



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**PRÁCTICA PROFESIONAL  
ÁREA DE LABORATORIO, LAZARUS & LAZARUS, S.A. DE C.V.**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO**

**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**GRACE STEFANY ZAMBRANO CHAVARRIA 21211145**

**ASESOR:**

**ING. HECTOR WILFREDO PADILLA SIERRA**

**CAMPUS SAN PEDRO SULA**

**FEBRERO 2019**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CENTROAMÉRICA  
UNITEC**

**PRESIDENTE EJECUTIVA  
ROSALPINA RODRÍGUEZ GUEVARA**

**VICERRECTORA ACADEMICA  
DESIREE TEJADA CALVO**

**VICERRECTOR ACADÉMICO  
MARLON ANTONIO BREVE REYES**

**SECRETARIO GENERAL  
ROGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**VICERRECTORA CAMPUS SAN PEDRO SULA  
CARLA MARÍA PANTOJA ORTEGA**

**COORDINADOR CARRERA INGENIERÍA CIVIL  
HÉCTOR WILFREDO PADILLA**

**LAZARUS & LAZARUS, S.A. DE C.V.**  
**ÁREA: LABORATORIO DE CONCRETO**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS**

**EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO**

**INGENIERO CIVIL**

**ASESOR METODOLÓGICO**

**“ING. LOURDES PATRICIA MEJÍA RAMOS”**

**DERECHOS DE AUTOR**

**© COPYRIGHT**

**GRACE STEFANY ZAMBRANO CHAVARRIA**

**TODOS LOS DERECHOS SON RESERVADOS**

## **AUTORIZACIÓN**

AUTORIZACIÓN DEL AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE GRADO.

Señores

CENTRO DE RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACION (CRAI)

San Pedro Sula

Estimados Señores:

La presentación del documento de tesis forma parte de los requerimientos y procesos establecidos de graduación para alumnos de pregrado de UNITEC.

Yo, Grace Stefany Zambrano Chavarria, de La Lima, Cortés, autor del trabajo de grado titulado: Práctica Profesional, área de la empresa: Laboratorio de Concreto, Lazarus & Lazarus, S.A. DE C.V. presentado y aprobado en el año 2019, como requisito para optar al título de Profesional de Ingeniero Civil, autorizo a:

Las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), para que, con fines académicos, pueda libremente registrar, copiar y usar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en la sala de estudio de la biblioteca y la página Web de la universidad.

Permita la consulta y la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc. y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en el artículo 19 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte del principal autor.

En fe de lo cual, se suscribe la presente acta en la ciudad de San Pedro Sula a los 11 días del mes de febrero del dos mil diecinueve.

---

Grace Stefany Zambrano Chavarria

21211145

## HOJA DE FIRMAS

Los abajo firmantes damos fe, en nuestra posición de miembro de Terna, Asesor y/o Jefe Académico y en el marco de nuestras responsabilidades adquiridas, que el presente documento cumple con los lineamientos exigidos por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y los requerimientos académicos que la Universidad dispone dentro de los procesos de graduación.

---

Ing. Lourdes Patricia Mejía Ramos

Asesor Metodológico | UNITEC

---

Ing. Héctor Wilfredo Padilla

Coordinador Académico de la Facultad

de Ingeniería Civil | UNITEC

---

Ing. Cesar Orellana

Jefe Académico de Ingenierías | UNITEC

## **DEDICATORIA**

Dedico el siguiente proyecto primeramente a Dios por bendecirme y brindarme la sabiduría y fortaleza para cumplir mis metas. A mis abuelos Romelia Chavarría y Miguel Zambrano por su apoyo incondicional, mis padres Marcela Zambrano y Carlos Ramos por siempre apoyarme en todo, mis tíos Vera Zambrano y Miguel Zambrano y demás familia. A todos ellos gracias por creer en mí y por siempre estar presente en los momentos difíciles y en mis logros. Agradezco también a mis amigos por ayudarme a sobrellevar los momentos difíciles y a los catedráticos y demás personas que estuvieron involucrados en el desarrollo de mi aprendizaje.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en primer lugar a Dios por brindarme su apoyo y amor incondicional en mi carrera universitaria y todas las demás etapas de mi vida. Le doy gracias a mis padres Carlos Ramos y Marcela Zambrano por siempre estar a mi lado. A mis abuelos Romelia Chavarria y Miguel Zambrano por apoyarme en todo momento y a mis tíos Vera Zambrano y Miguel Zambrano por creer en mí y apoyarme siempre.

Agradezco a los catedráticos por brindar su tiempo para beneficio de mi formación como profesional de la carrera de Ingeniería Civil. Finalmente agradezco a la empresa Lazarus & Lazarus por abrir sus puertas para la realización de mi práctica profesional para crecer dentro del campo laboral adquiriendo más conocimiento y poniendo en práctica los ya obtenidos.

## RESUMEN EJECUTIVO

Durante la práctica realizada dentro de las instalaciones de Laboratorio de Concreto en el plantel de la empresa Lazarus & Lazarus S.A. DE C.V. se realizaron múltiples actividades enriquecedoras para el conocimiento de mezclas de concreto y aditivos. Se realizaron ensayos a agregados finos y gruesos, diseño de mezclas con y sin aditivos, elaboración de especímenes y ruptura de especímenes y pruebas al concreto fresco.

Las actividades realizadas en el laboratorio son de suma importancia para la empresa productora de aditivos y otros productos para la construcción, para los clientes previo a comenzar un proyecto de construcción y durante el mismo. Para la empresa el factor calidad es imprescindible para brindar un excelente servicio a sus clientes.

Los clientes hacen uso de los aditivos de Lazarus & Lazarus para brindar trabajabilidad a sus concretos y retardar la mezcla al mismo tiempo que sus mezclas de concreto alcanzan la resistencia para la cual se diseñaron.

Mediante la elaboración de concreto en el laboratorio se conoce si el diseño de mezcla elaborado brinda el revenimiento deseado y si el concreto se mantiene trabajable por el tiempo que la mezcla estará sin utilizarse. Mediante los otros ensayos que se realizan al concreto fresco se conocen la cantidad de aire en el concreto, la temperatura del concreto y fraguado total en minutos.

La elaboración, curado y ruptura de especímenes o testigos se realizan posteriormente a encontrar el revenimiento al tiempo deseado, este puede ser a los quince minutos, treinta minutos o sesenta minutos, dependiendo de la trabajabilidad que tenga el concreto.

Los testigos brindan la información a los clientes y a la empresa de si su concreto ha alcanzado la resistencia esperada a ciertas edades de curado del concreto. Conocer si la mezcla de concreto a utilizar esta apta para la estructura que se desea levantar es el fin de la elaboración de especímenes.

Diferentes empresas a nivel nacional visitan los planteles de Lazarus & Lazarus para solicitar diseño de mezclas, conocer la información correspondiente de sus agregados mediante los ensayos que realiza el área de laboratorio, como ser granulometrías, pesos volumétricos, colorimetría, gravedad específica y absorción de agregados gruesos y finos para conocer si son factibles para sus mezclas de concreto.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	13
CAPÍTULO II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	14
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	14
2.1.1 MISIÓN.....	14
2.1.2 VISIÓN.....	14
2.1.3 VALORES DE LA EMPRESA.....	14
2.1.4 POLÍTICA DE CALIDAD.....	15
2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO O UNIDAD.....	15
2.3 OBJETIVOS.....	16
2.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	16
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO.....	17
3.1 Generalidades de Diseño de Mezcla.....	17
3.2 Factores para tomar en Cuenta Para un Diseño de Mezcla.....	18
3.2.1 Ensayos de Laboratorio Para Agregados y Concreto.....	19
3.2.2 Muestreo de agregados norma ASTM D 75.....	19
3.2.3. Práctica normativa para reducir las muestras de agregados a tamaño de prueba. (Cuarteo Mecánico, norma ASTM C 702).....	21
3.2.4. Granulometría para agregado fino y grueso, ASTM C 33.....	22
3.2.5. Granulometría Combinada, norma ASTM C 136.....	24
3.2.6. Gravedad específica para agregados gruesos y finos, ASTM C 127 / 128.....	25
3.2.7. Masa Unitaria, Norma ASTM C 29 (Peso volumétrico compactado y suelto).....	30

3.2.8	Impurezas orgánicas (Colorimetría), ASTM C 40 .....	31
3.2.9	resistencia al desgaste de los agregados por medio de la Máquina de los Ángeles, ASTM C 131.....	32
4.1	Validación del desempeño de aditivos mediante la elaboración de mezcla de concreto, Norma ASTM C 494 .....	34
4.1.1	Práctica normalizada para muestreo de concreto recién mezclado, norma ASTM C 172.....	36
4.1.2	Ensayo para conocer el asentamiento del concreto fresco, norma ASTM C 143.....	37
4.1.3	Método de ensayo estándar para la medición de temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado, norma ASTM C 1064.....	39
4.1.4	Método gravimétrico para determinar el peso unitario del concreto recién mezclado, ASTM C 138 .....	39
4.1.5	Método de presión para determinar contenido de aire en el concreto recién mezclado, ASTM C 231.....	40
4.1.6	Método de ensayo estándar para determinar por el método volumétrico el contenido de aire del concreto recién mezclado .....	41
4.1.7	Elaboración de Especímenes o "Testigos", norma ASTM C 31.....	43
4.1.8	Ruptura de especímenes norma ASTM C 39.....	45
5.1	Registro de actividades Octubre 8 del 2018 – 5 de Enero del 2019.....	47
6.1	Otras Actividades Realizadas.....	52
6.1.2	Mejora de formato de control de pruebas de aditivos .....	52
6.1.3	Propuesta de Formato para Recepción de agregados y prueba de aditivo:.....	53
7.1	CONCLUSIONES .....	55
8.1	RECOMENDACIONES.....	57
9.1	BIBLIOGRAFÍA.....	58

10.1 Anexos .....	60
-------------------	----

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Banco de agregados .....	20
Ilustración 2. Arena de diferentes puntos del banco de agregados.....	20
Ilustración 3. Toma de muestra homogenizada y representativa desde la mezcladora en movimiento. ....	21
Ilustración 4. Cuarteador mecánico para agregado fino.....	21
Ilustración 5. Cuarteador Mecánico para agregado grueso. ....	22
Ilustración 6. Lavar el agregado sobre un tamiz No. 200 para retener las partículas finas que contiene y hace poder tener una curva granulométrica con más información que mostrar.....	23
Ilustración 7. Secar la arena a temperatura ambiente. ....	26
Ilustración 8. Verter la arena sobre el cono de absorción de arenas. ....	26
Ilustración 9. Cono de absorción de arenas y pisón de acero. ....	27
Ilustración 10. Marco para gravedad específica con el tanque con agua y balanza con precisión de 0.1 gr.....	28
Ilustración 11. Picnómetro más agua, más arena con superficie saturada seca. ....	29
Ilustración 12. Llenando la última capa del pie cúbico.....	31
Ilustración 13. Realizando inserciones. ....	31
Ilustración 14. Cuarteo de la grava.....	33
Ilustración 15. Carga abrasiva.....	33
Ilustración 16. Cono de Abrams llenado hasta su última capa.....	38
Ilustración 17. Lectura de revenimiento. ....	38
Ilustración 18. Enrazando la superficie del tazón para posteriormente pesarlo. ....	40

