

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL**



**UDH**  
UNIVERSIDAD DE HUANUCO  
<http://www.udh.edu.pe>

**TESIS**

---

**“ELABORACIÓN DE CONCRETO  $F'C = 175 \text{ KG/CM}^2$   
UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES  
COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2019”**

---

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

AUTOR: Alanya Chamorro, Jorge Luis

ASESORA: Boyanovich Ordoñez, Lili Tatiana

HUÁNUCO – PERÚ

2020

# U

## TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional ( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Proyectos Civiles  
**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2018-2019)**

## CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería Civil

**Disciplina:** Ingeniería Civil

## DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

# D

## DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 71334530

## DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 41948561

Grado/Título: Maestra en Gestión Pública

Código ORCID: Orcid.org/0000-0003-1751-1336

## DATOS DE LOS JURADOS:

# H

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Maestro en Ingeniería de Sistemas e Informática con mención en: Gerencia de Sistemas y Tecnología de Información	40895876	Orcid.org/0000-0001-7920-1304
2	Lambruschini Espinoza, Reyder Alexander	Título Oficial de Máster Universitario en Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente	45250659	Orcid.org/0000-0003-0701-2621
3	Villanueva Quijano, José Luis	Ingeniero Civil	22513478	Orcid.org/0000-0002-8421-9549



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO (A) CIVIL**

En la ciudad de Huánuco, siendo las 9:40 horas del día 06 del mes de MARZO del año 2020, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

Mg. Johnny Prudencio JACHA ROJAS (Presidente)

Mg. Reydar Alexander LAMBRUSCHINI Espinoza (Secretario)

Ing. José Luis Villanueva Quijano (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 162-2020-D-FI-UDH, para evaluar la **Tesis** intitulada:

" ELABORACIÓN DE CONCRETO F'c = 175 KG./CM<sup>2</sup> UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VÍAS PEATONALES COMO ADEGADO GRUESO, HUÁNUCO 2019 "

presentado por el (la) Bachiller ALANYA CHAMORRO Jorge Luis, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 16 y cualitativo de BUENO (Art. 47)

Siendo las 10:30 horas del día 06 del mes de MARZO del año 2020, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
Presidente

  
Secretario

  
Vocal

## **DEDICATORIA**

*La presente tesis está dedicado a nuestro Padre Celestial, quien con sus tiempos perfectos, y su bendición sobre mi persona, hizo posible que este gran anhelo fuera posible, así como a la virgen Maria, mi madre.*

*A mi abuelo Orestes Cielo, quien desde el cielo sé que siempre está velando por mi bienestar y acompañándome en cada peldaño del progreso en mi carrera profesional, esto va para ti abuelo.*

*A mis amadas y adoradas madres, Doris Miryam Chamorro Viscaya y mi abuelita Ada Viscaya Mendoza, quienes siempre representaron el amor y calor maternal, la expresión de aliento preocupación y orgullo por mi ser. A mis tíos Carlos, Edgar, Mercedes y Ariel, a mis primos Arif, Ariel, Fabricio y Carlitos, y a Sarita también.*

*A toda mi familia en general por haberme brindado su apoyo incondicional.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a la Universidad de Huánuco – Facultad de Ingeniería – E.A.P. de Ingeniería Civil, a los docentes, por compartir su conocimiento durante el periodo universitario que me tocó recorrer.*

*A las Ingenieras Lili Tatiana Boyanovich y Ericka García Echevarría asesoras y mentoras en la elaboración de mi trabajo de investigación, por su gran ayuda durante las consultas realizadas.*

*A mi amadísima madre Doris, por ser y seguir siendo la inspiración de lo que hoy en día soy como persona y profesional, así como también por los consejos brindados, a Claudia por su gran apoyo moral y sentimental en una dura etapa de mi vida, a mis grandes amigos Anthony, Max, Miguel, Franco, Davis, Kevin, Jose, Yan, por tantos momentos vividos. A mis demás amigos y amigas de la escuela de Ingeniería Civil, así como los de la escuela de Ambiental, Sergio, Carlos, Jhon y Fernando. A todos ustedes y a los que quizás esté olvidando y también fueron parte de mi crecimiento, gracias por la confianza en mi persona.*

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	IX
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	IX
ÍNDICE DE FOTOS .....	X
RESUMEN .....	XII
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XIV
CAPÍTULO I .....	15
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	15
1.1. Descripción del Problema .....	15
1.2. Formulación del Problema.....	17
1.2.1. Problemas Específicos.....	17
1.3. Objetivo General.....	18
1.4. Objetivos Específicos.....	18
1.5. Justificación de la investigación .....	18
1.6. Limitaciones de la Investigación .....	20
1.7. Viabilidad de la Investigación.....	20
1.7.1. Recursos Teóricos .....	20
1.7.2. Recursos Humanos.....	21
1.7.3. Recursos Éticos.....	21
1.7.4. Recursos Económicos.....	21
1.7.5. Recursos Tecnológicos .....	21
CAPÍTULO II .....	22
MARCO TEÓRICO .....	22
2.1. Antecedentes de la Investigación .....	22
2.1.1. Antecedentes Internacionales .....	22
2.1.2. Antecedentes Nacionales .....	25
2.1.3. Antecedentes Locales .....	28
2.2. Bases Teóricas.....	31
2.2.1. Concreto.....	31
2.2.2. Concreto Reciclado .....	107
2.2.3. Concreto $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ .....	108

2.2.4. Vías Peatonales .....	109
2.3. Definiciones Conceptuales.....	110
2.4. Hipótesis.....	113
2.5. Variables.....	113
2.5.1. Variable Independiente .....	113
2.5.2. Variable Dependiente .....	113
2.6. Operacionalización de Variables.....	114
CAPÍTULO III .....	115
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	115
3.1. Tipo de Investigación .....	115
3.1.1. Enfoque .....	116
3.1.2. Alcance o Nivel.....	120
3.1.3. Diseño .....	121
3.2. Población y muestra.....	122
3.2.1. Población.....	123
3.2.2. Muestra .....	125
3.3. Técnicas e Instrumento de recolección de datos .....	127
3.3.1. Para la recolección de datos .....	127
3.3.2. Para la presentación de datos.....	128
3.3.3. Para el análisis e interpretación de datos.....	128
CAPÍTULO IV .....	130
RESULTADOS .....	130
4.1. Procesamiento de datos .....	130
4.1.1. Diseños de Mezcla para concreto de $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , con y sin incorporación de concreto reciclado como parte del agregado grueso .....	130
4.1.2. Ensayos de compresión cilíndrica a los especímenes de concreto.....	135
4.1.3. Análisis Comparativo de las Resistencias a Compresión de probetas con ausencia y presencia de agregados reciclados, para los distintos tipos de porcentajes .....	139
4.2. Contrastación y Prueba de Hipótesis .....	144
4.2.1. Prueba de Hipótesis .....	144
4.2.2. Contrastación de Hipótesis .....	145
CAPÍTULO V .....	147
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	147
5.1. Contrastación de resultados del trabajo de Investigación .....	147
CONCLUSIONES.....	150
RECOMENDACIONES.....	152

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	153
ANEXOS .....	156
RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	157
RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR .....	159
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	161
DIAGRAMA DEL PROCESO DE TRABAJO EN LA INVESTIGACIÓN.....	163
PANEL FOTOGRÁFICO .....	165
ENSAYOS REALIZADOS EN EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	179
ENSAYOS PREVIOS PARA LOS AGREGADOS Y DISEÑOS DE MEZCLA PARA LOS PORCENTAJES DE 0%, 15%, 30% Y 45% DE AGREGADO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO.....	180
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LA MÁQUINA COMPRESORA Y PROGRAMACIÓN DE ROTURAS DE PROBETAS Y ENSAYOS PREVIOS DE CAMPO .....	219
ENSAYOS DE COMPRESIÓN CILÍNDRICA DEL CONCRETO A 7, 14 Y 28 DÍAS, PARA EL DISEÑO BASE CON 0% DE CONCRETO RECICLADO DE VÍAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO .....	226
ENSAYOS DE COMPRESIÓN CILÍNDRICA DEL CONCRETO A 7, 14 Y 28 DÍAS, PARA EL DISEÑO CON 15% DE CONCRETO RECICLADO DE VÍAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO. .	249
ENSAYOS DE COMPRESIÓN CILÍNDRICA DEL CONCRETO A 7, 14 Y 28 DÍAS, PARA EL DISEÑO CON 30% DE CONCRETO RECICLADO DE VÍAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO. .	272
ENSAYOS DE COMPRESIÓN CILÍNDRICA DEL CONCRETO A 7, 14 Y 28 DÍAS, PARA EL DISEÑO CON 45% DE CONCRETO RECICLADO DE VÍAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO. .	295
EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO, ANTES Y DESPUES DEL USO DEL MATERIAL RECICLADO DE VÍAS PEATONALES. (COMPARATIVA) .....	318

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Componentes químicos principales de las materias primas para la fabricación del cemento y sus proporciones .....	36
Tabla 2 Clasificación del agregado según su tamaño .....	48
Tabla 3 Resistencias a la trituración de las distintas rocas.....	54
Tabla 4 Tabla de los límites granulométricos del agregado fino .....	57
Tabla 5 Requerimiento de granulometría de los agregados gruesos.....	59
Tabla 6 Valores máximos admisibles para las sustancias presentes en el agua.....	68
Tabla 7 Clases de mezclas según su asentamiento.....	73
Tabla 8 Tiempos permisibles de curado según el clima .....	89
Tabla 9 Clasificación de la masa de concreto según la masa unitaria.....	95
Tabla 10 Tabla de Revenimientos recomendados para diversos tipos de construcción.....	98
Tabla 11 Requisitos aproximados de agua de mezclado y contenido de aire para diferentes revenimientos y tamaños máximos de agregados .....	99
Tabla 12 Contenido de aire .....	100
Tabla 13 Factores de corrección para desviación estándar “S” .....	101
Tabla 14 Resistencia a la compresión promedio requerida (Kg/cm <sup>2</sup> ) .....	101
Tabla 15 Resistencia a la compresión promedio requerida por nivel de control (Kg/cm <sup>2</sup> ) .	102
Tabla 16 Relación agua/cemento según la resistencia promedia requerida .....	102
Tabla 17 Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto .....	103
Tabla 18 Primera estimación del peso del concreto fresco .....	105
Tabla 19 Dimensiones de las aceras, estacionamientos y calzadas según el tipo de via.....	110
Tabla 20 Operacionalización de Variables .....	114
Tabla 21 Identificación de los elementos presentes en el diseño de la tesis .....	122
Tabla 22 Distribución poblacional de probetas de 0%.....	124
Tabla 23 Distribución poblacional de probetas de 15%.....	124
Tabla 24 Distribución poblacional de probetas de 30%.....	124
Tabla 25 Distribución poblacional de probetas de 45%.....	124
Tabla 26 Resumen de cuantificación de la población de probetas ensayadas .....	125
Tabla 27 Distribución muestral de probetas de 0% .....	126
Tabla 28 Distribución muestral de probetas de 15% .....	126
Tabla 29 Distribución muestral de probetas de 30% .....	127
Tabla 30 Distribución muestral de probetas de 45% .....	127
Tabla 31 Resumen de cuantificación de la muestra de probetas analizadas .....	127

Tabla 32 Resumen de las características de los materiales para los cuatro diseños de mezcla .....	130
Tabla 33 Proporciónamiento de materiales para un diseño con 0% de Ag. Reciclado.....	131
Tabla 34 Proporciones detalladas para un diseño con 0% de Ag. Reciclado.....	131
Tabla 35 Proporciónamiento de materiales para un diseño con 15% de Ag. Reciclado.....	132
Tabla 36 Proporciones detalladas para un diseño con 15% de Ag. Reciclado.....	132
Tabla 37 Proporciónamiento de materiales para un diseño con 30% de Ag. Reciclado.....	133
Tabla 38 Proporciones detalladas para un diseño con 30% de Ag. Reciclado.....	133
Tabla 39 Proporciónamiento de materiales para un diseño con 45% de Ag. Reciclado.....	134
Tabla 40 Proporciones detalladas para un diseño con 45% de Ag. Reciclado.....	134
Tabla 41 Intervalos de resistencia a compresión tipo 0% de Concreto Reciclado como A. Grueso.....	135
Tabla 42 Intervalos de resistencia a compresión tipo 15% de Concreto Reciclado como A. Grueso.....	136
Tabla 43 Intervalos de resistencia a compresión tipo 30% de Concreto Reciclado como A. Grueso.....	137
Tabla 44 Intervalos de resistencia a compresión tipo 45% de Concreto Reciclado como A. Grueso.....	138
Tabla 45 Prueba Estadística de Normalidad, diferencia de los datos de resistencia a compresión por porcentajes de agregado reciclado como parte del agregado grueso.....	144
Tabla 46 Comprobación del Cálculo de P-valor.....	145
Tabla 47 Prueba de muestras emparejadas de las resistencias a compresión entre el diseño base con 0% de agregado reciclado y sus respectivos porcentajes de prueba.....	146



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de extracción y clasificación del material a emplear. ....	36
Figura 2. Proceso de homogenización y molienda del material.....	37
Figura 3. Pre calentamiento de ciclones antes de ingresar al horno.....	38
Figura 4. Proceso de fabricación del Clinker en el horno. ....	38
Figura 5. Proceso de enfriamiento del Clinker.....	39
Figura 6. Proceso de molienda del Clinker. ....	39
Figura 7. Proceso de Expedición del cemento. ....	40
Figura 8. Mesa de Sacudida para realizar ensayos de fluidez.....	46
Figura 9. Estados de saturación del agregado. ....	66
Figura 10. Instrumentación necesaria para el ensayo de consistencia del concreto.....	72
Figura 11. Fases del procedimiento del ensayo de consistencia del concreto.....	73
Figura 12. Esquematización de la segregación de la mezcla de concreto.....	75
Figura 13. Esquematización de la exudación de la mezcla de concreto. ....	76
Figura 14. Aparato de Vicat con aguja de 16 mm (izquierda) y aguja de 645mm (derecha). 82	
Figura 15. Ensayo de flexión con carga en dos puntos. ....	91

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Límites superiores e inferiores de la granulometría de los finos. ....	57
Gráfico 2. Resistencia a la compresión en función de la relación a/c.....	85
Gráfico 3. Esfuerzos unitarios vs Deformaciones unitarias del concreto. ....	94
Gráfico 4. Flujograma de mezclas que se realizarán durante la investigación. ....	118
Gráfico 5. Esquematización de diseño experimental con pos prueba única y grupo de control. .....	121
Gráfico 6. Distribución porcentual de materiales para un diseño con 0% de Ag. Reciclado	131
Gráfico 7. Distribución porcentual de materiales para un diseño con 15% de Ag. Reciclado .....	132
Gráfico 8. Distribución porcentual de materiales para un diseño con 30% de Ag. Reciclado .....	133
Gráfico 9. Distribución porcentual de materiales para un diseño con 45% de Ag. Reciclado .....	134

Gráfico 10. Gráfica de la evolución del concreto tipo 0% de Concreto Reciclado como A. Grueso.....	135
Gráfico 11. Gráfica de la evolución del concreto tipo 15% de Concreto Reciclado como A. Grueso.....	136
Gráfico 12. Gráfica de la evolución del concreto tipo 30% de Concreto Reciclado como A. Grueso.....	137
Gráfico 13. Gráfica de la evolución del concreto tipo 45% de Concreto Reciclado como A. Grueso.....	138
Gráfico 14. Evolución de la Resistencia a Compresión del Diseño Base (0% de Agregado Reciclado). .....	139
Gráfico 15. Comparativa resistencia a la compresión 0% VS 15%.....	140
Gráfico 16. Comparativa resistencia a la compresión 0% VS 30%.....	141
Gráfico 17. Comparativa resistencia a la compresión 0% VS 45%.....	142
Gráfico 18. Visualización a detalle del diseño óptimo con agregado reciclado (30%) VS el diseño base (0%). .....	143
Gráfico 19. Diagrama del proceso de trabajo en la investigación.....	164

## ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1. Extracción de material grueso natural de planta chancadora.....	166
Foto 2. Extracción de material fino natural de cantera de río .....	166
Foto 3. Recolección de bloques rotos de concreto de vías peatonales, en jr Circunvalación .....	166
Foto 4. Carguío de tanda de bloques de concreto reciclado de vías peatonales.....	167
Foto 5. Concreto reciclado triturado listo para ser transportado a laboratorio.....	167
Foto 6. Determinación del contenido de humedad para la arena gruesa, la piedra chancada y el concreto reciclado (éste último presentó una humedad nula) .....	167
Foto 7. Lavado de la arena gruesa y la piedra chancada para eliminar impurezas (granulometría) .....	168
Foto 8. Tamizado de los materiales finos y gruesos para granulometría .....	168
Foto 9. Distribución del agregado reciclado triturado luego del ensayo de granulometría..	168
Foto 10. Ensayo de peso volumétrico: Varillado de material .....	169
Foto 11. Peso de material compactado para pesos volumétricos .....	169
Foto 12. Saturación de la arena gruesa superficialmente seca para ensayo de densidad relativa de finos.....	169

Foto 13. Pesado de fiola con la arena gruesa saturada para ensayo de densidad relativa de finos .....	170
Foto 14. Materiales gruesos sumergidos para el ensayo de densidad relativa de gruesos ...	170
Foto 15. Secado superficial del material grueso para el ensayo de densidad relativa de gruesos .....	170
Foto 16. Pesado de muestra representativa para ensayo de densidad de cemento .....	171
Foto 17. Inserción del material en fiola con fluido, para ensayo de densidad del cemento .	171
Foto 18. Pesado del cemento saturado con el fluido de la fiola de 500 ml .....	171
Foto 19. Sistema elaborado para el ensayo de equivalente de arena.....	172
Foto 20. Probetas con la arena gruesa insertada ya sacudida y saturada .....	172
Foto 21. Lectura de alturas asentadas de finos, limos arcillas y coloides .....	172
Foto 22. Pesado de los materiales para la elaboración de las mezclas de concreto .....	173
Foto 23. Mezclado en trompito de los materiales en laboratorio .....	173
Foto 24. Determinación del asentamiento de la mezcla fresca (slump).....	174
Foto 25. Ensayo para la determinación del peso volumétrico del concreto en estado fresco .....	174
Foto 26. Varillado manual en 3 capas, enrasado y toma de temperatura del concreto en estado fresco.....	175
Foto 27. Desencofrado o desmoldeo de las probetas tras 24 hr .....	175
Foto 28. Probetas desencofradas de los tipos 0%, 15%, 30% y 45%.....	176
Foto 29. Proceso de curado de los especímenes cilíndricos de concreto .....	176
Foto 30. Dimensionamiento y pesado de probetas previas a ser ensayadas en máquina compresora.....	177
Foto 31. Colocación del testigo de concreto en máquina compresora antes (izquierda) y después de ser ensayada (derecha).....	177
Foto 32. Pesado y secado de muestras representativas de las probetas rotas ya ensayadas, para determinación de densidades húmedas y secas .....	178
Foto 33. Ilustración de la falla en una probeta (izquierda) y distribución de partículas dentro de ésta al abrirla por su mitad (derecha) .....	178
Foto 34. Maquina compresora de especímenes cilíndricos de concreto, con vista a detalle del sticker de Certificación de Calibración dada por la empresa METROTEC METROLOGÍA Y TÉCNICAS S.A.C. ....	220

## RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo principal la obtención de concreto  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  utilizando concreto reciclado de las vías peatonales como agregado grueso en Huánuco. Se evaluó desde un inicio la calidad del material reciclado para poder llevar a cabo la elaboración de concreto  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  mediante ensayos en laboratorio en las que se determinó las propiedades físicas de la piedra chancada y del concreto reciclado triturado, posteriormente se realizó los diseños de mezcla y a partir de esta información obtenida se procedió a elaborar los testigos de concreto. Todo este análisis y elaboración se desarrolló durante cinco meses de estudio. La metodología aplicada para llevar a cabo este estudio fue la observación directa y la recolección de datos en formatos de laboratorio antes durante y después de rotura de probetas mediante la prensa hidráulica, para que de esta manera se examine los cambios producidos durante la elaboración del estudio hasta la comprobación de la hipótesis planteada. La elaboración de probetas de concreto con la adición de material reciclado de vías peatonales como parte del agregado grueso natural, fue planteada en tres proporciones diferentes (15%, 30% y 45%), para que por medio del ensayo de compresión cilíndrica se encuentre la proporción ideal que iguale o supere al del diseño convencional establecido al momento de la rotura. Al finalizar el estudio se determinó que la elaboración de concreto  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  utilizando concreto reciclado de vías peatonales como agregado grueso si puede obtener concreto con resistencia  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , demostrando de esta forma que los escombros generados en la demolición de vías peatonales en Huánuco, pueden ser utilizados como agregado grueso. La influencia de utilizar la misma planta chancadora para el material natural y reciclado, es relevante, al generar propiedades similares.

**Palabras clave:** Diseño de mezcla, concreto reciclado, vías peatonales.

## ABSTRACT

The main objective of this thesis is to obtain concrete  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  using recycled concrete from the pedestrian pathways as a thick aggregate in Huánuco. The quality of the recycled material was evaluated from the outset in order to carry out the production of concrete  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  by laboratory tests in which the physical properties of the crushed stone and the crushed recycled concrete were determined, subsequently the mixture designs were carried out and from this information obtained the concrete witnesses were prepared. All this analysis and elaboration was carried out during five months of study. The methodology used to carry out this study was direct observation and data collection in laboratory formats before and after the breakage of specimens using the hydraulic press, so that the changes produced during the preparation of the study until the hypothesis raised. The production of concrete specimens with the addition of recycled material of pedestrian paths as part of the natural thick aggregate, was raised in three different proportions (15%, 30% and 45%), so that through the cylindrical compression test the ideal ratio that equals or exceeds that of the conventional design set at the time of breakage. At the end of the study it was determined that the elaboration of concrete  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  using concrete recycled pedestrian paths as a thick aggregate if it can obtain concrete with resistance  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , thus demonstrating that the debris generated in the demolition of pedestrian routes in Huánuco, can be used as a thick aggregate. The influence of using the same crushing plant for natural and recycled material is relevant, in generating similar properties.

**Keywords:** Mixing design, recycled concrete, pedestrian paths.

## INTRODUCCIÓN

A raíz de la inmensa cantidad de concreto proveniente de la destrucción de obras de ingeniería que se genera diariamente alrededor del mundo, se está contaminando de forma incontrolable, los márgenes de los ríos, lagos y mares brindándonos así medios de vida insalubres para la población. Además a ello, la depredación de las laderas de los cerros para la extracción de material pétreo que se utiliza en la construcción, está generando una sobre explotación de las canteras que con el transcurso del tiempo, harán desaparecer lentamente nuestros recursos naturales.

Es por ello que a través de una alternativa de reutilización de recursos mal denominados o llamados “desperdicios”, se pretende generar concreto utilizable, proveniente de la trituración del material reciclado de vías peatonales, para que insertándolo como parte del agregado grueso, podamos generar concreto nuevo, con una resistencia a la compresión de  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ .

Desde un punto de vista práctico se justifica la mencionada propuesta, puesto que para la elaboración de elementos estructurales de resistencia especificada  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , se necesitará verificar la funcionabilidad de las probetas elaboradas, a través de los ensayos de compresión cilíndrica, las cuales nos arrojarán resultados precisos y confiables.

La presente tesis posee un tipo de investigación experimental y aplicada, con enfoque cuantitativo, de nivel correlacional y exploratorio. Así también cuenta con un diseño cuantitativo – experimental, de los experimentos “puros”, de tipo Diseño con pos – prueba únicamente y grupo de control. Para recolectar, organizar y procesar los datos de laboratorio, fue necesario el uso de fichas y organigramas, así como el uso de programas de computadora como el office Microsoft Excel y el IBM SPSS versión 25.

Finalmente cabe mencionar que existieron limitantes tales como la recolección de material útil (concreto libre de impurezas y agentes extraños) y el tiempo de espera para la obtención de resultados finales (debido al periodo de tiempo que genera el curado de los especímenes de concreto).

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Descripción del Problema

Debido a la gran cantidad de concreto que se desecha en la actualidad en todo tipo de elaboración de proyectos de Ingeniería estos van a parar a los márgenes de los ríos, playas, terrenos baldíos, etc. contaminando de esta manera el agua (cuando al momento de descargar con los volquetes estos llegan a ser depositados en los márgenes de los ríos, lagos y mar o en su peor caso son arrojados directamente en ellos de forma desordenada, problema que sucede principalmente cerca a las industrias, en el que los restos no se descomponen, o si lo hacen, producen sustancias tóxicas), el suelo (cuando mediante la acumulación de desmonte no autorizado se generan zonas en donde con el pasar del tiempo y la mezcla de suelos y desmonte ocurre una inestabilidad en el terreno, también cuando existe una degradación y una contaminación de ésta por la basura que también se combina con los cúmulos de material de escombros reciclados), y el aire (cuando por la acumulación de escombros de construcción y basura que generan al agruparlos en zonas no autorizadas, algunas personas optan por quemarlas al no obtener una solución adecuada a esta situación, generando así un terrible daño medioambiental)

Este fenómeno se da a nivel mundial como por ejemplo en Europa, en el año 2002 nos dice que en Alemania se está produciendo alrededor de 60 millones de toneladas de residuos de construcción y demolición, luego países como Reino Unido, Francia y España entre 30 y 40 millones, Italia y Holanda, 20 y 10 millones respectivamente y por último están Bélgica, Austria, Portugal, Dinamarca y otros que van de 0 a 10 toneladas. Teniendo en consideración que el registro presentado es de hace más de una década y que el avance acelerado de la modernización viene ocurriendo puede notarse que la situación de contaminación e impacto ambiental es mucho más grave.

La gran cantidad de escombros que se produce al año en los países que son altamente desarrollados, llega a ser aparte de un problema ambiental, también un problema social muy serio, esto ocurre debido a que se necesite

de terrenos de botaderos, lo cual implica una pérdida de espacios en los distintos territorios donde se lleven a cabo esta actividad de depositar y es que, a nivel mundial, el principal depredador de los recursos naturales, específicamente en cuanto a los agregados utilizados para la elaboración de elementos de concreto, es la industria de la construcción, tanto así que solo para uno darse cuenta de lo terrible del asunto, anualmente se produce al año 11 billones de toneladas de concreto, de los cuales 8 billones son agregados naturales. Luego posteriormente y a partir de ahí se generan inmensas cantidades de desperdicios, durante los procesos de construcción y también durante los procesos de demolición y restauración de edificios y obras ingenieriles.

En América latina, países como Brasil y México, han incorporado ya hace algunos años atrás, maquinas destinadas a elaborar agregado del concreto reciclado, cosa que en Perú aun no sucede debido a la poca demanda para implementar dichas maquinas, pero que cuando avance más el crecimiento del país, tendremos la necesidad de implementar y acudir a ésta técnica.

Solo en Lima, se generan 19 mil toneladas de desmonte al día de los cuales el 70% son arrojados a ríos y al mar, y solo el otro 30% son destinados a zonas autorizadas. Y es que la demolición también se ha convertido en un negocio tan rentable como la construcción puesto a que en un futuro los terrenos ganados al mar, serían lotizados como predios que multiplicaran su valor para ser vendidos como zonas de vivienda.

Allegándonos directamente a nuestro ámbito local, Diario El Correo (2015), se hace referencia a la falta de depósitos autorizados donde se puedan arrojar el desmonte de construcción, puesto a que éstos van a parar al rio Huallaga. La trabajadora de la defensoría del pueblo, Danitza Rosales Ramirez, urgió a los alcaldes a que se cumpla con la aplicación del Decreto Supremo 003 – 2013, donde se refiere a las responsabilidades y obligaciones que se deben tomar ante el tema en mención.

Finalmente en la ciudad de Huánuco, se pudo observar la cantidad de desperdicio de demolición que se generó en las principales obras de



remodelación ejecutadas. Así tenemos entre ellas la demolición del Hospital Regional Hermilio Valdizan (que generó 118 000 m<sup>3</sup> aproximadamente de desmonte en toda su edificación demolida, fue derivado a un botadero correspondiente a la Dirección de Transportes y autorizado por Municipalidad de Amarilis hacia la zona de Malconga) y el Complejo deportivo de Paucarbamba (que generó 23 000 m<sup>3</sup> de desmonte, y fue derivado a un botadero autorizado por la Municipalidad de Amarilis). También se pudo encontrar como punto de acumulación de material de escombros, y como lugar de estudio para la presente investigación a una obra de pavimentación de pistas y veredas (que generó 435 m<sup>3</sup> de desmonte entre veredas y sardineles, el cual fue a parar a un botadero autorizado por la municipalidad), ubicado en la prolongación del Jr. Independencia (Circunvalación), en el tramo entre la segunda entrada al Centro Comercial Real Plaza Huánuco y el puente del Jr. Huallayco. (Ver Panel Fotográfico en Anexos).

## **1.2. Formulación del Problema**

- ¿Se podrá elaborar Concreto  $f'c=175\text{Kg/cm}^2$  utilizando Concreto Reciclado de Vías Peatonales como agregado grueso, en Huánuco 2019?

### **1.2.1. Problemas Específicos**

- ¿Podrá obtenerse material reciclado del botadero seleccionado de concreto demolido de vías peatonales?
- ¿Será posible generar agregado grueso utilizable del procesamiento de residuos de concreto reciclado de vías peatonales por medio de una chancadora, determinando sus propiedades como agregado grueso?
- ¿Se podrá realizar el diseño del concreto  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  utilizando concreto reciclado de vías peatonales como agregado grueso?
- ¿Podrá alcanzarse la resistencia a la compresión de  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  en probetas, teniendo en cuenta que serán elaboradas con concreto reciclado de vías peatonales como agregado grueso?

### **1.3. Objetivo General**

- Obtener concreto  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  utilizando concreto reciclado de vías peatonales como agregado grueso, en Huánuco 2019

### **1.4. Objetivos Específicos**

- Obtener el material reciclado del botadero seleccionado de concreto demolido de vías peatonales.
- Generar agregado grueso utilizable del procesamiento de residuos de concreto reciclado de Vías Peventuales por medio de una chancadora, determinando sus propiedades como agregado grueso.
- Realizar el diseño de mezcla del concreto  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  utilizando concreto reciclado de vías peatonales como agregado grueso.
- Alcanzar una resistencia a la compresión de  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  en probetas, teniendo en cuenta que serán elaboradas con concreto reciclado de vías peatonales como agregado grueso.

### **1.5. Justificación de la investigación**

Debido a que en la actualidad de la construcción, los diseños de mezclas con agregados naturales convencionales para las estructuras, vienen haciéndose de una forma masiva, recurriendo a la sobreexplotación de nuestras canteras, y no se ve la preservación de las mismas, surge la propuesta de solución alternativa, reutilizando el concreto de las pistas y veredas como parte del agregado grueso.

La justificación Teórica de la investigación en estudio tiene como base fundamental el poder conocer si la materia de desperdicio de las vías peatonales en la ciudad de Huánuco resultará útil desde el punto de vista ingenieril, de acuerdo a todos los procesos de verificación para nuestro caso que están señalados en el Reglamento Nacional de Edificaciones, así como en las normas ASTM y NTP.

Puesto a que tenemos una situación alarmante debido a que no se cuentan con suficientes botaderos autorizados, es que surge esa propuesta alternativa, recurriendo a la actividad de reciclaje de los escombros de

construcciones viales. De esta forma minimizaremos la creación de botaderos ilegales y por ende también la contaminación de nuestros recursos.

Desde el punto de vista práctico, la presente investigación se justifica en la obtención de resultados precisos, confiables y que puedan realmente ser usados en el ámbito de la construcción, durante los procesos de elaboración de estructuras que requieran el esfuerzo máximo a compresión deseado para nuestro caso de  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ .

Siendo así nuestro enfoque en la reutilización de nuestros recursos erradamente denominadas “inservibles”, es que si aprovechamos la gran cantidad de escombros que generamos en obra, se podrá indagar y demostrar que mediante una nueva dosificación con la inclusión de esta materia en su contenido, lograremos alcanzar un concreto de buena calidad y que cumpla con lo establecido en nuestras normas.

La justificación metodológica que se empleará en la presente investigación para poder determinar la confiabilidad del uso de nuestro material de desmonte de vías peatonales, será mediante el método de ensayo a la compresión a partir de mis cilindros moldeados o testigos, en donde lo utilizaremos de acuerdo a lo indicado en la norma ASTM C31 “Práctica estándar para elaborar y curar cilindros de ensaye de concreto en campo” para el proceso de elaboración de mis probetas, y posteriormente aplicando lo que nos indica la norma ASTM C39 “Método estándar de prueba de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto”, para lo referido al proceso en sí de ruptura y procesamiento de datos en laboratorio.

Se pretende conseguir con los resultados finales de nuestra exploración, un aporte verdaderamente confiable para poder reutilizar un porcentaje de concreto reciclado de las vías peatonales de la ciudad de Huánuco, dentro de la dosificación convencional para la resistencia propuesta.

## **1.6. Limitaciones de la Investigación**

Las limitaciones que se presentaron, fueron a causa de los inconvenientes por los que se atravesó para conseguir los objetivos trazados, siendo el primer factor limitante el hecho de no contar de manera inmediata con el material de desmonte de una vía peatonal específicamente, puesto a que a la visita de varios botaderos ubicados en los alrededores de la ciudad, éstos contenían inmersos en ella, materiales no compatibles con los que se buscaba, tales como morteros de baja calidad, restos de ladrillos, aceros sulfatados dentro de bloques de concreto, plásticos, madera, etc.

El segundo factor limitante y que también tuvo gran importancia, fue el factor tiempo que estuvo directamente relacionada a la espera que se generó durante el proceso de saturación de muestras, y principalmente del curado de nuestras probetas cilíndricas, puesto a que durante todo este periodo, no se pudo realizar actividad alguna, y por ello se retrasó la obtención de resultados.

Finalmente el tercer limitante para lo que se evaluó fue el costo que generó el desarrollo y la ejecución del estudio investigado, debido a la cantidad de ensayos que se aplicaron, y el número de veces.

## **1.7. Viabilidad de la Investigación**

El informe final de investigación que se presenta, tuvo un enfoque a la posibilidad de poder utilizar concreto reciclado de vías peatonales de la ciudad de Huánuco, para poder crear nuevo concreto de resistencia a la compresión  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , a partir de la trituración de este material de desmonte, para poder ser utilizado como parte del agregado grueso, y ésta propuesta es viable pues cuenta con los siguientes recursos.

### **1.7.1. Recursos Teóricos**

La viabilidad en el aspecto teórico para la presente investigación, fue posible puesto a que se contó con las teorías básicas y avanzadas a nivel nacional e internacional sobre lo concerniente al tema de tecnología de concreto y estudios sobre residuos de construcciones y demoliciones, además de revistas e información de primera mano en internet.

### **1.7.2. Recursos Humanos**

En cuanto a lo viable en el factor Recursos Humanos, decimos que resultó procedente debido a que el estudio en investigación se realizó en el laboratorio implementado de la Universidad de Huánuco en La Esperanza, lugar donde se efectuaron los ensayos pertinentes con la colaboración de un personal profesional especializado en la materia, además de los aportes propios del laboratorista en turno.

### **1.7.3. Recursos Éticos**

Durante el transcurso de la presente investigación no se generaron daños al personal activo, ni a personas que transitaron por el laboratorio en cuestión. Tampoco existieron daños de índole medio ambientales puesto a que por lo contrario, la re utilización de material de desmonte de las vías peatonales, contribuyeron a combatir la contaminación que genera la acumulación de desperdicios sólidos en los botaderos.

### **1.7.4. Recursos Económicos**

La viabilidad económica de la investigación, resultó posible puesto a que el alcance financiero de la utilización de agregados reciclados en la elaboración de mezclas y rotura de probetas de concreto, no fue posteriormente significativo, en comparación a lo que resultaría emplear medios de canteras naturales, siendo de esta manera beneficiosa y por ende no supuso un limitante para el problema que se buscó solucionar.

### **1.7.5. Recursos Tecnológicos**

Finalmente se le dio la respectiva viabilidad en el aspecto tecnológico, puesto que para la realización de las operaciones necesarias para determinar si nuestra solución es posible, contamos con los instrumentos y las maquinas necesarias para el procesamiento y obtención de resultados, tales como una laptop, y primordialmente la máquina de ensayo a compresión de prensa hidráulica, la cual nos permitió efectuar la rotura de nuestras probetas y determinar la resistencia a la compresión esperada.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la Investigación**

##### **2.1.1. Antecedentes Internacionales**

Martinez, Iris y Mendoza, Carlos. (2006). *Comportamiento Mecánico de Concreto fabricado con Agregados Reciclados* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México, México.

En la investigación desarrollada por los autores mencionados, se hace un enfoque acerca del desmonte generado de las plantas premezcladoras de concreto, el cual resulta ser un problema de residuos sólidos muy alarmante. Nos comentan que este desmonte podría ser aprovechado para crear agregados. En esta investigación muestran el comportamiento de concretos elaborados con agregado reciclado a partir de distintas formas del consumo de cemento cuyos resultados arrojaron que existe similitud en cuanto al comportamiento de un concreto obtenido con agregado natural y con agregado reciclado, lo cual recomienda que puede ser usado como un concreto de segunda clase, respecto con el Reglamento de Construcción del Distrito Federal (RCDF). Al finalizar la inspección y análisis realizado a esta materia los autores concluyeron con lo siguiente:

- ✓ El concreto reciclado para elaborar agregado grueso y suplir al natural es una práctica que debe empezar a realizarse muy prontamente, debido a que la disponibilidad de banco de materiales pétreos disminuye día con día.
- ✓ En esta investigación se demostró que el agregado reciclado de adecuada granulometría genera mezclas de buena calidad y posee un comportamiento mecánico equivalente al de los concretos naturales.
- ✓ Los concretos reciclados pueden ser usados como concreto de clase dos, lo que lo cataloga como un concreto con variadas aplicaciones nada despreciables.

Cruz, Jorge y Velázquez, Ramón. (2004). *Concreto Reciclado* (Tesis de Pregrado). Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del Instituto Politécnico Nacional de México, México.

Los autores en la presente investigación hacen una explicación sobre cuáles son los orígenes problemáticos que abarca el material de desmonte y descubrieron que a raíz de los constantes cambios de patrones de suministro, sollicitación de materiales y la gran preocupación por preservar la calidad ambiental es que existen estos mencionados materiales tal como los escombros de construcción los cuales pueden ser empleados como agregados para el concreto.

También afirmaron producto de la indagación realizada que si se recicla el concreto demolido se solucionarían problemas muy graves, puesto a que es un tema primordial el tener que implementar en la construcción algunos cambios que logren contribuir al mejoramiento y conservación del entorno natural.

Finalmente los autores llegaron a darse cuenta que no se puede hacer a un lado la inminente contaminación que se vive en México, y mientras no haya control demográfico y cultura de reciclar los desechos, se acrecentaran los botaderos clandestinos, resultando con esto focos infecciosos cuyas futuras generaciones tendrán que pagar las consecuencias. Siendo así la preocupación de indagar y darle un tratamiento reciclable a estos materiales, es que los autores al finalizar la investigación mencionada llegaron a las siguientes conclusiones:

- ✓ Desde un punto de vista técnico, el desecho de concreto que sea libre de algún contaminante, es un ideal sustituto del agregado grueso en la fabricación de un concreto nuevo. Son aceptables las propiedades de trabajabilidad, durabilidad y rigidez de este tipo de concreto.
- ✓ El concreto con agregado reciclado posee una resistencia menor en relación con el concreto con agregado natural usando la misma composición, pero esta puede manipularse (por ejemplo aumentando la cantidad de cemento), para poder lograr que tengan la misma resistencia.

- ✓ Existen importantes atractivos frente al uso de materias primas naturales al reciclar el concreto demolido, la gran ventaja conlleva a que se soluciona de forma paralela, la eliminación de estos materiales y que aprovechándolos se minimiza la extracción de recursos naturales primarios.

Vanegas, Juliana y Robles, Juan. (2008). *Estudio Experimental de las Propiedades Mecánicas del Concreto Reciclado para su uso en edificaciones convencionales* (Tesis de Pregrado). Pontificia Universidad Javeriana de Colombia, Colombia

La investigación realizada en Colombia, nos narra la situación por la que atraviesan debido a la generación de escombros de construcciones y demoliciones, puesto a que éstas suelen ser masivas y que al ser arrojados a escombreras generan una gran contaminación del suelo y también del ambiente. Los autores describen que el material desperdiciado tiene la capacidad de generar un nuevo concreto de propiedades similares a las del concreto convencional.

A raíz de este descubrimiento es que la investigación se torna experimental, siendo esto posible mediante la reutilización del concreto endurecido, proveniente de cilindros descartados de un laboratorio. Estos son triturados a fin de obtener un agregado grueso. Los investigadores propusieron tres porcentajes de uso para el agregado reciclado en la incorporación de la dosificación convencional, siendo éstas el de un 0%, 50%, y 100% de agregado reciclado, sustituyente al grueso natural.

Como capítulo final de su exploración, fundieron vigas y cilindros a los ensayos de flexión, compresión, módulo de elasticidad y de retracción y realizaron un curado el cual fue expuesto a ambientes favorables y desfavorables. De los resultados obtenidos, los autores concluyeron en lo siguiente:

- ✓ La manejabilidad del concreto se afecta por el tipo de agregado y también por sus características de humedad y absorción. Esto arrojó que a mayor cantidad de agregado reciclado, la manejabilidad de la mezcla es menor. Se recomendó usar aditivo plastificante.



- ✓ En el ensayo a compresión, las mezclas con agregado reciclado tuvieron una pequeña disminución de su resistencia en comparación con el testigo. Probablemente esto resultó por la diferencia de texturas entre los agregados naturales y reciclados.
- ✓ Los valores de módulo de elasticidad se redujeron al usar agregado reciclado y son menores a los predichos en las ecuaciones de la Norma Sismo Resistente  $E = 3900(f'c)^{0.5}$  Mpa. Las muestras no curadas, a los 28 días, obtuvieron mayores valores de módulo con respecto al testigo.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

Saldaña, José y Viera, Neiser. (2014). *Estudio de la Resistencia del Concreto, utilizando como agregado el Concreto Reciclado de Obra* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional del Santa de Chimbote, Perú

Los autores inician su proceso de investigación descubriendo que el reciclaje de residuos de construcción y demolición se viene estudiando desde hace muchos años atrás, y que sin embargo no existen apuntes que lo conceptualicen como un elemento a ser desechado de funciones de resistencia. Aun teniendo estos precedentes, descubren que su empleo actualmente es limitado por la escasez experimental sobre sus características estructurales.

Luego realizaron un completo análisis del agregado reciclado, dosificando cuatro mezclas de concreto con variados porcentajes de este mismo agregado reciclado, (0%, 25%, 50% y 100%) con resistencias a compresión de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  y de  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , elaborando en total 72 testigos, teniendo 36 testigos de una resistencia (210) y 36 de la otra (175).

Finalmente mencionan que para todas las mezclas de concreto utilizaron arena natural y agregado grueso natural, de las canteras La Cumbre y Huambacho respectivamente. Y también señalan que al finalizar con todo el proceso realizado para probar sus propuestas, concluyeron con lo siguiente:

- ✓ La muestra con 25% de agregado reciclado, muestra un incremento en la resistencia a la compresión, de forma ascendente y homogénea,

pero sus gastos operativos de su producción son mayores en comparación con la utilización del 50% de agregado reciclado.

- ✓ Se concluye que el porcentaje más eficiente del agregado de concreto reciclado a usar, según los resultados obtenidos, es el que utiliza el 50% de agregado reciclado y el otro 50% de agregado natural, pues en esta mezcla la resistencia a la compresión aumenta y es homogéneo
- ✓ La mezcla con aporte total de agregado reciclado (100%) arroja una irregularidad en cuanto a la resistencia a la compresión, siendo no homogénea ni uniforme, puesto a que presentan alta inestabilidad. Se recomienda para obras de poca envergadura (pisos, veredas, sobrecimientos)
- ✓ Las propiedades físicas de nuestro agregado reciclado, como el peso específico, absorción y pesos unitarios, dependen directamente de donde se extrajo dicho material de desmonte.

Asensio, Armando. (2014). *Efecto de los agregados de Concreto Reciclado en la Resistencia a la Compresión sobre el concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$*  (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú

La investigación empieza desarrollando la situación actual de Cajamarca, donde menciona que hay una abundante cantidad de residuos de concreto desechados como escombros, y que éstos se pueden usar para elaborar agregado reciclado, pudiendo suplir a los agregados de origen natural, pues estos están mermando por la alta demanda que existe a raíz de la construcción. Continuando con el desarrollo de la tesis el autor muestra el efecto que genera el agregado de concreto reciclado en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , según la normativa NTP 339.183:2013 o ASTM 192 a los 28 días de edad.

Finalmente se evidencia que los resultados de la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  con agregado reciclado es 15.49% menor que el de una mezcla de concreto con agregado natural. Además de concluir en otros aspectos como los que se muestran a continuación.

- ✓ La mezcla de concreto fabricado con agregado reciclado de pavimento rígido de resistencia  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  es más ligero en  $147 \text{ Kg/m}^3$  que el concreto fabricado con agregados naturales.
- ✓ Las características del concreto elaborado con agregados reciclados se aminoraron, siendo el módulo de elasticidad menor en 12.98% y la deformación menor en 18.7% con respecto al concreto fabricado con agregados naturales a los 28 días.
- ✓ Para lograr la resistencia deseada de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , el concreto fabricado con agregado reciclado necesitó de una bolsa por metro cubico más de cemento, lo que lo hace encarecer en 2.8% con respecto al concreto fabricado con agregados naturales
- ✓ La elaboración en general del concreto con agregado reciclado resulta ser más económico en un 6.5% en relación al concreto fabricado con agregados naturales.

Condori, Yuri. (2015). *Reutilización de Agregados en la Producción del Concreto para edificaciones en la ciudad de Juliaca* (Tesis de Pregrado). Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, Perú

En la presente investigación, el autor hace una mención ya descubierta de que los residuos provenientes de elementos de concreto, ciertamente pueden volver a ser reutilizados empleando acciones de reciclaje, debido a que la ingeniería estableció tecnologías que le dan un nuevo propósito al material de construcción rechazado erróneamente, pudiéndose lograr la calidad requerida.

Continuando con el proceso expedido por el autor, éste consideró la adición de material de construcción reciclado dentro del agregado grueso en porcentajes específicos, siendo estos el 25%, 50%, y 75%, arrojando resultados satisfactorios en los posteriores ensayos de resistencia a la compresión y concluyendo en lo que se describe.

- ✓ En el ámbito de la construcción el reciclaje tiene un papel muy importante por ello es muy necesario planificar el manejo de residuos de construcciones y demoliciones para poder obtener agregados reciclados de la calidad requerida.

- ✓ Al momento de determinar las propiedades físicas resistentes de los agregados naturales y reciclados, se verificaron diferencias, pues el agregado natural de la Cantera Isla de Juliaca es de muy buena calidad, mientras que el agregado reciclado, si bien es cierto tiene características menores, sigue siendo aun de calidad, por lo que se concluye que con ambos agregados podemos obtener concretos estructurales de resistencia alta.
- ✓ Una vez realizados todos los ensayos se estableció que a mayor cantidad de agregado reciclado que se le aplique como sustituto del agregado natural, su resistencia a la compresión ira mermando a razón del 6% de su resistencia convencional.

### **2.1.3. Antecedentes Locales**

Chávez, Mario. (2015). *Planteamiento del diseño estructural de Pavimento Reciclado con Emulsión Asfáltica CSS – 1 en la carretera Rancho – Pachachupan* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco, Perú

La investigación nace realizando la inspección a una vía en específico, y en vista que dicha vía que es la carretera de la Ruta Nacional PE 18ª Rancho – Pachachupan, entre sus progresivas del Km 25 y 35 sufre un deterioro constante y se encuentra en mal estado, se plantea una propuesta de solución que conserve la vía como mantenimiento periódico.

El autor sostiene que el objetivo de esta investigación es diseñar una estructura de pavimento elaborado con material reciclado de pavimento antiguo afianzado con emulsión asfáltico de rotura catiónica lenta en dicho tramo.

Como resultado final de todos los ensayos realizados y diseños de variados espesores de pavimento el autor demostró que la propuesta en mención es una alternativa muy económica en comparación a un diseño de recapado convencional, teniendo a su vez un impacto positivo en cuanto a lo ecológico. A su vez al culminar la inspección se pudo llegar a las conclusiones que continúan.

- ✓ Lo ventajoso de la aplicación de un pavimento reciclado es el ahorro de material, pues al reutilizarlo evitamos un gasto excesivo de flete de transporte. Además es un método ecológico y limpio.
- ✓ Quedó demostrado que la estabilización del pavimento reciclado con la emulsión asfáltica CSS – 1, es un método muy económico, e incluso también se demostró que el reciclado sin estabilización es muy costoso comparado con el que está estabilizado.
- ✓ Se demostró que se puede diseñar una estructura de pavimento con reciclado de pavimento antiguo, y que ésta cumpla con el método de diseño Aashto 1993

Rubina, Nercy. (2016). *Análisis de la resistencia a la compresión del Concreto Autocompactante empleando Granulados de Concreto* (Tesis de Pregrado). Universidad de Huánuco, Perú

El autor hace mención que el objetivo de esta investigación es buscar determinar la resistencia de dos tipos de concretos autocompactantes, uno de ellos utilizando el 100% del granulado de concreto (concreto reciclado) y el otro utilizando el 100% del agregado tradicional, en los cuales ambas muestras tendrán en su contenido el superplastificante Chema Megaplast.

Para lograr esta meta el autor planea dos etapas, una por cada tipo de mezcla, en las que se rompieron sus respectivas probetas a los 3, 7, 14 y 28 días para ambos casos. En la primera etapa en la cual se utilizó el agregado reciclado, al romperse a los 28 días obtuvo una resistencia de  $f'c = 266 \text{ Kg/cm}^2$  y en la segunda etapa en la cual se utilizó el agregado convencional, al también romperse a los 28 días se obtuvo una resistencia de  $f'c = 279 \text{ Kg/cm}^2$ .

Finalmente se pudo evidenciar que la muestra con agregados naturales tuvo una mayor resistencia a la compresión que la muestra con agregado reciclado. Ello también se logró gracias a la caracterización de materiales utilizados que cumplieron con las normas NTP y ASTM. De estos ensayos y resultados obtenidos el autor concluyó en lo siguiente.

- ✓ Según los resultados que se obtuvieron al final de la investigación se concluyó que el granulado de concreto no aminora la resistencia a la compresión en el concreto autocompactante.

- ✓ La resistencia que ofrece el concreto dependerá de la relación agua cemento y no del agregado a emplearse, pues si bien es cierto el granulado de concreto reduce la resistencia con respecto a si usamos agregados naturales, no lo hace de una manera considerable, puesto a que la diferencia es pequeña y en ambos casos se sobrepasa el diseño.
- ✓ Al coger el cilindro ensayado que contenía agregado reciclado, se observó que había una buena distribución entre éstos y la pasta, concluyendo que el agregado reciclado se comporta como pasta, debido a que la línea de falla atraviesa el recorrido del cilindro sin experimentar desprendimientos, cosa que no ocurre con las piedras del agregado natural.

Cruz, Alberth. (2017). *Comparación de la resistencia mecánica a la compresión del Concreto elaborado con Residuos de Mármol* (Tesis de Pregrado). Universidad de Huánuco, Perú

En la investigación, el diseño realizado por el autor lo hace de manera experimental y tiene como finalidad comparar las propiedades más relevantes en estado fresco y endurecido, de dos mezclas de concreto, uno elaborado con agregados convencionales y el otro adicionándosele residuos de mármol. Para lograr dicho objetivo se estudiaron y analizaron las características de los agregados, normas técnicas peruanas e internacionales.

Los estudios fueron realizados a los 3, 7, 14 y 28 días, en el cual se determinó finalmente que la consistencia, trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto con residuos de mármol es mejor al que fue elaborado de manera convencional, y que la inclusión óptima de éste agente (residuos de mármol) es del 10% del agregado natural. Ya con los resultados en mano el autor tuvo las siguientes conclusiones.

- ✓ Añadiendo un 10% de residuos de mármol a los 28 días se logró alcanzar la mejor resistencia a la compresión, siendo esta de  $f'c = 279.18 \text{ Kg/cm}^2$ , algo que no ocurrió al agregar el 20% pues su resistencia se vio mermada a  $f'c = 232.98 \text{ Kg/cm}^2$ .

- ✓ En cuanto al aspecto económico técnico, se concluyó que la incorporación de residuos de mármol, muy aparte de ser trabajable resulta económico puesto a que este material de desperdicio tiene costo cero, pues vienen de trabajos empleados en remodelamientos del hogar, funerarias, etc.
- ✓ La resistencia a la compresión de la mezcla de concreto con adición de residuos de mármol influye directamente con el porcentaje incluido, ya que con 0% de inclusión a los 28 días obtuvo 268.01 Kg/cm<sup>2</sup>, con 20%, obtuvo 232.98 Kg/cm<sup>2</sup>, y con 10% (el más óptimo) obtuvo 279.18 Kg/cm<sup>2</sup>.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Concreto**

Durante el proceso de la presente investigación, es de vital importancia tener conocimiento de las características principales de un concreto convencional, para poder hacer la comparación respectiva con el concreto obtenido a partir de partículas recicladas de vías peatonales, descubriendo de esta manera las ventajas principalmente ecológicas que éste nuevo concreto nos pueda aportar.

Se le denomina concreto a la mezcla obtenida por el cemento Portland, agregados tanto fino como grueso, agua y aire en las proporciones necesarias para conseguir ciertas propiedades prefijadas, principalmente en cuanto a lo que se refiere a resistencia.

El agua y el cemento reaccionan de forma química, conglomerando las partículas de los agregados, resultando en un material heterogéneo. En algunas ocasiones se suele adicionar unas sustancias llamadas aditivos, las cuales tienen el papel de mejorar o modificar algunas de las propiedades del concreto. (Abanto, F. (1996). Tecnología del Concreto. Lima: San Marcos. p.11)

El proceso de obtención del concreto inicia desde la utilización de un aglomerante, que es por lo general el cemento portland, agua y agregados. Estos agregados son elementos áridos que tienen una dimensión establecida

y que se clasifican en finos y gruesos, gravilla y grava. Lo que hace que las propiedades mecánicas se modifiquen en la mezcla, es la variación en cuanto sus proporciones utilizadas de los componentes del concreto, así como también dependerá de estas proporciones la trabajabilidad al aplicarse el material.

En la construcción, la denominación de mortero se le otorga a la mezcla de cemento, arena y agua. Pero para que se logre obtener una materia con mayor estabilidad, resistencia y duración, es necesaria la adición de un agregado con las medidas parecidas a las de pequeñas piedras o en su defecto, ligeramente más grandes. (Umacon. (2016). ¿Cuál es la diferencia entre Cemento, Concreto, Hormigón y Hormigón Armado?. 2017, de Umacon Sitio web: <http://www.umacon.com> pfo 6)

- **Requisitos de las mezclas de concreto**

Las mezclas de concreto deberán cumplir con los siguientes requisitos básicos:

- a. La mezcla recién preparada deberá tener la trabajabilidad, cohesividad y consistencia que permitan su adecuada colocación en los moldes (en caso de ensayos de laboratorio), o encofrados (en obras in situ). Esta mezcla deberá estar libre de segregación y tener una exudación mínima.
- b. La mezcla endurecida deberá tener las propiedades especificadas en función del empleo que se va a dar a la estructura. (Rivva, E.. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima: ACI. p.8)

### **2.2.1.1. Componentes**

El concreto es la mezcla heterogénea constituida en proporciones debidamente definidas de:

- ✓ Cemento
- ✓ Agua
- ✓ Agregado Fino
- ✓ Agregado Grueso



Los agregados o también llamados áridos están conformados por gravas y arenas, en el caso del cemento tiene un fraguado de carácter lento y el agua tiene que necesariamente estar limpia y sin contenido de sales y limos.

En el concreto, la grava y la arena constituyen el esqueleto, mientras que la pasta que se forma con el cemento, rellena los huecos uniendo y consolidando los granos de los áridos. Al concreto se le puede añadir aditivos para mejorar algunas de sus propiedades. Se puede observar con mayor claridad la esquematización del contenido del concreto (Ver Figura 1).

Para conseguir propiedades especiales del concreto (mejor trabajabilidad, mayor resistencia, baja densidad, etc.), se pueden añadir otros componentes como aditivos químicos, micro-sílice, limaduras de hierro, etc., o se pueden reemplazar sus componentes básicos por componentes con características especiales como agregados livianos, agregados pesados, cementos de fraguado lento, etc.

El concreto es de gran importancia como material estructural debido a que puede adaptarse fácilmente a una gran variedad de moldes, adquiriendo formas arbitrarias, de dimensiones variables, gracias a su consistencia plástica en estado fresco.

Al igual que las piedras naturales no deterioradas, el concreto es un material sumamente resistente a la compresión, pero extremadamente frágil y débil a solicitaciones de tracción. Para aprovechar sus fortalezas y superar sus limitaciones, en estructuras se utiliza el concreto combinado con barras de acero resistente a la tracción, lo que se conoce como concreto armado. (Valdivia, C. (2006). Caracterización del cemento. Santiago: Navarrete. p.16).

## **A) Cemento Portland**

- **Definición**

El cemento es un material aglutinante que presenta propiedades de adherencia y cohesión que permiten la unión de fragmentos minerales entre sí, formando un todo compacto. En la construcción, se ha generalizado la utilización de la palabra cemento para designar un tipo de aglutinante

específico que se denomina Cemento Portland, debido a que es el más común.

También podemos definir al cemento portland como la mezcla de materiales calcáreos y arcillosos u otros materiales que contienen sílice, alúmina u óxidos de hierro, procesados a altas temperaturas y mezclados con yeso. El nombre obedece a la similitud en el aspecto del cemento endurecido con una piedra que abunda en Pórtland, Inglaterra.

Éste material tiene la propiedad de fraguar y endurecer en presencia del agua, presentándose un proceso de reacción química que se conoce como hidratación.

El cemento portland resulta ser un aglomerante hidrófilo, producto de la calcinación de arcillas, areniscas y rocas calizas, a manera de poder obtener un polvillo fino que al ser combinado con el agua, endurezca y adquiera resistencia y adhesión.

La adhesión de la que se habla sucede dado que contiene silicato de calcio hidratado. Una vez que la hidratación ha sido realizada de una manera apropiada, éste resultado puede utilizarse de diversas formas, pero principalmente como parte íntegra y fundamental de una estructura de construcción, tales como vigas, columnas, cimientos, calzadas, paredes de ladrillos, etc. (Asocreto. (2010). Colección del concreto - Tecnología del concreto. Colombia: Nomos impresores, p.19)

- **Compuestos Químicos que conforman al Cemento Portland**

Como el cemento es una mezcla de muchos compuestos, resulta impráctica su representación con una fórmula química. No obstante hay cuatro compuestos que constituyen más del 90% del peso del cemento y estos son:

- **Silicato tricálcico (C<sub>3</sub>S):** Es el encargado de producir la alta resistencia inicial del cemento portland hidratado. La reacción del C<sub>3</sub>S con agua desprende gran cantidad de calor (calor de hidratación). La rapidez de endurecimiento de la pasta de cemento es directamente proporcional con el calor de hidratación.

- **Silicato dicálcico (C<sub>2</sub>S):** Es el causante principal de la resistencia posterior o a largo plazo de la pasta de cemento. No es un incidente principal durante el proceso del calor de hidratación.
- **Aluminato tricálcico (C<sub>3</sub>A):** Tiene la función de catalizador en la reacción de los silicatos y produce un violento fraguado. Es de vital importancia la incorporación de yeso durante la trituración o molienda en el proceso de fabricación, puesto que al combinarse con el C<sub>3</sub>A, éste controla el tiempo de fraguado.
- **Alumino Ferrita Tetra Cálcica (C<sub>4</sub>AF):** Tiene el mismo comportamiento que el aluminato tricálcico pues se hidrata con rapidez y sólo desarrolla una baja resistencia. Debido a su escaso calor de hidratación.

Cada uno de los cuatro compuestos principales del cemento portland contribuye en el comportamiento del cemento, cuando pasa del estado plástico al endurecido después de la hidratación.

Entre los componentes que se encuentran en menor proporción tenemos a los óxidos de magnesio, potasio, sodio, manganeso, y titanio. De acuerdo a la norma ASTM C 150 99<sup>a</sup> podemos conocer los diversos tipos de cemento existentes. (Abanto, F. (1996). Tecnología del Concreto. Lima: San Marcos. p.16)

- **Fabricación del Cemento Portland**

El origen o punto inicial de partida para el proceso de producción del cemento, lo constituye la selección y explotación de las materias primas para su procesamiento siguiente.

Los componentes químicos principales de las materias primas para la fabricación del cemento y las proporciones generales en que intervienen son los siguientes. (Ver tabla 1)

Tabla 1

*Componentes químicos principales de las materias primas para la fabricación del cemento y sus proporciones*

	COMPONENTE QUIMICO	PROCEDENCIA USUAL
95%	Óxido de Calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Óxido de Sílice (SiO <sub>2</sub> )	Areniscas
	Óxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Arcillas
	Óxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Arcilla, Minería de Hierro, Pirita
5%	Óxido de magnesio, sodio Potasio, Titanio, Azufre Fósforo y Magnesio	Minerales varios

Fuente: “Tópicos de Tecnología del Concreto” de Colegio de Ingenieros del Perú

### a) Obtención y Preparación de materias primas

El inicio del proceso de fabricación del cemento se da con la extracción de las materias primas que se encuentran en yacimientos, normalmente canteras que están a cielo abierto. Las canteras son explotadas mediante voladuras debidamente controladas, en el caso de materiales con significativa dureza como las calizas y pizarras, mientras que para el caso de materiales blandos como las margas y las arcillas, se utilizan excavadoras para su extracción.

Una vez hecha la extracción y clasificación del material, se continua con la trituration hasta obtener una granulometría adecuada para el producto de molienda y se traslada a la fábrica mediante cintas transportadoras o camiones para su posterior almacenamiento en el parque de pre homogenización. (Ver Figura 1)

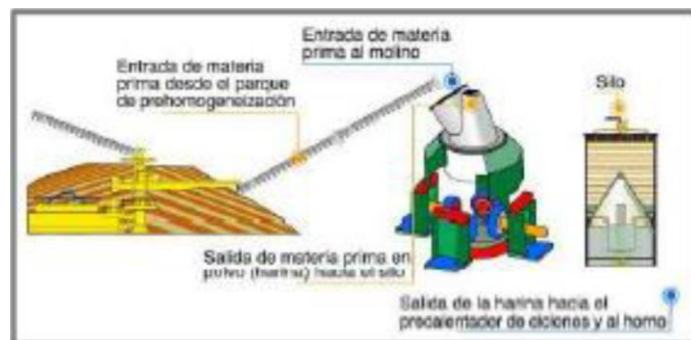


Figura 1. Proceso de extracción y clasificación del material a emplear.

Fuente: bloqeducativo

## b) Homogenización y molienda crudo

En el parque de pre homogenización, el material triturado se almacena en capas uniformes para ser luego seleccionadas de manera controlada. La pre homogenización permite preparar la dosificación adecuada de los distintos componentes reduciendo su variabilidad.

Posteriormente, estos materiales son molidos en molinos verticales o de bolas para que reduzcan sus dimensiones y favorezcan así su cocción en el horno. En el molino vertical, es donde ocurre la trituración del material, a través de presión que ejercen sus rodillos sobre una mesa que gira. A partir de ahí es que la materia prima (harina o crudo) se almacena en un silo para incrementar la uniformidad de la mezcla. (Ver Figura 2)



Figura 2. Proceso de homogenización y molienda del material.

Fuente: bloqeducativo

## c) Pre-Calentamiento de Ciclones

En función de cómo se procesa el material antes de su entrada en el horno de Clinker, se diferencian 4 tipos de procesos de fabricación: vía seca, vía semi seca, vía semi húmeda ó vía húmeda. En la actualidad, la gran mayoría de las cementeras peruanas utilizan la vía seca. La alimentación del horno se hace a través del pre Calentador de ciclones, que calienta la materia prima para facilitar su cocción.

La harina o crudo (materia prima debidamente molida) se introduce por la parte superior de la torre y va bajando por ella. Por mientras que los gases provenientes del horno, que están a altas temperaturas, ascienden a contracorriente, precalentando así el crudo que alcanza los 1000 °C antes de entrar al horno. (Ver Figura 3)

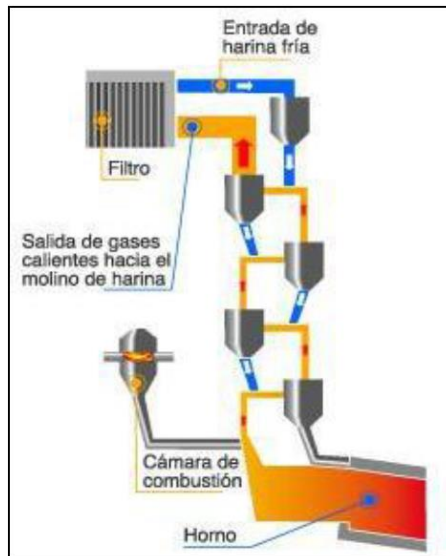


Figura 3. Pre calentamiento de ciclones antes de ingresar al horno.  
Fuente: bloqeducativo

#### d) Fabricación de Clinker – Horno

A medida que la harina va avanzando en el interior del horno, mientras ésta se encuentra rotando, la temperatura va aumentando hasta llegar a los 1500 °C. A esta temperatura se producen complejas reacciones químicas que dan lugar al Clinker.

Para llegar a las temperaturas que se necesitan para la cocción de las materias primas y la producción de Clinker, el horno cuenta con una llama principal que arde a 2000 °C. En algunos casos, también existe una llama secundaria ubicada en la cámara de combustión, que se encuentra en la torre del pre calentador. Estas llamas se alimentan con combustibles tradicionales, como el carbón o el coque de petróleo, o alternativamente también utilizan a los neumáticos o los lodos depuradora, entre otros. (Ver Figura 4).

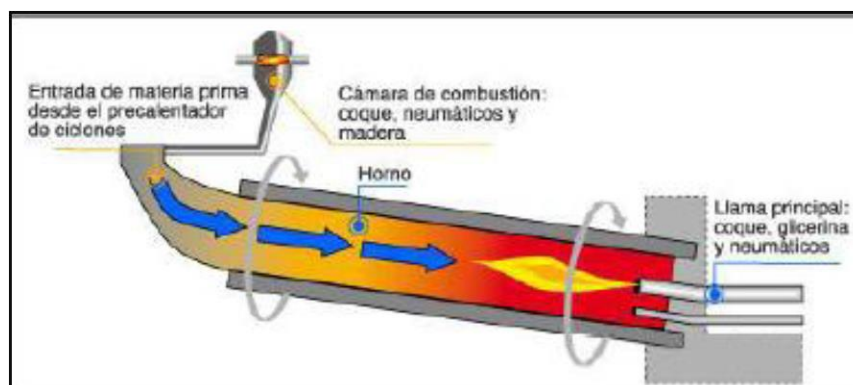


Figura 4. Proceso de fabricación del Clinker en el horno.  
Fuente: bloqeducativo

### e) Fabricación de Clinker – Enfriado

Una vez que el material sale del horno, éste Clinker se ingresa al enfriador, que inyecta aire frío del exterior para reducir su temperatura desde los 1400 °C a los 100 °C.

El aire caliente generado en este dispositivo se introduce nuevamente para favorecer la combustión, mejorando así la eficiencia energética del proceso. (Ver Figura 5)

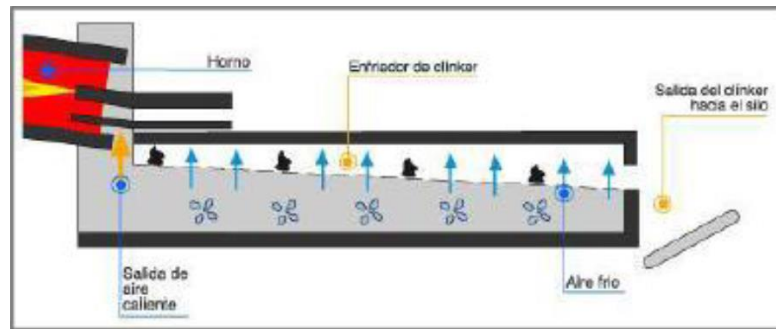


Figura 5. Proceso de enfriamiento del Clinker.

Fuente: bloqeducativo

### f) Molienda del Clinker

Una vez obtenido el Clinker, se mezcla con yeso y adiciones en proporciones adecuadas dentro de un molino de cemento. En su interior, los materiales son molidos, mezclados y finalmente homogenizados.

Los molinos pueden ser de rodillos (horizontales y verticales) y de bolas. Éste último consiste en un gran tubo que rota sobre sí mismo y que contiene bolas de acero en su interior. Gracias a esta rotación del molino, las bolas llegan a colisionar entre si, triturando el Clinker y las adiciones hasta generar un polvo fino y homogéneo, que es el cemento. (Ver Figura 6).

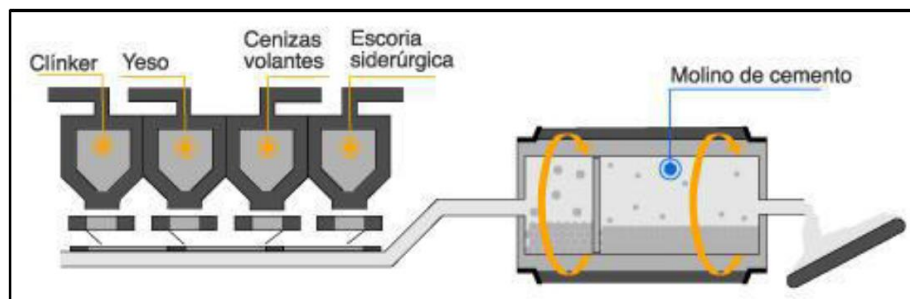


Figura 6. Proceso de molienda del Clinker.

Fuente: bloqeducativo

### g) Expedición

Por último, el cemento ya elaborado se almacena en silos, separado según sus clases antes de ser descargado en un camión cisterna para su transporte por carretera o ferrocarril. (Ver Figura 7)

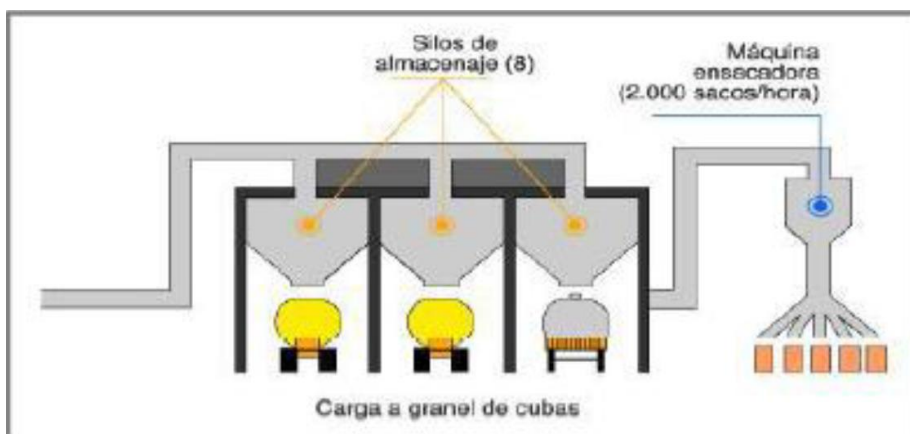


Figura 7. Proceso de Expedición del cemento.  
Fuente: bloqeducativo

Sobre el yeso se lo puede definir como una piedra natural que tiene las características de ser muy suave, tener un color blanco y poseer una riqueza en sulfatos de calcio que al ser agregado a la elaboración del cemento en proporciones pequeñas, actúa como un retardador en el proceso de fraguado.

- **Tipos de cementos según sus aplicaciones**

- **Sin adición**

Según la Norma técnica Peruana NTP 334.090, compatible con la Norma ASTM C 150, los cementos Portland están clasificados de acuerdo a sus propiedades específicas (cementos que contienen cemento y Clinker) y estas son las siguientes:

- ✓ **Tipo I:** Destinada al uso general que no necesite ciertas propiedades especiales para cualquier otro tipo. De 1 a 28 días adquiere del 1 al 100% de su resistencia relativa.
- ✓ **Tipo II:** De uso general pero específicamente cuando se desea una moderada resistencia a los sulfatos. Este cemento adquiere la resistencia más lentamente que el del Tipo I, pero al final alcanzan el mismo nivel. Empleados usualmente para alcantarillados, tubos, zonas industriales, etc.



- ✓ **Tipo II (MH):** De uso general pero con la particularidad de que específicamente adiciona un moderado calor de hidratación
- ✓ **Tipo III:** Se usa cuando se necesite altas resistencias iniciales, recomendable cuando se necesite una resistencia temprana en una situación particular de construcción. Éste concreto desarrolla una resistencia en 3 días igual a la desarrollada en 28 días para concretos hechos con cementos Tipo I y Tipo II. Debe tenerse en cuenta que el cemento Tipo III aumenta la resistencia inicial por encima de lo normal, luego se va normalizando hasta alcanzar la resistencia normal
- ✓ **Tipo IV:** Se usa cuando se necesite bajo calor de hidratación utilizado en concretos masivos. Este bajo calor de hidratación se logra limitando los compuestos que más influyen en la formación de calor por hidratación, es decir, C3A y C3S. Debido a que estos compuestos también producen la resistencia inicial de la mezcla de cemento, al limitarlos se obtiene una mezcla que gana resistencia pero con lentitud.
- ✓ **Tipo V:** Para emplearse cuando se requiera alta resistencia a los sulfatos, específicamente cuando existe exposición intensa a los sulfatos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de álcalis y estructuras expuestas a agua de mar.

Existirán algunos cementos con un tipo de clasificación combinada como por ejemplo el Tipo I/II, donde se indica que el cemento contiene los requisitos de los tipos especificados y resulta adecuado su uso cuando cualquiera de éstos dos sean solicitados.

- **Con adición**

Son aquellos cementos con la especificación de la performance (NTP 334.082), compatible con la Norma ASTM C 1157. Es el cemento adicionado para solicitudes generales y especiales, donde no existen restricciones en la composición del cemento o sus constituyentes. Se clasifican por tipos basados en requerimientos específicos, como alta resistencia inicial, resistencia al ataque de sulfatos, calor de hidratación. Ellos son los siguientes:

- ✓ **GU:** De uso general, para cuando no sea necesario propiedades especiales
- ✓ **HH:** De alta resistencia inicial
- ✓ **MS:** De moderada resistencia a los sulfatos
- ✓ **HS:** De alta resistencia a los sulfatos
- ✓ **MH:** De moderado calor de hidratación
- **Con adición mineral**

Se refiere a los cementos que contienen adiciones minerales (NTP 334.090), compatible con la Norma ASTM C 595. Describe una serie de cementos a los cuales se le adicionan materiales inorgánicos (Puzolanas, Escorias de alto horno y Fillers principalmente), con el objetivo de mejorar sus propiedades. Estos son los siguientes:

- ✓ **Tipo IP:** Cemento puzolánico (15% - 40%)
- ✓ **Tipo IPM:** Cemento puzolánico modificado (menos de 15%)
- ✓ **Tipo IS:** Cemento de escoria (25% - 70%)
- ✓ **Tipo ICo:** Cemento compuesto (hasta 30%)
- ✓ **Tipo IL:** Cemento calizo
- ✓ **Tipo IT:** Cemento ternario (dos adiciones) (“Las Normas Técnicas de Cemento y Concreto en el Perú”, ASOCEM)

- **Propiedades físicas y mecánicas del Cemento**

- **Densidad**

Es la relación entre la masa de una cantidad dada y el volumen absoluto de esa masa mencionada. Su valor varía demasiado poco, y **en un cemento Portland normal**, suele estar muy cercano a **3.15 g/cm<sup>3</sup>**. En el caso de cementos adicionados, es menor puesto a que la cantidad de Clinker por tonelada de cemento es menor y su valor usualmente es del orden de 2.90 g/cm<sup>3</sup>, dependiendo claro del porcentaje de adiciones. Este valor se determina mediante el ensayo del Frasco de Le Chatelier (NTP 334.005). La importancia de esta propiedad es su utilización en un diseño de mezcla de concreto.

Esta medida es indispensable en el diseño y control de mezclas de concreto, en donde se requiere conocer cuánto espacio ocupa determinada masa de cemento. Esto se logra aplicando la ecuación que establece la densidad de un material es igual a su masa dividida por su volumen.

- **Finura**

El proceso de molienda de Clinker y yeso determina la finura del cemento que es el tamaño de las partículas de cemento. La finura es una de las propiedades físicas más importantes del cemento, ya que está íntimamente ligada con la velocidad de hidratación, desarrollo de calor, retracción y aumento de la resistencia.

