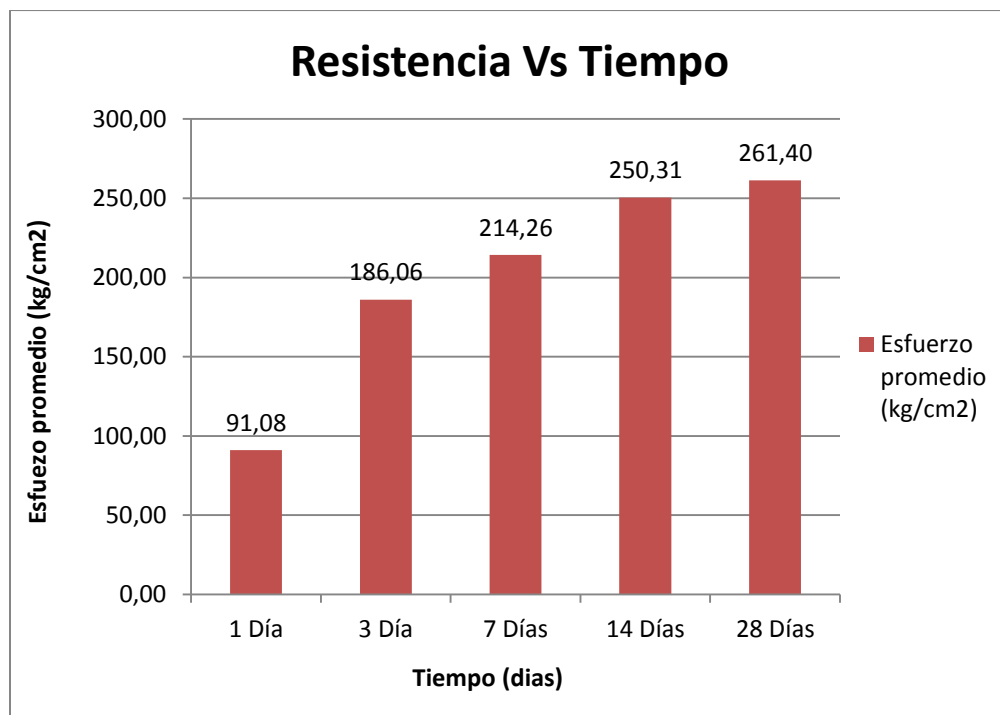
	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>10</b>	FECHA: 28 de noviembre de 2013						
DESCRIPCION PROYECTO: CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS (COMBINACION DE ARENAS PACECOL-CALIZA CON LA GRAVA AVALADA DE CHICAMOCHA)										
Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ): <u>280</u> Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm): <u>600</u> Fecha de elaboración de la mezcla: <u>28/11/2013</u> Contenido de Aire esperado (%): <u>3,0%</u> Volumen a mezclar (litros): <u>40</u>										
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	125,40	395,00	15,80	kg	-	-	-	15,80
AGUA	-	1,00	185,00	185,00	7,40	kg	-	-	-	6,59
ARENA1	RIO DE ORO/LA VEGA	2,48	214,58	532,15	21,29	kg	7,55	1,45	6,10	22,89
ARENA 2	INGESAN/RIO SURATA	2,63	202,34	532,15	21,29	kg	4,25	1,21	3,04	22,19
GRAVA 1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,50	273,74	684,34	27,37	kg	1,73	1,15	0,58	27,85
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,18	0,795	0,94	0,04	g	-	-	-	37,5
ADITIVO 2	SUPERPLASTIFICANTE (D54)	1,06	1,582	1,68	0,07	g	-	-	-	67,1
ADITIVO 3	ACELERANTE (D94)	1,40	0,302	0,42	0,02	g	-	-	-	16,9
TOTAL	-	-	787,3	2329,58	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 61% y en arena Vega 19,5 % Ingesan 19,5%
- el rendimiento fue del 96%
- el contenido de aire fue de 1,6%

#### Observaciones:

La mezcla presenta buena manejabilidad. En el momento de mezclado se quedaba pegada parte de la mezcla en el trompo.



### 1.11 Agregado de Chicamocha “Grava 3/8” y arenas Ingesan-Pacecol”.

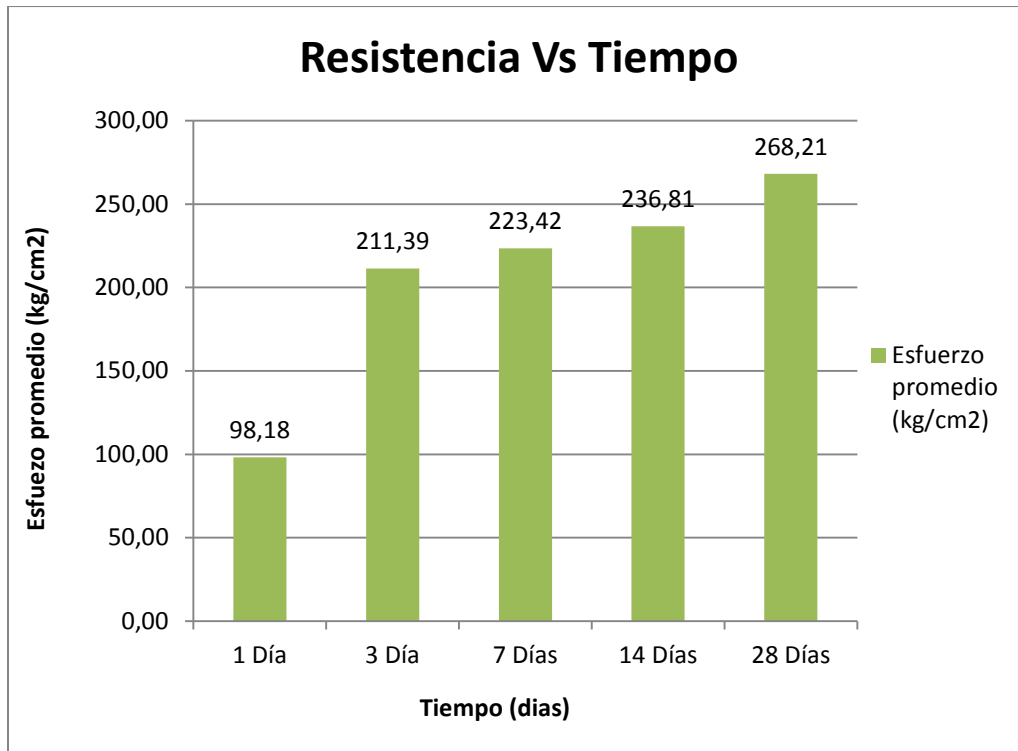
	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>11</b>	FECHA: 28 de noviembre de 2013						
DESCRIPCION PROYECTO:	CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS (COMBINACION DE ARENAS PACECOL-CALIZA CON LA GRAVA AVALADA DE CHICAMOCHA)									
	Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ): <u>280</u>	Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm): <u>600</u>	Fecha de elaboración de la mezcla:	<u>28/11/2013</u>						
	Contenido de Aire esperado (%): <u>3,0%</u>	Volumen a mezclar (litros): <u>40</u>								
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	125,40	395,00	15,80	kg	-	-	-	15,80
AGUA	-	1,00	185,00	185,00	7,40	kg	-	-	-	6,59
ARENA1	RIO DE ORO/PACECOL	2,51	212,01	532,15	21,29	kg	5,95	2,21	3,74	22,55
ARENA 2	INGESAN/RIO SURATA	2,63	202,34	532,15	21,29	kg	4,25	1,21	3,04	22,19
GRAVA 1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,50	273,74	684,34	27,37	kg	1,73	1,15	0,58	27,85
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,18	0,795	0,94	0,04	g	-	-	-	37,5
ADITIVO 2	SUPERPLASTIFICANTE (D54)	1,06	1,582	1,68	0,07	g	-	-	-	67,1
ADITIVO 3	ACELERANTE (D94)	1,40	0,302	0,42	0,02	g	-	-	-	16,9
TOTAL	-	-	787,3	2329,58	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 61% y en arena Pacecol 19,5 % Ingesan 19,5%
- el rendimiento fue del 97%
- el contenido de aire fue de 1,3%

#### Observaciones:

La mezcla presenta buena manejabilidad.