10

Ilustración 19. Dar de 12 a 15 golpes al tazón.....	40
Ilustración 20. Aparato para medir el contenido de aire en el concreto fresco.....	41
Ilustración 21. Cilindros elaborados.....	44
Ilustración 22. Actividades de la semana 1.....	47
Ilustración 23. Actividades de la semana 2.....	47
Ilustración 24. Actividades de la semana 3.....	48
Ilustración 25. Actividades de la semana 4.....	48
Ilustración 26. Actividades de la semana 5.....	49
Ilustración 27. Actividades de la semana 6.....	49
Ilustración 28. Actividades de la semana 7.....	49
Ilustración 29. Actividades de la semana 8.....	50
Ilustración 30. Actividades de la semana 9.....	50
Ilustración 31. Actividades de la semana 10.....	50
Ilustración 32. Actividades de la semana 11.....	51
Ilustración 33. Actividades de la semana 12.....	51
Ilustración 34. Actividades de la semana 13.....	51
Ilustración 35. Formato previo .....	52
Ilustración 36. Formato actualizado .....	52
Ilustración 37. Formato de solicitud de ensayos actual.....	53
Ilustración 38. Propuesta de formato para solicitud de ensayos.....	54
Ilustración 39. Configuración de tamices.....	60

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Permite determinar la cantidad de esferas.....	60
Tabla 2. Determina el tipo de gradación de los agregados gruesos de tamaño pequeño que oscilan entre los 2.5 mm (No. 8) y los 40 mm (1 1/2 pulg.) .....	61
Tabla 3. Determina el tipo de gradación de los agregados gruesos de tamaño pequeño que oscilan entre los 2 mm (No. 10) y los 80 mm (3 pulg.) .....	61

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

El factor calidad es fundamental para todo proyecto independientemente del rubro que sea. Para que un proyecto de construcción se realice obteniendo los resultados deseados, los materiales deben ser de calidad al igual que la aplicación de estos. Los materiales o técnicas utilizadas en un proyecto pueden ser las correctas sin embargo puede que no sean ejecutadas de la manera adecuada.

Lazarus & Lazarus S.A. DE C.V. mediante las asesorías brindadas a sus clientes busca contrarrestar los errores que puedan cometerse dentro de una construcción. A los clientes se les brindan diseños de mezcla en caso de que lo requieran y explicación de cómo utilizar los aditivos. En caso de brindar asesoría de un diseño de mezcla se le solicita al cliente de por favor seguir las dosificaciones de materiales dadas en el diseño para así obtener resultados óptimos.

## **CAPÍTULO II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

En el siguiente capítulo se hace una breve descripción de la empresa y el área donde se pretende llevar a cabo la práctica profesional.

### **2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

La empresa Lazarus & Lazarus S.A. DE C.V. tuvo inicios en el año 1989 como una empresa constructora iniciando operaciones en una pequeña oficina. Mediante su labor dentro de la construcción pudieron identificar una necesidad de productos y servicios orientados a ofrecer una mejor solución a problemas encontrados dentro de la industria.

Mediante la constante capacitación e innovación de su personal y productos, Lazarus & Lazarus S.A. DE C.V. se convirtió en el proveedor de soluciones técnicas para la industria de la construcción aliándose con marcas prestigiosas que garantizan productos y servicios de calidad.

Mediante su calidad de trabajo y disposición hacia sus clientes la empresa continúa creciendo, abriendo oficinas en Tegucigalpa y El Salvador teniendo su oficina principal en el plantel ubicado en Chamelecón, San Pedro Sula.

#### **2.1.1 MISIÓN**

La misión de Lazarus & Lazarus S.A. DE C.V. es alcanzar el más alto nivel de especialización técnica en el rubro de la construcción y del medio ambiente, para poder ser dignos recipientes de la confianza de su clientela.

#### **2.1.2 VISIÓN**

Lazarus & Lazarus S.A. DE C.V. busca convertirse en el mejor suplidor de soluciones técnicas que faciliten la ejecución de obras civiles, industriales y ambientales mejorando la durabilidad de estas y enaltecendo la calidad de vida.

#### **2.1.3 VALORES DE LA EMPRESA**

Confianza: Mediante la certificación de sus productos en el extranjero y calidad de servicio brindado a los clientes, Lazarus & Lazarus S.A. DE C.V. genera confianza en ellos.

Innovación: La innovación es sumamente importante para la empresa. Mediante la constante innovación a sus productos y capacitación a su equipo de trabajo logran brindar a su clientela un mejor servicio.

Servicio al cliente: El servicio al cliente es uno de los factores más importante de la empresa, mediante la atención a sus clientes la empresa logra brindar soluciones en cuanto los diseños de mezcla de empresas a nivel nacional y parte de Centroamérica, y brindando asesoría técnica sobre los productos adquiridos.

#### 2.1.4 POLÍTICA DE CALIDAD

La calidad de los productos elaborados por la empresa es primordial. Los productos de la empresa son certificados en el extranjero y constantemente innovados para brindar soluciones diarias a los problemas que puedan presentarse en proyectos de construcción. La calidad de sus productos engloba actividades en las cuales los clientes mismos pueden comprobar la calidad del uso de los productos mediante pruebas al concreto fresco, elaboración de especímenes, curado y ruptura de especímenes, prueba de extensibilidad y uso de aditivos en campo para demostración.

#### 2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO O UNIDAD

El área de laboratorio de concreto se basa en brindar soluciones a problemas que surgen dentro de la construcción al momento de elaborar o hacer uso de concreto. Mediante los ensayos normados realizados en el laboratorio se identifica si un concreto ha alcanzado la resistencia esperada a ciertos días.

En caso de que un concreto aún no haya alcanzado la resistencia requerida a ciertos días el laboratorio emplea una solución mediante el uso de aditivo o un nuevo diseño de mezcla, que en conjunto con el tipo de agregados que tenga el cliente, sea óptimo para el proyecto en el que se emplea utilizar.

El laboratorio realiza pruebas de mezcla con y sin aditivos para verificar la calidad y utilidad de cada uno de sus productos, puesto que dicha práctica muestra la diferencia que da una mezcla

en su revenimiento cuando se hace uso de un aditivo o no. Lazarus & Lazarus mediante sus pruebas, también busca superar los beneficios que brindan sus productos ya en mercado.

El equipo del laboratorio también cuenta con una máquina de compresión de especímenes que facilita el dato de la resistencia en las unidades psi al momento de obtener la ruptura de estos. Diversas empresas visitan el laboratorio para hacer ruptura de sus especímenes, debido a la confianza, innovación y servicio al cliente brindado en la empresa. Si los cilindros no alcanzan la resistencia deseada, el asesor técnico ubicado en el área revisa el diseño de mezcla del cliente y lo mejora para que así su mezcla alcance la resistencia deseada.

## **2.3 OBJETIVOS**

### 2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Se tiene como objetivo general el adquirir conocimiento adicional a lo aprendido en las asignaturas de la carrera de Ingeniería Civil y ponerlo en práctica dentro del ámbito laboral.

### 2.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1) Expandir conocimientos en ensayos a agregados.
- 2) Ampliar conocimientos en ensayos al concreto fresco.
- 3) Ampliar conocimientos sobre aditivos.
- 4) Aprender sobre la relación entre clientes y la empresa.
- 5) Participar en las actividades realizadas por el área de laboratorio que añadan a mi formación como profesional de la carrera de Ingeniería Civil.
- 6) Brindar apoyo a la empresa en actividades requeridas.

## **CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO**

### **3.1 GENERALIDADES DE DISEÑO DE MEZCLA**

El hormigón es el resultado de la mezcla de arena, grava, cemento y agua todos en sus proporciones correctas para obtener una resistencia requerida para posteriormente ser utilizado en la construcción. Aparte de los materiales principales que necesita un concreto, también puede hacer uso de aditivos para mejorar alguna de sus propiedades o mantenerlo fresco por más tiempo para su fácil colocación.

El resultado de la mezcla de los materiales utilizados para crear el concreto es semejante a una piedra. El cuerpo del material consiste en agregado fino y grueso. El cemento y el agua interactúan químicamente para unir las partículas de agregado para posteriormente al fraguado conformar una masa sólida. Es necesario agregar agua adecuada para que pueda suceder la reacción química, para que la mezcla obtenga la trabajabilidad requerida.

Los materiales utilizados deben ser proporcionados mediante un diseño de mezcla para que el concreto alcance la resistencia que se necesite en la obra de gris de la construcción y también para que tenga durabilidad. Las propiedades del concreto dependerán no solamente de elaborar la mezcla de los materiales que lo constituyen, sino también del proceso de curado y de un mezclado adecuado. El curado de un concreto contempla las condiciones de humedad y temperatura en las que estará la mezcla desde que se coloca hasta que endurece.

En adición a los materiales tradicionales utilizables en el concreto también se puede hacer uso de aditivos. Los aditivos son materiales que se agregan en pequeñas cantidades a la mezcla durante el mezclado y este interactúa con las partículas del cemento lo cual cambia las propiedades físicas de la mezcla dependiendo del tipo de aditivo que se utilice.

Los aditivos a diferencia de los materiales tradicionalmente utilizados para un concreto no son esenciales, sin embargo, debido a las necesidades de modificar las características del concreto para que estas se adapten a las condiciones de la obra en campo, estos se vuelven sumamente necesarios debido a los aportes que brinda a la mezcla siendo uno de estos un factor muy importante que es la economía.

### 3.2 FACTORES PARA TOMAR EN CUENTA PARA UN DISEÑO DE MEZCLA

Los factores que se toman en cuenta para un diseño de mezcla son los siguientes:

En cuanto a sus propiedades:

- Trabajabilidad
- Durabilidad
- Resistencia

Lazarus & Lazarus S.A. DE C.V también tiene como objetivo realizar un diseño de mezcla que cumpla con el factor de costo y beneficio haciendo uso de sus aditivos para mejorar las propiedades físicas del concreto.

En cuanto a materiales utilizados:

- Tamaño del agregado
- Tipo de cemento
- Tipo de aditivo

En cuanto a proceso:

- Proceso de mezclado
- Proceso de curado

Los agregados hacen un papel muy importante en la mezcla del concreto. Respecto a los agregados que se utilizan para la mezcla de concreto Nilson (2015), describe lo siguiente:

“En general, mientras más densamente pueda empaquetarse el agregado, mejor será el refuerzo, la resistencia a la intemperie y la economía del concreto. Por esta razón resulta de fundamental importancia la gradación del tamaño de las partículas en los agregados, con el fin de producir este empaquetamiento compacto. También es importante que el agregado tenga buena resistencia, durabilidad y resistencia a la intemperie, que su superficie éste libre de impurezas como arcillas, limos o materia orgánica las cuales pueden debilitar la unión con la pasta de cemento, y que no se produzca una reacción química desfavorable entre este y el cemento. (p. 30).

### 3.2.1 ENSAYOS DE LABORATORIO PARA AGREGADOS Y CONCRETO

- Práctica normativa del muestreo de agregados según la norma ASTM D 75.
- Reducción de muestra de agregados según la norma ASTM C 172.
- Gravedad específica para agregado grueso según la norma ASTM C 127.
- Gravedad específica para agregado fino según la norma ASTM C 128.
- Cribado de agregados según la norma ASTM C 33.
- Peso volumétrico o masa unitaria en agregados según la norma ASTM C 29.
- Uso de aditivos según la norma ASTM C 494.
- Asentamiento del concreto fresco según la norma ASTM C 143.
- Elaboración de cilindros según la norma ASTM C 31.
- Ruptura de especímenes según la norma ASTM C 39.
- Contenido de aire en el concreto fresco por medio del método de presión según la norma ASTM C 231.
- Contenido de aire en el concreto fresco, método volumétrico según la norma ASTM C 173.