Debido a que la hidratación de los granos de cemento se inicia desde la superficie hacia el interior, el área superficial total de las partículas de cemento constituye un parámetro determinante para regular la velocidad de hidratación. Así, un cemento con partículas de mucha área específica, o sea, de alta finura, endurece con mayor velocidad y tiene un desarrollo rápido de resistencia. Sin embargo un alto grado de finura representa un costo considerable puesto a que se incrementa el tiempo de molienda y cuanto mas fino sea un cemento, se deteriorará con mayor rapidez debido a que absorbe más fácilmente la humedad del aire. Adicionalmente liberan mayor cantidad de calor de hidratación ocasionando mayor retracción y por ello son más susceptibles a la fisuración. Pero un cemento fino, exuda menos que uno más grueso, debido a que retiene mejor el agua al tener mayor superficie de hidratación.

La finura influye sobre las propiedades de ganancia de resistencia, en especial hasta un envejecimiento de 7 días. Por esta razón, el cemento de tipo III se muele de forma más fina que el resto de tipos.

- **Consistencia**

Es la propiedad que indica el grado de fluidez o la dificultad con que la pasta puede ser trabajada o manejada. Es medida empleando el aparato de Vicat, de acuerdo con el procedimiento establecido en la Norma ASTM C 187.

La cantidad de agua que se le agrega al cemento le proporciona una determinada fluidez, esta propiedad aumenta al incrementarse el contenido de agua. Existe una determinada fluidez para la cual debe agregarse cierta cantidad de agua. A esto es lo que se le conoce como consistencia normal.

- **Tiempo de fraguado**

El fraguado viene a ser la pérdida de plasticidad que sufre la pasta de cemento. La velocidad con que fragua la pasta viene limitada por las normas estableciendo un periodo de tiempo, desde el amasado en el cual debe producirse el principio y fin del fraguado. Este proceso se controla por medio del ensayo de la aguja de Vicat de Norma ASTM C 191.

Éste término es empleado para describir la rigidez de la pasta, es decir para especificar el cambio de estado fresco a endurecido. Aunque durante el fraguado la pasta adquiere cierta resistencia, para efectos prácticos es de conveniencia distinguir el fraguado del endurecimiento, debido a que éste último se refiere al incremento de resistencia de una pasta de cemento fraguada.

El fraguado inicial es el tiempo que transcurre desde que la pasta plástica que se genera con el mezclado del cemento y el agua, va perdiendo su fluidez hasta que en un momento ya no posee la viscosidad completa y eleva su temperatura, lo que indica que el cemento está parcialmente hidratado.

El fraguado final se define como el tiempo que transcurre hasta que la pasta de cemento deja de ser deformable con cargas relativamente pequeñas, se hace rígida y llega a la máxima temperatura, lo que indica que el cemento se encuentra más hidratado aún. La pasta ya está dura.

- **Falso Fraguado**

Es el fenómeno que le ocurre a la pasta de cemento cuando adquiere una rigidez prematura y anormal, dentro de los primeros minutos después de mezclar el cemento con el agua. A diferencia del fraguado relámpago éste no despidе calor en forma apreciable y si la pasta se remezcla sin adicionar agua, se restablece su plasticidad sin afectar el fraguado y la resistencia. Este

fenómeno se debe a que en algunas ocasiones cuando las temperaturas en los molinos de fabricación de cemento son superiores a 100 °C, se puede presentar deshidratación total o parcial del yeso, que como se mencionó anteriormente cumple la función de regulación del fraguado del cemento. Esta rigidización ocurrida es producto de la hidratación del yeso y para regresar la pasta de cemento a su estado de trabajabilidad inicial simplemente se prolonga el tiempo de mezclado sin adicionar agua, porque esta alteraría la relación agua/cemento y por consiguiente disminuiría la resistencia. La metodología empleada para detectar el fenómeno descrito se encuentra en la Norma ASTM C 359.

- **Expansión**

Para que un cemento sea estable, es necesario que ninguno de sus componentes, una vez hidratados, sufra expansión perjudicial o destructiva. Los cuatro componentes principales del cemento no pueden producir inestabilidad, ya que sus volúmenes después de hidratados aunque son mayores que los compuestos anhídridos, son inferiores a los volúmenes de éstos más el volumen de agua necesaria para la hidratación; por eso la pasta de cemento al endurecer disminuye de volumen, fenómeno denominado retracción. La casi totalidad de la retracción ocurre en los primeros 2 ó 3 meses de hidratación del cemento.

La probable expansión del cemento, proviene de otras fuentes distintas a sus componentes principales, tales como la periclusa (MgO cristalino), la Cal libre (CaO) y el CaSO<sub>4</sub>.

Las normas limitan la expansión potencial de un cemento por medio del Ensayo de Autoclave (ASTM C 151). Éste consiste en medir el cambio de longitud de las barras de 2.5 x 2.5 x 25.4 cm hechas de pasta de cemento y sometidas durante tres horas a alta temperatura y presión. El cambio de longitud en porcentaje es la expansión.

- **Fluidez**

Se puede conceptualizar a la fluidez como la medida de la consistencia de la pasta de cemento, expresada en términos del incremento del diámetro

de un espécimen debidamente moldeado por un medio cono, luego de haber sido sacudido un número específico de veces. Este ensayo se realiza mediante una Mesa de Sacudida que determinará la fluidez de la pasta. (Ver Figura 8)



*Figura 8.* Mesa de Sacudida para realizar ensayos de fluidez.  
Fuente: apuntesingenierocivil

- **Resistencia Mecánica**

La velocidad de endurecimiento del cemento depende principalmente de las propiedades químicas y físicas del cemento propio y de las condiciones de curado, como se puede nombrar la temperatura y su humedad. La relación agua/cemento influye directamente en el valor de la resistencia última, con base en el efecto del agua sobre la porosidad de la pasta. Éstas deben estar en un proceso de curado adecuado.

La manera más lógica para medir la resistencia mecánica de los cementos es, aparentemente, sobre probetas realizadas con pasta, debido a que así limitamos la dispersión que aparecen en los resultados cuando se usan probetas de mortero o concreto, en las cuales los resultados se ven afectados por la variación de las características de los agregados empleados. Sin embargo se demostró en muchas investigaciones que el comportamiento mecánico de distintos cementos varía al ensayarlo en probetas con agregados (mortero o concreto), y por tanto desde el punto de vista de las aplicaciones del cemento, la determinación de resistencia mecánica sobre probetas de pasta no tiene una mayor utilidad.

- **Resistencia a la Flexión**

El ensayo de la resistencia a la flexión se encuentra descrito en la Norma ASTM C 348. Mediante este ensayo se pretende conocer el comportamiento del mortero cuando es sometido a esfuerzos de flexión. A este ensayo se le critica por conducir a resultados poco reales debido al comportamiento no elástico del mortero, que hacen que los esfuerzos máximos a flexión que se presentan en el ensayo sean distintos a los calculados aplicando fórmulas clásicas de la resistencia de materiales. (Asocreto. (2010). Colección del concreto - Tecnología del concreto. Colombia: Nomos impresores, p.35 - 45)

## **B) Agregados**

Llamados también áridos, son materiales que se combinan con los aglomerantes (cemento, cal, etc) y el agua formando concretos y morteros. Su importancia principal radica en que constituyen alrededor del 75% en volumen de una mezcla típica de concreto, por ello es importante que los agregados tengan una buena resistencia y durabilidad y que su superficie esté libre de impurezas como barro, limo y materia orgánica, que puedan debilitar el enlace con la pasta de cemento. (Abanto, F. (1996). Tecnología del Concreto. Lima: San Marcos. p.23)

Se puede también definir a los agregados como cualquier sustancia sólida o partículas añadidas intencionalmente al concreto que ocupan un espacio rodeado por pasta de cemento, de tal forma que en combinación con ésta, proporcionan resistencia mecánica al mortero o concreto en estado endurecido y controlan los cambios volumétricos que normalmente tienen lugar durante el fraguado del cemento, así como los que se producen por las variaciones en el contenido de humedad de las estructuras.

La calidad de los agregados está determinada por el origen, por su distribución granulométrica, densidad, forma y superficie. Se han clasificado en agregado fino y agregado grueso, fijando un valor en tamaño de 4.76 mm a 0.075 mm para el fino o arena y de 4.76 mm en adelante para el grueso. Frecuentemente la fracción del agregado grueso es subdividida dentro de rangos, tales como 4.76 mm a 19 mm para la gravilla y de 19 mm a 51 mm

para la grava. La selección del tamaño de agregado grueso para un concreto reforzado está en función del tipo de estructura y separación de la armadura. (Asocreto. (2010). Colección del concreto - Tecnología del concreto. Colombia: Nomos impresores, p.55)

- **Clasificación según su tamaño**

La manera de mayor empleo para poder clasificar los agregados naturales es según su tamaño, el cual varía desde fracciones de milímetros hasta varios centímetros en sección transversal. La distribución de tamaños se conoce con el nombre de granulometría. La clasificación más general del agregado para elaborar concreto según su tamaño se muestra en la tabla adjunta (Ver Tabla 2) donde se indican los nombres más comunes. (Asocreto. (2010). Colección del concreto - Tecnología del concreto. Colombia: Nomos impresores, p.59)

Tabla 2

*Clasificación del agregado según su tamaño*

<b>Tamaño de partículas en mm (Tamiz)</b>	<b>Denominación corriente</b>	<b>Clasificación como agregado para concreto</b>
< 0.002	Arcilla	Fracción muy fina
0.002 - 0.074 (N° 200)	Limo	
0.075 - 4.76 (N° 200) - (N° 4)	Arena	Agregado fino
4.76 - 19.1 (N° 4) - (3/4")	Gravilla	Agregado grueso
19.1 - 50.8 (3/4") - (2")	Grava	
50.8 - 152.4 (2") - (6")	Piedra	
> 152.4 (6")	Rajon/Piedra bola	

Fuente: "Naturaleza y Materiales del Concreto" de Rivva E.

La clasificación natural de los agregados son los agregados finos y agregados gruesos.

- **Agregado Fino**

Se define como agregado fino a aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa el tamiz NTP 9.4 mm (3/8") y



cumple con los límites establecidos en las Normas NTP 400.037 ó ASTM C 33. Éste agregado fino debe ser fuerte, durable, limpio, duro y libre de materias impuras como polvo, pizarra, limo, álcalis y materias orgánicas. No tiene que contener más de 5% de arcillas o limos ni más 1.5% de materias orgánicas. Sus partículas deben tener un tamaño menor a 1/4" y su gradación tiene que estar establecida en la norma ASTM 33 99a.

- **Agregado Grueso**

Se define como agregado grueso al material retenido en el Tamiz NTP 4.75 mm (N° 4) y que cumple con los límites establecidos en las Normas NTP 400.037 ó ASTM C 33. Proviene de la desintegración natural o mecánica de las rocas. Este material grueso puede ser grava, piedra chancada, etc. Se establece una serie de condiciones para su gradación que posteriormente se estará especificando a detalle. (Rivva, E.. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima: ACI. p.182)

- **Gravas**

Comúnmente llamados "canto rodado", es el conjunto de fragmentos pequeños de piedra, provenientes de la disgregación natural de las rocas, por acción del hielo y otros agentes atmosféricos, encontrándoseles corrientemente en canteras y lechos de ríos depositados en forma natural.

Cada fragmento ha perdido sus aristas vivas y se presentan en forma más o menos redondeadas. Éstas pesan entre 1600 a 1700 Kg/m<sup>3</sup>

- **Piedra Partida o Chancada**

Se denomina así al agregado grueso obtenido por trituración artificial de rocas o gravas. Como agregado grueso se puede utilizar cualquier clase de piedra partida siempre que ésta sea limpia, dura y resistente.

Su función principal es la de dar volumen y aportar su propia resistencia. Los ensayos indican que la piedra chancada o partida da concretos ligeramente más resistentes que los hechos con piedras redondas. Se estima que el presente material tiene un peso entre 1400 a 1500 Kg/m<sup>3</sup>.

- **Propiedades Mecánicas**

- **Densidad**

Es una de las propiedades del agregado que depende directamente de la roca original de donde proviene y está definida como la relación entre la masa y el volumen de una masa determinada. Las Normas ASTM C 127 y ASTM C 128, describen los procedimientos para determinar la densidad de los agregados gruesos y finos respectivamente. (Asocreto. (2010). Colección del concreto - Tecnología del concreto. Colombia: Nomos impresores, p.78)

La densidad de los agregados depende tanto de la gravedad específica de sus constituyentes sólidos como de la porosidad del material mismo. La densidad de los agregados es de especial importancia en todos aquellos casos en que, por resistencia o durabilidad, se requieren concretos con un peso por encima o debajo de aquel que corresponde a concretos típicos.

Las bajas densidades usualmente indican materiales porosos, poco resistentes y de alta absorción. Tales características cuando ello fuera necesario, deberán ser confirmadas por ensayos de laboratorio. (Rivva, E.. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima: ACI. p.137)

- ✓ **Densidad Absoluta**

Se denomina a la relación entre la masa de las partículas y su volumen absoluto, el cual incluye exclusivamente el volumen de masa sólida, o sea, se excluyen todos los poros, saturables y no saturables.

$$Densidad\ Absoluta = \frac{P_s}{V_m - V_p}$$

Donde:

- $P_s$  = Masa seca de la masa  $m$
- $V_m$  = Volumen ocupado por la masa  $m$
- $V_p$  = Volumen de los poros (saturables y no saturables)

- **Densidad Nominal**

Es la relación que existe entre la masa de las partículas y el volumen nominal, que es el que ocupan las partículas de ese material, incluyendo los poros no saturables.

$$Densidad\ Nominal = \frac{P_s}{V_m - V_{ps}}$$

Donde:

- $P_s$  = Masa seca de la masa  $m$
- $V_m$  = Volumen ocupado por la masa  $m$
- $V_{ps}$  = Volumen de los poros saturables

○ **Densidad Aparente**

Se le denomina así a la relación entre la masa de las partículas y su volumen aparente, que incluye el volumen de los poros saturables y no saturables que hay dentro de las partículas.

$$Densidad\ Aparente = \frac{P_s}{V_m}$$

Donde:

- $P_s$  = Masa seca de la masa  $m$
- $V_m$  = Volumen ocupado por la masa  $m$

➤ **Textura**

La textura de un agregado es aquella propiedad del mismo que refleja la textura interna original y la estructura y composición de sus partículas, siendo ella el resultado de los procesos naturales o artificiales de impacto o abrasión a los cuales el agregado está sujeto.

Esta textura depende de la dureza, tamaño del grano y características porosas del material original, así como la magnitud con que las fuerzas que han actuado sobre la superficie de las partículas de agregado les han suavizado o dejado rugosas. (Rivva, E.. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima: ACI. p.145)

Podemos clasificar a los agregados de acuerdo a su textura, y ésta se hace usualmente en función de si su textura es suave o rugosa. La Norma ASTM no contempla una clasificación en función de esta textura, mas la Norma Británica B.S.812 clasifica a los agregados en 6 grupos de acuerdo a su textura siendo las siguientes.

- a) **Textura Vítreo:** Que se caracteriza por fractura conchoidal. Ejemplo de ello tenemos a la escoria vítrea.
- b) **Textura Suavizada:** Producto del desgaste por agua, o suavizamiento debido a fracturas de rocas laminadas o de grano fino. Ejemplo de esto tenemos a la grava, el horsteno, el mármol.
- c) **Textura Granular:** Que se fractura mostrando granos más o menos redondeados. Ejemplo la arenisca y las Oolitas.
- d) **Textura Rugosa:** Que corresponde a la fractura rugosa de rocas de grano fino o medio que no contienen constituyentes cristalinos fácilmente visibles. Ejemplos el Basalto, la Felsita, la Calcita.
- e) **Textura Cristalina:** Que corresponde a aquella que contiene constituyentes cristalinos fácilmente visibles. Ejemplos el granito y el gabra.
- f) **Textura Alveolar:** Que corresponde a poros y cavidades visibles. Ejemplos, la Piedra Pómez, el Ladrillo, la escoria expandida. (Rivva, E.. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima: ACI. p.145)

➤ **Dureza**

Se define como dureza de un agregado a su resistencia a la erosión, abrasión o en general, el desgaste. La dureza de las partículas depende de sus constituyentes. Entre las mejores rocas que se pueden emplear para concretos que deben de tener una buena resistencia a procesos de abrasión o erosión, figuran el cuarzo, la cuarzita, las rocas densas de origen volcánico y las rocas silicosas.

La determinación de la dureza de un agregado se hace sometándolo a un proceso de desgaste por abrasión. El ensayo más empleado es el conocido Método de Los Ángeles, realizado de acuerdo con lo especificado en la Norma ASTM C 131. Este método combina procesos de desgaste por abrasión y frotamiento. (Rivva, E.. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima: ACI. p.137)

Este ensayo de Los Ángeles es una medida de la degradación de agregados minerales de gradaciones normalizadas resultante de una combinación de acciones, incluyendo abrasión o atrición, impacto y pulimiento

en un tambor de acero giratorio que contiene un número específico de esferas de acero, dependiendo este número de la gradación de la muestra de ensayo. A medida que gira el tambor una placa recoge la muestra y las esferas de acero, transportándolas alrededor hasta que caen al lado opuesto del tambor, creando un efecto de impacto – trituración. El contenido gira dentro del tambor con una acción de abrasión y pulimiento hasta que la placa hace impacto y se repite el ciclo. Después del número prescrito de revoluciones, se remueven los contenidos del tambor y la porción de agregado se tamiza para medir la degradación como pérdida porcentual. (Asocreto. (2010). Colección del concreto - Tecnología del concreto. Colombia: Nomos impresores, p.82)

#### ➤ **Adherencia**

Se conoce con el nombre de adherencia la interacción que existe en la zona de contacto agregado - pasta, la cual es producida por fuerzas de origen físico químico. Entre más adherencia se logre entre la pasta de cemento endurecida y los agregados, mayor será la resistencia del concreto.

La adherencia depende de la calidad de la pasta de cemento y, en gran medida, del tamaño, forma, rigidez y textura de las partículas del agregado, especialmente cuando se trata de resistencia a la flexión. Hoy en día, no se conoce ningún método que permita medir la buena o mala adherencia de los agregados, pero es claro que aumenta con la rugosidad superficial de las partículas.

Entre las principales sustancias perjudiciales que interfieren en cuanto a la adherencia de la mezcla del concreto podemos encontrar el contenido de arcilla, partículas deleznable, las sales solubles y la materia orgánica. (Asocreto. (2010). Colección del concreto - Tecnología del concreto. Colombia: Nomos impresores, p.83)

#### ➤ **Resistencia**

El agregado grueso en mayor medida que el fino, va a resultar relacionado con el comportamiento de las resistencias de concreto, por su aporte en tamaños de grano dentro de la masa de la mezcla. En tal sentido, una de las posibilidades de ruptura de la masa es por medio del agregado grueso (las otras son por la pasta y por la interfase de contacto entre pasta y

agregado). De esta manera la resistencia de los agregados cobra importancia y se debe buscar que este nunca falle antes que la pasta de cemento endurezca. (Asocreto. (2010). Colección del concreto - Tecnología del concreto. Colombia: Nomos impresores, p.82)

La resistencia del concreto no puede ser mayor que la de sus agregados, sin embargo la resistencia a la compresión de los concretos convencionales dista mucho de la que corresponde a la mayoría de las rocas utilizadas como agregado, las mismas que se encuentran por encima de los 1000 Kg/cm<sup>2</sup>.

La resistencia a la trituración o compresión del agregado deberá ser tal que permita desarrollar totalmente la resistencia potencial de la matriz cementante. Ello no es problema dado que, en la actualidad, la resistencia del agregado suele ser más alta que la del concreto preparado con él, estando la resistencia del primero dentro de los valores del orden 700 a 3500 Kg/cm<sup>2</sup>.

La resistencia a la trituración de las principales rocas empleadas en construcción civil son las que se adjuntan en la siguiente tabla. (Ver Tabla 3)

Tabla 3

*Resistencias a la trituración de las distintas rocas*

<b>Roca</b>	<b>Resistencia a la trituración</b>
Felsita	3300 kg/cm <sup>2</sup>
Roca Trapeana	2850 kg/cm <sup>2</sup>
Cuarzita	2250 kg/cm <sup>2</sup>
Granito	1850 kg/cm <sup>2</sup>
Diabasas	1800 kg/cm <sup>2</sup>
Esquisto	1700 kg/cm <sup>2</sup>
Caliza	1600 kg/cm <sup>2</sup>
Gneiss	1500 kg/cm <sup>2</sup>
Gabro	1500 kg/cm <sup>2</sup>
Arenisca	1300 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: "Naturaleza y Materiales del Concreto" de Rivva E.

La determinación de la resistencia del agregado en sí mismo es dificultoso. La información se obtiene a partir de la resistencia a la compresión de las muestras, debidamente preparadas de la roca originaria o de ensayos de comportamiento del agregado en el concreto.

Una manera indirecta consiste en preparar mezclas de concreto con el agregado cuya resistencia se desea determinar, las cuales tiene las mismas proporciones que otras en las cuales se ha empleado agregado de resistencia conocida. Si se obtiene una resistencia menor y muchas partículas de agregado se encuentran fracturadas, puede deducirse que la resistencia del agregado es menor que la resistencia compresiva nominal de la mezcla en la que el agregado es empleado. (Rivva, E.. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima: ACI. p.140)

- **Propiedades Físicas**

- **Granulometría**

Se define como granulometría a la distribución por tamaños de las partículas de agregado. Ello se logra separando el material por procedimiento mecánico empleando tamices de aberturas cuadradas determinadas.

El agregado comprende del 65% al 80% del volumen unitario del concreto. En razón de su importancia en el volumen de la mezcla, la granulometría seleccionada para los agregados fino y grueso deberá permitir obtener en las mezclas una máxima densidad, con una adecuada trabajabilidad y características de acabado del concreto fresco y con obtención de las propiedades deseadas en el concreto endurecido. (Rivva, E.. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima: ACI. p.162)

También podemos definir a la granulometría como la composición, en porcentaje de los diversos tamaños de agregado en una muestra. Esta proporción se suele indicar de mayor a menor tamaño, por una cifra que representa, en peso, el porcentaje parcial de cada tamaño que pasó o quedó retenido en los diferentes tamices que se usan obligatoriamente para tal medición.

Para obtenerse un buen concreto, es necesario que la mezcla de la arena y la piedra logre una granulometría que proporcione masa unitaria máxima, puesto que con esta condición el volumen de los espacios entre partículas es mínimo y por consiguiente la cantidad de pasta necesaria para pegarlas y para llenar los espacios entre ellas será mínimo, lo cual dará lugar a una mezcla de mejores condiciones técnicas y demás económicas.

(Asocreto. (2010). Colección del concreto - Tecnología del concreto. Colombia: Nomos impresores, p. 64)

- Normalmente la granulometría del agregado fino se expresa en términos de los porcentajes retenidos en los Tamices ASTM N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 y N° 200.
- Normalmente la granulometría del agregado grueso se expresa en términos de los porcentajes retenidos en los Tamices ASTM 1/4", 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1 1/2", y mayores

La distribución de las partículas por tamaños se determina por análisis mecánico vibrando el material a través de una serie de tamices de aberturas cuadradas. Normalmente los tamices empleados tienen una abertura doble del que le sigue en la serie. La muestra debe ser representativo del conjunto del agregado.

Los datos obtenidos se registran en forma tabulada incluyendo:

- Peso retenido en cada tamiz
- Porcentaje retenido en cada tamiz
- Porcentaje acumulado retenido o que pasa cada tamiz

#### ✓ **Curva Granulométrica**

La curva granulométrica es una excelente ayuda para mostrar la granulometría de los agregados individuales y combinados. El ploteo logarítmico es conveniente dado que en una serie de tamices con aberturas con una relación constante el espaciamiento logarítmico es igual.

Los puntos que representan los resultados de un análisis son unidos para formar la denominada "curva granulométrica" del agregado ensayado. Si se ha planteado una "granulometría ideal" para el proyecto, la curva obtenida puede aproximarse a la ideal empleando porcentajes de prueba de las granulometrías ideales incluidas.

#### ✓ **Granulometría en el agregado fino**

Se le puede definir como la distribución de los tamaños de las partículas de la arena. La distribución de estas mencionadas partículas se determina por



una separación con una serie de mallas normalizadas. Para esta ocasión éstas son las N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100

Los límites granulométricos según el ASTM se dan en la siguiente tabla, (Ver Tabla 4)

Tabla 4

Tabla de los límites granulométricos del agregado fino

MALLA		PORCENTAJE QUE PASA (ACUMULATIVO)		
<b>3/8"</b>	9.50 mm			100
<b>N° 4</b>	4.75 mm	95	a	100
<b>N° 8</b>	2.36 mm	80	a	100
<b>N° 16</b>	1.18 mm	50	a	85
<b>N° 30</b>	600 um	25	a	60
<b>N° 50</b>	300 um	10	a	30
<b>N° 100</b>	150 um	2	a	10

Fuente: "Tecnología del Concreto" de Abanto F.

El control de la granulometría se aprecia mejor mediante un gráfico, en la que las ordenadas representan el porcentaje acumulado que pasa la malla, y las abscisas, las aberturas correspondientes. Se puede apreciar esta idea en la siguiente imagen. (Ver Gráfico 1)

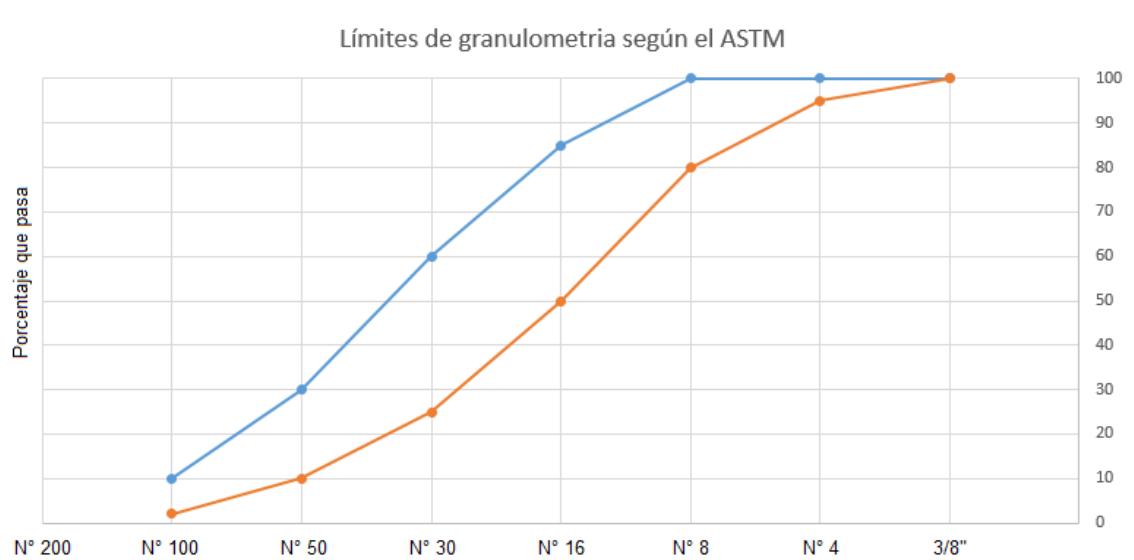


Gráfico 1. Límites superiores e inferiores de la granulometría de los finos. Fuente: "Tecnología del Concreto" de Abanto F.

Además la norma prescribe que la diferencia entre el contenido que pasa una malla y el retenido en la siguiente, no debe ser mayor del 45% del total de la muestra. De esta manera, se tiende a una granulometría más regular. Para que el concreto tenga una buena trabajabilidad, el espaciado entre agregados gruesos debe ser tal que se facilite el movimiento durante el mezclado y colocado de la mezcla, es por ello que el agregado fino cumple la función de ser el que lubrica al agregado grueso ayudándolo a distribuirse de forma homogénea.

Entre sus requisitos de uso podemos mencionar los siguientes:

- El agregado fino será arena natural donde sus partículas deben estar limpias y de perfil preferentemente angular, duro, compacto y resistente.
- El agregado fino deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias perjudiciales.
- Se recomienda que las sustancias dañinas, no excederán los porcentajes máximos de 3% para partículas deleznable y 5% para material mas fino que la malla N° 200. (Abanto, F. (1996). Tecnología del Concreto. Lima: San Marcos. p.26)

✓ **Granulometría en el agregado grueso**

El agregado grueso estará graduado dentro de los límites especificados en las Normas NTP 400.037 o ASTM C 33 las cuales se indican en la tabla adjunta (Ver Tabla 5). La granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua y deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto con una adecuada trabajabilidad en función de las condiciones de colocación de la mezcla. La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla 1 1/2" y no más del 6% del agregado que pasa la malla de 1/4". (Abanto, F. (1996). Tecnología del Concreto. Lima: San Marcos. p.27)

Tabla 5

*Requerimiento de granulometría de los agregados gruesos*

N° ASTM	TAMAÑO NOMINAL	% QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS											
		100 mm (4")	90 mm (3 1/2")	75 mm (3")	63 mm (2 1/2")	50 mm (2")	37.5 mm (1 1/2")	25.0 mm (1")	19.0 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)
1	3 1/2" a 1 1/2"	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5				
2	2 1/2" a 1 1/2"			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5				
3	2" a 1"				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5			
357	2" a N° 4				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5	
4	1 1/2" a 3/4"					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5		
467	1 1/2" a N° 4					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5	
5	1" a 1/2"						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5		
56	1" a 3/8"						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	
57	1" a N° 4						100	95 a 100		25 a 50		0 a 10	0 a 5
6	3/4" a 3/8"							100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	
67	3/4" a N° 4							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5
7	1/2" a N° 4								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5
8	3/8" a N° 8									100	85 a 100	10 a 30	0 a 5

Fuente: "Naturaleza y Materiales del Concreto" de Rivva E.

✓ **Tamaño Máximo**

De acuerdo a la Norma NTP 400.037 el tamaño máximo del agregado grueso es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa la muestra de agregado grueso. Granulometrías muy diferentes pueden dar el mismo valor del tamaño máximo del agregado grueso. Ello debe tenerse presente en la selección del agregado, de su granulometría y las proporciones de la mezcla. (Rivva, E.. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima: ACI. p.183)

El tamaño máximo de los agregados gruesos en el caso de concreto armado se fija por la exigencia de que pueda entrar fácilmente en los encofrados y entre las barras de la armadura. Este tamaño máximo, está dado por la abertura de la malla inmediata superior a la que retiene el 15% o más, al cribar por ella el agregado más grueso. El proceso de obtener este valor se obtiene a partir de la obtención de los porcentajes retenidos acumulados de los agregados gruesos. Una vez obtenido estos valores tabulados, se buscará entre qué valores se encuentra el 15% retenido acumulado anteriormente mencionado, y se tomará como Tamaño Máximo al inmediato superior. (Abanto, F. (1996). Tecnología del Concreto. Lima: San Marcos. p.33)

✓ **Tamaño Máximo Nominal**

De acuerdo a la norma NTP 400.037 se entiende por tamaño máximo nominal al que corresponde al menor tamiz de una serie utilizada que produce el primer retenido. El tamaño máximo nominal del agregado no deberá ser mayor de:

- a) Un quinto de la menor dimensión entre caras de encofrados
- b) Un tercio del peralte de las losas
- c) Tres cuartos del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones o ductos de presfuerzo.

En elementos de espesor reducido o ante la presencia de gran cantidad de armadura, se podrá disminuir el tamaño del agregado grueso, siempre que se mantenga una adecuada trabajabilidad, se cumpla con el asentamiento requerido y se obtenga la resistencia especificada.

Las limitaciones anteriores también pueden ser obviadas si, a criterio de la Supervisión, la trabajabilidad y consistencia del concreto y los procedimientos de compactación son tales que el concreto logre ser colocado sin que se originen vacíos o cangrejeras. (Rivva, E.. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima: ACI. p.183)

#### ✓ **Dosificación de agregados**

Un primer método consistiría en mezclar cantidades diferentes de agregados y preparar probetas con cada dosificación de concreto obtenido. Estas probetas se ensayarían en los concerniente a impermeabilidad, resistencia mecánicas, etc. Y se adoptaría como “dosificación típica” la que arroja mejores resultados.

Pero es fácil de entender que este método no es práctico y que es mucho más sencillo y práctico obligar a que la mezcla de agregados se adopte lo mejor posible a curvas granulométricas ya prefijadas. Una de ellas es Füller y da lugar al método de igual nombre.

#### ✓ **Método de Füller**

Este método es aplicable cuando los agregados no cumplen con la norma ASTM C33. De la misma forma se debe utilizar para concretos con más de 300 Kg de cemento por m<sup>3</sup> de concreto y para un tamaño máximo del agregado grueso comprendido entre 3/4" (20 mm) y 2" (50 mm).

Se aplica este método para hallar el porcentaje en Volumen absoluto tanto del Agregado Fino como del Agregado grueso, además de que también a partir de ello se puede obtener el Volumen real dentro de la mezcla de concreto, así como su peso. Lo anteriormente mencionado, se puede calcular

siempre y cuando se cuente con los valores de: Relación agua/cemento, contenido de aire total (%), Volumen unitario de agua de mezclado (lt/m<sup>3</sup>), Peso Específico del Agregado Grueso y Fino (gr/cm<sup>3</sup>), Peso Específico del cemento (gr/cm<sup>3</sup>) y los porcentajes retenidos en cada malla tanto de los finos y los gruesos.

Primero calculamos el peso del cemento por metro cúbico a partir del volumen unitario del agua de mezclado y la relación agua/cemento.

Luego teniendo en cuenta el peso específico del cemento, y el peso del cemento calculado anteriormente, se continúa hallando el volumen ocupado por el cemento en 1 m<sup>3</sup> de concreto. De la misma forma se calcula el volumen ocupado por el agua (con el volumen unitario de agua de mezclado) y el aire (con el contenido de aire total).

A continuación el cálculo del volumen ocupado por los agregados resulta de la resta de 1 m<sup>3</sup> menos la sumatoria de los 3 elementos anteriormente calculados.

Y ahora es donde se aplicaría la ley de Fuller que es la que sigue:

$$y = C = 100 * \sqrt{\frac{d_{(mm)}}{T.M.(mm)}}$$

En donde:

- $y = C$  = Porcentaje que pasa la malla de abertura  $d$
- $d$  = Abertura de malla de referencia (Para nuestro caso del N° 4 = 4.75 mm)
- T.M. = Tamaño máximo del agregado grueso

Luego hallaríamos  $\alpha$  y  $\beta$  que vienen a ser:

$$\alpha = \frac{C-B}{A-B} \times 100 \quad \beta = 100 - \alpha$$

Donde:

- $\alpha$  = % en Vol. Absoluto del A. Fino dentro de la mezcla de agregados
- $\beta$  = % en Vol. Absoluto del A. Grueso dentro de la mezcla de agregados
- A = % de A. Fino que pasa la malla N° 4
- B = % de A. Grueso que pasa la malla N° 4
- C = % de A. Ideal que pasa la malla N° 4 ( $C = y$ )

Finalmente se prosigue a aplicar las formulas mencionadas, en donde el Tamaño Máximo (T.M.) se halla como se ilustra anteriormente.

Si se deseara hallar los volúmenes absolutos y los pesos de los agregados, solamente se utilizaría el volumen encontrado de los agregados y sus pesos específicos respectivamente.

➤ **Módulo de Fineza**

El módulo de fineza, es un índice para determinar características granulométricas de los agregados. Se acostumbra a usar en referencia a las arenas, aunque su principio teórico se extiende a cualquier material granular. Este módulo fue inicialmente sugerido por el ya legendario Abrams. (Asocreto. (2010). Colección del concreto - Tecnología del concreto. Colombia: Nomos impresores, p. 70)

Éste módulo de fineza es un índice del mayor o menor grosor del conjunto de partículas de un agregado. Se define como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas de 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100 dividida entre 100.

Gran número de granulometrías de agregados fino o grueso, o de una combinación de ambos, pueden dar un módulo de fineza determinado. Ésta es como un índice de control de uniformidad de materiales.

Usualmente este valor es determinado para el agregado fino, pero el conocimiento del módulo de fineza del agregado grueso puede ser necesario para la aplicación de algunos métodos de proporcionamiento de mezclas. (Rivva, E.. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima: ACI. p.166)

El valor de este módulo es mayor cuando el agregado contiene granos más gruesos y decrece cuando el agregado disminuye de tamaño, es decir que podemos interpretar que dicho módulo se refiere a la indicación del tamiz donde supuestamente se retendría o pasaría el 50% del material. (Asocreto. (2010). Colección del concreto - Tecnología del concreto. Colombia: Nomos impresores, p. 70)

Este módulo no distingue las granulometrías, pero en caso de agregados que estén dentro de los porcentajes especificados en las normas granulométricas, sirve para controlar la uniformidad de los mismos.

✓ **Módulo de Fineza del Agregado Fino**

Según la Norma NTP 400.012 Las granulometrías que posean igual módulo de fineza independientemente de la gradación de sus partículas, requieren de la misma cantidad de agua para que se puedan obtener propiedades similares de trabajabilidad y resistencia. El módulo de fineza del Agregado Fino se calculará de la siguiente manera.

$$M.F.Fino = \frac{\sum \% \text{retenido acumulado (N}^\circ 4, N^\circ 8, N^\circ 16, N^\circ 30, N^\circ 50, N^\circ 100)}{100}$$

Según la Norma ASTM la arena debe de tener un módulo de fineza no menor a 2.3 ni mayor a 3.1. Se estima que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación, y que las que se encuentren entre 2.8 y 3.1, son los más convenientes para concretos de resistencias altas.

✓ **Módulo de Fineza del Agregado Grueso**

El módulo de fineza del agregado grueso viene a ser calculado por la siguiente fórmula.

$$M.F.Grueso = \frac{\sum \% \text{retenido acumulado (3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N}^\circ 4, ) + 500}{100}$$

Se puede interpretar a la adición de los 500 como los porcentajes acumulados de las mallas N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100 que por ser un agregado grueso siempre darán como resultado el número 100.

✓ **Módulo de Fineza del Agregado Combinado**

Cuando se combinan materiales de diferentes dimensiones como arena y grava, el procedimiento a seguir para determinar el módulo de fineza de la combinación de agregados es el siguiente:

- Se calcula el módulo de fineza de cada uno de los agregados por separado
- Se calcula el factor en que cada uno de ellos entra en la combinación

- El módulo de fineza de la combinación de agregados será igual a la suma de los productos de los factores indicados por el método de fineza de cada agregado.

Esto quiere decir que si llamamos módulo de fineza de la combinación de agregados a “ $m_c$ ”, módulo de fineza del agregado fino a “ $m_f$ ” y módulo de fineza del agregado grueso a “ $m_g$ ”, entonces:

$$m_c = \frac{\text{Vol. Abs. A. Fino}}{\text{Vol. Abs. Agregados}} * m_f + \frac{\text{Vol. Abs. A. Grueso}}{\text{Vol. Abs. Agregados}} * m_g$$

Si hacemos que:

$$r_f = \frac{\text{Volumen Absoluto del A. Fino}}{\text{Volumen Absoluto de los Agregados}}$$

$$r_g = \frac{\text{Volumen Absoluto del A. Grueso}}{\text{Volumen Absoluto de los Agregados}}$$

Entonces:

$$m_c = r_f * m_f + r_g * m_g$$

(Abanto, F. (1996). Tecnología del Concreto. Lima: San Marcos. p.30)

### ➤ **Peso Unitario**

Se denomina peso volumétrico o peso unitario del agregado, ya sea suelto o compactado, al peso que alcanza un determinado volumen unitario. Generalmente se expresa en kilos por metro cubico del material. Este valor es requerido cuando se trata de agregados ligeros o pesados y en el caso de que el concreto se dosifique por volumen.

Este valor varía con el contenido de humedad. En el agregado grueso incrementos en el contenido de humedad incrementan el peso unitario. En el agregado fino incrementos más allá de la condición de saturado superficialmente seco pueden disminuir el peso unitario debido a que la película superficial de agua, origina que las partículas estén juntas facilitando la compactación con incremento en el volumen y disminución en el peso unitario.

Para el caso anterior, denominado esponjamiento, no tiene una importancia relevante siempre y cuando el agregado vaya ser dosificado por peso, pero si se va a dosificar por volumen, entonces este factor



esponjamiento debe ser considerado cuando ocurra una variación en el contenido de humedad.

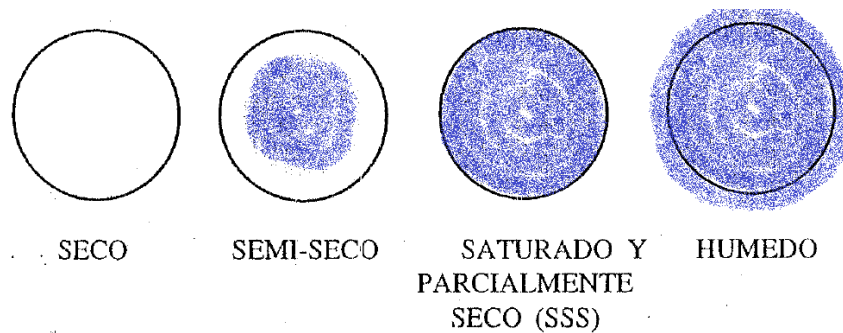
El peso unitario viene influenciado por su gravedad específica, su granulometría, su perfil y textura superficial, su condición de humedad y su grado de compactación de la masa.

- Se le conoce como **Peso Unitario Suelto (PUS)**, Si la colocación del agregado dentro del recipiente se realizó por simple efecto de la gravedad, desde una cierta altura de caída, finalizando en su nivelación al ras de la carilla superior. El término PUS es importante cuando se habla del manejo, transporte y almacenamiento de los agregados debido a que éstos se hacen en estado suelto. Se utilizará para convertir un peso a volumen, o sea para saber cuánta es la cantidad de áridos por metro cubico de concreto.
- Se le conoce como **Peso Unitario Compactado (PUC)**, Si la colocación del agregado dentro del recipiente fue realizado mediante capas, que fueron compactadas mediante golpes de una barra metálica, incrementando así el grado de acomodo de las partículas del agregado y por ende del Peso Unitario. El PUC es un buen índice para conocer la calidad del agregado, puesto que cuando mejor sea la granulometría mayor es su valor numérico. En general las partículas cuya forma se aproxime a la cúbica o esférica, producen mayor masa unitaria. (Asocreto. (2010). Colección del concreto - Tecnología del concreto. Colombia: Nomos impresores, p. 81)

#### ➤ **Porosidad y Absorción**

De las varias porosidades que se reconocen en un agregado, se suele medir la porosidad superficial o saturable mediante el ensayo directo de la absorción de agua, descrita en las normas ASTM C127 y ASTM C128. Cuanto más poroso es, menos resistencia mecánica tiene, por lo tanto cuanto menor sea la absorción, es más compacto y de mejor calidad. Pero el dato resulta de enorme importancia en la etapa de ajuste de las situaciones reales de los materiales, ya que por su valor es posible realizar correcciones pertinentes en la cantidad de agua que se debería incorporar.

Desde el punto de vista de la porosidad y la capacidad de absorción de agua, el grano de agregado puede contener cuatro posibilidades como se muestra a continuación. (Ver Figura 9) (Asocreto. (2010). Colección del concreto - Tecnología del concreto. Colombia: Nomos impresores, p. 80)



*Figura 9.* Estados de saturación del agregado.  
Fuente: “Tecnología del Concreto” de Abanto F.

En el primer gráfico podemos encontrar al agregado totalmente seco, en el segundo gráfico con grado semi seco existe ya algo de humedad pero menos de la necesaria para llegar al saturado, en el tercer gráfico del grado saturado y parcialmente seco, encontramos la condición ideal de un agregado, es decir donde el agregado ni añade ni absorbe agua de la mezcla, y finalmente en el cuarto gráfico que pertenece al húmedo o mojado, es aquel agregado que tiene un contenido entre sus partículas de agua de más que la necesaria para llegar a la saturación.

Durante el proceso de proporcionamiento del concreto, se deberá considerar al agregado en una condición de saturado y superficialmente seco, es decir con los poros abiertos llenos de agua y libre de humedad superficial.

Cuando no se considera la humedad superficial de los agregados, se ocasionan graves pérdidas de resistencia del concreto.

Un agregado parcialmente seco resta agua, pero si está húmedo ocasiona un exceso de agua en la mezcla. Para estos casos es de vital importancia el reajuste de agua, adicionando o diferenciando un porcentaje adicional a la dosificación de agua resultante, para que el contenido de agua sea el oportuno.

➤ **Contenido de humedad ( $\omega$ )**

El contenido de agua dentro de un agregado, expresado en porcentaje es por definición el siguiente:

$$\% \text{ humedad} = \% \omega = \frac{H - S}{S} * 100$$

Donde:

- H = Peso del agregado húmedo
- S = Peso del agregado en condición seca

➤ **Porcentaje de absorción (a)**

Es la cantidad de agua que un agregado necesita para pasar de la condición seca a la condición de saturado superficialmente seco y se expresa generalmente en porcentaje y mediante la siguiente expresión.

$$\% \text{ absorción} = \% a = \frac{D - S}{S} * 100$$

Donde:

- D = Peso del agregado saturado y superficialmente seco
- S = Peso del agregado en condición seca

➤ **Humedad Superficial**

La humedad superficial está dada por la diferencia del contenido de humedad ( $\% \omega$ ) y el porcentaje de absorción ( $\% a$ ). Se pueden distinguir dos casos los cuales pueden ser los siguientes:

- a) Si  $\% \omega > \% a$

En este caso el agregado aporta agua a la mezcla (agua libre) y dicha cantidad debe ser disminuida del agua de diseño para encontrar el agua efectiva o también denominada neta.

- b) Si  $\% \omega < \% a$

En este caso el agregado tomará agua de la mezcla (agua que le falta) para llegar a la condición ideal, debiendo aumentarse dicha cantidad de agua a la mezcla para no modificar el agua de diseño.

Para calcular el agua libre (caso a) o el agua faltante (caso b) de un agregado, que denominaremos aporte de agua, se tendrá que multiplicar la humedad

superficial del mismo expresada en fracción decimal por el peso seco del agregado, en otras palabras lo siguiente.

$$Aporte\ de\ Agua = \left[ \frac{\% \omega - \% a}{100} \right] * S$$

Donde:

- %ω - % a : Humedad superficial
- S = Peso seco (Abanto, F. (1996). Tecnología del Concreto. Lima: San Marcos. p.38 - 40)

### C) Agua

El agua es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido.

El agua que ha de se utilizada en la preparación del concreto, deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.088 y ser de preferencia potable. No existen criterios uniformes en cuanto a los límites permisibles para las sales y sustancias presentes en el agua que va a emplearse. A continuación se presenta, en partes por millón (ppm), los valores aceptados como máximos para el agua utilizada en el concreto. (Ver Tabla 6)

Tabla 6

*Valores máximos admisibles para las sustancias presentes en el agua*

<b>SUSTANCIAS DISUELTAS</b>	<b>VALOR MÁXIMO ADMISIBLE</b>
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles	500 ppm
P.H.	Mayor de 7
Sólidos en suspension	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Fuente: "Tecnología del Concreto" de Abanto F.

Algunos de los requisitos que el agua para la dosificación debe de cumplir son:

- El agua a emplearse en la preparación del concreto deberá ser limpia y estará libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero.

- Un método rápido para conocer la existencia de ácidos en el agua, es por medio de un papel tornasol, el que sumergido en agua ácida tomara un color rojizo.
- Para determinar la presencia de yeso u otro sulfato es por medio de cloruro de bario, se filtra el agua (unos 500g) y se le echa algunas gotas de ácido clorhídrico, luego más gotas de solución de cloruro de bario y si se forma un precipitado blanco (sulfato de bario) es señal de presencia de sulfatos.
- Tener en cuenta que los dos puntos anteriores no pueden reemplazar de ninguna manera a los ensayos de laboratorio, y solo se utilizan para tener indicios que posteriormente se comprobarán en un laboratorio competente. (Abanto, F. (1996). Tecnología del Concreto. Lima: San Marcos. p.22)

### **2.2.1.2. Concreto en estado fresco**

Es claro que las propiedades del concreto in situ no pueden ser obtenidas directamente en su estado fresco, puesto que las características de los elementos estructurales se ven afectadas por las prácticas en obra. Sin embargo, el control de calidad en este momento es la única herramienta para tomar decisiones rápidas durante su colocación. Siendo así entonces, tenemos propiedades que pueden o no ser medidas mediante ensayos en cuanto al concreto en su estado plástico. (Asocreto. (2010). Colección del concreto - Tecnología del concreto. Colombia: Nomos impresores, p.99)

#### **A) Propiedades del Concreto en estado fresco**

- **Trabajabilidad y Consistencia**

Si desea definir a la trabajabilidad, principal propiedad del concreto en su estado fresco, diremos que es la facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado, colocado, compactado y acabado sin segregación y exudación durante estas operaciones.

En cuanto a la consistencia que es una propiedad arraigada y derivada de la trabajabilidad, se le define como el grado de humedecimiento de la mezcla, dependiendo ésta principalmente de la cantidad de agua utilizada. (Abanto, F. (1996). Tecnología del Concreto. Lima: San Marcos. p.47)

Esta propiedad determina cual es el trabajo utilizado en vencer la fricción entre los componentes del concreto, y entre este y el encofrado o refuerzo, para lograr una compactación adecuada. En otras palabras, se le

puede definir también como la capacidad que posee la mezcla para poder ser colocado y compactado apropiadamente sin que se produzca segregación alguna.

La trabajabilidad está representada por el grado de compacidad, cohesividad, plasticidad, y la consistencia o movilidad.

- *La compacidad:* Es la facilidad con la que el concreto o mortero fresco es compactado o consolidado para reducir el volumen de vacíos y por lo tanto el aire atrapado.
- *La cohesividad:* Es la aptitud que tiene el mortero o concreto fresco para mantenerse como una masa estable y sin segregación.
- *La plasticidad:* Es la condición del concreto o mortero fresco que le permite deformarse continuamente sin llegar a quebrantarse
- *La consistencia:* Es la habilidad del mortero y concreto fresco para fluir, es decir la capacidad de adquirir la forma de los encofrados que lo contienen, y de llenar estos espacios vacíos alrededor de los elementos que absorbe.

Existen factores que afectan la manejabilidad o trabajabilidad del concreto en su estado plástico, y está influenciada principalmente por los siguientes:

- *Contenido de agua de mezclado:* Teniendo en consideración que el agua utilizado para la mezcla, es aproximadamente el 15% del volumen total, en el que el 5% solamente es el encargado de la hidratación mientras que el 10% sobrante es el agua que se evaporará, debemos mencionar que esta última es el principal factor que afecta la trabajabilidad, puesto que en la medida que se aumente su contenido, incrementa la fluidez, y por ello la manejabilidad de la mezcla permitiendo así una mayor lubricación de sus agregados
- *Contenido de aire:* El contenido de aire naturalmente atrapado e incorporado intencionalmente, produce disminución en los requerimientos de agua del concreto para una misma manejabilidad, al igual que un aumento de las condiciones de cohesión.
- *Propiedades de los agregados:* Las propiedades físicas de los agregados que afectan las características del concreto en estado fresco son: el tamaño máximo, la forma y textura de las partículas, la densidad, la absorción, el contenido de finos y materias orgánicas. Estas propiedades serán abarcadas con mayor detenimiento más adelante.

- *Relación pasta/agregado*: La cantidad de pasta está relacionada con el área superficial de los agregados, ya que su función en estado fresco es actuar como lubricante y producir concretos que puedan ser trabajables.
- *Condiciones Climáticas*: El viento, el sol, la temperatura y la humedad ambiente, afectan la manejabilidad del concreto debido a que pueden producir pérdidas de agua por evaporación, cambios en la temperatura interna del concreto por intercambio de calor, cambios volumétricos y modificación en los tiempos de fraguado. (Asocreto. (2010). Colección del concreto - Tecnología del concreto. Colombia: Nomos impresores, p.101)

➤ **Ensayo de consistencia del concreto**

El ensayo de consistencia, llamado también de revenimiento o “slump test”, es utilizado para caracterizar el comportamiento del concreto fresco. Esta prueba, desarrollada por Duft Abrams, fue adoptada en el año 1921 por el ASTM y revisada finalmente en 1978.

El ensayo consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde troncónico, midiendo el asiento producido en la parte superior de la mezcla luego de haberse desmoldeado.

El comportamiento descrito por el concreto en esta prueba, indica su “consistencia” o sea, su capacidad para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos.

Es importante considerar que la consistencia se modificará fundamentalmente por variaciones del contenido de agua de la mezcla.

- **Equipo**

El equipo necesario consiste en un tronco de cono, en el cual los dos círculos de las bases son paralelos entre sí, midiendo 20 cm y 10 cm los diámetros respectivos. La altura del molde es de 30 cm.

El molde está elaborada con una plancha de acero galvanizado, de espesor mínimo de 1.5 mm. Tiene soldado a los costados del molde asas y

aletas de pie para facilitar la operación. Para la compactación del concreto se utiliza una barra de acero lisa de 5/8" de diámetro y 60cm de longitud, cuya punta es una semiesfera. (Ver Figura 10) (Abanto, F. (1996). Tecnología del Concreto. Lima: San Marcos. p.48)

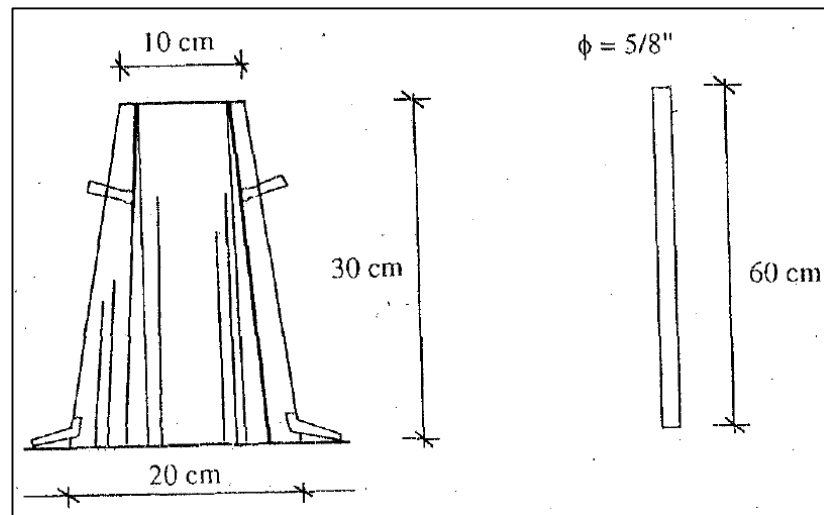


Figura 10. Instrumentación necesaria para el ensayo de consistencia del concreto.  
Fuente: "Tecnología del Concreto" de Flavio Abanto Castillo

#### • Procedimiento

Se coloca el molde sobre una superficie horizontal, plana y no absorbente, presionando con los pies las agarraderas para que el concreto no se salga por la parte inferior del molde.

En seguida se llena el cono en tres capas cada una aproximadamente de igual volumen, apisonándose cada capa con 25 golpes dados con el extremo redondeado de la varilla.

La introducción de la varilla se debe hacer en diferentes sitios de la superficie y hasta una profundidad tal, que penetre ligeramente en la capa inferior con el objeto de que la compactación se distribuya uniformemente sobre la sección transversal.

Al final de la tercera capa, se nivela la superficie, bien sea con la varilla o con una regla metálica o de madera. Se retira la mezcla que haya caído al suelo en la zona adyacente a la base del molde, el cono se levanta cuidadosamente en dirección vertical, sin movimientos laterales o de torsión y sin tocar la mezcla con el molde cuando este se haya separado del concreto.

Una vez retirado el molde, la muestra sufre un asentamiento, el cual se mide inmediatamente como diferencia entre la altura del molde y la altura medida



sobre el centro de la base superior del espécimen. Se observa cada fase del proceso en la siguiente esquematización. (Ver Figura 11)

Se estima que desde el inicio de la operación hasta el término no deben transcurrir más de 2 minutos, de los cuales el proceso de desmolde no toma más de cinco segundos. (Asocreto. (2010). Colección del concreto - Tecnología del concreto. Colombia: Nomos impresores, p.104)

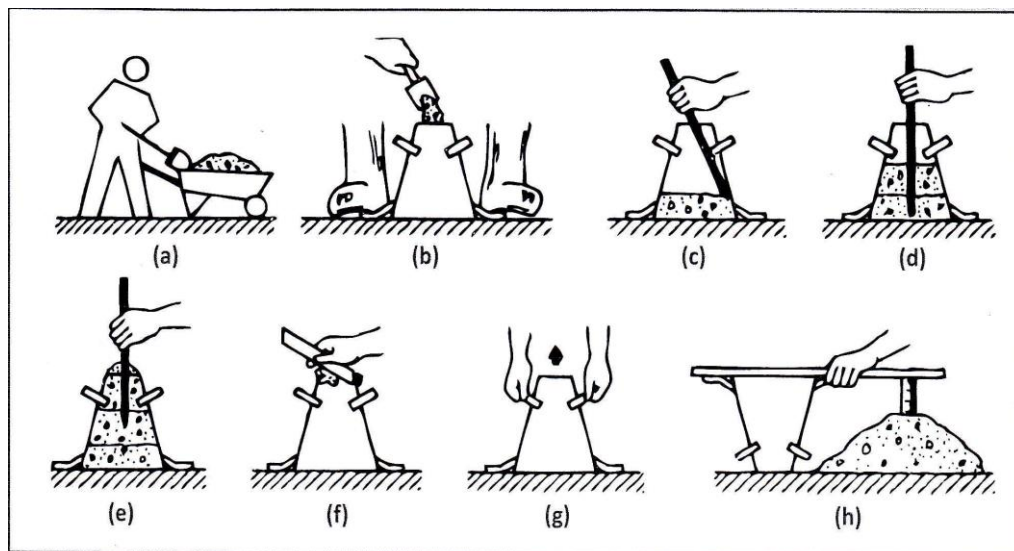


Figura 11. Fases del procedimiento del ensayo de consistencia del concreto.  
Fuente: “Tecnología del Concreto” de Asocreto

De acuerdo al procedimiento efectuado en el ensayo descrito anteriormente, se pueden diferenciar 3 clases de mezcla según sea la consistencia y por ende, la longitud de depresión durante el asentamiento, estos se pueden diferenciar en el siguiente cuadro. (Ver Tabla 7).

Tabla 7

*Clases de mezclas según su asentamiento*

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	METODO DE COMPACTACION
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibracion normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibracion ligera chuseado
Fluida	> 5"	Muy trabajable	Chuseado

Fuente: “Tecnología del Concreto” de Flavio Abanto Castillo

- **Segregación**

Un aspecto importante de la trabajabilidad y que generalmente se le considera como una propiedad aparte, es la inclinación a la segregación, y es que se le define como la tendencia a separarse las partículas gruesas de la

mezcla de concreto y la colección de esas partículas deficientes de mortero a lo largo del perímetro del concreto colocado, esto sucede por la falta de cohesividad, lo que conlleva a decir que la distribución y comportamiento deja de ser uniforme y homogéneo. (Ver Figura 12) (Asocreto. (2010). Colección del concreto - Tecnología del concreto. Colombia: Nomos impresores, p.108)

En otras palabras podemos decir que es aquella propiedad del concreto en estado fresco, que implica la descomposición de éste en sus partes constituyentes o lo que es lo mismo, la separación del agregado grueso de la pasta o mortero.

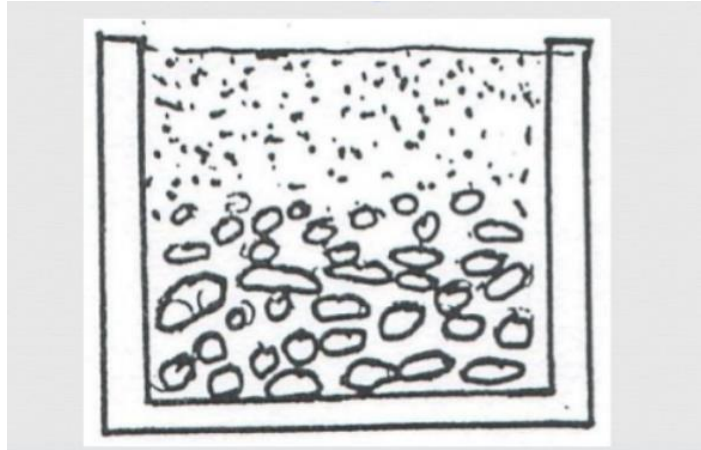
Este fenómeno es muy perjudicial para el concreto, puesto a que produce en el elemento llenado bolsones de piedra, capas arenosas, cangrejeras, etc.

La segregación es una función de la consistencia que posee la mezcla, haciéndose mayor el riesgo de suceder cuanto más húmeda se encuentre ésta, pero el riesgo disminuye cuanto más seca esté.

Cuando se realice un diseño de mezclas, es de vital importancia siempre tener en consideración el riesgo de que ocurra la segregación, ya que ésta se puede disminuir mediante el aumento de finos o de cemento, o también aumentando la consistencia de la mezcla.

Usualmente los procesos inadecuados de manipulación y colocación de la mezcla, son las principales causas del fenómeno de la segregación. Se puede interpretar que esta segregación ocurre cuando una parte del concreto se desplaza con mayor rapidez que el concreto adyacente, por ejemplo, el traqueteo de carretillas con ruedas metálicas tiende a originar que el agregado grueso se movlice por causa de la sacudida hacia el fondo, mientras que la lechada, asciende a la superficie.

También se produce segregación al permitir que la mezcla recorra canaletas, y más aún si en el trayecto existen cambios de dirección. El excesivo tiempo de vibrado del concreto también producirá esta segregación. (Abanto, F. (1996). Tecnología del Concreto. Lima: San Marcos. p.50)



*Figura 12.* Esquematización de la segregación de la mezcla de concreto.  
Fuente: “Clase 2 Generalidades del concreto” de C. Jacome Manzano

Para que el riesgo de existir segregación se pueda minimizar, se aconseja seguir las siguientes recomendaciones:

- Dosificar en forma óptima los materiales
- Hacer una visualización del aspecto de la mezcla cuando se prueban los diseños
- Reducir las distancias de acarreo del concreto dentro de la obra
- No lanzar el concreto desde alturas superiores a 1 m
- No transportar la mezcla por canales que posean cambios de dirección bruscos
- No descargar el concreto contra un obstáculo
- No dejar fluir el concreto a lo largo de la formaleta
- No prolongar el tiempo de vibrado de la mezcla
- No usar agregado grueso cuya densidad difiera considerablemente del fino (Asocreto. (2010). Colección del concreto - Tecnología del concreto. Colombia: Nomos impresores, p.109)

- **Exudación**

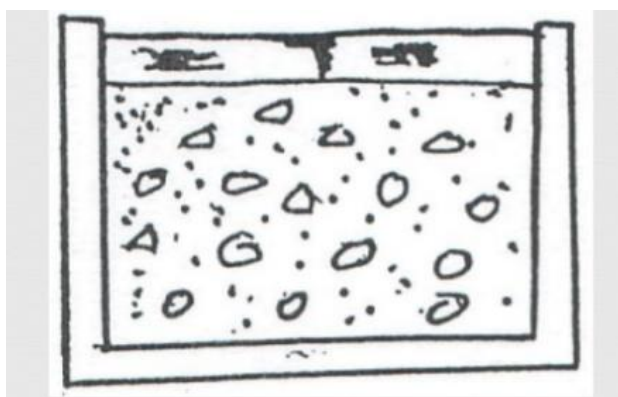
Resulta ser una manera de segregación o sedimentación, en la cual parte del agua de mezclado tiende a elevarse a la superficie de la mezcla de concreto recién colocado. Esto sucede debido a que los constituyentes sólidos de la mezcla no pueden retener toda el agua cuando se asientan durante el proceso de fraguado. (Ver Figura 13)

La exudación del concreto está influenciada por las proporciones de la mezcla y las características de los materiales, el contenido de aire, el uso de aditivos convencionales o minerales y particularmente por la angularidad y gradación del agregado fino. También puede ser producto de la temperatura, puesto a

que en la medida en que mayor sea la temperatura, la velocidad de exudación también se aumenta.

La exudación es perjudicial para la mezcla, pues como consecuencia de este fenómeno la superficie de contacto durante la colocación de una capa sobre otra puede disminuir su resistencia debido al incremento de la relación agua – cemento en esta zona.

El producto final de este proceso de ascenso de una parte del agua del mezclado, se visualiza en la obtención de un concreto poroso y de poca durabilidad. (Abanto, F. (1996). Tecnología del Concreto. Lima: San Marcos. p.26)



*Figura 13.* Esquematación de la exudación de la mezcla de concreto.  
Fuente: “Clase 2 Generalidades del concreto” de C. Jacome Manzano

#### ➤ **Ensayo del Volumen total exudado**

El volumen total exudado es aquel volumen de agua que aparece en la superficie del concreto. Esta cantidad se puede medir la exudación mediante un ensayo en el cual se puede expresar de 2 maneras, las cuales se verán a continuación.

##### • **Equipo**

El equipamiento viene dado simplemente por el molde contenedor de la mezcla, y un cronómetro para medir el tiempo. También para este ensayo se hará la necesidad de contar con la varilla metálica de 60 cm y de 5/8” de diámetro con punta redondeada.

Es necesario que para este ensayo, la dosificación del concreto que se va a ensayar ya tiene que haber estado determinado previamente, conociendo así la tanda a utilizar.

- **Procedimiento**

Se trata de un ensayo muy sencillo el cual se utiliza para cuantificar la exudación y consiste en llenar de concreto un molde en 3 capas con 25 golpes cada capa, dejándose 1 pulgada libre en la parte superior.

Una vez que se haya terminado de llenar el molde, empezará el fenómeno de exudación, haciéndose lecturas del volumen parcial de agua exudada cada 10 minutos, durante los primeros 40 minutos, y cada 30 minutos hasta que la mezcla deje de exudar.

Existen 2 formas de expresar la exudación:

- a) **Por unidad de Área**

$$\text{Exudación} = \frac{\text{Volumen Total Exudado}}{\text{Área de la superficie libre del concreto}}$$

Las unidades a utilizarse son mililitros por centímetro cuadrado (ml/cm<sup>2</sup>)

- b) **En Porcentaje**

$$\text{Exudación} = \frac{\text{Volumen Total Exudado}}{\text{Área de agua de la mezcla en el molde}} \times 100$$

El peso del agua en el molde se haya de la siguiente manera:

$$\text{Vol. de Agua en molde} = \frac{\text{Peso del concreto en el molde}}{\text{Peso total de la tanda}} \times \text{Vol. de agua en la tanda}$$

La forma en cómo se va a ejecutar el proceso de la aplicación práctica de estas 2 formas de ensayo, empezará teniendo en primer lugar estos datos para luego ser reemplazados.

- El peso del cemento de una tanda (Kg)
- El peso del Agregado Fino de una tanda (Kg)
- El peso del Agregado Grueso de una tanda (Kg)
- La cantidad de agua de una tanda (Lt)
- El diámetro del molde a utilizar (cm)
- El peso del concreto en el recipiente (Kg)
- La tabulación con los pequeños volúmenes de agua exudada en el tiempo mencionado anteriormente (ml) (Abanto, F. (1996). Tecnología del Concreto. Lima: San Marcos. p.56)

- **Cohesividad**

Se le define a la cohesividad como aquella propiedad del concreto fresco gracias a las cuales es posible controlar el peligro de segregación durante la etapa de colocación de la mezcla, al mismo tiempo que contribuye

a prevenir la aspereza de la misma y facilitar su manejo durante el proceso de compactación del concreto.

El efecto que producen los agregados sobre las propiedades cohesivas del concreto depende de factores tales como el tamaño máximo del agregado grueso, la granulometría combinada de los agregados fino y grueso, el porcentaje de agregado fino en relación al agregado global, y la cantidad de partículas de arcilla fina presentes en el agregado.

Se estipula que la cohesividad presente en la mezcla tiene una función primordial, puesto a que por falta de ésta, se puede incrementar el riesgo de la segregación en mezclas de muy baja trabajabilidad, o en mezclas preparadas con agregado grueso de diámetro grande.

Y si se requiriera mejorar la cohesividad den una mezcla de concreto, los incrementos en el porcentaje del agregado fino lograrán este propósito, y es que en mezclas muy pobres, se recomienda que la participación de la granulometría correspondiente a tamaños menores esté muy presente. Se tiene que recordar que la cohesividad tiende a ser mayor si el perfil de las partículas del agregado grueso tiende a ser redondeado y con textura suavizada. (Rivva, E.. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima: ACI. p.211)

- **Temperatura del concreto**

La temperatura del concreto al ser mezclado, muy aparte de la reacción química ocurrida en la pasta (cemento más agua), es influenciada por la temperatura y calor específico de los materiales constituyentes. Es por ello que el agregado al estar presente en la mezcla como volumen más importante, puede tener un efecto sobre la temperatura del concreto.

En climas cálidos, el riego de los montículos de agregado reduce la temperatura de ésta y por ello la del concreto. En aquellos casos en que es necesario un concreto muy frio, el agregado grueso puede ser enfriado sumergiéndoselo en agua fría o por rociado de los montículos de agregado. (Asocreto. (2010). Colección del concreto - Tecnología del concreto. Colombia: Nomos impresores, p.175)

También es de conocimiento saber que bajo condiciones de climas calientes se requiere mayor cantidad de agua para que una mezcla dada tenga el mismo asentamiento y la misma consistencia. Esto se demuestra que bajo condiciones que han sido consideradas, una disminución aproximadamente de 25 mm en el revenimiento fue provocada por 10 °C de aumento en la temperatura del concreto. El efecto de la temperatura en la demanda de agua viene principalmente de efectos en la proporción de hidratación del cemento, y posiblemente también en la proporción de evaporación del agua. (www.teconcreto123.blogspot.com, pf 13)

Un caso inverso puede notarse cuando nos encontramos en climas fríos, en el cual será necesario el calentamiento del agregado para obtener la temperatura deseada en el concreto. Recordemos siempre que los agregados congelados no deberán ser usados en las mezclas de ninguna manera.

A continuación se menciona la forma en la cual se registrará la temperatura del concreto de una adecuada forma:

- Obtenemos nuestra muestra de concreto ya mezclada
- Usamos un termómetro con precisión de +/- 0.5 °C dentro de un rango de temperatura de 0 °C a 50 °C
- Colocamos el termómetro dentro de la muestra con un recubrimiento mínimo del sensor de 75 mm
- Presionamos suavemente el concreto alrededor del termómetro para que la temperatura ambiente no afecte la medición
- Realizamos la lectura de la temperatura después de dos minutos o cuando la lectura se estabilice
- Completamos la medición de la temperatura dentro de los 5 minutos siguientes a la obtención de la muestra.
- Registramos la temperatura con una aproximación de 0.5 °C (Asocreto. (2010). Colección del concreto - Tecnología del concreto. Colombia: Nomos impresores, p.175)

- **Contenido de aire**

Una cantidad significativa de material que pase la malla N° 200 (74  $\mu$ m), especialmente en la forma de arcilla, puede reducir el contenido de aire en el concreto y obligar a que se emplee más aditivo incorporador de aire para obtener los mismos resultados.

Esta arcilla puede resultar del empleo de agregados fino y grueso “sucios” y es ampliamente variable, causando problemas en el control del contenido de aire, en las variaciones en los requerimientos de agua, en el asentamiento y en la resistencia.

Hay que tener presente que el incremento de los tamaños menores del N° 100 o N° 200 en el agregado fino requiere un aumento en el dosaje del aditivo incorporador de aire para obtener el contenido de aire requerido y producir burbujas pequeñas y un mejor sistema aire-vacíos con un bajo factor de espaciamiento. Todo lo contrario sucede en el caso de que al incrementar material en las mallas N° 30 a N° 50 deberá disminuir la cantidad de aditivo incorporador de aire requerida para obtener el mismo contenido de aire.

El empleo conjunto de un aditivo reductor de aire con el aditivo incorporador de aire ha sido recomendado, aunque existen grandes dificultades para mantener el contenido de aire deseado. Así los aditivos reductores de aire son especialmente empleados para obtener concretos sin el aire incorporado debido a la presencia de materia orgánica. (Rivva, E.. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima: ACI. p.213)

- **Fraguado**

Cuando el cemento se mezcla con el agua, las reacciones químicas que se producen originan cambios en la estructura de la pasta, conservando la mezcla su plasticidad durante un cierto tiempo, desde pocos minutos hasta varias horas, para luego ocurrir varios fenómenos sucesivos. La fragua es la pérdida de esta plasticidad que sufre la mezcla. Existen dos etapas de fraguado muy marcadas:

- a) Fraguado Inicial: Cuando la masa empieza a perder plasticidad.
- b) Fraguado final: Cuando la pasta de cemento deja de ser deformable y se convierte en un bloque rígido. (Abanto, F. (1996). Tecnología del Concreto. Lima: San Marcos. p.17)

Los fenómenos ocurridos sucesivamente durante la fragua son las siguientes:

- Un aumento relativamente brusco de la viscosidad acompañado de una elevación de temperatura de la pasta. A este proceso se le conoce como el principio de fraguado



- Después del periodo de algunas horas, la pasta se vuelve indeformable y se transforma en un bloque rígido. A este momento se le conoce como fin de fraguado. No corresponde a un fenómeno particular como el principio de fraguado, su determinación es tan solo convencional.
- La resistencia aumenta con regularidad a medida que transcurre el tiempo. Es el proceso de endurecimiento.

Por lo tanto el término fraguado, es un concepto convencional que se emplea para designar el periodo que necesita una mezcla de cemento y agua para adquirir una dureza previamente estipulada. Es de vital importancia que este fraguado no sea ni demasiado rápido ni demasiado lento, puesto a que si es muy rápido el tiempo será insuficiente para colocar el concreto antes que adquiera rigidez y si es muy lento puede que origine retrasos en el avance y utilización de la estructura. (Rivva, E.. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima: ACI. p.74)

- **Tiempo de Fraguado**

Una calidad normal de cemento fragua inicialmente a los 40 o 50 minutos, o a los 30 minutos para los cementos de mayor grado de finura, considerándose normal un tiempo de fraguado final entre 4 y 7 horas. (Rivva, E.. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima: ACI. p.78)

- **Ensayo de la Aguja de Vicat**

Este ensayo mide el inicio y el fin del fraguado en mediciones constantes y puede verse el procedimiento completo en la norma ASTM C 807. Se toma una muestra de mortero procedente del tamizado a través de una malla de 4.76 mm (N° 4) en una porción de concreto fresco.

Se somete periódicamente a la penetración de agujas de punta plana cuyas áreas varian entre 645 y 16 mm. (Ver figura 14). Luego se continúa realizando penetraciones cada 15 minutos de la siguiente forma:

En el inicio del fraguado, cuando la aguja no penetra más de 25 mm dentro de la mezcla, se recomienda que al haberse iniciado el fraguado, el cemento ya deba estar totalmente colocado y no tiene que moverse de ahí, puesto a que ello originaría fisuras.

Durante el final del fraguado, podremos darnos cuenta de que estamos cerca o en el final de su proceso cuando la aguja no deje marca alguna en la superficie de la pasta.



*Figura 14.* Aparato de Vicat con aguja de 16 mm (izquierda) y aguja de 645mm (derecha).  
Fuente: “Aparato de Vicat Manual” de pinzuar.com

- **Calor de hidratación**

Durante el proceso de endurecimiento se producen reacciones que generan calor. Cuando las secciones son pequeñas y el calor puede liberarse, el calor de hidratación no es significativo, pero al vaciar grandes volúmenes de concreto y cuando el calor no puede liberarse fácilmente, resulta un factor a tenerse muy en cuenta. Algunos investigadores han observado temperaturas sobre los 50 °C y como la temperatura ambiente es menos es que se producen descensos bruscos de ésta, ocasionando contracciones y en consecuencia rajaduras. (Abanto, F. (1996). Tecnología del Concreto. Lima: San Marcos. p.17)

- **Ley de Powers**

Para poder definir el grado de hidratación que contiene una mezcla endurecida de concreto se podrá recurrir a la siguiente fórmula conocida como la Ley de Powers, en el cual interviene la resistencia del concreto en 28 días, la relación agua cemento, y un despeje de la variable relación pasta/espacio.

Entonces definimos de la siguiente manera:

$$S = 2380 * X^3 \quad \text{siendo} \quad X = \frac{0.647 * \alpha}{0.319 * \alpha + a/c}$$

Dónde:

- S = Resistencia del concreto a los 28 días, expresado en Kg/cm<sup>2</sup>
- X = Relación pasta/espacio
- a/c = Relación agua-cemento
- $\alpha$  = Grado de hidratación del cemento (Abanto, F. (1996). Tecnología del Concreto. Lima: San Marcos. p.53)

### 2.2.1.3. Concreto en estado endurecido

El concreto en su estado duro, es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión, dependiendo de las propiedades tanto mecánicas, físicas o químicas de sus componentes y de la interacción de cada uno de estos.