### 1.12 Agregado de Chicamocha “Grava 3/8” y arenas Ingesan- chicamocha”.

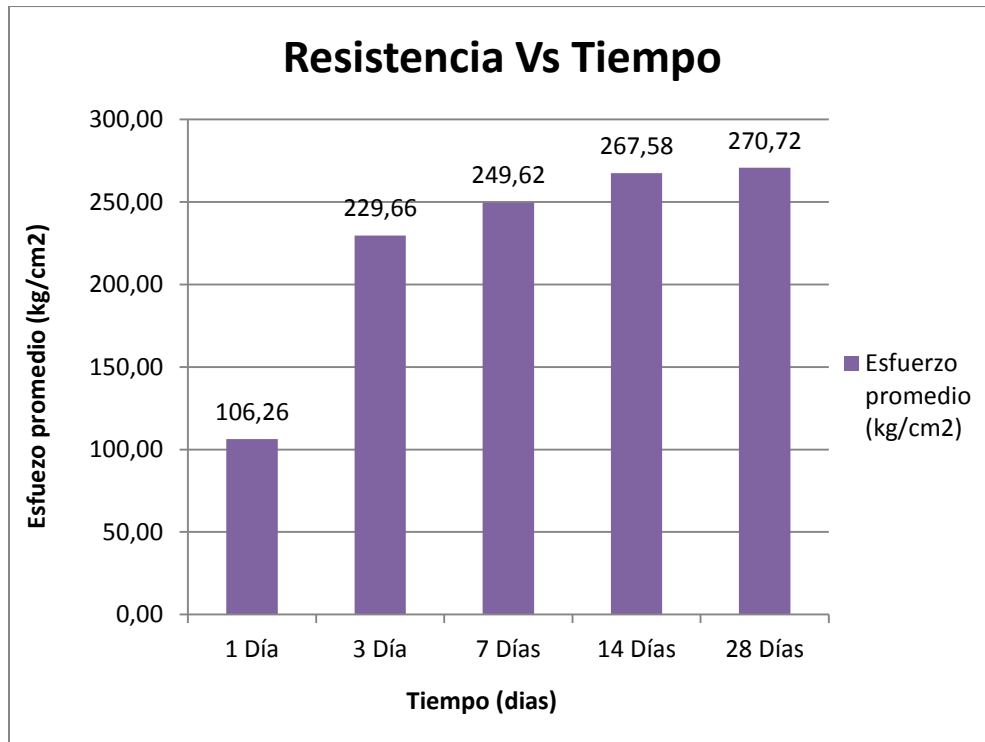
Las siguientes son características de la mezcla:

	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>12</b>	FECHA: 28 de noviembre de 2013						
DESCRIPCION PROYECTO:	CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS (COMBINACION DE ARENAS PACECOL-CALIZA CON LA GRAVA AVALADA DE CHICAMOCHA)									
	Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ):	280	Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm):	600						
	Contenido de Aire esperado (%):	3,0%	Volumen a mezclar (litros):	40						
			Fecha de elaboración de la mezcla:	28/11/2013						
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	125,40	395,00	15,80	kg	-	-	-	15,80
AGUA	-	1,00	185,00	185,00	7,40	kg	-	-	-	6,59
ARENA1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,58	206,26	532,15	21,29	kg	3,63	1,58	2,05	22,06
ARENA 2	INGESAN/RIO SURATA	2,63	202,34	532,15	21,29	kg	4,25	1,21	3,04	22,19
GRAVA 1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,50	273,74	684,34	27,37	kg	1,73	1,15	0,58	27,85
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,18	0,795	0,94	0,04	g	-	-	-	37,5
ADITIVO 2	SUPERPLASTIFICANTE (D54)	1,06	1,582	1,68	0,07	g	-	-	-	67,1
ADITIVO 3	ACELERANTE (D94)	1,40	0,302	0,42	0,02	g	-	-	-	16,9
TOTAL	-	-	787,3	2329,58	-	-	-	-	-	-

- distribución en grava 61% y en arena Chicamocha 19,5 % Ingesan 19,5%
- el rendimiento fue del 98%
- el contenido de aire fue de 1,1%

#### Observaciones:

La humedad de los agregados estuvo afectada porque se mojaron debido a la lluvia.



### 1.13 Agregado de Chicamocha “Grava 3/8” y arenas Pacecol- la Vega”.

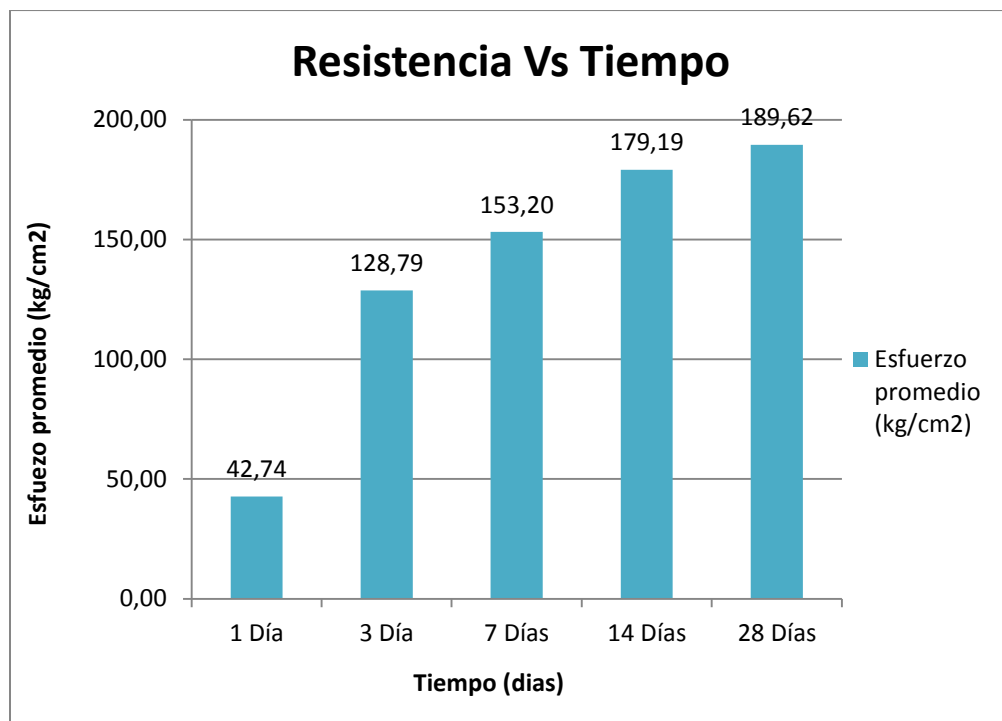
	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: EHSAYOS DE AGREGADOS		MEZCLA No.:	FECHA:							
				<b>13</b>	29 de noviembre de 2013							
DESCRIPCION PROYECTO:							CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS (COMBINACION DE ARENAS PACECOL-CALIZA CON LA GRAVA AVALADA DE CHICAMOCHA)					
							Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ):		Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm):		Fecha de elaboración de la mezcla:	
							280		600		29/11/2013	
							Contenido de Aire esperado (%):		Volumen a mezclar (litros):			
							3,0%		40			
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA		
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	125,40	395,00	15,80	kg	-	-	-	15,80		
AGUA	-	1,00	185,00	185,00	7,40	kg	-	-	-	5,51		
ARENA1	RIO DE ORO/LA VEGA	2,48	214,58	532,15	21,29	kg	6,13	1,45	4,68	22,59		
ARENA 2	RIO DE ORO/PACECOL	2,51	212,01	532,15	21,29	kg	9,33	2,21	7,12	23,27		
GRAVA 1	PESADERO/CHICAMOCHA	2,50	273,74	684,34	27,37	kg	2,50	1,15	1,35	28,06		
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,18	0,795	0,94	0,04	g	-	-	-	37,5		
ADITIVO 2	SUPERPLASTIFICANTE (D54)	1,06	1,582	1,68	0,07	g	-	-	-	67,1		
ADITIVO 3	ACELERANTE (D94)	1,40	0,302	0,42	0,02	g	-	-	-	16,9		
TOTAL	-	-	796,9	2329,58	-	-	-	-	-	-		

Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 61% y en arena Vega 19,5 % Pacecol 19,5%
- el rendimiento fue del 94%
- el contenido de aire fue de 1,2%

#### Observaciones:

El agregado utilizado con la arena, necesita de gran cantidad de agua para comportarse manejable la mezcla.



#### 1.14 Agregado de Chicamocha “Grava 3/8” y arenas Caliza- Ingesan”.

		RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO		PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>14</b>	FECHA: 29 de noviembre de 2013				
DESCRIPCION PROYECTO:		CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS (COMBINACION DE ARENAS PACECOL-CALIZA CON LA GRAVA AVALADA DE CHICAMOCHA)								
		Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ):	280	Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm):	600	Fecha de elaboración de la mezcla:	29/11/2013			
		Contenido de Aire esperado (%):	3,0%	Volumen a mezclar (litros):	40					
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	125,40	395,00	15,80	kg	-	-	-	15,80
AGUA	-	1,00	185,00	185,00	7,40	kg	-	-	-	6,31
ARENA1	INGESAN/RIO SURATA	2,63	202,34	532,15	21,29	kg	3,71	1,21	2,50	22,08
ARENA 2	CANTERA/CALIZA	2,63	202,34	532,15	21,29	kg	4,12	0,73	3,39	22,16
GRAVA 1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,50	273,74	684,34	27,37	kg	2,50	1,15	1,35	28,06
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,18	0,795	0,94	0,04	g	-	-	-	37,5
ADITIVO 2	SUPERPLASTIFICANTE (D54)	1,06	1,582	1,68	0,07	g	-	-	-	67,1
ADITIVO 3	ACELERANTE (D94)	1,40	0,302	0,42	0,02	g	-	-	-	16,9
TOTAL	-	-	787,3	2329,58	-	-	-	-	-	-