Cada uno de los ensayos se realiza mediante normas ASTM.

### 3.2.2 MUESTREO DE AGREGADOS NORMA ASTM D 75.

1. Tomar agregado de diferentes puntos del banco.
2. Homogenizar el material que se desea evaluar, es decir los agregados.
3. Trasladar el agregado a 1 m de distancia, colocándolo en forma de cono. Para este procedimiento se debe girar la pala para verter el agregado, de esa forma las partículas se combinarán. Realizar esta operación 3 veces.
4. Truncar el cono con una pala a modo que quede un diámetro de cuatro a 8 veces su espesor.
5. Partir la muestra en cuatro partes iguales con una pala.

6. Elegir dos partes opuestas de la muestra dividida. A la muestra tomada se le realizará el cuarteo. El material restante se puede descartar o guardar para realizar más ensayos.

Práctica realizada en el laboratorio para la homogenización del material y toma de muestra representativa previamente a la elaboración de concreto para prueba de un aditivo:

1. Tomar agregado de diferentes puntos del banco la cantidad de agregado necesario según el diseño de mezcla.



Ilustración 1. Banco de agregados

Fuente: (Propia, 2018)



Ilustración 2. Arena de diferentes puntos del banco de agregados.

Fuente: (Propia, 2018)

2. Ingresar la arena y la grava en mezcladoras diferentes y encenderlas.

3. Durante las mezcladoras estén girando, ingresar una bandeja mientras el agregado cae desde la parte superior de la mezcladora.



Ilustración 3. Toma de muestra homogenizada y representativa desde la mezcladora en movimiento.

Fuente: (propia, 2018)

### 3.2.3. PRÁCTICA NORMATIVA PARA REDUCIR LAS MUESTRAS DE AGREGADOS A TAMAÑO DE PRUEBA.

(CUARTEO MECÁNICO, NORMA ASTM C 702)

1. Llenar dos de las bandejas del cuarteador con el material seleccionado previamente en el ensayo de muestreo de agregados y ubicar dos bandejas vacías debajo del cuarteador mecánico.
2. Verter ambas bandejas sobre los canales del cuarteador.



Ilustración 4. Cuarteador mecánico para agregado fino.

Fuente: (propia, 2018)



Ilustración 5. Cuarteador Mecánico para agregado grueso.

Fuente: (propia, 2018)

3. Remover las bandejas donde cayó el material vertido y sustituirlas por bandejas vacías.
4. Verter las bandejas removidas en el paso tres sobre el cuarteador.
5. Repetir los pasos 2, 3 y 4 tres veces.
6. Elegir una de las dos bandejas debajo del cuarteador como muestra para la realización del ensayo de gravedad específica.
7. Con la bandeja restante repetir el paso 5 y 6.
8. Elegir una de las dos bandejas debajo del cuarteador como muestra, para la realización del ensayo granulométrico.

#### 3.2.4. GRANULOMETRÍA PARA AGREGADO FINO Y GRUESO, ASTM C 33

Granulometría es un método que se utiliza para la medición de partículas del suelo con fin de realizar análisis que puedan proveer el origen de sus propiedades mecánicas, para posteriormente poder clasificar el suelo. La información obtenida del análisis granulométrico se presenta en forma de curva llamada curva granulométrica.

“El análisis mecánico es la determinación del rango del tamaño de partículas presentes en un suelo, expresado como porcentaje del peso (o masa) seco total” (Braja, 2001, pag.7).

Un análisis granulométrico por mallas se efectúa tomando una cantidad medida de suelo seco, bien pulverizado y pasándolo a través de una columna de mallas de abertura cada vez más pequeña y con una charola en el fondo. Se mide la cantidad de suelo retenido en cada malla y se determina el porcentaje acumulado de suelo que pasa a través de cada malla. Esta cifra se designa generalmente como el porcentaje de partículas menores al tamaño asociado a la malla” (Braja, 2015; pág.).

Pasos para cribar agregados finos y gruesos:

1. Calentar la muestra al horno a 110 °C sin lavar el agregado. Una vez seco, tomar el peso seco sin lavar.
2. Revisar con un vidrio si el agregado está completamente seco. Al hacer contacto el vidrio con el agregado el vidrio no se empañará si el agregado está completamente seco.
3. Pesar la muestra seca y anotar su peso.
4. Lavar el agregado.



Ilustración 6. Lavar el agregado sobre un tamiz No. 200 para retener las partículas finas que contiene y hace poder tener una curva granulométrica con más información que mostrar.

Fuente: (propia, 2018)

5. Secar al horno a 110 °C. Revisar si el agregado está seco con el vidrio, si el agregado está totalmente seco, tomar el peso seco lavado.

6. Elegir un arreglo de tamices de la tabla en la norma ASTM C 33 (v. ilustración 39) dependiendo del tipo y tamaño de agregado que se tiene.
7. Arreglar los tamices de mayor tamaño a menor tamaño.
8. Verter la muestra sobre los tamices teniendo cuidado de no perder partículas.
9. Con giros circulares mover los tamices para que las partículas de agregados vayan cayendo sobre cada tamiz hasta retenerse sobre el tamiz que retenga su tamaño.
10. Para obtener resultados óptimos se puede tamizar tamiz por tamiz siempre ubicando el último tamiz llamado "fondo" para retener la cantidad de muestra que pasa.
11. Pesar la masa de agregado retenido en cada tamiz.
12. Realizar los cálculos correspondientes de granulometría para conocer el tipo de agregado que se tiene mediante la curva granulométrica.

### 3.2.5. GRANULOMETRÍA COMBINADA, NORMA ASTM C 136

1. Llevar el material tanto grava y arena por el proceso de homogenizado que consiste en homogenizar las partículas con ayuda de una pala, se repite este proceso alrededor de 4 veces.
2. Tomar las muestras de dos lados opuesto para obtener una muestra representativa.
3. Tomar una cantidad justa y abundante tanto de grava como de arena
4. Una vez pesada la cantidad necesaria se procede a ordenar los tamices.
5. Se llevan los tamices al agitador mecánico en donde se dejarán por 15 minutos. Cabe mencionar que el agitador hace 3 movimientos sumamente importante que son horizontal, vertical, y rotativo.
6. Una vez colocados los tamices, se vierte la grava o la arena según sea el material que se ensaye primero, se tapa y se pone en funcionamiento.
7. Al transcurrir los 15 minutos mencionados anteriormente se detiene el agitador y se comienza a pesar el material retenido por cada tamiz.
8. Realizar los cálculos correspondientes:

Datos:

Peso tara en gr.

Peso del agregado en gr.

Peso tara + peso del agregado

P.R.A = Peso retenido acumulado

P.R.I = Peso retenido individual

% P.R.I = Porcentaje de peso retenido individual

% P.R.A = Porcentaje de peso retenido acumulado

% P = Porcentaje Pasado

Cálculos:

$$P.R.A: Tamiz\# = P.R.A (anterior) + P.R.I$$

$$\% P.R.I: Tamiz\# = \frac{P.R.I}{\Sigma PRI}$$

$$\% P.R.A: Tamiz\# = \frac{P.R.A}{P.R.A FONDO}$$

$$\% P: Tamiz\# = 100 - \%PRA$$

Para la arena se encuentra el módulo de finura de la siguiente manera:

$$\text{Modulo de finura arena} = \frac{No. 200 + No. 100 + No. 50 + No. 30 + No. 16 + No. 8}{100}$$

Reportar el módulo de finura con aproximación al centésimo (0,01).

### 3.2.6. GRAVEDAD ESPECÍFICA PARA AGREGADOS GRUESOS Y FINOS, ASTM C 127 / 128.

1. Sumergir la muestra tomada del cuarteo mecánico de 16 a 24 horas independientemente sea de agregado grueso o fino para que el material absorba agua en su totalidad.
2. Lavar el agregado grueso sobre un tamiz No. 4. Realizar lo mismo con el agregado fino en caso de que éste contenga partículas de agregado mayores a las que se retienen en un tamiz No. 4. Se criba el agregado grueso sobre un tamiz No. 4 debido al tamaño de las aberturas de la canasta en que se sumerge para encontrar su gravedad específica. El agregado fino, debido a que debe contener solamente sus partículas finas para realizar en ensayo con el picnómetro.
3. Si el agregado es grueso, secarlo con una franela a modo de dejar la superficie saturada y seca. Cuando la superficie del agregado está saturada y seca, su color se torna sin brillo. Si el

agregado es fino, secar el agregado a temperatura ambiente hasta que la superficie esté saturada y seca.

Una forma empírica de conocer si la superficie del agregado fino (arena) está saturada y seca, es tomar un puño de arena y presionarla. Si quedan partículas en exceso en la palma de la mano significa que aún no está en el punto de humedad que se requiere para realizar el ensayo.

Una forma más precisa de reconocer el estado de humedad de un agregado fino es utilizando un cono de absorción de arenas con dimensiones de un diámetro superior de 40 mm, diámetro inferior de 90 mm y una altura de 75 mm. El cono de absorción de arenas se utiliza en conjunto con un pisón de acero con una cara de contacto con diámetro de 25.4 mm, altura de 168 mm y un peso de 340 gr.



Ilustración 7. Secar la arena a temperatura ambiente.

Fuente: (propia, 2018)

Pasos para reconocer el punto de humedad de la arena entre "muy húmedo y "superficie saturada y seca" con el cono de absorción de arenas y el pisón de acero (ASTM C 128):

1. Tomar la arena que se tiene secando a temperatura ambiente y verterla sobre una superficie completamente plana.
2. Verter arena dentro del cono de absorción de arenas en 3 capas.



Ilustración 8. Verter la arena sobre el cono de absorción de arenas.

Fuente: (propia, 2018)

Cada capa debe ser de un tamaño de un tercio la altura del cono.

3. Apisonar diez veces la primera capa con el pisón de acero. Apisonar diez veces la segunda capa y 5 veces la última.
4. Levantar lentamente de forma vertical en un tiempo de siete segundos el cono.
5. Si la arena cae y las paredes del cono no contienen arena en exceso, significa que el punto de humedad requerido se ha alcanzado, de lo contrario se debe secar nuevamente la arena a temperatura ambiente.



Ilustración 9. Cono de absorción de arenas y pisón de acero.

Fuente: (propia, 2018)

Luego de obtener una muestra de agregado con una superficie saturada y seca se procede con los siguientes pasos:

Agregado grueso (ASTM C 127):

1. Llenar el tanque para realizar el ensayo de gravedad específica con agua a modo que cubra totalmente la canasta para densidades. El tanque tiene como especificación dimensiones de 600 mm x 500 mm x 1100 mm y un peso aproximado de 25 Kg.
2. Sostener la canasta para densidades bajo el gancho de la balanza con precisión de 0.1 gr. Las características de la canasta para densidades contemplan una malla No. 8, con diámetro base de 200 mm y 180 mm de profundidad.
3. Ingresar la canasta dentro del tanque y tarar la balanza a 0.00 gr.
4. Pesar de 2000 gr. a 3000 gr. de grava e ingresarla dentro de la canasta sin echar partículas fuera, puesto que afectaría el peso real dentro de la misma.