Posee una gran cantidad de características, pero las más significativas que podemos nombrar son la masa unitaria, las propiedades mecánicas, térmicas, acústicas, eléctricas, su apariencia, etc.

A modo de generalizar, decimos que las propiedades mecánicas del concreto están gobernadas por la resistencia adquirida por la pasta endurecida, los agregados y la interfase pasta-agregados, las cuales a su vez son modificadas por los procesos de colocación y condiciones de curado.

#### A) Propiedades del Concreto en estado endurecido

- **Resistencia a la compresión**

La resistencia es el máximo esfuerzo que puede ser soportado por el concreto sin romperse. Ésta resistencia no puede probarse en condición plástica, por lo que el procedimiento acostumbrado consiste en tomar muestras durante el mezclado las cuales después de un proceso llamado curación se le someten a pruebas de compresión.

La resistencia en compresión se utiliza como un índice de calidad del concreto. Por su propia naturaleza la resistencia del concreto no puede ser mayor que la de sus agregados, sin embargo la resistencia a la compresión de los concretos convencionales dista mucho de las que corresponde a la mayoría de las rocas empleadas como agregados, las mismas que se

encuentran por encima de los 1000 Kg/cm<sup>2</sup>. Por ello no se ha profundizado el análisis de la influencia del agregado en la resistencia del concreto. (Rivva, E.. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima: ACI. p.232)

La resistencia a la compresión del concreto es la carga máxima para una unidad de área soportada por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura). Esta resistencia debe ser alcanzado a los 28 días después de vaciado y curado. (Abanto, F. (1996). Tecnología del Concreto. Lima: San Marcos. p.51)

Posteriormente se demostró por Gilkey y Walker que la resistencia está en función de los siguientes factores determinantes:

- **Relación agua – cemento**

La relación agua/cemento ( $a/c$ ) en una mezcla de mortero o concreto se describe como la cantidad de agua en masa, sin incluir el agua absorbida por los agregados, sobre la cantidad de cemento en masa.

La resistencia del concreto está estrechamente relacionada con la relación  $a/c$  de tal manera que entre mayor sea el contenido de agua de mezclado, mayor será la cantidad que no se cambia con el cemento, y por consiguiente, al disiparse la parte de agua evaporable, la pasta será más porosa y la resistencia del concreto disminuirá. De acuerdo a este principio se han desarrollado gráficas y fórmulas que la correlacionan con la resistencia a la compresión, de acuerdo con las condiciones específicas en cuanto a materiales, producción y ensayos (Ver gráfico 2).

A continuación se representa de forma gráfica la resistencia a la compresión en función de la relación agua/cemento:

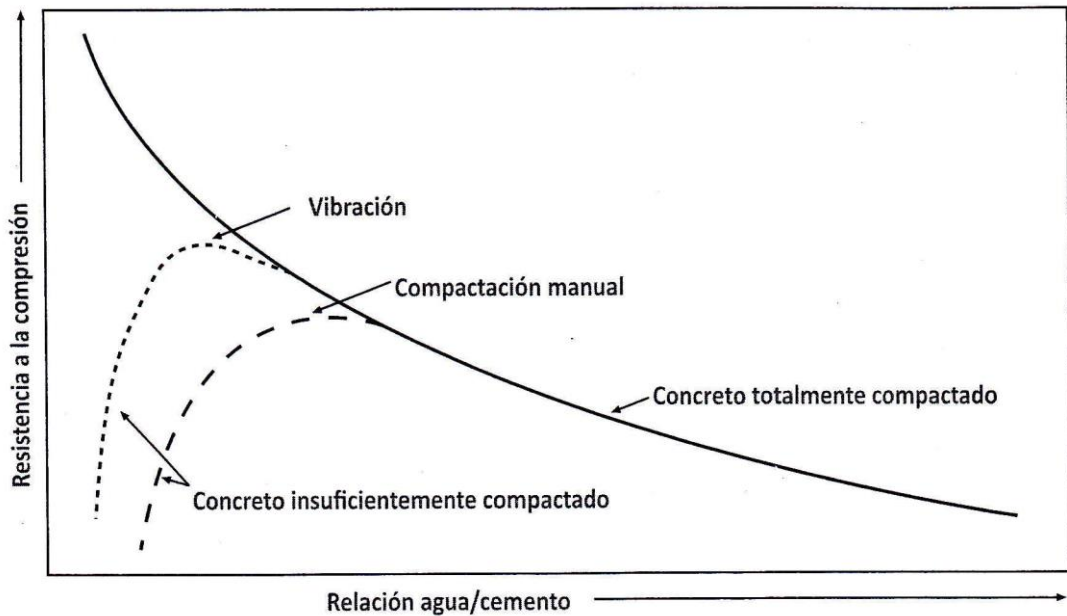


Gráfico 2. Resistencia a la compresión en función de la relación a/c.  
Fuente: “Tecnología del concreto” de Asocreto

- **Relación del cemento al agregado**

El contenido y tipo de cemento utilizado tiene gran influencia en la resistencia que finalmente conseguirá el concreto, debido a que el cemento es el material químicamente “activo” en la mezcla.

Lo más importante en lo que respecta al cemento es su contenido dentro del concreto, porque en la medida que se aumenta se consiguen mayores resistencias. Esta afirmación se debe aplicar con cautela, puesto a que solo es válida hasta un límite, a partir del cual la cantidad de cemento por encima de este no se hidrata totalmente y por tanto pasa a formar parte del concreto como un material inerte de relleno. Por otro lado, se ha demostrado que para mezclas con una baja relación agua/cemento, en las que se incrementa el contenido de este material, se origina una disminución de la resistencia, en especial cuando se utiliza agregado de gran tamaño. Estos esfuerzos se deben a la contracción, que al ser obstruida por las partículas de agregado, causa agrietamiento de la pasta o una pérdida de adherencia entre el cemento y el agregado. (Asocreto. (2010). Colección del concreto - Tecnología del concreto. Colombia: Nomos impresores, p.22)

## ✓ **Contracción**

La contracción es una de las principales causas de fisuración en las estructuras de concreto. La pasta se encoge primero, cuando está blanda, porque se seca por la acción del sol, y al evaporarse el agua de una pasta de cemento, la remanente desarrolla esfuerzos de succión que traccionan los granos del material sólido adyacente.

Si bien la pasta tiene una mayor contracción potencial, el agregado presente en la mezcla tiene un efecto importante sobre la contracción por secado del concreto al reducir la contracción de la pasta debido a su capacidad de restricción.

La magnitud de la contracción del concreto bajo condiciones de secado dadas depende de:

- a) La contracción potencial de la pasta y del agregado
- b) EL volumen total de la pasta en la unidad cúbica del concreto
- c) La cantidad de agregado presente en la unidad cubica de concreto
- d) Las propiedades del agregado, especialmente su módulo de elasticidad (Rivva, E.. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima: ACI. p.243)

- **Granulometría, textura superficial, perfil, resistencia y dureza de las partículas del agregado**

Una masa de agregados cuya granulometría sea continua, permite elaborar mezclas de alta compacidad, mucho más densas y por lo tanto se consiguen mayores resistencias.

En cuanto a la textura superficial y su forma se puede decir que en general para una misma relación agua/cemento, las partículas de agregado con textura rugosa o de forma angular forman concretos más resistentes que otras redondeadas o lisas, debido a que hay mayor trabazón entre los granos gruesos y el mortero. Sin embargo con igual contenido de cemento, los primeros exigen mayor cantidad de agua para lograr una determinada manejabilidad y por ello el efecto neto sobre la resistencia no varía en forma apreciable. (Asocreto. (2010). Colección del concreto - Tecnología del concreto. Colombia: Nomos impresores, p.122)

### ➤ **El tamaño máximo del agregado**

En general, la diferencia en tamaño máximo de un mismo tipo de agregado bien gradado, tiene dos efectos opuestos en la resistencia a la compresión del concreto. En primer lugar para una consistencia dada y para igual contenido de cemento, la utilización de tamaños máximos mayores requiere menos agua de mezclado que los agregados de tamaño máximo menores. Por otro lado, mezclas con la misma consistencia e igual relación agua/cemento, presentan resistencias más bajas cuando se utilizan agregados de tamaño máximo mayor. En particular se ha demostrado que para concretos de alta resistencia, mientras mayor sea la resistencia requerida, menor deberá ser el tamaño máximo. Así mismo para concretos de baja resistencia mientras mayor sea el tamaño máximo, mayor será la eficiencia.

Sin embargo para concretos de resistencia intermedia, existe un rango amplio en los tamaños máximos que se pueden usar para una misma resistencia, esencialmente con igual contenido de cemento. Únicamente se requiere de mayor cantidad de cemento si se utilizan agregados de tamaños pequeños. (Asocreto. (2010). Colección del concreto - Tecnología del concreto. Colombia: Nomos impresores, p.123)

### ➤ **Fraguado del concreto**

Otro factor que afecta la resistencia del concreto es la velocidad de endurecimiento que presenta la mezcla al pasar del estado plástico al estado endurecido, es decir el tiempo de fraguado, tema que ya vimos anteriormente con mayor profundidad. Por tanto es muy importante su determinación

### ➤ **Edad del concreto**

En general, se puede decir que a partir del momento en que se presenta en fraguado final del concreto, comienza el proceso de adquisición de resistencia, el cual va aumentando con el tiempo, a esta acumulación de tiempo se le conoce como edad del concreto.

Con el fin que la resistencia del concreto sea un parámetro que caracterice sus propiedades mecánicas, se ha escogido arbitrariamente la

edad de 28 días como la edad en la que se debe especificar el valor de resistencia.

➤ **Curado del concreto**

El curado es un proceso que consiste en mantener húmedo al concreto por varios días después de su colocación, con el fin de permitir la reacción química entre el cemento y el agua (hidratación del cemento).

Si el concreto se seca muy rápidamente se producen rajaduras superficiales y además se le impide alcanzar la resistencia especificada. Los agentes más perjudiciales son el sol y el viento, debe evitarse que estos lleguen al concreto fresco.

El concreto alcanza el 70% de su resistencia especificada a los 7 días del vaciado. La resistencia final del concreto depende en gran manera de las condiciones de humedad y temperatura durante este periodo inicial. El 30% o más de la resistencia puede perderse por un secado prematuro del concreto o si la temperatura desciende a 5 °C o menos durante los primeros días, a menos que se mantenga el concreto continuamente húmedo durante un largo tiempo después del descenso de temperatura. Hay que tener mucho cuidado si el concreto fresco se congela puesto que si esto ocurre, puede reducirse su resistencia hasta en un 50%.

Para evitar estos peligros, el concreto debe ser protegido de las pérdidas de humedad al menos durante 7 días, y en trabajos más delicados hasta 14 días. Si es que se usase cementos de alta resistencia inicial los periodos de curado podrían reducirse a la mitad.

Existen diversos materiales, métodos y procedimientos para el curado del concreto, pero el objetivo es el mismo: garantizar el mantenimiento de un contenido satisfactorio de humedad y temperatura para que desarrolle las propiedades deseadas.

Estos sistemas que mantienen un satisfactorio contenido de humedad son los siguientes:



- La continua o frecuente aplicación de agua por inmersión, aspersion, vapor o materiales de cubrimiento saturado, como carpetas de yute o algodón, alfombras, tierra, aserrín, paja o heno.
- Evitar la pérdida excesiva de agua en la superficie del concreto, mediante el empleo de materiales como hojas de plástico o de papel impermeable o bien mediante la aplicación de compuestos de curado formadores de membrana sobre el concreto recién colocado.

El proceso debe iniciarse tan pronto como sea posible sin causar maltrato a la superficie de concreto. Se puede utilizar el cuadro adjunto como referencia (Ver Tabla 8) (Abanto, F. (1996). Tecnología del Concreto. Lima: San Marcos. p.239)

Tabla 8

*Tiempos permisibles de curado según el clima*

CLIMA	TIEMPO DESPUES DEL VACIADO
Calurosos y secos	1 Hora a 3 Horas
Templados	2 1/2 Horas a 5 Horas
Fríos	4 1/2 Horas a 7 Horas

Fuente: "Tecnología del Concreto" de Flavio Abanto Castillo

#### ✓ Procedimiento para obtener una muestra

A continuación se detalla el proceso previo que debe seguirse para elaborar una muestra de concreto, la cual estará lista para ser ensayada posteriormente:

- a) Se tendrá que obtener una muestra por cada 120 m<sup>3</sup> de concreto producido o 500 m<sup>2</sup> de superficie llenada y en todo caso no menos de una al día
- b) La muestra de concreto se colocará en una vasija impermeable y no absorbente, de tamaño tal que sea posible el remezclado, antes de llenar los moldes.
- c) Se deben preparar 3 probetas de ensayo de cada muestra para evaluar la resistencia a la compresión en determinada edad, por el promedio. Generalmente la resistencia del concreto se evalúa a las edades de 7 y 28 días.
- d) Luego del remezclado, se llena de inmediato el molde hasta un tercio de su altura, compactando a continuación con la varilla mediante 25 golpes verticales. El proceso se repite en las 2 capas siguientes, de manera que la barra penetre hasta la capa precedente no más de 1". En la última, se coloca material en exceso, para enrazar a tope con el borde superior del molde, sin agregar material.

- e) Después de consolidar cada capa, se procederá a golpear ligeramente las paredes del molde, utilizando la barra de compactación, para eliminar los vacíos que pudieran haber quedado.
- f) La superficie del cilindro será terminada con la barra o regla de madera, de manera de lograr una superficie plana, suave y perpendicular a la generatriz del cilindro.
- g) Las probetas se retiraran de los moldes entre las 18 y 24 horas después de moldeadas, para luego sumergirlas en el agua para su curado posterior.

El procedimiento completo se describe a detalle en las normas ASTM C – 192M – 95 y C – 39 – 96. (Abanto, F. (1996). Tecnología del Concreto. Lima: San Marcos. p.52)

- **Resistencia a la flexión**

Los elementos sometidos a flexión tienen una zona sometida a compresión y otra región en que predominan los esfuerzos de tracción. Este factor es importante en estructuras de concreto simple. (Asocreto. (2010). Colección del concreto - Tecnología del concreto. Colombia: Nomos impresores, p.125)

Determina la resistencia a la falla por el momento de una losa o viga de concreto que no ha sido reforzada. La forma de medición es mediante la aplicación de cargas a una viga de concreto. Esta resistencia se la expresa como Módulo de Rotura (MR) en Kg/cm<sup>2</sup> y se le puede determinar mediante el ensayo ASTM C78 y ASTM C293 que son los ensayos para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto con carga en los tercios del claro y con carga en el punto medio del claro respectivamente. Hay que tener presente que el módulo de rotura determinado por la viga cargada en los puntos tercios es más bajo que el módulo de rotura determinado por la viga cargada en el punto medio.

El módulo de rotura tiene un valor entre el 10 % y el 20 % de la resistencia a compresión, en dependencia del tipo, volumen y medidas del agregado grueso usado, pero la mejor determinación de este resultado es obtenida mediante ensayos en laboratorio para los materiales dados y el diseño de la mezcla.

### ➤ Ensayo de resistencia a la flexión

Comúnmente se evalúa el módulo de rotura (MR), por medio de ensayos de flexión sobre vigas de sección cuadrada de 15 cm de lado y 50 cm de longitud. Las normas ASTM C 293 y ASTM C78 describen el procedimiento para realizarlo sobre concretos convencionales cargando las vigas en uno y dos puntos.

El ensayo empieza cargando la viga en dos puntos. Consiste en apoyar la viga a 2.5 cm como mínimo de sus extremos dejando una luz intermedia de 45 cm, en la que se carga en dos puntos situados a 15 cm de los apoyos. (Ver figura 15)

Con el objeto de asegurar una condición uniforme de humedad, las vigas se deben sumergir 20 horas antes del ensayo en agua saturada con cal a una temperatura de 23 °C.

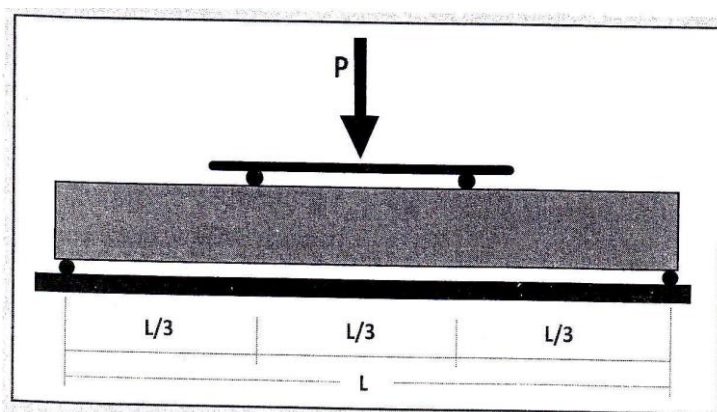


Figura 15. Ensayo de flexión con carga en dos puntos.  
Fuente: “Tecnología del concreto” de Asocreto

Ahora, estaremos ante la presencia de 3 posibles resultados en la realización del ensayo, que nos determinarán la fórmula a utilizar para calcular el módulo de rotura:

- ✓ Cuando la falla ocurre dentro del tercio medio de la luz libre de la vigueta

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$

Donde:

- $f_r$  = Módulo de rotura (Mpa)
- $P$  = Carga de rotura aplicada (N)
- $L$  = Luz entre apoyos externos (mm)
- $b$  = ancho de la viga (mm)
- $d$  = Altura de la viga (mm)

- ✓ Cuando la falla ocurre fuera del tercio medio de la vigueta, pero dicha longitud es menor al 5% de la luz libre

$$f_r = \frac{3P(a)}{bd^2}$$

Donde:

- $f_r$  = Módulo de rotura (Mpa)
  - $P$  = Carga de rotura aplicada (N)
  - $L$  = Luz entre apoyos externos (mm)
  - $b$  = ancho de la viga (mm)
  - $d$  = Altura de la viga (mm)
  - $a$  = Distancia entre la línea de rotura y el apoyo más cercano, medida a lo largo del eje longitudinal de la cara interior de la viga (cm)
- ✓ Cuando la falla ocurre fuera del tercio medio de la vigueta, pero dicha longitud es mayor al 5% de la luz libre, entonces debe repetirse el ensayo. (Asocreto. (2010). Colección del concreto - Tecnología del concreto. Colombia: Nomos impresores, p.133)

- **Resistencia a la cortante**

La resistencia del concreto a esfuerzos cortantes es baja, sin embargo, generalmente es tenida en cuenta por los códigos de diseño estructural. Éste tipo de esfuerzos es importante en el diseño de vigas y zapatas, en donde se presentan en valores superiores a la resistencia del concreto.

Hasta el momento no se ha ideado ningún método para medir directamente la resistencia al esfuerzo cortante. No existe un consenso claro en cuanto a la relación que existe entre la resistencia al corte calculado directamente y la resistencia a la compresión. Algunas investigaciones concluyen que la resistencia a cortante es aproximadamente el 12 % de la resistencia a la compresión, mientras que otros sostienen que varía entre el 50 % y el 90 %. (Asocreto. (2010). Colección del concreto - Tecnología del concreto. Colombia: Nomos impresores, p.134)

- **Resistencia a la tracción**

Por su naturaleza, el concreto es bastante débil a esfuerzos de tracción, esta propiedad conduce generalmente a que no se tenga en cuenta en el diseño de estructuras normales. La tracción tiene que ver con el agrietamiento del concreto, a causa de la contracción inducida por el fraguado o por los

cambios de la temperatura, ya que estos factores generan esfuerzos internos de tracción.

Inicialmente la determinación de la resistencia a la tracción del concreto se efectuó por ensayos de flexo – tracción, posteriormente se desarrollaron dos métodos de prueba conocidos como ensayos de tracción directa por hendimiento, también denominado de compresión diametral.

- **Módulo de elasticidad**

La elasticidad es la propiedad mecánica que hace que los materiales sufran deformaciones reversibles por la acción de las fuerzas exteriores que actúan sobre ellos. La deformación es la variación de forma y dimensión de un cuerpo. Se dice que un material es elástico cuando la deformación que sufre ante la acción de una fuerza, cesa al desaparecer la misma.

El módulo de elasticidad de un material es la relación entre el esfuerzo al que está sometido el material y su deformación unitaria. Representa la rigidez del material ante una carga impuesta sobre el mismo.

Allegándonos más al tema, el módulo de elasticidad del concreto representa la rigidez que tiene este material, ante una carga impuesta sobre el mismo. El ensayo para la determinación del módulo de elasticidad estático del concreto se hace por medio de la norma ASTM C 469 y tiene como principio la aplicación de carga estática y de la correspondiente deformación unitaria producida.

La primera fase es la zona elástica, donde el esfuerzo y la deformación unitaria pueden extenderse aproximadamente hasta el 45 % de la resistencia a la compresión del concreto ( $0.45 f'c$ ).

Una segunda fase, representa una línea curva como consecuencia de una microfisuración que se produce en el concreto al recibir la carga, esta fisura se ubica en la interfase agregado – pasta y está comprendida entre el 45% y 98% de la resistencia del concreto. En consecuencia se determina que el concreto no es un material completamente elástico. (Ver Gráfico 3) ([www.360enconcreto.com](http://www.360enconcreto.com), pf 5)

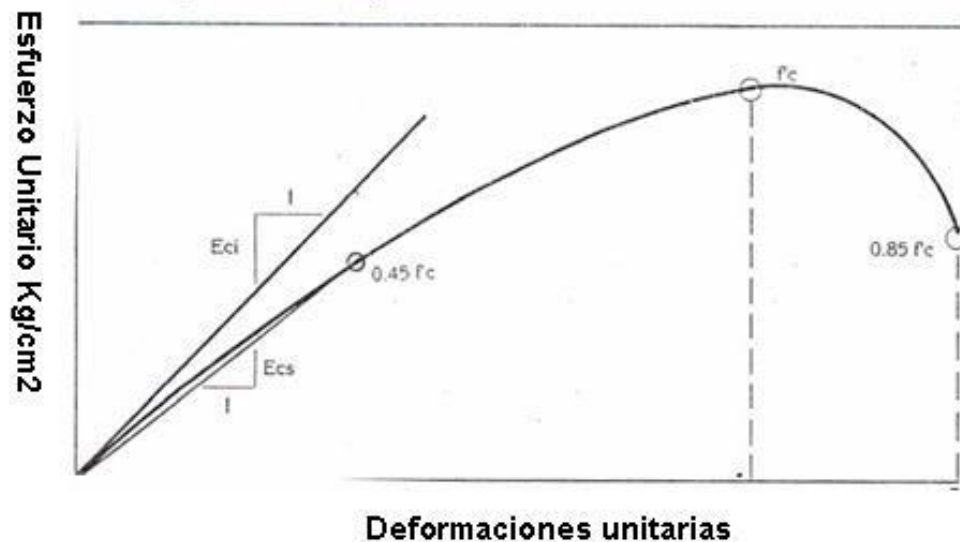


Gráfico 3. Esfuerzos unitarios vs Deformaciones unitarias del concreto.  
Fuente: “Modulo de Elasticidad” de 360enconcreto.com

- **Masa unitaria**

La masa unitaria del concreto endurecido es igual a la masa del concreto recién mezclado, menos el agua evaporable. El líquido que permanece en el concreto es el que se combina químicamente con el cemento y que bajo condiciones normales no se evapora, permaneciendo retenida herméticamente en los poros y capilares. La cantidad de agua evaporable a una humedad relativa del 50% es del orden del 2.5% de la masa del concreto y depende del contenido inicial de agua, de las características de absorción de los agregados y del tamaño de la estructura.

La gravedad específica y la cantidad de cada agregado deberán afectar el peso unitario resultante de la mezcla fresca. Con agregados de alta porosidad la masa unitaria del concreto puede variar dependiendo de si la absorción ha sido satisfecha por pre humedecimiento del agregado antes de la dosificación. (Rivva, E.. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima: ACI. p.213)

El concreto tradicional es elaborado con base de agregados de masa unitaria normal, sin embargo a nivel mundial se han desarrollado y utilizado concretos hechos con agregados livianos o pesados. Como ya se dijo, la masa unitaria del concreto depende en gran parte de la masa unitaria de los agregados, por lo cual existen este tipo de materiales con un amplio rango de

variación de masa. La clasificación del concreto según su masa unitaria se representa a continuación. (Ver Tabla 9) (Asocreto. (2010). Colección del concreto - Tecnología del concreto. Colombia: Nomos impresores, p.135)

Tabla 9

*Clasificación de la masa de concreto según la masa unitaria*

<b>Masa Unitaria (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Descripción</b>
500 - 2000	Concreto ligero
2000 - 2500	Concreto normal (convencional)
2600 - 5600	Concreto pesado

Fuente: "Tecnología del Concreto" de Asocreto

- **Durabilidad**

Esta característica es la habilidad para resistir la acción del medio ambiente, los ataques químicos, la abrasión y otras condiciones de servicio, de tal manera que sus características y propiedades se mantengan a lo largo de su vida útil.

La durabilidad es una propiedad tan importante como la resistencia misma, y por tal razón es que merece que se le considere también con especial interés. Aunque el concreto es un material muy durable, se puede deteriorar y llegar a la falla por un sinnúmero de factores que lo pueden afectar; de allí que para el diseño de una estructura se deba conocer muy bien el ambiente y las características a los que estará expuesta para de esta forma tomar las precauciones pertinentes. (Asocreto. (2010). Colección del concreto - Tecnología del concreto. Colombia: Nomos impresores, p.135)

El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie. Gran parte de los daños por intemperie sufrido por el concreto puede atribuirse a los ciclos de congelación y descongelación. Pero la resistencia del concreto a estos daños puede mejorarse aumentando la impermeabilidad incluyendo de 2% a 6% de aire con un agente inclusor de aire, o aplicando un revestimiento protector a su superficie.

El deterioro ocurrido suele suceder por la acción combinada de agentes agresivos, los cuales podemos diferenciarlo en cuatro grupos según su

manera de actuar, siendo estos: (Abanto, F. (1996). Tecnología del Concreto. Lima: San Marcos. p.57)

- **Acciones Químicas:** Entre las principales causas que deterioran químicamente la durabilidad del concreto se encuentran los ataques por ácidos, los ataques por sulfatos, las reacciones álcali – agregado, la carbonatación del cemento y la corrosión del acero de refuerzo.
- **Acciones Físicas:** Las causas más comunes que encontramos en éste sector pueden ser el congelamiento y deshielo, el humedecimiento y secado, la abrasión, el fuego y los cambios volumétricos
- **Acciones Mecánicas:** Las acciones mecánicas más comunes que pueden afectar la durabilidad de una estructura son las cargas, impactos, sobrecargas, vibraciones, etc. Provocadas por causas naturales como el viento y el agua.
- **Acciones Biológicas:** En este sector podemos mencionar a los microorganismos responsables del daño a la durabilidad tales como los fungicidas, bacterias, etc. Se relacionan directamente con la porosidad y la absorción capilar, puesto a que si el elemento es muy poroso, está propensa a ataques de esta índole.

- **Impermeabilidad**

Se le define como la capacidad de no permitir el paso de un fluido a través del concreto. El concreto es un material inherentemente poroso, debido principalmente a la formación de canales capilares como consecuencia de la evaporación de agua durante el proceso de fraguado.

Es una importante propiedad del concreto que puede ser mejorado con frecuencia reduciendo la cantidad de agua en la mezcla. La inclusión de aire (burbujas diminutas) así como un curado adecuado por tiempo prolongado, suelen aumentar la impermeabilidad.

#### **2.2.1.4. Diseño de Mezcla**

En el diseño de mezclas existen 2 maneras para la selección de proporciones (dosificación) empleadas, preparados con agregados de densidad normal y de adecuada trabajabilidad. Estos métodos proporcionan una primera aproximación de las proporciones de la mezcla, con el propósito de ser comprobado, reparando y ensayando mezclas de prueba en el laboratorio u obra, debiéndolo reajustar de ser necesario para producir las características que se desean en el concreto.



La selección de las proporciones del concreto, referencian a un balance entre lo económico, lo razonable y el requerimiento de ciertas características, las que se regirán de acuerdo a la utilidad futura del concreto y las condiciones que se esperan encontrar durante la colocación de la mezcla.

- **Consideraciones**

- Las proporciones de la mezcla de concreto, se deben seleccionar para otorgar manejabilidad, resistencia y durabilidad necesaria al concreto, para el trabajo en específico que se esté realizando.
- Se considerará a la trabajabilidad como la propiedad que determina su capacidad de ser colocado compactado y acabado sin una excesiva segregación.
- Se considerará a la consistencia como la propiedad que determine el grado de humedecimiento de la mezcla e concreto, cuantificándose en términos de asentamiento de la misma, teniendo presente en que a mayor asentamiento, se tendrá una mezcla más húmeda.
- En cuanto a la resistencia se puede decir que resulta una característica muy importante del concreto, pero otras características tales como la durabilidad, permeabilidad y resistencia al desgaste suelen ser con frecuencia iguales o de mayor importancia.
- Para una relación agua/cemento dado, las diferencias en la resistencia pueden deberse a cambios en el tamaño máximo del agregado (en la medida que un aumento de éste implicaría una reducción de la resistencia del concreto), la granulometría, la textura superficial, el tipo y marca del cemento, el contenido de aire de la mezcla (en la medida que un incremento de éste implicaría una reducción de la resistencia del concreto), y el uso de aditivos que afecten el proceso de hidratación del cemento.
- En cuanto a la durabilidad, el concreto debe ser capaz de resistir las condiciones de exposición que pueden privarlo de su utilidad, tales como la congelación y el deshielo, el humedecimiento y secado, el calentamiento y enfriamiento, etc.

Se debe tener en consideración que el diseñador debe hacer prevalecer al máximo algunas o todas las siguientes:

- Máxima relación agua/cemento
- Mínimo contenido de cemento
- Contenido de aire
- Asentamiento
- Tamaño máximo del agregado
- Resistencia

- **Procedimiento**

Al finalizar el procedimiento de proporcionamiento, se obtendrán los pesos de los materiales intervinientes por metro cúbico de concreto. Antes de empezar con el proceso secuencial para un diseño de mezcla normal, hay que tener presente que se debe de contar antes de todo con los siguientes valores:

- Análisis Granulométrico del Agregado Fino y Grueso
- Perfil del Agregado Grueso
- Pesos Unitarios secos y compactados del Agregado Fino y Grueso (Kg/m<sup>3</sup>)
- Peso Específico de los agregados (Kg/m<sup>3</sup>)
- Peso Específico del cemento Portland (g/cm<sup>3</sup>)
- Peso Específico del agua (g/cm<sup>3</sup>)
- Tamaño Máximo Nominal (pulg)
- Módulo de fineza de los agregados
- Porcentaje de absorción (%)
- Contenido de humedad (%)

**a) Selección del asentamiento**

Si las especificaciones de la obra no contienen el asentamiento (también conocido como revenimiento) de la mezcla a ser diseñada, se utilizará la siguiente tabla del ACI 211.1-91 (Ver Tabla 10). De acuerdo a ésta podemos seleccionar un valor adecuado para el trabajo que se vaya a realizar. Puede incrementarse en 2.5 cm cuando los métodos de compactación no sean mediante vibrado.

Tabla 10

*Tabla de Revenimientos recomendados para diversos tipos de construcción*

Tipo de construcción	Revenimiento (cm)	
	Máximo*	Mínimo
Muro de subestructura sencillos, zapatas, muros y cajones de cimentación.	7.5	2.5
Vigas y muros reforzados	10	2.5
Columnas para edificios	10	2.5
Pavimentos y losas	7.5	2.5
Concreto masivo	7.5	2.5

Fuente: “Diseño de mezclas de Concreto MÉTODO ACI 211.1 – RNC-07 (Ejercicio)” de Martínez Axel

**b) Determinación del tamaño máximo del agregado grueso**

Los concretos con mayor tamaño de agregados, requieren menos mortero por unidad de volumen de concreto que tamaños menores. El tamaño máximo del agregado deberá ser el mayor que sea económicamente compatible con las

dimensiones de la estructura; en la medida que según el Artículo 121 del RNC – 07 nos indica que el tamaño máximo del agregado grueso (piedra) nunca será mayor que:

- Un quinto de la separación menor entre las caras del encofrado
- Un tercio del peralte (altura) de la losa
- Tres cuartos del espaciamiento mínimo libre entre varillas individuales de refuerzo

Por lo tanto se analizará si el tamaño que nos brindan los resultados de laboratorio cumple con los 3 criterios.

### c) Determinación de los contenidos de agua de mezclado y de aire

La cantidad de agua por unidad de volumen de concreto necesaria para obtener el asentamiento deseado, depende del tamaño máximo, perfil, textura y granulometría de los agregados, así como de la cantidad de aire incorporado, no siendo apreciablemente afectada por la cantidad de cemento. Para esta situación el valor del aire incorporado y del contenido de agua lo encontraremos de las dos siguientes tablas (Ver Tablas 11 y 12) pero en el cual para la segunda (extraída del RNE – 07), solo se encontrará valores del aire incorporado.

Tabla 11

*Requisitos aproximados de agua de mezclado y contenido de aire para diferentes revenimientos y tamaños máximos de agregados*

Revenimiento (cm)	Tamaño máximo de la grava (mm)							
	9.5	12.5	19	25	38	50	75	150
<b>Concreto sin aire incluido</b>								
<b>2.5 -&gt; 5</b>	207	199	190	179	166	154	130	113
<b>7.5 -&gt; 10</b>	228	216	205	193	181	169	145	124
<b>15 -&gt; 17.5</b>	243	228	216	202	190	178	160	---
<b>Aire atrapado aprox. (%)</b>	<b>3</b>	<b>2.5</b>	<b>2</b>	<b>1.5</b>	<b>1</b>	<b>0.5</b>	<b>0.3</b>	<b>0.2</b>
<b>Concreto con aire incluido</b>								
<b>2.5 -&gt; 5</b>	181	175	168	160	150	142	122	107
<b>7.5 -&gt; 10</b>	202	193	184	175	165	157	133	119
<b>15 -&gt; 17.5</b>	216	205	197	174	174	166	154	---
<b>Promedio recomendado de aire a incluir según el tipo de exposición (%)</b>								
<b>Exposición Ligera</b>	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
<b>Exposición Moderada</b>	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
<b>Exposición Severa</b>	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5	4

Fuente: “Diseño de mezclas de Concreto MÉTODO ACI 211.1 – RNC-07 (Ejercicio)” de Martínez Axel

Tabla 12

*Contenido de aire*

Tamaño máximo del agregado grueso (mm)	Contenido de aire (%)	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
3/8"	3	8
1/2"	2.5	7
3/4"	2	6
1"	1.5	5
1 1/2"	1	4.5
2"	0.5	4
3"	0.3	3.5
6"	0.2	3

Fuente: "Diseño de mezclas de Concreto MÉTODO ACI 211.1 – RNC-07 (Ejercicio)" de Martínez Axel

**d) Cálculo de la resistencia promedio requerida ( $f'_{cr}$ )**

A partir de la resistencia a la compresión ( $f'_c$ ) que de primer plano se proyecta es que se parte para encontrar la resistencia promedio requerida. De esta forma podemos encontrarnos ante 3 maneras de hallarlas, que son las siguientes:

**d.1) Cuando existe la desviación estándar "S"**

En función de la disponibilidad de registros de ensayos previos y tomando en cuenta el valor de desviación estándar obtenida se continua de la siguiente forma.

- Cuando se dispone de una cantidad de 30 o más registros de ensayos consecutivos:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Donde:

- S = Desviación estándar en Kg/cm<sup>2</sup>
- Xi = Resistencia de la probeta de concreto i, en Kg/cm<sup>2</sup>
- $\bar{x}$  = Resistencia promedio de n probetas, en Kg/cm<sup>2</sup>
- n = Número de ensayos consecutivos de resistencia

- Cuando se tienen dos grupos de ensayos consecutivos que totalicen por lo menos 30 ensayos:

$$\bar{S} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)(S_1)^2 + (n_2 - 1)(S_2)^2}{(n_1 + n_2 - 2)}}$$

Donde:

- $\bar{S}$  = Desviación estándar promedio en Kg/cm<sup>2</sup>
  - $S_1, S_2$  = Desviación estándar calculada para los grupos 1 y 2 respectivamente en Kg/cm<sup>2</sup>
  - $n_1, n_2$  = Número de ensayos en cada grupo respectivamente
- Si solo se posee un registro de 15 a 29 ensayos consecutivos, se calculará la desviación estándar correspondientes a dichos ensayos y se multiplicará por el factor de corrección indicado en la siguiente tabla (Ver Tabla 13), para obtener el nuevo valor de “S”

Tabla 13

*Factores de corrección para desviación estándar “S”*

MUESTRAS	FACTOR DE CORRECCION
Menos de 15	Usar Gráfico 14
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30	1.00

Fuente: “Diseño de mezclas de Concreto MÉTODO ACI 211.1 – RNC-07 (Ejercicio)” de Martínez Axel

- Finalmente para calcular la resistencia promedio requerido teniendo el valor de “S”, escogeremos el que arroje el mayor valor de las siguientes expresiones.

$$1. = f'_{cr} = f'_c + 1.34S \quad 2. = f'_{cr} = f'_c + 2.33S - 35$$

#### **d.2) Cuando se desconoce la desviación estándar “S”**

Si se desconoce el valor de la desviación estándar, se utilizará la siguiente tabla (Ver Tabla 14) para la determinación de la resistencia promedio requerida.

Tabla 14

*Resistencia a la compresión promedio requerida (Kg/cm<sup>2</sup>)*

$f'_c$	$f'_{cr}$
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

Fuente: “Diseño de mezclas de Concreto MÉTODO ACI 211.1 – RNC-07 (Ejercicio)” de Martínez Axel

### d.3) Teniendo en cuenta el control de calidad en obra

De acuerdo al grado de inspección que se le realice se puede distinguir el siguiente cuadro (Ver Tabla 15)

Tabla 15

*Resistencia a la compresión promedio requerida por nivel de control (Kg/cm<sup>2</sup>)*

<b>NIVEL DE CONTROL</b>	<b>f'cr</b>
Regular o Malo	1.3f'c ó 1.5f'c
Bueno	1.2f'c
Excelente	1.1f'c

Fuente: "Diseño de mezclas de Concreto MÉTODO ACI 211.1 – RNC-07 (Ejercicio)" de Martínez Axel

### e) Determinación de la relación agua/cemento

Para poder encontrar la relación agua/cemento se tuvo que haber definido previamente la resistencia promedio requerida que deberá cumplir el concreto.

Teniendo entonces este valor se contrapone con los datos de la tabla siguiente (Ver Tabla 16). Pueden ocurrir situaciones en las que el valor exacto de la relación buscada no se encuentre en la tabla, para ello será necesario interpolar.

Tabla 16

*Relación agua/cemento según la resistencia promedio requerida*

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DÍAS (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>RELACION AGUA CEMENTO DE DISEÑO EN PESO</b>	
	<b>CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO</b>	<b>CONCRETO CON AIRE INCORPORADO</b>
450	0.38	-
400	0.43	-
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: "Diseño de mezclas de Concreto MÉTODO ACI 211.1 – RNC-07 (Ejercicio)" de Martínez Axel

### f) Determinación de la cantidad de cemento

Teniendo ya la cantidad de agua para 1 m<sup>3</sup> de concreto y la relación agua/cemento solo será necesario despejar el valor de cemento en peso de la siguiente manera.

$$R^{a/c} = \frac{W_w}{W_c} \therefore W_c = \frac{W_w}{R^{a/c}}$$

Donde:

- Ra/c = Relación agua/cemento
- Ww = Peso del agua en la mezcla (Kg/m3)
- Wc = Peso del cemento en la mezcla (Kg/m3)

Al tener ya la cantidad en peso del cemento, y sabiendo que una bolsa regular de ella contiene 42.5 Kg o un pie cubico, entonces calculamos el factor cemento (FC), dividiendo el peso obtenido entre el mencionado contenido de una bolsa, obteniendo así un factor en bolsas/m3.

### g) Determinación del contenido de Agregado Grueso

Los agregados de esencialmente el mismo tamaño máximo y granulometría, producirán concretos de satisfactoria trabajabilidad, cuando un volumen de agregado seco y compactado, es empleado por unidad de volumen de concreto.

Para esta situación será necesario tener en cuenta el módulo de fineza del agregado fino y el tamaño máximo del agregado grueso, además también del ya mencionado peso unitario compactado del agregado grueso. Al contar con estos datos se procede a obtener el volumen de agregado grueso (b/b<sub>o</sub>) en m3 de la tabla (Ver Tabla 17), mencionando nuevamente que de no encontrarse el valor exacto se deberá de interpolar.

Tabla 17

*Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto*

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO	MÓDULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: "Diseño de mezclas de Concreto MÉTODO ACI 211.1 – RNC-07 (Ejercicio)" de Martinez Axel

Una vez extraído el valor de (b/b<sub>0</sub>) de la anterior tabla procedemos a calcular entonces el Peso del Agregado Grueso Seco de la siguiente forma.

$$P_{A.G.S} = \frac{b}{b_0} * PUC_{AG}$$

Donde:

- $P_{A.G.S}$  = Peso del Agregado Grueso Seco (Kg)
- b/b<sub>0</sub> = Volumen de agregado grueso por unidad de vol. de concreto (m<sup>3</sup>)
- PUCag = Peso unitario seco compactado del agregado grueso (Kg/m<sup>3</sup>)

### **h) Determinación del contenido de Agregado Fino**

Existen dos maneras para determinar el contenido el agregado fino, en las cuales ambos se basan en el hecho que una vez terminado el paso anterior “g”, todos los materiales intervinientes a excepción del agregado fino son conocidos por metro cúbico de concreto, pudiéndose hallar el mismo por sustracción, utilizando el método de los pesos o el método de los volúmenes.

#### **h.1) Método de los pesos**

Generalmente el peso unitario del concreto fresco es conocido con relativa aproximación de experiencias previas con los materiales a ser utilizados en obra. La fórmula para calcular el peso del concreto fresco por metro cúbico es.

$$P.U. = 10 * \gamma_{ag} * (100 - A) + C * \left(1 - \frac{\gamma_{ag}}{\gamma_{ce}}\right) - W(\gamma_{ag} - 1)$$

Donde:

- P.U. = Peso del Concreto Fresco en Kg/m<sup>3</sup>
- $\gamma_{ag}$  = Peso específico promedio de la combinación de Agregado fino y grueso en condiciones S.S.S.
- $\gamma_{ce}$  = Peso específico del cemento
- A = Contenido de aire en porcentaje
- W = Agua de mezclado requerido en Kg/m<sup>3</sup>
- C = Cantidad de cemento requerido en Kg/m<sup>3</sup>

O al tenerse concretos de resistencia media (330 Kg de cemento por m<sup>3</sup> de concreto) y asentamiento medio para agregados con peso específico de 2.7, utilizando la ecuación anterior se pudo obtener la siguiente tabla. (Ver Tabla 18).



Tabla 18

*Primera estimación del peso del concreto fresco*

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO	PRIMERA ESTIMACION DEL PESO DEL CONCRETO EN Kg/m3	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
3/8"	2285	2190
1/2"	2315	2235
3/4"	2355	2280
1"	2375	2315
1 1/2"	2420	2355
2"	2445	2375
3"	2465	2400
6"	2505	2435

Fuente: "Diseño de mezclas de Concreto MÉTODO ACI 211.1 – RNC-07 (Ejercicio)" de Martínez Axel

Teniendo el valor del peso del concreto y despejando variables podemos estimar el valor del peso del agregado fino finalmente.

## **h.2) Método de los volúmenes**

El otro procedimiento y el más exacto para el cálculo de los pesos viene a ser el método de los volúmenes. Con esto podemos determinar la cantidad de agregado fino por metro cúbico de concreto de manera más precisa, ello implica el empleo de los volúmenes desplazados por los anteriores materiales intervinientes.

En este caso el volumen del agregado fino es igual a la diferencia entre el volumen unitario del concreto (1 m<sup>3</sup>) y la suma de los volúmenes absolutos de los ingredientes ya determinados anteriormente (cemento, aire, agua y agregado grueso).

Entonces el volumen absoluto ocupado en el concreto de cualquier ingrediente, es igual a su peso seco dividido por su peso específico. Esto quiere decir lo siguiente.

$$Volumen = \frac{Peso\ Seco}{Peso\ Específico}$$

Una vez obtenido el volumen absoluto del agregado fino, al multiplicarlo por su peso específico se obtiene finalmente el peso del agregado fino.

### i) Corrección por humedad de los agregados

Generalmente los agregados utilizados en la preparación de un concreto, se encuentran húmedos por lo cual sus pesos secos se incrementan en el porcentaje de agua que contengan, tanto agua absorbida como superficial. Así el agua de mezclado añadido a la colada debe ser reducida en una cantidad igual a la humedad libre aportada por los agregados, considerándose como tal el contenido total de humedad del agregado menos su porcentaje de absorción. Por tanto.

$$P_{A.G.F} = P_{A.G.S} * \left( \frac{\% \omega_{grueso}}{100} + 1 \right) \quad P_{A.F.F} = P_{A.F.S} * \left( \frac{\% \omega_{fino}}{100} + 1 \right)$$

Donde:

- $P_{A.G.F}$  y  $P_{A.F.F}$  = Peso final del agregado Grueso y Fino respectivamente
- $P_{A.G.S}$  y  $P_{A.F.S}$  = Peso seco del agregado Grueso y Fino respectivamente
- $\% \omega_{grueso}$  y  $\% \omega_{fino}$  = Contenido de humedad del grueso y fino respectivamente

### j) Aporte de agua efectiva o neta de la mezcla

Tanto del agregado grueso como del fino, tenemos que calcular el agua que nos aportará o absorberá. Ello se hace utilizando las siguientes ecuaciones.

$$Agua_{grueso} = \frac{(\% \omega - \% a) * P_{A.G.S}}{100} \quad Agua_{fino} = \frac{(\% \omega - \% a) * P_{A.F.S}}{100}$$

Una vez que tenemos estos datos (y respetando su respectivo signo sea positivo o negativo), calcularemos el Agua efectiva de la siguiente manera.

$$Agua_{efectiva} = Agua \text{ de la dosificación} - (Agua_{grueso} + Agua_{fino})$$

Teniendo presente que el Agua de la dosificación viene a ser el agua que calculamos en un principio.

### k) Proporcionamiento de diseño

Finalmente los valores anteriormente calculado son los que se necesitan para elaborar un metro cubico de concreto. Pero no es posible siempre preparar tandas utilizando estas cantidades, así que será necesario que lo reduzcamos.

El procedimiento consiste en expresar las cantidades como una relación en peso, basándonos en la cantidad de cemento que está siendo utilizada. Es

decir que finalmente al agregado fino, al agregado grueso, al agua y hasta al cemento, se le dividirá entre el peso mismo del cemento calculado.

(Abanto, F. (1996). Tecnología del Concreto. Lima: San Marcos. p. 63 – 76;  
Martinez, A. (2016). Diseño de mezclas de Concreto MÉTODO ACI 211.1 – RNC-07 (Ejercicio). Ingeniería, p.3 – 7)

### **2.2.2. Concreto Reciclado**

El agregado de concreto reciclado (ACR) no viene a ser otra cosa que el uso como agregado de un concreto que fue previamente utilizado en otra obra que fue demolida y en la industria no sería más que escombros. Éste material usualmente tiene un uso como base o sub base para la construcción de nuevas carreteras o la rehabilitación de estructuras de muy poca relevancia, entre otras aplicaciones. Según el DS N° 003 – 2013 VIVIENDA, en su anexo 4 nos hace la mención de que los Residuos de Construcción y Demolición pueden ser reutilizados de manera de desmonte limpio, donde se incluye principalmente el concreto, además de otros materiales como baños, tejas, claraboyas, etc.

La obtención de agregados de concreto reciclado se da como fruto de la trituración del concreto proveniente de la demolición de estructuras o del concreto sobrante de algunos procesos en que muchas veces se solidifica y se dispone como escombros. Su clasificación se procede a realizar de la misma forma que de los agregados, es decir que los pasantes del tamiz N° 4 y retenidos en el N° 200, pueden ser considerados como agregado fino de concreto reciclado, mientras que los que son retenidos en el tamiz N° 4 o superiores a este, pueden ser considerados como agregado grueso de concreto reciclado.

Para la investigación presente, se tiene presente que el concreto de agregado reciclado proveniente de vías peatonales específicamente, será utilizado como un porcentaje del agregado grueso, adaptándose a los métodos y ensayos a los que un concreto convencional realizado con agregados naturales también pasan.

El agregado de concreto reciclado (ACR), variará de acuerdo al tipo de estructura del cual provenga, esto se debe puesto a que en algunos casos

dentro de los escombros se encuentran refuerzos embebidos, así como también materiales plásticos, vidrios, madera, etc. Una obtención pura de este tipo de material generalmente procede a seguir los siguientes pasos.

- a) Separación de contaminantes: este paso suele ser fundamental cuando el agregado resultante formará parte de la nueva mezcla de concreto o se piensa utilizar en rellenos de carreteras. Los contaminantes que se pueden encontrar son los mismos que se mencionaron en el párrafo anterior, o también puede que se encuentren ladrillos, selladores de juntas, asfalta, etc. Esto quiere decir que el material contaminante no es nada más que cualquier otro material distinto al que se encuentre en un concreto.
- b) Ruptura y Transporte: El traslado del material debe realizarse en vehículos adecuados para soportar una gran carga, por lo que resulta necesario que el concreto sea fracturado en tamaños manejables y de esta manera puedan ser desplazados hacia el lugar donde se triturará.
- c) Trituración de fragmentos: El tamaño de los agregados requeridos puede variar según la forma de trituración empleada. El procedimiento generalmente ocurre con una trituradora primaria que reduce los fragmentos provenientes de los vehículos de carga para posteriormente ser reducidos a un material con un diámetro entre 8 y 10 cm, seguido de ello se pasa a una segunda trituradora que reduce este material al tamaño del agregado que se requiere. Las trituradoras utilizadas pueden ser tipo cono, de mandíbula o de impacto, entre otras. ([www.360enconcreto.com](http://www.360enconcreto.com) , pfo 2)

### **2.2.3. Concreto $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$**

El concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  se obtiene de la mezcla de arena gruesa, cemento, agua y piedra zarandeada de  $\frac{3}{4}$ "; Es el concreto armado para la conformación de superficies rígidas que soportan considerables cargas concentradas y que requiere el uso de encofrados para su fundición. Ejemplos estructurales de ello podemos citar a las columnetas, viguetas, cimentaciones corridas y zapatas.

El agregado grueso que se empleara para la mezcla del concreto de resistencia  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , estará constituido por grava natural, grava partida, piedra chancada o una combinación de ellas con dimensión mínima de 1/2" y dimensión máxima de 3/4". (<https://es.scribd.com/doc/300306273>, pfo 12 – 13)

#### **2.2.4. Vías Peatonales**

Se le conoce así a las áreas de una determinada ciudad, en la cual la circulación de vehículos motorizados está totalmente prohibida. En estas zonas prevalece la circulación de peatones y en algunos casos usuarios con sistemas de transporte no motorizados. Se le conoce como peatonalización a la conversión de una calle o área para la utilización exclusiva de peatones y cuando dicha vía peatonal cumple una función primordialmente de índole turística o recreacional, se le conoce con el nombre de paseo peatonal.

En una vía perteneciente a una zona peatonal, en muchas ocasiones solamente pueden acceder en vehículo los residentes para poder ingresar en los garajes de sus viviendas, así también como los vehículos de servicio de emergencia de reparto y mantenimiento pero sólo en horas específicas. Estas zonas con vías peatonales usualmente se encuentran en la parte central de la ciudad, zona que se caracteriza por ser comercial y con atractivos históricos. ([es.wikipedia.org](http://es.wikipedia.org), pf. 2)

##### **a) Dimensiones**

Las vías de circulación peatonal deben de tener un ancho mínimo libre de obstáculos de 1.60 m. Cuando se vaya a considerar un giro mayor o igual a 90°, el ancho libre debe ser mayor o igual a 1.60 m. Las vías de circulación peatonal deben estar libre de obstáculos en todo su ancho mínimo y desde el piso hasta un plano paralelo ubicado a una altura mínima de 2.050 m. Dentro de este espacio no se puede disponer de elementos que lo invadan (luminarias, carteles, equipamientos, etc.)

De acuerdo a la Norma GH. 020 Componentes de Diseño Urbano se cuentan con los anchos de las aceras, dependiendo de la vía, pudiendo ésta ser principal o secundaria, así como también del tipo de habilitación. (Ver Tabla 19).

Tabla 19

*Dimensiones de las aceras, estacionamientos y calzadas según el tipo de vía*

	TIPO DE HABILITACIÓN			
	VIVIENDA	COMERCIAL	INDUSTRIAL	USOS ESPECIALES
<b>VIAS LOCALES PRINCIPALES</b>				
<b>ACERAS O VEREDAS</b>	1.80-2.40-3.00	3.00	2.40-3.00	3.00
<b>ESTACIONAMIENTO</b>	2.20-3.00	3.00	3.00	3.00-6.00
<b>CALZADAS O PISTAS</b>	3.00-3.30-3.60	3.30-3.60	3.60	3.30-3.60
<b>VIAS LOCALES SECUNDARIAS</b>				
<b>ACERAS O VEREDAS</b>	0.60-1.20	2.40	1.80	1.80-2.40
<b>ESTACIONAMIENTO</b>	1.80	5.40	3.00	2.20-5.40
<b>CALZADAS O PISTAS</b>	2.70	3.00	3.60	3.00

Fuente: "Reglamento Nacional de Edificaciones" de ICG

### 2.3. Definiciones Conceptuales

#### **Acera**

Parte de la vía urbana ubicada entre la pista y el límite de propiedad, destinada al uso peatonal. Normalmente es de concreto simple, aunque también podría ser de asfalto, ladrillo, adoquines de piedra o concreto hidráulico, o cualquier combinación de ellos. (CE 010 Aceras y Pavimentos, RNE)

#### **Agregado**

Conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratadas o elaboradas y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la Norma ITINTEC 400.037.

#### **Agregado Fino**

Agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz ITINTEC 9,5 mm (3/8") y que cumple con los límites establecidos en la Norma ITINTEC 400.037.

#### **Agregado Grueso**

Agregado retenido en el tamiz ITINTEC 4,75 mm (Nº 4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumple con los límites establecidos en la (Norma ITINTEC 400.037)

## **Arena**

Agregado fino, proveniente de la desintegración natural de las rocas. (NORMA ITINTEC 400.037)

## **Cemento**

Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos. (NORMA ITINTEC 334.001)

## **Cemento Portland**

Producto obtenido por la pulverización del clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el clinker. (NORMA ITINTEC 334.001)

## **Clinker**

Material esencial para elaboración del cemento portland (RNE, E-060).

## **Concreto**

Es la mezcla constituida por cemento, agregados, agua y eventualmente aditivos, en proporciones adecuadas para obtener las propiedades prefijadas. El material que en nuestro medio es conocido como Concreto, es definido como Hormigón en las Normas del Comité Panamericano de Normas Técnicas (COPANT), adoptadas por el ITINTEC.

## **Concreto Reciclado**

Es la utilización como agregado de un concreto que ha sido previamente usado en otra obra que fue demolida y en la industria no serían más que escombros. Simplemente se trata del concreto viejo que se triturará para producir partículas con características de agregado. En otros países se ha usado satisfactoriamente como un agregado en sub-bases granulares. (Anicama G. , 2010)

## **Consistencia normal**

La consistencia normal es la cantidad de agua en porcentaje con respecto a la masa de cemento usada (Rivera G., 1992).

### **Diseño de Mezcla**

Es dosificar una mezcla de concreto para determinar la combinación más práctica y económica de los agregados disponibles, cemento, agua y en ciertos casos aditivos, con el fin de producir una mezcla con el grado requerido de manejabilidad, que al endurecer a la velocidad apropiada adquiriera las características de resistencia y durabilidad necesarias para el tipo de construcción en que habrá de utilizarse (Rivera G., 1992).

### **Escombros**

Se le denomina así al material de residuo de actividades como demolición, remodelación y construcción. Normalmente, los escombros son clasificados como residuos urbanos, aunque están más relacionados con una actividad industrial doméstica. La tendencia de la construcción sostenible es llegar a la búsqueda de la eficiencia y reducción de impactos desfavorables en las distintas labores de ingeniería. (Anicama G. , 2010)

### **f'c**

Resistencia Específica del concreto a la Compresión, en Kg/cm<sup>2</sup>. (RNE E-060)

### **f'cr**

Resistencia promedio a la compresión requerida del concreto, empleada como base para la dosificación del concreto, MPa, Capítulo 5. (RNE E-060)

### **Grava**

Agregado grueso, proveniente de la desintegración natural de los materiales pétreos, encontrándosele corrientemente en canteras y lechos de ríos, depositado en forma natural. (NORMA ITINTEC 400.037)

### **Hidratación**

Proceso de reacción química del cemento en presencia del agua, la hidratación requiere la presencia de humedad durante el curado. (RNE E-060)

### **Piedra Chancada**

Agregado grueso, obtenido por trituración artificial de rocas o gravas. (NORMA ITINTEC 400.037)



### **Tamaño Máximo**

Es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso. (NORMA ITINTEC. 400.037)

### **Tamaño Máximo Nominal**

Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido. (NORMA ITINTEC. 400.037)

### **Tiempo de Fraguado**

Fraguado se refiere al paso de la mezcla del estado fluido o plástico al estado sólido (Rivera G., 1992).

### **Trabajabilidad**

La manejabilidad es una propiedad del concreto fresco que se refiere a la facilidad con que este puede ser: mezclado, manejado, transportado, colocado-, compactado y terminado sin que pierda su homogeneidad (exude o se segregue) (Rivera G., 1992).

### **Vía peatonal**

Zonas destinadas para el tránsito exclusivo de peatones

### **Huella de Carbono**

Es un indicador ambiental que pretende reflejar la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto.

## **2.4. Hipótesis**

**Ha:** Utilizando concreto reciclado de vías peatonales como agregado grueso podremos obtener concreto con resistencia  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , Huánuco 2019

**Ho:** Utilizando concreto reciclado de vías peatonales como agregado grueso no podremos obtener concreto con resistencia  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , Huánuco 2019

## **2.5. Variables**

### **2.5.1. Variable Independiente**

- Concreto reciclado de vías peatonales como agregado grueso

### **2.5.2. Variable Dependiente**

- Concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

## 2.6. Operacionalización de Variables

**Título: “ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2019”**

**Tesista:** Alanya Chamorro, Jorge Luis

Tabla 20

*Operacionalización de Variables*

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICION
<b>Variable Independiente:</b>  Concreto reciclado de vías peatonales como agregado grueso	Es un concreto que se obtiene de la demolición de vías peatonales, el mismo que se procesa triturándolo según requerimiento de tamaño máximo y se usa como agregado grueso.	Propiedades físico mecánicas del agregado grueso	*Análisis granulométrico	pulgadas
			*Contenido de Humedad.	Porcentaje
			*Peso Volumétrico o Unitario del Agregado	Kg/m <sup>3</sup>
			*Peso específico y absorción.	Kg/m <sup>3</sup>
			*Temperatura Ambiente y Humedades	°C / %
<b>Variable Dependiente:</b>  Concreto f'c= 175 kg/cm <sup>2</sup>	Es un tipo de concreto de concreto de resistencia mediana que se usa para cimiento corrido o ciclópeo.	Diseño de mezcla.	*Análisis granulométrico	pulgadas
			*Pesos unitarios y específicos de los materiales	Kg/m <sup>3</sup>
			*Selección del asentamiento	pulgadas
			*Tamaño máximo del agregado grueso	pulgadas
			*Contenido de agua y aire	lt y %
			*Determinación de la relación a/c	-
			*Módulos de Fineza	-
			*Porcentajes de Absorción y de Humedad	%
		Propiedades del Concreto.	*Trabajabilidad y nivel de consistencia	pulgadas
			*Temperatura de la mezcla	°C
		Control de calidad del concreto.	*Curación de testigos	Días
			*Ruptura de probetas por máquina compresora	Kg-f
			*Resistencia mecánica de las probetas	Kg/cm <sup>2</sup>

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Tipo de Investigación

La presente tesis presentó un tipo de investigación **aplicativa y experimental** – de cohorte longitudinal – prospectivo. Fue aplicativa puesto a que se pretendía encontrar mecanismos o estrategias que permitieran lograr un objetivo concreto para así resolver o mejorar una situación específica o particular, en nuestro caso el ámbito al que se aplicó es muy específico y bien delimitado, ya que no se trató de explicar una amplia variedad de situaciones, sino que más bien se intentaba abordar un problema específico como fue la funcionalidad de la adición de concreto reciclado de vías peatonales a un tipo de diseño convencional.

“Un significado particular de experimento que contenga un sentido científico del término, se refiere a un estudio en el cual se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (causas antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (efectos consecuentes), dentro de una situación de control para el investigador” (Fleiss, 2013; O’Brien, 2009 y Green, 2003)

Así entonces fue experimental, pues la variable dependiente que para nuestro caso fue la resistencia a la compresión de los testigos de concreto, es una variable que se mide. Se dice esto debido a que la variable dependiente no pudo manipularse, mientras que la independiente, que para nuestro caso fue el porcentaje de agregado reciclado, sí. En otras palabras, en la variable dependiente vimos en evidencia el efecto de la manipulación realizada a nuestra variable independiente. También fue experimental debido a que abarcó la aplicación, registro, análisis e interpretación del objeto en estudio, tales como aspectos a detalle del concreto con agregado reciclado, su utilidad y aplicación en la construcción, elaboración de estructuras de concreto con éste material, proporcionamiento previo de sus materiales, rango usual de su peso unitario, presentación de los resultados de las experimentaciones, etc.

Ahora se definió como cohorte longitudinal, porque se examinó los cambios a través del tiempo en sub poblaciones, centrándonos a esos grupos que estuvieron vinculados por alguna característica en común. Para el caso nuestro, los cambios que se evaluaron, fueron la resistencia que se obtuvieron en cada sub grupo a los 28 días de fraguado, y la característica en común de los 4 sub grupos fue que todos fueron probetas elaboradas para tener una resistencia mecánica a compresión de  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ .

Finalmente se consideró que fue de orden prospectivo, pues los fenómenos observados se realizaron partiendo desde un presente, mas los datos analizados se realizaron al transcurrir un periodo de tiempo.

### **3.1.1. Enfoque**

“Al hablar de una investigación cuantitativa, estamos abarcando el ámbito estadístico y es en esto donde se fundamenta dicho enfoque, en el análisis de una realidad objetiva a partir de mediciones numéricas para lograr determinar predicciones, deducciones o patrones de comportamiento del fenómeno o problema planteado. Éste enfoque utiliza la recolección de datos para probar una hipótesis, que se han planteado con anticipación al proceso metodológico. Con este enfoque planteamos un problema y preguntas concretas del cual derivan las hipótesis. Otra característica de este enfoque es que utiliza experimentaciones y análisis causa efecto, y no se debe de obviar que este tipo de investigación arraiga un proceso secuencial y deductivo”. (Sampieri, 2004, Cuarta Edición)

Como la presente investigación posee un conjunto de procesos secuenciales que va desde la propuesta de la idea, hasta la elaboración del reporte de resultados, en el cual NO podemos eludir pasos, o en el peor de los casos, retroceder a modificar alguno ya realizado, decimos que se tiene un enfoque del tipo **cuantitativo**. Es necesario categorizarla pues a partir del enfoque seleccionado, se utilizaran las técnicas y metodologías apropiadas y se alcanzará obtener las comprobaciones, recomendaciones y conclusiones de un fenómeno específico.

Además, decimos que el investigador, para hacer que la actividad resulte ser una práctica científica, utilizará a su vez un método hipotético –

deductivo. Éste método posee una variedad de pasos necesarios a seguir como son: La observación del fenómeno o hecho que se estudia, la creación de una hipótesis para explicar el fenómeno, la deducción de las posteriores consecuencias con mayor relevancia que la misma hipótesis en sí, y finalmente la verificación o la comprobación de lo verídico de los enunciados descubiertos en comparación con la experiencia.

Entonces como ya se mencionó anteriormente, arrancaremos a partir de una hipótesis, la cual tendremos que demostrar a través del proceso secuencial de pasos que nos permitirán deducir relaciones entre las variables que permiten comprobar lo enunciado en la hipótesis.

El procedimiento experimental que se realizará, consistirá en el diseño y la elaboración de 4 mezclas de concreto, en el cual el primer diseño de mezcla estará constituido por un grupo de control. Éste grupo de control estará realizado en base a una relación de agua y cemento establecida igual a  $a/c = 0.628$  y con un revenimiento de tres pulgadas  $Slump = 3"$ . A este grupo se le denominará como diseño patrón y estará representado por la letra "A".

Los posteriores diseños de mezcla, los cuales son 3, serán pertenecientes al llamado grupo experimental. Éstas se obtendrán a partir de la incorporación de diferentes porcentajes de agregado reciclado, dentro de la dosificación convencional del agregado grueso natural para la relación agua cemento  $a/c = 0.628$  y sin modificar las medidas de los componentes restantes de la mezcla de concreto. Para finalizar y mostrar el flujograma de mezclas de concreto (Ver Gráfico 4), la simbología representativa para cada una de estas tres mezclas está comprendida por la letra "A" que representa la relación  $a/c$  seguido de los números correlativos que representan a las distintas proporciones incorporadas de agregado reciclado (A1, A2, A3).

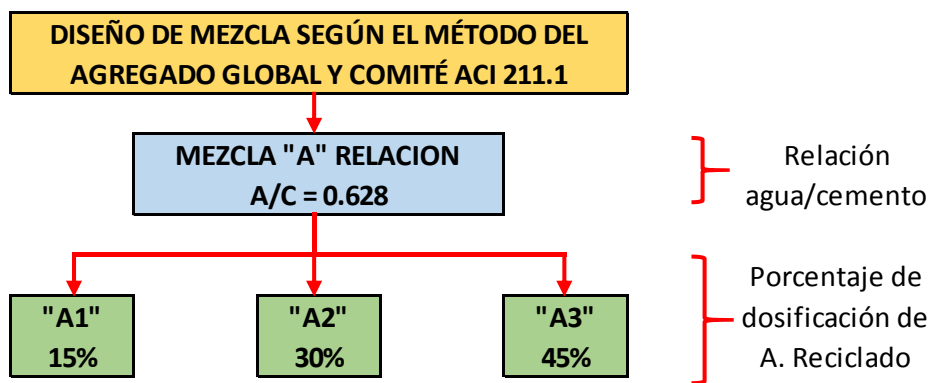


Gráfico 4. Flujograma de mezclas que se realizarán durante la investigación.  
Fuente: Elaboración Propia

Los materiales que conformarán a cada una de las mezclas, es decir el agua, el cemento y los agregados fino y grueso, tendrán las mismas propiedades físicas en cada una de ellas, de esta manera, la variable que estará sujeta a investigar, será la influencia del agregado de concreto reciclado de vías peatonales dentro de la cantidad normal de agregado grueso natural, para así de acuerdo a los porcentajes que se le aplique, observar su comportamiento favorable o desfavorable a los esfuerzos de compresión.

Los porcentajes de agregado reciclado utilizados para las mezclas serán del 15%, 30% y 45% de la cantidad estimada del agregado grueso natural, dentro del diseño de mezcla efectuando.

El proceso de experimentación empezará con el estudio de los componentes del concreto, agua, cemento y agregados, en cuanto a sus propiedades. Esto se realizará con el objeto de verificar si son realmente los indicados para poder ser usados en la fabricación de mezclas de concreto sin inconvenientes.

En cuanto a la relación de agua y cemento  $a/c$  con la combinación de agregados finos y gruesos, se determinará la dosis de agua que se necesitaría para lograr un revenimiento de tres pulgadas 3”.

Para la dosificación de mezclas de concreto de la presente investigación se tuvo en cuenta a la normativa del método A.C.I. 211.1, principalmente en cuanto a la cantidad necesaria de agua para la colada. Una vez que se haya determinado éste factor agua junto a su relación de agua y cemento, se prosiguió a calcular la cantidad de agregado grueso necesario mediante su

peso unitario compactado y la tabla especificada en el diseño de mezclas anteriormente detallado.

Al tener finalizada la cantidad de cada uno de los componentes de la mezcla, y una vez que el agregado reciclado haya también pasado por todos los ensayos pertinentes a los que agregado grueso natural se sometió, empezamos a incluir este nuevo agente en las proporciones especificadas.

Todas las mezclas que se realicen serán evaluadas y descritas en sus dos estados, plástico y endurecido: En el estado plástico mediremos el revenimiento del concreto para determinar su trabajabilidad (NTP. 339.035), el peso unitario volumétrico varillado (NTP. 339.046), el fraguado y su tiempo de fraguado (NTP. 339.082), y su temperatura (NTP. 339.184). En su estado de endurecimiento se medirá la resistencia mecánica a la compresión por probetas cilíndricas (NTP. 339.184).

Para la realización de ambos estados del concreto, será necesaria el uso de una mezcladora con capacidad de 80 lt y una eficiencia al 40%. La tanda para el ensayo que será elaborado en el laboratorio tendrá la capacidad de rendir hasta 15 probetas, incluyendo por separado un desperdicio de la vigésima parte o 5%.

Los cilindros metálicos que serán empleados para la rotura en la máquina a compresión tendrán las siguientes dimensiones: Diámetro de 6 pulgadas, y altura de 12 pulgadas. La curación a la cual serán sometidas todas las probetas en experimentación se harán de acuerdo a lo que indica la norma NTP 339.183, hasta el día en que se ensayen.

Debido a que el objetivo que se tiene también es el de controlar lo influyente que otras variables ajenas puedan resultar en el proceso de la investigación, todo el proceso que se realizará para la evaluación de propiedades de los agregados fueron hechos dentro de las instalaciones del Laboratorio de Suelos y Topografía de la Universidad de Huánuco. Y para los ensayos finales, vale decir la ruptura de los testigos, fue necesario el uso de un laboratorio particular certificado y con máquina compresora calibrada, Laboratorio Técnico Especializado de Suelos Concreto y Asfalto Laborotec. De

los ambientes empleados para la realización de los ensayos se obtuvieron los siguientes factores:

- ✓ Temperatura del ambiente = 23°C
- ✓ Humedad relativa del ambiente = 58%
- ✓ Viento en promedio durante el día = 2 km/h.

### **3.1.2. Alcance o Nivel**

“La investigación de aspecto correlacional es aquel estudio que tiene como objetivo final conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto particular”.

En ocasiones solamente se suele analizar la relación existente entre dos variables, pero es común que con frecuencia se encuentren relaciones entre tres o más variables”. (Sampieri, Fernandez y Baptista, 2010)

Teniendo en consideración lo anteriormente expuesto, se puede decir que la investigación presente es de **nivel correlacional**, debido a que su objetivo fundamental es evaluar la manera de relacionarse sus dos variables, el adiciónamiento de proporciones de agregado reciclado a la mezcla, con su resistencia mecánica a la compresión, así como adicionalmente, las propiedades del concreto en sus estados plástico y endurecido.

“Los estudios exploratorios son realizados usualmente cuando la finalidad es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, el cual posee ideas vagantes relacionadas pero desde otras perspectivas o simplemente el autor no abordó dicho tema por considerarlo un fenómeno desconocido o novedoso. Es útil para familiarizarnos con fenómenos relativamente desconocidos y para así obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una nueva exploración” (Camacho, C. 2003).

Finalmente por otro lado, podemos considerar que en cierta medida la presente investigación resulta ser **exploratoria**, y la llamamos así puesto que aporta información y conocimientos sobre una nueva proporción de incorporación de agregado reciclado de *Vías Peatonales* a una mezcla convencional.



### 3.1.3. Diseño

“El término experimento tiene al menos dos acepciones, una general y otra particular. La general se refiere a “elegir o realizar una acción” y después observar las consecuencias. (...). La esencia de esta concepción de experimento es que requiere la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles resultados. (...) Los experimentos “puros” son aquellos que reúnen los dos requisitos para lograr el control y la validez interna: Grupos de comparación (manipulación de la variable independiente) y Equivalencia de los grupos. (...) El diseño de tipo pos – prueba únicamente y grupo de control incluirá dos grupos: uno recibe el tratamiento experimental y el otro no (grupo de control). Es decir, la manipulación de la variable independiente alcanza sólo dos niveles: “presencia de” y “ausencia de”. Cuando concluye la manipulación, a ambos grupos se les administra una medición sobre la variable dependiente en estudio.” (Sampieri, 2014)

Basándonos en lo que en autor menciona decimos que el diseño de investigación por el cual se optó en la presente tesis, es el diseño **cuantitativo – experimental**, de los **experimentos “puros”**, del tipo *Diseño con pos – prueba únicamente y grupo de control*.

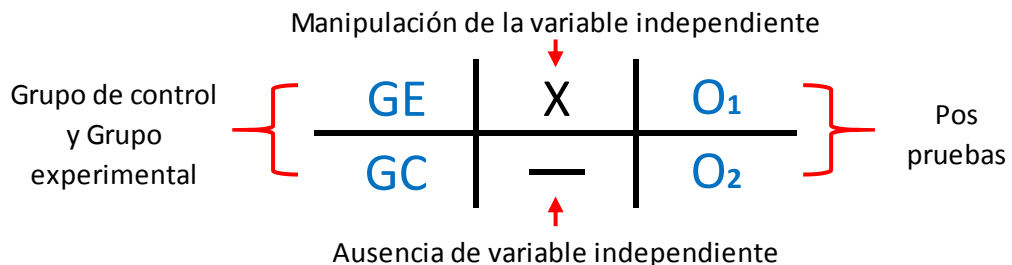


Gráfico 5. Esquematización de diseño experimental con pos prueba única y grupo de control.  
Fuente: Elaboración Propia

Así en nuestra investigación la manera en la cual se diseñó la tesis fue la siguiente:

- El grupo de control, lo conformará la dosificación de mezcla de concreto sin la incorporación de ningún porcentaje de agregado reciclado como agregado grueso. La relación agua cemento a/c = 0.628 y contará con un revenimiento de 3”.

- Las manipulaciones efectuadas a nuestra variable independiente se realizarán sobre los porcentajes de agregado grueso que serán reemplazados por el concreto reciclado de vías peatonales, estos porcentajes serán de 15%, 30% y 45%. Estos porcentajes son debido a que la procedencia de la materia prima es de una antigüedad relativamente prolongada y probablemente su resistencia no sea muy significativa.
- El grupo experimental estará conformado por las mezclas resultantes de la incorporación de las diversas proporciones de agregado de concreto reciclado, es decir de las mezclas con agregado reciclado.
- Por último se tiene que las evaluaciones que se realizaran pos prueba en ambos grupos (de control y experimental), contendrán a detalle las mediciones de la siguiente variable dependiente: Resistencia mecánica a la compresión.

Tabla 21

*Identificación de los elementos presentes en el diseño de la tesis*

	<b>Grupos</b>	<b>Variable Independiente</b>		<b>Pos prueba</b>
<b>GE1</b>	Diseño de mezcla con agregado de concreto reciclado	X <sub>1</sub>	Porcentaje de concreto reciclado en A. grueso de 15%	0 <sub>1</sub>
<b>GE2</b>	Diseño de mezcla con agregado de concreto reciclado	X <sub>2</sub>	Porcentaje de concreto reciclado en A. grueso de 30%	0 <sub>2</sub>
<b>GE3</b>	Diseño de mezcla con agregado de concreto reciclado	X <sub>3</sub>	Porcentaje de concreto reciclado en A. grueso de 45%	0 <sub>3</sub>
<b>GC</b>	Diseño de mezcla patrón con relación a/c = 0.628	---	Sin concreto reciclado	0 <sub>4</sub>

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2. Población y muestra

En este proyecto se plantea adicionar agregado reciclado (como parte del agregado grueso de origen natural) a la mezcla de concreto, para evaluar posteriormente la resistencia mecánica a la compresión de los testigos de concretos resultantes con las diferentes proporciones adicionadas del material reciclado proveniente de vías peatonales de la ciudad de Huánuco.

### **3.2.1. Población**

La presente población comprenderá 4 diseños de mezcla, de los cuales 1 no contendrá ningún porcentaje de agregado reciclado mientras que los otros 3 si los tendrán (15%, 30% y 45%). La relación de agua y cemento a emplear en los 4 diseños será con el factor  $a/c = 0.628$ , utilizadas normalmente en estructuras de concreto reforzado.

Para la delimitación poblacional, nuestros criterios que incluiremos y excluirémos son las que siguen a continuación:

- ✓ Tipo de Agregado Nuevo: Concreto Reciclado de Vías Peatonales trituradas al tamaño requerido
- ✓ Criterio de Espacio: Tendremos que considerar los proporcionamientos de mezcla realizados en la ciudad de Huánuco, en los ambientes del laboratorio de mecánica de suelos y topografía de la Universidad de Huánuco, bajo las condiciones establecidas anteriormente (Humedad, temperatura y viento).
- ✓ Tiempo: Se incluirán los proporcionamientos de mezcla elaborados entre los meses de octubre a noviembre.