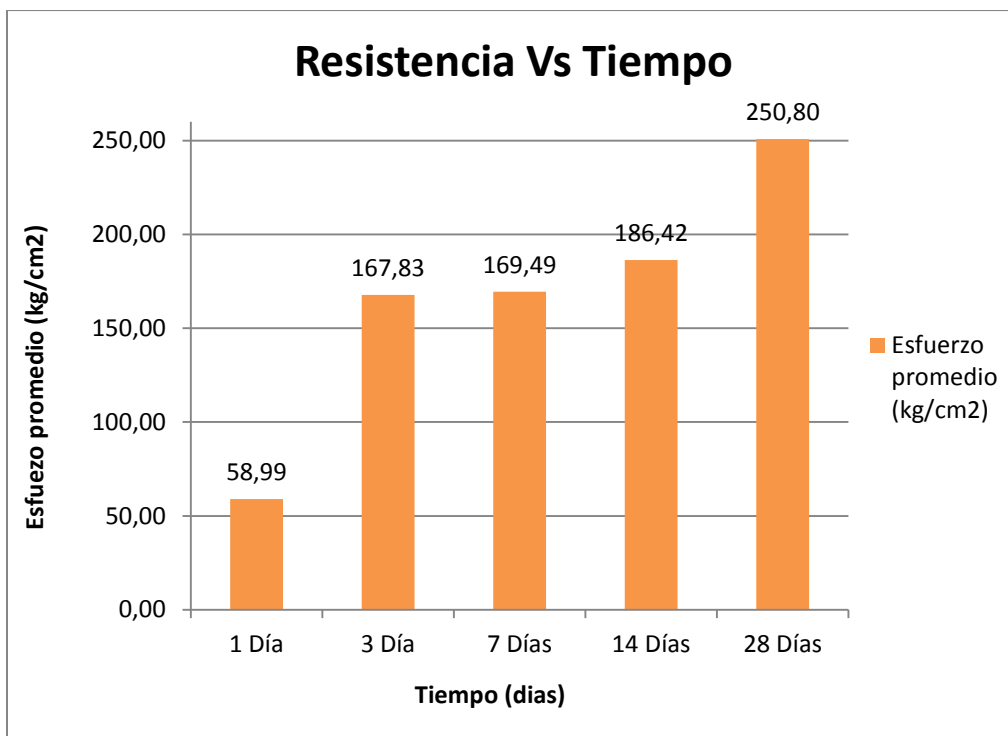
Las siguientes son características de la mezcla:

- distribución en grava 61% y en arena Caliza 19,5 % Ingesan 19,5%
- el rendimiento fue del 98%
- el contenido de aire fue de 1,4%

#### Observaciones:

La mezcla presenta buena manejabilidad





#### 1.15 Agregado Caliza “Grava 3/8” y arena chicamocha”.

	<b>RECETA PARA MEZCLAS DE LABORATORIO</b>	PROYECTO: ENSAYOS DE AGREGADOS	MEZCLA No.: <b>15</b>	FECHA: 29 de noviembre de 2013
--	---	-----------------------------------	--------------------------	-----------------------------------

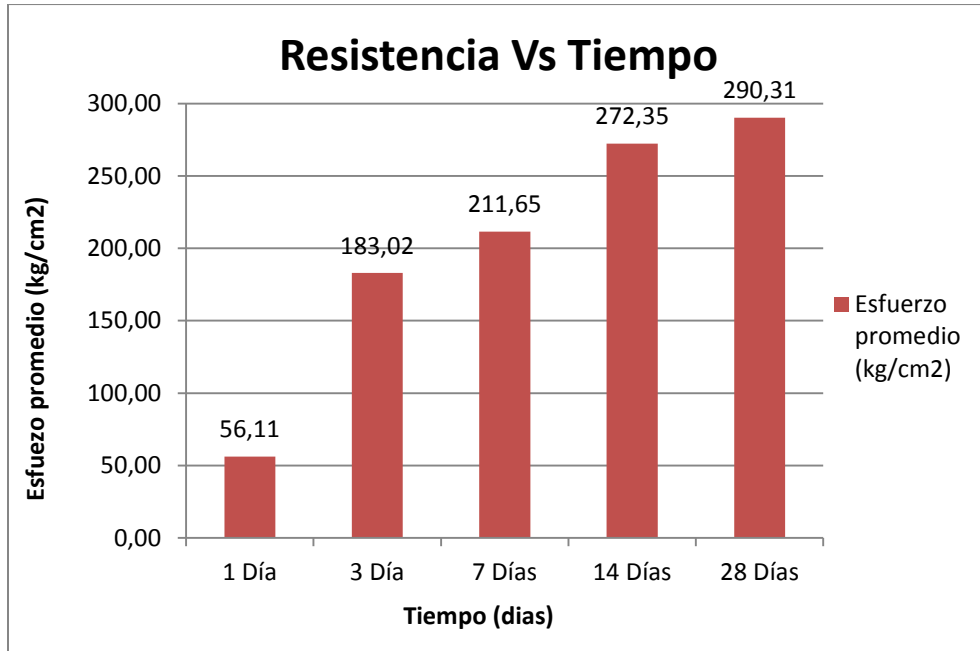
DESCRIPCION PROYECTO: CONCRETO ENSAYOS DE LABORATORIO PLANTA DE AGREGADOS (LA VEGA)										
		Resistencia Especificada (kg/cm <sup>2</sup> ): <b>280</b>		Asentamiento/Consistencia de Diseño (mm): <b>600</b>		Fecha de elaboración de la mezcla: <b>29/11/2013</b>				
		Contenido de Aire esperado (%): <b>3,0%</b>		Volumen a mezclar (litros): <b>40</b>						
MATERIAL	PROCEDENCIA	DENSIDAD g/cm <sup>3</sup>	VOLUMEN litros	PESO SECO kg	PESO MEZCLA (kg)	UNIDAD	HUMEDAD %	ABSORCION %	HUMEDAD LIBRE, %	PESO CORREGIDO MEZCLA
CEMENTO 1	CLEMENCIA	3,15	125,40	395,00	15,80	kg	-	-	-	15,80
AGUA	-	1,00	185,00	185,00	7,40	kg	-	-	-	5,96
ARENA1	PESCADERO/CHICAMOCHA	2,58	412,52	1064,30	42,57	kg	<b>4,60</b>	1,58	<b>3,02</b>	44,53
GRAVA 1	CANTERA/CALIZA	2,65	258,24	684,34	27,37	kg	<b>1,52</b>	0,94	<b>0,58</b>	27,79
ADITIVO 1	PLASTIFICANTE (D52)	1,18	0,795	0,94	0,04	g	-	-	-	37,5
ADITIVO 2	SUPERPLASTIFICANTE (D54)	1,06	1,582	1,68	0,07	g	-	-	-	67,1
ADITIVO 3	ACELERANTE (D94)	1,40	0,302	0,42	0,02	g	-	-	-	16,9
TOTAL	-	-	982,0	2329,58	-	-	-	-	-	-

Las siguientes son características de la mezcla:

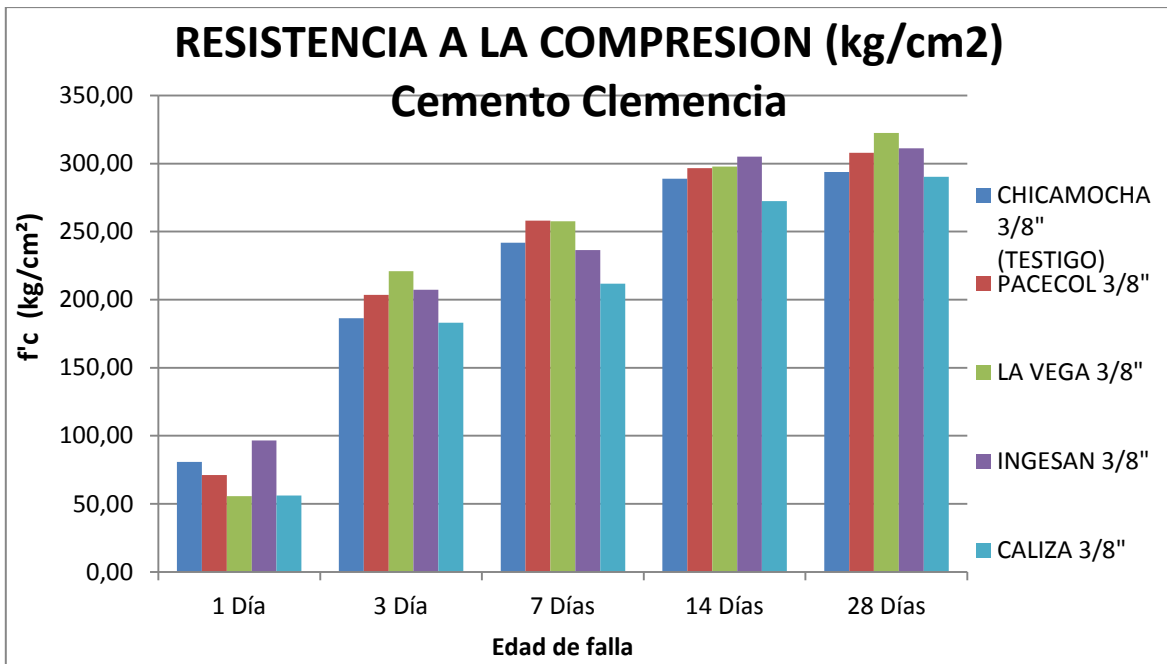
- distribución en grava 61% y en arena del 39%
- el rendimiento fue del 98%
- el contenido de aire fue de 2.5%

#### Observaciones:

La mezcla tiene un comportamiento fluido, buena manejabilidad.