5. Anotar la lectura de la balanza. La lectura anotada será la lectura del agregado sumergido.
6. Retirar el agregado sumergido en su totalidad y secar al horno a 110 °C.
7. Realizar el cálculo de densidad específica. La fórmula de densidad específica es la siguiente:

$$GE = \frac{\text{Masa superficie saturada seca}}{(\text{Masa seca horno} - \text{Masa saturada en agua})}$$

8. Para encontrar el porcentaje de absorción del agregado se realiza el siguiente cálculo:

$$\% \text{ Abs.} = \frac{(\text{Masa superficie saturada seca} - \text{Masa seca en horno})}{\text{Masa seca horno}}$$

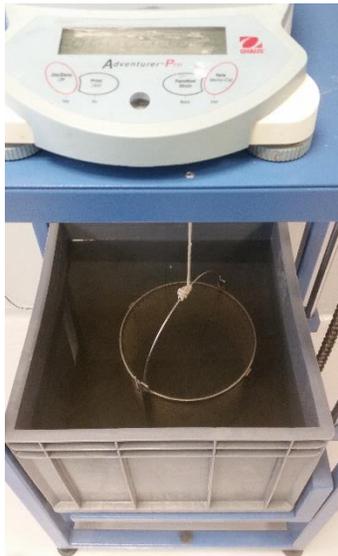


Ilustración 10. Marco para gravedad específica con el tanque con agua y balanza con precisión de 0.1 gr.

Fuente: (propia, 2018)

Agregado fino (ASTM C 128), Método del Picnómetro:

1. Llenar el picnómetro completamente con agua, pesarlo en la balanza y anotar su peso. Este peso será el peso del picnómetro más agua.
2. Pesar 500g de arena. Este peso será el peso de masa con superficie saturada seca.
3. Reducir la cantidad de agua en el picnómetro a la mitad.
4. Ingresar los 500 gr. de arena dentro del picnómetro.
5. Sostener el picnómetro con un ángulo de 45° y girarlo de 5 a 10 minutos. De ésta forma se eliminarán los vacíos dentro del agregado sumergido.

6. Llenar completamente el picnómetro con agua hasta rebalsar. En este paso la arena debe estar completamente en el fondo del picnómetro. Si la arena tiene partículas orgánicas como hojas diminutas, las mismas saldrán por el orificio del picnómetro, por lo tanto, continuar el proceso hasta que solamente salga agua.
7. Secar picnómetro con una toalla para pesar el picnómetro en la balanza y anotar su peso. Este peso será el peso de masa del picnómetro, más agua, más masa con superficie saturada seca.



Ilustración 11. Picnómetro más agua, más arena con superficie saturada seca.

Fuente: (propia, 2018)

8. Realizar el cálculo de gravedad específica para agregado fino de la siguiente manera:

Peso A: Masa del picnómetro más agua.

Peso B: Masa con superficie saturada seca.

Peso C: Masa del picnómetro más agua más la masa con superficie saturada seca.

$$GE = \frac{Peso B}{(Peso A + Peso B - Peso C)}$$

9. Botar el agua dentro picnómetro lo suficiente para poder retirar la arena con poca agua posteriormente. Durante el vertido de agua evitar la salida de la arena.
10. Colocar una bandeja sobre la abertura del picnómetro sin su tapa y girarlo de modo que la arena se desprenda de sus paredes.
11. Voltar el picnómetro de tal forma que quede perpendicular a la bandeja y dar giros suaves de manera que se desprenda la arena restante adherida a las paredes internas. Al mismo tiempo, desunir el picnómetro lentamente de la bandeja hasta que toda la arena esté dentro

de la bandeja. Si aún se encuentran partículas de arena en las paredes, hacer uso de una pipeta para rociarlas. Si aún se puede eliminar agua dentro de la bandeja sin tirar eliminar la arena, realizarlo.

12. Secar la muestra al horno a 110 °C.

13. Una vez la muestra esté totalmente seca, realizar el cálculo del porcentaje de absorción en agregado fino de la siguiente manera:

$$\% \text{ Abs.} = \frac{(\text{Masa superficie satura seca} - \text{Masa seca en horno})}{\text{Masa seca horno}}$$

### 3.2.7. MASA UNITARIA, NORMA ASTM C 29 (PESO VOLUMÉTRICO COMPACTADO Y SUELTO)

Después de homogenizar el agregado se procede a encontrar los pesos volumétricos compactados y sueltos en el recipiente llamado pie cúbico, siendo este una representación de un pie cúbico.

Para encontrar el peso volumétrico compactado para agregado fino y grueso:

1. Llenar el pie cúbico a un tercio de su altura con una cuchara. Se debe posicionar la cuchara a una distancia aproximada de cinco pulgadas sobre el borde del pie cúbico.
2. Realizar 25 inserciones en forma de espiral a la primera capa del agregado sin tocar el fondo del recipiente.
3. Llenar el siguiente tercio de la altura del pie cúbico.
4. Realizar 25 inserciones a la segunda capa del agregado. En este paso se debe tener contacto con la capa anterior ingresando la varilla lisa de 5/8 de pulg. de diámetro, una pulgada en la capa anterior.
5. Realizar los pasos tres y cuatro en el último tercio del pie cúbico.
6. Rasar la superficie del pie cúbico hasta que el agregado esté al mismo nivel de las aristas del recipiente.

Si el ensayo se realizó para un agregado grueso se tendrán que llenar los vacíos que se crean en la superficie del pie cúbico con el material restante.

Para encontrar el peso volumétrico suelto en agregado fino y agregado grueso:

Para encontrar el peso volumétrico suelto no se necesitan realizar inserciones.

1. Llenar el pie cúbico con una cuchara. En este paso se debe posicionar la cuchara a una distancia aproximada de cinco pulgadas sobre el borde del pie cúbico hasta llenarlo.
2. Rasar la superficie del pie cúbico hasta que el agregado esté al mismo nivel de las aristas del recipiente.

Si el ensayo se realizó para un agregado grueso se tendrán que llenar los vacíos que se crean en la superficie del pie cúbico con el material restante.



Ilustración 12. Llenando la última capa del pie cúbico.

Fuente: (propia, 2018)



Ilustración 13. Realizando inserciones.

Fuente: (propia, 2018)

### 3.2.8 IMPUREZAS ORGÁNICAS (COLORIMETRÍA), ASTM C 40

Para este ensayo se hace uso de una probeta de 250 ml y una muestra representativa del agregado fino que se utilizará para la elaboración del concreto.

Pasos conocer si el agregado tiene impurezas orgánicas:

1. Ingresar 100 gr. de agregado fino dentro de la probeta.
2. Añadir la solución de hidróxido de sodio con agua de tal manera que ésta cubra la arena con una capa de tres centímetros de espesor.
3. Agitar la probeta y dejar en reposo por 24 horas.
4. Comparar la solución con una tarjeta de colores que contiene cinco intensidades de colores y determinar el grado de materia orgánica contenido en el agregado fino.

Las materias orgánicas en grandes cantidades afectan la reacción química de hidratación del cemento durante el proceso de fraguado, retardándolo lo cual ocasiona una disminución en la resistencia y durabilidad del concreto. Realizando el ensayo de colorimetría permite elegir entre utilizar el agregado fino ensayado o no.

### 3.2.9 RESISTENCIA AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS POR MEDIO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES, ASTM C 131

1. Tomar una porción de agregado del banco de material.
2. Homogenizar el agregado para luego realizar el cuarteo y obtener una muestra representativa.
3. Tomar muestra de agregado de un primer cuadrante y con esta su opuesta diagonal para luego hacer pasar la muestra por el juego de tamices.
4. Llevar la muestra al agitador mecánico por 15 minutos.

Una vez finalizado el procedimiento con el agitador mecánico se retira el juego de tamices y se pesa la muestra retenida en cada uno de los tamices. Mediante las tablas 2 y 3 ubicadas en anexos determinar la gradación del agregado. La tabla 2 también Brinda el valor de peso original a utilizar.

5. Lavar el agregado sobre un tamiz No. 200 y posteriormente secar al horno a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
6. En la tabla 1 ubicada en anexos, encontrar la cantidad de esferas que se necesitan para llevar a cabo el proceso.
7. Ingresar la muestra de agregado y la carga abrasiva necesaria en la Máquina de Los Ángeles y hacer girar la máquina con revoluciones requeridas según la cantidad de material que se

tiene. Para un tamaño de muestra pequeño se deben dar 500 vueltas y para un tamaño grande 1000 vueltas.

8. Al finalizarse las revoluciones de la máquina se saca la muestra y se hace pasar por el tamiz No. 12.
9. El material que fue retenido por dicho tamiz se pesa y se procede a calcular los datos necesarios.

El grado de desgaste se expresará como la pérdida de material y en forma de porcentaje del peso original de la muestra. La fórmula para el porcentaje de desgaste es el siguiente:

$$\%Desgaste = \frac{\text{Peso original} - \text{Peso retenido en el tamiz No. 12}}{\text{Peso original}} \times 100$$



Ilustración 14. Cuarteo de la grava.

Fuente: (propia, 2018)



Ilustración 15. Carga abrasiva.

Fuente: (propia, 2018)

#### 4.1 VALIDACIÓN DEL DESEMPEÑO DE ADITIVOS MEDIANTE LA ELABORACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO, NORMA ASTM C 494

Las ventajas que brindan los aditivos que cumplen con las normas ASTM C 494 a los diseños de mezclas han ido evolucionando con el tiempo para resolver problemas relacionados con el uso del concreto. Los aditivos brindan beneficios como aumentar la facilidad de la colocación del concreto, mejorar las propiedades mecánicas del concreto y aumentar su durabilidad.

La industria química ha desarrollado sustancias para mejorar las características del concreto que previamente al uso de aditivos no podían mejorarse. Una de las mayores ventajas del uso de aditivos es la disminución de costo por mezcla de concreto elaborada y siempre manteniendo la calidad del mismo.

Ventajas para la elaboración del concreto hidráulico con la implementación del uso de aditivos:

- Tiempo de recorrido a largas distancias
- Mayor sostenimiento de trabajabilidad
- Altas resistencias iniciales y finales
- Altas reducciones de agua y mejores relaciones de agua / cemento.
- Se puede utilizar para diferentes tipos de obras, por ejemplo:
  - ▣ Prefabricados
  - ▣ Pilotes
  - ▣ Presas
  - ▣ Carreteras
  - ▣ Edificios
  - ▣ Proyectos en condiciones ambientales severas como ser obras portuarias
- Reducción del costo en la elaboración de concreto.
- Asegurar la calidad del concreto durante las etapas de mezclado, transporte, colocación y curado en condiciones ambientales adversas.
- Para superar eventualidades que surgen durante las operaciones de colado.

Alguno de los tipos de aditivos en la industria son los siguientes:

TIPO A. Reductores de Agua (Plastificantes).

TIPO B. Aditivos retardadores y (TIPO D) reductores de agua – retardadores.

TIPO C. Acelerantes y (TIPO E) reductores de agua – acelerantes (plastificantes – acelerantes).

TIPO D. Reductor de agua – retardador.

TIPO F. Reductores de agua de alto rango (superplastificantes).

TIPO G. Reductores de agua de alto rango – retardadores (superplastificantes – retardadores).