Con la finalidad de contemplar el número de probetas que se tendrá que elaborar para comprobar la resistencia esperada de nuestros especímenes de concreto reciclado, se consideraron los párrafos indicados siguientes extraídos del Reglamento Nacional de Edificaciones RNE E-060:

#### ***Para la selección de proporciones de muestras de prueba***

“(…) Con el propósito de documentar la resistencia promedio, puede aceptarse registros de ensayo que consistan en menos de 30, pero no menos de 10 ensayos consecutivos.”

d) Para cada mezcla de prueba deberán prepararse y curarse por lo menos 3 probetas para cada edad de ensayo. Se seguirá lo indicado en la Norma ASTM C192.

Entonces considerando lo anteriormente mencionado y respetando a la normativa ASTM acerca de los trabajos de investigación, tenemos entonces la realización de un total de 180 probetas distribuidas de la siguiente forma:

Tabla 22

*Distribución poblacional de probetas de 0%*

<b>CANTIDAD DE PROBETAS PARA LA DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA POBLACIÓN BASE - "A" (0%)</b>				
<b>ID MEZCLA</b>	<b>NÚMERO DE PROBETAS</b>	<b>EDAD DE ENSAYO</b>	<b>TOTAL PARCIAL</b>	<b>TOTAL</b>
A	15	7	15	
A	15	14	15	45
A	15	28	15	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23

*Distribución poblacional de probetas de 15%*

<b>CANTIDAD DE PROBETAS PARA LA DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA POBLACIÓN - "A1" (15%)</b>				
<b>ID MEZCLA</b>	<b>NÚMERO DE PROBETAS</b>	<b>EDAD DE ENSAYO</b>	<b>TOTAL PARCIAL</b>	<b>TOTAL</b>
A1	15	7	15	
A1	15	14	15	45
A1	15	28	15	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24

*Distribución poblacional de probetas de 30%*

<b>CANTIDAD DE PROBETAS PARA LA DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA POBLACIÓN - "A2" (30%)</b>				
<b>ID MEZCLA</b>	<b>NÚMERO DE PROBETAS</b>	<b>EDAD DE ENSAYO</b>	<b>TOTAL PARCIAL</b>	<b>TOTAL</b>
A2	15	7	15	
A2	15	14	15	45
A2	15	28	15	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25

*Distribución poblacional de probetas de 45%*

<b>CANTIDAD DE PROBETAS PARA LA DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA POBLACIÓN - "A3" (45%)</b>				
<b>ID MEZCLA</b>	<b>NÚMERO DE PROBETAS</b>	<b>EDAD DE ENSAYO</b>	<b>TOTAL PARCIAL</b>	<b>TOTAL</b>
A3	15	7	15	
A3	15	14	15	45
A3	15	28	15	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26

*Resumen de cuantificación de la población de probetas ensayadas*

<b>ID MEZCLA</b>	<b>NUMERO DE PROBETAS</b>	<b>TOTAL</b>
<b>A</b>	<b>45</b>	<b>45 PROBETAS</b>
<b>A1</b>	<b>45</b>	<b>135 PROBETAS</b>
<b>A2</b>	<b>45</b>	
<b>A3</b>	<b>45</b>	
<b>TOTAL DE PROBETAS</b>		<b>180 PROBETAS</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.2. Muestra

“Las muestras No Probabilísticas, también denominadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección orientado por las características de la investigación, más que por un criterio estadístico de generalización. En las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador (...). Aquí el procedimiento no es mecánico ni se basa en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de un investigador. Por el momento comentaremos que se selecciona individuos o casos “típicos”, sin intentar que sean estadísticamente representativos de una población determinada”. (Johnson, H. Sampieri y Battaglia, 2008).

De acuerdo a lo mencionado líneas arriba, se puede decir que la presente investigación tuvo una técnica de Muestreo del orden No Probabilístico, puesto que tendremos variables en las que mediremos características, orientadas a realizarlas a TODA la población. Es decir que, la muestra “n” es la totalidad de la población “N”, y siendo así no existe una parte representativa que vaya a ser evaluado, ello quiere decir que  $N = n$ .

Para nuestra muestra, se contará también con la elaboración de 4 diseños de mezcla, de los cuales 1 no contendrá ningún porcentaje de agregado reciclado mientras que los otros 3 si los tendrán (15%, 30% y 45%). La relación de agua y cemento a emplear en los 4 diseños será con el factor  $a/c = 0.628$ , utilizadas normalmente en estructuras de concreto reforzado.

Con la finalidad de contemplar el número de probetas que se tendrá que elaborar para comprobar la resistencia esperada de nuestros especímenes de concreto reciclado, se consideraron los párrafos indicados siguientes extraídos del Reglamento Nacional de Edificaciones RNE E-060:

***Para la selección de proporciones de muestras de prueba***

“(...) Con el propósito de documentar la resistencia promedio, puede aceptarse registros de ensayo que consistan en menos de 30, pero no menos de 10 ensayos consecutivos.”

d) Para cada mezcla de prueba deberán prepararse y curarse por lo menos 3 probetas para cada edad de ensayo. Se seguirá lo indicado en la Norma ASTM C192.

Considerando lo anteriormente mencionado y respetando a la normativa ASTM acerca de los trabajos de investigación, se tuvo entonces que elaborar y romper un total de 180 probetas. Pero como la importancia principal de la presente tesis reside en determinar la resistencia en promedio de los 4 tipos de diseños propuestos ensayados a los 28 días (pues son éstos los que llegarán o no a la resistencia especificada  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ ), se tomará como muestra de análisis la tercera parte, es decir, 60 probetas las cuales fueron distribuidas de la siguiente manera:

Tabla 27

*Distribución muestral de probetas de 0%*

<b>CANTIDAD DE PROBETAS ANALIZADAS DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA BASE - "A" (0%)</b>			
<b>ID MEZCLA</b>	<b>NÚMERO DE PROBETAS</b>	<b>EDAD DE ENSAYO</b>	<b>TOTAL</b>
A	15	28	15

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28

*Distribución muestral de probetas de 15%*

<b>CANTIDAD DE PROBETAS ANALIZADAS DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA - "A1" (15%)</b>			
<b>ID MEZCLA</b>	<b>NÚMERO DE PROBETAS</b>	<b>EDAD DE ENSAYO</b>	<b>TOTAL</b>
A1	15	28	15

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29

*Distribución muestral de probetas de 30%*

<b>CANTIDAD DE PROBETAS ANALIZADAS DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA - "A2" (30%)</b>			
<b>ID MEZCLA</b>	<b>NÚMERO DE PROBETAS</b>	<b>EDAD DE ENSAYO</b>	<b>TOTAL</b>
A2	15	28	15

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30

*Distribución muestral de probetas de 45%*

<b>CANTIDAD DE PROBETAS ANALIZADAS DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA - "A3" (45%)</b>			
<b>ID MEZCLA</b>	<b>NÚMERO DE PROBETAS</b>	<b>EDAD DE ENSAYO</b>	<b>TOTAL</b>
A3	15	28	15

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31

*Resumen de cuantificación de la muestra de probetas analizadas*

<b>ID MEZCLA</b>	<b>NUMERO DE PROBETAS</b>	<b>TOTAL</b>
A	15	15 PROBETAS
A1	15	45 PROBETAS
A2	15	
A3	15	
<b>TOTAL DE PROBETAS</b>		<b>60 PROBETAS</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3. Técnicas e Instrumento de recolección de datos

#### 3.3.1. Para la recolección de datos

“La técnica de la observación resulta una técnica útil para el analista en el proceso de investigación, pues consiste en observar la situación cuando se desarrolla un determinado trabajo (...). El propósito de la observación es múltiple, pues permite al analista determinar que se está haciendo, cómo se está haciendo, quien lo hace, cuando se lleva a cabo, cuanto tiempo toma, donde se hace y porqué se hace (...), también es una técnica valiosa para recopilar datos que impliquen relaciones”. (Lebet, Gabriel, 2013)

Para la recolección de datos en la presente investigación se empleó en un primer momento la técnica de la observación, puesto que desde el momento que se seleccionó el lugar donde se extrajo el escombros de vías a evaluar, se tuvo que verificar visualmente que el material cuente con los aspectos mínimos necesarios para dar viabilidad al estudio. También existe la necesidad de usar fichas para determinar la cantidad de material reciclado requerido, condiciones de la planta chancadora, y su respectiva capacidad de producción.

Por otro lado ya insertados en el laboratorio utilizaremos diferentes tipos de formatos para recolectar datos. En un primer momento por ejemplo necesitaremos formatos de granulometría, módulo de fineza, pesos unitarios y específicos, tamaño máximo del agregado grueso, densidad y absorción, equivalente de arena, densidad de cemento, humedad de agregados, etc. Y al momento de elaborar las probetas necesitaremos formatos donde anotemos la trabajabilidad (slump) de la mezcla, peso volumétrico fresco, temperatura, fraguado, curado y finalmente los valores que arroje la prensa hidráulica al momento de realizar la rotura de probetas.

### **3.3.2. Para la presentación de datos**

Será necesario emplear en un primer momento hojas de cálculo, en las cuales mediante histogramas, curvas de frecuencia, líneas de tendencia, cuadros de datos y cuadros de resumen, podrán apreciarse de manera clara la forma en cual se comportarán los cuatro tipos de diseño propuesto, para las edades de 7, 14 y 28 días. De la misma forma y mediante cuadros estadísticos en el programa IBM SPSS versión 25, podremos visualizar los datos que se arrojen.

### **3.3.3. Para el análisis e interpretación de datos**

Para el procesamiento de la información acarreada, se utilizó en programa Microsoft Excel, en donde se podrá corroborar la funcionabilidad de cada tipo de diseño propuesto. Ahora en cuanto a la estadística y la prueba de contrastación de hipótesis, fue necesario el uso del programa IBM SPSS versión 25, para que al ingresar los valores de esfuerzos absolutos a los 28 días de cada tipo (resistencia a la compresión), por medio de la prueba de



normalidad y posteriormente mediante la prueba de t student para muestras relacionadas, se comprobará que lo que se está presentando en los gráficos anteriormente descritos (en Microsoft Excel), está resultando funcional.

## CAPÍTULO IV RESULTADOS

### 4.1. Procesamiento de datos

#### 4.1.1. Diseños de Mezcla para concreto de $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , con y sin incorporación de concreto reciclado como parte del agregado grueso

Tabla 32

*Resumen de las características de los materiales para los cuatro diseños de mezcla*

<b>CEMENTO:</b>	Tipo:	<b>CEMENTO TIPO I</b>	-	Temperatura normal
	Marca:	<b>Cemento Andino S.A.</b>	-	-
	Gravedad Específico (Pe)	<b>3.054 gr/cm<sup>3</sup></b>		Promedio
<b>AGUA:</b>	Control del pH	<b>7</b>		Neutro
	Densidad de masa del agua	<b>1.000 gr/cm<sup>3</sup></b>		A temperatura 23°C
	Sólidos en suspensión:	<b>NP</b>		No presenta
<b>AGREGADOS:</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AG. REICLADO GRUESO</b>
	Tamaño máximo:	1.5"	4.75 mm	1.5"
	Tamaño nominal máximo:	1"	2.36 mm	1"
	Peso unitario varillado seco:	1566.00 Kg/m <sup>3</sup>	1539.00 Kg/m <sup>3</sup>	1396.00 Kg/m <sup>3</sup>
	Peso unitario suelto seco:	1410.00 Kg/m <sup>3</sup>	1331.00 Kg/m <sup>3</sup>	1274.00 Kg/m <sup>3</sup>
	Densidad de masa	2663.33 Kg/m <sup>3</sup>	2533.65 Kg/m <sup>3</sup>	2334.15 Kg/m <sup>3</sup>
	Peso específico Seco:	2.67	2.54	2.34
	Módulo de fineza:	7.150	2.700	7.050
	Absorción:	1.27 %	2.61 %	5.66 %
	Humedad natural:	0.23 %	4.37 %	0.00 %
	Ph:	6.30	6.33	-
	Equivalente de arena:	-	98.00 %	-

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar en la tabla 32 las características de los materiales intervinientes en los posteriores diseños de mezcla. El cemento arrojó una gravedad específica de valor  $3.054 \text{ gr/cm}^3$ , el agua a su vez contiene una densidad de  $1.00 \text{ gr/cm}^3$  a temperatura ambiente, sin presencia de sólidos en suspensión. Mientras que los agregados, finos (arena gruesa), grueso natural (piedra chancada) y grueso reciclado, arrojaron los valores que se aprecian, de los ensayos de humedad, potencial de hidrógeno (ph), granulometría (tamaño máximo, tamaño nominal máximo y módulo de fineza), pesos unitarios secos (suelos y varillados), densidades relativas (densidad de masa, peso específico seco y absorción) y equivalente de arena.

#### 4.1.1.1. Proporcionamiento para $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , con 0% Ag. Reciclado

Tabla 33

*Proporcionamiento de materiales para un diseño con 0% de Ag. Reciclado*

DOSIFICACIÓN	Peso (Kg/m <sup>3</sup> )	Proporción	Peso (Kg/bolsa)	Volumen (pie <sup>3</sup> /bsa)
<b>Cemento</b>	<b>307.325</b>	1.000	42.500	1.00 pie <sup>3</sup>
<b>Agregado Fino</b>	<b>775.518</b>	2.523	107.247	2.70 pie <sup>3</sup>
<b>Agregado Grueso</b>	<b>1067.329</b>	3.473	147.601	3.66 pie <sup>3</sup>
<b>Agua</b>	<b>190.997</b>	0.621	26.413	26.41 lt

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 33 muestra las proporciones que arrojó el diseño de mezcla para un concreto  $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$  sin la incorporación de agregado reciclado de vías peatonales como parte del agregado grueso.

Tabla 34

*Proporciones detalladas para un diseño con 0% de Ag. Reciclado*

Orden de las proporciones:	Cemento : Ag. Fino : Ag. Grueso : Agua
<b>PROPORCIÓN HÚMEDA EN PESO</b> (por 1kg de cemento)	<b>1 : 2.52 : 3.47 : 0.62</b>
<b>PROPORCIÓN POR TANDA</b> (por 42.5 kg de cemento, es decir 1 bolsa)	<b>42.5 : 107.25 : 147.6 : 26.41</b>
<b>PROPORCIÓN VOLUMÉTRICA</b> (por 1 pie <sup>3</sup> de cemento, es decir 1 bolsa)	<b>1 pie<sup>3</sup> : 2.7 pie<sup>3</sup> : 3.66 pie<sup>3</sup> : 26.41 lts</b>

Fuente: Elaboración Propia

Se observa en la tabla 34 las proporciones en peso (por kilogramo de cemento), por tanda (por una bolsa de cemento) y volumétricamente (por un pie cúbico de cemento), de los materiales para un diseño sin la incorporación de agregado reciclado de vías peatonales como parte del agregado grueso.

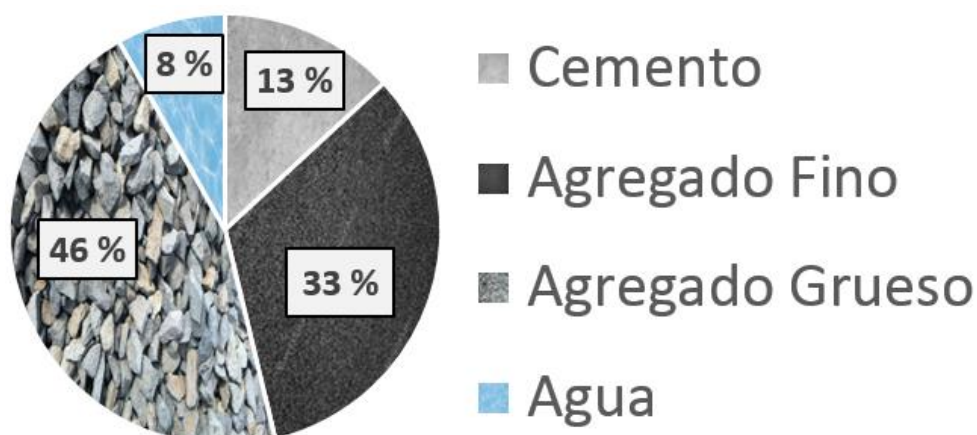


Gráfico 6. Distribución porcentual de materiales para un diseño con 0% de Ag. Reciclado

#### 4.1.1.2. Proporcionamiento para $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , con 15% Ag. Reciclado

Tabla 35

*Proporcionamiento de materiales para un diseño con 15% de Ag. Reciclado*

DOSIFICACIÓN	Peso (Kg/m <sup>3</sup> )	Proporción	Peso (Kg/bolsa)	Volumen (pie <sup>3</sup> /bsa)
<b>Cemento</b>	<b>307.325</b>	1.000	42.500	1.00 pie <sup>3</sup>
<b>Agregado Fino</b>	<b>753.152</b>	2.451	104.154	2.62 pie <sup>3</sup>
<b>Agregado Grueso Nat</b>	<b>907.230</b>	2.952	125.461	3.11 pie <sup>3</sup>
<b>Agregado Grueso Rec.</b>	<b>159.732</b>	0.520	22.089	0.61 pie <sup>3</sup>
<b>Agua</b>	<b>198.754</b>	0.647	27.486	27.49 lt

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 35 muestra las proporciones que arrojó el diseño de mezcla para un concreto  $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$  con la incorporación del 15% de agregado reciclado de vías peatonales como parte del agregado grueso.

Tabla 36

*Proporciones detalladas para un diseño con 15% de Ag. Reciclado*

Orden de las proporciones:	Cemento : Ag. Fino : Ag. G. Nat : Ag. G. Rec : Agua
<b>PROPORCIÓN HÚMEDA EN PESO (por 1kg de cemento)</b>	<b>1 : 2.45 : 2.95 : 0.52 : 0.65</b>
<b>PROPORCIÓN POR TANDA (por 42.5 kg de cemento, es decir 1 bolsa)</b>	<b>42.5 : 104.15 : 125.46 : 22.09 : 27.49</b>
<b>PROPORCIÓN VOLUMÉTRICA (por 1 pie<sup>3</sup> de cemento, es decir 1 bolsa)</b>	<b>1 pie<sup>3</sup> : 2.62 pie<sup>3</sup> : 3.11 pie<sup>3</sup> : 0.61 pie<sup>3</sup> : 27.49 lts</b>

Fuente: Elaboración Propia

Se observa en la tabla 36 las proporciones en peso (por kilogramo de cemento), por tanda (por una bolsa de cemento) y volumétricamente (por un pie cúbico de cemento), de los materiales para un diseño con la incorporación del 15% de agregado reciclado de vías peatonales como parte del agregado grueso.

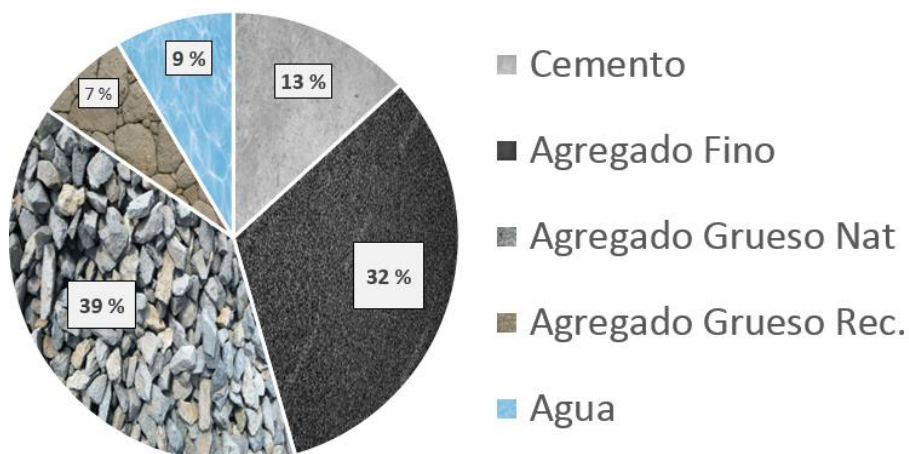


Gráfico 7. Distribución porcentual de materiales para un diseño con 15% de Ag. Reciclado

#### 4.1.1.3. Proporcionamiento para $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , con 30% Ag. Reciclado

Tabla 37

*Proporcionamiento de materiales para un diseño con 30% de Ag. Reciclado*

DOSIFICACIÓN	Peso (Kg/m <sup>3</sup> )	Proporción	Peso (Kg/bolsa)	Volumen (pie <sup>3</sup> /bsa)
<b>Cemento</b>	<b>307.325</b>	1.000	42.500	1.00 pie <sup>3</sup>
<b>Agregado Fino</b>	<b>730.786</b>	2.378	101.061	2.55 pie <sup>3</sup>
<b>Agregado Grueso Nat</b>	<b>747.130</b>	2.431	103.321	2.56 pie <sup>3</sup>
<b>Agregado Grueso Rec.</b>	<b>319.464</b>	1.039	44.179	1.21 pie <sup>3</sup>
<b>Agua</b>	<b>206.511</b>	0.672	28.558	28.56 lt

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 37 muestra las proporciones que arrojó el diseño de mezcla para un concreto  $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$  con la incorporación del 30% de agregado reciclado de vías peatonales como parte del agregado grueso.

Tabla 38

*Proporciones detalladas para un diseño con 30% de Ag. Reciclado*

Orden de las proporciones:	Cemento : Ag. Fino : Ag. G. Nat : Ag. G. Rec : Agua
<b>PROPORCIÓN HÚMEDA EN PESO</b> (por 1kg de cemento)	<b>1 : 2.38 : 2.43 : 1.04 : 0.67</b>
<b>PROPORCIÓN POR TANDA</b> (por 42.5 kg de cemento, es decir 1 bolsa)	<b>42.5 : 101.06 : 103.32 : 44.18 : 28.56</b>
<b>PROPORCIÓN VOLUMÉTRICA</b> (por 1 pie <sup>3</sup> de cemento, es decir 1 bolsa)	<b>1 pie<sup>3</sup> : 2.55 pie<sup>3</sup> : 2.56 pie<sup>3</sup> : 1.21 pie<sup>3</sup> : 28.56 lts</b>

Fuente: Elaboración Propia

Se observa en la tabla 38 las proporciones en peso (por kilogramo de cemento), por tanda (por una bolsa de cemento) y volumétricamente (por un pie cúbico de cemento), de los materiales para un diseño con la incorporación del 30% de agregado reciclado de vías peatonales como parte del agregado grueso.

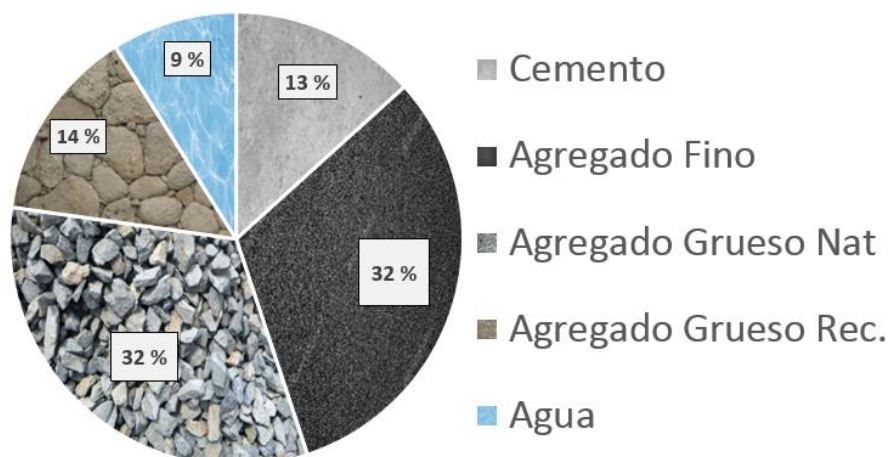


Gráfico 8. Distribución porcentual de materiales para un diseño con 30% de Ag. Reciclado

#### 4.1.1.4. Proporcionamiento para $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , con 45% Ag. Reciclado

Tabla 39

*Proporcionamiento de materiales para un diseño con 45% de Ag. Reciclado*

DOSIFICACIÓN	Peso (Kg/m <sup>3</sup> )	Proporción	Peso (Kg/bolsa)	Volumen (pie <sup>3</sup> /bsa)
<b>Cemento</b>	<b>307.325</b>	1.000	42.500	1.00 pie <sup>3</sup>
<b>Agregado Fino</b>	<b>708.420</b>	2.305	97.968	2.47 pie <sup>3</sup>
<b>Agregado Grueso Nat</b>	<b>587.031</b>	1.910	81.181	2.01 pie <sup>3</sup>
<b>Agregado Grueso Rec.</b>	<b>479.196</b>	1.559	66.268	1.82 pie <sup>3</sup>
<b>Agua</b>	<b>214.267</b>	0.697	29.631	29.63 lt

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 39 muestra las proporciones que arrojó el diseño de mezcla para un concreto  $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$  con la incorporación del 45% de agregado reciclado de vías peatonales como parte del agregado grueso.

Tabla 40

*Proporciones detalladas para un diseño con 45% de Ag. Reciclado*

Orden de las proporciones:	<b>Cemento : Ag. Fino : Ag. G. Nat : Ag. G. Rec : Agua</b>
<b>PROPORCIÓN HÚMEDA EN PESO</b> (por 1kg de cemento)	<b>1 : 2.31 : 1.91 : 1.56 : 0.7</b>
<b>PROPORCIÓN POR TANDA</b> (por 42.5 kg de cemento, es decir 1 bolsa)	<b>42.5 : 97.97 : 81.18 : 66.27 : 29.63</b>
<b>PROPORCIÓN VOLUMÉTRICA</b> (por 1 pie <sup>3</sup> de cemento, es decir 1 bolsa)	<b>1 pie<sup>3</sup> : 2.47 pie<sup>3</sup> : 2.01 pie<sup>3</sup> : 1.82 pie<sup>3</sup> : 29.63 lts</b>

Fuente: Elaboración Propia

Se observa en la tabla 40 las proporciones en peso (por kilogramo de cemento), por tanda (por una bolsa de cemento) y volumétricamente (por un pie cúbico de cemento), de los materiales para un diseño con la incorporación del 45% de agregado reciclado de vías peatonales como parte del agregado grueso.

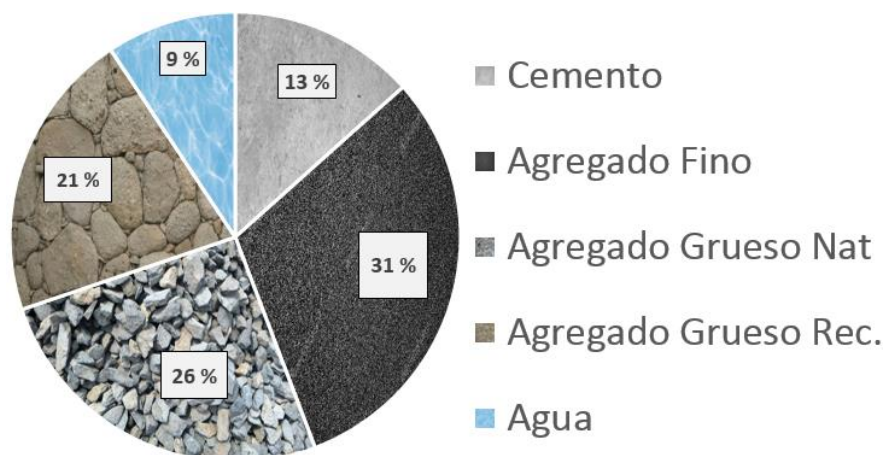


Gráfico 9. Distribución porcentual de materiales para un diseño con 45% de Ag. Reciclado

#### 4.1.2. Ensayos de compresión cilíndrica a los especímenes de concreto

##### 4.1.2.1. Ensayos de compresión cilíndrica para diseño con 0% de Concreto Reciclado.

Tabla 41

*Intervalos de resistencia a compresión tipo 0% de Concreto Reciclado como A. Grueso*

% Agregado Reciclado	EDAD (días)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
0%	0	0
	7	$134.45 \leq \mu \leq 137.55$
	14	$153.39 \leq \mu \leq 154.61$
	28	$182.17 \leq \mu \leq 183.83$

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 41 muestra los intervalos de resistencia entre los que se hallaron el promedio de 15 especímenes cilíndricos con 0% de concreto reciclado (los cuales están representados por la letra griega  $\mu$ ). Éstas se realizaron a las edades de 7, 14 y 28 días.

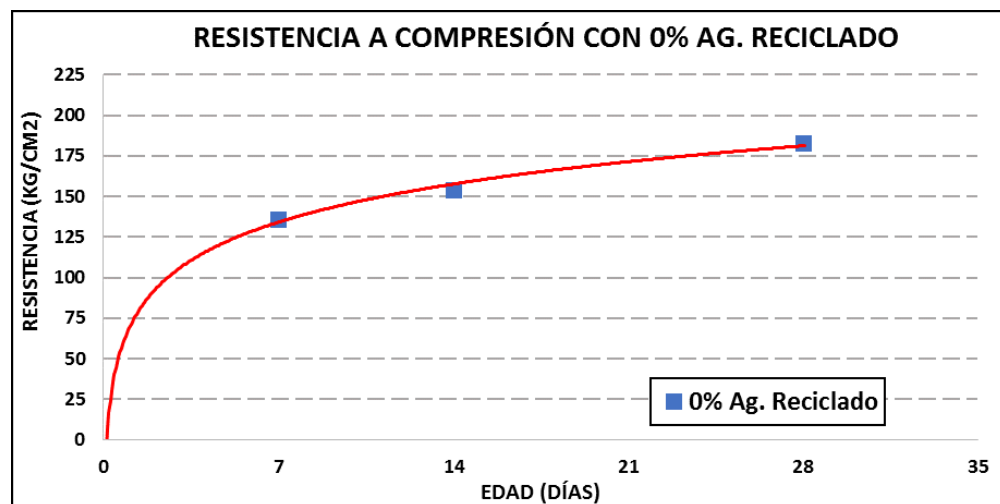


Gráfico 10. Gráfica de la evolución del concreto tipo 0% de Concreto Reciclado como A. Grueso. Fuente: Elaboración Propia

#### INTERPRETACIÓN:

El gráfico 10, muestra la relación que existe entre la resistencia a compresión y la evolución de ésta durante una línea de tiempo en días (7, 14 y 28), para especímenes cilíndricos de concreto elaborados sin porcentaje alguno de Concreto Reciclado de Vías Peatonales como Agregado Grueso. Se observa que a 28 días se obtuvo una resistencia entre  **$182.17 \leq \mu \leq 183.83 \text{ kg/cm}^2$** .

#### 4.1.2.2. Ensayos de compresión cilíndrica para diseño con 15% de Concreto Reciclado.

Tabla 42

*Intervalos de resistencia a compresión tipo 15% de Concreto Reciclado como A. Grueso*

<b>% Agregado Reciclado</b>	<b>EDAD (días)</b>	<b>Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>15%</b>	<b>0</b>	0
	<b>7</b>	$123.47 \leq \mu \leq 124.53$
	<b>14</b>	$155.39 \leq \mu \leq 158.61$
	<b>28</b>	$178.84 \leq \mu \leq 181.16$

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 42 muestra los intervalos de resistencia entre los que se hallaron el promedio de 15 especímenes cilíndricos con 15% de concreto reciclado (los cuales están representados por la letra griega  $\mu$ ). Éstas se realizaron a las edades de 7, 14 y 28 días.

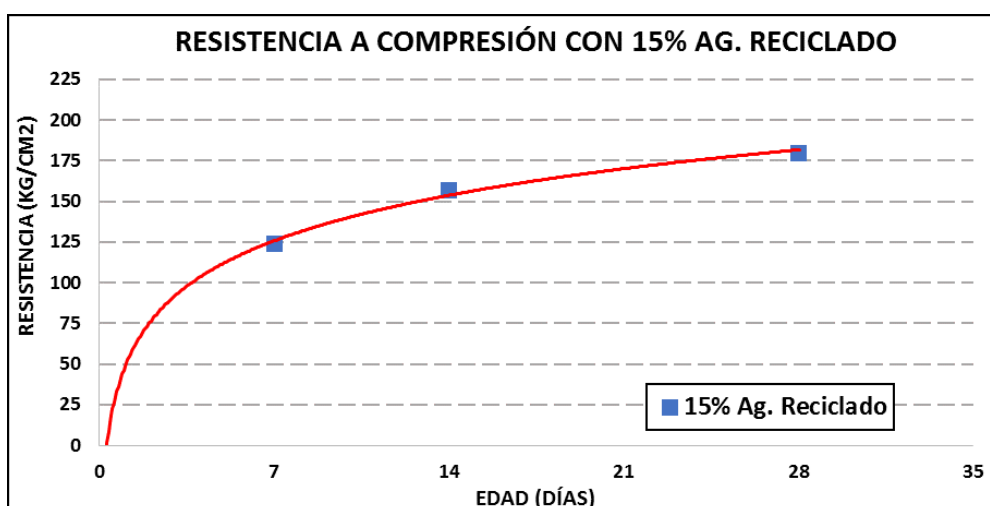


Gráfico 11. Gráfica de la evolución del concreto tipo 15% de Concreto Reciclado como A. Grueso. Fuente: Elaboración Propia

#### INTERPRETACIÓN:

El gráfico 11, muestra la relación que existe entre la resistencia a compresión y la evolución de ésta durante una línea de tiempo en días (7, 14 y 28), para especímenes cilíndricos de concreto elaborados con 15% de Concreto Reciclado de Vías Peatonales como Agregado Grueso. Se observa que a 28 días se obtuvo una resistencia entre  $178.84 \leq \mu \leq 181.16 \text{ kg/cm}^2$ .



#### 4.1.2.3. Ensayos de compresión cilíndrica para diseño con 30% de Concreto Reciclado.

Tabla 43

*Intervalos de resistencia a compresión tipo 30% de Concreto Reciclado como A. Grueso*

<b>% Agregado Reciclado</b>	<b>EDAD (días)</b>	<b>Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>30%</b>	<b>0</b>	0
	<b>7</b>	$145.23 \leq \mu \leq 146.77$
	<b>14</b>	$168.13 \leq \mu \leq 171.87$
	<b>28</b>	$183.81 \leq \mu \leq 186.19$

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 43 muestra los intervalos de resistencia entre los que se hallaron el promedio de 15 especímenes cilíndricos con 30% de concreto reciclado (los cuales están representados por la letra griega  $\mu$ ). Éstas se realizaron a las edades de 7, 14 y 28 días.

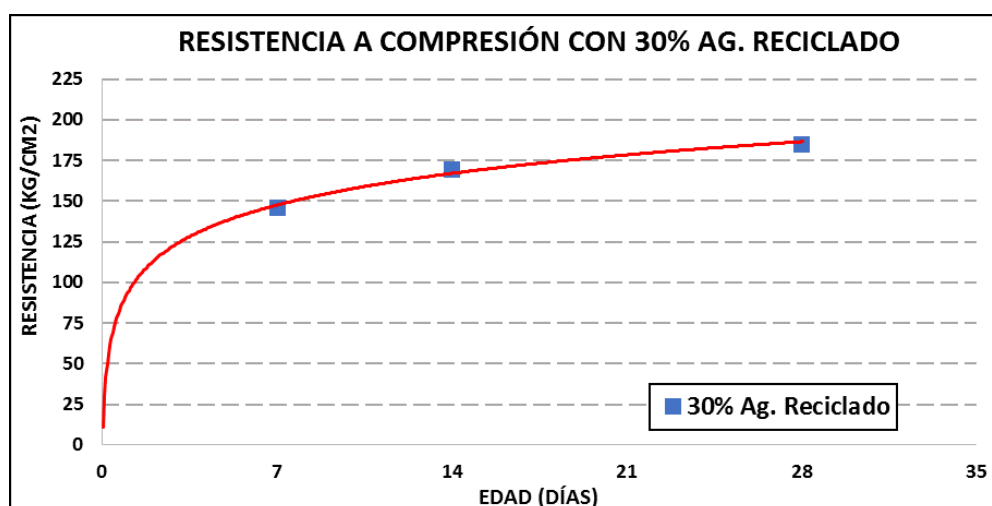


Gráfico 12. Gráfica de la evolución del concreto tipo 30% de Concreto Reciclado como A. Grueso. Fuente: Elaboración Propia

#### INTERPRETACIÓN:

El gráfico 12 muestra la relación que existe entre la resistencia a compresión y la evolución de ésta durante una línea de tiempo en días (7, 14 y 28), para especímenes cilíndricos de concreto elaborados con 30% de Concreto Reciclado de Vías Peatonales como Agregado Grueso. Se observa que a 28 días se obtuvo una resistencia entre  $183.81 \leq \mu \leq 186.19 \text{ kg/cm}^2$ .

#### 4.1.2.4. Ensayos de compresión cilíndrica para diseño con 45% de Concreto Reciclado.

Tabla 44

*Intervalos de resistencia a compresión tipo 45% de Concreto Reciclado como A. Grueso*

<b>% Agregado Reciclado</b>	<b>EDAD (días)</b>	<b>Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>45%</b>	<b>0</b>	0
	<b>7</b>	$125.26 \leq \mu \leq 128.74$
	<b>14</b>	$148.44 \leq \mu \leq 153.56$
	<b>28</b>	$181.2 \leq \mu \leq 182.8$

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 44 muestra los intervalos de resistencia entre los que se hallaron el promedio de 15 especímenes cilíndricos con 45% de concreto reciclado (los cuales están representados por la letra griega  $\mu$ ). Éstas se realizaron a las edades de 7, 14 y 28 días.

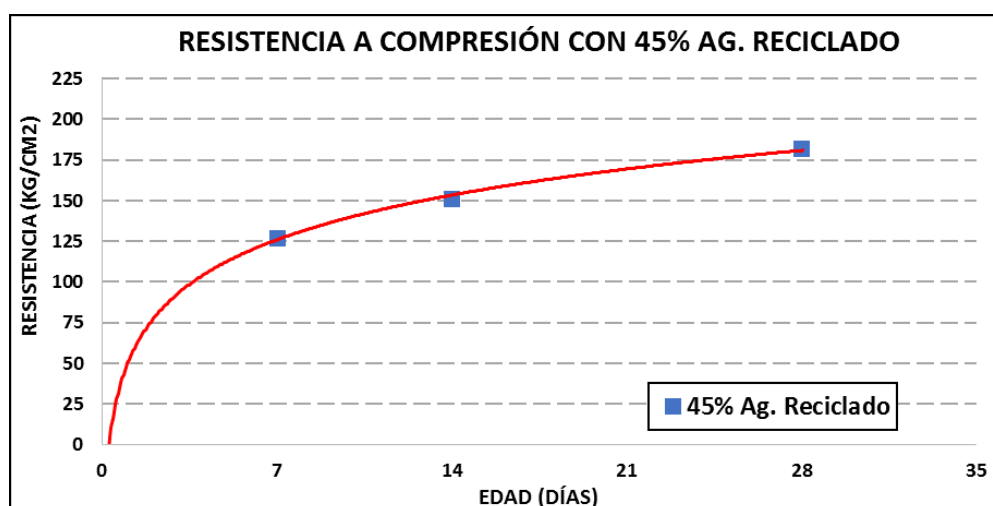


Gráfico 13. Gráfica de la evolución del concreto tipo 45% de Concreto Reciclado como A. Grueso. Fuente: Elaboración Propia

#### INTERPRETACIÓN:

El gráfico 13 muestra la relación que existe entre la resistencia a compresión y la evolución de ésta durante una línea de tiempo en días (7, 14 y 28), para especímenes cilíndricos de concreto elaborados con 45% de Concreto Reciclado de Vías Peatonales como Agregado Grueso. Se observa que a 28 días se obtuvo una resistencia entre  $181.20 \leq \mu \leq 182.80 \text{ kg/cm}^2$ .

#### 4.1.3. Análisis Comparativo de las Resistencias a Compresión de probetas con ausencia y presencia de agregados reciclados, para los distintos tipos de porcentajes

Resulta necesario aclarar, que el diseño patrón, sin inclusión de agregado reciclado o también denominado “con 0% de agregado reciclado”, fue el diseño experimental base (el cual fue elaborado para una resistencia de  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ ), pero como se pudo observar en la tabla pasada (tabla 41) luego de la rotura de probetas, ésta resultó siendo superior a la resistencia teórica propuesta por  $8 \text{ kg/cm}^2$  aproximadamente. Es por ello que el presente análisis comparativo de la funcionalidad o no funcionalidad de alguna de las propuestas de porcentaje reemplazantes (15%, 30% o 45%), se llevarán a cabo a partir de los valores reales (y no teóricos) obtenidos de la rotura de probetas con 0% de agregado reciclado.

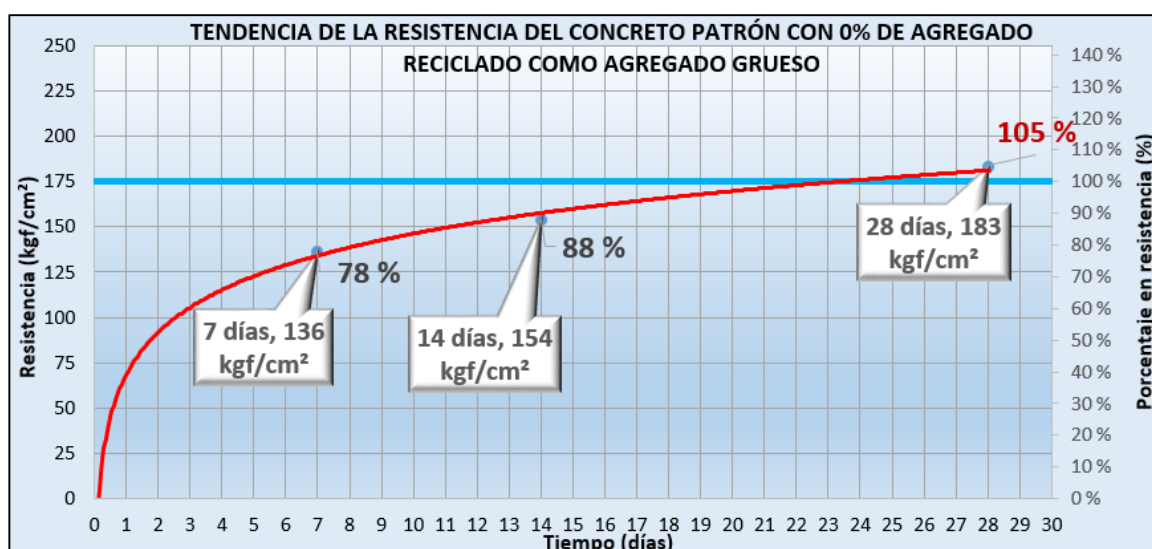


Gráfico 14. Evolución de la Resistencia a Compresión del Diseño Base (0% de Agregado Reciclado).

Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico 14 se puede ver el comportamiento de la resistencia mecánica a compresión del diseño base, el cual fue elaborado para alcanzar la resistencia de  $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$ .

- A los 7 días alcanzó el 78% de la resistencia esperada, con  $136 \text{ Kg/cm}^2$
- A los 14 días alcanzó el 88% de la resistencia esperada, con  $154 \text{ Kg/cm}^2$
- A los 28 días alcanzó el 105% de la resistencia esperada, con  $183 \text{ Kg/cm}^2$

Es entonces que partir de ésta curva se realizarán las comparaciones.

#### 4.1.3.1. Comparativa de resistencia a compresión: 0% de agregado reciclado VS 15% de agregado reciclado.

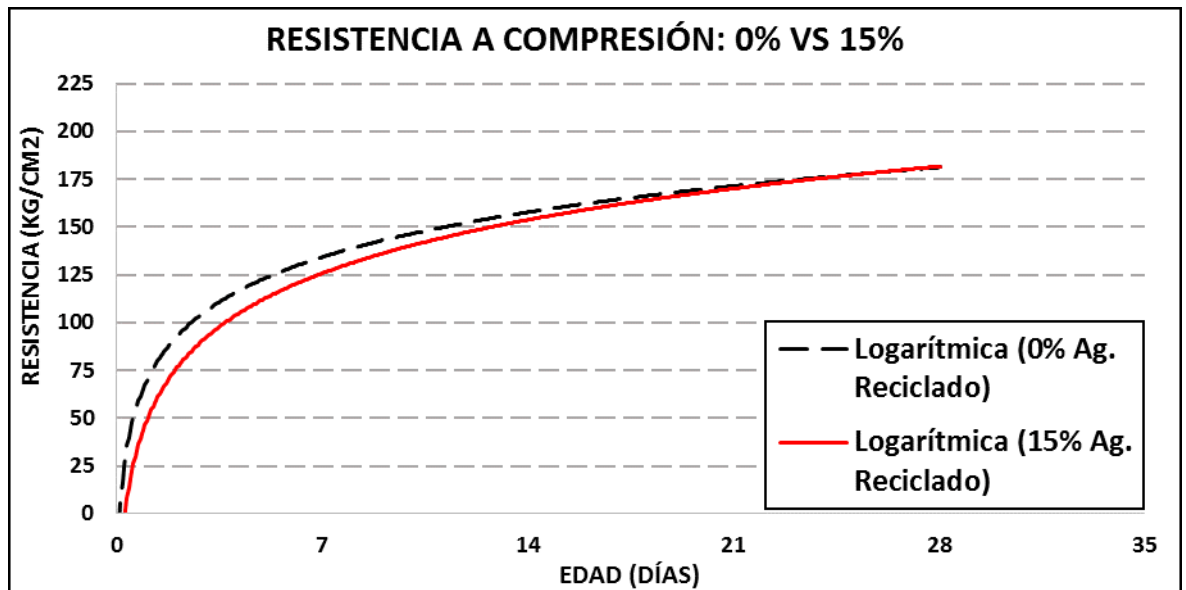


Gráfico 15. Comparativa resistencia a la compresión 0% VS 15%.  
Fuente: Elaboración Propia

#### INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS:

Se puede observar en el gráfico 15, las líneas de tendencia logarítmicas generadas entre la resistencia a la compresión alcanzada (Kg/cm<sup>2</sup>) y el tiempo de maduración del concreto (días). Estas curvas de resistencia fueron ensayadas para los diseños con 0% de agregado reciclado (línea punteada negra) y 15% de agregado reciclado (línea continua roja), de la cuales podemos enunciar lo siguiente:

Si bien es cierto que ambos diseños casi llegan a coincidir en el nivel de resistencia a los 28 días, el de tipo 15% de agregado reciclado, no llega a igualar o superar al de 0%, pues el tipo 0% posee en promedio una resistencia de 183 Kg/cm<sup>2</sup> mientras que el tipo 15% posee en promedio una resistencia de 180 Kg/cm<sup>2</sup>, ambos a los 28 días. Es por ello que se concluye con lo siguiente: **Un diseño con 15% de agregado reciclado como parte del agregado grueso natural NO logra alcanzar la resistencia a compresión de un diseño base sin incorporación de agregado reciclado, a los 28 días.**

#### 4.1.3.2. Comparativa de resistencia a compresión: 0% de agregado reciclado VS 30% de agregado reciclado.

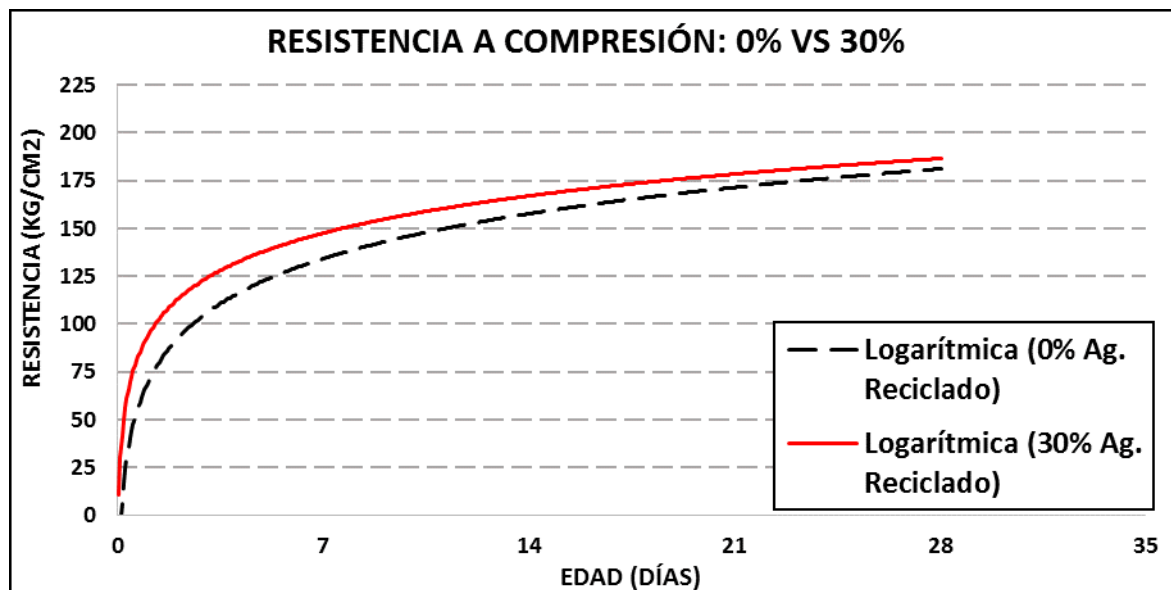


Gráfico 16. Comparativa resistencia a la compresión 0% VS 30%.  
Fuente: Elaboración Propia

#### INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS:

Se puede observar en el gráfico 16, las líneas de tendencia logarítmicas generadas entre la resistencia a la compresión alcanzada (Kg/cm<sup>2</sup>) y el tiempo de maduración del concreto (días). Estas curvas de resistencia fueron ensayadas para los diseños con 0% de agregado reciclado (línea punteada negra) y 30% de agregado reciclado (línea continua roja), de la cuales podemos enunciar lo siguiente:

Existe una diferencia marcada favorable entre ambos diseños en cuanto al nivel de resistencia a los 28 días. El de tipo 30% de agregado reciclado, llega a igualar, incluso superar al de 0%, pues el tipo 0% posee en promedio una resistencia de 183 Kg/cm<sup>2</sup> mientras que el tipo 30% posee en promedio una resistencia de 185 Kg/cm<sup>2</sup>, ambos a los 28 días. Es por ello que se concluye con lo siguiente: **Un diseño con 30% de agregado reciclado como parte del agregado grueso natural SI logra alcanzar la resistencia a compresión de un diseño base sin incorporación de agregado reciclado, a los 28 días.**

#### 4.1.3.3. Comparativa de resistencia a compresión: 0% de agregado reciclado VS 45% de agregado reciclado.

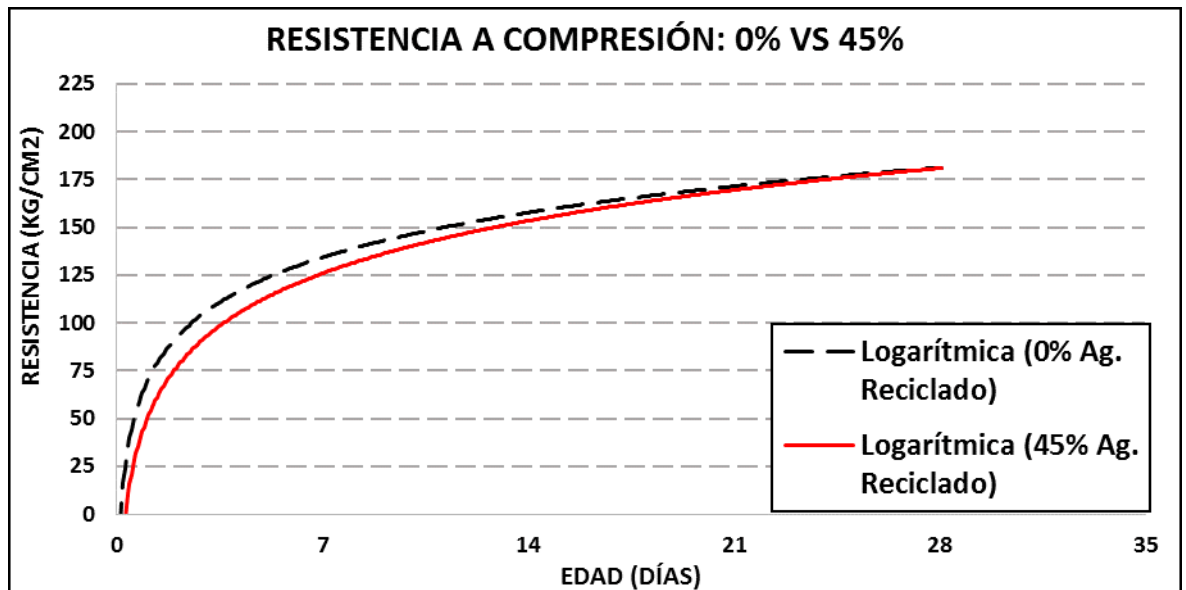


Gráfico 17. Comparativa resistencia a la compresión 0% VS 45%.  
Fuente: Elaboración Propia

#### INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS:

Se puede observar en el gráfico 17, las líneas de tendencia logarítmicas generadas entre la resistencia a la compresión alcanzada (Kg/cm<sup>2</sup>) y el tiempo de maduración del concreto (días). Estas curvas de resistencia fueron ensayadas para los diseños con 0% de agregado reciclado (línea punteada negra) y 45% de agregado reciclado (línea continua roja), de la cuales podemos enunciar lo siguiente:

Si bien es cierto que ambos diseños casi llegan a coincidir en el nivel de resistencia a los 28 días, el de tipo 45% de agregado reciclado, no llega a igualar o superar al de 0%, pues el tipo 0% posee en promedio una resistencia de 183 Kg/cm<sup>2</sup> mientras que el tipo 45% posee en promedio una resistencia de 182 Kg/cm<sup>2</sup>, ambos a los 28 días. Es por ello que se concluye con lo siguiente: **Un diseño con 45% de agregado reciclado como parte del agregado grueso natural NO logra alcanzar la resistencia a compresión de un diseño base sin incorporación de agregado reciclado, a los 28 días.**

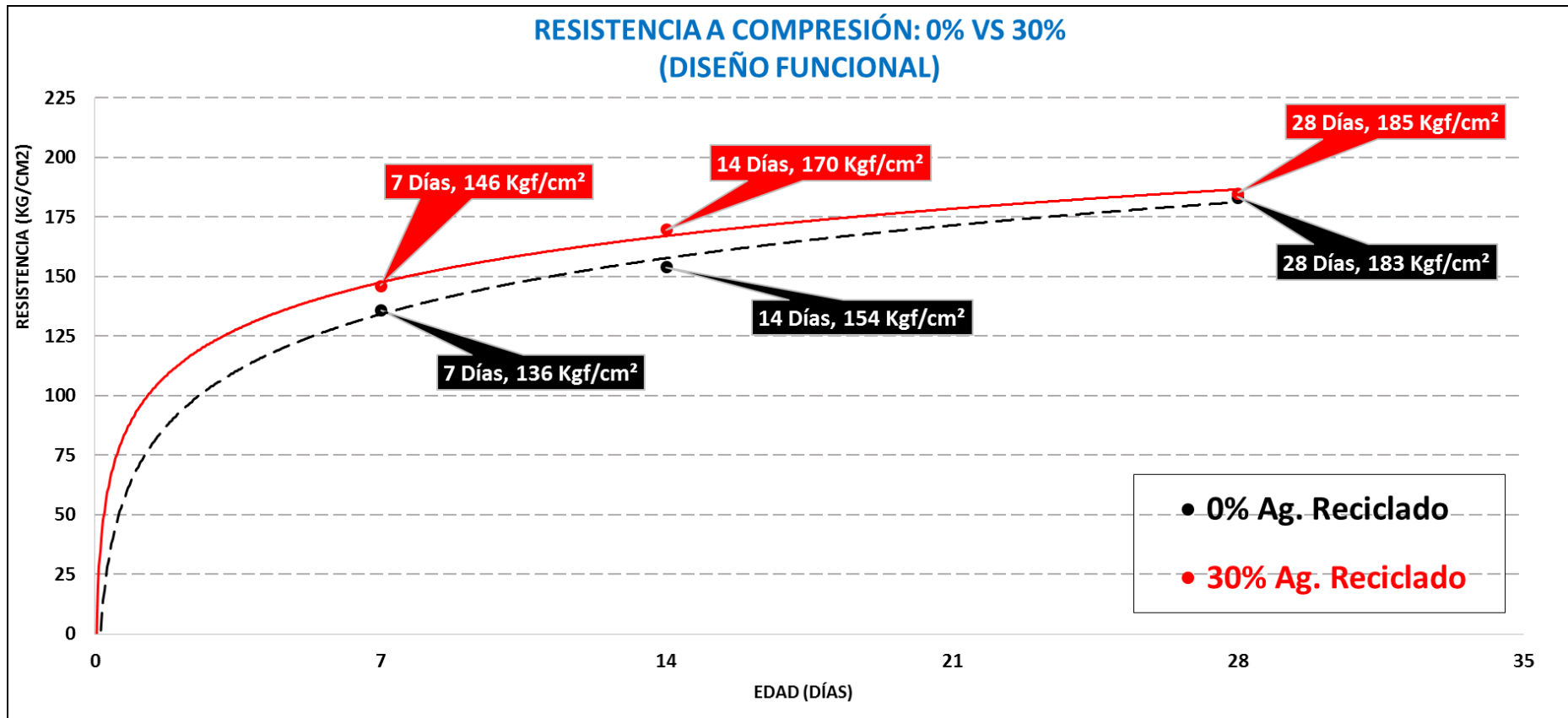


Gráfico 18. Visualización a detalle del diseño óptimo con agregado reciclado (30%) VS el diseño base (0%).  
Fuente: Elaboración Propia

El gráfico 18 muestra la curva logarítmica de tendencia que al final de todo el estudio realizado, resultó funcional. Ésta fue la que contuvo el 30% de agregado reciclado como agregado grueso, superando al diseño base sin incorporación de agregado reciclado en 10 Kg/cm<sup>2</sup>, 16 Kg/cm<sup>2</sup> y 2 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 7, 14 y 28 días respectivamente.

## 4.2. Contrastación y Prueba de Hipótesis

### 4.2.1. Prueba de Hipótesis

Para realizar la prueba de Hipótesis será necesario determinar el procedimiento estadístico a utilizar y además sabiendo que la variable es numérica, resulta prioritario llevar a cabo la prueba de normalidad de datos, verificando que se esté obedeciendo a una estadística paramétrica.

Tabla 45

*Prueba Estadística de Normalidad, diferencia de los datos de resistencia a compresión por porcentajes de agregado reciclado como parte del agregado grueso*

Variable	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
0% Ag. Reciclado a 28 días	,132	15	,200*	,958	15	,651
15% Ag Reciclado a 28 días	,133	15	,200*	,953	15	,575
30% Ag Reciclado a 28 días	,104	15	,200*	,966	15	,794
45% Ag Reciclado a 28 días	,138	15	,200*	,963	15	,747

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Programa estadístico SPSS versión 25

De la tabla anterior se puede observar que existen dos pruebas de normalidad como son, Kolmogorov-Smirnov (que son para muestras grandes mayores a 30 datos), y Shapiro-Wilk (que son para muestras pequeñas menores a 30 datos). Dado que nuestra muestra de datos es menor a 30, se analizará la prueba de normalidad mediante Shapiro-Wilk.

El criterio tomado para la determinación de la normalidad es la siguiente:

- $P\text{-valor} \geq \alpha$  entonces los datos provienen de una distribución normal
- $P\text{-valor} \leq \alpha$  entonces los datos NO provienen de una distribución normal



Tabla 46

Comprobación del Cálculo de P-valor

P-valor (0% Ag. Reciclado a 28 días) = 0.651	>	$\alpha = 0.05$
P-valor (15% Ag. Reciclado a 28 días) = 0.575	>	$\alpha = 0.05$
P-valor (30% Ag. Reciclado a 28 días) = 0.794	>	$\alpha = 0.05$
P-valor (45% Ag. Reciclado a 28 días) = 0.747	>	$\alpha = 0.05$

Fuente: Elaboración Propia

### Interpretación

1. El P-valor de 0% Ag. Reciclado a 28 días es igual a 0.651. Como es mayor que 0.05, entonces es oportuno decir que los datos provienen de una distribución normal, por lo cual es pertinente la aplicación de procedimientos paramétricos en su análisis.
2. El P-valor de 15% Ag. Reciclado a 28 días es igual a 0.575. Como es mayor que 0.05, entonces es oportuno decir que los datos provienen de una distribución normal, por lo cual es pertinente la aplicación de procedimientos paramétricos en su análisis.
3. El P-valor de 30% Ag. Reciclado a 28 días es igual a 0.794. Como es mayor que 0.05, entonces es oportuno decir que los datos provienen de una distribución normal, por lo cual es pertinente la aplicación de procedimientos paramétricos en su análisis.
4. El P-valor de 45% Ag. Reciclado a 28 días es igual a 0.747. Como es mayor que 0.05, entonces es oportuno decir que los datos provienen de una distribución normal, por lo cual es pertinente la aplicación de procedimientos paramétricos en su análisis.

Entonces por tener en cada uno de los casos anteriores distribuciones normales, la prueba que se ajusta a la hipótesis planteada por el investigador y la que utilizaremos para la contrastación de datos, será la prueba t de student para muestras relacionadas de comparación.

#### 4.2.2. Contrastación de Hipótesis

**Ho:** Utilizando concreto reciclado de vías peatonales como agregado grueso no podremos obtener concreto con resistencia  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , Huánuco 2019

**Ha:** Utilizando concreto reciclado de vías peatonales como agregado grueso podremos obtener concreto con resistencia  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , Huánuco 2019

Tabla 47

*Prueba de muestras emparejadas de las resistencias a compresión entre el diseño base con 0% de agregado reciclado y sus respectivos porcentajes de prueba*

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
0% Ag. Reciclado a 28 días - 15% Ag. Reciclado a 28 días	3,03400	3,13005	,80818	1,30063	4,76737	3,754	14	,002
0% Ag. Reciclado a 28 días - 30% Ag. Reciclado a 28 días	-1,90267	2,89835	,74835	- 3,50772	-,29761	-2,542	14	,023
0% Ag. Reciclado a 28 días - 45% Ag. Reciclado a 28 días	1,79000	2,13815	,55207	,60593	2,97407	3,242	14	,006

Fuente: Programa estadístico SPSS versión 25

### Interpretación

Los resultados obtenidos indican que si fue posible demostrar la hipótesis alternativa con un nivel de significancia de 0.05, es decir que reemplazando un porcentaje dado de agregado reciclado de vías peatonales de Huánuco, dentro de la cantidad de agregado grueso natural de un diseño base (con 0% de agregado reciclado), se podrá obtener concreto con resistencia a compresión de  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ . Ésto se puede observar en los valores de significancia obtenidos (0.002, 0.023, 0.006), los cuales son menores a lo permitido (0.05), por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa del investigador.

La tabla 47 indica que si bien es cierto existe una diferencia significativa en las medias de los valores de resistencia a compresión, la que pudo igualar y hasta superar el nivel base de referencia (0% Ag. Reciclado a 28 días), fue el del tipo 30% Ag. Reciclado a 28 días, ubicado en el segundo par. En el caso en mención, existe una diferencia de 1.90267  $\text{Kg/cm}^2$  a favor del tipo 30% Ag. Reciclado a 28 días. Por tanto decimos que el concreto elaborado con la adición de 30% de Concreto Reciclado de Vías Peventonales en Huánuco 2019, SI puede generar concreto convencional con resistencia a compresión de  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ .

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **5.1. Contratación de resultados del trabajo de Investigación**

De acuerdo al estudio planteado, hoy en día las investigaciones de ingeniería que centran su preocupación en la contaminación masiva que generan los escombros de construcciones de concreto, plantean la reutilización de estos desperdicios para la elaboración de concreto nuevo, es por esta razón que a través de los ensayos de compresión cilíndrica de testigos que contengan dichos materiales en proporciones de prueba, se busca garantizar la funcionalidad y seguridad que arrojen los resultados de los mencionados ensayos de resistencia.

En el caso de la presente tesis, Elaboración de concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  utilizando concreto reciclado de vías peatonales como agregado grueso en Huánuco, se tuvo el propósito fundamental de determinar en qué medida la incorporación proporcional de concreto triturado de desperdicios de vías peatonales, igualan o mejoran la resistencia a compresión de un diseño base sin la intervención del material en estudio.

Con una muestra de 180 probetas ensayadas y 60 de ellas analizadas a los 28 días, se observó que el grupo de control (15 probetas), alcanzó y superó la resistencia esperada satisfactoriamente, y es a partir de esta media donde se demostraría si alguna de las proporciones propuestas (15%, 30%, o 45%) es funcional o no. Después de la aplicación del material en estudio en las proporciones descritas anteriormente, se evidenció la efectividad de su incorporación, siendo la cantidad ideal la que contuvo el 30% de material reciclado como parte del agregado grueso natural, sin embargo las resistencias alcanzadas por las demás proporciones, no estuvieron demasiado alejados de la media base.

Es entonces que a partir de los hallazgos encontrados se acepta la hipótesis alternativa general que utilizando concreto reciclado de vías peatonales como agregado grueso podremos obtener concreto con resistencia  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , en Huánuco, mencionando así entonces lo siguiente.

Se demuestra aceptación y relación en la contrastación de conclusiones con los siguientes autores:

Martinez, Iris y Mendoza, Carlos. (2006) en su tesis “Comportamiento Mecánico de Concreto fabricado con Agregados Reciclados” en donde concluye que en su investigación se demostró que el agregado reciclado de adecuada granulometría genera mezclas de buena calidad y posee un comportamiento mecánico equivalente al de los concretos naturales. Y es cierto, pues al realizarse la homogenización de los agregados gruesos naturales y reciclados mediante el uso de la misma planta chancadora, se obtuvieron posteriores resultados satisfactorios, todo ello con la previa realización adecuada de ensayos granulométricos debidamente monitoreados.

Cruz, Jorge y Velázquez, Ramón. (2004) en su tesis “Concreto Reciclado” en donde concluye que desde un punto de vista técnico, el desecho de concreto que sea libre de algún contaminante, es un ideal sustituto del agregado grueso en la fabricación de un concreto nuevo pues así son aceptables las propiedades de trabajabilidad, durabilidad y rigidez de este tipo de concreto. Y en efecto tiene toda la razón, pues el punto de partida de la presente tesis fue la búsqueda de escombros de concreto libre de agentes perjudiciales para su procesamiento en planta, dando como resultado mezclas trabajables, durables y resistentes.

Saldaña, José y Viera, Neiser. (2014) en su tesis “Estudio de la Resistencia del Concreto, utilizando como agregado el Concreto Reciclado de Obra” en donde concluye que la mezcla con aporte total de agregado reciclado (100%) arroja una irregularidad en cuanto a la resistencia a la compresión, siendo no homogénea ni uniforme, puesto a que se evidenció una alta inestabilidad. Y ciertamente se acepta lo que el autor menciona, pues es a partir de la mayor cantidad de agregado reciclado que se incorpora (45%), en donde se observa que la resistencia a compresión empieza a descender, aun siendo en este punto, homogéneo su comportamiento.

Rubina, Nercy. (2016) en su tesis “Análisis de la resistencia a la compresión del Concreto Autocompactante empleando Granulados de Concreto” en donde concluye que la resistencia que ofrece el concreto dependerá de la relación agua cemento y no del agregado a emplearse, pues si bien es cierto el granulado de concreto reduce la resistencia con respecto a si usamos agregados naturales, no lo hace de una manera considerable, puesto a que la diferencia es pequeña y en

ambos casos se sobrepasa el diseño. Y es en efecto cierto, pues como se pudo evidenciar en los resultados hallados, la diferencia que existe entre el uso y no uso del material reciclado, tiende a ser mínima, mientras que el correcto uso de un factor de relación entre el agua y el cemento, representa la base más importante para que las mezclas respondan a las resistencias esperadas.

Así como se ha mostrado aceptación con las anteriores conclusiones, también existió una discrepancia con la conclusión de un autor.

Saldaña, José y Viera, Neiser. (2014) en su tesis “Estudio de la Resistencia del Concreto, utilizando como agregado el Concreto Reciclado de Obra”, en donde concluye que el porcentaje más eficiente del agregado de concreto reciclado a usar, según sus resultados obtenidos, es el que utilizó el 50% de agregado reciclado y el otro 50% de agregado natural, pues en esta mezcla la resistencia a la compresión aumentó y fue homogéneo. Y existe ciertamente una contradicción, pues la proporción adecuada para la presente tesis investigada fue el que sólo utilizó un 30% de agregado reciclado, sin embargo, cabe mencionar que la procedencia del escombro empleado es distinto, pues el autor menciona la recolección fue realizada en una obra en general, mientras que la recolección hecha por mi persona fue estrictamente de vías peatonales, es decir de concreto pobre.

## CONCLUSIONES

- La utilización de concreto reciclado de vías peatonales de Huánuco como agregado grueso, si genera un concreto superior a  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , pues mediante ensayos en laboratorio a las propiedades del concreto endurecido a los 7, 14 y 28 días de curación, la que obtuvo el mejor nivel de resistencia final, fue el que contuvo un 30% de agregado reciclado triturado de vías peatonales, superando en un 1.09% de resistencia al diseño patrón con 0% de agregado reciclado.
- La obtención del concreto reciclado óptimo de vía peatonal, fue posible mediante la identificación distintos puntos, de los cuales sólo uno de ellos cumplía con los requisitos de no contener materiales orgánicos inmersos, ni desechos de construcción, sino ser un concreto limpio. Dicho punto estuvo localizado en Jr. Independencia (Circunvalación), en el tramo entre la segunda entrada al Centro Comercial Real Plaza Huánuco y el puente del Jr. Huallayco. El permiso para la recolección del escombros de obra fue dada por la ingeniera residente en turno.
- Se logró generar agregado grueso utilizable del concreto reciclado de vías peatonales a través de la misma planta chancadora que generó la piedra chancada natural que fue considerada en el diseño. Esto se demostró mediante los ensayos en laboratorio y su posterior rotura en prensa hidráulica, el cual arrojó los resultados esperados.
- Utilizando concreto reciclado de vías peatonales como agregado grueso, fue posible realizar un diseño de mezcla de  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , debido a que las propiedades físico mecánicas del material reciclado, son similares al de la piedra chancada. Ello se puede verificar mediante el ensayo de granulometría, donde se aprecia que poseen comportamientos similares, así como módulos de fineza apropiados.
- Fue posible alcanzar y superar la resistencia a compresión de  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , utilizando concreto reciclado de vías peatonales como agregado grueso, debido a que al momento de ensayar los testigos que contuvieron material reciclado con 15%, 30% y 45%, éstos superaron en  $3 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $8 \text{ Kg/cm}^2$  y  $5 \text{ Kg/cm}^2$  respectivamente, a la resistencia propuesta en estudio.

- El agregado reciclado triturado de vías peatonales, es 10.85% menos denso que la piedra chancada en estado compactado, y también 9.65% menos denso en estado suelto. Esta disminución de peso aminoraría relativamente el costo de transporte del material reciclado a obra.
- El grado de absorción que existe en el concreto reciclado triturado de vías peatonales (5.66%), cuadruplica a la absorción presente en la piedra chancada natural (1.27%). Este factor debe ser considerado con precaución para corregir siempre la cantidad de agua que requiera la mezcla al usar agregado reciclado en su diseño.
- El porcentaje empleado de agregado reciclado de vías peatonales (15%, 30% y 45%) es directamente proporcional a la consistencia de la mezcla con agregado reciclado triturado de vías peatonales. Esto quiere decir que a mayor concentración de agregado reciclado mayor será su consistencia, y a su vez generará una mayor demanda de agua.
- El diseño de mezcla óptimo, con presencia de agregado reciclado de vías peatonales, que generó mejores resultados, fue el que contiene 30% de agregado reciclado, el cual por metro cúbico de concreto presentó en masa, 13% de cemento, 32% de arena gruesa, 32% de piedra chancada, 14% de agregado grueso reciclado y 9% de agua.

## RECOMENDACIONES

- En base a los resultados al del procesamiento de datos del ensayo granulométrico del agregado grueso (piedra chancada) y el agregado reciclado (concreto reciclado de vías peatonales), se recomienda que el proceso de trituración del material reciclado se realice en la misma planta chancadora donde se obtuvo el material grueso natural, para obtener características similares en ambas muestras que resultarán favorables en los diseños posteriores.
- Con fines de tener una mezcla que posea agregado reciclado triturado de vías peatonales debidamente homogénea y consolidada, se recomienda humedecer el material reciclado previamente a elaborar la colada, con parte del agua efectiva total calculado, ésto debido al alto grado de absorción que presenta, además de un correcto y cuidadoso varillado.
- Si bien es cierto que el diseño óptimo y fiable que resultó válido en la presente investigación, fue el que contuvo el 30% de agregado reciclado de vías peatonales, es necesario mencionar que los diseños con 15% y 45%, no obtuvieron resultados alejados del nivel de resistencia base (0% de agregado reciclado), razón por la cual se recomienda que para futuras investigaciones, se pueda encontrar el porcentaje más próximo a éstos que genere una resistencia incluso superior.
- A raíz de la funcionalidad comprobada en el uso del material reciclado de vías peatonales, se recomienda concientizar en el aspecto ambiental sobre el ahorro generado en la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera, pues en la comparación final de la huella de carbono generada antes y después del uso del material en estudio, existió una diferencia significativa de un 14.78 % (véase el ANEXO V.VII).



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Libros

Abanto, Flavio. (1996). Tecnología del Concreto. Lima, Perú: San Marcos

Asocreto. (2010). Colección del concreto – Tecnología del concreto. Colombia: Nomos Impresores

Martinez, Axel. (2016). Diseño de mezclas de Concreto MÉTODO ACI 211.1 – RNC-07 (Ejercicio). Lima, Perú.

Pasquel, Enrique (1993). Tópicos de Tecnología del Concreto, Lima, Perú: Colegio de Ingenieros del Peru

Rivva, Enrique. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima, Perú: ACI

Valdivia, C. (2006). Caracterización del Cemento. Cali, Colombia: Planeta Colombia

Vásquez, Oscar. (2019). Reglamento Nacional de Edificaciones E 060 Concreto Armado. Perú: San Marcos

Vásquez, Oscar. (2019). Reglamento Nacional de Edificaciones CE 010 Aceras y Pavimentos. Perú: San Marcos

- Tesis

- ✓ INTERNACIONALES

Cruz, Jorge y Velázquez, Ramón. (2004). *Concreto Reciclado* (Tesis de Pregrado). Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del Instituto Politécnico Nacional de México, México.

Martinez, Iris y Mendoza, Carlos. (2006). *Comportamiento Mecánico de Concreto fabricado con Agregados Reciclados* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Vanegas, Juliana y Robles, Juan. (2008). *Estudio Experimental de las Propiedades Mecánicas del Concreto Reciclado para su uso en edificaciones convencionales* (Tesis de Pregrado). Pontificia Universidad Javeriana de Colombia, Colombia

- ✓ NACIONALES

Asensio, Armando. (2014). *Efecto de los agregados de Concreto Reciclado en la Resistencia a la Compresión sobre el concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$*  (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú

Condori, Yuri. (2015). *Reutilización de Agregados en la Producción del Concreto para edificaciones en la ciudad de Juliaca* (Tesis de Pregrado). Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, Perú

Saldaña, José y Viera, Neiser. (2014). *Estudio de la Resistencia del Concreto, utilizando como agregado el Concreto Reciclado de Obra* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional del Santa de Chimbote, Perú

✓ LOCALES

Chávez, Mario. (2015). *Planteamiento del diseño estructural de Pavimento Reciclado con Emulsión Asfáltica CSS – 1 en la carretera Rancho – Pachachupan* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco, Perú

Cruz, Alberth. (2017). *Comparación de la resistencia mecánica a la compresión del Concreto elaborado con Residuos de Mármol* (Tesis de Pregrado). Universidad de Huánuco, Perú

Rubina, Nercy. (2016). *Análisis de la resistencia a la compresión del Concreto Autocompactante empleando Granulados de Concreto* (Tesis de Pregrado). Universidad de Huánuco, Perú

• Normas Técnicas Peruanas

NTP 400.010. (2001). Extracción y preparación de las muestras. Lima, Perú: Indecopi.

NTP 400.043. (2006). Práctica normalizada para reducir las muestras de agregados a tamaño de ensayo. Lima, Perú: Indecopi.

NTP 339.036. (2011). Práctica normalizada para muestreo de mezclas de concreto fresco. Lima, Perú: Indecopi.

NTP 400.037. (2002). Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto). Lima, Perú: Indecopi.

NTP 339.127, Métodos de pruebas estándar para la determinación en el laboratorio el contenido de humedad en las masas de los suelos y rocas.