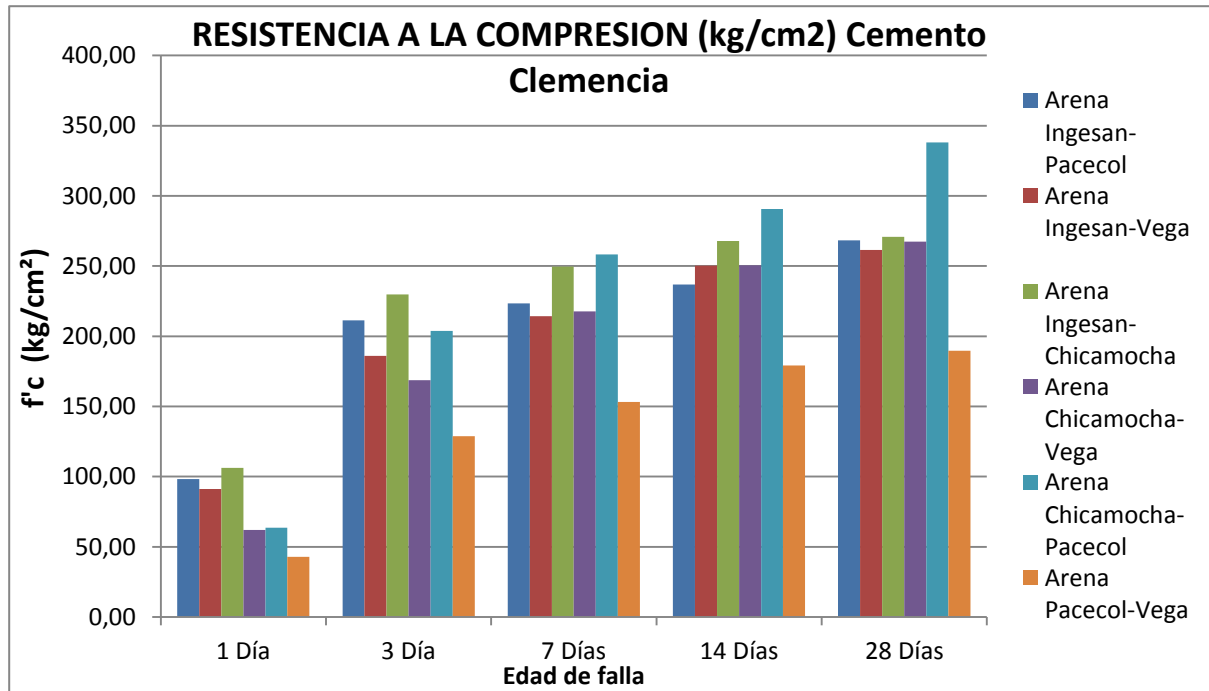


A continuación se ilustrara el comportamiento de los agregados (gravas de 3/8”) en comparación con el agregado chicamocha (testigo), que tan variadas son las resistencias a la compresión a diferentes días de curado.

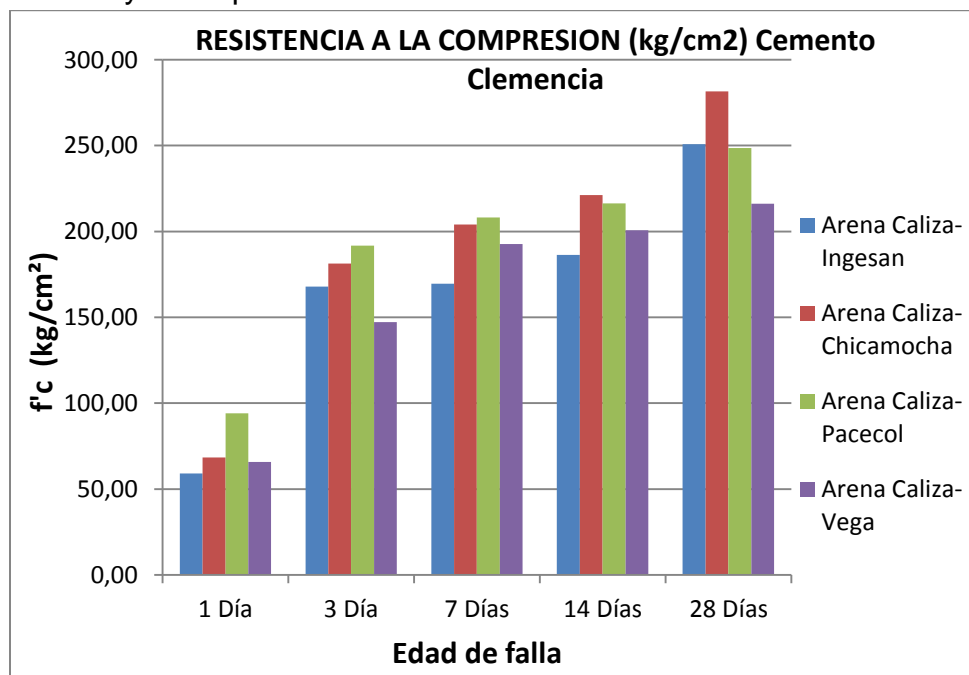


Ahora se ilustrara el comportamiento de las arenas, en comparación con la arena chicamocha (testigo), utilizando siempre la grava de 3/8” de chicamocha; con el fin

de saber que tan variadas son las resistencias a la compresión a diferentes días de curado.

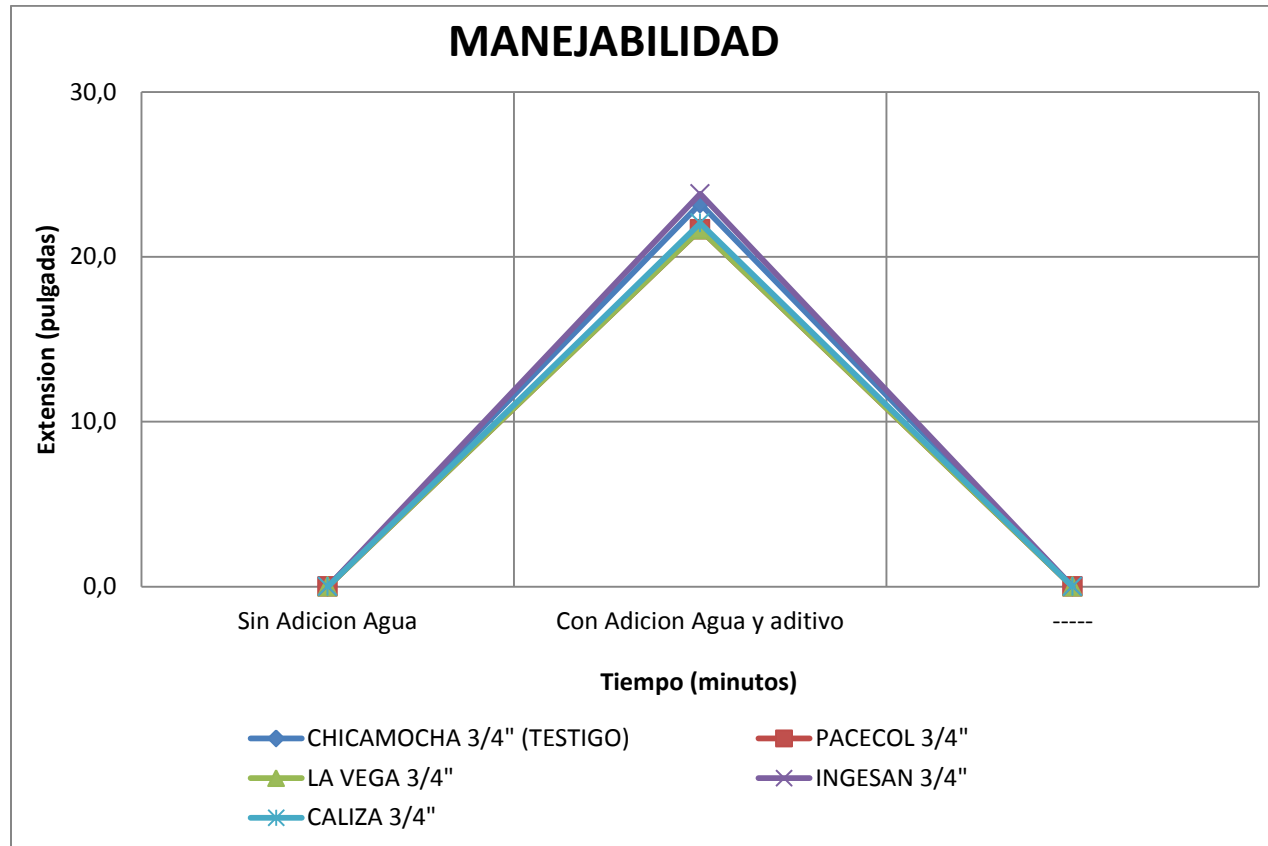


Posteriormente se ilustraran las resistencias a compresión de las arenas calizas en combinación con otras arenas, dejando siempre la grava de 3/8" de chicamocha con el fin de saber el comportamiento de las mezclas y dar conclusión al plan de ensayos estipulado anteriormente.



En la mayoría de las mezclas se presentó una buena manejabilidad, para una proporción de 40 litros de concreto.