Se realiza un diseño de mezcla para una cantidad representativa que pueda mostrar el comportamiento del concreto con aditivo y sin aditivo.

Pasos para la elaboración de mezcla de concreto:

1. Verificar la limpieza de la mezcladora
2. Agregar agregado grueso y mezclar por 10 revoluciones.
3. Agregar agregado fino y mezclar por 1 minuto hasta obtener una mezcla homogénea de agregado grueso con agregado fino.
4. Agregar cemento y mezclar por un minuto hasta obtener una mezcla homogénea.
5. Agregar el agua de diseño a la mezcladora paulatinamente hacia el centro de la mezcladora de modo de humectar completamente la mezcla.
6. Anotar la hora de contacto del agua con el cemento.
7. Mezclar por 3 minutos.
8. Realizar el ensayo de asentamiento del concreto fresco según la norma ASTM C 143. Este revenimiento se anotará como revenimiento sin aditivo.
9. Llenar en una probeta de 1000 ml de capacidad, la dosis necesaria de aditivo según el diseño realizado. Con el agua de diseño se pueden lavar las paredes internas de la probeta para añadir la dosis retenida a la mezcla.
10. Mezclar por 3 minutos.
11. Realizar el ensayo de asentamiento del concreto fresco. Este revenimiento se anotará como revenimiento inicial con aditivo.

12. Mezclar por 2 minutos y pausar la operación de la mezcladora por el tiempo en el que se desee conocer la pérdida de trabajabilidad haciendo uso del aditivo.

#### 4.1.1 PRÁCTICA NORMALIZADA PARA MUESTREO DE CONCRETO RECIÉN MEZCLADO, NORMA ASTM C 172

El objetivo de la norma ASTM C 172 es proveer procedimientos normalizados para posteriormente realizar ensayos al concreto recién mezclado, es decir para el ensayo de contenido de aire, temperatura del concreto, elaboración de especímenes y asentamiento.

El tiempo en que se realizan los ensayos es un factor importante que se detalla de la siguiente manera:

Obtención de la primera muestra: 15 minutos

Ensayos de asentamiento, temperatura y contenido de aire: dentro de los primeros 5 minutos después de obtener la porción final de la muestra.

Fabricar los especímenes para ensayos de resistencia: 15 minutos después de sacar la muestra representativa.

Se debe tomar en cuenta que se debe proteger la muestra del sol, el viento, la contaminación y cualquier otra fuente que pueda ocasionar en la mezcla una evaporación rápida.

Procedimiento:

La muestra representativa por obtener debe ser mínimo de  $1\text{ Ft}^3$  y la forma de obtención se detalla de la siguiente manera dependiendo de donde se esté extrayendo la muestra:

1. Muestreo de mezcladoras estacionarias, excepto mezcladoras de pavimentación:

Tomar dos o más porciones a intervalos regularmente espaciados solamente de la porción media de la descarga durante esta se esté ejecutando.

2. Muestreo de mezcladoras de pavimentación:

Después de descargar el contenido total de la mezcladora de pavimentación, obtener muestras de al menos cinco porciones diferentes de la pila. En este procedimiento se debe tener cuidado de no contaminar la muestra con material subrasante.

3. Muestreo de camiones mezcladores de tambor giratorio o agitadores:

Tomar dos o más porciones a intervalos regularmente espaciados solamente de la porción media de la descarga durante esta se esté ejecutando.

4. Muestreo de camiones mezcladores abiertos, agitadores, equipo no agitador u otros tipos de contenedores abiertos:

Realizar cualquiera de los procedimientos de los demás escenarios.

Una vez seleccionada la muestra representativa, se procede a realizar los ensayos mencionados previamente a los intervalos de tiempo normados.

Proteger la muestra contra evaporación rápida y agentes contaminantes.

#### 4.1.2 ENSAYO PARA CONOCER EL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO, NORMA ASTM C 143

1. Humedecer las paredes interiores del cono y secarlo con una toalla de tal forma que el color de las paredes sea un color mate.
2. Colocar el cono cerca de la mezcladora y sobre una superficie plana, limpia y humedecida.
3. Colocar los pies sobre las orejas del cono para fijarlo contra el piso de tal forma que sea inamovible durante una parte del ensayo.
4. Sacar concreto de la mezcladora con una cuchara con base redondeada hueca y llenar el cono de Abrams a un tercio de su altura.
5. Realizar 25 inserciones con la varilla de 5/8 pulg. de diámetro, en forma de espiral sin tocar el fondo del cono hasta llegar al centro de la mezcla.
6. Sacar concreto de la mezcladora nuevamente y llenar el cono a dos tercios de su altura.
7. Realizar 25 inserciones tocando una pulgada de la capa anterior también en forma de espiral hasta llegar al centro de la mezcla.
8. Realizar los pasos 6 y 7 nuevamente con la capa restante del cono.



Ilustración 16. Cono de Abrams llenado hasta su última capa.

9. Rasar la superficie del cono con la varilla de 5/8 pulg. de diámetro.
10. Sostener el cono fuertemente de las orejas superiores con ambas manos contra el piso y retirar los pies de sobre las orejas inferiores del cono.
11. Levantar en un tiempo de siete segundos el cono en forma vertical sin balancearlo.
12. Voltear el cono a la par de la mezcla y colocar la varilla encima del mismo. Medir la distancia desde la parte inferior de la varilla hasta el centro de la mezcla. La mezcla puede tener su centro desplazado, en ese caso se mediría hasta ese punto de la mezcla. La distancia anotada será el revenimiento, el cual indica la trabajabilidad del concreto fresco.



Ilustración 17. Lectura de revenimiento.

Fuente: (propia, 2018)

#### 4.1.3 MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA MEDICIÓN DE TEMPERATURA DEL CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO RECIÉN MEZCLADO, NORMA ASTM C 1064

El objetivo de este método es para verificar que el concreto satisfaga los requerimientos específicos de temperatura. Realizar el ensayo vertiendo mezcla en una cubeta de 1 galón hasta llenarlo.

Procedimiento adquirido del Manual del Técnico Publicación CP-1S (10), Certificación del ACI, Técnico para pruebas al concreto en la obra – Grado 1:

1. Colocar el aparato medidor de temperatura en el concreto de modo que el sensor de temperatura este sumergido al menos 3 pulgadas. (75 mm).
2. Presione suavemente la superficie del concreto alrededor del aparato medidor de temperatura de modo que la temperatura ambiental no afecte la medición,
3. Deje el aparato medidor de temperatura en el concreto por un mínimo de 2 minutos, o hasta que la lectura se estabilice, pero no más de 5 minutos.
4. Lea y registre la temperatura del concreto fresco al 1 °F (0.5 °C) más cercano. No remueva el aparato medidor de temperatura del concreto cuando esté leyendo la temperatura.

#### 4.1.4 MÉTODO GRAVIMÉTRICO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO DEL CONCRETO RECIÉN MEZCLADO, ASTM C 138

1. Humedecer el tazón y secar con una toalla de tal forma que quede sin brillo.
2. Llenar en tres capas el tazón.
3. Dar 25 inserciones con varilla de 5/8 pulg. de diámetro y de 12 a 15 golpes con martillo de goma por cada capa. Recordar introducir la varilla una pulgada en la capa de concreto anterior al momento de realizar las inserciones.
4. Enrazar con tabla plástica con movimiento de sierra partiendo desde  $\frac{3}{4}$  del tazón hacia abajo y  $\frac{3}{4}$  del tazón hacia arriba.
5. Deslizar con su propio peso la regla metálica de manera inclinada.
6. Limpiar la orilla del tazón con toalla y también las paredes exteriores para obtener un peso real de concreto.

7. Determinar el peso neto del concreto haciendo uso de una balanza.



Ilustración 18. Enrazando la superficie del tazón para posteriormente pesarlo.

Fuente: (propia, 2018)

#### 4.1.5 MÉTODO DE PRESIÓN PARA DETERMINAR CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO RECIÉN MEZCLADO, ASTM C 231

Posteriormente a encontrar el peso unitario del concreto mediante el método gravimétrico, se puede proceder a encontrar el contenido de aire en el concreto recién mezclado con la misma muestra pesada.

Procedimiento para encontrar el contenido de aire en el concreto recién mezclado:

1. Humedecer la tapa y secar con una toalla de tal forma que quede sin brillo.
2. Sellar el tazón con la tapa y cerrando las orejas de forma opuesta, al mismo tiempo.
3. Insertar agua con una pipeta teniendo las válvulas abiertas hasta que el agua salga por la otra válvula.
4. Bombear aire hasta que el medidor indique el 3%.
5. Cerrar las válvulas y liberar el aire de recámara hacia la muestra de concreto.
6. Dar golpes suaves al medidor para obtener resultados más precisos del % del aire.



Ilustración 19. Dar de 12 a 15 golpes al tazón.

Fuente: (propia, 2018)

#### 4.1.6 MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA DETERMINAR POR EL MÉTODO VOLUMÉTRICO EL CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO RECIÉN MEZCLADO

Este método puede ser utilizado para determinar el contenido de aire de cualquier tipo de concreto incluyendo concretos ligeros.



Ilustración 20. Aparato para medir el contenido de aire en el concreto fresco.

Fuente: (propia, 2018)

Procedimiento:

1. Mojar la parte interior del tazón y secarlo con una toalla de tal forma que quede humedecido, pero sin brillo.
2. Llenar el recipiente con concreto en dos capas de igual profundidad. Distribuir el concreto uniformemente dentro del tazón moviendo el cucharón alrededor en el interior del tazón al momento de verterlo.
3. Apisonar cada capa con 25 inserciones sin varillar con mucha fuerza el fondo del tazón al momento de realizar las inserciones en la primera capa y al varillar la segunda capa hacer contacto con la capa anterior una pulgada.
4. Al momento de terminar de realizar las inserciones en la primera capa, golpear de 10 a 15 veces con el mazo sobre el área las paredes externas de la primera capa. Realizar este mismo procedimiento también con la segunda capa.
5. Remover la cantidad en exceso de concreto con la barra enrasadora de sobre la superficie hasta que quede nivelada.

6. Limpiar las paredes externas del recipiente con una toalla.
7. Mojar la parte inferior de la sección de arriba del medidor, incluyendo el empaque.
8. Fijar la sección superior al tazón e insertar el embudo.
9. Agregar al menos 0.5 L de agua seguido de alcohol isopropilo y anotar la cantidad de alcohol agregado.
10. Continuar agregando agua hasta la misma aparezca en el cuello de la sección superior.
11. Remover el embudo.
12. Ajustar el nivel del líquido con una jeringa de hule hasta que la parte inferior del menisco este a nivel con la marca cero.
13. Fijar y apretar el tapón impermeable al agua.
14. Voltear rápidamente el medidor y sacudir la base horizontalmente y volver el medidor a la posición vertical. Tener en cuenta no mantener invertido el equipo por mas de 5 segundos cada vez. Repetir este proceso por un mínimo de 45 segundos y hasta que el concreto se haya liberado. Si este proceso se está llevando a cabo correctamente, se escuchará el agregado moviéndose dentro del equipo.
15. Colocar una mano en el cuello del medidor y la otra en el patín y usando la mano en el cuello inclinar el equipo  $45^\circ$  con respecto a la posición vertical.
16. Girar el medidor y rodar de  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{2}$  a de vuelta hacia adelante y hacia atrás varias veces. Al momento de detenerse en los giros, hacerlo rápidamente.
17. Voltear la base del medidor aproximadamente  $\frac{1}{3}$  de vuelta y repetir los pasos 14 al 16 por aproximadamente 1 minuto. Si durante el rodamiento se encuentra fuga del líquido dentro del equipo, la prueba debe comenzarse de nuevo.
18. Poner el equipo en posición vertical y aflojar la parte superior para que se establezca la lectura del líquido en medidor. El nivel del líquido se considera estable cuando no cambia de 0.25 % de aire en un periodo de 2 minutos. Si toma más de 6 minutos para estabilizarse una lectura, o si la espuma toma 2 divisiones porcentuales del medidor sobre el nivel del líquido la prueba debe realizarse de nuevo y utilizar una medición de alcohol mayor a la que se utilizó inicialmente.