NTP 339.176, Método de ensayo normalizado para la determinación de valor pH en suelos y agua subterránea.

NTP 400.017. (2011). Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados. Lima, Perú: Indecopi.

NTP 400.022, Método de ensayo normalizado para determinar el peso específico y absorción del agregado fino.

NTP 400.021. (2002). Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. Lima, Perú: Indecopi.

NTP 400.011. (2008). Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y concretos. Lima, Perú: Indecopi.

NTP 400.012. (2001). Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima, Perú: Indecopi.

NTP 334.005. Método de ensayo para determinar la densidad del cemento Portland.

NTP 339.146, Método de prueba estándar para Equivalente de Arena valores de suelos y agregados finos.

NTP 339.088. (2006). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento portland. Requisitos. Lima, Perú: Indecopi.

NTP 339.183. (2009). Mezclado, muestreo y elaboración de especímenes en laboratorio. Lima, Perú: Indecopi.

NTP 339.184. (2002). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto). Lima, Perú: Indecopi.

NTP 339.034. (2008). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. Lima, Perú: Indecopi.

NTP 339.183. (2009). Práctica normalizada para el curado de especímenes de hormigón (concreto) en el laboratorio. Lima, Perú: Indecopi.

- Sitios Web

Apuntes Ingeniero Civil. (10/01/2016) Fluidez del Cemento. Recuperado de <http://apuntesingenierocivil.blogspot.com>

Ávila, Graciela, (01/04/2015) Tópicos de Tecnología del Concreto. Recuperado de <https://www.teconcreto123.blogspot.com>

Macaya, Claudio. (16/12/2008) El Cemento Portland. Recuperado de <http://bloqueducativouac.blogspot.com>

Osorio, Jesús. (19/01/2011) Blog de los Materiales. Recuperado de <https://www.360enconcreto.com>

Umacon S.A. (16/02/2017) Actualidad y Construcción. Recuperado de <https://www.umacon.com>

Wales, Jimbo. (07/08/2017) Peatones y Componentes. Recuperado de <https://www.wikipedia.org>

Zorrilla, Angel. (24/02/2016) Especificaciones Técnicas para Concreto  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ . Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/300306273>

---

## **ANEXOS**

## **ANEXO I**

---

### **RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**Facultad de Ingeniería**

**RESOLUCIÓN N° 494-2019-CF-FI-UDH**

Huánuco, 10 de Junio de 2019

Visto, el Oficio N° 473-2019-C-EAPIC-FI-UDH del Coordinador Académico de Ingeniería Civil, referente a **Jorge Luis, ALANYA CHAMORRO**, del Programa Académico Ingeniería Civil Facultad de Ingeniería, quien solicita Aprobación del Proyecto de Investigación;

**CONSIDERANDO:**

Que, según Resolución N° 560-99-CO-UH, de fecha 06.09.99, se aprueba el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería, vigente;

Que, según el Expediente 1450-19, del Programa Académico de, Ingeniería Civil, Informa que el Proyecto de Investigación Presentado por **Jorge Luis, ALANYA CHAMORRO** ha sido aprobado, y

Que, según Oficio N° 473-2019-C-EAPIC-FI-UDH, del Presidente de la Comisión de Grados y Títulos del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Informa que el recurrente ha cumplido con levantar las observaciones hechas por la Comisión de Grados y Títulos, respecto al Proyecto de Investigación; y

Estando a lo acordado por el Consejo de Facultad Extraordinario de fecha 10 de Junio del 2019 y normado en el Estatuto de la Universidad, Art. N° 44 inc.r);

**SE RESUELVE:**

**Artículo Primero.** - **APROBAR**, el Proyecto de Investigación y su ejecución intitulado:

“ELABORACIÓN DE CONCRETO  $F'c=175$  KG/CM<sup>2</sup> UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VÍAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018” representado por **Jorge Luis, ALANYA CHAMORRO**, del Programa Académico de Ingeniería Civil

**REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE**



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CONSEJO DE FACULTAD  
*[Signature]*  
Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS  
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
*[Signature]*  
Mg. Bertha Campos Rios  
DECANA (E) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería – EAPIC – CGT – Asesor – Exp. Graduando – Interesado - Archivo.  
BCR/JJR.

**ANEXO II**

---

**RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR**

# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

### RESOLUCIÓN N° 869-2018-D-FI-UDH

Huánuco, 12 de setiembre de 2018

Visto, el Oficio N 383-C-EAPIC-FI-UDH-2018 presentado por el Coordinador de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil y el Expediente N° 1521-18-FI, del estudiante **Jorge Luis, ALANYA CHAMORRO**, quién solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación.

#### **CONSIDERANDO:**

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 1521-18-FI, presentado por el (la) estudiante **Jorge Luis, ALANYA CHAMORRO**, quién solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone a la Ing. Lili Tatiana Boyanovich Ordoñez, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27° y 28° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

#### **SE RESUELVE:**

**Artículo Único.- DESIGNAR**, como Asesor de Tesis del estudiante **Jorge Luis, ALANYA CHAMORRO**, a la Ing. Lili Tatiana Boyanovich Ordoñez, Docente de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CONSEJO DE FACULTAD  
*[Signature]*  
Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS  
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
*[Signature]*  
Mg. Ricardo Sachun García  
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

#### Distribución:

Fac. de Ingeniería – EAPIC – Asesor – Mat. y Reg. Acad. – File Personal – Interesado – Archivo.  
RSG/JPJR/nto.



## **ANEXO III**

---

### **MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**TESIS: "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2019"**

Tesisista: Jorge Luis Alanya Chamorro

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Metodología</b>	<b>Población y muestra</b>	<b>Análisis Estadístico</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Se podrá elaborar Concreto f'c=175Kg/cm2 utilizando Concreto Reciclado de Vías Peatonales como agregado grueso?</li> </ul>	<p><b>Objetivo General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Obtener concreto f'c = 175 Kg/cm2 utilizando concreto reciclado de vías peatonales como agregado grueso</li> </ul> <p><b>Objetivo Específico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Obtener el material reciclado del botadero seleccionado de concreto demolido de vías peatonales.</li> <li>Generar agregado grueso utilizable del procesamiento de residuos de concreto reciclado de Vías Peatonales por medio de una chancadora, determinando sus propiedades como agregado grueso.</li> <li>Realizar el diseño de mezcla del concreto f'c = 175 Kg/cm2 utilizando concreto reciclado de vías peatonales como agregado grueso.</li> <li>Alcanzar una resistencia a la compresión de f'c = 175 Kg/cm2 en probetas, teniendo en cuenta que serán elaboradas con concreto reciclado de vías peatonales como agregado grueso.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>Ha: Utilizando concreto reciclado de vías peatonales como agregado grueso podremos obtener concreto con resistencia f'c = 175, Huánuco 2019</p> <p>Ho: Utilizando concreto reciclado de vías peatonales como agregado grueso no podremos obtener concreto con resistencia f'c = 175 Kg/cm2, Huánuco 2019.</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Concreto reciclado de vías peatonales como agregado grueso.</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Propiedades físico mecánicas del agregado grueso</li> </ul> <p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>Concreto f'c= 175 kg/cm<sup>2</sup></p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño de mezcla</li> <li>Propiedades del concreto</li> <li>Control de calidad del concreto</li> </ul>	<p><b>Tipo de investigación</b></p> <p>Aplicativa y Experimental</p> <p><b>Enfoque:</b></p> <p>Cuantitativo</p> <p><b>Alcance o nivel:</b></p> <p>Nivel correlacional – exploratoria</p> <p><b>Diseño:</b></p> <p>Diseño cuantitativo – experimental, de los experimentos "puros", del tipo Diseño con pos – prueba únicamente y grupo de control</p>	<p><b>Población</b></p> <p>Teniendo en cuenta que son 4 diseños de mezcla, de los cuales uno sigue el diseño tradicional y el resto si contiene un porcentaje de agregado reciclado (15%, 30% y 45%) tendremos una población igual a <u>180 probetas.</u></p> <p><b>Muestra</b></p> <p>No Probabilístico, en este caso será igual a la población es decir <u>180 probetas.</u></p>	<p>Se utilizará la estadística descriptiva</p>

## **ANEXO IV**

---

### **DIAGRAMA DEL PROCESO DE TRABAJO EN LA INVESTIGACIÓN**

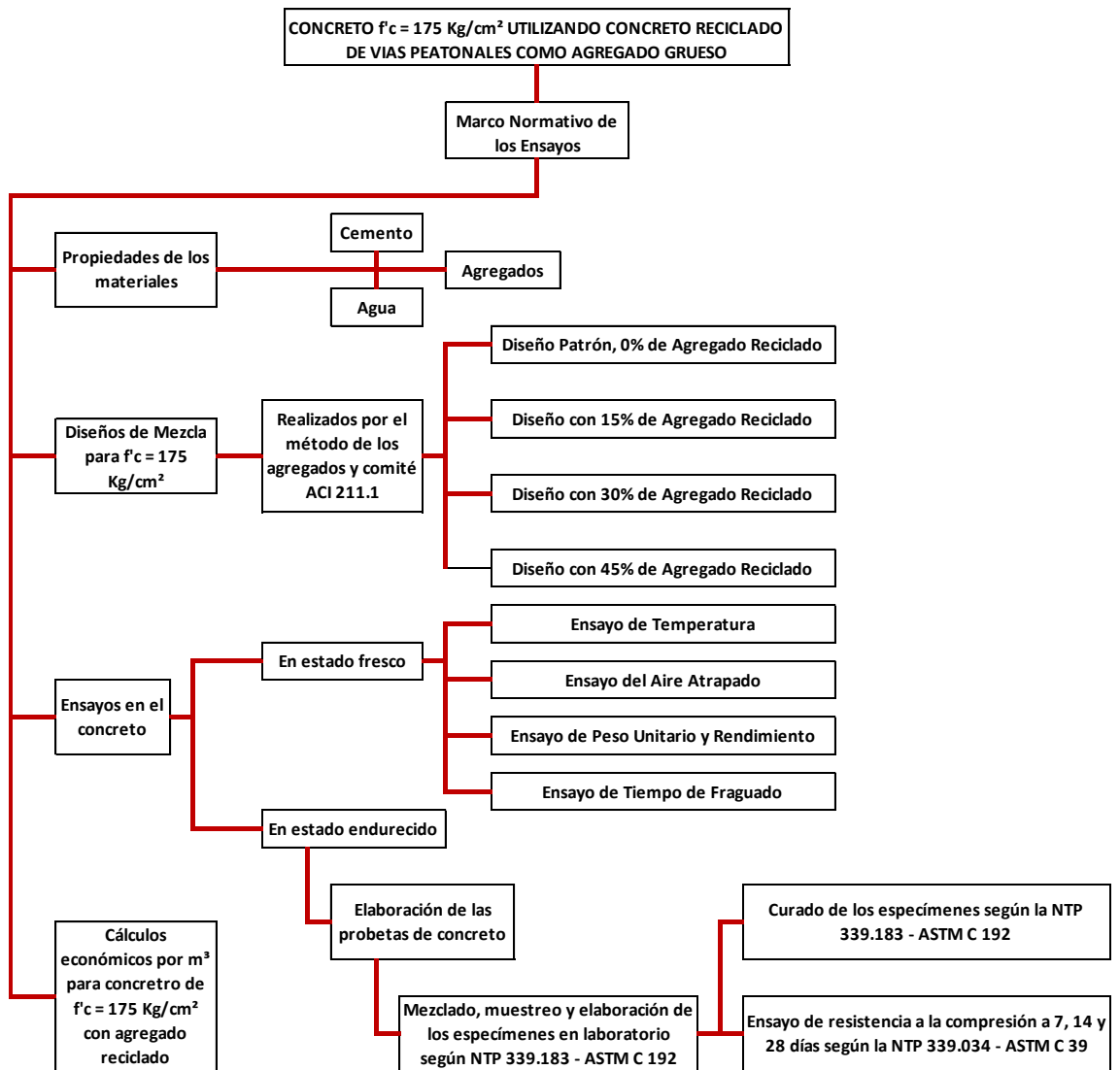


Gráfico 19. Diagrama del proceso de trabajo en la investigación.  
Fuente: Elaboración Propia

## **ANEXO V**

---

### **PANEL FOTOGRÁFICO**



Foto 1. Extracción de material grueso natural de planta chancadora



Foto 2. Extracción de material fino natural de cantera de río



Foto 3. Recolección de bloques rotos de concreto de vías peatonales, en jr Circunvalación





Foto 4. Carguío de tanda de bloques de concreto reciclado de vías peatonales



Foto 5. Concreto reciclado triturado listo para ser transportado a laboratorio

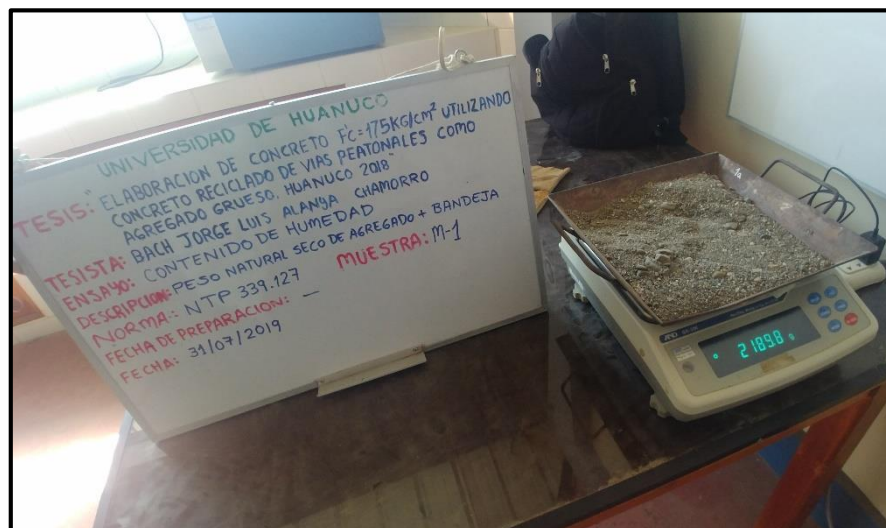


Foto 6. Determinación del contenido de humedad para la arena gruesa, la piedra chancada y el concreto reciclado (éste último presentó una humedad nula)

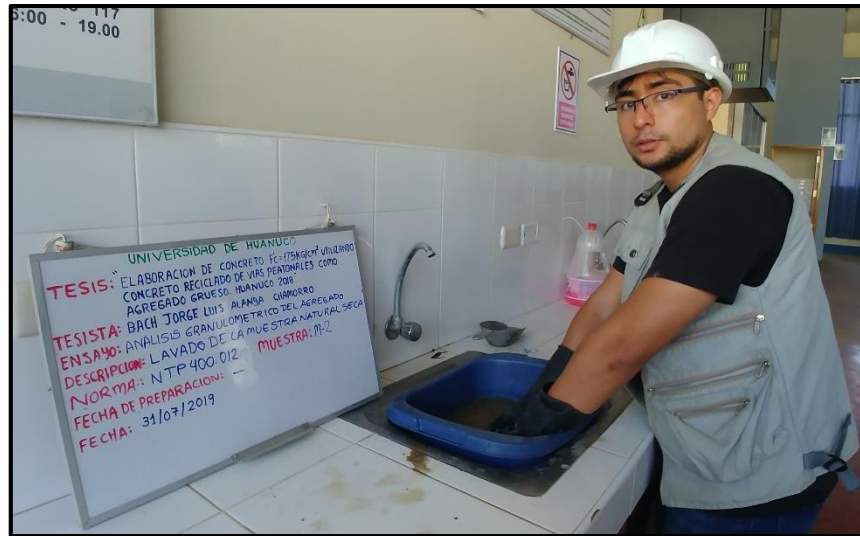


Foto 7. Lavado de la arena gruesa y la piedra chancada para eliminar impurezas (granulometría)



Foto 8. Tamizado de los materiales finos y gruesos para granulometría



Foto 9. Distribución del agregado reciclado triturado luego del ensayo de granulometría





Foto 10. Ensayo de peso volumétrico: Varillado de material

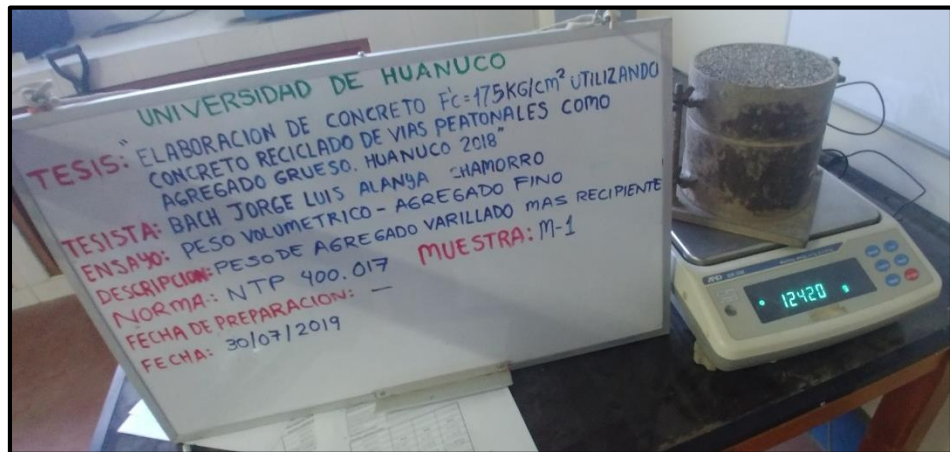


Foto 11. Peso de material compactado para pesos volumétricos



Foto 12. Saturación de la arena gruesa superficialmente seca para ensayo de densidad relativa de finos

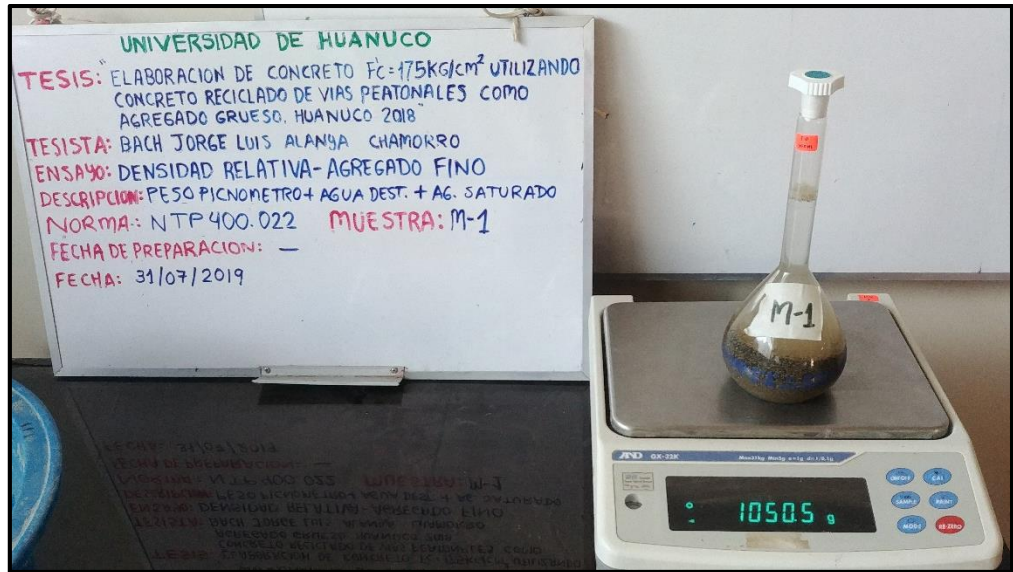


Foto 13. Pesado de fiola con la arena gruesa saturada para ensayo de densidad relativa de finos



Foto 14. Materiales gruesos sumergidos para el ensayo de densidad relativa de gruesos



Foto 15. Secado superficial del material grueso para el ensayo de densidad relativa de gruesos



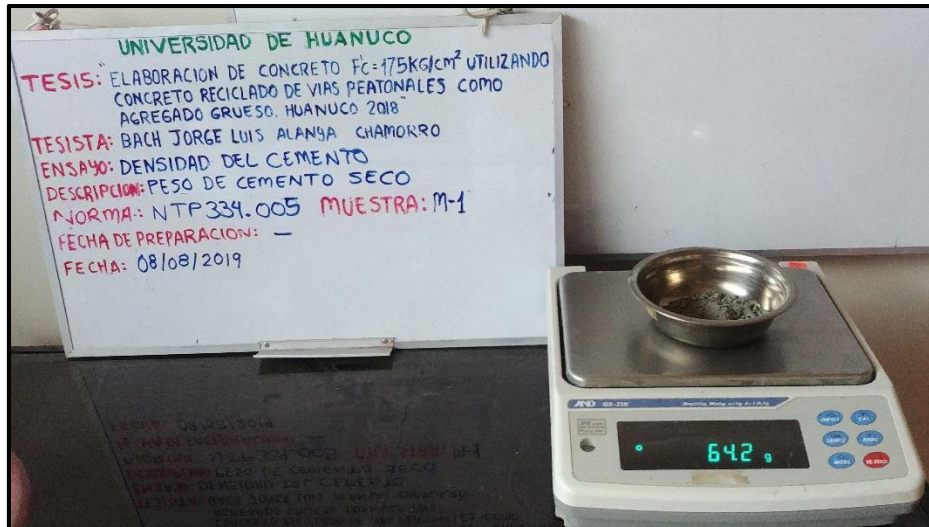


Foto 16. Pesado de muestra representativa para ensayo de densidad de cemento



Foto 17. Inserción del material en fiola con fluido, para ensayo de densidad del cemento

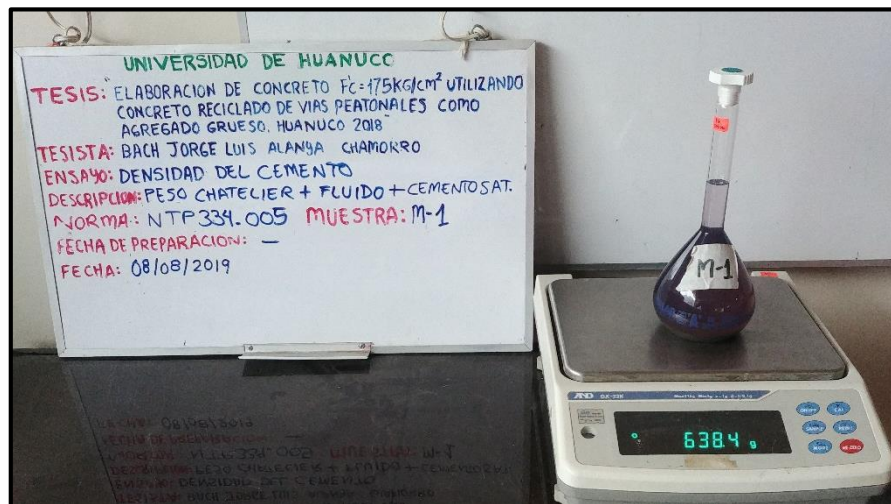


Foto 18. Pesado del cemento saturado con el fluido de la fiola de 500 ml



Foto 19. Sistema elaborado para el ensayo de equivalente de arena

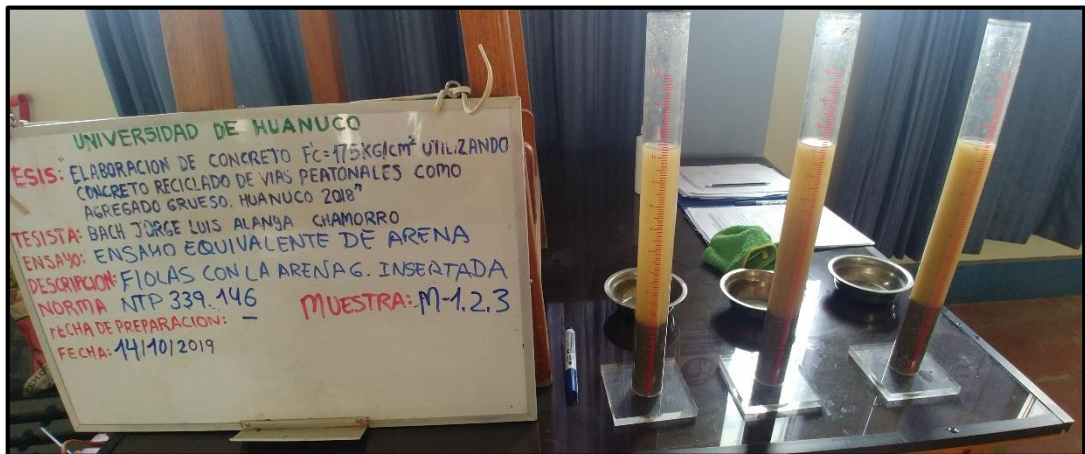


Foto 20. Probetas con la arena gruesa insertada ya sacudida y saturada



Foto 21. Lectura de alturas asentadas de finos, limos arcillas y coloides





Foto 22. Pesado de los materiales para la elaboración de las mezclas de concreto



Foto 23. Mezclado en trompito de los materiales en laboratorio





Foto 24. Determinación del asentamiento de la mezcla fresca (slump)



Foto 25. Ensayo para la determinación del peso volumétrico del concreto en estado fresco





Foto 26. Varillado manual en 3 capas, enrasado y toma de temperatura del concreto en estado fresco



Foto 27. Desencofrado o desmoldeo de las probetas tras 24 hr





Foto 28. Probetas desencofradas de los tipos 0%, 15%, 30% y 45%



Foto 29. Proceso de curado de los especímenes cilíndricos de concreto





Foto 30. Dimensionamiento y pesado de probetas previas a ser ensayadas en máquina compresora



Foto 31. Colocación del testigo de concreto en máquina compresora antes (izquierda) y después de ser ensayada (derecha)





Foto 32. Pesado y secado de muestras representativas de las probetas rotas ya ensayadas, para determinación de densidades húmedas y secas



Foto 33. Ilustración de la falla en una probeta (izquierda) y distribución de partículas dentro de ésta al abrirla por su mitad (derecha)

## **ANEXO VI**

---

### **ENSAYOS REALIZADOS EN EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

## **ANEXO VI.I**

---

ENSAYOS PREVIOS PARA LOS AGREGADOS Y DISEÑOS DE  
MEZCLA PARA LOS PORCENTAJES DE 0%, 15%, 30% Y 45% DE  
AGREGADO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO



“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

Huánuco, 18 de Noviembre del 2019

**LABORATORIO DE MECANICA Y SUELOS**  
**FACULTAD DE INGENIERIA-E.A.P. ING. CIVIL**

**HACE CONSTAR:**

Que, el Tesista **Bach. ALANYA CHAMORRO, JORGE LUIS** identificado con **DNI N° 71334530**, Código del alumno N°2010100076, Por referencia, de la Facultad de Ingeniería de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil de la UDH-Huánuco da conformidad a sus ensayos para fines de optar el título profesional de ingeniero civil, realizados en el laboratorio de mecánica de suelos los mismos que a continuación detallo:

- Análisis Granulométrico
- Contenido de Humedad
- Peso volumétrico
- Densidad Relativa
- Densidad del Cemento
- Equivalente de Arena

Adjunto los formatos de los ensayos realizados.

Atte.

  
  
**ERIC REM LOVÓN DAVILA**  
Msc. INGENIERÍA ESTRUCTURAL  
Y GEOTECNIA  
Reg./CIP. 140458

  
**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
  
**Bach/Ing. Civil Noelia H. Gutierrez Vargas**  
**JEFE DE LABORATORIO**  
DNI 45544022

Carretera Central Km. 9 – La Esperanza – Teléfono N° 062-518452/515151 – Anexo 212 – Fax 062-513154 Huánuco –  
Perú

E-mail: [eapincivil@udh.edu.pe](mailto:eapincivil@udh.edu.pe)  
E-mail: [eparquitectura@udh.edu.pe](mailto:eparquitectura@udh.edu.pe)





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
FACULTAD DE INGENIERÍA - E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayo en Suelos, Concreto y Rocas  
**CONTENIDO DE HUMEDAD**



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) EN  
LABORATORIO DE SUELOS Y ROCAS POR DIFERENCIA DE PESOS - MÉTODO "B"**

**Tesis:**

"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

**1.- Referencia:**

ASTM D - 2216, Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) content of Soil and Rock by Mass.

ASTM D - 4643, Standard Test Method for Determination of Water (Moisture) content of Soil by the Microwave Oven Heating.

NTP 339.127, métodos de pruebas estándar para la determinación en el laboratorio el contenido de humedad en las masas de los suelos y rocas.

**2.- Objeto:** Determinar el contenido de humedad del material suelo por masa

**3.- Materiales:** Balanza digital, bandejas, horno eléctrico

**4.- Datos de muestreo:**

Fecha de exploración:	30/07/2019	Tipo/forma muestreo:	Mit.	Agregado:	FINO
Profund. de muestreo	Superficial	Muestra N°	M-1,2,3	Estrato N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 364688.2 m	NORTE: 8902945.5 m	msnm: 1893		18 L
Localización:	CANTERA AGREGADOS FINOS - ARENA GRUESA (Margen derecha del Rio Huallaga).				

**5.- Análisis:**

N° ensayos	M - 01	M - 02	M - 03
Peso agregado natural húmedo + bandeja	566.80 g	583.00 g	588.10 g
Peso agregado natural seco + bandeja	545.70 g	561.20 g	566.60 g
Peso bandeja	65.40 g	69.20 g	66.00 g
Peso agregado húmedo	501.4 g	513.8 g	522.1 g
Peso agregado seco	480.3 g	492.0 g	500.6 g
Peso del agua	21.1 g	21.8 g	21.5 g
% Contenido de humedad	4.39%	4.43%	4.29%

**6.- Resultados:**

PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.37%
GRAMOS DE AGUA - VOLUMEN DE AGUA CONTENIDO EN EL HORMIGÓN NATURAL EN EL PUNTO DE INVESTIGACIÓN	21.5 g
	21.5 cm3

Carretera Central Km. 9 - La Esperanza - Teléfono N° 062-518452/515151 Anexo 212 - Fax 062-513154  
Huánuco - Perú

Email: [epinqcivil@udh.edu.pe](mailto:epinqcivil@udh.edu.pe)





**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) EN  
LABORATORIO DE SUELOS Y ROCAS POR DIFERENCIA DE PESOS - MÉTODO "B"**

**Tesis:**

"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

**1.- Referencia:**

ASTM D - 2216, Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) content of Soil and Rock by Mass.

ASTM D - 4643, Standard Test Method for Determination of Water (Moisture) content of Soil by the Microwave Oven Heating.

NTP 339.127, métodos de pruebas estándar para la determinación en el laboratorio el contenido de humedad en las masas de los suelos y rocas.

**2.- Objeto:** Determinar el contenido de humedad del material suelo por masa

**3.- Materiales:** Balanza digital, bandejas, horno eléctrico

**4.- Datos de muestreo:**

Fecha de exploración:	31/07/2019	Tipo/forma muestreo:	Mit.	Agregado:	GRUESO
Profundidad de muestreo	Superficial	Muestra N°	M-1,2,3	Estrato N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 366505.8 m	NORTE: 8907392.8 m	msnm: 1873		18 L
Localización:	CANTERA AGREGADOS GRUESOS - PIEDRA CHANCADA COLPA BAJA (Margen derecho del Rio Huallaga).				

**5.- Análisis:**

N° ensayos	M - 01	M - 02	M - 03
Peso agregado natural húmedo + bandeja	1814.40 g	1788.20 g	1779.30 g
Peso agregado natural seco + bandeja	1811.10 g	1786.80 g	1776.10 g
Peso bandeja	597.40 g	658.50 g	692.60 g
Peso agregado húmedo	1217.0 g	1129.7 g	1086.7 g
Peso agregado seco	1213.7 g	1128.3 g	1083.5 g
Peso del agua	3.3 g	1.4 g	3.2 g
% Contenido de humedad	0.27%	0.12%	0.30%

**6.- Resultados:**

PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.23%
GRAMOS DE AGUA - VOLUMEN DE AGUA CONTENIDO EN EL HORMIGÓN NATURAL EN EL PUNTO DE INVESTIGACIÓN	2.6 g
	2.6 cm <sup>3</sup>







## ENSAYO DE pH DEL AGREGADO PARA CONCRETO

### MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA pH DE AGUA DE LOS AGREGADOS, (MÉTODO B)

**Tesis:**

"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM<sup>2</sup> UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

**1.- Referencia:** ASTM D - 1293, (Standard Test Method for pH of Water).

NTP 339.176, Método de ensayo normalizado para la determinación de valor pH en suelos y agua subterránea.

**2.- Objeto:** Determinar el grado de acidez o alcalinidad de los materiales suspendidos en el agua de los agregados para concreto.

**3.- Materiales:** Balanza, Potenciómetro pH, vasos, termómetro, agitador eléctrico, agua destilada, muestra de agregado.

**4.- Datos de muestreo:**

Responsable de muestreo	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO				
Fecha de exploración:	08/08/2019	Tipo/forma muestreo:	Mab.	Agregado:	FINO
Profundidad de muestreo	Superficial	Muestra N°	M-1,2,3	Estrato N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 364688.2 m	NORTE: 8902945.5 m	Altitud: 1893 msnm	18 L	
Localización:	CANTERA AGREGADOS FINOS - ARENA GRUESA (Margen derecha del Río Huallaga).				

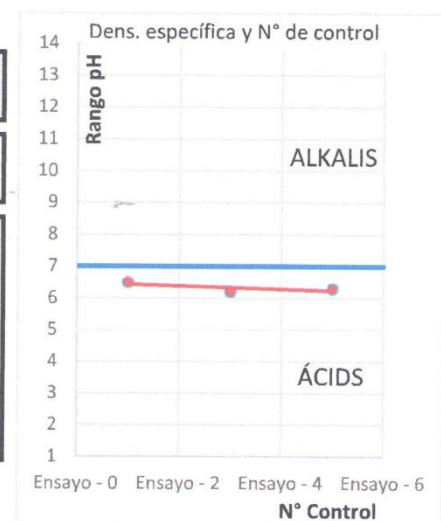
**5.- Análisis:**

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Cantidad de agregado seco	35.10 g	33.60 g	32.80 g
Volumen agua (muestra)	90 ml	90 ml	90 ml
Temperatura fluido	23.10 °	23.20 °	22.80 °
Temperatura ambiente	23.60 °	23.80 °	23.50 °
Potenciómetro (pH-metro)	6.5	6.2	6.3
Humedad relativa	57.80%	57.10%	56.90%

**6.- Resultados:**

Rango Ph	6.33
Denominación de rango:	Ligeramente ácido
Denominación agregado - agua:	El agregado es óptimo para elaborar concretos.
Temperatura fluido de la mezcla:	23.03 °

Nota: repetir el ensayo después de lavar el material antes de usar en el concreto.







# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA - E.A.P. ING. CIVIL

Estudio y Ensayo en Suelos, Concreto y Rocas

## ENSAYO DE pH DEL AGREGADO PARA CONCRETO



### MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA pH DE AGUA DE LOS AGREGADOS, (MÉTODO B)

#### Tesis:

"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

**1.- Referencia:** ASTM D - 1293, (Standard Test Method for pH of Water).

NTP 339.176, Método de ensayo normalizado para la determinación de valor pH en suelos y agua subterránea.

**2.- Objeto:** Determinar el grado de acidez o alcalinidad de los materiales suspendidos en el agua de los agregados para concreto.

**3.- Materiales:** Balanza, Potenciómetro pH, vasos, termómetro, agitador eléctrico, agua destilada, muestra de agregado.

#### 4.- Datos de muestreo:

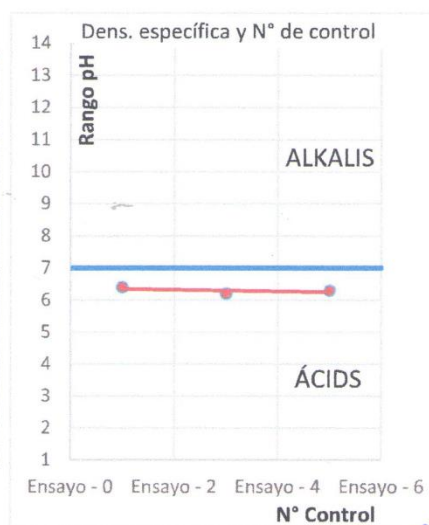
Responsable de muestreo	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO			
Fecha de exploración:	08/08/2019	Tipo/forma muestreo:	Mab.	Agregado: <b>GRUESO</b>
Profundidad de muestreo	Superficial	Muestra N°	<b>M-1,2,3</b>	Estrato N° E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 366505.8 m	NORTE: 8907392.8 m	Altitud: 1873 msnm	18 L
Localización:	<b>CANTERA AGREGADOS GRUESOS - PIEDRA CHANCADA COLPA BAJA (Margen derecho del Rio Huallaga).</b>			

#### 5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Cantidad de agregado seco	65.80 g	65.10 g	63.40 g
Volumen agua (muestra)	90 ml	90 ml	90 ml
Temperatura fluido	23.10 °	23.20 °	22.80 °
Temperatura ambiente	23.60 °	23.80 °	23.50 °
Potenciómetro (pH-metro)	6.4	6.2	6.3
Humedad relativa	58.80%	58.10%	57.90%

#### 6.- Resultados:

Rango Ph	<b>6.30</b>
Denominación de rango:	<b>Ligeramente ácido</b>
Denominación agregado - agua:	<b>El agregado es óptimo para elaborar concretos.</b>
Temperatura fluido de la mezcla:	<b>23.03 °</b>



Nota: repetir el ensayo después de lavar el material antes de usar en el concreto.

Carretera Central Km. 9 - La Esperanza - Teléfono N° 062-518452/515151 Anexo 212 - Fax 062-513154

Huánuco - Perú

Email: [epingcivil@udh.edu.pe](mailto:epingcivil@udh.edu.pe)







## ENSAYO DE PESOS VOLUMÉTRICOS

### MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DENSIDAD VOLUMÉTRICA (PESO UNITARIO), Y VACÍOS EN AGREGADOS

**Tesis:**

"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM<sup>2</sup> UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

**1.- Referencia:** ASTM C 29: Standard Test Method for Bulk Density, (Unit Weight) and Voids in Aggregate. NTP 400.017, Método de ensayo para determinar el peso volumétrico.

**2.- Objeto:** Determinar el peso volumétrico de los agregados secos sueltos y varillados para la variación de volúmenes en el diseño de concreto.

**3.- Materiales:** Agregados, vasija volumétricas, balanza, bandejas, estufa.

**4.- Datos de muestreo:**

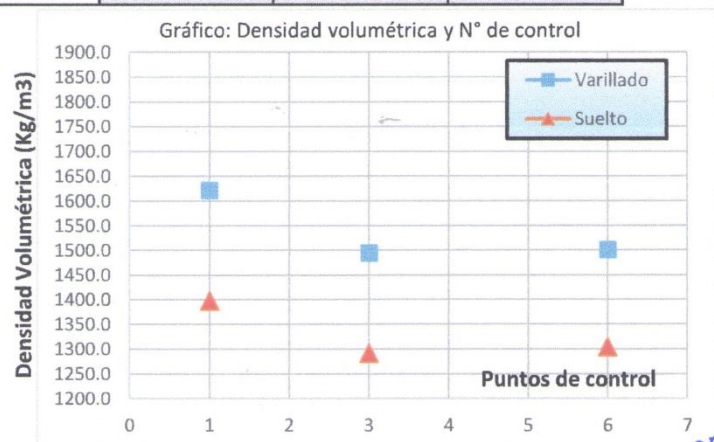
Fecha de exploración:	30/07/2019	Tipo de muestra:	Mab.	Agregado:	FINO
Profund. de muestreo	Superficial	Muestra N°	M-1,2,3	Estrato N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 364688.2 m	NORTE: 8902945.5 m	Altitud: 1893 msnm	18 L	
Localización:	CANTERA AGREGADOS FINOS - ARENA GRUESA (Margen derecha del Rio Huallaga).				

**5.- Análisis:**

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso del agregado varillado + recipiente.	12303.00 g	12335.00 g	12358.00 g
Volumen recipiente (1/10 ft <sup>3</sup> ), varillado.	2972.71 cm <sup>3</sup>	3247.30 cm <sup>3</sup>	3247.30 cm <sup>3</sup>
Peso del agregado suelto + recipiente.	11636.00 g	11677.00 g	11716.00 g
Volumen recipiente (1/10 ft <sup>3</sup> ), suelto.	2972.71 cm <sup>3</sup>	3247.30 cm <sup>3</sup>	3247.30 cm <sup>3</sup>
Peso recipiente (1/10 ft <sup>3</sup> )	7482.00 g	7482.00 g	7482.00 g
Peso volumétrico del agregado seco varillado.	1621.75 Kg/m <sup>3</sup>	1494.47 Kg/m <sup>3</sup>	1501.56 Kg/m <sup>3</sup>
Peso volumétrico del agregado seco suelto.	1397.38 Kg/m <sup>3</sup>	1291.84 Kg/m <sup>3</sup>	1303.85 Kg/m <sup>3</sup>

**6.- Resultados:**

<b>Promedio del peso volumétrico varillado</b>
<b>1539.00 Kg/m<sup>3</sup></b>
<b>Promedio del peso volumétrico suelto</b>
<b>1331.00 Kg/m<sup>3</sup></b>







**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA - E.A.P. ING. CIVIL  
*Estudio y Ensayo en Suelos, Concreto y Rocas*  
**ENSAYO DE PESOS VOLUMÉTRICOS**



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DENSIDAD VOLUMÉTRICA (PESO UNITARIO), Y VACÍOS EN AGREGADOS**

**Tesis:**

"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM<sup>2</sup> UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

**1.- Referencia:** ASTM C 29: Standard Test Method for Bulk Density, (Unit Weight) and Voids in Aggregate. NTP 400.017, Método de ensayo para determinar el peso volumétrico.

**2.- Objeto:** Determinar el peso volumétrico de los agregados secos sueltos y varillados para la variación de volúmenes en el diseño de concreto.

**3.- Materiales:** Agregados, vasija volumétrica, balanza, bandejas, estufa.

**4.- Datos de muestreo:**

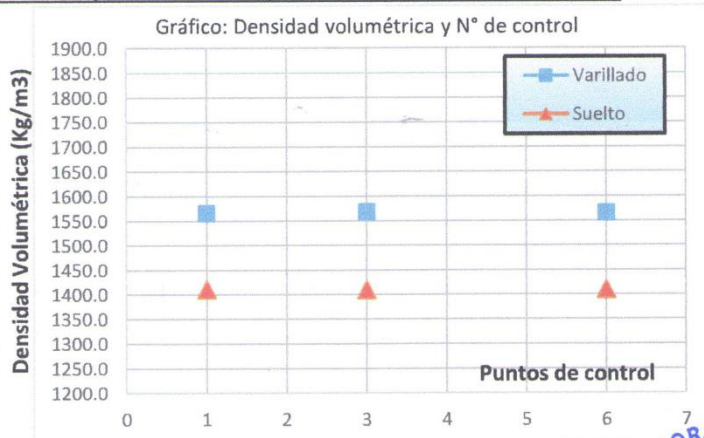
Fecha de exploración:	13/08/2019	Tipo de muestra:	Mab.	Agregado:	<b>GRUESO</b>
Profund. de muestreo	Superficial	Muestra N°	<b>M-1,2,3</b>	Estrato N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 366505.8 m	NORTE: 8907392.8 m	Altitud: 1873 msnm		18 L
Localización:	<b>CANTERA AGREGADOS GRUESOS - PIEDRA CHANCADA COLPA BAJA (Margen derecho del Rio Huallaga).</b>				

**5.- Análisis:**

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso del agregado varillado + recipiente.	12138.00 g	12143.00 g	12135.00 g
Volumen recipiente (1/10 ft <sup>3</sup> ), varillado.	2972.71 cm <sup>3</sup>	2972.71 cm <sup>3</sup>	2972.71 cm <sup>3</sup>
Peso del agregado suelto + recipiente.	11677.00 g	11673.00 g	11675.00 g
Volumen recipiente (1/10 ft <sup>3</sup> ), suelto.	2972.71 cm <sup>3</sup>	2972.71 cm <sup>3</sup>	2972.71 cm <sup>3</sup>
Peso recipiente (1/10 ft <sup>3</sup> )	7482.00 g	7482.00 g	7482.00 g
Peso volumétrico del agregado seco varillado.	1566.25 Kg/m <sup>3</sup>	1567.93 Kg/m <sup>3</sup>	1565.24 Kg/m <sup>3</sup>
Peso volumétrico del agregado seco suelto.	1411.17 Kg/m <sup>3</sup>	1409.82 Kg/m <sup>3</sup>	1410.50 Kg/m <sup>3</sup>

**6.- Resultados:**

<b>Promedio del peso volumétrico varillado</b>
<b>1566.00 Kg/m<sup>3</sup></b>
<b>Promedio del peso volumétrico suelto</b>
<b>1410.00 Kg/m<sup>3</sup></b>



Carretera Central Km. 9 - La Esperanza - Teléfono N° 062-518452/515151 Anexo 212 - Fax 062-513154  
 Huánuco - Perú

Email: [epinacivil@udh.edu.pe](mailto:epinacivil@udh.edu.pe)







**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA - E.A.P. ING. CIVIL  
*Estudio y Ensayo en Suelos, Concreto y Rocas*  
**ENSAYO DE PESOS VOLUMÉTRICOS**



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DENSIDAD VOLUMÉTRICA (PESO UNITARIO), Y VACÍOS EN AGREGADOS**

**Tesis:**

"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

**1.- Referencia:** ASTM C 29: Standard Test Method for Bulk Density, (Unit Weight) and Voids in Aggregate. NTP 400.017, Método de ensayo para determinar el peso volumétrico.

**2.- Objeto:** Determinar el peso volumétrico de los agregados secos sueltos y varillados para la variación de volúmenes en el diseño de concreto.

**3.- Materiales:** Agregados, vasija volumétricas, balanza, bandejas, estufa.

**4.- Datos de muestreo:**

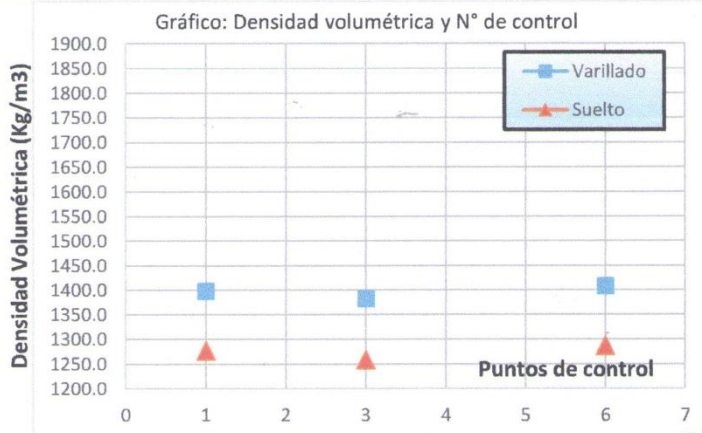
Fecha de exploración:	15/10/2019	Tipo de muestra:	Mab.	Agregado:	RECICL.
Profund. de muestreo	Superficial	Muestra N°	M-1,2,3	Estrato N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 366505.8 m	NORTE: 8907392.8 m	Altitud: 1873 msnm		18 L
Localización:	CANTERA AGREGADOS GRUESOS - PIEDRA CHANCADA COLPA BAJA (Margen derecho del Rio Huallaga).				

**5.- Análisis:**

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso del agregado varillado + recipiente.	11637.00 g	11591.00 g	11668.00 g
Volumen recipiente (1/10 ft3), varillado.	2972.71 cm3	2972.71 cm3	2972.71 cm3
Peso del agregado suelto + recipiente.	11277.00 g	11225.00 g	11307.00 g
Volumen recipiente (1/10 ft3), suelto.	2972.71 cm3	2972.71 cm3	2972.71 cm3
Peso recipiente (1/10 ft3)	7482.00 g	7482.00 g	7482.00 g
Peso volumétrico del agregado seco varillado.	1397.71 Kg/m3	1382.24 Kg/m3	1408.14 Kg/m3
Peso volumétrico del agregado seco suelto.	1276.61 Kg/m3	1259.12 Kg/m3	1286.70 Kg/m3

**6.- Resultados:**

<b>Promedio del peso volumétrico varillado</b>
<b>1396.00 Kg/m3</b>
<b>Promedio del peso volumétrico suelto</b>
<b>1274.00 Kg/m3</b>



Carretera Central Km. 9 - La Esperanza - Teléfono N° 062-518452/515151 Anexo 212 - Fax 062-513154  
 Huánuco - Perú

Email: [epinacivil@udh.edu.pe](mailto:epinacivil@udh.edu.pe)







**ENSAYO DE DENSIDAD RELATIVA DE LOS AGREGADOS FINOS PARA CONCRETO**  
**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) DE AGREGADO FINO, (MÉTODO GRAVIMÉTRICO)**

**Tesis:**

"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

**1.- Referencia:** ASTM C: 128, Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate.

NTP 400.022, Método de ensayo normalizado para determinar el peso específico y absorción del agregado fino.

**2.- Objeto:** Determinar la densidad relativa de agregados finos para concreto, y que estén por debajo de 4.75 milímetros de diámetro.

**3.- Materiales:** Agregado fino, tamiz de 4.75 mm, Picnómetro 500 ml, balanza 0.01 g, estufa, bandejas, pipetas, vasos, agua destilada y franelas.

**4.- Datos de muestreo:**

Fecha de exploración:	31/07/2019	Tipo de muestra:	Mab.	Agregado:	FINO
Profund. de muestreo	Superficial	Muestra N°	M-1,2,3	Estrato N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 364688.2 m	NORTE: 8902945.5 m	Altitud: 1893 msnm	18 L	
Localización:	CANTERA AGREGADOS FINOS - ARENA GRUESA (Margen derecha del Rio Huallaga).				

**5.- Análisis:**

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Masa saturado superficialmente seco, (S).	524.00 g	522.40 g	523.50 g
Masa picnómetro + agua (B):	639.90 g	639.90 g	639.90 g
Masa picnómetro + agua + agregado saturado (C)	963.20 g	962.30 g	962.90 g
Masa seco del material al horno, (A).	510.80 g	509.10 g	510.10 g
Estado seco (OD):	2.55	2.55	2.54
Estado saturado (SSD):	2.61	2.61	2.61
% Humedad absorbido (%w):	2.58%	2.61%	2.63%

**6.- Resultados:**

Densidades	Densidad relativa (Gravedad específica)	Densidad de masa (Densidad).	% Absorción de agua
Estado seco (OD):	2.54	2533.65 Kg/m3	2.61%
Estado saturado (SDD):	2.61	2603.48 Kg/m3	







**ENSAYO DE DENSIDAD RELATIVA DE AGREGADO GRUESOS PARA CONCRETO**  
**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) DE AGREGADO GRUESO**

**Tesis:**

"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'c = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

**1.- Referencia:** ASTM C: 127, Standard Test Method for Density, Relative (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate.

NTP 400.021, Método de ensayo normalizado para determinar el peso específico y absorción del agregado grueso.

**2.- Objeto:** Determinar la densidad relativa de agregados grueso para concreto y que estén por encima de 4.75 milímetros de diámetro.

**3.- Materiales:** Agregado grueso, tamiz de 4.75 mm, canastilla, balanza 0.1 g, estufa, bandejas, franelas.

**4.- Datos de muestreo:**

Fecha de exploración:	16/08/2019	Tipo de muestra:	Mab.	Agregado:	GRUESO
Profund. de muestreo	Superficial	Muestra N°	M-1,2,3	Estrato N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 366505.8 m	NORTE: 8907392.8 m	Altitud: 1782 msnm		18 L
Localización:	CANTERA AGREGADOS GRUESOS - PIEDRA CHANCADA COLPA BAJA (Margen derecho del Rio Huallaga).				

**5.- Análisis:**

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Masa aparente del agregado saturado en agua (sumergido), (C).	1362.70 g	1395.10 g	1378.90 g
Masa saturado superficialmente seco del agregado, (B).	2166.20 g	2212.70 g	2189.50 g
Masa seco del agregado al horno, (A).	2138.10 g	2185.90 g	2162.10 g
Estado seco del agregado (OD):	2.66	2.67	2.67
Estado saturado del agregado (SSD):	2.70	2.71	2.70
Humedad absorbido por el agregado (%w):	1.31%	1.23%	1.27%

**6.- Resultados:**

Densidades	Densidad relativa (Gravedad específica)	Densidad de masa (Densidad).	% Absorción de agua
Estado seco (OD):	2.67	2663.33 Kg/m <sup>3</sup>	1.27%
Estado saturado (SDD):	2.70	2693.25 Kg/m <sup>3</sup>	







**ENSAYO DE DENSIDAD RELATIVA DE AGREGADO GRUESOS PARA CONCRETO**  
**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) DE AGREGADO GRUESO**

**Tesis:**

"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

**1.- Referencia:** ASTM C: 127, Standard Test Method for Density, Relative (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate.

NTP 400.021, Método de ensayo normalizado para determinar el peso específico y absorción del agregado grueso.

**2.- Objeto:** Determinar la densidad relativa de agregados grueso para concreto y que estén por encima de 4.75 milímetros de diámetro.

**3.- Materiales:** Agregado grueso, tamiz de 4.75 mm, canastilla, balanza 0.1 g, estufa, bandejas, franelas.

**4.- Datos de muestreo:**

Fecha de exploración:	14/10/2019	Tipo de muestra:	Mab.	Agregado:	RECICL.
Profund. de muestreo	Superficial	Muestra N°	M-1,2,3	Estrato N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 366505.8 m	NORTE: 8907392.8 m	Altitud: 1782 msnm		18 L
Localización:	CANTERA AGREGADOS GRUESOS - PIEDRA CHANCADA COLPA BAJA (Margen derecho del Rio Huallaga).				

**5.- Análisis:**

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Masa aparente del agregado saturado en agua (sumergido), (C).	1075.60 g	1225.80 g	1150.70 g
Masa saturado superficialmente seco del agregado, (B).	1792.90 g	2069.90 g	1931.40 g
Masa seco del agregado al horno, (A).	1706.40 g	1948.50 g	1827.50 g
Estado seco del agregado (OD):	2.38	2.31	2.34
Estado saturado del agregado (SSD):	2.50	2.45	2.47
Humedad absorbido por el agregado (%w):	5.07%	6.23%	5.69%

**6.- Resultados:**

Densidades	Densidad relativa (Gravedad específica)	Densidad de masa (Densidad).	% Absorción de agua
Estado seco (OD):	2.34	2334.15 Kg/m <sup>3</sup>	5.66%
Estado saturado (SDD):	2.48	2473.80 Kg/m <sup>3</sup>	







## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO PARA ELABORAR CONCRETO

### MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GLOBAL HORMIGÓN

**Tesis:** ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM<sup>2</sup> UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

**1.- Referencia:** ASTM C136, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.  
NTP: 400.012, Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso.  
NTP: 400.037, Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto).  
ASTM C33, Standard Specification for Concrete Aggregates.

**2.- Objeto:** Analizar y representar numéricamente la distribución de las partículas por tamaños del agregado para elaborar concreto.

**3.- Materiales:** Estufa, Modelos Conterm, códigos 2000209, Bandejas 10 x 10", 12 x 12" Cromadas  
Cribas (Modelo, standard test sieve, ASTM E 11).

Balanza (modelo 08.10, marca PRECIX WEIGHT), de precisión electrónica, 30 Kg x 1g.

#### 4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	09/08/2019	Tipo de muestreo:	Mab.	Agregado	FINO
Profund. de muestreo	Superficial	Muestra N°:	M-1,2,3	Estrato:	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 364688.2 m	NORTE: 8902945.5 m	Altitud: 1893 msnm		
Localización:	CANTERA AGREGADOS FINOS - ARENA GRUESA (Margen derecha del Rio Huallaga).				

#### 5.- Análisis de Cribado

Peso hormigón natural + bandeja		5203.10 g		Peso muestra lav. seco + bandeja		4968.20 g			
Peso hormigón seco + bandeja		5022.00 g		Peso bandeja		625.70 g			
Cribas	Pesos tamizados (g)	Pesos acumulados (g)	% retenidos acumulados	% pasantes acumulados	Tamaños estándares NTP 400.037 (ASTM C33)				
					HUSO: -		HUSO: AG. FINO		
Pulg.	mm	(g)	(g)		Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	
2"	50.00	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	100.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	100.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	100.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	100.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	100.0	100.0
3/8"	9.50	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	100.0	100.0
1/4"	6.35	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	97.0	100.0
# 04	4.75	0.0	0.00	0.00	100.00	-	-	95.0	100.0
# 08	2.36	68.6	68.60	1.56	98.44	-	-	80.0	100.0
# 10	2.00	37.6	106.20	2.42	97.58	-	-	70.0	95.0
# 20	1.70	848.1	954.30	21.72	78.28	-	-	35.0	90.0
# 30	0.60	1511.6	2465.90	56.13	43.87	-	-	25.0	60.0
# 40	0.43	949.7	3415.60	77.75	22.25	-	-	10.0	40.0
# 60	0.25	682.2	4097.80	93.28	6.72	-	-	2.0	20.0
# 80	0.18	130.1	4227.90	96.24	3.76	-	-	1.0	15.0
# 100	0.15	44.2	4272.10	97.25	2.75	-	-	0.0	10.0
# 200	0.075	51.8	4323.90	98.42	1.58	-	-	0.0	0.0
Cazoleta	-	15.4	4393.10	100.00	0.00				
<# 200 lav	-	69.2							
<b>TOTAL</b>		<b>4393.10</b>	Error mecánico < 3% +,-		0.07%				

Carretera Central Km. 9 - La Esperanza - Teléfono N° 062-518452/515151 Anexo 212 - Fax 062-513154  
Huánuco - Perú

Email: [eapincivil@udh.edu.pe](mailto:eapincivil@udh.edu.pe)







## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO PARA ELABORAR CONCRETO

### MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GLOBAL HORMIGON

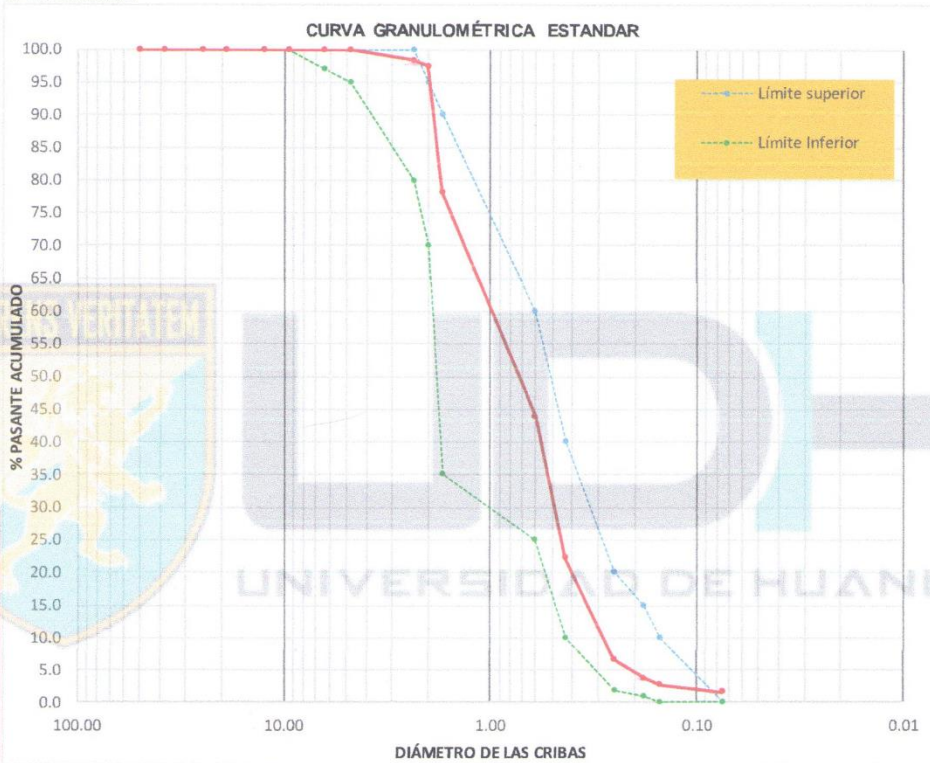
Tesis: "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

Ubicación: HUÁNUCO

Tesista: BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

Fecha: NOVIEMBRE DEL 2019

#### 6.- Resultados:





## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO PARA ELABORAR CONCRETO

### MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GLOBAL HORMIGÓN

<b>Tesis:</b>	ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	NOVIEMBRE DEL 2019
<b>1.- Referencia:</b>	ASTM C136, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. NTP: 400.012, Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso. NTP: 400.037, Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto). ASTM C33, Standard Specification for Concrete Aggregates.
<b>2.- Objeto:</b>	Analizar y representar numéricamente la distribución de las partículas por tamaños del agregado para elaborar concreto.
<b>3.- Materiales:</b>	Estufa, Modelos Conterm, códigos 2000209, Bandejas 10 x 10", 12 x 12" Cromadas Cribas (Modelo, standard test sieve, ASTM E 11). Balanza (modelo 08.10, marca PRECIX WEIGHT), de precisión electrónica, 30 Kg x 1g.

#### 4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	09/08/2019	Tipo de muestreo:	Mab. Agregado	GRUESO
Profund. de muestreo	Superficial	Muestra N°:	M-1,2,3	Estrato: E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 366505.8 m	NORTE: 8907392.8 m	Altitud: 1873 msnm	
Localización:	CANTERA AGREGADOS GRUESOS - PIEDRA CHANCADA COLPA BAJA (Margen derecho del Rio Huallaga).			

#### 5.- Análisis de Cribado

Peso hormigón natural + bandeja		5814.70 g			Peso muestra lav. seco + bandeja		5797.30 g		
Peso hormigón seco + bandeja		5802.00 g			Peso bandeja		754.60 g		
Cribas		Pesos tamizados (g)	Pesos acumulados (g)	% retenidos acumulados	% pasantes acumulados	Tamaños estándares NTP 400.037 (ASTM C33)			
Pulg.	mm					HUSO: 5 6		HUSO: -	
						Inf.	Sup.	Inf.	Sup.
2"	50.00	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
1 1/2"	38.10	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-
1"	25.00	48.9	48.90	0.97	99.03	90.0	100.0	-	-
3/4"	19.00	1263.0	1311.90	25.99	74.01	40.0	85.0	-	-
1/2"	12.50	2143.5	3455.40	68.46	31.54	10.0	40.0	-	-
3/8"	9.50	1084.2	4539.60	89.94	10.06	0.0	15.0	-	-
1/4"	6.35	494.6	5034.20	99.74	0.26	0.0	10.0	-	-
# 04	4.75	8.5	5042.70	99.91	0.09	0.0	5.0	-	-
# 08	2.36	0.0	5042.70	99.91	0.09	0.0	0.0	-	-
# 10	2.00	0.0	5042.70	99.91	0.09	0.0	0.0	-	-
# 20	1.70	0.0	5042.70	99.91	0.09	0.0	0.0	-	-
# 30	0.60	0.0	5042.70	99.91	0.09	0.0	0.0	-	-
# 40	0.43	0.0	5042.70	99.91	0.09	0.0	0.0	-	-
# 60	0.25	0.0	5042.70	99.91	0.09	0.0	0.0	-	-
# 80	0.18	0.0	5042.70	99.91	0.09	0.0	0.0	-	-
# 100	0.15	0.0	5042.70	99.91	0.09	0.0	0.0	-	-
# 200	0.075	0.0	5042.70	99.91	0.09	0.0	0.0	-	-
Cazoleta	-	0.0	5047.40	100.00	0.00				
<# 200 lav	-	4.7							
<b>TOTAL</b>		<b>5047.40</b>	Error mecánico < 3% +,-		0.00%				

Carretera Central Km. 9 - La Esperanza - Teléfono N° 062-518452/515151 Anexo 212 - Fax 062-513154  
Huánuco – Perú

Email: [eapincivil@udh.edu.pe](mailto:eapincivil@udh.edu.pe)







## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO PARA ELABORAR CONCRETO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GLOBAL HORMIGON

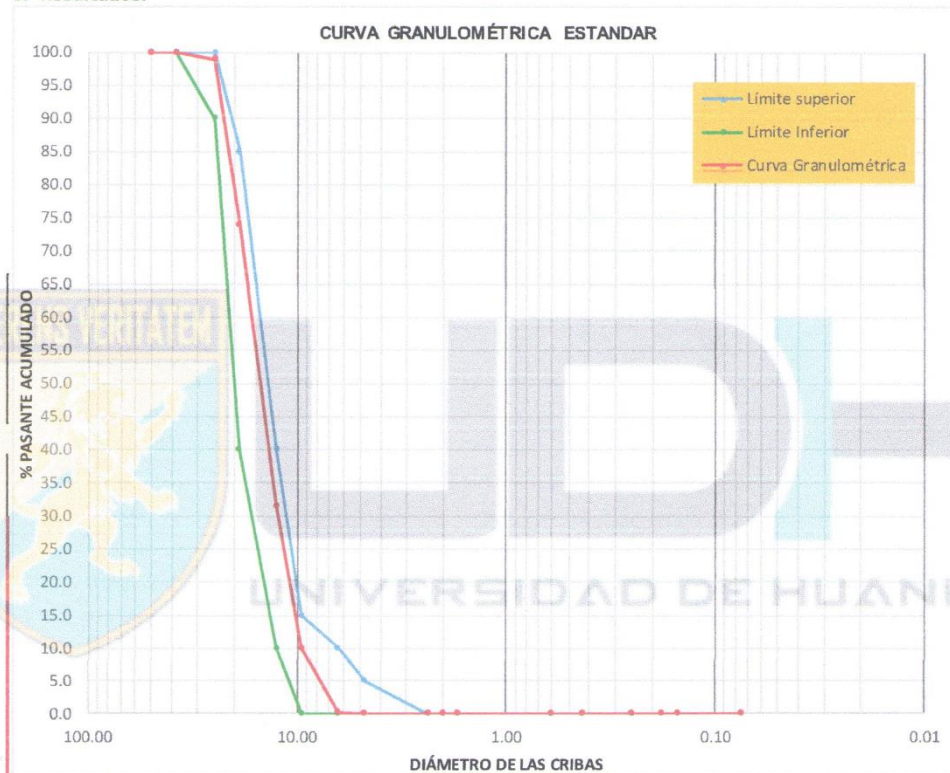
Tesis: "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

Ubicación: HUÁNUCO

Tesista: BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

Fecha: NOVIEMBRE DEL 2019

### 6.- Resultados:



Peso del agua adherido:	12.70 g	Tamaño máximo:	38.10 mm
% humedad adheridos:	0.25%	Tamaño nominal máximo:	25.00 mm
% material granular:	99.91%	% Gravas	99.91%
% materiales finos < # 200	0.09%	% Arena	0.00%
Módulo de fineza	7.15		





## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO PARA ELABORAR CONCRETO

### MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GLOBAL HORMIGÓN

<b>Tesis:</b>	ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	NOVIEMBRE DEL 2019

- 1.- Referencia:** ASTM C136, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.  
NTP: 400.012, Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso.  
NTP: 400.037, Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto).  
ASTM C33, Standard Specification for Concrete Aggregates.
- 2.- Objeto:** Analizar y representar numéricamente la distribución de las partículas por tamaños del agregado para elaborar concreto.
- 3.- Materiales:** Estufa, Modelos Conterm, códigos 2000209, Bandejas 10 x 10", 12 x 12" Cromadas  
Cribas (Modelo, standard test sieve, ASTM E 11).  
Balanza (modelo 08.10, marca PRECIX WEIGHT), de precisión electrónica, 30 Kg x 1g.

#### 4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	15/10/2019	Tipo de muestreo:	Mab.	Agregado	RECICL
Profund. de muestreo	Superficial	Muestra N°:	M-1,2,3	Estrato:	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 366505.8 m	NORTE: 8907392.8 m	Altitud: 1873 msnm		
Localización:	CANTERA AGREGADOS GRUESOS - PIEDRA CHANCADA COLPA BAJA (Margen derecho del Rio Huallaga).				

#### 5.- Análisis de Cribado

Peso hormigón natural + bandeja		6404.00 g			Peso muestra lav. seco + bandeja		6378.00 g			
Peso hormigón seco + bandeja		6402.00 g			Peso bandeja		631.10 g			
Cribas	Pesos tamizados (g)	Pesos acumulados (g)	% retenidos acumulados	% pasantes acumulados	Tamaños estándares NTP 400.037 (ASTM C33)					
					HUSO: 5 6		HUSO: -			
Pulg.	mm				Inf.	Sup.	Inf.	Sup.		
2"	50.00	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-	
1 1/2"	38.10	0.0	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0	-	-	
1"	25.00	291.4	291.40	5.06	94.94	90.0	100.0	-	-	
3/4"	19.00	1300.5	1591.90	27.65	72.35	40.0	85.0	-	-	
1/2"	12.50	1767.6	3359.50	58.35	41.65	10.0	40.0	-	-	
3/8"	9.50	1241.3	4600.80	79.91	20.09	0.0	15.0	-	-	
1/4"	6.35	1054.1	5654.90	98.22	1.78	0.0	10.0	-	-	
# 04	4.75	71.9	5726.80	99.47	0.53	0.0	5.0	-	-	
# 08	2.36	2.1	5728.90	99.50	0.50	0.0	0.0	-	-	
# 10	2.00	0.0	5728.90	99.50	0.50	0.0	0.0	-	-	
# 20	1.70	0.0	5728.90	99.50	0.50	0.0	0.0	-	-	
# 30	0.60	0.0	5728.90	99.50	0.50	0.0	0.0	-	-	
# 40	0.43	0.0	5728.90	99.50	0.50	0.0	0.0	-	-	
# 60	0.25	0.0	5728.90	99.50	0.50	0.0	0.0	-	-	
# 80	0.18	0.0	5728.90	99.50	0.50	0.0	0.0	-	-	
# 100	0.15	0.0	5728.90	99.50	0.50	0.0	0.0	-	-	
# 200	0.075	0.0	5728.90	99.50	0.50	0.0	0.0	-	-	
Cazoleta	-	4.5	5757.40	100.00	0.00	NOTA: El peso generado en la cazoleta, es debido al desprendimiento de algunos retazos de concreto reciclado, por acción del movimiento en el tamizado				
<# 200 lav	-	28.5								
<b>TOTAL</b>		<b>5757.40</b>	Error mecánico < 3% +/-		0.23%					

Carretera Central Km. 9 - La Esperanza - Teléfono N° 062-518452/515151 Anexo 212 - Fax 062-513154

Huánuco - Perú

Email: [epinacivil@udh.edu.pe](mailto:epinacivil@udh.edu.pe)







## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO PARA ELABORAR CONCRETO

### MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GLOBAL HORMIGON

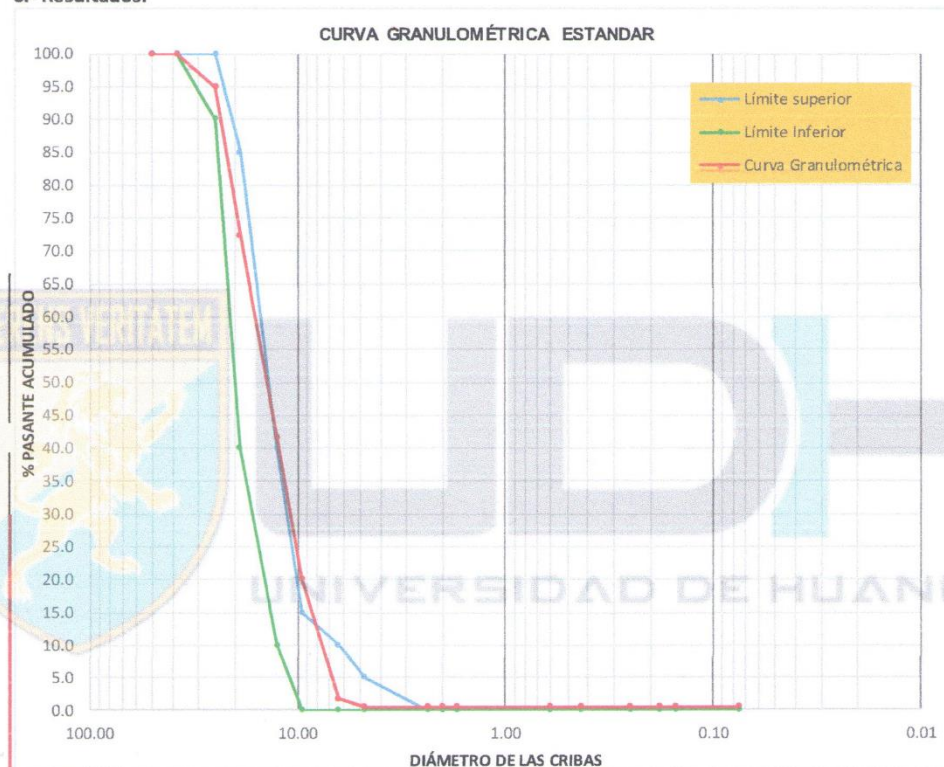
**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

#### 6.- Resultados:



Peso del agua adherido:	2.00 g	Tamaño máximo:	38.10 mm
% humedad adheridos:	0.03%	Tamaño nominal máximo:	25.00 mm
% material granular:	99.50%	% Gravas	99.50%
% materiales finos < # 200	0.50%	% Arena	0.00%
Módulo de fineza	7.05		





## ENSAYO DENSIDAD DEL CEMENTO

### MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DENSIDAD DE CEMENTOS

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

**1.- Referencia:** ASTM C 188, (Standard Test Method for Density of Hydraulic Cement).

NTP 334.005. Método de ensayo para determinar la densidad del cemento Portland.

**2.- Objeto:** Determinar la densidad relativa de los componentes del cemento de la parte del sólido.

**3.- Materiales:** Cemento, Picnómetro 500 ml, balanza 0.010 g, estufa, bandejas, pipetas, vasos, flujo de no reacción con el cemento.

#### 4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	08/08/2019	Tipo cemento	T - 1	Muestra:	M-1,2,3
Profund. de muestreo	Central	Marca de cemento:	ANDINO		
Coordenadas geodésicas:	-	-	-	Fluido:	Gasolina de 90 Octanos
Localización:	-				

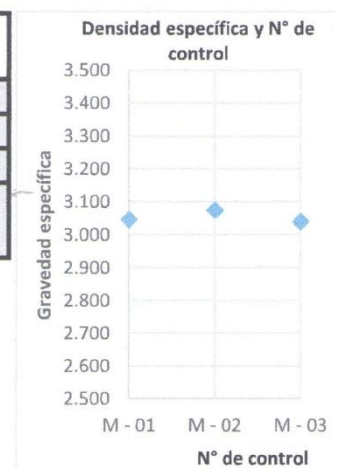
#### 5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso cemento seco (g): A	64.20	64.80	64.50
Peso chatelier + Fluido (g): B	589.10	589.10	589.10
Peso chatelier + fluido + cemento saturado (g): C	638.40	639.00	638.60
Peso de chatelier (g):	225.30	225.30	225.30

#### 6.- Resultados:

Ensayos de las muestras	Densidades	Cemento	Fluido (dato)	Dens. parcial cemento
	M - 01	4.309	0.70700	3.046
	M - 02	4.349	0.70700	3.075
	M - 03	4.300	0.70700	3.040
	Valores promedios	4.319	0.70700	3.05370

<b>Densidad del cemento</b>	$\rho_r = \frac{A}{A + B - C}$
<b>3.054</b>	







## ENSAYO EQUIVALENTE DE ARENA

### MÉTODO SEDIMENTACIÓN CON FLOCULANTE - PREPARACIÓN PROCEDIMIENTO "B"

<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	NOVIEMBRE DEL 2019

#### 1.- Referencia:

- ASTM D - 2419; Standard Test Method for Sand Equivalent Value of Soils and Fine Aggregate.
- AASHTO T - 176; Standard Method of Test for Plastic Fines in Graded Aggregates and Soils by Use of Sand Equivalent Test.
- NTP 339.146, Método de prueba estándar para Equivalente de Arena valores de suelos y agregados finos.

#### 2.- Objeto:

Determinar la proporción relativa de polvo fino o de materiales arcillosos perjudiciales que contienen los áridos.

#### 3.- Materiales:

suelos pasante tamiz 4.75 mm, recipiente volumétricos, balanza 0.10 g, estufa, bandejas, cronómetro, equipo equivalente de arena.