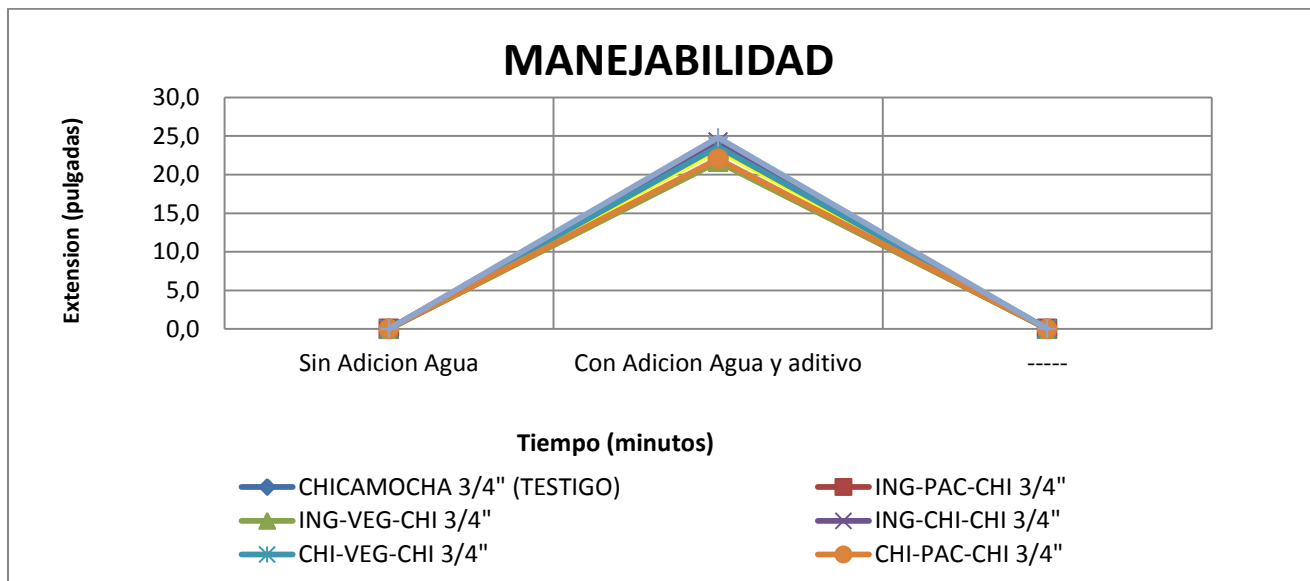
Para las gravas de 3/8" comparando la testigo con los demás agregados se tiene:



MANEJABILIDAD										
ASENTAMIENTO	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 4		Muestra 15	
	CHICAMOCHA 3/4" (TESTIGO)		PACECOL 3/4"		LA VEGA 3/4"		INGESAN 3/4"		CALIZA 3/4"	
TIEMPO [Minutos]	Pulgadas	cm	Pulgadas	cm	Pulgadas	cm	Pulgadas	cm	Pulgadas	cm
Sin Adicion Agua	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
Con Adicion Agua y aditivo	23,23	59,00	21,65	55,00	21,65	55,00	23,82	60,50	22,05	56,00
-----	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00

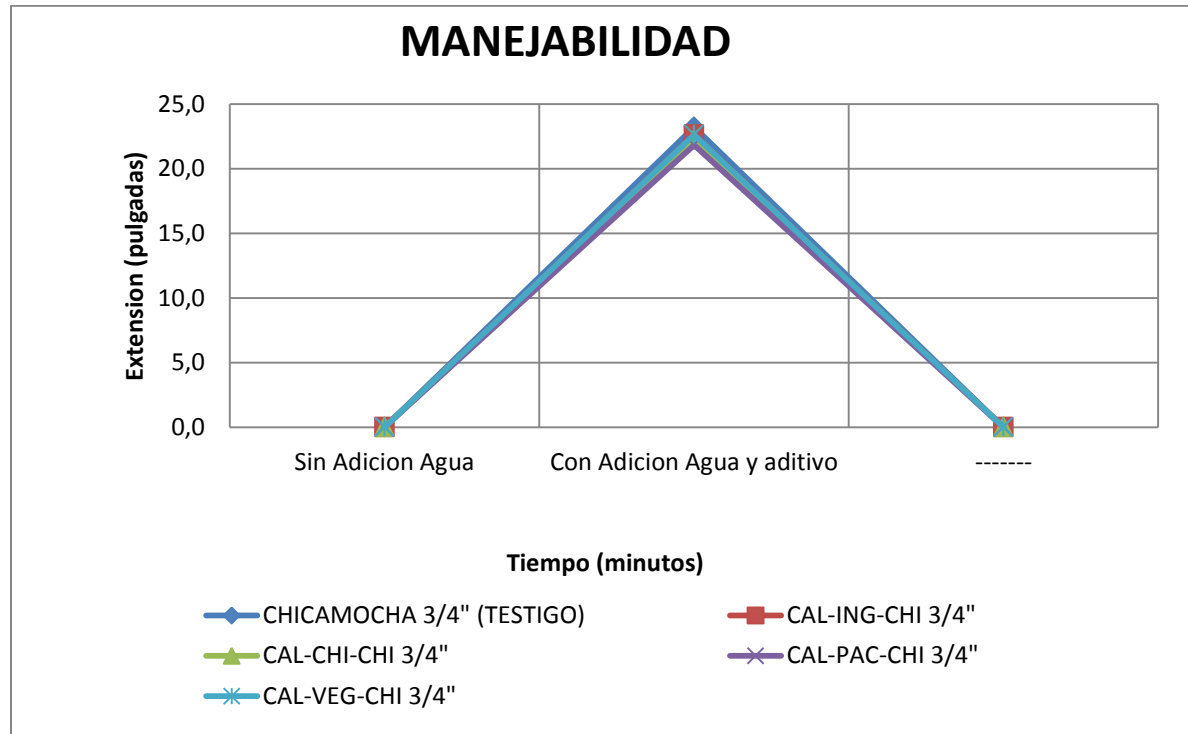
Para las arenas (Ingesan-Pacecol-Vega) comparando la testigo con los demás se tiene:

MANEJABILIDAD														
ASENTAMIENTO	Muestra 01		Muestra 11		Muestra 10		Muestra 12		Muestra 05		Muestra 06		Muestra 13	
	CHICAMOCHA 3/4" (TESTIGO)		ING-PAC-CHI 3/4"		ING-VEG-CHI 3/4"		ING-CHI-CHI 3/4"		CHI-VEG-CHI 3/4"		CHI-PAC-CHI 3/4"		PAC-VEG-CHI 3/4"	
TIEMPO [Minutos]	Pulgadas	cm	Pulgadas	cm	Pulgadas	cm	Pulgadas	cm	Pulgadas	cm	Pulgadas	cm	Pulgadas	cm
Sin Adicion Agua	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
Con Adicion Agua y aditivo	23,23	59,00	21,85	55,50	21,65	55,00	24,21	61,50	23,62	60,00	22,05	56,00	24,80	63,00
-----	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Para las arenas (Calizas) comparando la testigo con los demás se tiene:

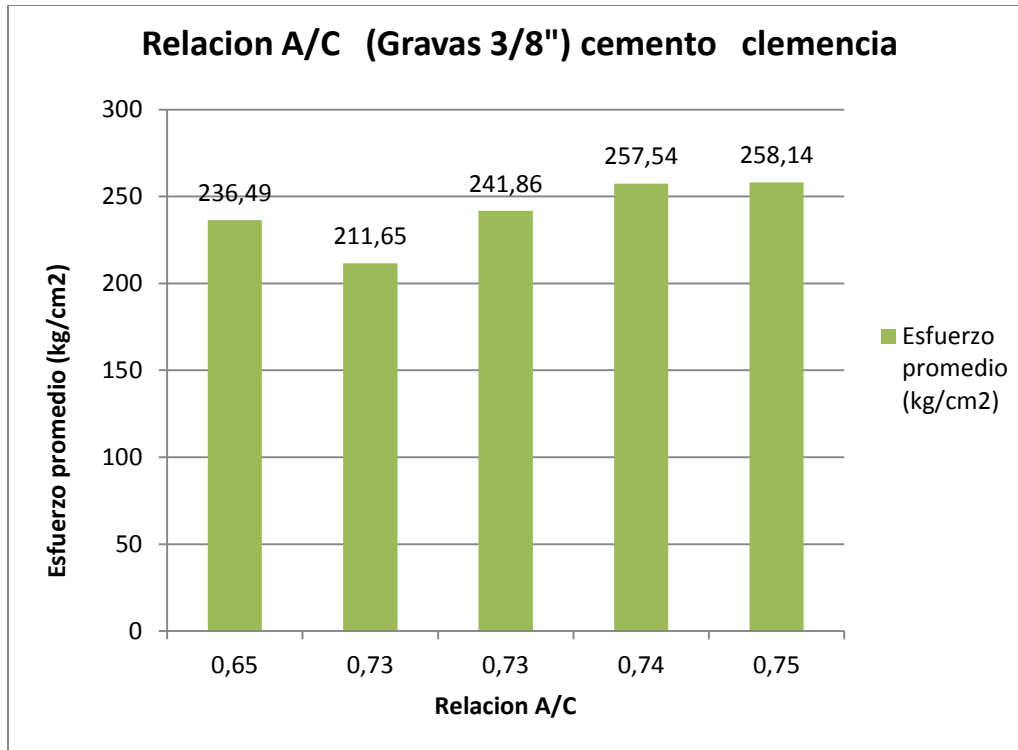
MANEJABILIDAD										
ASENTAMIENTO	Muestra 01		Muestra 14		Muestra 09		Muestra 07		Muestra 08	
	CHICAMOCHA 3/4" (TESTIGO)		CAL-ING-CHI 3/4"		CAL-CHI-CHI 3/4"		CAL-PAC-CHI 3/4"		CAL-VEG-CHI 3/4"	
TIEMPO [Minutos]	Pulgadas	cm	Pulgadas	cm	Pulgadas	cm	Pulgadas	cm	Pulgadas	cm
Sin Adicion Agua	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
Con Adicion Agua y aditivo	23,23	59,00	22,64	57,50	22,24	56,50	21,85	55,50	22,64	57,50
-----	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Adicional a esto se ilustrara el comportamiento de las resistencias a 7 días en (kg/cm<sup>2</sup>) según su relación A/C.