19. Al estabilizarse la lectura y no notar espuma en exceso, leer la parte inferior del menisco al 0.25% más cercano. Si el contenido de aire es mayor al 9% agregar copas calibradas de agua para que el nivel del líquido quede dentro del rango graduado del medidor. Anotar la cantidad de copas calibradas de agua agregadas y leer la lectura nuevamente.
20. Fijar y apretar el tapón impermeable al agua y rodar 1 minuto.
21. Tomar la lectura nuevamente. Si la lectura no cambia en más de 0.25% de la primera lectura, esta se puede tomar como la lectura final de la muestra ensayada, de lo contrario rodar 1 minuto más. Si al tomar la lectura nuevamente aún cambia en más de 0.25% la prueba debe realizarse nuevamente.
22. Descargar el recipiente fuertemente solamente una vez y observar si la pasta del concreto esta separada del agregado. Si la mezcla no esta segregada, el ensayo debe realizarse nuevamente.

#### 4.1.7 ELABORACIÓN DE ESPECÍMENES O "TESTIGOS", NORMA ASTM C 31

La elaboración de especímenes se hace posteriormente a obtener el revenimiento requerido al tiempo que se necesitaba. Los cilindros deben elaborarse en un área techada para evitar que agentes externos hagan contacto con los testigos.

Procedimiento para la preparación de los moldes independientemente de su tamaño o forma:

1. Cerrar las ranuras del molde y untar líquido desmoldante de Admix Off Plus en sus paredes internas.
2. Extraer una muestra representativa de concreto en una carreta limpia. La carreta debe estar levemente humedecida sin brillo.
3. Agitar y homogenizar la mezcla con una pala limpia.

Pasos para elaborar cilindros de 6 pulg. x 12 pulg.:

1. Verter mezcla a un tercio de la altura del molde.
2. Con una varilla lisa de 5/8 pulg. de diámetro y de punta redonda, realizar 25 inserciones a la mezcla en forma de espiral sin tocar el fondo del cilindro.

3. Dar de 12 a 15 golpes con un martillo de goma a la capa del cilindro hasta donde se llenó con mezcla para asentarla.
4. Realizar el mismo procedimiento 2 y 3 a cada tercio de la altura del cilindro.
5. Rasar la superficie del cilindro con una llana. En caso de que la mezcla esté muy fluida, rasar la superficie cuando la mezcla tenga un color mate.

Si el revenimiento de la mezcla tiene como resultado tres pulgadas o menor, no se recomienda realizar inserciones. En este escenario es necesario hacer uso de un vibro compactador para acomodar la mezcla dentro del cilindro. Al no hacer uso de un vibro compactador la pasta de la mezcla no se acomodará adecuadamente dentro del molde y al momento de realizar la ruptura del testigo su resistencia no será la real.

Para cilindros de 4 pulg. x 8 pulg.:

1. Verter mezcla de concreto a 1/2 de la altura el cilindro.
2. Con una varilla lisa de 3/8 pulg. de diámetro y de punta redonda, realizar 25 inserciones en la mezcla en forma de espiral sin tocar el fondo del cilindro.
3. Realizar los mismos pasos para la siguiente capa introduciendo la varilla hasta 1 pulg. de la capa anterior.
4. Rasar la superficie del cilindro con una llana, en caso de que la mezcla esté muy fluida, rasar la superficie cuando la mezcla tenga un color mate.



Ilustración 21. Cilindros elaborados.

Fuente: (propia, 2018)

#### 4.1.8 RUPTURA DE ESPECÍMENES NORMA ASTM C 39

Se realiza la prueba a compresión de dos especímenes por aditivo a los tres días, luego a los siete, catorce y veintiocho días de estar sumergidos. El proceso de sumergir los cilindros se llama proceso de curado.

Pasos para el proceso de curado:

1. Desmoldar los especímenes 24 horas después de haberlos elaborado.
2. Rotular la cara superior del espécimen con las especificaciones de la mezcla. Se rotula el nombre de aditivo que contiene, la fecha de elaboración, la hora de contacto de agua con el cemento, la dosis de aditivo añadida, el tipo de cemento, el revenimiento de la mezcla de concreto y la resistencia del diseño de mezcla.
3. Sumergir los cilindros completamente en una pila con agua.
4. Sacar los especímenes de la pila a los días que se desea conocer la resistencia alcanzada.

La ruptura de cilindros se realiza mediante la norma ASTM C 39 que también hace referencia a la ruptura de vigas de concreto.

Mediante las pruebas que se realizan en la empresa se puede generar la confianza en los clientes de que los aditivos que están utilizando son de calidad y si se adaptan a las condiciones de obra que requieren de acorde a la resistencia obtenida a cierta edad de curado de los especímenes.

Para la ruptura de cilindros se debe configurar la máquina de ruptura para el área del espécimen que se quebrará.

Pasos para realizar la prueba a compresión de especímenes:

1. Configurar la máquina compresora:
  1. En la pantalla digital presionar la opción set up.
  2. Presionar la opción Sample type
  3. Presionar el tipo de espécimen al que se le hará ruptura.
  4. Ingresar las dimensiones del espécimen.
  5. Presionar la opción exit hasta regresar a la pantalla inicial

6. Presionar el botón Tare para comenzar a realizar las rupturas. Las dimensiones ingresadas en el paso número cuatro deben observarse en la parte inferior izquierda.
2. Colocar los moldes que se utilizarán dependiendo del tipo de espécimen. Se debe tener en cuenta que los moldes deben ir centrados.

Los moldes incluyen:

1. Cabezal para transferir la carga que aplica la máquina a los especímenes.
  2. Para los cilindros de 4 pulg. x 8 pulg. Se necesita una base circular de acero para colocar el cilindro, esto ayuda a que el cilindro pueda tener contacto con el cabezal de la máquina. Los moldes de 6 pulg. x 12 pulg. no necesitan esta base para apoyarlos debido a que su tamaño si hace contacto con el cabezal sin la necesidad de una base.
  3. Los dos tipos de cilindros necesitan dos capas no adheridas que protegen ambas caras del cilindro. Las capas no adheridas ayudan a que la máquina transfiera la carga al cilindro. Ambas capas no adheridas requieren del uso de neopreno en su interior para contrarrestar las irregularidades de su superficie y para que el cilindro reciba la carga aplicada uniformemente.
  4. Para las vigas es necesario colocarlas de tal forma que el cabezal para vigas haga contacto en una superficie de 18 pulg. desde el centro de la viga hacia afuera.
3. Una vez colocado el espécimen se puede proceder a aplicar por medio de una palanca, el 10% de la carga.
  4. Por medio de la válvula, regular la velocidad en psi – seg.

Para cilindros de 4 pulg. x 8 pulg. se debe controlar la velocidad de psi – seg. manteniéndola dentro de un rango de 30 – 48 psi – seg., para un cilindro de tamaño de 6 pulg. x 12 pulg se debe manejar una velocidad de 28 – 42 psi – seg. y para una viga la velocidad a manejares de 2 a 3 psi – seg.

## 5.1 REGISTRO DE ACTIVIDADES OCTUBRE 8 DEL 2018 – 5 DE ENERO DEL 2019

Las actividades realizadas están sombreadas en los recuadros correspondientes a las fechas en que se realizaron. Los días ausentes debido a actividades realizadas en la universidad o días festivos están sombreados continuamente en columna vertical.

		Días de la primera semana (8-13 de Octubre)					
Actividad	Norma	8	9	10	11	12	13
Explicación de uso de máquina de prueba de compresión							
Reducción de muestra de agregados, por medio del método mecánico	ASTM C-702						
Ruptura de cilindros de 4 pulg. x 8 pulg. y 6 pulg. x 12 pulg.	ASTM C-39						
Informe de ruptura de especímenes para clientes							
Granulometría (tamizado)	ASTM C-33						
Prueba de mezcla con aditivos y ensayos al concreto fresco. Se tomaron humedades a los agregados, se realizaron revenimientos y se elaboraron especímenes.	ASTM C-494 / 143 / 31						

Ilustración 22. Actividades de la semana 1.

Fuente: (Propia, 2018)

		Días de la segunda semana (15-20 de Octubre)					
Actividad	Norma	15	16	17	18	19	20
Calorimetría							
Reducción de muestra de agregados	ASTM C-702						
Ruptura de cilindros de 4 pulg. X 8 pulg. Y 6 pulg. X 12 pulg.	ASTM C-39						
Informe de ruptura de cilindros para clientes							
Granulometría (tamizado)	ASTM C-33						
Prueba de mezcla con aditivos y ensayos al concreto fresco. Se tomaron humedades a los agregados, se realizaron revenimientos y se elaboraron especímenes.	ASTM C-494 / 143 / 31						

Ilustración 23. Actividades de la semana 2.

Fuente: (Propia, 2018)

		Días de la tercer semana (22-27 de Octubre)					
Actividad	Norma	22	23	24	25	26	27
Charla de diseño de mezcla	ACI 211						
Reducción de muestra de agregados por medio del método de cuarteo mecánico	ASTM C-702						
Ruptura de cilindros de 4 pulg. x 8 pulg. y 6 pulg. X 12 pulg.	ASTM C-39						
Ruptura de cilindros de 4 pulg. x 8 pulg. y 6 pulg. X 12 pulg. y vigas de 6 pulg. x 6 pulg. 18 pulg.							
Granulometría (tamizado)	ASTM C-33						
Prueba de mezcla con aditivos y ensayos al concreto fresco. Se tomaron humedades a los agregados, se realizaron revenimientos y se elaboraron especímenes.	ASTM C-494 / 143 / 31						

Ilustración 24. Actividades de la semana 3.

Fuente: (Propia, 2018)

		Días de la cuarta semana (29 de octubre al 3 de noviembre)					
Actividad	Norma	29	30	31	1	2	3
Visita de proyecto (El tornillo, hidroeléctrica)							
Prueba de extensibilidad con aditivo							
Ruptura de cilindros	ASTM C-39						
Informe de ruptura de especímenes para clientes							
Prueba de mezcla con aditivos y ensayos al concreto fresco. Se tomaron humedades a los agregados, se realizaron revenimientos, se encontró el contenido de aire y se elaboraron especímenes.	ASTM C-494 / 143 / 31						
Brindar charla de diseño de mezcla a la clase de materiales de construcción de UNITEC	ACI 211						

Ilustración 25. Actividades de la semana 4.