#### 4.- Datos de muestreo:

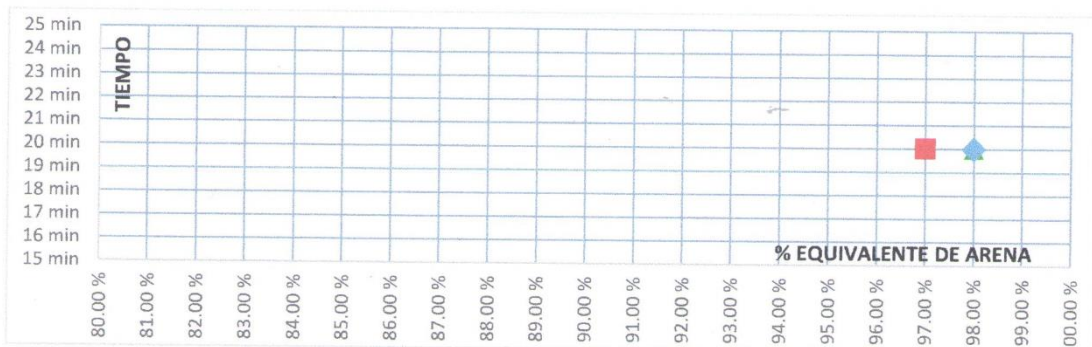
Fecha de exploración:	14/10/2019	Tipo de muestra:	Mab.	Agregado:	FINO
Profund. de muestreo	Superficial	Muestra N°	M-1,2,3	Estrato N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 364688.2 m	NORTE: 8902945.5 m	Altitud: 1893 msnm		
Localización:	CANTERA AGREGADOS FINOS - ARENA GRUESA (Margen derecha del Rio Huallaga).				

#### 5.- Análisis:

M - 01	125.8 g
M - 02	122.9 g
M - 03	124.9 g

Prueba	N° Control	Tiempo (Minutos)	Altura Arena	Altura Arcilla	Valor Parcial	Equivalente Arena
M - 01	1	20 min	4.20 in	4.31 in	97.45 %	98.00 %
M - 02	1	20 min	4.10 in	4.22 in	97.16 %	98.00 %
M - 03	1	20 min	4.20 in	4.36 in	96.33 %	97.00 %

#### 6.- Resultados:



Valor Equivalente de Arena:

**98 %**

Carretera Central Km. 9 - La Esperanza - Teléfono N° 062-518452/515151 Anexo 212 - Fax 062-513154  
Huánuco - Perú

Email: [epinacivil@udh.edu.pe](mailto:epinacivil@udh.edu.pe)







**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$**

**PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA SELECCIÓN DE PROPORCIONES DE MASA PARA CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$  UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

**1.- Referencia:**

ACI 211.3R, Guide for Selecting Proportions for No-Slump Concrete.

ASTM C192, Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory.

ASTM C 138 (NTP 339.04), Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete.

ASTM C 143 (NTP 339.035), Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete.

**2.- Objeto:** Seleccionar la proporción de los componentes de la masa del concreto hidráulico.

**3.- Materiales:** Agregados fino y grueso, agua, cemento, recipiente para medir pesos unitarios, medidor de aire y cono de slump, mezcladora, cronómetro, probeta, termómetro.

**4.- Datos de muestreo:**

Fecha de exploración:	22/10/2019	Tipo muestra:	Mab.	Agregado:	COMBINADO
Profund. de muestreo	Superficial	Muestra N°	M-1,2,3	Estrato N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 367965 m	NORTE: 8907392.8 m	Altitud: 1873 msnm		
Localización:	CANTERA AGREGADOS GRUESOS - PIEDRA CHANCADA COLPA BAJA (Margen derecho del Rio Huallaga).				

**5.- Características de los materiales:**

<b>5.1.- Cemento:</b>	Tipo:	CEMENTO TIPO I	-	Temperatura normal
	Marca:	Cemento Andino S.A.	-	UNACEM
	Gravedad Específico (Pe)	3.054 gr/cm <sup>3</sup>	Promedio	
<b>5.2.- Agua:</b>	Control del pH	7	Neutro	
	Densidad de masa del agua	1.000 gr/cm <sup>3</sup>	A temperatura 23°C	
	Sólidos en suspensión:	NP	No presenta	
<b>5.3.- Agregados:</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AG. RECICLADO GRUESO</b>
	Tamaño máximo:	1.5"	4.75 mm	NO INCIDE EN EL PRESENTE DISEÑO DE MEZCLA
	Tamaño nominal máximo:	1"	2.36 mm	
	Peso unitario varillado seco:	1566.00 Kg/m <sup>3</sup>	1539.00 Kg/m <sup>3</sup>	
	Peso unitario suelto seco:	1410.00 Kg/m <sup>3</sup>	1331.00 Kg/m <sup>3</sup>	
	Densidad de masa	2374.05 Kg/m <sup>3</sup>	2324.18 Kg/m <sup>3</sup>	
	Peso específico Seco:	2.67	2.54	
	Módulo de fineza:	7.150	2.700	
	Absorción:	1.27 %	2.61 %	
	Humedad natural:	0.23 %	4.37 %	
	Ph:	6.30	6.33	
Equivalente de arena:	-	98.00 %		







**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$**

**PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA SELECCIÓN DE PROPORCIONES DE MASA PARA CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$  UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

**6.- Desarrollo del diseño:**

Se comienza a realizar la dosificación para un concreto de resistencia a la compresión de  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$

**6.1. Asentamiento:**

Slump escogido	in	cm
	3	7.5

**6.2. Determinación del contenido de aire de la mezcla (%)**

De acuerdo a la dimensión del **TMN del Ag. Grueso**, según "tabla 12" se tiene:

Aire contenido	%
	1.50

**6.3. Determinación de agua por m3 de concreto**

De acuerdo al **Slump** escogido, y a la dimensión del **TMN del Ag. Grueso**, según "tabla 11" se tiene:

Agua requerida	Lt	Kg
	193 Lt/m <sup>3</sup>	193 Kg/m <sup>3</sup>

**6.4. Cálculo de la resistencia promedio requerida ( $f'cr$ )**

De acuerdo a la resistencia a compresión buscada " $f'c$ ", y en concordancia con la "tabla 14" se tiene:

$f'c$	175 Kg/cm <sup>2</sup>	ADICIONAMIENTO SEGÚN TABLA 14		$f'cr$	245 Kg/cm <sup>2</sup>
		70 Kg/cm <sup>2</sup>			

**6.5. Determinación de la relación agua - cemento ( $a/c$ )**

Antes de todo determinamos si la relación, será realizada SIN aire incorporado o CON aire incorporado.

SIN	AIRE INCORPORADO
-----	------------------

A continuación considerando la " $f'cr$ " encontrada, de acuerdo a la "tabla 16" se interpola:

Nota: En base al $f'cr$ hallado, colóquese los datos superior e inferior en el cuadro adjunto, así como la $a/c$ SIN y CON aire incorporado respectivo	$f'cr$ de tabla	$a/c$ , ¿aire incorporado?	
		SIN	CON
	Dato SUPERIOR de tabla	250	0.62
Dato INFERIOR de tabla	200	0.70	0.61

$a/c$	0.628
-------	-------

**6.6. Contenido de Cemento**

Una vez obtenidos la **cantidad de agua** por m<sup>3</sup> de concreto así como el **factor  $a/c$**  calculados, se tiene:

<b>Wcemento</b>	307.32 Kg/m <sup>3</sup>	por dato:	<b>Contenido de 1 bolsa de cemento</b>	42.5 Kg/bol
<b>Nro de bolsas</b>	7.231 bol/m <sup>3</sup>			

**6.7. Determinación de la cantidad de Agregado Grueso por m3**

Teniendo el **Modulo de Fineza del Ag. Fino** y el **TMN del Ag. Grueso**, a partir de la "tabla 17", se procede a ubicar el factor de volumen compactado de Ag. Grueso ( $b/bo$ ). De no estar el dato MF exacto, se interpola







**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$**

**PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA SELECCIÓN DE PROPORCIONES DE MASA PARA CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$  UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

MF del Ag. Fino	2.70	TMN Ag. Grueso	1"	PUSC A.G.	1566.00 Kg/m <sup>3</sup>
-----------------	------	----------------	----	-----------	---------------------------

De acuerdo a éstos valores (MF y TMN), en la "tabla 17" se tienen los valores Superior e Inferior siguientes para interpolar:

	MF de tabla	b/bo de la faja	b/bo	Con Peso Unitario Seco Compactado del Ag. Grueso, encontramos el Peso del Ag. Grueso.
Valor Superior	2.80	0.67	0.68	W a.g. 1064.88 Kg/m <sup>3</sup>
Valor Inferior	2.60	0.69		

**6.8. Determinación de volúmenes en 1 m<sup>3</sup> de concreto**

a. Volumen del cemento	P. E. del Cemento	3.054 gr/cm <sup>3</sup>	W cemento	307.32 Kg
V cemento	0.101 m <sup>3</sup>			
b. Volumen del agua	P. E. del Agua	1.000 gr/cm <sup>3</sup>	W agua	193.00 Kg
V agua	0.193 m <sup>3</sup>			
c. Volumen del Ag. Grueso	P. E. del Ag. Grueso	2.670 gr/cm <sup>3</sup>	W ag. Grueso	1064.88 Kg
V ag. Grueso	0.399 m <sup>3</sup>			
d. Volumen del Aire	Aire Contenido	1.50 %		
V aire	0.015 m <sup>3</sup>			

Hasta ahora, y sin considerar el Ag. Fino, sumando los Volumentes anteriores se tiene 0.707 m<sup>3</sup>

e. Volumen del Ag. Fino Entonces lo restante para completar el m<sup>3</sup> de concreto sería el Ag. Fino

V ag. Fino	0.293 m <sup>3</sup>
------------	----------------------

**6.9. Determinación de la cantidad de Agregado Fino por m<sup>3</sup>**

Con los valores de Volumen y Peso Especifico del Agregado Fino, hallamos el Peso del Ag. Fino

P. E. del Ag. Fino	2.540 gr/cm <sup>3</sup>	W a.f.	743.05 Kg/m <sup>3</sup>
--------------------	--------------------------	--------	--------------------------

**6.10. Presentación de los Agregados en ESTADO SECO**

Ag. Fino Est. Seco	743.05 Kg	Ag. Grueso Est. Seco	1064.88 Kg
--------------------	-----------	----------------------	------------

**6.11. Corrección por Humedad de los Agregados**

$$Ag. Fino a Usar = Ag. Fino Est. Seco \times \left( \frac{W\%(fino)}{100} + 1 \right)$$

Ag. Fino final	775.52 Kg
----------------	-----------

$$Ag. Grueso a Usar = Ag. Grueso Est. Seco \times \left( \frac{W\%(grueso)}{100} + 1 \right)$$

Ag. Grueso final	1067.33 Kg
------------------	------------

**6.12. Corrección de Agua Efectiva a la mezcla**

NOTA: Se usará el Peso SECO de los agregados.

$$Agua Fino = \frac{(\%abs_{fino} - \%w_{fino}) \times Wa.f.}{100}$$

$$Agua Grueso = \frac{(\%abs_{grueso} - \%w_{grueso}) \times Wa.g.}{100}$$





**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$**

**PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA SELECCIÓN DE PROPORCIONES DE MASA PARA CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$  UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

Agua Fino	-13.078 lt
-----------	------------

Agua Grueso	11.075 lt
-------------	-----------

Agua Efectiva Total	190.997 lt
---------------------	------------

**7. Proporcionamiento Final de Materiales**

El proporcionamiento final para para 1m<sup>3</sup> de concreto es el que sigue:

Nro de bolsas	7.231 bol/m <sup>3</sup>
---------------	--------------------------

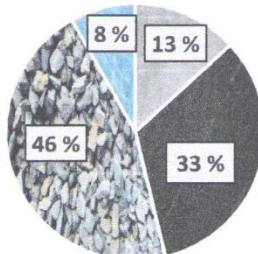
DOSIFICACIÓN	Peso (Kg/m <sup>3</sup> )	Proporción	Peso (Kg/bolsa)	Volumen (pie <sup>3</sup> /bsa)
Cemento	307.325	1.000	42.500	1.00 pie <sup>3</sup>
Agregado Fino	775.518	2.523	107.247	2.70 pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1067.329	3.473	147.601	3.66 pie <sup>3</sup>
Agua	190.997	0.621	26.413	26.41 lt
<b>PESO TOTAL</b>	<b>2341.170</b>			

Bolsas por m <sup>3</sup>	8 bolsas de cemento
---------------------------	---------------------

Orden de las proporciones:

**Cemento : Ag. Fino : Ag. Grueso : Agua**

<b>PROPORCIÓN HÚMEDA EN PESO (por 1kg de cemento)</b>	<b>1 : 2.52 : 3.47 : 0.62</b>
<b>PROPORCIÓN POR TANDA (por 42.5 kg de cemento, es decir 1 bolsa)</b>	<b>42.5 : 107.25 : 147.6 : 26.41</b>
<b>PROPORCIÓN VOLUMÉTRICA (por 1 pie<sup>3</sup> de cemento, es decir 1 bolsa)</b>	<b>1 pie<sup>3</sup> : 2.7 pie<sup>3</sup> : 3.66 pie<sup>3</sup> : 26.41 lts</b>



- Cemento
- Agregado Fino
- Agregado Grueso
- Agua







**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  (CON 15% DE AGREGADO RECICLADO)**

**PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA SELECCIÓN DE PROPORCIONES DE MASA PARA CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$  UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

**1.- Referencia:**

ACI 211.3R, Guide for Selecting Proportions for No-Slump Concrete.

ASTM C192, Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory.

ASTM C 138 (NTP 339.04), Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete.

ASTM C 143 (NTP 339.035), Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete.

**2.- Objeto:** Seleccionar la proporción de los componentes de la masa del concreto hidráulico.

**3.- Materiales:** Agregados fino y grueso, agua, cemento, recipiente para medir pesos unitarios, medidor de aire y cono de slump, mezcladora, cronómetro, probeta, termómetro.

**4.- Datos de muestreo:**

Fecha de exploración:	22/10/2019	Tipo muestra:	Mab.	Agregado:	COMBINADO
Profund. de muestreo	Superficial	Muestra N°	M-1,2,3	Estrato N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 367965 m	NORTE: 8907392.8 m	Altitud: 1873 msnm		
Localización:	CANTERA AGREGADOS GRUESOS - PIEDRA CHANCADA COLPA BAJA (Margen derecho del Rio Huallaga).				

**5.- Características de los materiales:**

<b>5.1.- Cemento:</b>	Tipo:	CEMENTO TIPO I	-	Temperatura normal
	Marca:	Cemento Andino S.A.	-	UNACEM
	Gravedad Específico (Pe)	3.054 gr/cm <sup>3</sup>	Promedio	
<b>5.2.- Agua:</b>	Control del pH	7	Neutro	
	Densidad de masa del agua	1.000 gr/cm <sup>3</sup>	A temperatura 23°C	
	Sólidos en suspensión:	NP	No presenta	
<b>5.3.- Agregados:</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AG. RECICLADO GRUESO</b>
	Tamaño máximo:	1.5"	4.75 mm	1.5"
	Tamaño nominal máximo:	1"	2.36 mm	1"
	Peso unitario varillado seco:	1566.00 Kg/m <sup>3</sup>	1539.00 Kg/m <sup>3</sup>	1396.00 Kg/m <sup>3</sup>
	Peso unitario suelto seco:	1410.00 Kg/m <sup>3</sup>	1331.00 Kg/m <sup>3</sup>	1274.00 Kg/m <sup>3</sup>
	Densidad de masa	2374.05 Kg/m <sup>3</sup>	2324.18 Kg/m <sup>3</sup>	2344.13 Kg/m <sup>3</sup>
	Peso específico Seco:	2.67	2.54	2.34
	Módulo de fineza:	7.150	2.700	7.050
	Absorción:	1.27 %	2.61 %	5.66 %
	Humedad natural:	0.23 %	4.37 %	0.00 %
	Ph:	6.30	6.33	-
Equivalente de arena:	-	98.00 %	-	







**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  (CON 15% DE AGREGADO RECICLADO)**

**PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA SELECCIÓN DE PROPORCIONES DE MASA PARA CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$  UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

**6.- Desarrollo del diseño:**

Se comienza a realizar la dosificación para un concreto de resistencia a la compresión de  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$

**6.1. Asentamiento:**

Slump escogido	in	cm
	3	7.5

**6.2. Determinación del contenido de aire de la mezcla (%)**

De acuerdo a la dimensión del **TMN del Ag. Grueso**, según "tabla 12" se tiene:

Aire contenido	%
	1.50

**6.3. Determinación de agua por m3 de concreto**

De acuerdo al **Slump** escogido, y a la dimensión del **TMN del Ag. Grueso**, según "tabla 11" se tiene:

Agua requerida	Lt	Kg
	193 Lt/m <sup>3</sup>	193 Kg/m <sup>3</sup>

**6.4. Cálculo de la resistencia promedio requerida ( $f'cr$ )**

De acuerdo a la resistencia a compresión buscada " $f'c$ ", y en concordancia con la "tabla 14" se tiene:

$f'c$	175 Kg/cm <sup>2</sup>	ADICIONAMIENTO SEGÚN TABLA 14	$f'cr$	245 Kg/cm <sup>2</sup>
		70 Kg/cm <sup>2</sup>		

**6.5. Determinación de la relación agua - cemento (a/c)**

Antes de todo determinamos si la relación, será realizada SIN aire incorporado o CON aire incorporado.

SIN	AIRE INCORPORADO
-----	------------------

A continuación considerando la " $f'cr$ " encontrada, de acuerdo a la "tabla 16" se interpola:

Nota: En base al $f'cr$ hallado, colóquese los datos superior e inferior en el cuadro adjunto, así como la a/c SIN y CON aire incorporado respectivo	$f'cr$ de tabla	a/c, ¿aire incorporado?	
		SIN	CON
	Dato SUPERIOR de tabla	250	0.62
Dato INFERIOR de tabla	200	0.70	0.61

a/c	0.628
-----	-------

**6.6. Contenido de Cemento**

Una vez obtenidos la **cantidad de agua** por m<sup>3</sup> de concreto así como el **factor a/c** calculados, se tiene:

Wcemento	307.32 Kg/m <sup>3</sup>	por dato:	Contenido de 1 bolsa de cemento	42.5 Kg/bol
Nro de bolsas	7.231 bol/m <sup>3</sup>			

**6.7. Determinación de la cantidad de Agregado Grueso por m3**

Teniendo el **Modulo de Fineza del Ag. Fino** y el **TMN del Ag. Grueso**, a partir de la "tabla 17", se procede a ubicar el factor de volumen compactado de Ag. Grueso (b/bo). De no estar el dato MF exacto, se interpola







**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  (CON 15% DE AGREGADO RECICLADO)**

**PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA SELECCIÓN DE PROPORCIONES DE MASA PARA CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$  UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

MF del Ag. Fino	2.70	TMN Ag. Grueso	1"	PUSC A.G.	1566.00 Kg/m <sup>3</sup>
-----------------	------	----------------	----	-----------	---------------------------

De acuerdo a éstos valores (MF y TMN), en la "tabla 17" se tienen los valores Superior e Inferior siguientes para interpolar:

	MF de tabla	b/bo de la faja	b/bo	Con Peso Unitario Seco Compactado del Ag. Grueso, encontramos el Peso del Ag. Grueso.
Valor Superior	2.80	0.67	0.68	W a.g. 1064.88 Kg/m <sup>3</sup>
Valor Inferior	2.60	0.69		

Ahora como tenemos que reemplazar Parte del Agregado Grueso Natural con Concreto Reciclado Triturado de Vías Peatonales, siendo éste:

% de Ag. Reciclado reemplazante al A. Grueso Natural	<b>15 %</b>
--	-------------

Entonces se tiene:

W a.g. NAT	905.15 Kg/m <sup>3</sup>	← 85 % de W a.g.	W a.g. REC.	159.73 Kg/m <sup>3</sup>	← 15 % de W a.g.
------------	--------------------------	------------------	-------------	--------------------------	------------------

**6.8. Determinación de volúmenes en 1 m<sup>3</sup> de concreto**

a. Volumen del cemento	P. E. del Cemento	3.054 gr/cm <sup>3</sup>	W cemento	307.32 Kg
------------------------	-------------------	--------------------------	-----------	-----------

V cemento	0.101 m <sup>3</sup>
-----------	----------------------

b. Volumen del agua	P. E. del Agua	1.000 gr/cm <sup>3</sup>	W agua	193.00 Kg
---------------------	----------------	--------------------------	--------	-----------

V agua	0.193 m <sup>3</sup>
--------	----------------------

**c. Volumen del Ag. Grueso**

c.1. Volumen del Ag. Grueso NATURAL	P. E. del Ag. G. Nat	2.670 gr/cm <sup>3</sup>
-------------------------------------	----------------------	--------------------------

W Ag. G. Nat	905.15 Kg
--------------	-----------

V Ag. G. Nat	0.339 m <sup>3</sup>
--------------	----------------------

c.2. Volumen del Ag. Grueso RECICLADO	P. E. del Ag. G. Rec.	2.340 gr/cm <sup>3</sup>
---------------------------------------	-----------------------	--------------------------

W Ag. G. Rec	159.73 Kg
--------------	-----------

V Ag. G. Rec	0.068 m <sup>3</sup>
--------------	----------------------

d. Volumen del Aire	Aire Contenido	1.50 %
---------------------	----------------	--------

V aire	0.015 m <sup>3</sup>
--------	----------------------

Hasta ahora, y sin considerar el Ag. Fino, sumando los Volúmenes anteriores se tiene 0.716 m<sup>3</sup>

**e. Volumen del Ag. Fino** Entonces lo restante para completar el m<sup>3</sup> de concreto sería el Ag. Fino

V ag. Fino	0.284 m <sup>3</sup>
------------	----------------------

**6.9. Determinación de la cantidad de Agregado Fino por m<sup>3</sup>**

Con los valores de Volumen y Peso Especifico del Agregado Fino, hallamos el Peso del Ag. Fino

P. E. Ag. Fino	2.540 gr/cm <sup>3</sup>	W a.f.	721.62 Kg/m <sup>3</sup>
----------------	--------------------------	--------	--------------------------





**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  (CON 15% DE AGREGADO RECICLADO)**

**PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA SELECCIÓN DE PROPORCIONES DE MASA PARA CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$  UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

**6.10. Presentación de los Agregados en ESTADO SECO**

Ag. Fino Est. Seco	721.62 Kg
Ag. Grueso Nat. Est. Seco	905.15 Kg
Ag. Grueso Rec. Est. Seco	159.73 Kg

**6.11. Corrección por Humedad de los Agregados**

$$Ag. \text{ Fino a Usar} = Ag. \text{ Fino Est. Seco} \times \left( \frac{W\%(fino)}{100} + 1 \right)$$

Ag. Fino final	753.15 Kg
----------------	-----------

$$Ag. \text{ G. Nat. a Usar} = Ag. \text{ G. Nat. Est. Seco} \times \left( \frac{W\%(grueso nat)}{100} + 1 \right)$$

Ag. Grueso Nat. final	907.23 Kg
-----------------------	-----------

$$Ag. \text{ G. Rec. a Usar} = Ag. \text{ G. Rec. Est. Seco} \times \left( \frac{W\%(grueso rec)}{100} + 1 \right)$$

Ag. Grueso Rec. final	159.73 Kg
-----------------------	-----------

**6.12. Corrección de Agua Efectiva a la mezcla**

NOTA: Se usará el Peso SECO de los agregados.

$$Agua \text{ Fino} = \frac{(\%abs_{fino} - \%w_{fino}) \times Wa. f.}{100}$$

Agua Fino	-12.700 lt
-----------	------------

$$Agua \text{ Grueso Nat} = \frac{(\%abs_{grueso nat} - \%w_{grueso nat}) \times Wa. g. nat}{100}$$

Agua Grueso Nat	9.414 lt
-----------------	----------

$$Agua \text{ Grueso Rec} = \frac{(\%abs_{grueso rec} - \%w_{grueso rec}) \times Wa. g. rec}{100}$$

Agua Grueso Rec	9.041 lt
-----------------	----------



**NOTA:** Es de primordial importancia acotar que en el presente diseño de mezcla, la corrección de Agua Efectiva a la Mezcla generada por el Agregado Grueso Reciclado Triturado, generará mayor demanda de agua, por su alto porcentaje de absorción, y su mínimo o nulo porcentaje de humedad presentado.

<b>% W AG. G. RECICLADO</b>	<b>0.00 %</b>
<b>% ABS AG. G. RECICLADO</b>	<b>5.66 %</b>

<b>Agua Efectiva Total</b>	<b>198.754 lt</b>
----------------------------	-------------------







**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  (CON 15% DE AGREGADO RECICLADO)**

**PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA SELECCIÓN DE PROPORCIONES DE MASA PARA CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$  UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

**7. Proporcionamiento Final de Materiales**

El proporcionamiento final para para 1m<sup>3</sup> de concreto es el que sigue:

Nro de bolsas
7.231 bol/m <sup>3</sup>

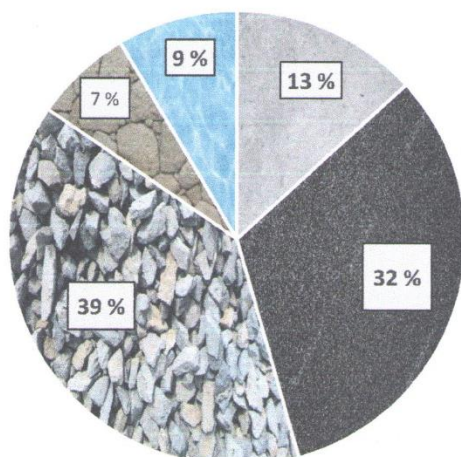
DOSIFICACIÓN	Peso (Kg/m <sup>3</sup> )	Proporción	Peso (Kg/bolsa)	Volumen (pie <sup>3</sup> /bsa)
Cemento	307.325	1.000	42.500	1.00 pie <sup>3</sup>
Agregado Fino	753.152	2.451	104.154	2.62 pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Nat	907.230	2.952	125.461	3.11 pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Rec.	159.732	0.520	22.089	0.61 pie <sup>3</sup>
Agua	198.754	0.647	27.486	27.49 lt

PESO TOTAL	<b>2326.193</b>
------------	-----------------

Bolsas por m <sup>3</sup>	8 bolsas de cemento
---------------------------	---------------------

Orden de las proporciones: **Cemento : Ag. Fino : Ag. G. Nat : Ag. G. Rec : Agua**

PROPORCIÓN HÚMEDA EN PESO (por 1kg de cemento)	1 : 2.45 : 2.95 : 0.52 : 0.65
PROPORCIÓN POR TANDA (por 42.5 kg de cemento, es decir 1 bolsa)	42.5 : 104.15 : 125.46 : 22.09 : 27.49
PROPORCIÓN VOLUMÉTRICA (por 1 pie <sup>3</sup> de cemento, es decir 1 bolsa)	1 pie <sup>3</sup> : 2.62 pie <sup>3</sup> : 3.11 pie <sup>3</sup> : 0.61 pie <sup>3</sup> : 27.49 lts



- Cemento
- Agregado Fino
- Agregado Grueso Nat
- Agregado Grueso Rec.
- Agua







**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  (CON 30% DE AGREGADO RECICLADO)**

**PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA SELECCIÓN DE PROPORCIONES DE MASA PARA CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO  $F'c = 175 \text{ KG/CM}^2$  UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

**1.- Referencia:**

ACI 211.3R, Guide for Selecting Proportions for No-Slump Concrete.

ASTM C192, Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory.

ASTM C 138 (NTP 339.04), Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete.

ASTM C 143 (NTP 339.035), Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete.

**2.- Objeto:** Seleccionar la proporción de los componentes de la masa del concreto hidráulico.

**3.- Materiales:** Agregados fino y grueso, agua, cemento, recipiente para medir pesos unitarios, medidor de aire y cono de slump, mezcladora, cronómetro, probeta, termómetro.

**4.- Datos de muestreo:**

Fecha de exploración:	22/10/2019	Tipo muestra:	Mab.	Agregado:	COMBINADO
Profund. de muestreo	Superficial	Muestra N°	M-1,2,3	Estrato N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 367965 m	NORTE: 8907392.8 m	Altitud: 1873 msnm		
Localización:	CANTERA AGREGADOS GRUESOS - PIEDRA CHANCADA COLPA BAJA (Margen derecho del Rio Huallaga).				

**5.- Características de los materiales:**

<b>5.1.- Cemento:</b>	Tipo:	CEMENTO TIPO I	-	Temperatura normal
	Marca:	Cemento Andino S.A.	-	UNACEM
	Gravedad Específico (Pe)	3.054 gr/cm <sup>3</sup>	Promedio	
<b>5.2.- Agua:</b>	Control del pH	7	Neutro	
	Densidad de masa del agua	1.000 gr/cm <sup>3</sup>	A temperatura 23°C	
	Sólidos en suspensión:	NP	No presenta	
<b>5.3.- Agregados:</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AG. RECICLADO GRUESO</b>
	Tamaño máximo:	1.5"	4.75 mm	1.5"
	Tamaño nominal máximo:	1"	2.36 mm	1"
	Peso unitario varillado seco:	1566.00 Kg/m <sup>3</sup>	1539.00 Kg/m <sup>3</sup>	1396.00 Kg/m <sup>3</sup>
	Peso unitario suelto seco:	1410.00 Kg/m <sup>3</sup>	1331.00 Kg/m <sup>3</sup>	1274.00 Kg/m <sup>3</sup>
	Densidad de masa	2374.05 Kg/m <sup>3</sup>	2324.18 Kg/m <sup>3</sup>	2344.13 Kg/m <sup>3</sup>
	Peso específico Seco:	2.67	2.54	2.34
	Módulo de fineza:	7.150	2.700	7.050
	Absorción:	1.27 %	2.61 %	5.66 %
	Humedad natural:	0.23 %	4.37 %	0.00 %
	Ph:	6.30	6.33	-
	Equivalente de arena:	-	98.00 %	-







**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  (CON 30% DE AGREGADO RECICLADO)**

**PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA SELECCIÓN DE PROPORCIONES DE MASA PARA CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$  UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

**6.- Desarrollo del diseño:**

Se comienza a realizar la dosificación para un concreto de resistencia a la compresión de  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$

**6.1. Asentamiento:**

Slump escogido	in	cm
	3	7.5

**6.2. Determinación del contenido de aire de la mezcla (%)**

De acuerdo a la dimensión del **TMN del Ag. Grueso**, según "tabla 12" se tiene:

Aire contenido	%
	1.50

**6.3. Determinación de agua por m<sup>3</sup> de concreto**

De acuerdo al **Slump** escogido, y a la dimensión del **TMN del Ag. Grueso**, según "tabla 11" se tiene:

Agua requerida	Lt	Kg
	193 Lt/m <sup>3</sup>	193 Kg/m <sup>3</sup>

**6.4. Cálculo de la resistencia promedio requerida ( $f'cr$ )**

De acuerdo a la resistencia a compresión buscada " $f'c$ ", y en concordancia con la "tabla 14" se tiene:

$f'c$	175 Kg/cm <sup>2</sup>	ADICIONAMIENTO SEGÚN TABLA 14	$f'cr$	245 Kg/cm <sup>2</sup>
		70 Kg/cm <sup>2</sup>		

**6.5. Determinación de la relación agua - cemento ( $a/c$ )**

Antes de todo determinamos si la relación, será realizada SIN aire incorporado o CON aire incorporado.

SIN	AIRE INCORPORADO
-----	------------------

A continuación considerando la " $f'cr$ " encontrada, de acuerdo a la "tabla 16" se interpola:

Nota: En base al $f'cr$ hallado, colóquese los datos superior e inferior en el cuadro adjunto, así como la $a/c$ SIN y CON aire incorporado respectivo	$f'cr$ de tabla	a/c, ¿aire incorporado?	
		SIN	CON
	Dato SUPERIOR de tabla	250	0.62
Dato INFERIOR de tabla	200	0.70	0.61

$a/c$	0.628
-------	-------

**6.6. Contenido de Cemento**

Una vez obtenidos la **cantidad de agua** por m<sup>3</sup> de concreto así como el **factor  $a/c$**  calculados, se tiene:

<b>Wcemento</b>	307.32 Kg/m <sup>3</sup>	por dato:	<b>Contenido de 1 bolsa de cemento</b>	42.5 Kg/bol
<b>Nro de bolsas</b>	7.231 bol/m <sup>3</sup>			

**6.7. Determinación de la cantidad de Agregado Grueso por m<sup>3</sup>**

Teniendo el **Modulo de Fineza del Ag. Fino** y el **TMN del Ag. Grueso**, a partir de la "tabla 17", se procede a ubicar el factor de volumen compactado de Ag. Grueso ( $b/bo$ ). De no estar el dato MF exacto, se interpola







**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  (CON 30% DE AGREGADO RECICLADO)**

**PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA SELECCIÓN DE PROPORCIONES DE MASA PARA CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$  UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

<b>MF del Ag. Fino</b>	2.70	<b>TMN Ag. Grueso</b>	1"	<b>PUSC A.G.</b>	1566.00 Kg/m <sup>3</sup>
------------------------	------	-----------------------	----	------------------	---------------------------

De acuerdo a éstos valores (MF y TMN), en la "tabla 17" se tienen los valores Superior e Inferior siguientes para interpolar:

	MF de tabla	b/bo de la faja	b/bo	Con Peso Unitario Seco Compactado del Ag. Grueso, encontramos el Peso del Ag. Grueso.
<b>Valor Superior</b>	2.80	0.67	0.68	<b>W a.g.</b> 1064.88 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Valor Inferior</b>	2.60	0.69		

Ahora como tenemos que reemplazar Parte del Agregado Grueso Natural con Concreto Reciclado Triturado de Vías Peatonales, siendo éste:

<b>% de Ag. Reciclado reemplazante al A. Grueso Natural</b>	<b>30 %</b>
---	-------------

Entonces se tiene:

<b>W a.g. NAT</b>	745.42 Kg/m <sup>3</sup>	← 70 % de W a.g.	<b>W a.g. REC.</b>	319.46 Kg/m <sup>3</sup>	← 30 % de W a.g.
-------------------	--------------------------	------------------	--------------------	--------------------------	------------------

**6.8. Determinación de volúmenes en 1 m<sup>3</sup> de concreto**

<b>a. Volumen del cemento</b>	<b>P. E. del Cemento</b>	3.054 gr/cm <sup>3</sup>	<b>W cemento</b>	307.32 Kg
-------------------------------	--------------------------	--------------------------	------------------	-----------

<b>V cemento</b>	0.101 m <sup>3</sup>
------------------	----------------------

<b>b. Volumen del agua</b>	<b>P. E. del Agua</b>	1.000 gr/cm <sup>3</sup>	<b>W agua</b>	193.00 Kg
----------------------------	-----------------------	--------------------------	---------------	-----------

<b>V agua</b>	0.193 m <sup>3</sup>
---------------	----------------------

**c. Volumen del Ag. Grueso**

**c.1. Volumen del Ag. Grueso NATURAL**

<b>W Ag. G. Nat</b>	745.42 Kg	<b>P. E. del Ag. G. Nat</b>	2.670 gr/cm <sup>3</sup>	<b>V Ag. G. Nat</b>	0.279 m <sup>3</sup>
---------------------	-----------	-----------------------------	--------------------------	---------------------	----------------------

**c.2. Volumen del Ag. Grueso RECICLADO**

<b>W Ag. G. Rec</b>	319.46 Kg	<b>P. E. del Ag. G. Rec.</b>	2.340 gr/cm <sup>3</sup>	<b>V Ag. G. Rec</b>	0.137 m <sup>3</sup>
---------------------	-----------	------------------------------	--------------------------	---------------------	----------------------

<b>d. Volumen del Aire</b>	<b>Aire Contenido</b>	1.50 %
----------------------------	-----------------------	--------

<b>V aire</b>	0.015 m <sup>3</sup>
---------------	----------------------

Hasta ahora, y sin considerar el Ag. Fino, sumando los Volúmenes anteriores se tiene 0.724 m<sup>3</sup>

**e. Volumen del Ag. Fino** Entonces lo restante para completar el m<sup>3</sup> de concreto sería el Ag. Fino

<b>V ag. Fino</b>	0.276 m <sup>3</sup>
-------------------	----------------------

**6.9. Determinación de la cantidad de Agregado Fino por m<sup>3</sup>**

Con los valores de Volumen y Peso Especifico del Agregado Fino, hallamos el Peso del Ag. Fino

<b>P. E. Ag. Fino</b>	2.540 gr/cm <sup>3</sup>	<b>W a.f.</b>	700.19 Kg/m <sup>3</sup>
-----------------------	--------------------------	---------------	--------------------------





**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  (CON 30% DE AGREGADO RECICLADO)**

**PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA SELECCIÓN DE PROPORCIONES DE MASA PARA CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$**

<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$ UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	NOVIEMBRE DEL 2019

**6.10. Presentación de los Agregados en ESTADO SECO**

<b>Ag. Fino Est. Seco</b>	700.19 Kg
<b>Ag. Grueso Nat. Est. Seco</b>	745.42 Kg
<b>Ag. Grueso Rec. Est. Seco</b>	319.46 Kg

**6.11. Corrección por Humedad de los Agregados**

$$Ag. \text{ Fino a Usar} = Ag. \text{ Fino Est. Seco} \times \left( \frac{W\%(fino)}{100} + 1 \right)$$

<b>Ag. Fino final</b>	730.79 Kg
-----------------------	-----------

$$Ag. \text{ G. Nat. a Usar} = Ag. \text{ G. Nat. Est. Seco} \times \left( \frac{W\%(grueso nat)}{100} + 1 \right)$$

<b>Ag. Grueso Nat. final</b>	747.13 Kg
------------------------------	-----------

$$Ag. \text{ G. Rec. a Usar} = Ag. \text{ G. Rec. Est. Seco} \times \left( \frac{W\%(grueso rec)}{100} + 1 \right)$$

<b>Ag. Grueso Rec. final</b>	319.46 Kg
------------------------------	-----------

**6.12. Corrección de Agua Efectiva a la mezcla**

NOTA: Se usará el Peso SECO de los agregados.

$$Agua \text{ Fino} = \frac{(\%abs_{fino} - \%w_{fino}) \times Wa. f.}{100}$$

<b>Agua Fino</b>	-12.323 lt
------------------	------------

$$Agua \text{ Grueso Nat} = \frac{(\%abs_{grueso nat} - \%w_{grueso nat}) \times Wa. g. nat}{100}$$

<b>Agua Grueso Nat</b>	7.752 lt
------------------------	----------

$$Agua \text{ Grueso Rec} = \frac{(\%abs_{grueso rec} - \%w_{grueso rec}) \times Wa. g. rec}{100}$$

<b>Agua Grueso Rec</b>	18.082 lt
------------------------	-----------



**NOTA:** Es de primordial importancia acotar que en el presente diseño de mezcla, la corrección de Agua Efectiva a la Mezcla generada por el Agregado Grueso Reciclado Triturado, generará mayor demanda de agua, por su alto porcentaje de absorción, y su mínimo o nulo porcentaje de humedad presentado.

<b>% W AG. G. RECICLADO</b>	<b>0.00 %</b>
<b>% ABS AG. G. RECICLADO</b>	<b>5.66 %</b>

<b>Agua Efectiva Total</b>	<b>206.511 lt</b>
----------------------------	-------------------







**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  (CON 30% DE AGREGADO RECICLADO)**

**PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA SELECCIÓN DE PROPORCIONES DE MASA PARA CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$  UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

**7. Proporcionamiento Final de Materiales**

El proporcionamiento final para para 1m<sup>3</sup> de concreto es el que sigue:

Nro de bolsas
7.231 bol/m <sup>3</sup>

DOSIFICACIÓN	Peso (Kg/m <sup>3</sup> )	Proporción	Peso (Kg/bolsa)	Volumen (pie <sup>3</sup> /bsa)
Cemento	307.325	1.000	42.500	1.00 pie <sup>3</sup>
Agregado Fino	730.786	2.378	101.061	2.55 pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Nat	747.130	2.431	103.321	2.56 pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Rec.	319.464	1.039	44.179	1.21 pie <sup>3</sup>
Agua	206.511	0.672	28.558	28.56 lt

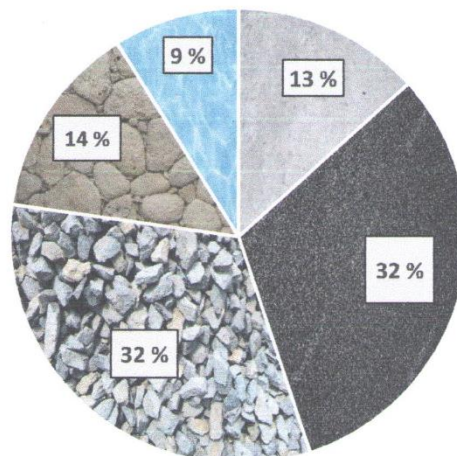
PESO TOTAL	<b>2311.216</b>
------------	-----------------

Bolsas por m <sup>3</sup>	8 bolsas de cemento
---------------------------	---------------------

Orden de las proporciones:

**Cemento : Ag. Fino : Ag. G. Nat : Ag. G. Rec : Agua**

PROPORCIÓN HÚMEDA EN PESO (por 1kg de cemento)	1 : 2.38 : 2.43 : 1.04 : 0.67
PROPORCIÓN POR TANDA (por 42.5 kg de cemento, es decir 1 bolsa)	42.5 : 101.06 : 103.32 : 44.18 : 28.56
PROPORCIÓN VOLUMÉTRICA (por 1 pie <sup>3</sup> de cemento, es decir 1 bolsa)	1 pie <sup>3</sup> : 2.55 pie <sup>3</sup> : 2.56 pie <sup>3</sup> : 1.21 pie <sup>3</sup> : 28.56 lts



- Cemento
- Agregado Fino
- Agregado Grueso Nat
- Agregado Grueso Rec.
- Agua







**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  (CON 45% DE AGREGADO RECICLADO)**

**PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA SELECCIÓN DE PROPORCIONES DE MASA PARA CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$**

<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$ UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	NOVIEMBRE DEL 2019

**1.- Referencia:**

- ACI 211.3R, Guide for Selecting Proportions for No-Slump Concrete.
- ASTM C192, Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory.
- ASTM C 138 (NTP 339.04), Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete.
- ASTM C 143 (NTP 339.035), Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete.

**2.- Objeto:** Seleccionar la proporción de los componentes de la masa del concreto hidráulico.

**3.- Materiales:** Agregados fino y grueso, agua, cemento, recipiente para medir pesos unitarios, medidor de aire y cono de slump, mezcladora, cronómetro, probeta, termómetro.

**4.- Datos de muestreo:**

Fecha de exploración:	22/10/2019	Tipo muestra:	Mab.	Agregado:	COMBINADO
Profund. de muestreo	Superficial	Muestra N°	M-1,2,3	Estrato N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 367965 m	NORTE: 8907392.8 m	Altitud: 1873 msnm		
Localización:	CANTERA AGREGADOS GRUESOS - PIEDRA CHANCADA COLPA BAJA (Margen derecho del Rio Huallaga).				

**5.- Características de los materiales:**

<b>5.1.- Cemento:</b>	Tipo:	CEMENTO TIPO I	-	Temperatura normal
	Marca:	Cemento Andino S.A.	-	UNACEM
	Gravedad Específico (Pe)	3.054 gr/cm <sup>3</sup>		Promedio
<b>5.2.- Agua:</b>	Control del pH	7		Neutro
	Densidad de masa del agua	1.000 gr/cm <sup>3</sup>		A temperatura 23°C
	Sólidos en suspensión:	NP		No presenta
<b>5.3.- Agregados:</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AG. RECICLADO GRUESO</b>
	Tamaño máximo:	1.5"	4.75 mm	1.5"
	Tamaño nominal máximo:	1"	2.36 mm	1"
	Peso unitario varillado seco:	1566.00 Kg/m <sup>3</sup>	1539.00 Kg/m <sup>3</sup>	1396.00 Kg/m <sup>3</sup>
	Peso unitario suelto seco:	1410.00 Kg/m <sup>3</sup>	1331.00 Kg/m <sup>3</sup>	1274.00 Kg/m <sup>3</sup>
	Densidad de masa	2374.05 Kg/m <sup>3</sup>	2324.18 Kg/m <sup>3</sup>	2344.13 Kg/m <sup>3</sup>
	Peso específico Seco:	2.67	2.54	2.34
	Módulo de fineza:	7.150	2.700	7.050
	Absorción:	1.27 %	2.61 %	5.66 %
	Humedad natural:	0.23 %	4.37 %	0.00 %
	Ph:	6.30	6.33	-
Equivalente de arena:	-	98.00 %	-	







**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  (CON 45% DE AGREGADO RECICLADO)**

**PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA SELECCIÓN DE PROPORCIONES DE MASA PARA CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$  UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

**6.- Desarrollo del diseño:**

Se comienza a realizar la dosificación para un concreto de resistencia a la compresión de  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$

**6.1. Asentamiento:**

Slump escogido	in	cm
	3	7.5

**6.2. Determinación del contenido de aire de la mezcla (%)**

De acuerdo a la dimensión del **TMN del Ag. Grueso**, según "tabla 12" se tiene:

Aire contenido	%
	1.50

**6.3. Determinación de agua por m3 de concreto**

De acuerdo al **Slump** escogido, y a la dimensión del **TMN del Ag. Grueso**, según "tabla 11" se tiene:

Agua requerida	Lt	Kg
	193 Lt/m3	193 Kg/m3

**6.4. Cálculo de la resistencia promedio requerida ( $f'cr$ )**

De acuerdo a la resistencia a compresión buscada " $f'c$ ", y en concordancia con la "tabla 14" se tiene:

$f'c$	175 Kg/cm2	ADICIONAMIENTO SEGÚN TABLA 14		$f'cr$	245 Kg/cm2
		70 Kg/cm2			

**6.5. Determinación de la relación agua - cemento (a/c)**

Antes de todo determinamos si la relación, será realizada SIN aire incorporado o CON aire incorporado.

SIN	AIRE INCORPORADO
-----	------------------

A continuación considerando la " $f'cr$ " encontrada, de acuerdo a la "tabla 16" se interpola:

Nota: En base al $f'cr$ hallado, colóquese los datos superior e inferior en el cuadro adjunto, así como la a/c SIN y CON aire incorporado respectivo	$f'cr$ de tabla	a/c, ¿aire incorporado?	
		SIN	CON
	Dato SUPERIOR de tabla	250	0.62
Dato INFERIOR de tabla	200	0.70	0.61

a/c	0.628
-----	-------

**6.6. Contenido de Cemento**

Una vez obtenidos la **cantidad de agua** por m3 de concreto así como el **factor a/c** calculados, se tiene:

Wcemento	307.32 Kg/m3	por dato:	Contenido de 1 bolsa de cemento	42.5 Kg/bol
Nro de bolsas	7.231 bol/m3			

**6.7. Determinación de la cantidad de Agregado Grueso por m3**

Teniendo el **Modulo de Fineza del Ag. Fino** y el **TMN del Ag. Grueso**, a partir de la "tabla 17", se procede a ubicar el factor de volumen compactado de Ag. Grueso (b/bo). De no estar el dato MF exacto, se interpola.







**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  (CON 45% DE AGREGADO RECICLADO)**

**PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA SELECCIÓN DE PROPORCIONES DE MASA PARA CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$  UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

<b>MF del Ag. Fino</b>	2.70	<b>TMN Ag. Grueso</b>	1"	<b>PUSC A.G.</b>	1566.00 Kg/m <sup>3</sup>
------------------------	------	-----------------------	----	------------------	---------------------------

De acuerdo a éstos valores (MF y TMN), en la "tabla 17" se tienen los valores Superior e Inferior siguientes para interpolar:

	MF de tabla	b/bo de la faja	b/bo	Con Peso Unitario Seco Compactado del Ag. Grueso, encontramos el Peso del Ag. Grueso.
<b>Valor Superior</b>	2.80	0.67	0.68	<b>W a.g.</b> 1064.88 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Valor Inferior</b>	2.60	0.69		

Ahora como tenemos que reemplazar Parte del Agregado Grueso Natural con Concreto Reciclado Triturado de Vías Peatonales, siendo éste:

**% de Ag. Reciclado reemplazante al A. Grueso Natural** **45 %**

Entonces se tiene:

<b>W a.g. NAT</b>	585.68 Kg/m <sup>3</sup>	← 55 % de W a.g.	<b>W a.g. REC.</b>	479.20 Kg/m <sup>3</sup>	← 45 % de W a.g.
-------------------	--------------------------	------------------	--------------------	--------------------------	------------------

**6.8. Determinación de volúmenes en 1 m<sup>3</sup> de concreto**

<b>a. Volumen del cemento</b>	<b>P. E. del Cemento</b>	3.054 gr/cm <sup>3</sup>	<b>W cemento</b>	307.32 Kg
-------------------------------	--------------------------	--------------------------	------------------	-----------

<b>V cemento</b>	0.101 m <sup>3</sup>
------------------	----------------------

<b>b. Volumen del agua</b>	<b>P. E. del Agua</b>	1.000 gr/cm <sup>3</sup>	<b>W agua</b>	193.00 Kg
----------------------------	-----------------------	--------------------------	---------------	-----------

<b>V agua</b>	0.193 m <sup>3</sup>
---------------	----------------------

**c. Volumen del Ag. Grueso**

**c.1. Volumen del Ag. Grueso NATURAL**

<b>W Ag. G. Nat</b>	585.68 Kg
---------------------	-----------

<b>P. E. del Ag. G. Nat</b>	2.670 gr/cm <sup>3</sup>
<b>V Ag. G. Nat</b>	0.219 m <sup>3</sup>

**c.2. Volumen del Ag. Grueso RECICLADO**

<b>W Ag. G. Rec</b>	479.20 Kg
---------------------	-----------

<b>P. E. del Ag. G. Rec.</b>	2.340 gr/cm <sup>3</sup>
<b>V Ag. G. Rec</b>	0.205 m <sup>3</sup>

<b>d. Volumen del Aire</b>	<b>Aire Contenido</b>	1.50 %
----------------------------	-----------------------	--------

<b>V aire</b>	0.015 m <sup>3</sup>
---------------	----------------------

Hasta ahora, y sin considerar el Ag. Fino, sumando los Volúmenes anteriores se tiene 0.733 m<sup>3</sup>

**e. Volumen del Ag. Fino** Entonces lo restante para completar el m<sup>3</sup> de concreto sería el Ag. Fino

<b>V ag. Fino</b>	0.267 m <sup>3</sup>
-------------------	----------------------

**6.9. Determinación de la cantidad de Agregado Fino por m<sup>3</sup>**

Con los valores de Volumen y Peso Especifico del Agregado Fino, hallamos el Peso del Ag. Fino

<b>P. E. Ag. Fino</b>	2.540 gr/cm <sup>3</sup>	<b>W a.f.</b>	678.76 Kg/m <sup>3</sup>
-----------------------	--------------------------	---------------	--------------------------







**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  (CON 45% DE AGREGADO RECICLADO)**

**PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA SELECCIÓN DE PROPORCIONES DE MASA PARA CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$  UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

**6.10. Presentación de los Agregados en ESTADO SECO**

Ag. Fino Est. Seco	678.76 Kg
Ag. Grueso Nat. Est. Seco	585.68 Kg
Ag. Grueso Rec. Est. Seco	479.20 Kg

**6.11. Corrección por Humedad de los Agregados**

$$Ag. \text{ Fino a Usar} = Ag. \text{ Fino Est. Seco} \times \left( \frac{W\%(fino)}{100} + 1 \right)$$

Ag. Fino final	708.42 Kg
----------------	-----------

$$Ag. \text{ G. Nat. a Usar} = Ag. \text{ G. Nat. Est. Seco} \times \left( \frac{W\%(grueso nat)}{100} + 1 \right)$$

Ag. Grueso Nat. final	587.03 Kg
-----------------------	-----------

$$Ag. \text{ G. Rec. a Usar} = Ag. \text{ G. Rec. Est. Seco} \times \left( \frac{W\%(grueso rec)}{100} + 1 \right)$$

Ag. Grueso Rec. final	479.20 Kg
-----------------------	-----------

**6.12. Corrección de Agua Efectiva a la mezcla**

NOTA: Se usará el Peso SECO de los agregados.

$$Agua \text{ Fino} = \frac{(\%abs_{fino} - \%w_{fino}) \times Wa. f.}{100}$$

Agua Fino	-11.946 lt
-----------	------------

$$Agua \text{ Grueso Nat} = \frac{(\%abs_{grueso nat} - \%w_{grueso nat}) \times Wa. g. nat}{100}$$

Agua Grueso Nat	6.091 lt
-----------------	----------

$$Agua \text{ Grueso Rec} = \frac{(\%abs_{grueso rec} - \%w_{grueso rec}) \times Wa. g. rec}{100}$$

Agua Grueso Rec	27.122 lt
-----------------	-----------



**NOTA:** Es de primordial importancia acotar que en el presente diseño de mezcla, la corrección de Agua Efectiva a la Mezcla generada por el Agregado Grueso Reciclado Triturado, generará mayor demanda de agua, por su alto porcentaje de absorción, y su mínimo o nulo porcentaje de humedad presentado.

<b>% W AG. G. RECICLADO</b>	<b>0.00 %</b>
<b>% ABS AG. G. RECICLADO</b>	<b>5.66 %</b>

<b>Agua Efectiva Total</b>	<b>214.267 lt</b>
----------------------------	-------------------





**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  (CON 45% DE AGREGADO RECICLADO)**

**PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA SELECCIÓN DE PROPORCIONES DE MASA PARA CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO  $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$  UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** NOVIEMBRE DEL 2019

**7. Proporcionamiento Final de Materiales**

El proporcionamiento final para para 1m3 de concreto es el que sigue:

Nro de bolsas
7.231 bol/m3

DOSIFICACIÓN	Peso (Kg/m3)	Proporción	Peso (Kg/bolsa)	Volumen (pie3/bsa)
Cemento	307.325	1.000	42.500	1.00 pie3
Agregado Fino	708.420	2.305	97.968	2.47 pie3
Agregado Grueso Nat	587.031	1.910	81.181	2.01 pie3
Agregado Grueso Rec.	479.196	1.559	66.268	1.82 pie3
Agua	214.267	0.697	29.631	29.63 lt

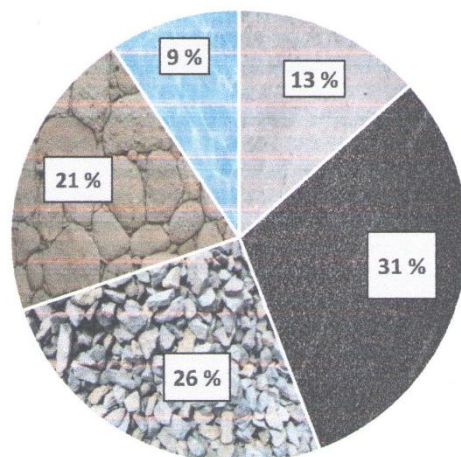
PESO TOTAL	2296.240
------------	----------

Bolsas por m3	8 bolsas de cemento
---------------	---------------------

Orden de las proporciones:

**Cemento : Ag. Fino : Ag. G. Nat : Ag. G. Rec : Agua**

PROPORCIÓN HÚMEDA EN PESO (por 1kg de cemento)	1 : 2.31 : 1.91 : 1.56 : 0.7
PROPORCIÓN POR TANDA (por 42.5 kg de cemento, es decir 1 bolsa)	42.5 : 97.97 : 81.18 : 66.27 : 29.63
PROPORCIÓN VOLUMÉTRICA (por 1 pie3 de cemento, es decir 1 bolsa)	1 pie3 : 2.47 pie3 : 2.01 pie3 : 1.82 pie3 : 29.63 lts



- Cemento
- Agregado Fino
- Agregado Grueso Nat
- Agregado Grueso Rec.
- Agua





## **ANEXO VI.II**

---

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LA MÁQUINA  
COMPRESORA Y PROGRAMACIÓN DE ROTURAS DE  
PROBETAS Y ENSAYOS PREVIOS DE CAMPO





Foto 34. Máquina compresora de especímenes cilíndricos de concreto, con vista a detalle del sticker de Certificación de Calibración dada por la empresa METROTEC METROLOGÍA Y TÉCNICAS S.A.C.

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 080 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	190091
2. Solicitante	LABORTEC E.I.R.L.
3. Dirección	Jr. Tarma N° 101, Huanuco - Huanuco - HUANUCO
4. Descripción	PRENSA DE CONCRETO
Capacidad	2000 kN
Marca	A&A INSTRUMENTS
Modelo	STYE-2000
Número de Serie	130204
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	MC
Modelo	LM-02
Número de Serie	NO INDICA
Resolución	0,01 / 0,1 kN (*)
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
5. Fecha de Calibración	2019-03-07

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2019-03-08

Jefe del Laboratorio de Metrología

JUAN C. QUISPE MORALES

Sello



Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Tel.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LF - 080 - 2019**

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

**7. Condiciones de calibración**

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
Las Viñas N° s/n Mz. B-04 Urb. Cayhuayna Baja - HUANUCO

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	22,7 °C	22,6 °C
Humedad Relativa	55 % HR	54 % HR

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
patrones calibradas en el National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-030-19A

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.
- (\*) La resolución del indicador es 0,01 kN para lecturas menores a 1000 kN y 0,1 kN para lecturas fuera de este rango.



Metrología &amp; Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 080 - 2019

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ (kN)	$F_1$ (kN)	$F_2$ (kN)	$F_3$ (kN)	$F_{Promedio}$ (kN)
10	100	99,9	100,0	99,9	100,0
20	200	199,8	199,7	199,6	199,7
30	300	299,4	299,2	299,3	299,3
40	400	399,2	399,1	399,1	399,2
50	500	498,8	498,7	498,8	498,8
60	600	598,8	598,7	598,8	598,7
70	700	699,0	699,0	699,2	699,1
80	800	799,3	799,5	799,6	799,5
90	900	899,6	899,6	899,8	899,7
100	1000	1000,2	1000,1	1000,2	1000,2
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo $F_i$ (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
100	0,02	0,10	---	0,01	0,21
200	0,13	0,10	---	0,01	0,21
300	0,22	0,07	---	0,00	0,21
400	0,21	0,02	---	0,00	0,21
500	0,25	0,02	---	0,00	0,21
600	0,21	0,02	---	0,00	0,21
700	0,13	0,03	---	0,00	0,21
800	0,07	0,04	---	0,00	0,21
900	0,03	0,02	---	0,00	0,21
1000	-0,02	0,01	---	0,00	0,21

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0,00 %
---	--------



### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Tel.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com





**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



### PROGRAMACIÓN DE ROTURAS DE PROBETAS Y ENSAYOS PREVIOS EN CAMPO

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'c = 175 KG/CM<sup>2</sup> UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

- 1.- Referencia:** ASTM C1064/C1064M-08, (Método de Ensayo Normalizado de Temperatura de Concreto de Cemento Hidráulico recién Mezclado)  
ASTM C143/C143M, (Método de Ensayo Normalizado para Asentamiento de Concreto de Cemento Hidráulico)  
ASTM C138/C138M-09, (Método de Ensayo Normalizado de Densidad o Peso Unitario del Concreto)
- 2.- Objeto:** Determinar el asentamiento del concreto en estado fresco, así como su temperatura y densidad
- 3.- Equipos:** Balanza, varilla metálica 5/8", molde volumétrico, termómetro digital, cono de abrahams, wincha
- 4.- Desarrollo:**

#### TIPO 0 % DE AGREGADO RECICLADO TRITURADO

	Fecha	OBSERVACIÓN
Vaciado de probetas	07/11/2019	Ninguna
Desencofrado de probetas	08/11/2019	Ninguna
1ra rotura de probetas (7 días)	14/11/2019	Ninguna
2da rotura de probetas (14 días)	21/11/2019	Ninguna
3ra rotura de probetas (28 días)	05/12/2019	Ninguna

<b>Verificación de Slump</b>	<b>2.6 in</b>	Altura de molde	30.00 cm
Peso de molde	3266.00 gr	Área de molde	176.71 cm <sup>2</sup>
Peso de molde + concreto fresco	15972.00 gr	<b>Volúmen de molde</b>	5301.44 cm <sup>3</sup>
<b>Peso concreto fresco</b>	12706.00 gr	<b>Peso Volumétrico Varillado</b>	<b>2396.71 Kg/m<sup>3</sup></b>
Diámetro de molde	15.00 cm	<b>Temperatura del concreto fresco</b>	<b>22.70 °C</b>

#### TIPO 15 % DE AGREGADO RECICLADO TRITURADO

	Fecha	OBSERVACIÓN
Vaciado de probetas	08/11/2019	Ninguna
Desencofrado de probetas	09/11/2019	Ninguna
1ra rotura de probetas (7 días)	15/11/2019	Ninguna
2da rotura de probetas (14 días)	22/11/2019	Ninguna
3ra rotura de probetas (28 días)	06/12/2019	Ninguna

<b>Verificación de Slump</b>	<b>4.5 in</b>	Altura de molde	30.00 cm
Peso de molde	3265.00 gr	Área de molde	176.71 cm <sup>2</sup>
Peso de molde + concreto fresco	15932.00 gr	<b>Volúmen de molde</b>	5301.44 cm <sup>3</sup>
<b>Peso concreto fresco</b>	12667.00 gr	<b>Peso Volumétrico Varillado</b>	<b>2389.35 Kg/m<sup>3</sup></b>
Diámetro de molde	15.00 cm	<b>Temperatura del concreto fresco</b>	<b>23.00 °C</b>

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.  
TEC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajateón Jaramillo  
CIP N° 169667





**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



### PROGRAMACIÓN DE ROTURAS DE PROBETAS Y ENSAYOS PREVIOS EN CAMPO

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'c = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

#### TIPO 30 % DE AGREGADO RECICLADO TRITURADO

	Fecha	OBSERVACIÓN
Vaciado de probetas	09/11/2019	Ninguna
Desencofrado de probetas	10/11/2019	Ninguna
1ra rotura de probetas (7 días)	16/11/2019	Ninguna
2da rotura de probetas (14 días)	23/11/2019	Ninguna
3ra rotura de probetas (28 días)	07/12/2019	Ninguna

<b>Verificación de Slump</b>	<b>4.0 in</b>	Altura de molde	30.00 cm
Peso de molde	3264.00 gr	Área de molde	176.71 cm <sup>2</sup>
Peso de molde + concreto fresco	16018.00 gr	<b>Volúmen de molde</b>	5301.44 cm <sup>3</sup>
<b>Peso concreto fresco</b>	12754.00 gr	<b>Peso Volumétrico Varillado</b>	<b>2405.76 Kg/m<sup>3</sup></b>
Diámetro de molde	15.00 cm	<b>Temperatura del concreto fresco</b>	<b>22.80 °C</b>

#### TIPO 45 % DE AGREGADO RECICLADO TRITURADO

	Fecha	OBSERVACIÓN
Vaciado de probetas	11/11/2019	Ninguna
Desencofrado de probetas	12/11/2019	Ninguna
1ra rotura de probetas (7 días)	18/11/2019	Ninguna
2da rotura de probetas (14 días)	25/11/2019	Ninguna
3ra rotura de probetas (28 días)	09/12/2019	Ninguna

<b>Verificación de Slump</b>	<b>3.5 in</b>	Altura de molde	30.00 cm
Peso de molde	3265.00 gr	Área de molde	176.71 cm <sup>2</sup>
Peso de molde + concreto fresco	16104.00 gr	<b>Volúmen de molde</b>	5301.44 cm <sup>3</sup>
<b>Peso concreto fresco</b>	12839.00 gr	<b>Peso Volumétrico Varillado</b>	<b>2421.80 Kg/m<sup>3</sup></b>
Diámetro de molde	15.00 cm	<b>Temperatura del concreto fresco</b>	<b>22.70 °C</b>



Elío Augusto Saavedra C.  
TEC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



## **ANEXO VI.III**

---

ENSAYOS DE COMPRESIÓN CILÍNDRICA DEL CONCRETO A 7,  
14 Y 28 DÍAS, PARA EL DISEÑO BASE CON 0% DE CONCRETO  
RECICLADO DE VÍAS PEATONALES COMO AGREGADO  
GRUESO



EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (0% A 7 DÍAS)**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"  
**Ubicación:** HUÁNUCO  
**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO  
**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

- 1.- Referencia:** ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.)  
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto:** Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricas para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos:** Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:**

Para elemento estructural	N° MOLDE	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm2)	Tipo de falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diame. Prome.	Área	Altura	Relación Corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm2	L (cm)	L/D	factor	gramos				
Diseño Patrón SIN Concreto Reciclado como Ag. Grueso	M - 01	07/11/2019	14/11/2019	15.01	15.00	15.12	15.13	15.07	178.25	30.05	1.99	0.999	12,646.0	7	23650	132.59	Falla columnar (Agrietamiento Vertical)
	M - 02	07/11/2019	14/11/2019	15.01	15.00	15.12	15.13	15.07	178.25	29.98	1.99	0.999	12,762.0	7	24229	135.76	
	M - 03	07/11/2019	14/11/2019	15.00	15.20	15.10	15.10	15.10	179.08	30.40	2.01	1.002	12,782.0	7	23852	133.41	
M - 04	07/11/2019	14/11/2019	15.00	15.02	14.99	15.03	15.01	176.95	29.98	2.00	1.000	12,742.0	7	25151	142.09		
M - 05	07/11/2019	14/11/2019	15.20	15.10	15.00	15.02	15.08	178.60	30.05	1.99	0.999	12,662.0	7	23844	133.38		
M - 06	07/11/2019	14/11/2019	14.98	14.98	15.02	15.01	15.00	176.66	30.00	2.00	1.000	12,726.0	7	23989	135.80		
M - 07	07/11/2019	14/11/2019	14.98	14.99	15.00	15.01	15.00	176.60	30.02	2.00	1.000	12,694.0	7	23690	134.18		
M - 08	07/11/2019	14/11/2019	15.00	15.01	15.13	15.12	15.07	178.25	30.03	1.99	0.999	12,772.0	7	24783	138.92		
M - 09	07/11/2019	14/11/2019	14.99	14.99	15.01	15.03	15.01	176.83	30.00	2.00	1.000	12,710.0	7	23869	134.97		
M - 10	07/11/2019	14/11/2019	15.02	15.00	15.03	14.99	15.01	176.95	29.99	2.00	1.000	12,762.0	7	24432	138.04		
M - 11	07/11/2019	14/11/2019	15.01	15.05	15.00	15.02	15.02	177.19	29.99	2.00	1.000	12,678.0	7	23363	131.80		
M - 12	07/11/2019	14/11/2019	15.20	15.00	15.10	15.00	15.08	178.49	30.20	2.00	1.000	12,709.0	7	24503	137.34		
M - 13	07/11/2019	14/11/2019	15.01	14.99	15.15	15.20	15.09	178.78	30.01	1.99	0.999	12,678.0	7	24321	135.85		
M - 14	07/11/2019	14/11/2019	14.97	14.99	15.03	15.01	15.00	176.71	30.30	2.02	1.002	12,801.0	7	24908	141.30		
M - 15	07/11/2019	14/11/2019	14.99	15.01	15.20	15.15	15.09	178.78	29.99	1.99	0.998	12,792.0	7	25159	140.51		

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeadas, curadas y ensayadas en el Laboratorio Técnico Especializado de Suelo, Concreto y Asfalto, LABORTEC.

Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco  
 Celular : 962987000  
 Fono : 062-287145  
 E-mail  
 Labortec\_earl@hotmail.com  
 Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR





EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (0% A 7 DÍAS)**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

**4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)**

N° MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm3)	
				HÚMEDA	SECA
M - 03	506.00	478.00	5.86 %	2.35	2.22
M - 04	764.00	710.00	7.61 %	2.40	2.23
M - 11	850.00	806.00	5.46 %	2.39	2.26
M - 13	804.00	758.00	6.07 %	2.36	2.23

**CUADRO DE RESUMEN**

Humedad, %W (promedio)	6.25 %
Densidad Húmeda, $\rho_h$ (promedio)	2.37 g/cm3
Densidad Seca, $\rho_s$ (promedio)	2.24 g/cm3

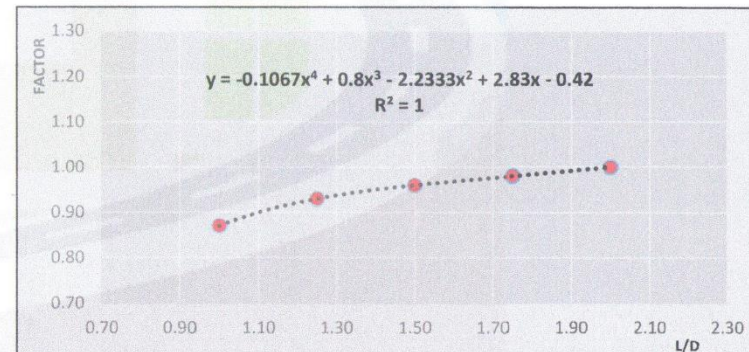
**4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN**

L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

**ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ**

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



T-0 - 2/22



Ing. Rider Cajaleon Jaramillo  
CIP N° 169667





**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (0% A 7 DÍAS)**

Tesis:	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
Ubicación:	HUÁNUCO
Tesista:	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
Fecha:	NOVIEMBRE DEL 2019.

**4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTÁNDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS**

**CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS**

Número de muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	10.29 kgf/cm2
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	2.06 kgf/cm2
Fórmulas:	
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$A = \frac{R}{K}$
$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$	

Media Aritmética, ( $\bar{X}$ )	136.26 kgf/cm2
Mediana, (Me)	135.30 kgf/cm2
Moda, (Mo)	134.27 kgf/cm2

Varianza, ( $\sigma^2$ )	9.41
Desviación Estándar, ( $\sigma$ )	3.07 kgf/cm2
Coefficiente de Variación, (C.V.)	2.25 %
Coefficiente de Pearson, (A.S.)	0.9381

Distribución asimétrica positiva, sesgada hacia la derecha  $\bar{X} > Me > Mo$

**FÓRMULAS**

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi * fi}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$$

$$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (Xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

**Leyenda:**

- n = Tamaño de la Muestra
- K = N° Intervalos
- Li = Límite Inferior
- Ls = Límite Superior
- Xi = Marca de Clase
- fi = Frecuencia Absoluta
- fr = Frecuencia Relativa
- F = Frecuencia Absoluta Acumulada

**TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS**

K	ANCHO DE CLASE		Xi	fi	fr	F	Xi*fi	(Xi- $\bar{X}$ ) <sup>2</sup> *fi
	Li	Ls						
1	[ 131.80	133.86 >	132.83	4	0.2667	4	531.32	47.09
2	[ 133.86	135.92 >	134.89	5	0.3333	9	674.44	9.43
3	[ 135.92	137.97 >	136.95	1	0.0667	10	136.95	0.47
4	[ 137.97	140.03 >	139.00	2	0.1333	12	278.01	15.05
5	[ 140.03	142.09 ]	141.06	3	0.2000	15	423.18	69.15
			$\Sigma =$	15	1		2043.89	141.18

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.  
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



LABORTEC

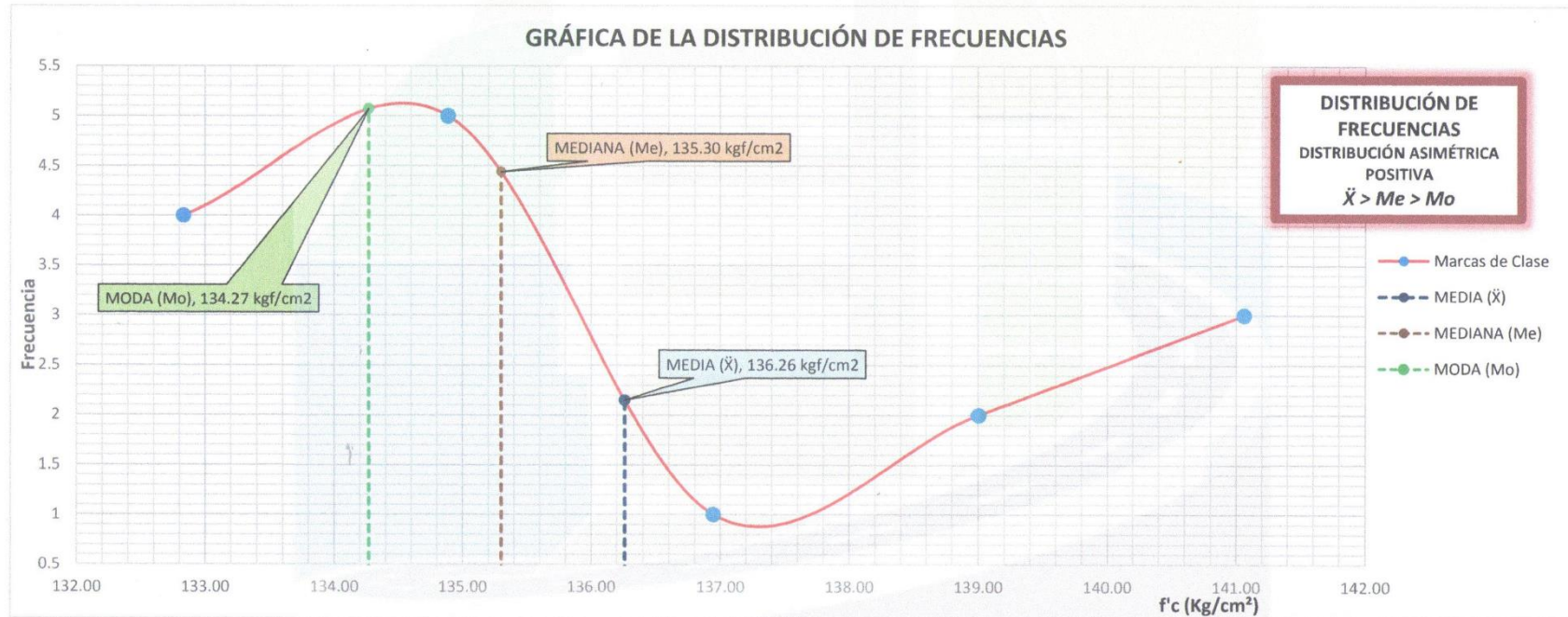
Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 189667



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (0% A 7 DÍAS)**

<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS**



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail  
Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C  
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667

T - 0 - 4/22





**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (0% A 7 DÍAS)**

<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS**

Nº MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 11	1 131.80	0.045200
M - 01	2 132.59	0.063580
M - 05	3 133.38	0.083696
M - 03	4 133.41	0.084464
M - 07	5 134.18	0.103337
M - 09	6 134.97	0.119036
M - 02	7 135.76	0.128323
M - 06	8 135.80	0.128585
M - 13	9 135.85	0.128882
M - 12	10 137.34	0.122225
M - 10	11 138.04	0.109893
M - 08	12 138.92	0.089295
M - 15	13 140.51	0.049813
M - 14	14 141.30	0.033730
M - 04	15 142.09	0.021374

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)	15	
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)	95%	
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)	5%	
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5%
	Z+ CRÍTICO (2.5%)	<b>1.96</b>
	Z- CRÍTICO (2.5%)	<b>-1.96</b>
MARGEN DE ERROR	1.55 kgf//cm²	
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	137.55 kgf//cm²
	LÍMITE INFERIOR	134.45 kgf//cm²
<b>134.45 kgf/cm² ≤ μ ≤ 137.55 kgf/cm²</b>		
<b>INTERPRETACIÓN:</b>		
Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde <b>134.45 kgf/cm² a 137.55 kgf/cm²</b>		

( $\bar{X}$ )	136.26
(σ)	3.07

**FÓRMULAS**

$\alpha = 1 - 95\%$

$M. Error = Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Salvedra C.  
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



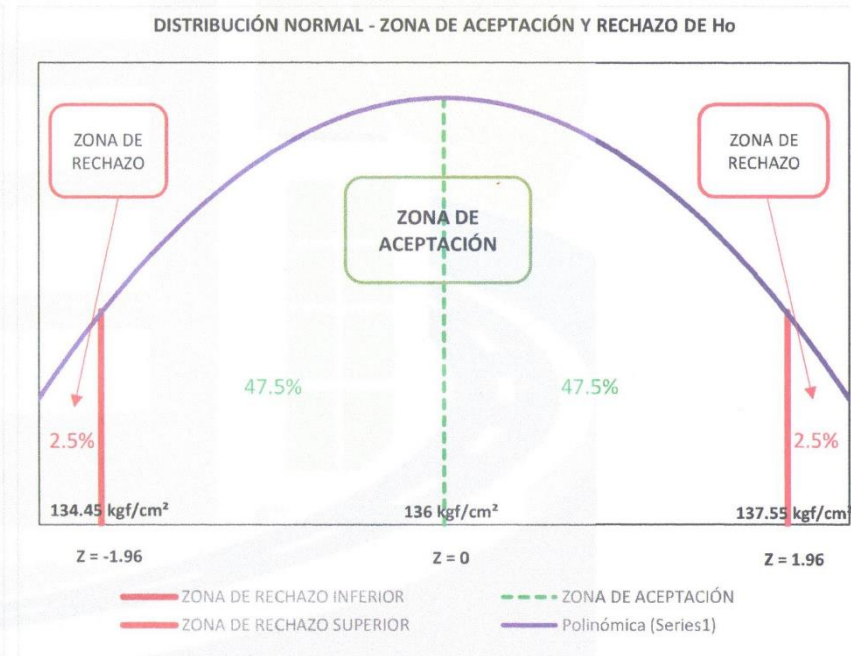
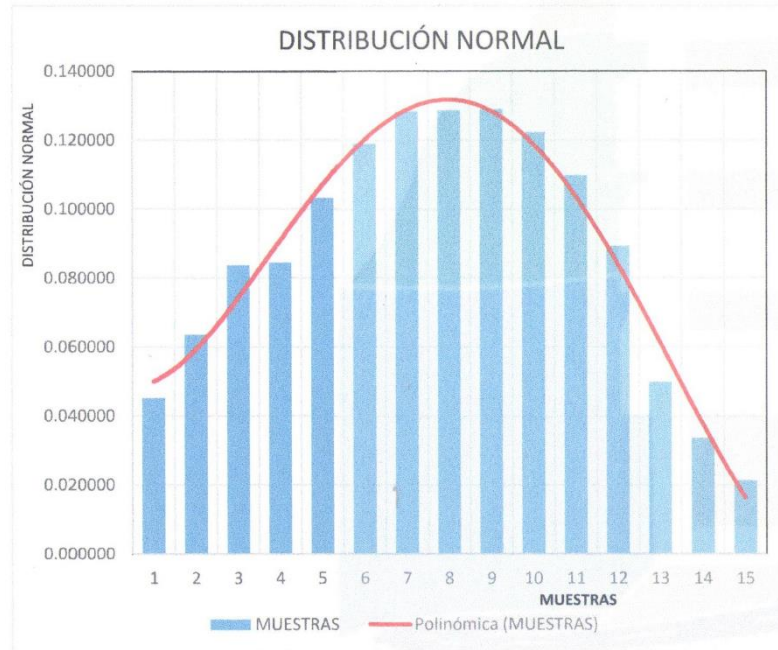
Ing. Rider Capatzen Jaramillo  
CIP Nº 169667



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (0% A 7 DÍAS)**

<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.4.1.- GRÁFICOS**



Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco  
 Celular : 962987000  
 Fono : 062-287145  
 E-mail  
 Labortec\_eirl@hotmail.com  
 Importante: La autenticidad de este informe  
 puede ser verificado mediante el código QR



**LABORTEC**  
 Elio Augusto Saavedra C.  
 TEG. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



**LABORTEC**  
 Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
 CIP N° 169667

T - 0 - 6/22





EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (0% A 7 DÍAS)

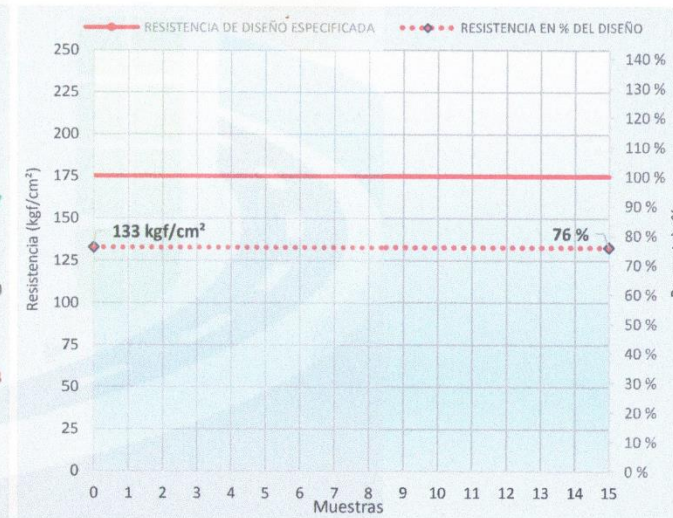
Tesis:	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
Ubicación:	HUÁNUCO
Tesista:	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
Fecha:	DICIEMBRE DEL 2019.