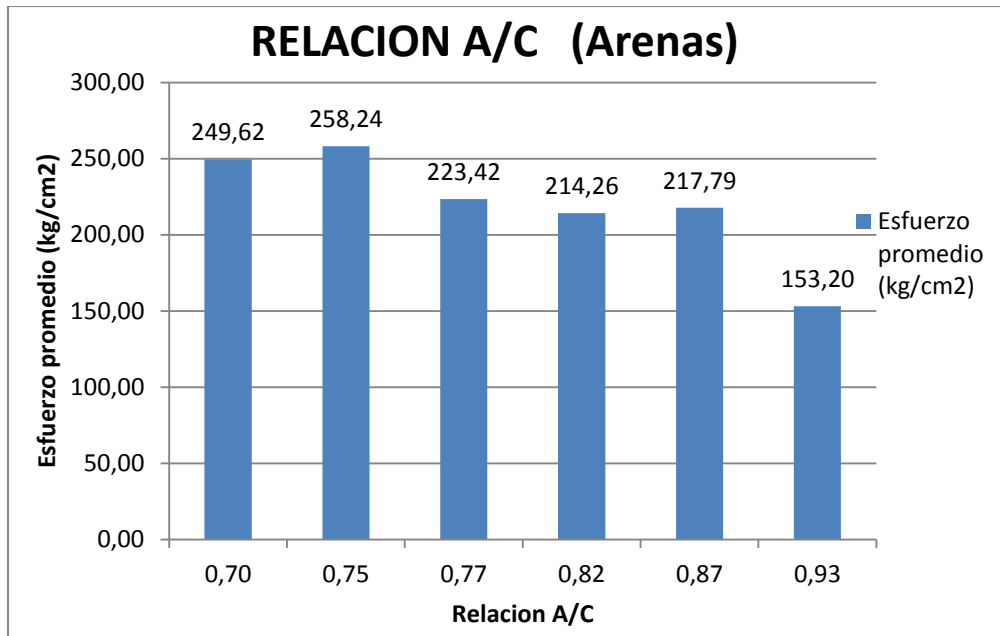
Se compara las resistencias a 7 días, ya que a esta edad de falla ya todas las mezclas han sido ensayadas a compresión.

MUESTRA	GRAVAS 3/4"	
	A/C	f' (kg/cm <sup>2</sup> )
N° 4	0,65	236,49
N° 15	0,73	211,65
N° 1	0,73	241,86
N° 3	0,74	257,54
N° 2	0,75	258,14

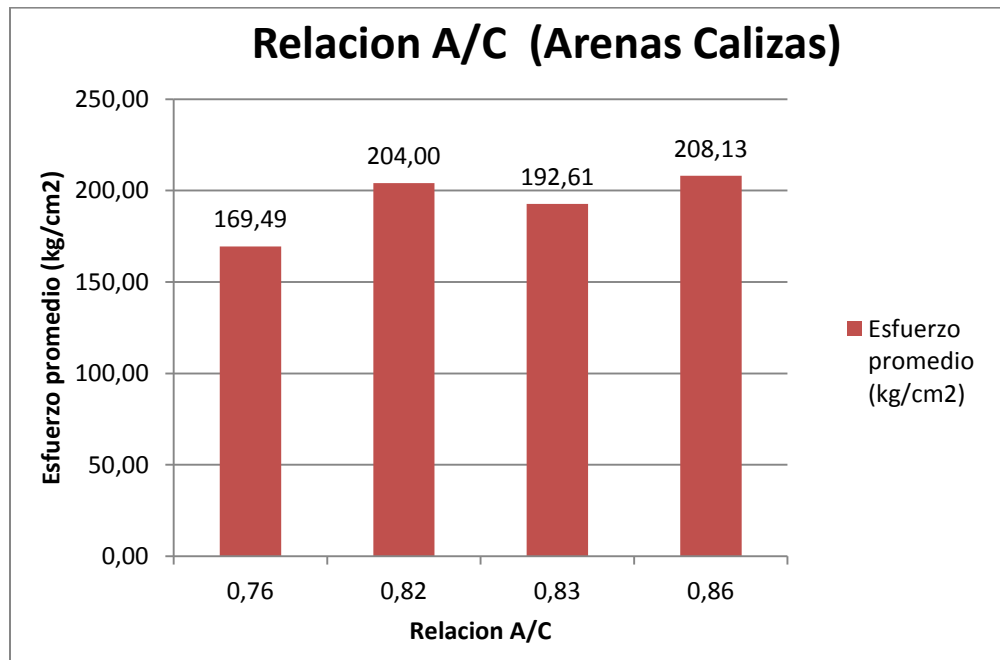


MUESTRA	ARENAS	
	A/C	f' (kg/cm <sup>2</sup> )
N° 12	0,70	249,62
N° 6	0,75	258,24
N° 11	0,77	223,42
N° 10	0,82	214,26
N° 5	0,87	217,79
N° 13	0,93	153,20





MUESTRA	ARENAS CALIZAS	
	A/C	f' (kg/cm <sup>2</sup> )
N° 14	0,76	169,49
N° 9	0,82	204,00
N° 8	0,83	192,61
N° 7	0,86	208,13



**OBSERVACIONES**

<b>Resistencia a la compresion (kg/cm2)</b>	<b>Manejabilidad</b>	<b>Relacion A/C</b>
<p>El comportamiento en general que se obtuvo de las gravas ensayas de 3/8" a comparación con el testigo (Chicamocha) fue similar, menos la grava caliza, ya que la evolución a las diferentes edades de curado, fue aumentando hasta mantener en promedio las resistencias de la grava utilizada como testigo; la grava caliza estuvo en el margen de aceptación hasta el 104% a los 28 días siendo el menor resultado.</p>	<p>Las manejabilidades obtenidas en las diferentes mezclas, fueron similares, ya que se observaba que al adicionar en promedio una misma cantidad de agua el comportamiento de la mezcla era parecido.</p>	<p>Se obtuvieron relaciones agua/cemento altas, debido a los cambios de humedad que se presentaban en los agregados tan rápidamente, estos tienden a absorber gran cantidad de agua.</p>
<p>Al respecto con la grava caliza podemos concluir que a comparación de las mezclas realizadas a 210 (kg/cm2), se obtuvieron bajas resistencias en todas las edades de curado, respecto a los demás agregados, teniendo ya a los 28 días una resistencia de 290,311 (kg/cm2); evolución del 104%.</p>	<p>En esta mezcla se observó que la apariencia no era tan pastosa sino que tendía a ser mar áspera y arenosa, esta presento una perdida rápida de la humedad.</p>	<p>Se obtuvo con esta mezcla una relación agua/cemento de (0,73) obteniendo una baja resistencia en las gravas de 3/8" de 290,311 (kg/cm2) a los 28 días de curado.</p>
<p>En el caso de las arenas las resistencias en combinación con diferentes proveedores fueron similares, siendo pacecol-vega una de las mezclas con menor resistencia, algunas mezclas no cumplieron todos los parámetros establecidos por las Normas Control Cemex y otras estuvieron al límite.</p>	<p>Se observó que las mezclas tienen una pérdida de humedad rápida, cuando se combinan arenas que contienen demasiado residuo de trituración, a comparación con arenas más finas como Vega.</p>	<p>En estas mezclas se observaron relaciones agua/cemento altas.</p>

## 6.9. CONSTRUCCION LABORATORIO SATELITE BUCARAMANGA

Con el fin de poder garantizar la calidad de los materiales procesados en la planta de agregados de Surata, se vio la necesidad de construir y dotar un laboratorio satélite, como apoyo a los laboratorios Cemex de Bogotá; para ello se dispuso de un presupuesto que abarcaría la construcción del laboratorio y todos los implementos a utilizar en él, como parámetro se estipulo dotar el laboratorio con los ensayos de Azul de metileno, Equivalente de arena, Granulometría, Límites de Atterberg, y Proctor Modificado, alargamiento y aplanamiento, horno, balanzas, estufa y las instalaciones de agua, electricidad y aire acondicionado.

La practicante llevo a cabo el diseño del laboratorio y superviso todas las actividades realizadas para la construcción de este, así también se controló la entrega de los elementos del laboratorio con cada proveedor contratado.



**Fotografía N°5.** Reparación de latonería, pintura y acabados.

Para el laboratorio satélite, se consideró como mejor opción el reutilizar un contenedor, al cual se le realizaron actividades de latonería, aumentando la ventana con el fin de dar más luz al laboratorio, se sellaron huecos, se impermeabilizo el techo y se pintó todo el contenedor.



**Fotografía N°6.** Acondicionamiento eléctrico del laboratorio.

Para la adaptación de la electricidad del contenedor se realizaron las siguientes actividades, conexión del contenedor a la red eléctrica trifásica, instalación de caja de circuitos de protección para tomas eléctricas y alumbrado, instalación de reguladores para tomacorrientes, instalación de sistema a tierra, instalación de tomacorrientes en tubería galvanizada, instalación de aire acondicionado, instalación de 6 lámparas led e interruptor.



**Fotografía N°7.** Construcción de bases (0,30x0,30) en concreto, para fijación y nivelación del contenedor.

Para la estabilidad y fijación a un mismo nivel del contenedor, se hicieron cuatro bases en concreto de 3000 psi de (0,30x0,30x0,60), ya que el terreno es inestable y escarpado; además presenta continua vibración por el paso de los vehículos pesados.



**Fotografía N°8.** Mampostería muros divisorios para los mesones del laboratorio.

Se realizó la mampostería de los mesones con ladrillos H10 y mortero, se hicieron 5 muros de (0,60x0,90), con el objetivo de sostener la carga del mesón en concreto, se distribuyó cada muro en los extremos del mesón, en el centro y en la unión de los dos mesones.



**Fotografía N°9.** Armado y refuerzo de los mesones del laboratorio.

Para la construcción del mesón en concreto, se armó una formaleta en madera, para garantizar las medidas establecidas, se colocó un refuerzo transversalmente cada 15 cm y longitudinalmente cada 9 cm, se hicieron los amarres entre las varillas de acero y se verificó el lugar del lava muestras para dejar su espacio antes de fundir.