Fuente: (Propia, 2018)

		Días de la quinta semana (5-10 de noviembre)					
Actividad	Norma	5	6	7	8	9	10
Reducción de muestra de agregados por medio del método mecánico	ASTM C 702	■	■		■		
Preparación de agregados para realizarle ensayos		■	■		■		
Ensayo de gravedad específica y absorción	ASTM-C127 / 128		■	■	■		
Granulometría	ASTM C 33		■	■	■		
Prueba de mezcla con aditivos y ensayos al concreto fresco. Se tomaron humedades a los agregados, se realizaron revenimientos, se encontró el contenido de aire y se elaboraron especímenes.	ASTM C 494 / 143 / 31			■	■	■	
Ruptura de cilindros de laboratorio de 4 pulg. x 8 pulg. y 6 pulg. x 12 pulg.	ASTM C 39	■	■	■	■	■	■
Visita técnica al proyecto hidroeléctrico El Tornillo en Hidrovolcán					■	■	

Ilustración 26. Actividades de la semana 5.

Fuente: (Propia, 2018)

		Días de la sexta semana (12-17 de noviembre)					
Actividad	Norma	12	13	14	15	16	17
Prueba de mezcla con aditivos y ensayos al concreto fresco. Se tomaron humedades a los agregados, se realizaron revenimientos y se elaboraron especímenes.	ASTM C-494 / 143 / 31	■	■	■	■	■	
Ruptura de cilindros de laboratorio de 4 pulg. x 8 pulg. y 6 pulg. x 12 pulg.	ASTM C 39	■	■	■	■	■	■

Ilustración 27. Actividades de la semana 6.

Fuente: (Propia, 2018)

		Días de la séptima semana (19-24 de noviembre)					
Actividad	Norma	19	20	21	22	23	24
Ruptura de bloques de 21 pulg. x 6 pulg.	ASTM C-39			■			
Prueba de mezcla con aditivos y ensayos al concreto fresco. Se tomaron humedades a los agregados, se realizaron revenimientos	ASTM C-494 / 143 /	■	■	■	■	■	
Actualización de formatos de laboratorio						■	■
Ruptura de cilindros de laboratorio de 4 pulg. x 8 pulg. y 6 pulg. x	ASTM C-39	■	■	■	■	■	■

Ilustración 28. Actividades de la semana 7.

Fuente: (Propia, 2018)

Actividad	Días de la octava semana (26 de noviembre-1 de diciembre)						
	Norma	26	27	28	29	30	1
Taller de ensayos al concreto fresco impartido a SAYBE & ASO.	Varias						
Visita técnica al proyecto hidroeléctrico El Tornillo							
Ruptura de vigas de 6 pulg. x 6 pulg. x 18 pulg.	ASTM C 39						
Ruptura de cilindros de 4 pulg. x 8 pulg. y 6 pulg. x 12 pulg.	ASTM C 39						
Preparación de agregados para ensayos posteriores							
Granulometría (tamizado)	ASTM C 33						
Ensayo de gravedad específica y absorción	ASTM-C127 / 128						

Ilustración 29. Actividades de la semana 8.

Fuente: (Propia, 2018)

Actividad	Días de la novena semana (3-8 de diciembre)						
	Norma	3	4	5	6	7	8
Traslado de laboratorio a una nueva área dentro de la empresa							
Charla de ensayos a agregados y realización de ensayos	Varias						
Charla de ensayos al concreto fresco y realización de ensayos	Varias						
Día de certificación de técnico grado uno							
Ruptura de cilindros de 4 pulg. x 8 pulg. y 6 pulg. x 12 pulg.	ASTM C 39						

Ilustración 30. Actividades de la semana 9.

Fuente: (Propia, 2018)

Actividad	Días de la décima semana (10-15 de diciembre)						
	Norma	10	11	12	13	14	15
Convivio familiar entre el equipo de trabajo Lazarus & Lazarus							
Ruptura de cilindros de 4 pulg. x 8 pulg. y 6 pulg. x 12 pulg.	ASTM C 39						
Prueba de mezcla con aditivos y ensayos al concreto fresco. Se tomaron humedades a los agregados, se realizaron revenimientos y se elaboraron especímenes.	ASTM C-494 / 143 / 31						

Ilustración 31. Actividades de la semana 10.

Fuente: (Propia, 2018)

Actividad	Días de la décima primera semana (17-22 de diciembre)						
	Norma	17	18	19	20	21	22
Charla de aditivos impartida por Christian Cartagena	ASTM C 494						
Preparación de agregados para realizarle ensayos							
Ensayo de gravedad específica y absorción	ASTM-C127 / 128						
Granulometría	ASTM C 33						
Actualización de formatos de laboratorio							
Prueba de mezcla con aditivos y ensayos al concreto fresco. Se tomaron humedades a los agregados, se realizaron revenimientos	ASTM C-494 / 143 /						
Ruptura de cilindros de laboratorio de 4 pulg. x 8 pulg. y 6 pulg. x							

Ilustración 32. Actividades de la semana 11.

Fuente: (Propia, 2018)

Actividad	Días de la décima segunda semana (24-29 de diciembre)						
	Norma	24	25	26	27	28	29
Ruptura de especímenes de laboratorio	ASTM C 39						
Ingreso de datos previos de la y actuales a la fecha de la bitacora al almacenamiento en línea de la empresa							
Cuarteo mecánico y peso volumétrico de agregados	ASTM C 702 / 29						
Preparación de agregados para ensayos posteriores, incluye lavado y tomar los pesos secos de los mismos.							
Granulometría	ASTM C 33						
Gravedad específica y absorción para grava y arena	ASTM C 127 / 128						

Ilustración 33. Actividades de la semana 12.

Fuente: (Propia, 2018)

Actividad	Días de la décima tercera semana (31-5 de diciembre)						
	Norma	31	1	2	3	4	5
Cuarteo mecánico y peso volumétrico de agregados	ASTM C 702 / 29						
Preparación de agregados para ensayos posteriores, incluye lavado y tomar los pesos secos de los mismos.							
Granulometría	ASTM C 33						
Gravedad específica y absorción para grava y arena	ASTM C 12 / 128						

Ilustración 34. Actividades de la semana 13.

Fuente: (Propia, 2018)

## 6.1 OTRAS ACTIVIDADES REALIZADAS

### 6.1.2 MEJORA DE FORMATO DE CONTROL DE PRUEBAS DE ADITIVOS

Previamente a la mejora del formato de control de prueba de aditivos, las fórmulas a utilizar debían ingresarse manualmente y carecía de datos importantes que deben ser evaluados por el departamento de consultoría e investigación y desarrollo (control de calidad).

Con el formato actual se pueden ingresar las resistencias en PSI obtenidas a los tres, siete y veintiocho días de estar sumergidos en agua sin tener que ingresar las fórmulas manualmente y también pueden ingresar otros datos que son necesarios para el departamento de control de calidad.

1	FECHA	Tipo Cemento	Aditivo	Dosis (ml)	día de ruptura	Datos de Resistencias							
						3 días	%	día de ruptura	7 días	%	día de ruptura	28 días	%
3	11/19/2018	HE - R	Dx2#17	5 ML	11/22/2018		0%	11/26/2018		0%	12/17/2018		0%
4	11/19/2018	HE - R	Dx2#17-1	5 ML	11/22/2018		0%	11/26/2018		0%	12/17/2018		0%
5	11/19/2018	HE - R	Dx2 #18	5 ML	11/22/2018		0%	11/26/2018		0%	12/17/2018		0%
6	11/19/2018	HE - R	Dx lote	5 ML	11/22/2018		0%	11/26/2018		0%	12/17/2018		0%

Ilustración 35. Formato previo

Fuente: (Archivos de laboratorio Lazarus & Lazarus S.A. De C.V, 2019)

Control de Prueba de Aditivos													
Actividades no realizadas:	Fecha de Elaboración	Tipo de Cemento	Aditivo	Dosis (MI/Kg)	Diseño (PSI)	Rev. 5/A	Agua sobrante (MI)	Agua Faltante (MI)	Rev. C/A	Pérdida de Rev. en 15 min.	Pérdida de Rev. en 30 min.	Pérdida de Rev. en 60 min.	
	11/19/2018	Tipo I	Dx Lote	5	4000	2 1/4	406						
Revenimiento realizado por:	11/19/2018	Tipo I	Dx2 #17	5	4000	2 1/2							
Especímenes elaborados por:	11/19/2018	Tipo I	Dx2 17-1	5	4000	2 3/4							
contenido de aire y peso volumétrico realizado por:													
Datos de Resistencia				Datos de Resistencias									
Aditivo	Lecturas 3 a los días	Lecturas a los 7 días	Lecturas a los 28 días	Aditivo	Día de ruptura	3 días	%	Día de ruptura	7 días	%	Día de ruptura	28 días	%
Dx Lote				Dx Lote	11/22/2018	0	0%	11/26/2018	0	0%	12/17/2018	0	0%
Dx2 #17				Dx2 #17	11/22/2018	0	0%	11/26/2018	0	0%	12/17/2018	0	0%
Dx2 17-1				Dx2 17-1	11/22/2018	0	0%	11/26/2018	0	0%	12/17/2018	0	0%
Dx2 #18				Dx2 #18	11/22/2018	0	0%	11/26/2018	0	0%	12/17/2018	0	0%
Peso volumétrico				OBSERVACIONES									
Aditivo	Aire Inicial	Hora de Contacto A/C	Hora final de fraguado	Fraguado (Minutos)									
Dx Lote		12:06p.m.	10:50p.m.	0	Dx Lote								
Dx2 #17		10:06a.m.	7:10p.m.	0	Dx2 #17								
Dx2 17-1		10:06a.m.	10:27p.m.	0	Dx2 17-1								
Dx2 #18		12:06p.m.	9:45p.m.	0	Dx2 #18								

Ilustración 36. Formato actualizado

Fuente: (Archivos de laboratorio Lazarus & Lazarus S.A. De C.V, 2019)

### 6.1.3 PROPUESTA DE FORMATO PARA RECEPCIÓN DE AGREGADOS Y PRUEBA DE ADITIVO:



## Solicitud de Ensayo Laboratorio de Concreto



LL-10-R-06  
Edición: 01

Fecha de Solicitud: \_\_\_\_\_

Ensayo	Método	Reportar (Unidades de Medición)
1 Revenimiento	LLCII07	
2 Fraguado	LLCCI06	Minutos
3 Contenido de Aire	LLCCI10	%
4 Temperatura	LLCCI16	Grados Celsius
5 Resistencia a la Compresión 1d, 3d, 7d, 28d	LLCII14	PSI

Fórmulas/Productos a Ensayar	Cemento	kg/m3	A/C	ml/kg	Comentarios
1					
2					
3					
4					

PROYECTO:

OBJETIVO (S)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
GERENTE DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

\_\_\_\_\_  
LABORATORIO

\_\_\_\_\_  
REPRESENTANTE DE LA GERENCIA GENERAL

Ilustración 37. Formato de solicitud de ensayos actual.

Fuente: Archivos de laboratorio Lazarus & Lazarus S.A. De C.V, (2019)

Llenar el formato actual requiere de más tiempo para llenar las casillas.