5.- RESULTADOS Y GRÁFICOS

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, $\bar{X}$ )	136 kgf/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar, $\sigma$	3.07 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia característica a la compresión (poblacional)	133 kgf/cm <sup>2</sup>
Dispersión ( Coeficiente de variación, C.V. )	2.25 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada (f'c=175 kgf/cm <sup>2</sup> )	76 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o más
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm <sup>2</sup>
Verificación	Cumple	Cumple



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
 Celular : 962987000  
 Fono : 062-287145  
 E-mail  
 Labortec\_earl@hotmail.com  
 Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

Elio Augusto Saavedra C.  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO  
 LABORTEC

Ing. Rider Cajaleon Jaramillo  
 CIP N° 169667  
 LABORTEC

T-0-7/22





**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (0% A 14 DÍAS)**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

- 1.- Referencia:** ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.)  
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto:** Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricas para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos:** Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:**

Para elemento estructural	N° MOLDE	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto Fc (kgf/cm2)	Tipo de falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diame. Prome.	Área	Altura	Relación Corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm2	L (cm)	L/D	factor	gramos				
Diseño Patrón SIN Concreto Reciclado como Ag. Grueso	M - 01	07/11/2019	21/11/2019	14.99	14.99	14.98	15.00	14.99	176.48	30.02	2.00	1.000	12,653.0	14	27107	153.65	Falla columnar (Agirietamiento Vertical)
	M - 02	07/11/2019	21/11/2019	15.02	15.00	15.01	15.05	15.02	177.19	29.99	2.00	1.000	12,666.0	14	27404	154.60	
	M - 03	07/11/2019	21/11/2019	15.10	15.10	15.00	15.00	15.05	177.89	30.00	1.99	0.999	12,680.0	14	27867	156.52	
M - 04	07/11/2019	21/11/2019	14.98	15.00	14.99	14.99	14.99	176.48	30.02	2.00	1.000	12,613.0	14	26957	152.80		
M - 05	07/11/2019	21/11/2019	15.10	15.10	15.12	15.13	15.11	179.38	30.00	1.99	0.998	12,718.0	14	27807	154.73		
M - 06	07/11/2019	21/11/2019	15.05	15.01	15.00	15.02	15.02	177.19	30.02	2.00	1.000	12,640.0	14	27103	152.94		
M - 07	07/11/2019	21/11/2019	15.01	14.99	15.00	15.00	15.00	176.71	30.01	2.00	1.000	12,739.0	14	27466	155.44		
M - 08	07/11/2019	21/11/2019	14.98	15.00	15.05	15.10	15.03	177.48	30.01	2.00	1.000	12,653.0	14	27219	153.29		
M - 09	07/11/2019	21/11/2019	15.18	15.20	14.99	15.03	15.10	179.08	30.00	1.99	0.998	12,719.0	14	27820	155.09		
M - 10	07/11/2019	21/11/2019	15.20	15.15	15.00	15.00	15.09	178.78	29.98	1.99	0.998	12,626.0	14	27617	154.22		
M - 11	07/11/2019	21/11/2019	15.20	15.20	15.10	15.20	15.18	180.86	30.00	1.98	0.997	12,758.0	14	27546	151.86		
M - 12	07/11/2019	21/11/2019	15.10	15.05	14.98	15.00	15.03	177.48	30.01	2.00	1.000	12,599.0	14	27029	152.22		
M - 13	07/11/2019	21/11/2019	15.12	15.13	15.10	15.10	15.11	179.38	29.98	1.98	0.998	12,778.0	14	27961	155.56		
M - 14	07/11/2019	21/11/2019	15.10	15.20	15.20	15.20	15.18	180.86	30.00	1.98	0.997	12,758.0	14	27881	153.71		
M - 15	07/11/2019	21/11/2019	15.02	14.99	15.20	15.18	15.10	179.02	30.00	1.99	0.998	12,797.0	14	28012	156.22		

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeadas, curadas y ensayadas en el Laboratorio Técnico Especializado de Suelo, Concreto y Asfalto, LABORTEC.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.  
LABORTEC

T-0 - 8/22



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (0% A 14 DÍAS)**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"  
**Ubicación:** HUÁNUCO  
**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO  
**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

**4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)**

N° MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm3)	
				HÚMEDA	SECA
M - 03	524.20	519.20	0.96 %	2.38	2.35
M - 10	650.20	644.20	0.93 %	2.36	2.33
M - 11	584.40	576.40	1.39 %	2.35	2.32
M - 14	817.50	812.50	0.62 %	2.35	2.34

**CUADRO DE RESUMEN**

Humedad, %W (promedio)	0.97 %
Densidad Húmeda, ρh (promedio)	2.36 g/cm3
Densidad Seca, ρs (promedio)	2.34 g/cm3

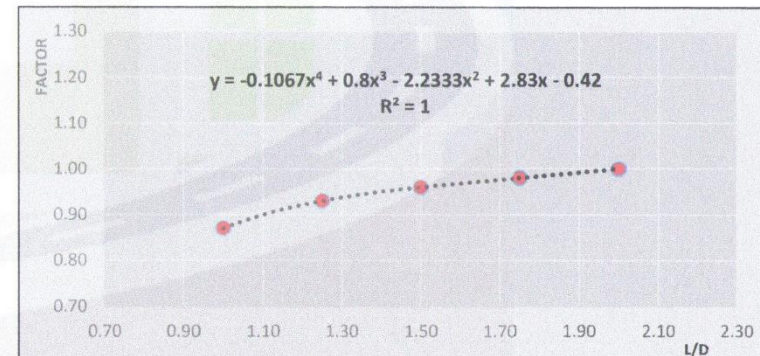
**4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN**

L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

**ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ**

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
 Celular : 962987000  
 Fono : 062-287145  
 E-mail  
 Labortec\_eirl@hotmail.com  
 Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

Elio Augusto Saavedra C.  
 TFC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

T-0 - 9/22

Ing. Rider Cayaleán Jaramillo  
 CIP N° 169667





EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (0% A 14 DÍAS)

Tesis:	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
Ubicación:	HUÁNUCO
Tesista:	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
Fecha:	DICIEMBRE DEL 2019.

4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTÁNDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	4.66 kgf/cm2
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	0.93 kgf/cm2

Fórmulas:

$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$A = \frac{R}{K}$
$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$	

Media Aritmética, ( $\bar{X}$ )	154.13 kgf/cm2
Mediana, (Me)	153.96 kgf/cm2
Moda, (Mo)	153.26 kgf/cm2

Varianza, ( $\sigma^2$ )	1.44
Desviación Estándar, ( $\sigma$ )	1.20 kgf/cm2
Coefficiente de Variación, (C.V.)	0.78 %
Coefficiente de Pearson, (A.S.)	0.4250

Distribución asimétrica positiva, sesgada hacia la derecha  $\bar{X} > Me > Mo$

FÓRMULAS

$\bar{X} = \frac{\sum Xi * fi}{n}$	$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$
$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$	$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$
$\sigma^2 = \frac{\sum (Xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$	$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$
$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$	

Leyenda:

- n = Tamaño de la Muestra
- K = N° Intervalos
- Li = Limite Inferior
- Ls = Limite Superior
- Xi = Marca de Clase
- fi = Frecuencia Absoluta
- fr = Frecuencia Relativa
- F = Frecuencia Absoluta Acumulada

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		Xi	fi	fr	F	Xi*fi	(Xi- $\bar{X}$ ) <sup>2</sup> *fi
	Li	Ls						
1	[ 151.86	152.79 >	152.33	2	0.1333	2	304.65	6.51
2	[ 152.79	153.72 >	153.26	5	0.3333	7	766.29	3.80
3	[ 153.72	154.66 >	154.19	2	0.1333	9	308.38	0.01
4	[ 154.66	155.59 >	155.12	4	0.2667	13	620.49	3.94
5	[ 155.59	156.52 ]	156.05	2	0.1333	15	312.11	7.40
$\Sigma =$				15	1		2311.92	21.66

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
 Celular : 962987000  
 Fono : 062-287145  
 E-mail  
 Labortec\_eirl@hotmail.com  
 Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



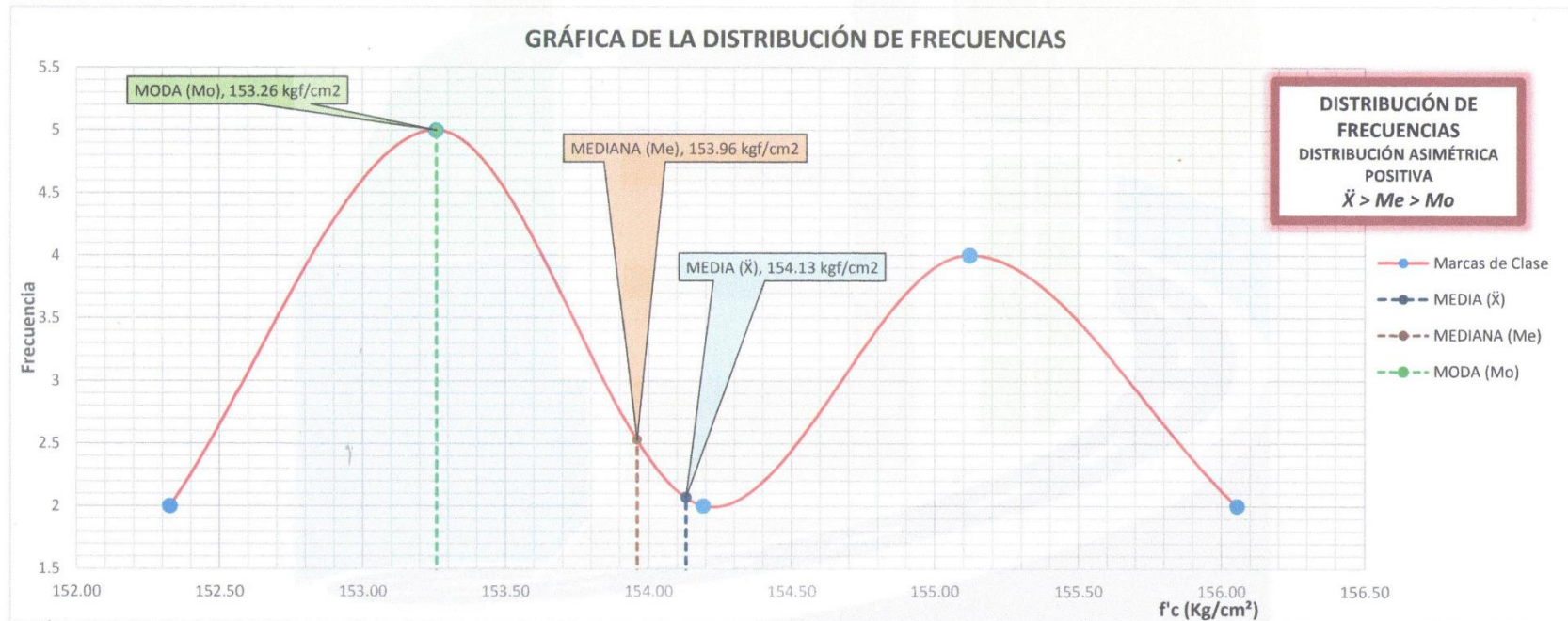
T-0-10/22



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (0% A 14 DÍAS)

Tesis:	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
Ubicación:	HUÁNUCO
Tesista:	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
Fecha:	DICIEMBRE DEL 2019.

4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS





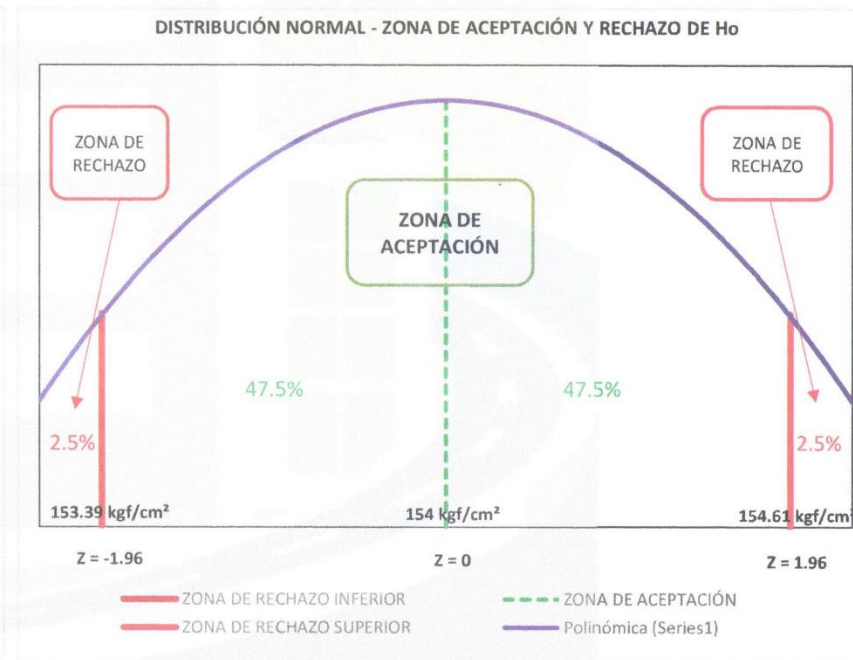
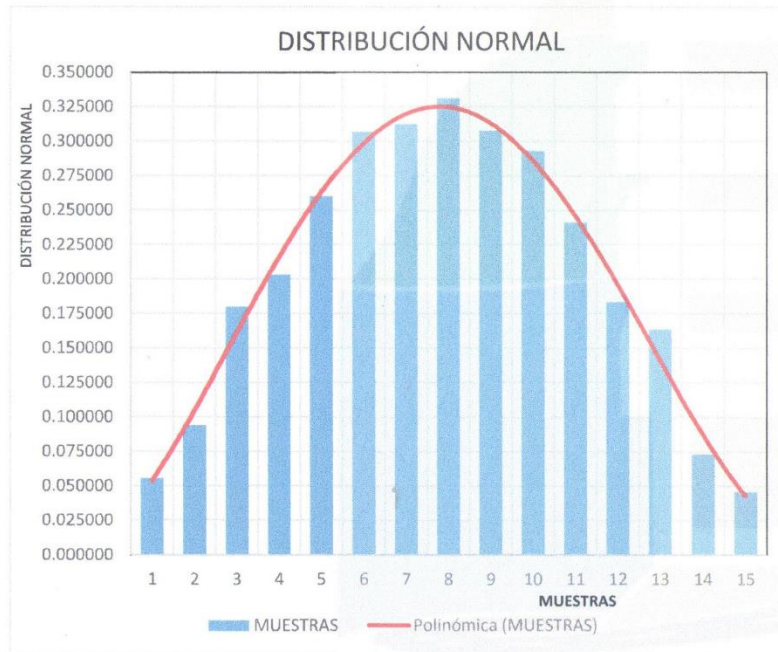




**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (0% A 14 DÍAS)**

<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.4.1.- GRÁFICOS**



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail  
Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C  
REC. LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667





MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (0% A 14 DÍAS)

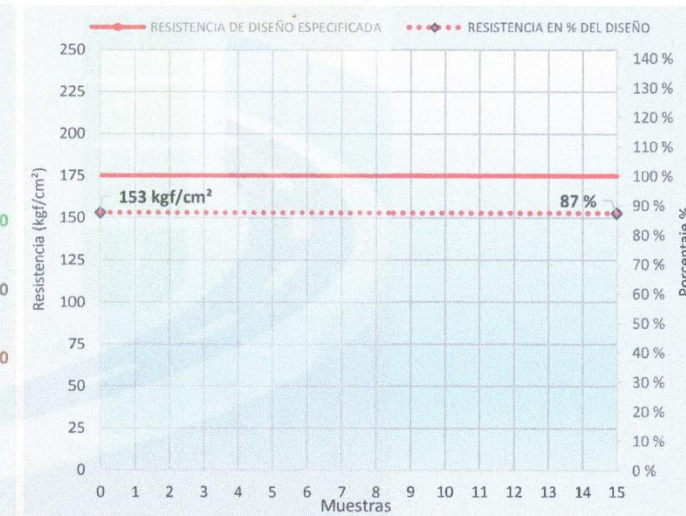
Tesis:	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
Ubicación:	HUÁNUCO
Tesista:	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
Fecha:	DICIEMBRE DEL 2019.

5.- RESULTADOS Y GRÁFICOS

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, $\bar{X}$ )	154 kgf/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar, $\sigma$	1.20 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia característica a la compresión (poblacional)	153 kgf/cm <sup>2</sup>
Dispersión ( Coeficiente de variación, C.V. )	0.78 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada (f'c=175 kgf/cm <sup>2</sup> )	87 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o más
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm <sup>2</sup>
Verificación	Cumple	Cumple



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail  
Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.  
ING. LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajateñi Jaramillo  
CIP N° 169667

T - 0 - 14/22





**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (0% A 28 DÍAS)**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

- 1.- Referencia:** ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.)  
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto:** Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricas para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos:** Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:**

Para elemento estructural	N° MOLDE	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro									Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm2)	Tipo de falla	
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diame. Prome.	Área	Altura	Relación Corrección						Peso libre seco
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm2	L (cm)	L/D	factor					gramos
Diseño Patrón SIN Concreto Reciclado como Ag. Grueso	M - 01	07/11/2019	05/12/2019	15.05	15.00	15.05	15.02	15.03	177.42	29.98	1.99	0.999	12,539.0	28	32083	180.71	Falla columnar (Agrietamiento Vertical)
	M - 02	07/11/2019	05/12/2019	15.00	15.00	14.98	15.00	15.00	176.60	30.00	2.00	1.000	12,713.0	28	32424	183.62	
	M - 03	07/11/2019	05/12/2019	15.00	15.10	15.00	15.00	15.03	177.30	30.00	2.00	1.000	12,584.0	28	31976	180.27	
M - 04	07/11/2019	05/12/2019	15.05	15.00	15.00	15.02	15.02	177.13	30.00	2.00	1.000	12,627.0	28	32560	183.77		
M - 05	07/11/2019	05/12/2019	15.10	15.00	15.00	15.00	15.03	177.30	30.10	2.00	1.000	12,830.0	28	32958	185.96		
M - 06	07/11/2019	05/12/2019	14.98	15.01	15.00	15.02	15.00	176.77	30.00	2.00	1.000	12,869.0	28	32655	184.72		
M - 07	07/11/2019	05/12/2019	14.90	14.90	15.00	15.20	15.00	176.71	30.00	2.00	1.000	12,674.0	28	32692	185.00		
M - 08	07/11/2019	05/12/2019	15.02	15.00	14.90	14.95	14.97	175.95	29.99	2.00	1.000	12,607.0	28	31934	181.58		
M - 09	07/11/2019	05/12/2019	15.05	15.02	15.00	15.05	15.03	177.42	29.98	1.99	0.999	12,791.0	28	32783	184.65		
M - 10	07/11/2019	05/12/2019	15.20	15.00	14.90	14.90	15.00	176.71	30.00	2.00	1.000	12,674.0	28	32219	182.32		
M - 11	07/11/2019	05/12/2019	15.00	15.00	15.10	15.00	15.03	177.30	30.01	2.00	1.000	12,752.0	28	32362	182.46		
M - 12	07/11/2019	05/12/2019	14.98	15.00	15.05	15.00	15.01	176.89	30.00	2.00	1.000	12,629.0	28	32623	184.40		
M - 13	07/11/2019	05/12/2019	15.00	15.00	15.05	15.00	15.01	177.01	30.00	2.00	1.000	12,562.0	28	32111	181.37		
M - 14	07/11/2019	05/12/2019	15.10	15.02	14.90	15.00	15.01	176.83	30.01	2.00	1.000	12,751.0	28	32341	182.89		
M - 15	07/11/2019	05/12/2019	15.00	14.98	15.00	15.05	15.01	176.89	30.02	2.00	1.000	12,908.0	28	32833	185.62		

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeadas, curadas y ensayadas en el Laboratorio Técnico Especializado de Suelo, Concreto y Asfalto, LABORTEC.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.  
ING. LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

T - 0 - 15/22



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (0% A 28 DÍAS)**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"  
**Ubicación:** HUÁNUCO  
**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO  
**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

**4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)**

N° MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm3)	
				HÚMEDA	SECA
M - 03	480.40	446.20	7.66 %	2.37	2.20
M - 05	508.50	501.20	1.46 %	2.40	2.37
M - 07	478.50	443.80	7.82 %	2.39	2.22
M - 10	646.90	612.20	5.67 %	2.39	2.26

**CUADRO DE RESUMEN**

Humedad, %W (promedio)	5.65 %
Densidad Húmeda, <math>\rho_h</math> (promedio)	2.39 g/cm3
Densidad Seca, <math>\rho_s</math> (promedio)	2.26 g/cm3

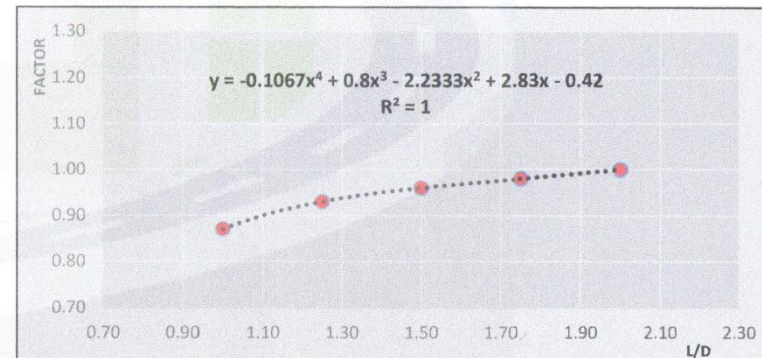
**4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN**

L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

**ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ**

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
 Celular : 962987000  
 Fono : 062-287145  
 E-mail  
 Labortec\_eirl@hotmail.com  
 Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

LABORTEC  
 Elio Augusto Saavedra C.  
 TECNOLÓGICO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

T-0 - 16/22

LABORTEC  
 Ing. Rider Cajalón Jaramillo  
 CIP N° 169667





EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (0% A 28 DÍAS)

Tesis:	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO REICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
Ubicación:	HUÁNUCO
Tesista:	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
Fecha:	DICIEMBRE DEL 2019.

4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTÁNDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	5.69 kgf/cm2
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	1.14 kgf/cm2
Fórmulas:	
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$A = \frac{R}{K}$
$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$	

Media Aritmética, ( $\bar{X}$ )	183.19 kgf/cm2
Mediana, (Me)	183.40 kgf/cm2
Moda, (Mo)	184.44 kgf/cm2

Varianza, ( $\sigma^2$ )	2.67
Desviación Estándar, ( $\sigma$ )	1.63 kgf/cm2
Coefficiente de Variación, (C.V.)	0.89 %
Coefficiente de Pearson, (A.S.)	-0.3865
Distribución asimétrica negativa, sesgada hacia la izquierda $\bar{X} < Me < Mo$	

**FÓRMULAS**

$\bar{X} = \frac{\sum Xi * fi}{n}$	$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$
$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$	
$\sigma^2 = \frac{\sum (Xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$	$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$
$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$	$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		Xi	fi	fr	F	Xi*fi	(Xi- $\bar{X}$ ) <sup>2</sup> *fi
	Li	Ls						
1	[ 180.27	181.41 >	180.84	3	0.2000	3	542.52	16.58
2	[ 181.41	182.55 >	181.98	3	0.2000	6	545.93	4.41
3	[ 182.55	183.68 >	183.12	2	0.1333	8	366.23	0.01
4	[ 183.68	184.82 >	184.25	4	0.2667	12	737.01	4.52
5	[ 184.82	185.96 ]	185.39	3	0.2000	15	556.17	14.53
			$\Sigma =$	15	1		2747.86	40.06

**Leyenda:**

- n = Tamaño de la Muestra
- K = N° Intervalos
- Li = Limite Inferior
- Ls = Limite Superior
- Xi = Marca de Clase
- fi = Frecuencia Absoluta
- fr = Frecuencia Relativa
- F = Frecuencia Absoluta Acumulada

Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco  
 Celular : 962987000  
 Fono : 062-287145  
 E-mail  
 Labortec\_eirl@hotmail.com  
 Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

Elio Augusto Saavedra C.  
 TEG. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

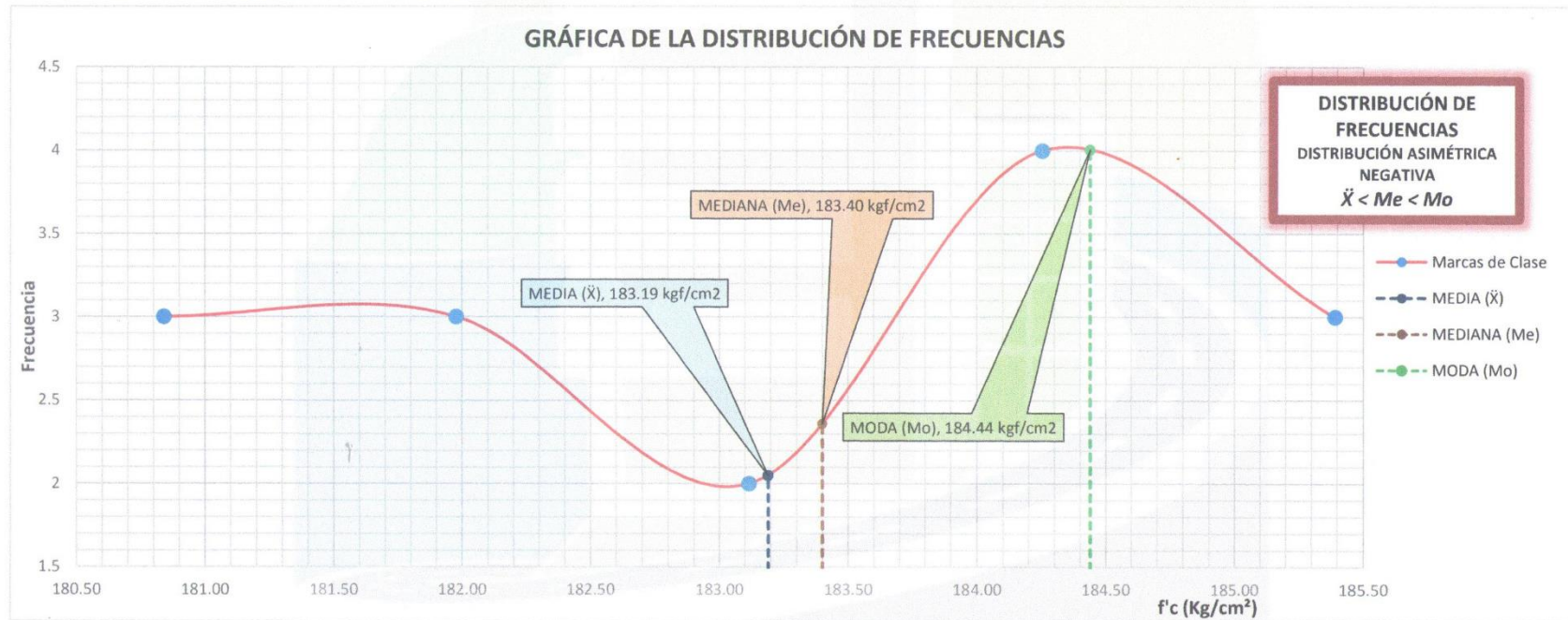
Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
 CIP N° 169667



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (0% A 28 DÍAS)

Tesis:	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
Ubicación:	HUÁNUCO
Tesista:	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
Fecha:	DICIEMBRE DEL 2019.

4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail  
Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.  
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667

T - 0 - 18/22





**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (0% A 28 DÍAS)**

<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS**

N° MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm <sup>2</sup> )		DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 03	1	180.27	0.049469
M - 01	2	180.71	0.077183
M - 13	3	181.37	0.131303
M - 08	4	181.58	0.150259
M - 10	5	182.32	0.211864
M - 11	6	182.46	0.220938
M - 14	7	182.89	0.240039
M - 02	8	183.62	0.235812
M - 04	9	183.77	0.229218
M - 12	10	184.40	0.185591
M - 09	11	184.65	0.163789
M - 06	12	184.72	0.157495
M - 07	13	185.00	0.132198
M - 15	14	185.62	0.080813
M - 05	15	185.96	0.058040

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)	15	
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)	95%	
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)	5%	
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5%
	Z+ CRÍTICO (2.5%)	<b>1.96</b>
	Z- CRÍTICO (2.5%)	<b>-1.96</b>
MARGEN DE ERROR	0.83 kgf//cm <sup>2</sup>	
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	183.83 kgf//cm <sup>2</sup>
	LÍMITE INFERIOR	182.17 kgf//cm <sup>2</sup>
	<b>182.17 kgf/cm<sup>2</sup> ≤ μ ≤ 183.83 kgf/cm<sup>2</sup></b>	
<b>INTERPRETACIÓN:</b>		
Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde 182.17 kgf/cm <sup>2</sup> a 183.83 kgf/cm <sup>2</sup>		

( $\bar{X}$ )	183.19
(σ)	1.63

FÓRMULAS	
$\alpha = 1 - 95\%$	
$M. Error = Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	
$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



**LABORTEC**  
Elio Augusto Saavedra C.  
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



**LABORTEC**  
Ing. Rider Cajaleon Jaramillo  
CIP N° 169667

T - 0 - 19/22

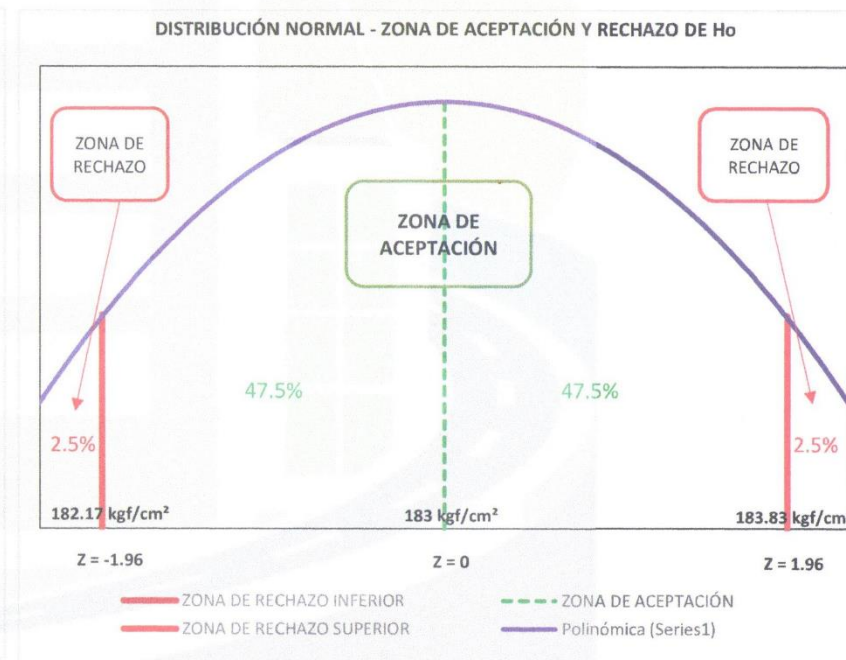
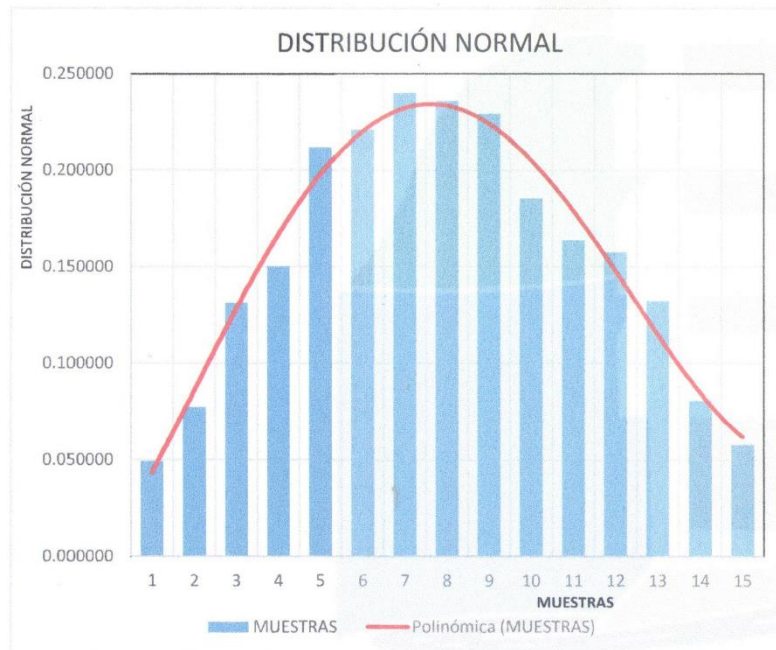




**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (0% A 28 DÍAS)**

<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'c = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.4.1.- GRÁFICOS**



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail  
Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificado mediante el código QR



**Elio Augusto Saavedra C**  
LABORTEC  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**Ing. Rider Cajaleón Jaramillo**  
LABORTEC  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
CIP N° 169667

T-0-20/22



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (0% A 28 DÍAS)**

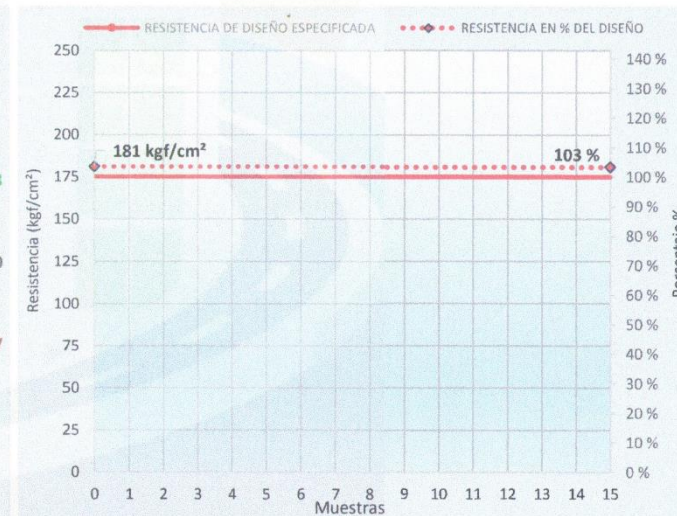
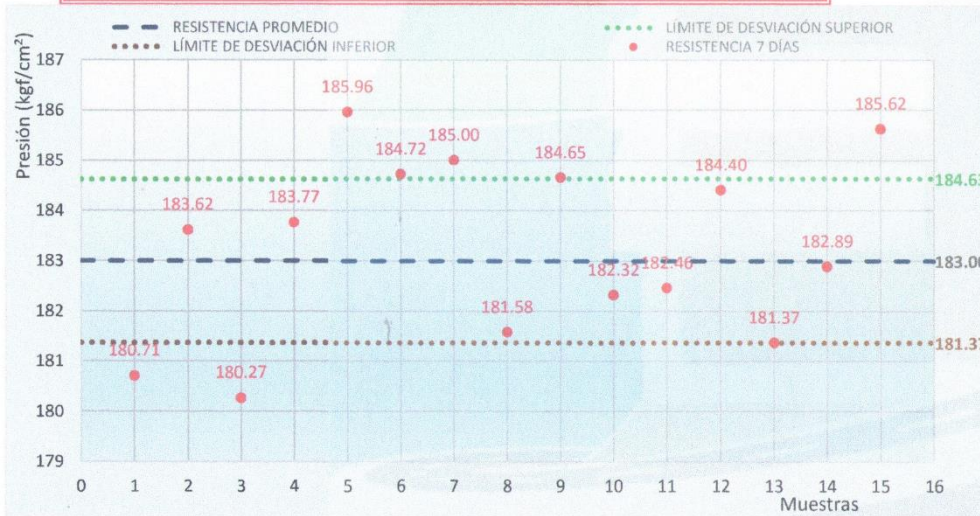
<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	DICIEMBRE DEL 2019.

**5.- RESULTADOS Y GRÁFICOS**

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, $\bar{X}$ )	183 kgf/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar, $\sigma$	1.63 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia característica a la compresión (poblacional)	181 kgf/cm <sup>2</sup>
Dispersión ( Coeficiente de variación, C.V. )	0.89 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada (f'c=175 kgf/cm <sup>2</sup> )	103 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o más
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm <sup>2</sup>
Verificación	<b>Cumple</b>	<b>Cumple</b>



Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail  
Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.  
TEC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaico Jaramillo  
CIP N° 169667

T - 0 - 21/22





MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO ( 0% )

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

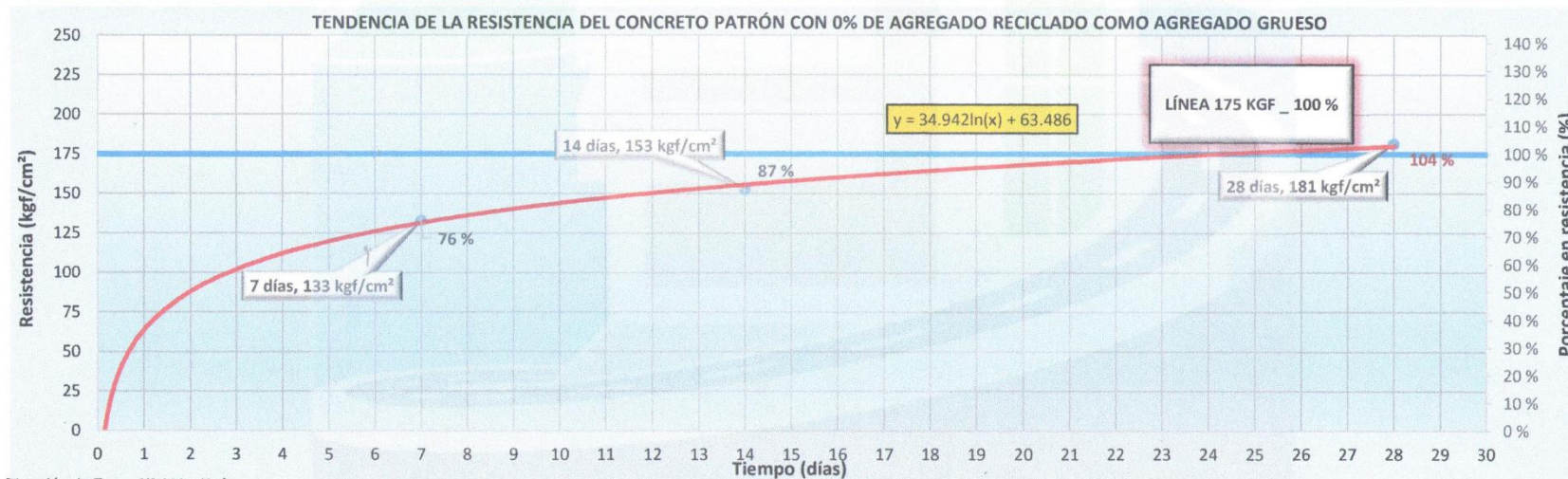
**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

1.- CUADRO DE RESUMEN Y GRÁFICA DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO

	RESULTADOS GENERALES POR EDADES				ECUACIÓN GENERAL PARA ESTIMAR LA EVOLUCIÓN DEL CONCRETO SEGÚN AVANCE DE LOS DÍAS
	EDAD DEL CONCRETO EN DÍAS				
	0	7	14	28	
<b>_ % AG. RECICLADO:</b> 0 %					
RESISTENCIA CARACTERÍSTICO, f'c	0 kgf/cm <sup>2</sup>	133 kgf/cm <sup>2</sup>	153 kgf/cm <sup>2</sup>	181 kgf/cm <sup>2</sup>	<b>f'c = 34.942*ln(días) + 63.486</b>
Porcentaje en resistencia de diseño referencial (f'c = 175 kgf/cm <sup>2</sup> )	0 %	76 %	87 %	104 %	



Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco


Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.  
TÉCNICO LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

T - 0 - 22/22



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667

## **ANEXO VI.IV**

---

ENSAYOS DE COMPRESIÓN CILÍNDRICA DEL CONCRETO A 7,  
14 Y 28 DÍAS, PARA EL DISEÑO CON 15% DE CONCRETO  
RECICLADO DE VÍAS PEATONALES COMO AGREGADO  
GRUESO





EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (15% A 7 DÍAS)**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"  
**Ubicación:** HUÁNUCO  
**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO  
**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

- 1.- Referencia:** ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.)  
 NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto:** Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricas para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos:** Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:**

Para elemento estructural	N° MOLDE	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto Fc (kgf/cm2)	Tipo de falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diame. Prome.	Área	Altura	Relación Corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm2	L (cm)	L/D	factor	gramos				
Diseño con 15% de Concreto Reciclado como Ag. Grueso	M - 01	08/11/2019	15/11/2019	15.02	15.00	15.00	15.01	15.01	176.89	29.98	2.00	1.000	12,693.0	7	21614	122.15	Falla columnar (Arietamiento Vertical)
	M - 02	08/11/2019	15/11/2019	15.00	14.99	15.20	15.15	15.09	178.72	30.10	2.00	0.999	12,819.0	7	22391	125.21	
	M - 03	08/11/2019	15/11/2019	15.20	15.30	15.17	15.19	15.22	181.82	29.98	1.97	0.996	12,736.0	7	22639	124.05	
M - 04	08/11/2019	15/11/2019	14.98	15.00	15.10	15.05	15.03	177.48	30.05	2.00	1.000	12,807.0	7	22175	124.93		
M - 05	08/11/2019	15/11/2019	15.10	15.10	15.20	15.00	15.10	179.08	30.00	1.99	0.998	12,710.0	7	22388	124.81		
M - 06	08/11/2019	15/11/2019	14.99	15.00	15.10	15.12	15.05	177.95	30.01	1.99	0.999	12,760.0	7	22150	124.37		
M - 07	08/11/2019	15/11/2019	15.09	15.10	15.12	15.00	15.08	178.55	30.02	1.99	0.999	12,744.0	7	21786	121.88		
M - 08	08/11/2019	15/11/2019	15.05	15.15	15.20	14.95	15.09	178.78	30.02	1.99	0.999	12,794.0	7	22464	125.49		
M - 09	08/11/2019	15/11/2019	14.99	15.00	15.15	15.20	15.09	178.72	29.99	1.99	0.999	12,782.0	7	22327	124.74		
M - 10	08/11/2019	15/11/2019	15.10	15.22	15.00	15.05	15.09	178.90	30.02	1.99	0.999	12,727.0	7	22132	123.54		
M - 11	08/11/2019	15/11/2019	15.00	14.98	15.02	15.10	15.03	177.30	30.10	2.00	1.000	12,769.0	7	22097	124.68		
M - 12	08/11/2019	15/11/2019	15.30	15.20	15.20	15.18	15.22	181.94	30.00	1.97	0.996	12,726.0	7	22610	123.82		
M - 13	08/11/2019	15/11/2019	15.00	15.01	15.02	15.00	15.01	176.89	29.99	2.00	1.000	12,719.0	7	21808	123.26		
M - 14	08/11/2019	15/11/2019	15.22	15.10	15.00	15.00	15.08	178.60	30.00	1.99	0.999	12,702.0	7	21896	122.43		
M - 15	08/11/2019	15/11/2019	15.05	15.15	15.20	14.95	15.09	178.78	30.02	1.99	0.999	12,794.0	7	22216	124.10		

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeadas, curadas y ensayadas en el Laboratorio Técnico Especializado de Suelo, Concreto y Asfalto, LABORTEC.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
 Celular : 962987000  
 Fono : 062-287145  
 E-mail  
 Labortec\_eirl@hotmail.com  
 Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



T - 15 - 1/22





EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (15% A 7 DÍAS)**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"  
**Ubicación:** HUÁNUCO  
**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO  
**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

**4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)**

N° MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm3)	
				HÚMEDA	SECA
M - 05	585.20	549.90	6.42 %	2.37	2.22
M - 07	458.30	430.20	6.53 %	2.38	2.23
M - 08	651.60	615.10	5.93 %	2.38	2.25
M - 15	478.80	450.40	6.31 %	2.38	2.24

**CUADRO DE RESUMEN**

Humedad, %W (promedio)	6.30 %
Densidad Húmeda, $\rho_h$ (promedio)	2.38 g/cm3
Densidad Seca, $\rho_s$ (promedio)	2.24 g/cm3

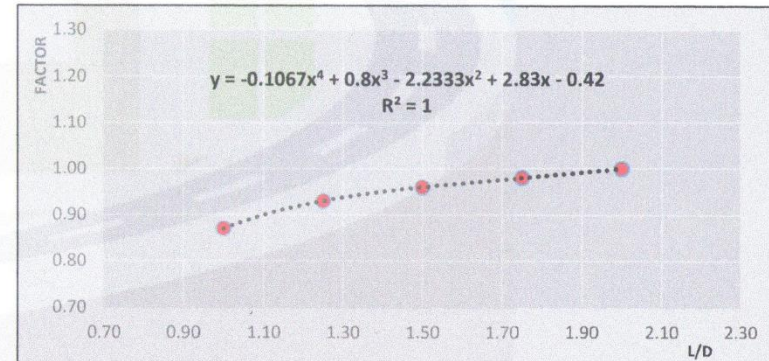
**4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN**

L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

**ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ**

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
 Celular : 962987000  
 Fono : 062-287145  
 E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

 Elio Augusto Saavedra C.  
 TEC. LABORATORIOS DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

T-15 - 2/22

 Ing. Rider Cajaleán Jaramillo  
 CIP N° 169667



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (15% A 7 DÍAS)

Tesis:	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
Ubicación:	HUÁNUCO
Tesista:	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
Fecha:	DICIEMBRE DEL 2019.

4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTÁNDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	3.61 kgf/cm2
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	0.72 kgf/cm2
Fórmulas:	
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$A = \frac{R}{K}$
$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$	

Media Aritmética, ( $\bar{X}$ )	123.97 kgf/cm2
Mediana, (Me)	124.26 kgf/cm2
Moda, (Mo)	124.59 kgf/cm2

Varianza, ( $\sigma^2$ )	1.10
Desviación Estándar, ( $\sigma$ )	1.05 kgf/cm2
Coefficiente de Variación, (C.V.)	0.85 %
Coefficiente de Pearson, (A.S.)	-0.8286
Distribución asimétrica negativa, sesgada hacia la izquierda $\bar{X} < Me < Mo$	

FÓRMULAS

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi * fi}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$$

$$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (Xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

Leyenda:

n = Tamaño de la Muestra  
K = N° Intervalos  
Li = Límite Inferior  
Ls = Límite Superior  
Xi = Marca de Clase  
fi = Frecuencia Absoluta  
fr = Frecuencia Relativa  
F = Frecuencia Absoluta Acumulada

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		Xi	fi	fr	F	Xi*fi	(Xi- $\bar{X}$ ) <sup>2</sup> *fi
	Li	Ls						
1	[ 121.88	122.60 >	122.24	3	0.2000	3	366.72	8.97
2	[ 122.60	123.32 >	122.96	1	0.0667	4	122.96	1.01
3	[ 123.32	124.05 >	123.69	2	0.1333	6	247.37	0.16
4	[ 124.05	124.77 >	124.41	5	0.3333	11	622.04	0.95
5	[ 124.77	125.49 ]	125.13	4	0.2667	15	500.52	5.37
$\Sigma =$				15	1		1859.61	16.47

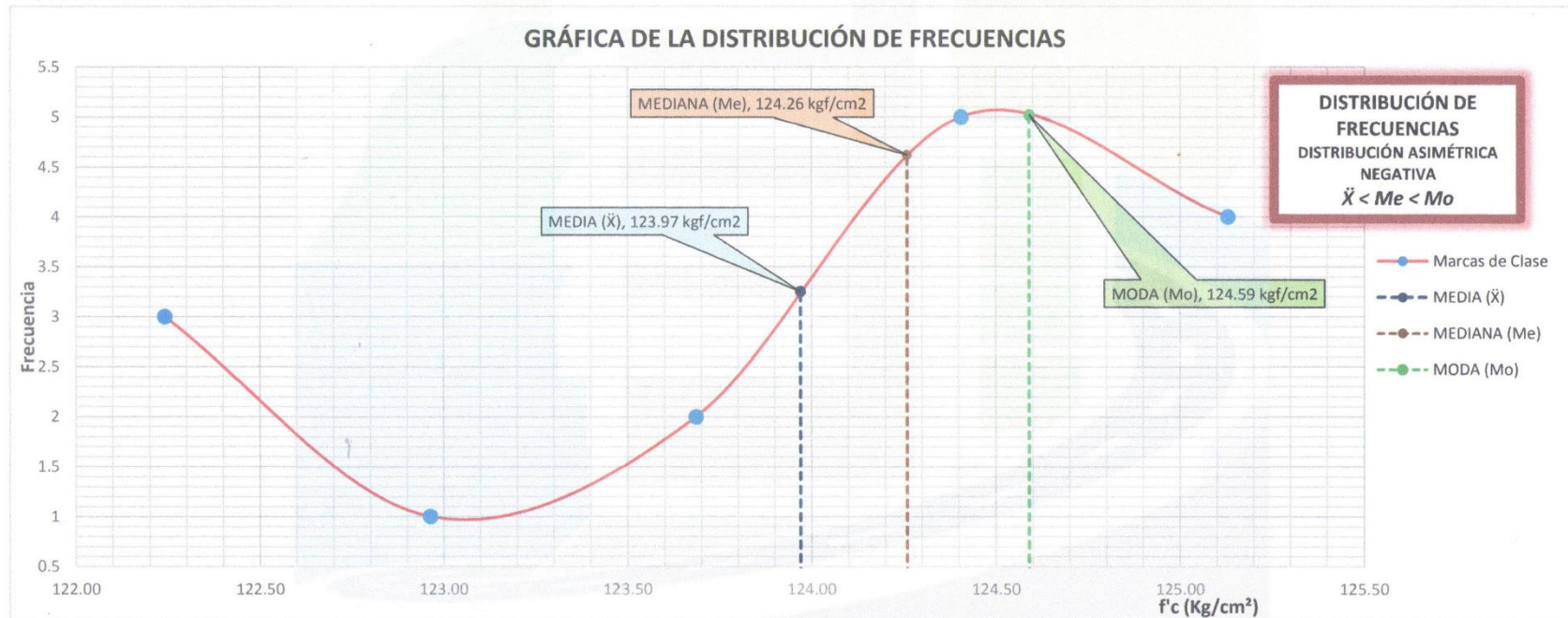




MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (15% A 7 DÍAS)

Tesis:	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
Ubicación:	HUÁNUCO
Tesista:	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
Fecha:	DICIEMBRE DEL 2019.

4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
 Celular : 962987000  
 Fono : 062-287145  
 E-mail  
 Labortec\_eirl@hotmail.com  
 Importante: La autenticidad de este informe  
 puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.  
 TEC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
 CIP N° 169867

T-15-4/22



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (15% A 7 DÍAS)**

<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS**

N° MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm <sup>2</sup> )	DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 07	121.88	0.052102
M - 01	122.15	0.084256
M - 14	122.43	0.129309
M - 13	123.26	0.302618
M - 10	123.54	0.349954
M - 12	123.82	0.376811
M - 03	124.05	0.379583
M - 15	124.10	0.377773
M - 06	124.37	0.353944
M - 11	124.68	0.302618
M - 09	124.74	0.290627
M - 05	124.81	0.276091
M - 04	124.93	0.250231
M - 02	125.21	0.189033
M - 08	125.49	0.132963

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)	15	
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)	95%	
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)	5%	
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5%
	Z+ CRÍTICO (2.5%)	<b>1.96</b>
	Z- CRÍTICO (2.5%)	<b>-1.96</b>
MARGEN DE ERROR	0.53 kgf//cm <sup>2</sup>	
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	124.53 kgf//cm <sup>2</sup>
	LÍMITE INFERIOR	123.47 kgf//cm <sup>2</sup>
	<b>123.47 kgf/cm<sup>2</sup> ≤ μ ≤ 124.53 kgf/cm<sup>2</sup></b>	
<b>INTERPRETACIÓN:</b>		
Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde <b>123.47 kgf/cm<sup>2</sup> a 124.53 kgf/cm<sup>2</sup></b>		

( $\bar{X}$ )	123.97
(σ)	1.05

FÓRMULAS
$\alpha = 1 - 95\%$
$M. Error = Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

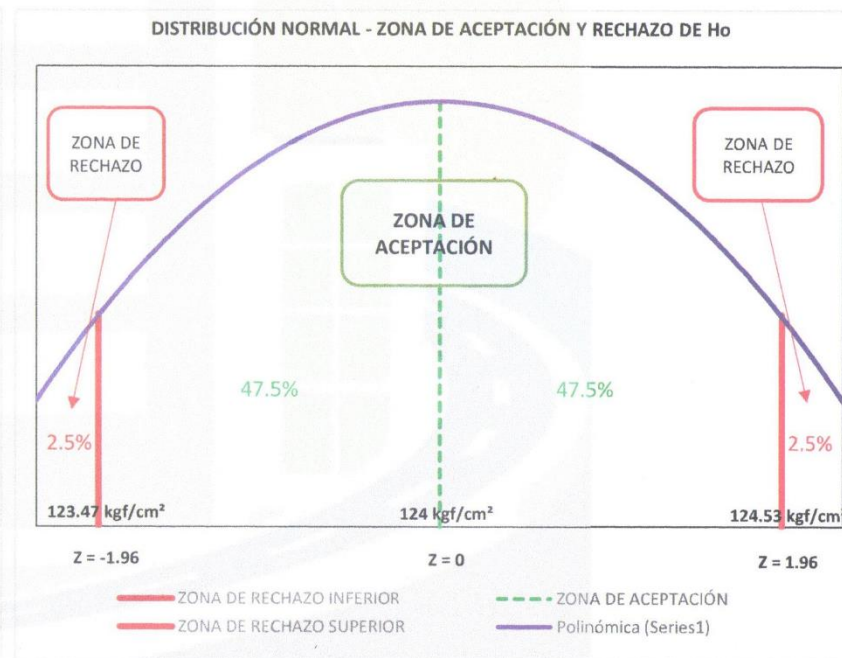
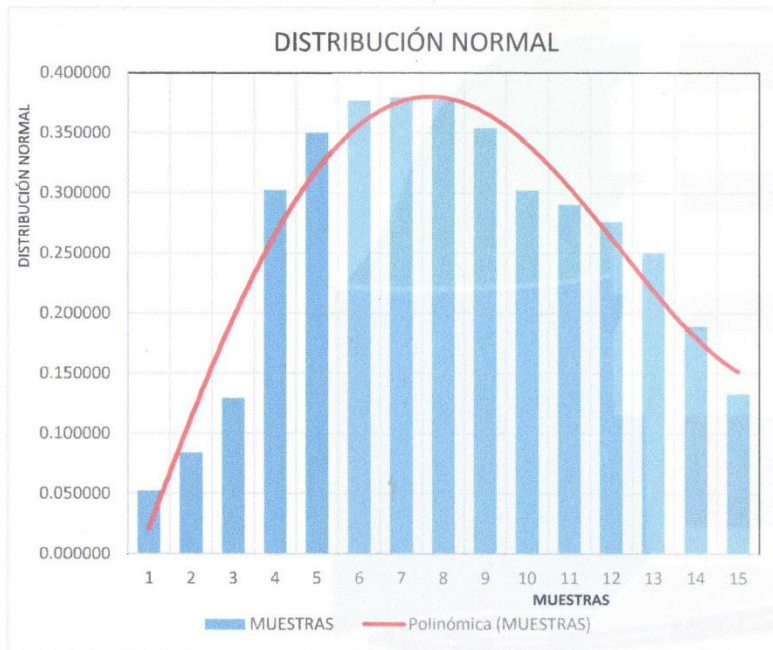




**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (15% A 7 DÍAS)**

<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.4.1.- GRÁFICOS**



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail  
labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.  
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Yaramillo  
CIP N° 169667





**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (15% A 7 DÍAS)**

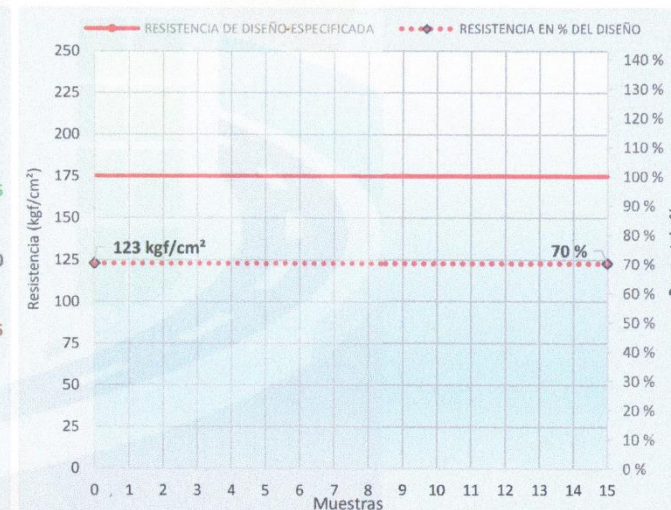
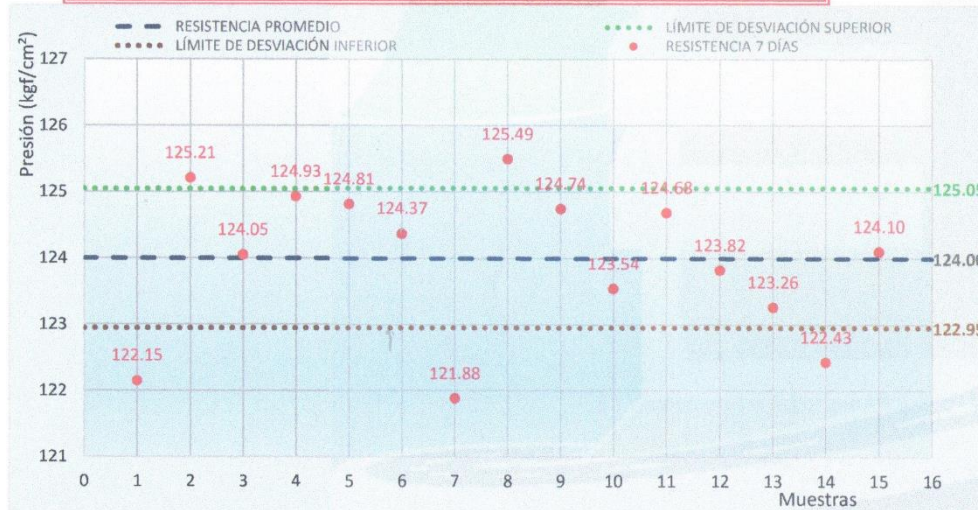
<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	DICIEMBRE DEL 2019.

**5.- RESULTADOS Y GRÁFICOS**

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, $\bar{X}$ )	124 kgf/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar, $\sigma$	1.05 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia característica a la compresión (poblacional)	123 kgf/cm <sup>2</sup>
Dispersión ( Coeficiente de variación, C.V. )	0.85 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada (f'c=175 kgf/cm <sup>2</sup> )	70 %

**CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034**

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o más
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm <sup>2</sup>
Verificación	<b>Cumple</b>	<b>Cumple</b>



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail  
Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



**Elio Augusto Saavedra C.**  
ING. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

T - 15 - 7/22



**Ing. Rider Cajaleon Jaramillo**  
CIP N° 169667





**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (15% A 14 DÍAS)**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

- 1.- Referencia:** ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.)  
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto:** Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricas para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos:** Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:**

Para elemento estructural	N° MOLDE	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm2)	Tipo de falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diame. Prome.	Área	Altura	Relación Corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm2	L (cm)	L/D	factor	gramos				
Diseño con 15% de Concreto Reciclado como Ag. Grueso	M - 01	08/11/2019	22/11/2019	15.10	15.00	15.05	15.00	15.04	177.60	29.98	1.99	0.999	12,748.0	14	27935	157.17	Falla columnar (Arietamiento Vertical)
	M - 02	08/11/2019	22/11/2019	15.20	15.00	15.10	14.97	15.07	178.31	30.00	1.99	0.999	12,744.0	14	27178	152.25	
	M - 03	08/11/2019	22/11/2019	14.99	15.00	15.02	15.00	15.00	176.77	30.00	2.00	1.000	12,759.0	14	28654	162.09	
M - 04	08/11/2019	22/11/2019	15.01	14.98	15.00	15.10	15.02	177.25	29.99	2.00	1.000	12,599.0	14	27289	153.89		
M - 05	08/11/2019	22/11/2019	15.12	15.13	15.02	15.00	15.07	178.31	30.01	1.99	0.999	12,715.0	14	27934	156.50		
M - 06	08/11/2019	22/11/2019	15.12	15.10	14.98	15.01	15.05	177.95	30.02	1.99	0.999	12,657.0	14	27551	154.71		
M - 07	08/11/2019	22/11/2019	15.05	15.00	15.02	15.05	15.03	177.42	30.00	2.00	1.000	12,752.0	14	28336	159.63		
M - 08	08/11/2019	22/11/2019	14.97	15.10	15.20	15.00	15.07	178.31	30.00	1.99	0.999	12,686.0	14	27764	155.53		
M - 09	08/11/2019	22/11/2019	15.00	15.00	15.02	15.00	15.01	176.83	30.02	2.00	1.000	12,628.0	14	28805	162.91		
M - 10	08/11/2019	22/11/2019	15.10	15.00	14.98	15.01	15.02	177.25	29.99	2.00	1.000	12,685.0	14	27666	156.02		
M - 11	08/11/2019	22/11/2019	15.02	15.00	14.99	15.00	15.00	176.77	30.01	2.00	1.000	12,749.0	14	28072	158.81		
M - 12	08/11/2019	22/11/2019	15.00	15.10	15.00	14.98	15.02	177.19	30.00	2.00	1.000	12,754.0	14	27239	153.68		
M - 13	08/11/2019	22/11/2019	15.05	15.02	15.00	15.05	15.03	177.42	30.01	2.00	1.000	12,570.0	14	27169	153.07		
M - 14	08/11/2019	22/11/2019	14.98	15.00	15.10	15.00	15.02	177.19	30.00	2.00	1.000	12,754.0	14	27721	156.40		
M - 15	08/11/2019	22/11/2019	15.00	15.00	15.05	15.10	15.04	177.60	29.98	1.99	0.999	12,757.0	14	28625	161.05		

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeadas, curadas y ensayadas en el Laboratorio Técnico Especializado de Suelo, Concreto y Asfalto, LABORTEC.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail

labortec\_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.  
ING. LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

T - 15 - 8/22



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (15% A 14 DÍAS)**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"  
**Ubicación:** HUÁNUCO  
**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO  
**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

**4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)**

N° MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm3)	
				HÚMEDA	SECA
M - 02	897.50	861.50	4.18 %	2.38	2.29
M - 09	715.40	693.00	3.23 %	2.38	2.30
M - 12	617.40	586.90	5.20 %	2.40	2.28
M - 14	586.90	558.50	5.09 %	2.40	2.28

**CUADRO DE RESUMEN**

<b>Humedad, %W (promedio)</b>	4.42 %
<b>Densidad Húmeda, ρh (promedio)</b>	2.39 g/cm3
<b>Densidad Seca, ρs (promedio)</b>	2.29 g/cm3

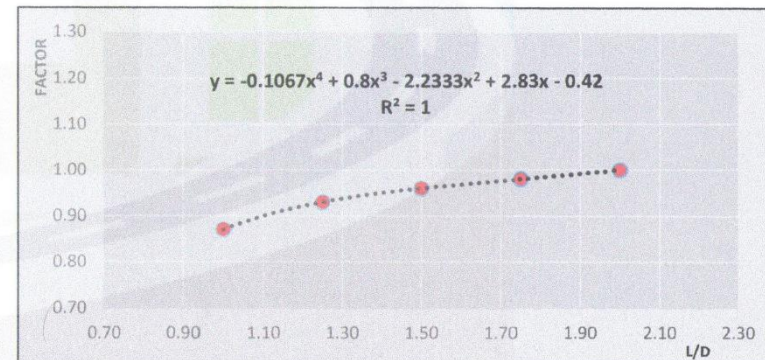
**4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN**

L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
<b>FACTOR</b>	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

**ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ**

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
 Celular : 962987000  
 Fono : 062-287145  
 E-mail  
 Labortec\_eirl@hotmail.com  
 Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

 Elio Augusto Saavedra C.  
 TEC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

T-15-9/22

 Ing. Rider Cajaleon Jaramillo  
 CIP N° 169667





EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (15% A 14 DÍAS)

Tesis:	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
Ubicación:	HUÁNUCO
Tesista:	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
Fecha:	DICIEMBRE DEL 2019.

4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTÁNDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS

CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS

Número de muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	10.66 kgf/cm2
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	2.13 kgf/cm2
Fórmulas:	
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$A = \frac{R}{K}$
$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$	

Media Aritmética, ( $\bar{X}$ )	156.87 kgf/cm2
Mediana, (Me)	155.87 kgf/cm2
Moda, (Mo)	154.81 kgf/cm2

Varianza, ( $\sigma^2$ )	10.10
Desviación Estándar, ( $\sigma$ )	3.18 kgf/cm2
Coefficiente de Variación, (C.V.)	2.03 %
Coefficiente de Pearson, (A.S.)	0.9434

Distribución asimétrica positiva, sesgada hacia la derecha  $\bar{X} > Me > Mo$

FÓRMULAS

$\bar{X} = \frac{\sum Xi * fi}{n}$	$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$
$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$	$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$
$\sigma^2 = \frac{\sum (Xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$	$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$
$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$	$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

K	ANCHO DE CLASE		Xi	fi	fr	F	Xi*fi	(Xi- $\bar{X}$ ) <sup>2</sup> *fi
	Li	Ls						
1	[ 152.25	154.38 >	153.32	4	0.2667	4	613.26	50.52
2	[ 154.38	156.51 >	155.45	5	0.3333	9	777.24	10.11
3	[ 156.51	158.65 >	157.58	1	0.0667	10	157.58	0.50
4	[ 158.65	160.78 >	159.71	2	0.1333	12	319.42	16.15
5	[ 160.78	162.91 ]	161.84	3	0.2000	15	485.53	74.22
			$\Sigma =$	15	1		2353.04	151.51

Leyenda:

- n = Tamaño de la Muestra
- K = N° Intervalos
- Li = Límite Inferior
- Ls = Límite Superior
- Xi = Marca de Clase
- fi = Frecuencia Absoluta
- fr = Frecuencia Relativa
- F = Frecuencia Absoluta Acumulada

Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail  
Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

 Elio Augusto Saavedra C.  
TEC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

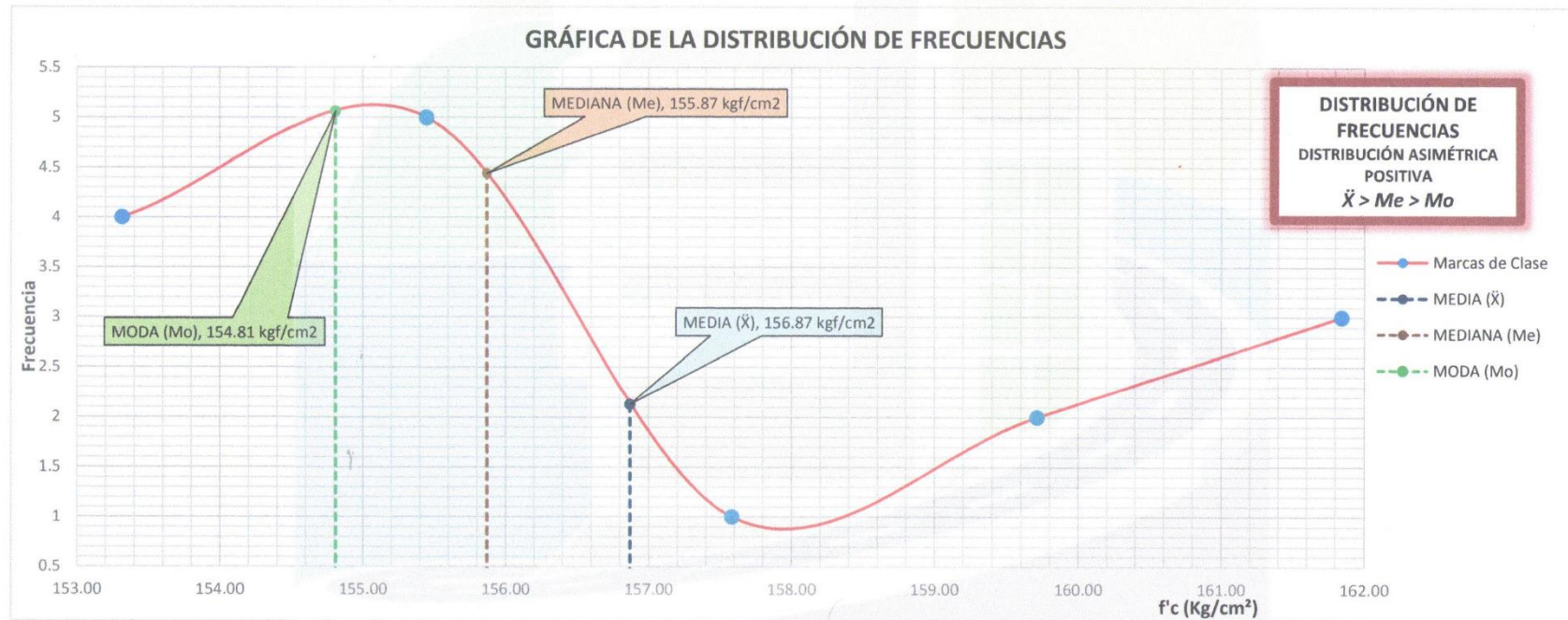
 Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (15% A 14 DÍAS)

Tesis:	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
Ubicación:	HUÁNUCO
Tesista:	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
Fecha:	DICIEMBRE DEL 2019.

4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS



Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail  
Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



**Elio Augusto Saavedra C.**  
LABORTEC



**Ing. Rider Cajalón Páramillo**  
LABORTEC  
CIP N° 169667

T - 15 - 11/22





**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (15% A 14 DÍAS)**

<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS**

N° MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm <sup>2</sup> )		DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 02	1	152.25	0.043639
M - 13	2	153.07	0.061419
M - 12	3	153.68	0.075852
M - 04	4	153.89	0.080876
M - 06	5	154.71	0.099639
M - 08	6	155.53	0.114849
M - 10	7	156.02	0.121115
M - 14	8	156.40	0.124160
M - 05	9	156.50	0.124677
M - 01	10	157.17	0.124967
M - 11	11	158.81	0.104189
M - 07	12	159.63	0.086093
M - 15	13	161.05	0.052858
M - 03	14	162.09	0.032580
M - 09	15	162.91	0.020628

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)	15	
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)	95%	
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)	5%	
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5%
	Z+ CRÍTICO (2.5%)	<b>1.96</b>
	Z- CRÍTICO (2.5%)	<b>-1.96</b>
MARGEN DE ERROR	1.61 kgf//cm <sup>2</sup>	
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	158.61 kgf//cm <sup>2</sup>
	LÍMITE INFERIOR	155.39 kgf//cm <sup>2</sup>
<b>155.39 kgf/cm<sup>2</sup> ≤ μ ≤ 158.61 kgf/cm<sup>2</sup></b>		
<b>INTERPRETACIÓN:</b>		
Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde 155.39 kgf/cm <sup>2</sup> a 158.61 kgf/cm <sup>2</sup>		

( $\bar{X}$ )	156.87
(σ)	3.18

**FÓRMULAS**

$$\alpha = 1 - 95\%$$

$$M. Error = Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Baavedra C.  
TEC. LABORATORIO ESPECIALIZADO DE CONCRETO Y ASFALTO



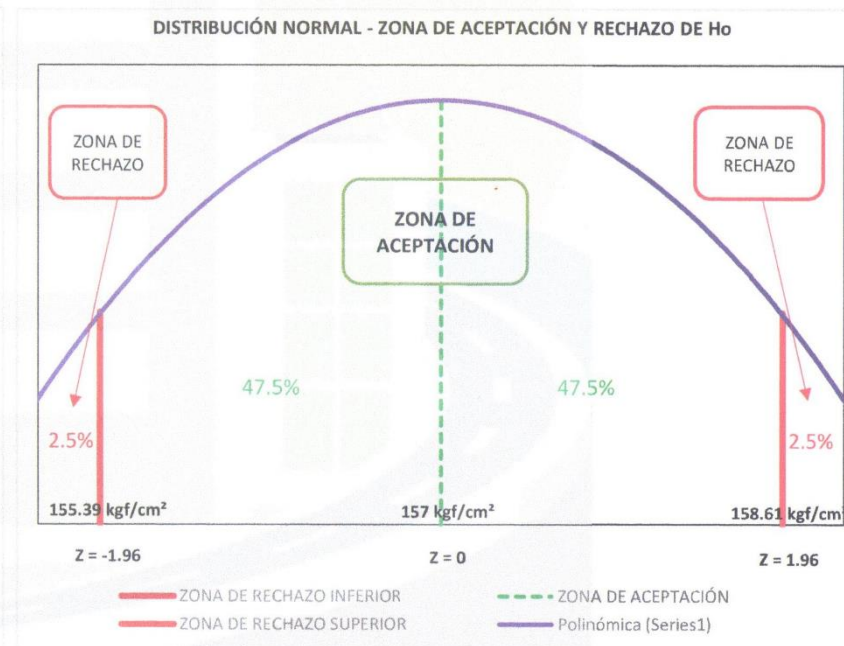
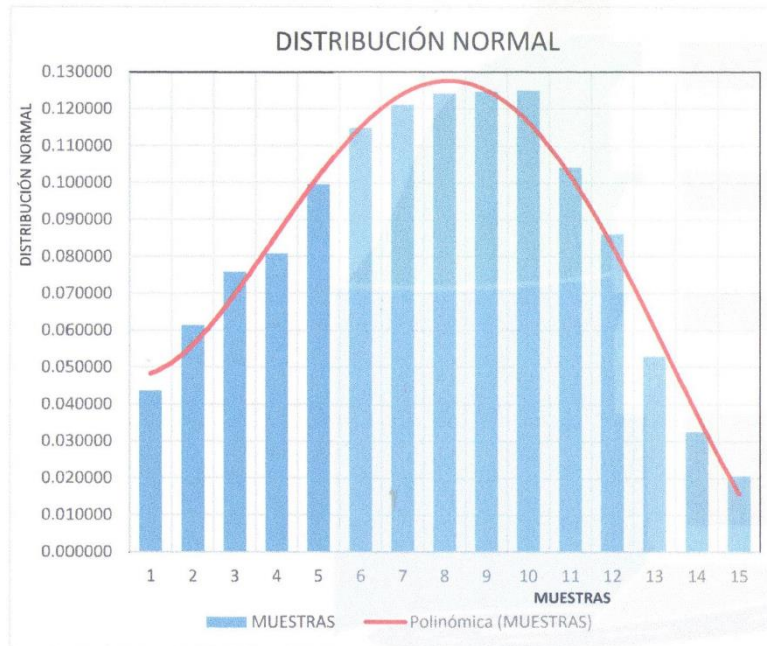
Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (15% A 14 DÍAS)**

<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.4.1.- GRÁFICOS**



Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificado mediante el código QR



**LABORTEC**  
Elio Augusto Saavedra C.  
ING. LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO



**LABORTEC**  
Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667

T-15-13/22





**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (15% A 14 DÍAS)**

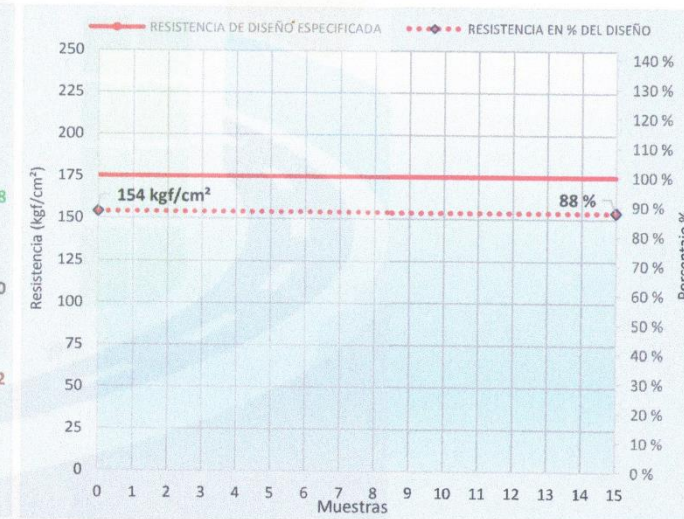
<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	DICIEMBRE DEL 2019.