**Fotografía N°10.** Fundida de los mesones en concreto convencional (3000 psi)

Para la fundida del mesón se mezcló el concreto en trompo según las especificaciones de un concreto de 3000 psi, se fundió el mesón continuamente hasta llegar al nivel de 10 cm de espesor y se vibró proporcional a la dimensiones, a este concreto se le dio un curado continuo para que no se presentaran fisuras, ni se partiera, se desencofro a los tres días de fundido.



**Fotografía N°11.** Friso de los muros divisorios.

Se frisaron los muros divisorios y a la terminación de la actividad, se verifico la nivelación del muro para poder colocar el enchape.



**Fotografía N°12.** Enchapados muros divisorios y mesones.

En esta actividad se utilizó Pegacor, se realizó la mezcla de este producto hasta obtener una mezcla uniforme, se limpió bien los mesones de cualquier suciedad, con la llana se esparció uniformemente la mezcla dejando un espesor de 3mm y se procedió a colocar las baldosas de acuerdo a los espacios, luego se golpeó la baldosa para no dejar vacíos, se retiró el exceso de mezcla y se verificó entre cada baldosa con un nivel, para que quedara uniforme.



**Fotografía N°13.** *Afinado de pisos e instalación de bajantes de agua.*

Después del enchapado de los mesones, se colocó el lava muestras y se instaló el tubo de desagüe que se conectó a la red de alcantarillado, adicional se fundió un piso en concreto, se niveló y se le dio el respectivo curado.





**Fotografía N°14.** Sellado de juntas cerámicas con boquilla.

Para cubrir los espacios entre baldosas se procedió aplicar un sellado con boquilla, con el fin de obtener todo el mesón a un mismo nivel.



**Fotografía N°15.** Instalación de la red de alcantarillado para el laboratorio.

En esta actividad se estudió la posibilidad de conectar la red de alcantarillado ya instalada en la planta, pero esta conexión estaba a gran distancia, entonces se propuso conectar a la de la portería que recoge las aguas de esas oficinas, para ello se instalaron 100 ml de tubería de 1”.



**Fotografía N°16.** Construcción caja desarenador.

Para contribuir al plan de manejo ambiental de la planta, se diseñó un caja desarenadora en concreto de 3000 psi, se colocó la formaleta y se procedió a fundir, dejando en posición adecuada la tubería de alcantarillado, adicional a esto se fundió también una tapa la caja, para que esta no se llenara de basura.



**Fotografía N°17.** Excavación e instalación de la tubería de agua potable.

Para la conexión del agua potable y de la red de alcantarillado se toma la opción de enterrar parte de la tubería debido al tráfico constante de maquinaria pesada, para ello se realiza la excavación de una zanja de 30 cm de profundidad.



**Fotografía N°18.** Mesones laboratorio satélite Bucaramanga.

*En esta fotografía se presenta el interior del laboratorio, pintado y retocado, ya con la instalación de las gavetas y con el funcionamiento de todos los servicios instalados, agua, luz, aire acondicionado y conexiones listas para dotar el laboratorio con los ensayos.*



**Fotografía N°19.** Instalación de cubierta en tejas de lámina.

Para la terminación de la construcción del laboratorio, se decidió colocar un techo en lamina soportado en perfiles metálicos de cajón para disminuir el calor generado por el sol y para evitar que la lluvia manche la pintura con el paso del tiempo, las láminas se pintaron de color blanco y se soldaron cada una de las uniones entre los perfiles metálicos.

## 7. CONCLUSIONES

1. En el transcurso de la pasantía se determinó de acuerdo a los cambios realizados por la empresa Cemex Colombia, solo implementar el laboratorio satélite en la ciudad de Bucaramanga, dejando en proceso de considerar a mediano plazo el de la ciudad de Barranquilla debido a costos no aceptados para este proyecto.
2. Se logró identificar y seleccionar los proveedores y las fuentes adecuadas para la dotación de los implementos del laboratorio, así como los proveedores para las actividades específicas para la construcción de este; para generar el control de la calidad y el manejo de los agregados, se deja a la empresa Cemex, la dotación de un laboratorio funcional, adecuado para manejar los ensayos estipulados por la planta.
3. Se logró obtener y comprar por medio de los proveedores todos los implementos cotizados y estipulados en la tabla N°2, teniéndolos en la planta de agregados de Bucaramanga; este punto del proyecto no se cumple a cabalidad debido a que la empresa Cemex en la alta gerencia decide cerrar por tiempo indefinido la planta de agregados y puntualiza no instalar los aparatos y utensilios del laboratorio.
4. En el laboratorio tercero en Bogotá en la mina Tunjuelo, se logra caracterizar los materiales de la planta de agregados de Bucaramanga, pero debido al atraso que se manejó para adquirir los implementos del laboratorio de Bucaramanga, no se logra caracterizar aquí ningún material, se realiza exitosamente un seguimiento básico a la producción diaria de la planta con los ensayos de granulometría, materia orgánica y PH, garantizando a nuestros clientes la calidad de los productos.
5. Se realizó un seguimiento diario de los ensayos realizados por la practicante, haciendo una labor estadística del comportamiento de cada material producido, permitiendo dar conclusión de las falencias que se dan a diario y cuáles son las más repetitivas para actuar y tomar decisiones que permitan el mejoramiento de la calidad de los productos comercializados.
6. La elaboración de las fichas técnicas de cada material, no se dieron, ya que estos ensayos no se lograron realizar en el laboratorio de Bucaramanga, solo se permitió obtener información, para establecer unos planes de ensayo que permitieran ver el comportamiento de los agregados en mezclas de concreto tradicionales y comúnmente comercializadas en Santander.
7. Se logró elaborar formatos que permitan llevar estadísticamente el comportamiento de los agregados, adicional se hicieron unos planes de ensayo, para instruir el adecuado control y manejo de la calidad de la planta, y se permitió llevar a cabo unos planes de ensayo para mezclas de

concreto, que accedieron reflejar el comportamiento de cada producto respecto al más utilizado en Santander para realizar estas mezclas.

8. Se identificó el comportamiento de los agregados en la producción de la planta, dejando pautas según las figuras N° 6 y 7, para que cualquier operario de la planta sepa identificar el proceso y realizar la adecuada corrección.
9. El proceso realizado y vivenciado con la empresa Cemex Colombia, aporta para mi desarrollo profesional, un grado alto de conocimiento en la parte operacional y administrativa relacionado con la calidad y el manejo de la materia prima para la comercialización e investigación de este y adicional a esto fortalece la capacidad de comunicación y manejo de diferentes temas, un excelente desarrollo social y un gran compromiso con la relación y supervisión de personal y la responsabilidad de hacer las cosas excelentes y con compromiso.

## 8. RECOMENDACIONES

- En grandes empresas como Cemex Colombia, la cantidad de información y conocimiento que se obtienen es valioso, por lo que se recomienda tomar apuntes diarios de cada actividad y manejar una bitácora actualizada.
- Se debe utilizar siempre el medio escrito para la toma de decisiones, actualización de información, recopilación de datos, informes, permisos y demás; ya que un soporte valido en cualquier institución es la comunicación y la aprobación directa del responsable.
- Es importante manejar las buenas relaciones con los compañeros de trabajo, tener un adecuado lenguaje, cumplir con las metas establecidas e instruirse antes de hacer cualquier actividad nueva.
- En empresas como Cemex que se manejan en un mismo lugar diferentes actividades de gran riesgo, se debe acatar las normas de seguridad y nunca interrumpir en actividades fuera de tu trabajo sin autorización y supervisión adecuada.
- En pasantías debes manejar bien los tiempos de trabajo, dejando y cumpliendo desde el principio tu cronograma de actividades con el fin de que puedas cumplir exitosamente las metas de tu proyecto.