**SOLICITUD DE ENSAYO (S)**

Empresa:	
Representante:	
Fecha de solicitud:	

**Ensayos para Agregados**

**Tipo de agregado (s):**

- Grava
- Cantidad de muestras: \_\_\_\_\_
  - Indicar tamaño (s): \_\_\_\_\_

- Arena
- Cantidad de muestras: \_\_\_\_\_
  - Indicar característica:
    - Fina
    - Gruesa
    - Otra: \_\_\_\_\_

- De río
- Triturada
- Otra: \_\_\_\_\_

**Ensayos solicitados:**

- Granulometría (ASTM C - 33)
- Masa Unitaria (ASTM C 29)
- Gravedad Específica (ASTM C 127/128)
- Absorción (ASTM C 127/128)

\_\_\_\_\_

Representante de la empresa solicitante

\_\_\_\_\_

Laboratorio

**Prueba de Aditivo (s)**

**Tipo de cemento (s):**

- Tipo I
- Tipo II
- HE - R
- GU
- Otro: \_\_\_\_\_

**Aditivo (s):**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Adición de materia (s) prima:**

- Ceniza Volante
- Humo de Silice
- Fibra
- Indicar tipo de fibra (s): \_\_\_\_\_

Otro: \_\_\_\_\_

**Elaboración de especímenes**

- Cilindros 4" x 8"
- Cilindros 6" x 12"
- Vigas 6" x 6" x 18"

**Prueba de extensibilidad**

**Indicar fechas a obtener datos de resistencia:**

- 3, 7, 28 días
- 1, 3, 7, 28 días
- Otro: \_\_\_\_\_

Ilustración 38. Propuesta de formato para solicitud de ensayos.

Fuente: Propia, (2019).

Con la propuesta del formato de solicitud de ensayos se proyecta llenar el pedido de una forma más rápida y sencilla y más completa.

## 7.1 CONCLUSIONES

1. Las clases más predominantes al momento de poner en práctica lo aprendido durante la carrera de Ingeniería Civil fueron las clases y laboratorios de concreto, laboratorios de vías de comunicación y mecánica de suelos.
2. Las normas utilizadas para ensayos a agregados permitieron el añadir conocimiento al momento de evaluar los agregados, haciendo uso de distintos procedimientos para conocer los materiales finos y gruesos más a profundidad. Los agregados juegan un papel muy importante en un diseño de mezcla ya que reduce los costos en su producción puesto que los agregados reducen el contenido de pasta de cemento por metro cúbico y ayuda a aportar la resistencia final del material.
3. Las normas utilizadas para ensayos al concreto fresco permitieron conocer más a profundidad las características que debe tener un concreto para que este pueda utilizarse. Se debe tener en cuenta la resistencia que se desea alcanzar, tomar en cuenta que la trabajabilidad está ligada con el contenido de aire que tenga el concreto al momento de colocarlo. Si el concreto no tiene la trabajabilidad deseada para colocarlo se puede hacer uso de materiales adicionales. Se debe dar importancia al curado y fraguado del concreto para obtener resultados requeridos.
4. Las normas utilizadas para el uso de aditivos permiten conocer acerca de los materiales adicionales que pueden utilizarse en el concreto para acoplar el hormigón a lo que se necesita en campo o para trasladarlo a largas distancias.
5. La relación entre la empresa y su clientela se basa en la honestidad, calidad de sus productos, servicio al cliente, responsabilidad, innovación y beneficio en costos para ambas partes.
6. Las actividades que fortalecieron el conocimiento sobre lo aprendido en carrera fue realizar ensayos al concreto fresco, ensayos a agregados, evaluar el desempeño de aditivos mediante la elaboración de mezcla de concreto, participar en las charlas impartidas para la certificación del IMCYC sobre ensayos al concreto fresco y ensayo a agregados.
7. Las actividades requeridas por la empresa durante la práctica profesional involucraron llevar un seguimiento de las fechas y resultados de las rupturas de especímenes de clientes y el

área de laboratorio, realizar ensayos a agregados finos y gruesos, ayudar a la elaboración de especímenes, brindar servicio al cliente para ruptura de especímenes e impartir una charla sobre diseño de mezcla de concreto a la clase de materiales de construcción de UNITEC.

## 8.1 RECOMENDACIONES

A las personas involucradas en la elaboración de concreto:

- Seguir las normas establecidas para realizar ensayos al concreto para obtener resultados reales.
- Trabajar ordenadamente al momento de realizar cada uno de los ensayos para cometer errores lo menos posible y apegarse a la norma.
- Tener los materiales y equipo adecuados para la realización de ensayos.
- Calibrar el equipo según las hojas técnicas de cada uno.
- Anotar y archivar los resultados obtenidos de cada prueba para hacer comparaciones y poder tener información amplia de las pruebas realizadas.

A la empresa

- Aumentar la cantidad de herramientas y materiales para abastecer la cantidad de pruebas que se realizan a diario.

A la universidad:

Elaborar mezclas de concreto realizando ensayos completos a los agregados. Realizar todos los ensayos normados al concreto fresco. Hacer uso de aditivos y otros materiales adicionales siendo estos fibras o ceniza volante entre otros para tener un amplio conocimiento de lo que se encuentra en las empresas para elaborar concreto.

## 9.1 BIBLIOGRAFÍA

1. IMCYC (2009), Técnico ensayo de agregados CP – 44 (09).
2. American Concrete Institute (2011), Guía para el contratista para la construcción en concreto de calidad.
3. Arthur H. Nilson, Diseño de Estructuras de Concreto.
4. Certificación del ACI, Técnico para pruebas al concreto en la obra – Grado I, Manual del Técnico Publicación CP – 1S (10).
5. Especificaciones del cono de absorción de arenas para encontrar el punto de humedad <https://www.pinzuar.com.co/pinzuar/es/productos/suelos/cono-absorcion-arenas/>
6. Especificaciones de la canasta para densidades para agregados gruesos <https://www.pinzuar.com.co/pinzuar/es/productos/suelos/canasta-para-densidades-2/>
7. Norma para granulometría combinada, ASTM C 136.
8. Norma para muestreo de agregados, ASTM D 75.
9. Norma para cuarteo mecánico para reducir muestra a tamaño de ensayo, ASTM C 702.
10. Norma para encontrar impurezas orgánicas, ASTM C 40.
11. Norma para encontrar gravedad específica y absorción en agregado grueso, ASTM C 127.
12. Norma para encontrar gravedad específica y absorción en agregado fino, ASTM C 128.
13. Método estándar de medición de temperatura, ASTM C 1064
14. Practica normalizada para muestreo de concreto recién mezclado, ASTM C 172.
15. Método para determinar el revenimiento en el concreto a base de cemento hidráulico, ASTM C 143.
16. Método gravimétrico para determinar el peso unitario, ASTM C 138.
17. Método de presión para determinar el contenido de aire en concreto recién mezclado, ASTM C 231.
18. Método volumétrico para determinar contenido de aire en el concreto recién mezclado, ASTM C 173.
19. Práctica normalizada para la preparación y curado de especímenes de ensayo de concreto en obra.
20. Ruptura de especímenes, ASTM C 39.

21. Ruptura de vigas, ASTM C 78.
22. Cabeceo de especímenes de neopreno, ASTM C 1231.
23. Diseño de mezclas, ACI 211.

## 10.1 ANEXOS

**Tabla 2 Requisitos de granulometría para agregados gruesos**

Número de Tamaño	Tamaño nominal (Tamices con aberturas cuadradas)	Cantidades más finas que pasan por un tamiz (abertura cuadrada) en porcentaje en masa													
		100 mm (4 in.)	90 mm (3½ in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2½ in.)	50 mm (2 in.)	37.5 mm (1½ in.)	25.0 mm (1 in.)	19.0 mm (¾ in.)	12.5 mm (½ in.)	9.5 mm (¾ in.)	4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)	300 µm (N° 50)
1	90 a 37.5 mm (3½ a 1½ in.)	100	90 a 100	—	25 a 60	—	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	—	
2	63 a 37.5 mm (2½ a 1½ in.)	—	—	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	—	
3	50 a 25.0 mm (2 a 1 in.)	—	—	—	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	
357	50 a 4.75 mm (2 in. A N° 4)	—	—	—	100	95 a 100	—	35 a 70	—	—	—	0 a 5	—	—	
4	37.5 a 19.0 mm (1½ to ¾ in.)	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	
467	37.5 a 4.75 mm (1½ A N° 4)	—	—	—	—	100	95 a 100	—	35 a 70	—	10 a 30	—	—	—	
5	25.0 a 9.5 mm (1 a ¾ in.)	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	—	—	—	
56	25.0 a 4.75 mm (1 a ¾ in.)	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	—	—	
57	25.0 a 4.75 mm (1 in. A N° 4)	—	—	—	—	—	100	95 a 100	—	25 a 60	—	0 a 10	0 a 5	—	
6	19.0 a 9.5 mm (¾ in a 3/8 in.)	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	—	—	
67	19.0 a 4.75 mm (¾ in a N° 4)	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	—	20 a 55	0 a 10	0 a 5	—	
7	12.5 a 4.75 mm (½ in. A N° 4)	—	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	—	
8	9.5 a 2.36 mm (¾ in a N° 8)	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
89	9.5 a 1.18 mm (¾ in a N° 16)	—	—	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
g <sup>A</sup>	4.75 a 1.18 mm (N° 4 a N° 16)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

<sup>A</sup>El Agregado de número de tamaño 9 está definido en la norma terminología NTG/ASTM C 125 como un agregado fino. Esta incluido como un agregado grueso cuando está combinado con un material de número de tamaño 8 para crear un número de tamaño 89, que es un agregado grueso según está definido por la norma Terminología NTG/ASTM C 125.

NTG-41007

Ilustración 39. Configuración de tamices.

Fuente: Norma ASTM C 131

Gradación	# de Esferas	Peso de la carga abrasiva
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15
E, F, G	12	5000 ± 25

Tabla 4. Permite determinar la cantidad de esferas y por ende el peso de la carga abrasiva en gramos.

Fuente: Norma ASTM C 131.

Tabla No. 2					
Granulometrías de los materiales que se ensayan para agregado grueso de tamaño pequeño (entre 2.5 mm y 40 mm)					
Tamices		Granulometrías de las muestras (peso en gr.)			
Pasa	Retiene	A	B	C	D
1 1/2	1	1250 ± 25			
1	3/4	1250 ± 25			
3/4	1/2	1250 ± 10	2500 ± 10		
1/2	3/8	1250 ± 10	2500 ± 10		
3/8	1/4			2500 ± 10	
1/4	No. 4			2500 ± 10	
No. 4	No. 8				5000 ± 10
<b>Peso original del material</b>		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Tabla 5. Determina el tipo de gradación de los agregados gruesos de tamaño pequeño que oscilan entre los 2.5 mm (No. 8) y los 40 mm (1 1/2 pulg.).

Fuente: Norma ASTM C 131.

Tabla No. 3				
Granulometrías de los materiales que se ensayan para agregado grueso de tamaño grande (entre 2 mm y 80 mm)				
Tamices		Granulometrías de las muestras (peso en gr.)		
Pasa	Retiene	E	F	G
3	2 1/2	2500 ± 50		
2 1/2	2	2500 ± 50		
2	1 1/2	5000 ± 50	5000 ± 50	
1 1/2	1	1250 ± 10	5000 ± 50	5000 ± 25
1	3/4			5000 ± 25
<b>Peso original del material</b>		10000 ± 50	10000 ± 25	10000 ± 25

Tabla 6. Determina el tipo de gradación de los agregados gruesos de tamaño pequeño que oscilan entre los 2 mm (No. 10) y los 80 mm (3 pulg.).

Fuente: Norma ASTM C 131.