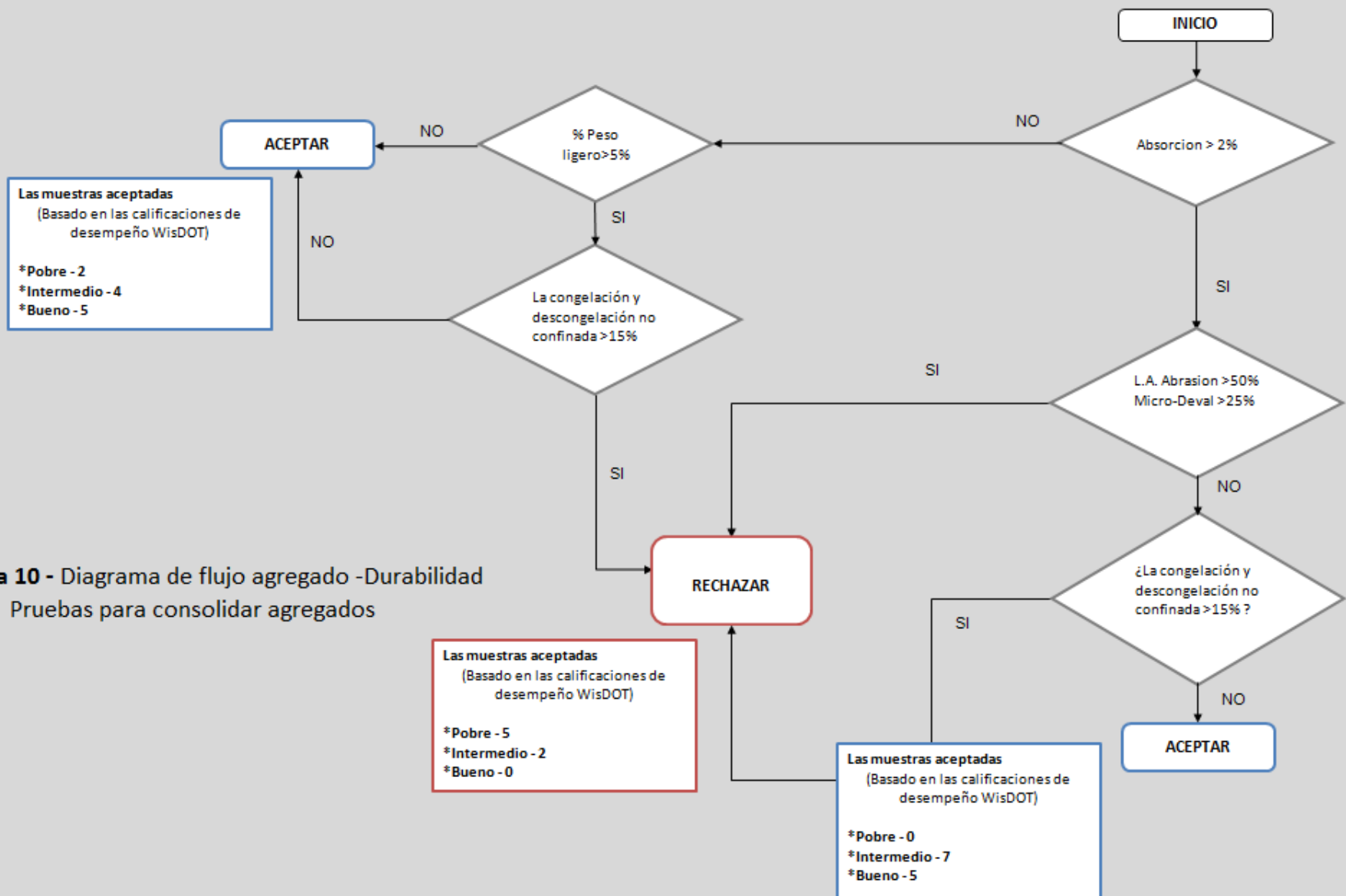
## 9. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. BAUZA CASTELLO, Juan Diego. El plan de control de la calidad de los materiales. En: Plan de control de calidad de materiales.pdf (SECURE). [en línea]. [consultado 1 sep. 2013]. Disponible en < <http://www.elabora.es/pdf/PLAN%20DE%20CONTROL%20DE%20CALIDAD%20DE%20MATERIALES.pdf>>
2. COLOMBIA. CEMEX COLOMBIA NUEVO PAIS, NUEVAS IDEAS. Base de datos página virtual. [Base de datos en línea]. [consultado 1 sep. 2013]. Disponible en < <http://www.cemexcolombia.com/NuestraEmpresa/AcercaCemex.aspx>>
3. COLOMBIA. CEMEX COLOMBIA NUEVO PAIS, NUEVAS IDEAS. Base de datos página virtual. [Base de datos en línea]. [consultado 1 sep. 2013]. Disponible en < <http://www.cemexcolombia.com/NuestraEmpresa/Vision.aspx>>
4. COLOMBIA. CEMEX COLOMBIA NUEVO PAIS, NUEVAS IDEAS. Base de datos página virtual. [Base de datos en línea]. [consultado 1 sep. 2013]. Disponible en < <http://www.cemexcolombia.com/SolucionesConstructor.aspx>>
5. COLOMBIA. CEMEX COLOMBIA NUEVO PAIS, NUEVAS IDEAS. Base de datos página virtual. [Base de datos en línea]. [consultado 1 sep. 2013]. Disponible en < <http://www.cemexcolombia.com/SolucionesConstructor/Vivienda.aspx>>
6. COLOMBIA. CEMEX COLOMBIA NUEVO PAIS, NUEVAS IDEAS. Base de datos página virtual. [Base de datos en línea]. [consultado 1 sep. 2013]. Disponible en < <http://www.cemexcolombia.com/SolucionesConstructor/Infraestructura.aspx>>
7. COLOMBIA. CEMEX COLOMBIA NUEVO PAIS, NUEVAS IDEAS. Base de datos página virtual. [Base de datos en línea]. [consultado 1 sep. 2013]. Disponible en < <http://www.cemexcolombia.com/SolucionesConstructor/IndustriaComercio.aspx>>
8. COLOMBIA. CEMEX COLOMBIA NUEVO PAIS, NUEVAS IDEAS. Base de datos página virtual. [Base de datos en línea]. [consultado 1 sep. 2013]. Disponible en < <http://www.cemexcolombia.com/SolucionesConstructor/NuestrosProductos.aspx>>
9. COLOMBIA. CEMEX COLOMBIA NUEVO PAIS, NUEVAS IDEAS. Base de datos página virtual. [Base de datos en línea]. [consultado 1 sep. 2013]. Disponible en < <http://www.cemexcolombia.com/SolucionesCanal.aspx>>
10. WILLIAMSON Gregory S, WEYERS Ph.D. Richard E, MOKAREM Ph.D. David W, LANE Daniel S. **INVESTIGATION OF TESTING METHODS TO DETERMINE LONG-TERM DURABILITY OF WISCONSIN NATURAL AGGREGATE RESOURCES.** En: Aggregate Durability Testing flowchart

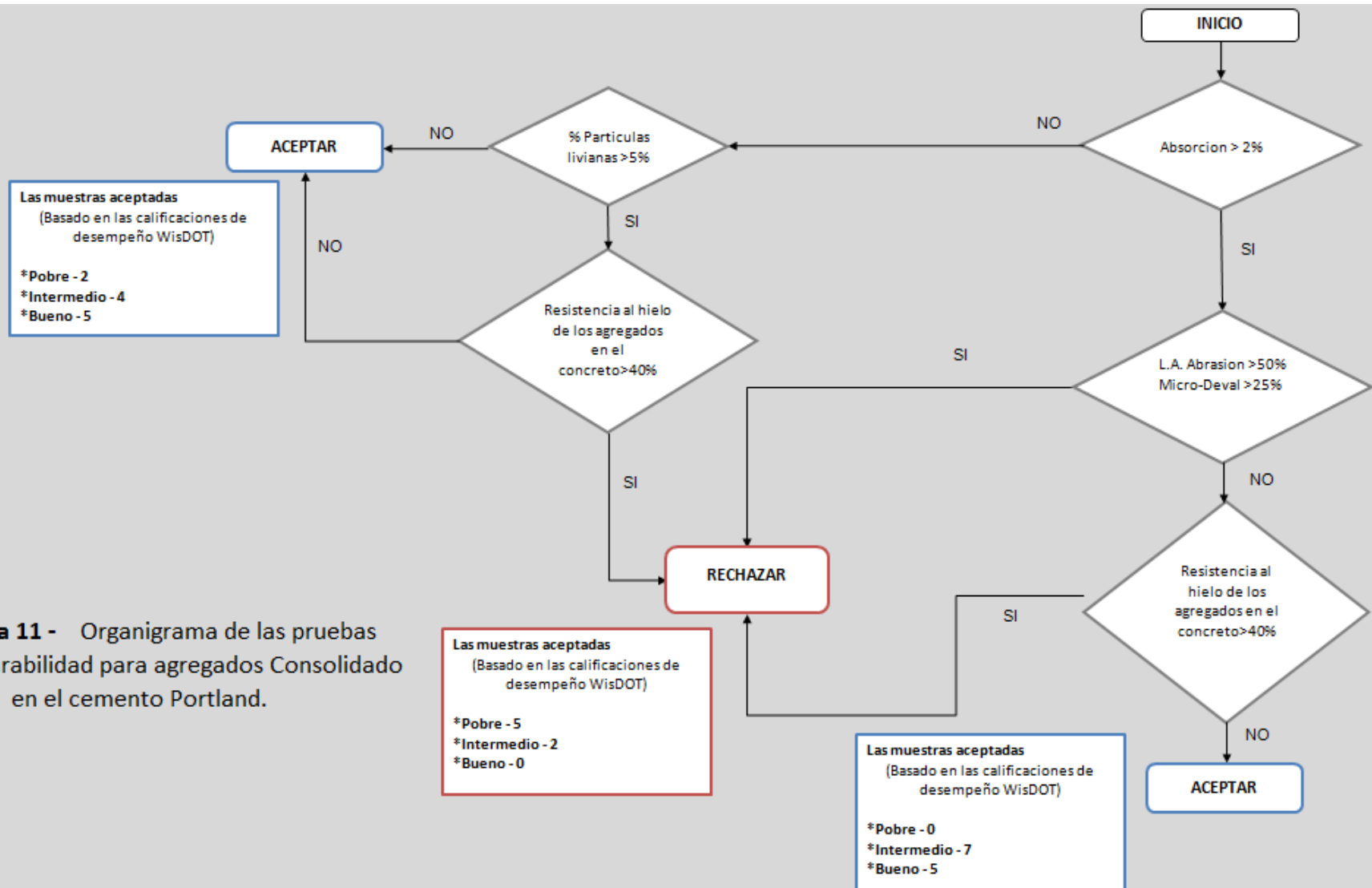
2006-05.pdf. [En línea]. [Consultado 16 Agosto. 2013]. Disponible en <  
<http://aftre.nssga.org/Symposium/2006-05.pdf>>



## 10. ANEXOS



**Figura 10 - Diagrama de flujo agregado -Durabilidad**  
Pruebas para consolidar agregados



**Figura 11 -** Organigrama de las pruebas de durabilidad para agregados Consolidado en el cemento Portland.