**5.- RESULTADOS Y GRÁFICOS**

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, $\bar{X}$ )	157 kgf/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar, $\sigma$	3.18 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia característica a la compresión (poblacional)	154 kgf/cm <sup>2</sup>
Dispersión ( Coeficiente de variación, C.V. )	2.03 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada (f'c=175 kgf/cm <sup>2</sup> )	88 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o más
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm <sup>2</sup>
Verificación	<b>Cumple</b>	<b>Cumple</b>



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail  
labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



**LABORTEC**  
Elio Augusto Saavedra C.  
TÉCNICO LABORATORISTA EN ENSAYOS DE CONCRETO Y ASFALTO



**LABORTEC**  
Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667

T - 15 - 14/22





**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (15% A 28 DÍAS)**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

- 1.- Referencia:** ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.)  
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto:** Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricas para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos:** Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:**

Para elemento estructural	N° MOLDE	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro									Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm2)	Tipo de falla	
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diame. Prome.	Área	Altura	Relación Corrección						Peso libre seco
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm2	L (cm)	L/D	factor					gramos
Diseño con 15% de Concreto Reciclado como Ag. Grueso	M - 01	08/11/2019	06/12/2019	15.05	15.00	15.10	14.97	15.03	177.42	30.00	2.00	1.000	12,539.0	28	31432	177.07	Falla columnar (Agirietamiento Vertical)
	M - 02	08/11/2019	06/12/2019	15.10	15.00	14.80	15.20	15.03	177.30	30.00	2.00	1.000	12,550.0	28	32712	184.42	
	M - 03	08/11/2019	06/12/2019	15.00	14.90	15.10	15.00	15.00	176.71	30.01	2.00	1.000	12,818.0	28	32479	183.81	
M - 04	08/11/2019	06/12/2019	14.98	15.00	15.02	15.00	15.00	176.71	29.99	2.00	1.000	12,545.0	28	31412	177.74		
M - 05	08/11/2019	06/12/2019	14.99	15.05	15.00	15.03	15.02	177.13	30.00	2.00	1.000	12,567.0	28	31922	180.17		
M - 06	08/11/2019	06/12/2019	15.10	15.10	14.95	14.85	15.00	176.71	30.00	2.00	1.000	12,556.0	28	31517	178.35		
M - 07	08/11/2019	06/12/2019	15.00	15.00	15.10	15.02	15.03	177.42	30.01	2.00	1.000	12,695.0	28	32411	182.60		
M - 08	08/11/2019	06/12/2019	15.03	15.00	14.99	15.05	15.02	177.13	30.00	2.00	1.000	12,561.0	28	31706	178.95		
M - 09	08/11/2019	06/12/2019	15.10	15.10	15.20	15.00	15.10	179.08	30.00	1.99	0.998	12,736.0	28	32008	178.44		
M - 10	08/11/2019	06/12/2019	15.00	14.97	15.10	15.05	15.03	177.42	29.98	1.99	0.999	12,654.0	28	32311	181.99		
M - 11	08/11/2019	06/12/2019	15.15	15.00	15.10	14.80	15.01	177.01	29.98	2.00	1.000	12,562.0	28	31796	179.56		
M - 12	08/11/2019	06/12/2019	15.10	15.10	15.00	14.90	15.03	177.30	30.00	2.00	1.000	12,572.0	28	31311	176.52		
M - 13	08/11/2019	06/12/2019	15.02	15.00	14.98	15.00	15.00	176.71	30.01	2.00	1.000	12,653.0	28	32050	181.38		
M - 14	08/11/2019	06/12/2019	14.90	15.10	15.00	15.10	15.03	177.30	30.00	2.00	1.000	12,572.0	28	31861	179.62		
M - 15	08/11/2019	06/12/2019	15.05	15.00	15.00	15.00	15.01	177.01	30.00	2.00	1.000	12,777.0	28	32437	183.21		

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeadas, curadas y ensayadas en el Laboratorio Técnico Especializado de Suelo, Concreto y Asfalto, LABORTEC.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail


Labortec\_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



**Elio Augusto Saavedra C**  
ING. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

T - 15 - 15/22



**Ing. Rider Cajaleon Jaramillo**  
CIP N° 169667





**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (15% A 28 DÍAS)**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

**4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)**

N° MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm3)	
				HÚMEDA	SECA
M - 02	489.00	448.00	9.15 %	2.36	2.16
M - 09	430.00	394.29	9.06 %	2.37	2.17
M - 12	700.00	641.60	9.10 %	2.36	2.17
M - 14	780.50	715.20	9.13 %	2.36	2.17

**CUADRO DE RESUMEN**

Humedad, %W (promedio)	9.11 %
Densidad Húmeda, $\rho_h$ (promedio)	2.36 g/cm <sup>3</sup>
Densidad Seca, $\rho_s$ (promedio)	2.17 g/cm <sup>3</sup>

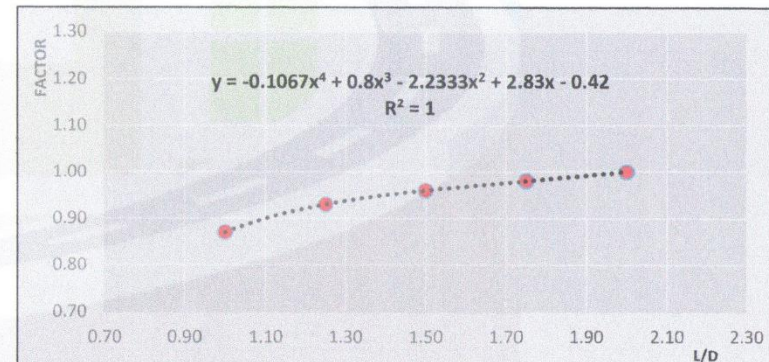
**4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN**

L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

**ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ**

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

 Elio Augusto Saavedra C.  
TEC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

 Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667

T - 15 - 16/22



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (15% A 28 DÍAS)**

<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTÁNDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS**

**CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS**

Número de muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	7.90 kgf/cm2
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	1.58 kgf/cm2
Fórmulas:	
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$A = \frac{R}{K}$
$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$	

Media Aritmética, ( $\bar{X}$ )	180.26 kgf/cm2
Mediana, (Me)	179.52 kgf/cm2
Moda, (Mo)	178.63 kgf/cm2

Varianza, ( $\sigma^2$ )	5.28
Desviación Estándar, ( $\sigma$ )	2.30 kgf/cm2
Coefficiente de Variación, (C.V.)	1.27 %
Coefficiente de Pearson, (A.S.)	0.9652
Distribución asimétrica positiva, sesgada hacia la derecha $\bar{X} > Me > Mo$	

**FÓRMULAS**

$\bar{X} = \frac{\sum Xi * fi}{n}$	$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$
$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$	
$\sigma^2 = \frac{\sum (Xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$	$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$
$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$	$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$

**TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS**

K	ANCHO DE CLASE		Xi	fi	fr	F	Xi*fi	(Xi- $\bar{X}$ ) <sup>2</sup> *fi
	Li	Ls						
1	[ 176.52	178.10 >	177.31	3	0.2000	3	531.93	26.11
2	[ 178.10	179.68 >	178.89	5	0.3333	8	894.45	9.38
3	[ 179.68	181.26 >	180.47	1	0.0667	9	180.47	0.04
4	[ 181.26	182.84 >	182.05	3	0.2000	12	546.15	9.61
5	[ 182.84	184.42 ]	183.63	3	0.2000	15	550.89	34.07
$\Sigma =$				15	1		2703.89	79.22

**Leyenda:**

- n = Tamaño de la Muestra
- K = N° Intervalos
- Li = Limite Inferior
- Ls = Limite Superior
- Xi = Marca de Clase
- fi = Frecuencia Absoluta
- fr = Frecuencia Relativa
- F = Frecuencia Absoluta Acumulada


Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail

labortec\_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.  
TEC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667

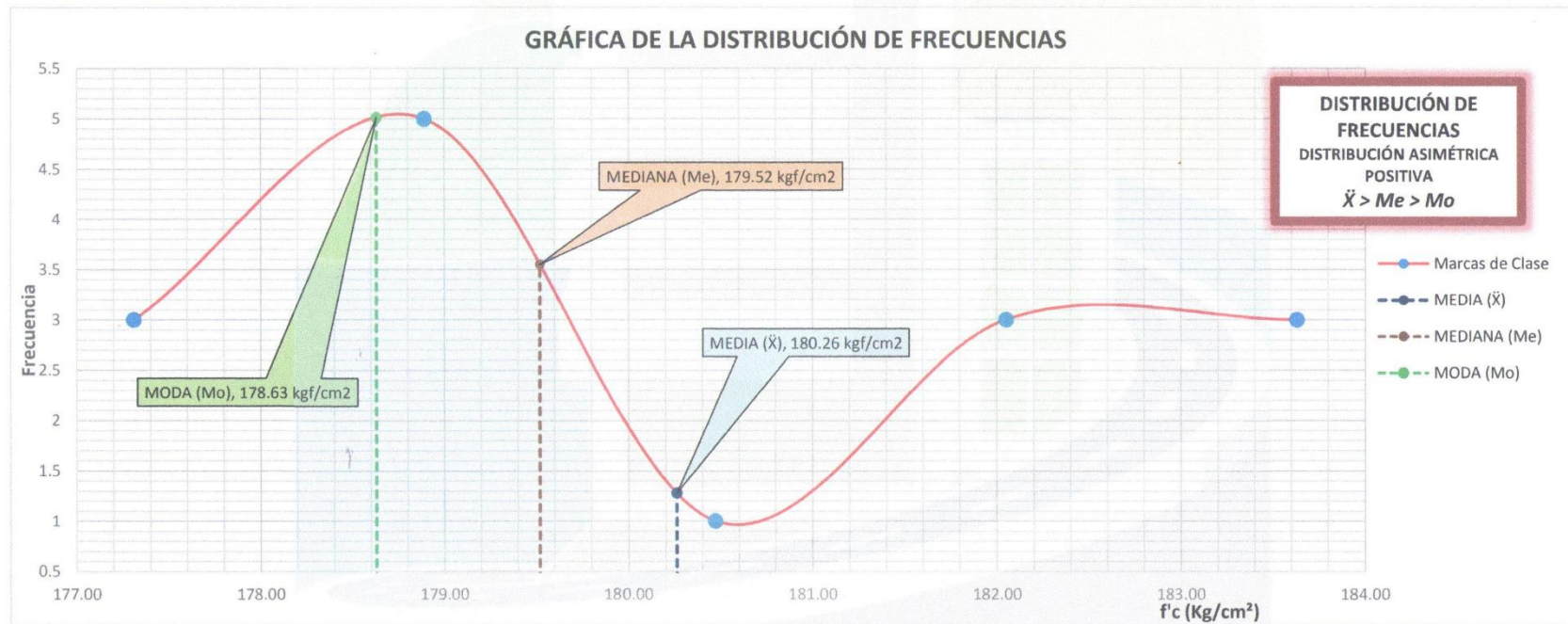




MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (15% A 28 DÍAS)

Tesis:	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
Ubicación:	HUÁNUCO
Tesista:	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
Fecha:	DICIEMBRE DEL 2019.

4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail  
Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.  
TEC. LABORATORIO DE SUELOS, DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667

T - 15 - 18/22



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (15% A 28 DÍAS)**

<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'c = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS**

N° MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 12	176.52	0.046176
M - 01	177.07	0.066242
M - 04	177.74	0.095156
M - 06	178.35	0.122898
M - 09	178.44	0.126866
M - 08	178.95	0.147564
M - 11	179.56	0.165727
M - 14	179.62	0.166993
M - 05	180.17	0.173463
M - 13	181.38	0.154157
M - 10	181.99	0.130763
M - 07	182.60	0.103372
M - 15	183.21	0.076160
M - 03	183.81	0.052647
M - 02	184.42	0.033728

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)	15	
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)	95%	
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)	5%	
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5%
	Z+ CRÍTICO (2.5%)	<b>1.96</b>
	Z- CRÍTICO (2.5%)	<b>-1.96</b>
MARGEN DE ERROR	1.16 kgf//cm²	
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	181.16 kgf//cm²
	LÍMITE INFERIOR	178.84 kgf//cm²
<b>178.84 kgf/cm² ≤ μ ≤ 181.16 kgf/cm²</b>		
<b>INTERPRETACIÓN:</b>		
Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde <b>178.84 kgf/cm² a 181.16 kgf/cm²</b>		

(X̄)	180.26
(σ)	2.30

FÓRMULAS
$\alpha = 1 - 95\%$
$M. Error = Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Cravedra C.  
LABORTEC



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
LABORTEC  
CIP N° 169667

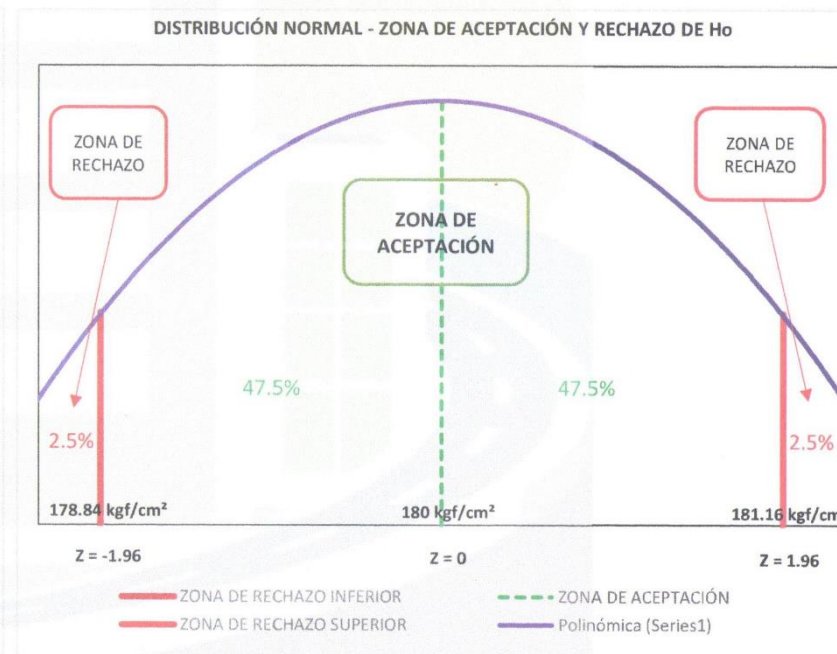
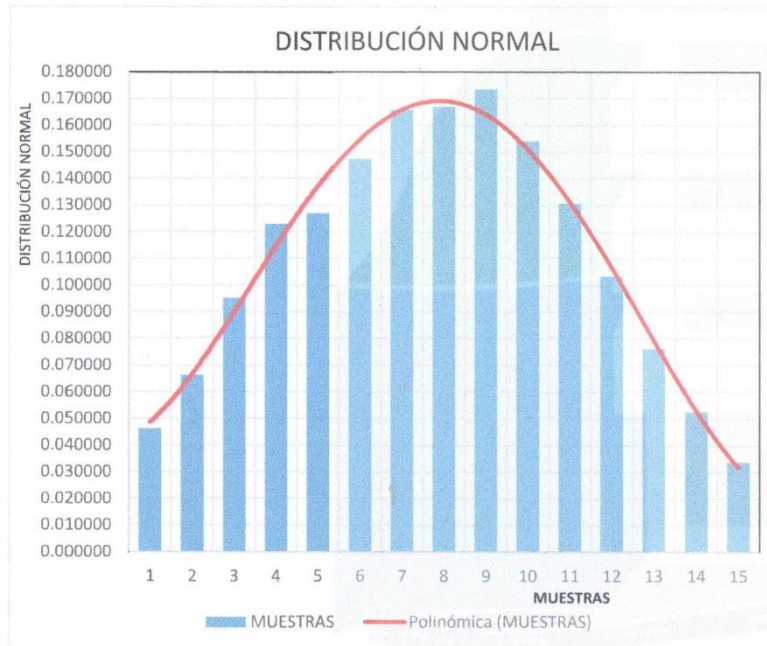




**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (15% A 28 DÍAS)**

<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'c = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.4.1.- GRÁFICOS**



Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail

laborotec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



**Elio Augusto Saavedra C.**  
TEC. LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**Ing. Rider Cajaleón Jaramillo**  
CIP N° 169667



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (15% A 28 DÍAS)**

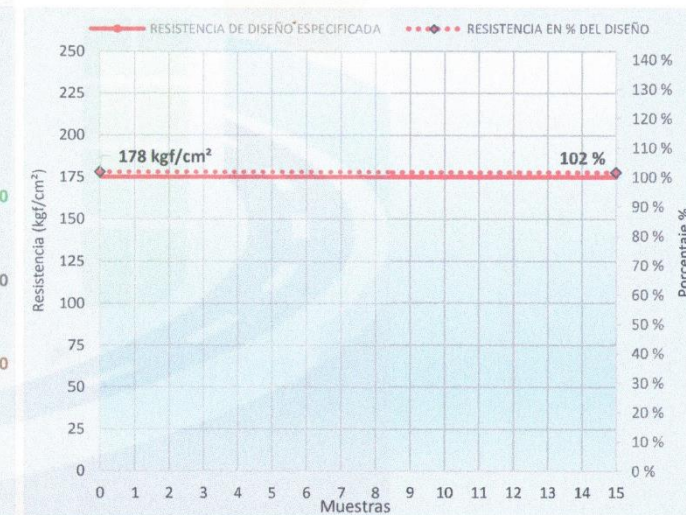
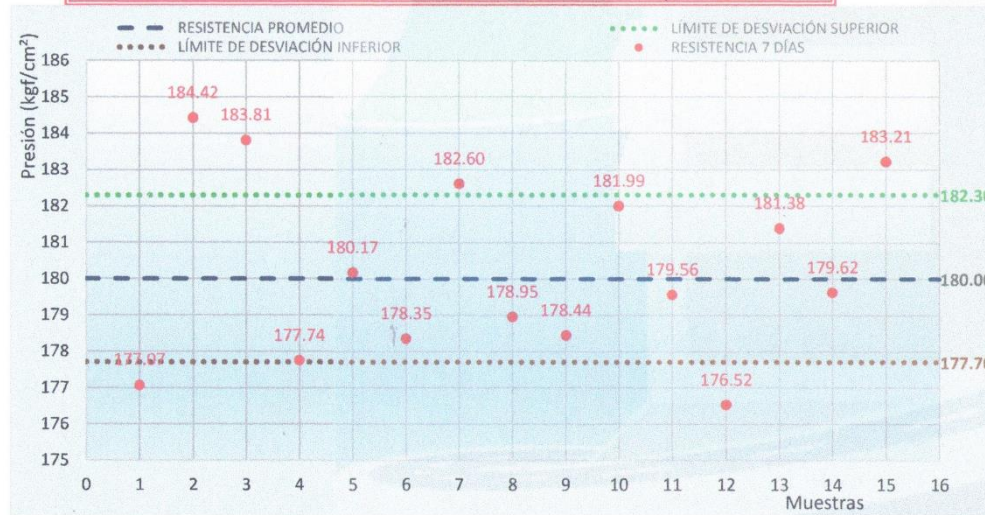
<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	DICIEMBRE DEL 2019.

**5.- RESULTADOS Y GRÁFICOS**

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, $\bar{X}$ )	180 kgf/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar, $\sigma$	2.30 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia característica a la compresión (poblacional)	178 kgf/cm <sup>2</sup>
Dispersión ( Coeficiente de variación, C.V. )	1.27 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada (f'c=175 kgf/cm <sup>2</sup> )	102 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o más
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm <sup>2</sup>
Verificación	Cumple	Cumple



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail

LABORTEC\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



**Elio Augusto Saavedra C.**  
LABORTEC



**Ing. Rider Cajaleón Jaramillo**  
LABORTEC  
CIP N° 169667





EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

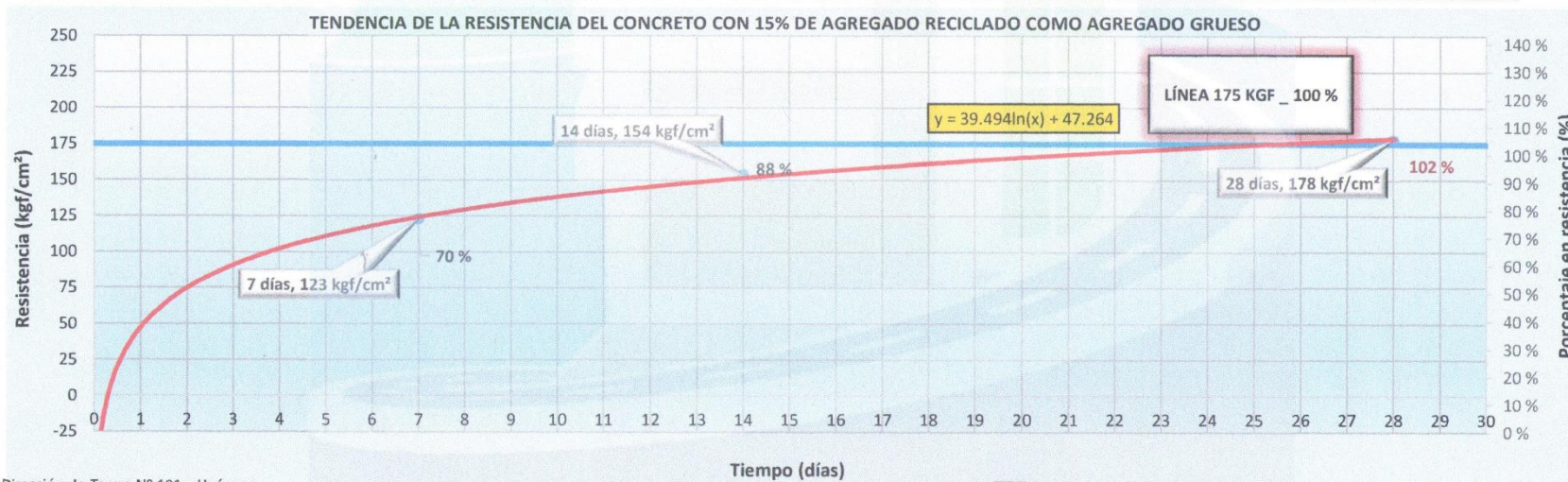


MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO ( 15% )

<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	DICIEMBRE DEL 2019.

1.- CUADRO DE RESUMEN Y GRÁFICA DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO

<b>_ % AG. RECICLADO:</b> 15 %	RESULTADOS GENERALES POR EDADES				ECUACIÓN GENERAL PARA ESTIMAR LA EVOLUCIÓN DEL CONCRETO SEGÚN AVANCE DE LOS DÍAS  $f'c = 39.494 * \ln(\text{días}) + 47.264$
	EDAD DEL CONCRETO EN DIAS				
	0	7	14	28	
RESISTENCIA CARACTERÍSTICO, f'c	0 kgf/cm <sup>2</sup>	123 kgf/cm <sup>2</sup>	154 kgf/cm <sup>2</sup>	178 kgf/cm <sup>2</sup>	
Porcentaje en resistencia de diseño referencial (f'c = 175 kgf/cm <sup>2</sup> )	0 %	70 %	88 %	102 %	



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
 Celular : 962987000  
 Fono : 062-287145  
 E-mail  
 Labortec\_eirl@hotmail.com  
 Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

Elio Augusto Saavedra C.  
 TEC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

T- 15 - 22/22

Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
 CIP N° 169667

## **ANEXO VI.V**

---

ENSAYOS DE COMPRESIÓN CILÍNDRICA DEL CONCRETO A 7,  
14 Y 28 DÍAS, PARA EL DISEÑO CON 30% DE CONCRETO  
RECICLADO DE VÍAS PEATONALES COMO AGREGADO  
GRUESO





EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (30% A 7 DÍAS)**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

- 1.- **Referencia:** ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimenes.)  
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- **Objeto:** Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricas para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- **Equipos:** Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- **Análisis:**

Para elemento estructural	N° MOLDE	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm2)	Tipo de falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diame. Prome.	Área	Altura	Relación Corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm2	L (cm)	L/D	factor	gramos				
Diseño con 30% de Concreto Reciclado como Ag. Grueso	M - 01	09/11/2019	16/11/2019	15.00	15.10	15.00	15.10	15.05	177.89	30.10	2.00	1.000	12,542.0	7	25405	142.81	Falla columnar (Agrietamiento Vertical)
	M - 02	09/11/2019	16/11/2019	15.24	15.10	15.10	15.00	15.11	179.32	30.05	1.99	0.999	12,558.0	7	26242	146.14	
	M - 03	09/11/2019	16/11/2019	15.00	15.10	14.90	15.10	15.03	177.30	30.20	2.01	1.001	12,574.0	7	26244	148.20	
M - 04	09/11/2019	16/11/2019	15.12	15.15	15.00	15.02	15.07	178.43	30.04	1.99	0.999	12,563.0	7	26014	145.67		
M - 05	09/11/2019	16/11/2019	15.05	15.00	15.00	15.20	15.06	178.19	30.02	1.99	0.999	12,540.0	7	25718	144.20		
M - 06	09/11/2019	16/11/2019	14.90	15.00	15.00	15.00	14.98	176.13	30.30	2.02	1.003	12,552.0	7	25893	147.44		
M - 07	09/11/2019	16/11/2019	14.99	15.01	15.00	15.26	15.07	178.25	30.18	2.00	1.000	12,563.0	7	26024	146.06		
M - 08	09/11/2019	16/11/2019	15.00	15.00	15.00	14.90	14.98	176.13	30.30	2.02	1.003	12,552.0	7	25331	144.24		
M - 09	09/11/2019	16/11/2019	15.02	15.05	15.03	15.00	15.03	177.30	30.03	2.00	1.000	12,545.0	7	26088	147.11		
M - 10	09/11/2019	16/11/2019	15.00	15.01	14.99	14.99	15.00	176.66	30.00	2.00	1.000	12,569.0	7	25563	144.71		
M - 11	09/11/2019	16/11/2019	15.00	15.20	15.02	15.00	15.06	178.01	30.00	1.99	0.999	12,546.0	7	26162	146.83		
M - 12	09/11/2019	16/11/2019	14.99	14.98	15.00	15.01	15.00	176.60	30.05	2.00	1.000	12,585.0	7	26099	147.86		
M - 13	09/11/2019	16/11/2019	14.97	14.99	15.00	15.00	14.99	176.48	30.27	2.02	1.002	12,547.0	7	25790	146.49		
M - 14	09/11/2019	16/11/2019	15.02	15.05	15.10	15.11	15.07	178.37	29.99	1.99	0.999	12,580.0	7	26344	147.51		
M - 15	09/11/2019	16/11/2019	15.05	15.02	15.00	15.02	15.02	177.25	30.00	2.00	1.000	12,537.0	7	25490	143.76		

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeadas, curadas y ensayadas en el Laboratorio Técnico Especializado de Suelo, Concreto y Asfalto, LABORTEC.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

 **LABORTEC**  
Elio Augusto Saavedra C.  
TEC. LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

T- 30 - 1/22

 **LABORTEC**  
Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (30% A 7 DÍAS)

Tesis: "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"  
Ubicación: HUÁNUCO  
Tesista: BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO  
Fecha: DICIEMBRE DEL 2019.

4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)

N° MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm3)	
				HÚMEDA	SECA
M - 01	610.30	562.60	8.48 %	2.34	2.16
M - 03	945.50	897.70	5.32 %	2.35	2.23
M - 06	796.80	749.40	6.33 %	2.35	2.21
M - 08	1221.70	1170.70	4.36 %	2.35	2.25

CUADRO DE RESUMEN

Humedad, %W (promedio)	6.12 %
Densidad Húmeda, $\rho_h$ (promedio)	2.35 g/cm3
Densidad Seca, $\rho_s$ (promedio)	2.21 g/cm3

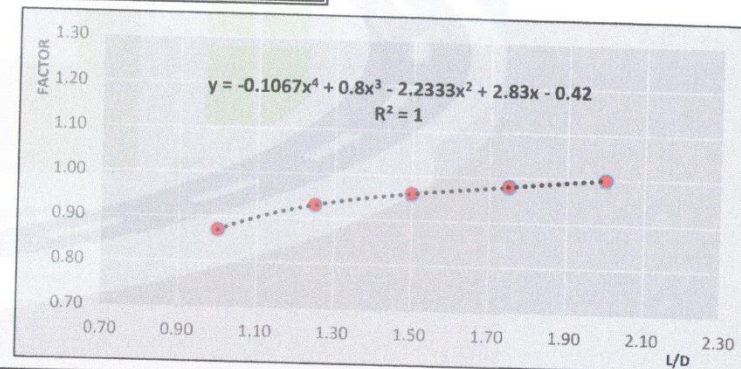
4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail  
Labortec\_eiri@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.  
TEC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

T-30-2/22



Ing. Rider Cajaleon Páramillo  
CIP N° 169667





**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (30% A 7 DÍAS)**

<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTÁNDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS**

**CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS**

Número de muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	5.39 kgf/cm2
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	1.08 kgf/cm2
Fórmulas:	
$R = f'c \max - f'c \min$	$A = \frac{R}{K}$
$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$	

Media Aritmética, ( $\bar{X}$ )	145.94 kgf/cm2
Mediana, (Me)	146.37 kgf/cm2
Moda, (Mo)	146.91 kgf/cm2

Varianza, ( $\sigma^2$ )	2.29
Desviación Estándar, ( $\sigma$ )	1.51 kgf/cm2
Coefficiente de Variación, (C.V.)	1.04 %
Coefficiente de Pearson, (A.S.)	-0.8543

Distribución asimétrica negativa, sesgada hacia la izquierda  $\bar{X} < Me < Mo$

**FÓRMULAS**

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi * fi}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$$

$$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (Xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

**Leyenda:**

- n = Tamaño de la Muestra
- K = N° Intervalos
- Li = Límite Inferior
- Ls = Límite Superior
- Xi = Marca de Clase
- fi = Frecuencia Absoluta
- fr = Frecuencia Relativa
- F = Frecuencia Absoluta Acumulada

**TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS**

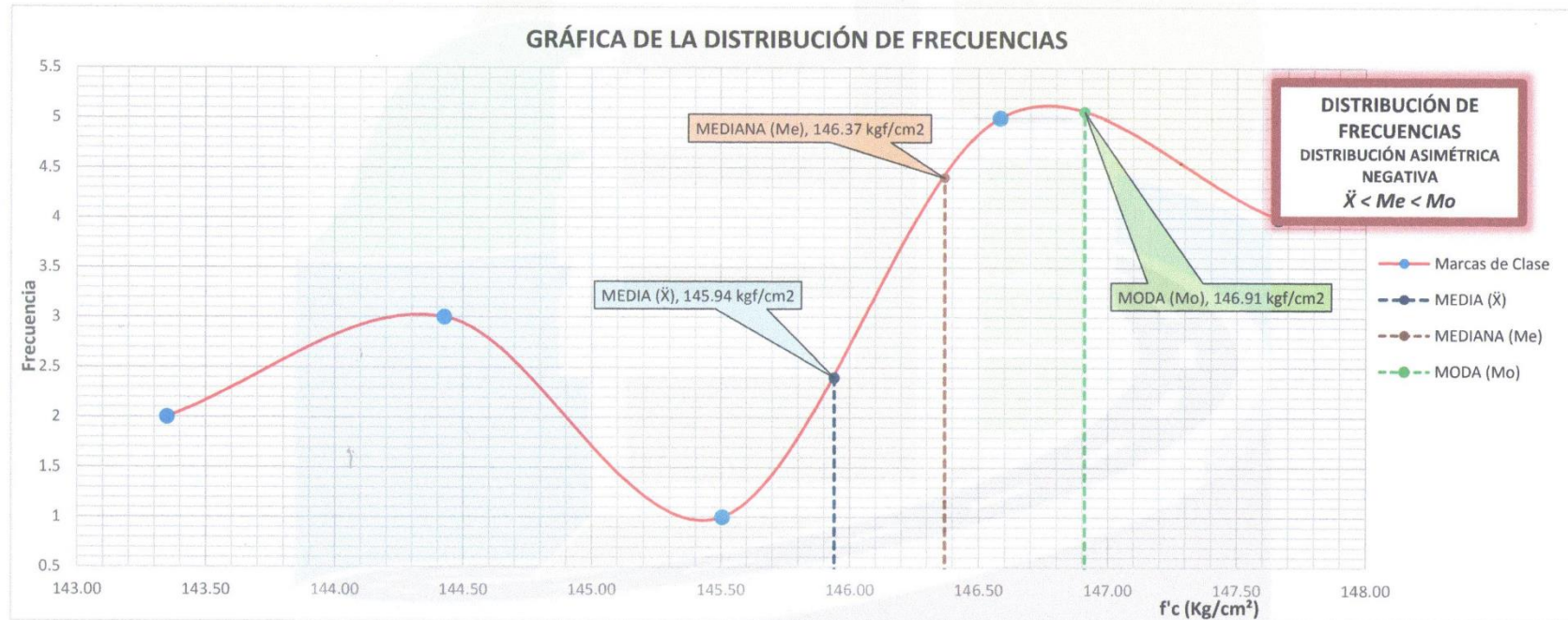
K	ANCHO DE CLASE		Xi	fi	fr	F	Xi*fi	(Xi- $\bar{X}$ ) <sup>2</sup> *fi
	Li	Ls						
1	[ 142.81	143.89 >	143.35	2	0.1333	2	286.70	13.43
2	[ 143.89	144.97 >	144.43	3	0.2000	5	433.28	6.87
3	[ 144.97	146.04 >	145.51	1	0.0667	6	145.51	0.19
4	[ 146.04	147.12 >	146.58	5	0.3333	11	732.92	2.07
5	[ 147.12	148.20 ]	147.66	4	0.2667	15	590.64	11.85
$\Sigma =$				<b>15</b>	<b>1</b>		<b>2189.04</b>	<b>34.40</b>



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (30% A 7 DÍAS)

Tesis:	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
Ubicación:	HUÁNUCO
Tesista:	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
Fecha:	DICIEMBRE DEL 2019.

4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS







**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (30% A 7 DÍAS)**

Tesis:	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'c = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
Ubicación:	HUÁNUCO
Tesista:	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
Fecha:	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS**

Nº MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm <sup>2</sup> )	DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 01	142.81	0.031117
M - 15	143.76	0.093471
M - 05	144.20	0.136144
M - 08	144.24	0.140291
M - 10	144.71	0.189422
M - 04	145.67	0.259291
M - 07	146.06	0.262619
M - 02	146.14	0.261157
M - 13	146.49	0.246630
M - 11	146.83	0.221658
M - 09	147.11	0.195464
M - 06	147.44	0.161299
M - 14	147.51	0.153916
M - 12	147.86	0.117928
M - 03	148.20	0.086505

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)	15	
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)	95%	
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)	5%	
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5%
	Z+ CRÍTICO (2.5%)	<b>1.96</b>
	Z- CRÍTICO (2.5%)	<b>-1.96</b>
MARGEN DE ERROR	0.77 kgf/cm <sup>2</sup>	
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	146.77 kgf/cm <sup>2</sup>
	LÍMITE INFERIOR	145.23 kgf/cm <sup>2</sup>
<b>145.23 kgf/cm<sup>2</sup> ≤ μ ≤ 146.77 kgf/cm<sup>2</sup></b>		
<b>INTERPRETACIÓN:</b>		
Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde <b>145.23 kgf/cm<sup>2</sup> a 146.77 kgf/cm<sup>2</sup></b>		

( $\bar{X}$ )	145.94
(σ)	1.51

FÓRMULAS
$\alpha = 1 - 95\%$
$M. Error = Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificado mediante el código QR



**Elio Augusto Saavedra C.**  
ING. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



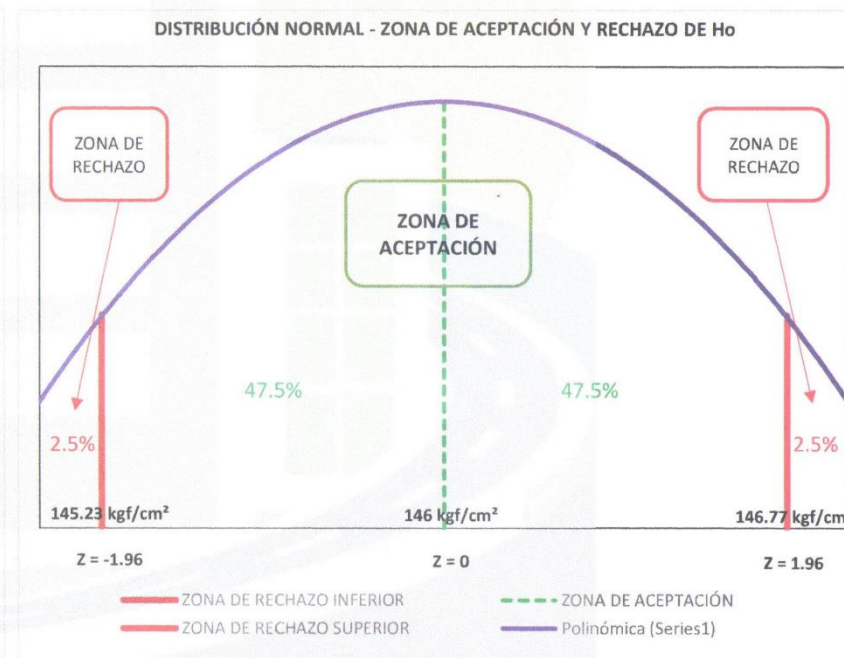
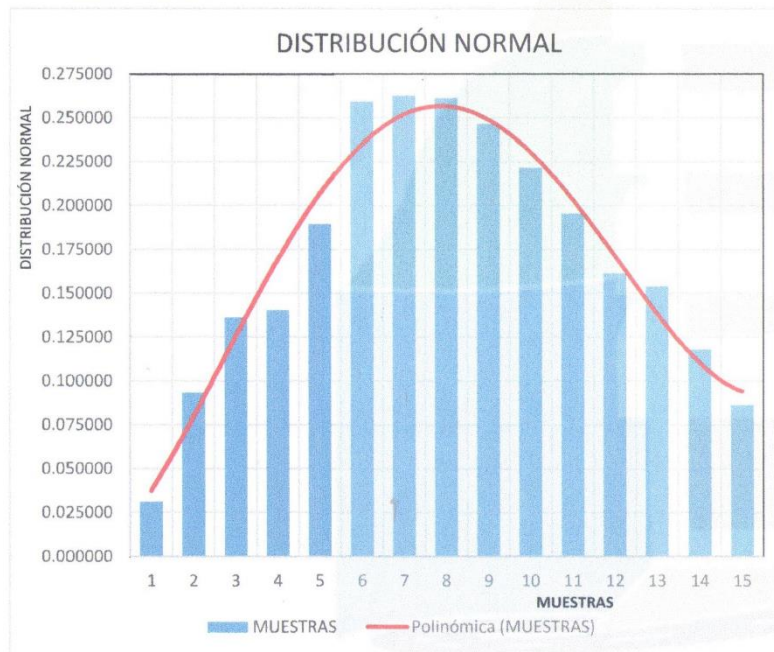
**Ing. Rider Cajaleón Jaramillo**  
CIP N° 169667



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (30% A 7 DÍAS)**

<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.4.1.- GRÁFICOS**



Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail  
labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.  
ING. LABORATORIO ESPECIALIZADO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667





**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (30% A 7 DÍAS)**

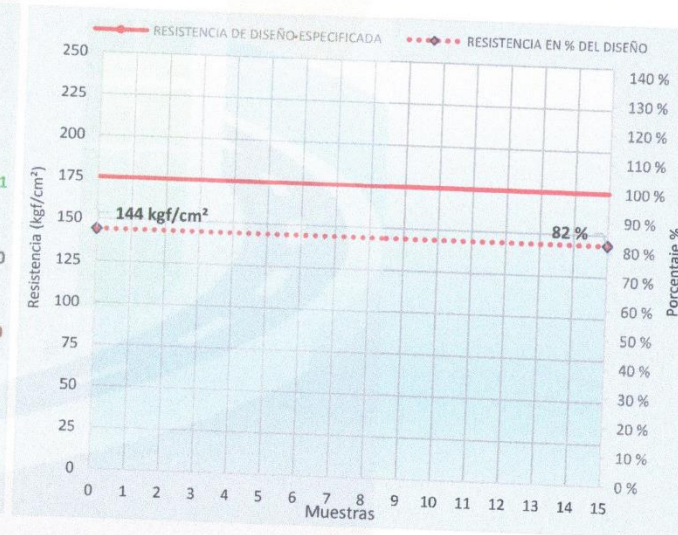
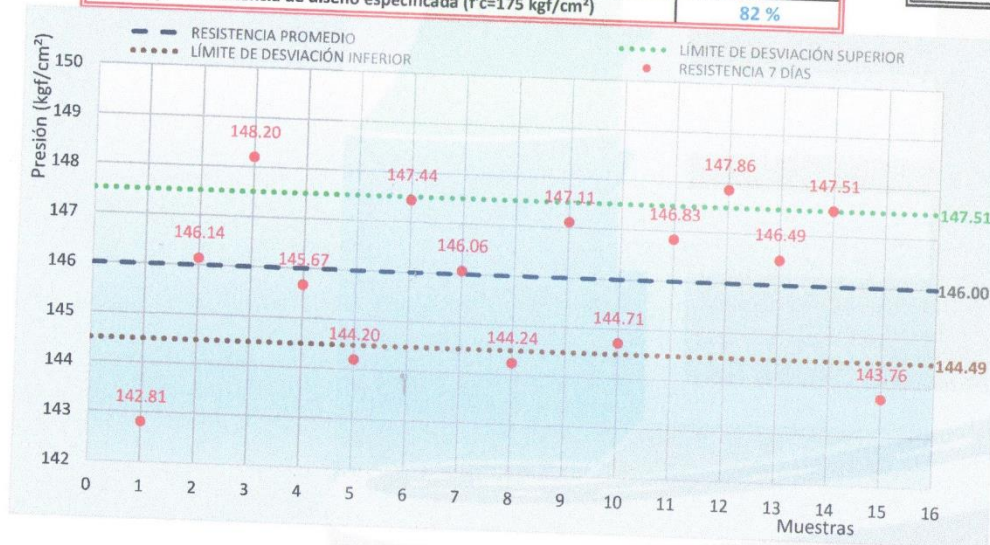
**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"  
**Ubicación:** HUÁNUCO  
**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO  
**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

**5.- RESULTADOS Y GRÁFICOS**

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, $\bar{X}$ )	146 kgf/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar, $\sigma$	1.51 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia característica a la compresión (poblacional)	144 kgf/cm <sup>2</sup>
Dispersión ( Coeficiente de variación, C.V. )	1.04 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ( $f'c=175$ kgf/cm <sup>2</sup> )	82 %

**CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034**

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o más
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm <sup>2</sup>
Verificación	<b>Cumple</b>	<b>Cumple</b>



Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco  
 Celular : 962987000  
 Fono : 062-287145  
 E-mail  
 Labortec\_eirl@hotmail.com  
 Importante: La autenticidad de este informe  
 puede ser verificado mediante el código QR



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

*Elio Augusto Saavedra C.*



**LABORTEC**

*Ing. Rider Cajaleón Jaramillo*  
CIP N° 169667





**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (30% A 14 DÍAS)**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

- 1.- Referencia:** ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.)  
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto:** Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricas para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos:** Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:**

Para elemento estructural	N° MOLDE	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgfr)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm2)	Tipo de falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diame. Prome.	Área	Altura	Relación Corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm2	L (cm)	L/D	factor	gramos				
Diseño con 30% de Concreto Reciclado como Ag. Grueso	M - 01	09/11/2019	23/11/2019	15.02	15.00	15.00	15.05	15.02	177.13	30.00	2.00	1.000	12,528.0	14	29047	163.94	Falla columnar (Agrietamiento Vertical)
	M - 02	09/11/2019	23/11/2019	15.01	15.00	15.00	15.02	15.01	176.89	30.00	2.00	1.000	12,651.0	14	29951	169.30	
	M - 03	09/11/2019	23/11/2019	15.10	15.10	14.95	14.93	15.02	177.19	30.00	2.00	1.000	12,636.0	14	29928	168.85	
M - 04	09/11/2019	23/11/2019	15.05	15.00	15.02	15.00	15.02	177.13	30.01	2.00	1.000	12,599.0	14	30517	172.25		
M - 05	09/11/2019	23/11/2019	15.10	15.20	15.10	15.00	15.10	179.08	29.89	1.98	0.997	12,564.0	14	31632	176.18		
M - 06	09/11/2019	23/11/2019	15.00	15.10	15.10	15.00	15.05	177.89	29.90	1.99	0.998	12,670.0	14	29022	162.87		
M - 07	09/11/2019	23/11/2019	15.00	14.99	15.12	15.13	15.06	178.13	30.00	1.99	0.999	12,679.0	14	31065	174.22		
M - 08	09/11/2019	23/11/2019	14.98	15.00	15.02	15.00	15.00	176.71	29.97	2.00	1.000	12,662.0	14	30622	173.24		
M - 09	09/11/2019	23/11/2019	15.03	15.01	15.00	15.05	15.02	177.25	30.01	2.00	1.000	12,582.0	14	29447	166.09		
M - 10	09/11/2019	23/11/2019	15.00	15.00	15.10	15.10	15.05	177.89	29.90	1.99	0.998	12,670.0	14	29787	167.16		
M - 11	09/11/2019	23/11/2019	15.00	15.00	15.00	15.01	15.00	176.77	30.02	2.00	1.000	12,546.0	14	29166	165.01		
M - 12	09/11/2019	23/11/2019	15.06	15.02	14.97	15.10	15.04	177.60	30.00	2.00	0.999	12,653.0	14	29896	168.23		
M - 13	09/11/2019	23/11/2019	14.93	14.95	15.10	15.08	15.02	177.07	30.00	2.00	1.000	12,601.0	14	30334	171.27		
M - 14	09/11/2019	23/11/2019	14.97	15.02	15.10	15.06	15.04	177.60	30.02	2.00	1.000	12,687.0	14	31130	175.20		
M - 15	09/11/2019	23/11/2019	15.00	15.10	15.10	15.00	15.05	177.89	30.02	1.99	0.999	12,618.0	14	30312	170.28		

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeadas, curadas y ensayadas en el Laboratorio Técnico Especializado de Suelo, Concreto y Asfalto, LABORTEC.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail  
Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.  
TEL. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

T - 30 - 8/22



Ing. Rider Cajaleón Páramillo  
CIP N° 169667





EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (30% A 14 DÍAS)**

Tesis: "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'c = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"  
 Ubicación: HUÁNUCO  
 Tesista: BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO  
 Fecha: DICIEMBRE DEL 2019.

**4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)**

N° MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	
				HÚMEDA	SECA
M - 03	659.00	603.80	9.14 %	2.38	2.18
M - 05	671.40	616.60	8.89 %	2.35	2.16
M - 06	984.80	910.90	8.11 %	2.38	2.20
M - 10	986.10	919.50	7.24 %	2.38	2.22

**CUADRO DE RESUMEN**

Humedad, %W (promedio)	8.35 %
Densidad Húmeda, ρ <sub>h</sub> (promedio)	2.37 g/cm <sup>3</sup>
Densidad Seca, ρ <sub>s</sub> (promedio)	2.19 g/cm <sup>3</sup>

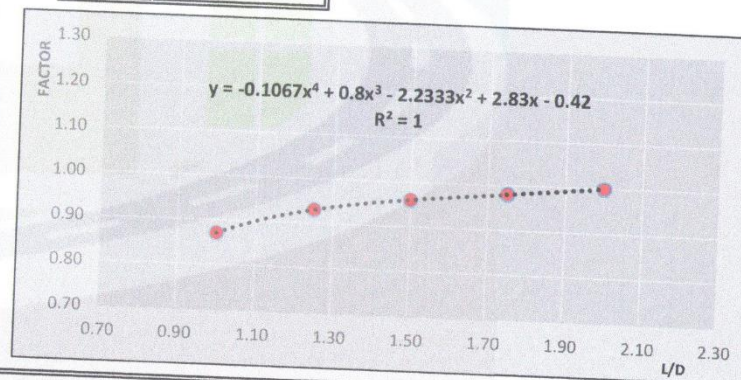
**4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN**

L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

**ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ**

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
 Celular : 962987000  
 Fono : 062-287145  
 E-mail  
 Labortec\_eirl@hotmail.com  
 Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

 Elio Augusto Saavedra C.  
 TEC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

T - 30 - 9/22

 Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
 CIP N° 169667



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (30% A 14 DÍAS)**

Tesis:	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'c = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
Ubicación:	HUÁNUCO
Tesista:	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
Fecha:	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTÁNDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS**

**CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS**

Número de muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	13.31 kgf/cm2
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	2.66 kgf/cm2
Fórmulas:	
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$A = \frac{R}{K}$
$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$	

Media Aritmética, ( $\bar{X}$ )	169.70 kgf/cm2
Mediana, (Me)	169.86 kgf/cm2
Moda, (Mo)	169.97 kgf/cm2

Varianza, ( $\sigma^2$ )	13.67
Desviación Estándar, ( $\sigma$ )	3.70 kgf/cm2
Coefficiente de Variación, (C.V.)	2.18 %
Coefficiente de Pearson, (A.S.)	-0.1297
Distribución asimétrica negativa, sesgada hacia la izquierda $\bar{X} < Me < Mo$	

FÓRMULAS	
$\bar{X} = \frac{\sum Xi * fi}{n}$	$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$
$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$	
$\sigma^2 = \frac{\sum (Xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$	$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$
$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$	$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$

**TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS**

K	ANCHO DE CLASE		Xi	fi	fr	F	Xi*fi	(Xi- $\bar{X}$ ) <sup>2</sup> *fi
	Li	Ls						
1	[ 162.87	165.53 >	164.20	3	0.2000	3	492.60	90.72
2	[ 165.53	168.19 >	166.86	2	0.1333	5	333.73	16.10
3	[ 168.19	170.86 >	169.53	4	0.2667	9	678.10	0.12
4	[ 170.86	173.52 >	172.19	3	0.2000	12	516.56	18.56
5	[ 173.52	176.18 ]	174.85	3	0.2000	15	524.55	79.54
$\Sigma =$				15	1		2545.54	205.03

**Leyenda:**

- n = Tamaño de la Muestra
- K = N° Intervalos
- Li = Limite Inferior
- Ls = Limite Superior
- Xi = Marca de Clase
- fi = Frecuencia Absoluta
- fr = Frecuencia Relativa
- F = Frecuencia Absoluta Acumulada

Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



**Elio Augusto Saavedra C.**  
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



**LABORTEC**

Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667

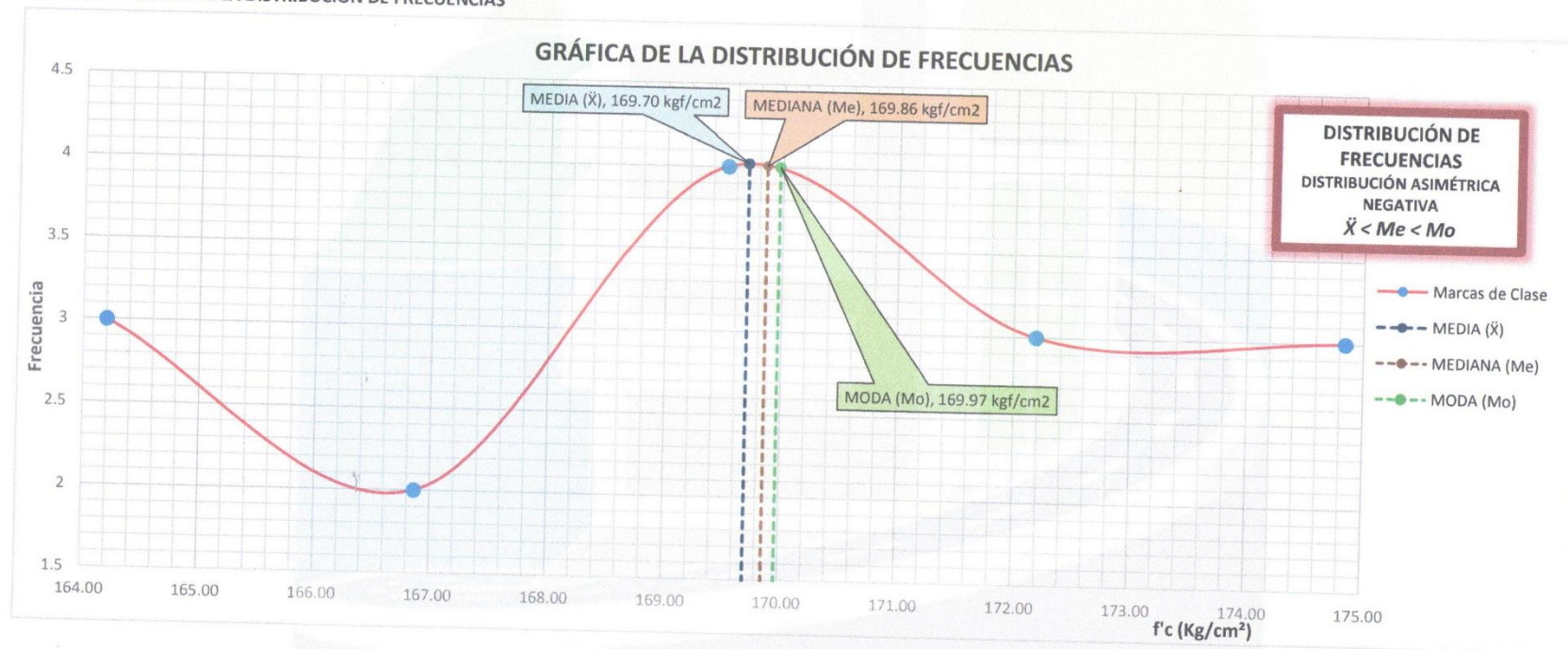




**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (30% A 14 DÍAS)**

Tesis:	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
Ubicación:	HUÁNUCO
Tesista:	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
Fecha:	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS**



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
 Celular : 962987000  
 Fono : 062-287145  
 E-mail  
 Labortec\_eirl@hotmail.com  
 Importante: La autenticidad de este informe  
 puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleon Jaramillo  
 CIP N° 169667



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (30% A 14 DÍAS)**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'c = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

**4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS**

N° MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm <sup>2</sup> )		DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 06	1	162.87	0.019586
M - 01	2	163.94	0.032060
M - 11	3	165.01	0.048262
M - 09	4	166.09	0.066990
M - 10	5	167.16	0.085223
M - 12	6	168.23	0.099705
M - 03	7	168.85	0.105092
M - 02	8	169.30	0.107277
M - 15	9	170.28	0.106587
M - 13	10	171.27	0.098603
M - 04	11	172.25	0.085064
M - 08	12	173.24	0.068228
M - 07	13	174.22	0.051107
M - 14	14	175.20	0.035684
M - 05	15	176.18	0.023225

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)		15
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)		95%
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)		5%
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5%
	Z+ CRÍTICO (2.5%)	<b>1.96</b>
	Z- CRÍTICO (2.5%)	<b>-1.96</b>
MARGEN DE ERROR		1.87 kgf//cm <sup>2</sup>
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	171.87 kgf//cm <sup>2</sup>
	LÍMITE INFERIOR	168.13 kgf//cm <sup>2</sup>
<b>168.13 kgf/cm<sup>2</sup> ≤ μ ≤ 171.87 kgf/cm<sup>2</sup></b>		
<b>INTERPRETACIÓN:</b>		
Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde <b>168.13 kgf/cm<sup>2</sup> a 171.87 kgf/cm<sup>2</sup></b>		

( $\bar{X}$ )	169.70
(σ)	3.70

FÓRMULAS	
$\alpha = 1 - 95\%$	
$M. Error = Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	
$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	

Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



**Elio Augusto Saavedra C.**  
TEC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO  
LABORTEC



**Ing. Rider Cajaleón Jaramillo**  
CIP N° 169667  
LABORTEC

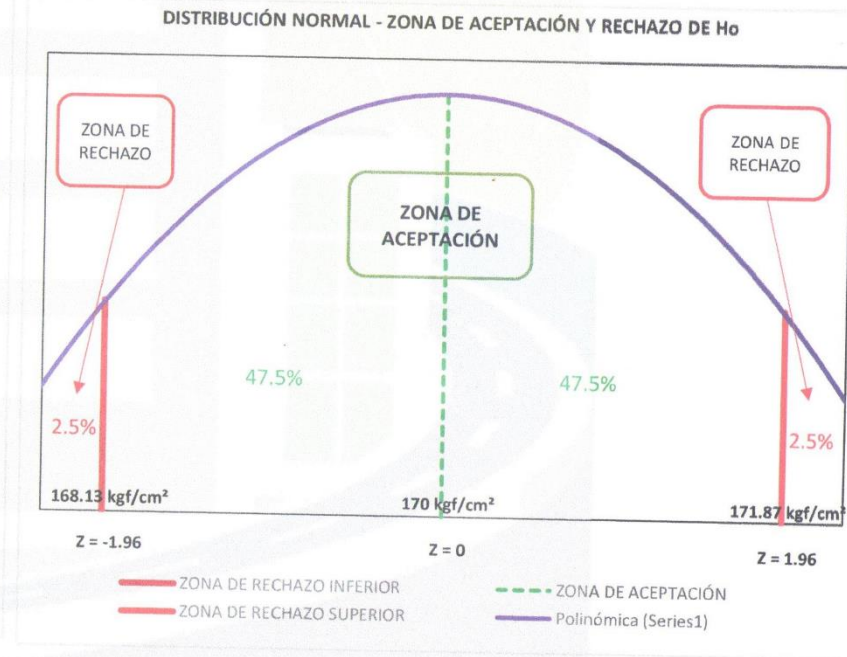
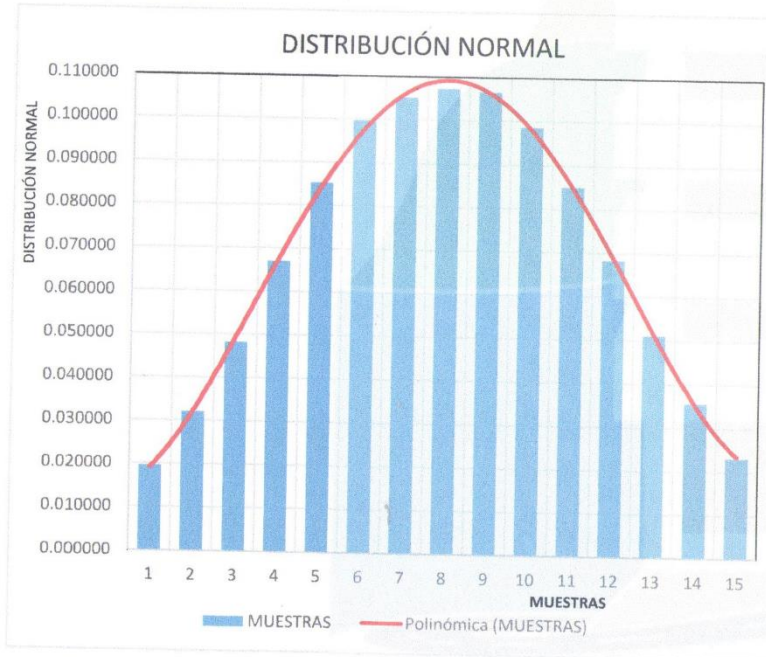




**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (30% A 14 DÍAS)**

Tesis:	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
Ubicación:	HUÁNUCO
Tesista:	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
Fecha:	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.4.1.- GRÁFICOS**



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail  
Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.  
TEC. LABORATORISTA DE ENSAYOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajalón Jaramillo  
CIP N° 169667



EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (30% A 14 DÍAS)

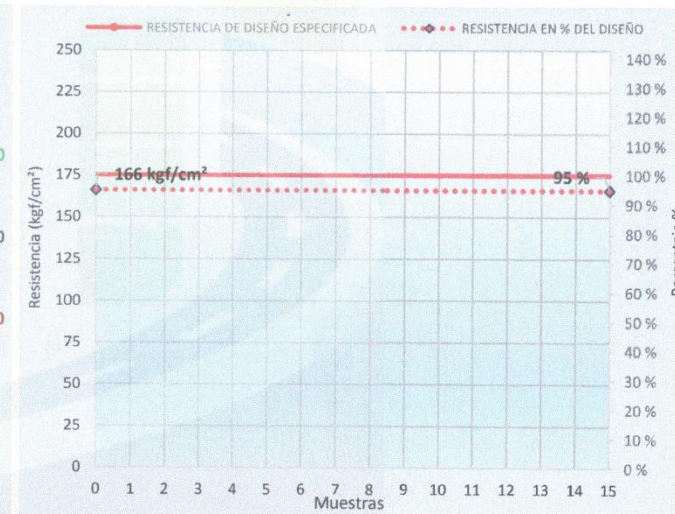
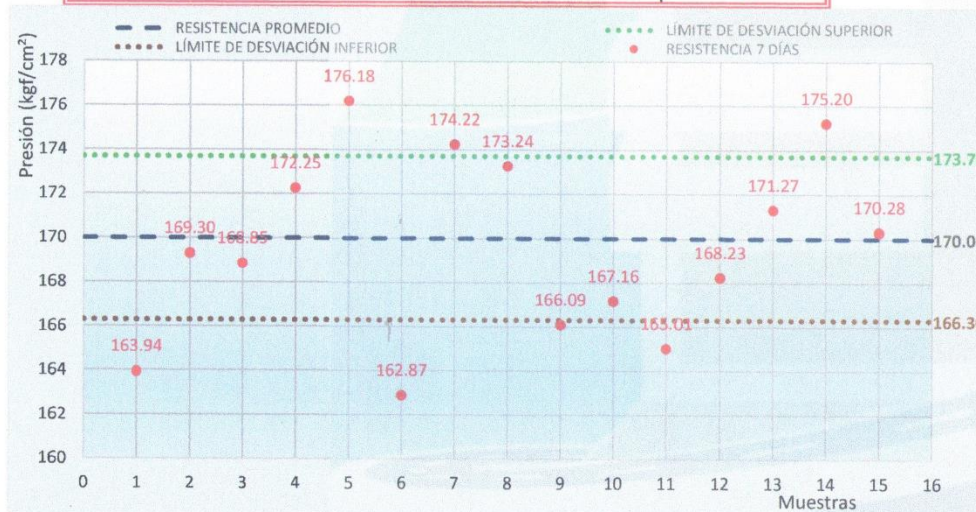
Tesis:	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
Ubicación:	HUÁNUCO
Tesista:	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
Fecha:	DICIEMBRE DEL 2019.

5.- RESULTADOS Y GRÁFICOS

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, $\bar{X}$ )	170 kgf/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar, $\sigma$	3.70 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia característica a la compresión (poblacional)	166 kgf/cm <sup>2</sup>
Dispersión ( Coeficiente de variación, C.V. )	2.18 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada (f'c=175 kgf/cm <sup>2</sup> )	95 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o más
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm <sup>2</sup>
Verificación	Cumple	Cumple



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail  
Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

LABORTEC  
Elio Augusto Saavedra C.  
ING. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

LABORTEC  
Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667

T - 30 - 14/22





**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (30% A 28 DÍAS)**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO f'c = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

- 1.- Referencia:** ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.)  
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto:** Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricas para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos:** Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:**

Para elemento estructural	N° MOLDE	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm2)	Tipo de falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diame. Prome.	Área	Altura	Relación Corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm2	L (cm)	L/D	factor	gramos				
Diseño con 30% de Concreto Reciclado como Ag. Grueso	M - 01	09/11/2019	07/12/2019	15.10	15.00	15.00	15.05	15.04	177.60	30.02	2.00	1.000	12,647.0	28	32752	184.33	Falla columnar (Agrietamiento Vertical)
	M - 02	09/11/2019	07/12/2019	15.01	15.00	15.02	15.00	15.01	176.89	30.01	2.00	1.000	12,587.0	28	32344	182.84	
	M - 03	09/11/2019	07/12/2019	15.10	15.15	15.05	14.85	15.04	177.60	30.00	2.00	0.999	12,674.0	28	32139	180.85	
M - 04	09/11/2019	07/12/2019	14.98	15.02	15.00	15.05	15.01	177.01	30.00	2.00	1.000	12,688.0	28	33276	187.95		
M - 05	09/11/2019	07/12/2019	15.20	15.00	15.10	15.00	15.08	178.49	30.02	1.99	0.999	12,620.0	28	33803	189.18		
M - 06	09/11/2019	07/12/2019	15.20	15.00	15.00	14.90	15.03	177.30	30.00	2.00	1.000	12,576.0	28	33074	186.46		
M - 07	09/11/2019	07/12/2019	15.00	15.05	15.00	15.10	15.04	177.60	30.00	2.00	0.999	12,565.0	28	32375	182.18		
M - 08	09/11/2019	07/12/2019	14.90	15.10	15.00	15.05	15.01	177.01	29.98	2.00	1.000	12,701.0	28	33389	188.56		
M - 09	09/11/2019	07/12/2019	14.90	15.00	15.00	15.20	15.03	177.30	30.00	2.00	1.000	12,644.0	28	32785	184.83		
M - 10	09/11/2019	07/12/2019	14.90	15.00	15.20	15.00	15.03	177.30	30.00	2.00	1.000	12,576.0	28	32551	183.51		
M - 11	09/11/2019	07/12/2019	14.85	15.03	15.15	15.10	15.03	177.48	29.95	1.99	0.999	12,598.0	28	33173	186.73		
M - 12	09/11/2019	07/12/2019	15.00	15.02	15.00	15.01	15.01	176.89	30.00	2.00	1.000	12,554.0	28	32112	181.51		
M - 13	09/11/2019	07/12/2019	15.00	15.10	15.20	15.00	15.08	178.49	30.00	1.99	0.999	12,597.0	28	33260	186.11		
M - 14	09/11/2019	07/12/2019	15.05	15.10	15.00	14.90	15.01	177.01	30.01	2.00	1.000	12,661.0	28	33165	187.34		
M - 15	09/11/2019	07/12/2019	15.05	15.00	15.02	14.98	15.01	177.01	30.00	2.00	1.000	12,634.0	28	32842	185.50		

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeadas, curadas y ensayadas en el Laboratorio Técnico Especializado de Suelo, Concreto y Asfalto, LABORTEC.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail  
Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Ing. Augusto Saavedra C.  
LABORTEC  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleon Paredillo  
LABORTEC  
CIP N° 109667



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (30% A 28 DÍAS)**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

**4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)**

N° MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm3)	
				HÚMEDA	SECA
M - 03	417.10	389.40	7.11 %	2.38	2.22
M - 05	473.70	438.50	8.03 %	2.36	2.18
M - 06	750.60	696.90	7.71 %	2.36	2.20
M - 10	387.60	374.80	3.42 %	2.36	2.29

**CUADRO DE RESUMEN**

Humedad, %W (promedio)	6.57 %
Densidad Húmeda, <math>\rho_h</math> (promedio)	2.37 g/cm3
Densidad Seca, <math>\rho_s</math> (promedio)	2.22 g/cm3

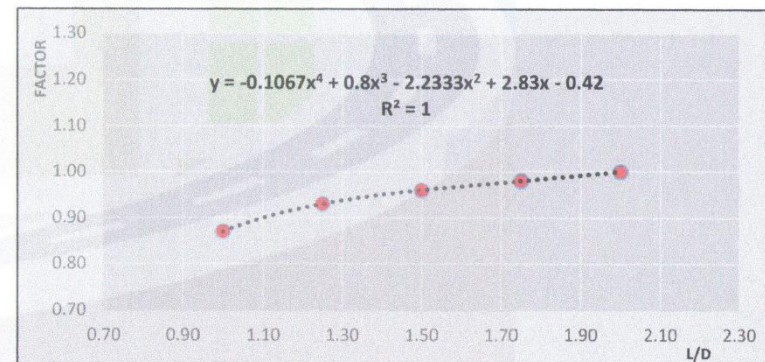
**4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN**

L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

**ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ**

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR





**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (30% A 28 DÍAS)**

<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTÁNDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS**

**CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS**

Número de muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	8.33 kgf/cm2
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	1.67 kgf/cm2
Fórmulas:	
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$A = \frac{R}{K}$
$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$	

Media Aritmética, ( $\bar{X}$ )	185.24 kgf/cm2
Mediana, (Me)	185.57 kgf/cm2
Moda, (Mo)	186.68 kgf/cm2

Varianza, ( $\sigma^2$ )	5.50
Desviación Estándar, ( $\sigma$ )	2.35 kgf/cm2
Coefficiente de Variación, (C.V.)	1.27 %
Coefficiente de Pearson, (A.S.)	-0.4213

Distribución asimétrica negativa, sesgada hacia la izquierda  $\bar{X} < Me < Mo$

**FÓRMULAS**

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi * fi}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$$

$$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (Xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

**Leyenda:**

- n = Tamaño de la Muestra
- K = N° Intervalos
- Li = Limite Inferior
- Ls = Limite Superior
- Xi = Marca de Clase
- fi = Frecuencia Absoluta
- fr = Frecuencia Relativa
- F = Frecuencia Absoluta Acumulada

**TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS**

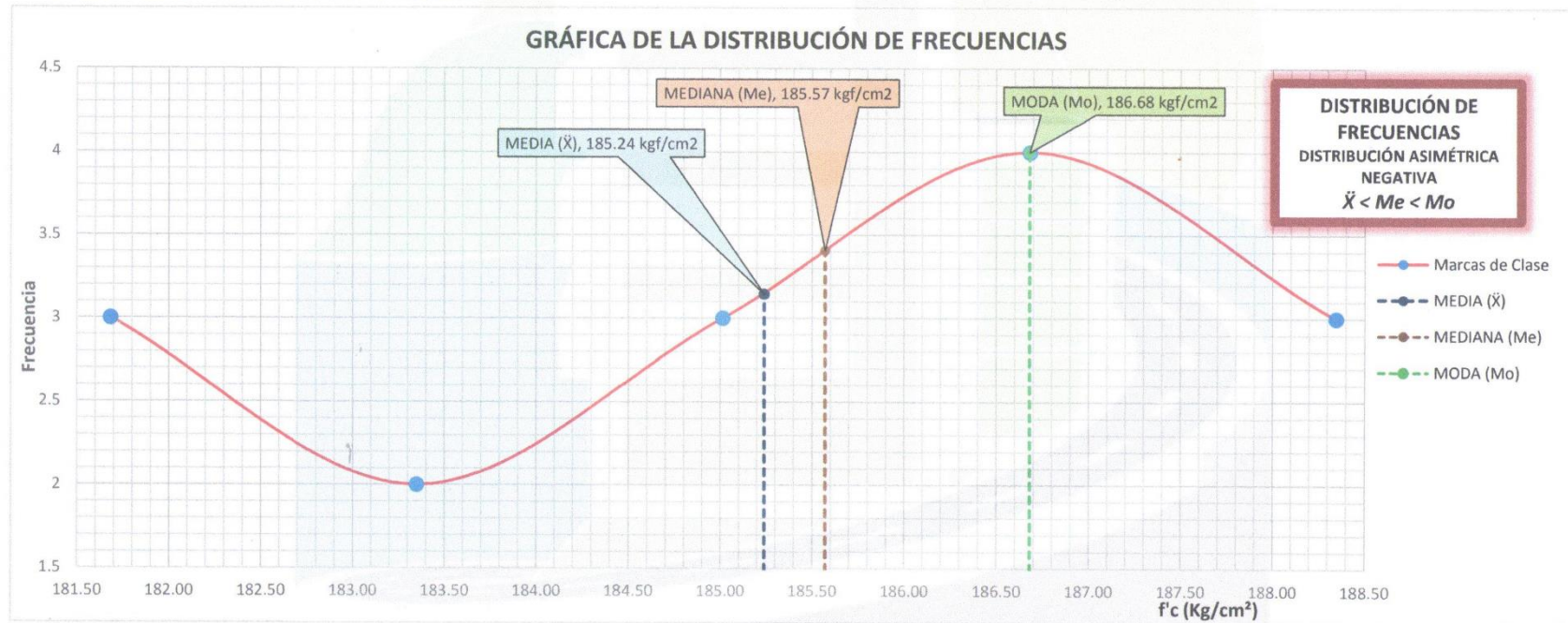
K	ANCHO DE CLASE		Xi	fi	fr	F	Xi*fi	(Xi- $\bar{X}$ ) <sup>2</sup> *fi
	Li	Ls						
1	[ 180.85	182.52 >	181.68	3	0.2000	3	545.05	37.96
2	[ 182.52	184.18 >	183.35	2	0.1333	5	366.70	7.15
3	[ 184.18	185.85 >	185.02	3	0.2000	8	555.05	0.15
4	[ 185.85	187.51 >	186.68	4	0.2667	12	746.72	8.31
5	[ 187.51	189.18 ]	188.35	3	0.2000	15	565.04	28.96
			<b><math>\Sigma =</math></b>	<b>15</b>	<b>1</b>		<b>2778.56</b>	<b>82.53</b>



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (30% A 28 DÍAS)

Tesis:	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
Ubicación:	HUÁNUCO
Tesista:	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
Fecha:	DICIEMBRE DEL 2019.

4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS



Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco  
 Celular : 962987000  
 Fono : 062-287145  
 E-mail  
 Labortec\_eirl@hotmail.com  
 Importante: La autenticidad de este informe  
 puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Sampedra C.  
 TECN. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleon Paramillo  
 CIP N° 162667





**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (30% A 28 DÍAS)**

Tesis:	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'c = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
Ubicación:	HUÁNUCO
Tesista:	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
Fecha:	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS**

N° MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 03	180.85	0.029513
M - 12	181.51	0.048033
M - 07	182.18	0.072626
M - 02	182.84	0.100767
M - 10	183.51	0.129579
M - 01	184.33	0.157752
M - 09	184.83	0.167504
M - 15	185.50	0.169040
M - 13	186.11	0.158776
M - 06	186.46	0.148564
M - 11	186.73	0.139006
M - 14	187.34	0.113921
M - 04	187.95	0.087256
M - 08	188.56	0.062463
M - 05	189.18	0.041492

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)	15	
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)	95%	
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)	5%	
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5%
	Z+ CRÍTICO (2.5%)	<b>1.96</b>
	Z- CRÍTICO (2.5%)	<b>-1.96</b>
MARGEN DE ERROR	1.19 kgf//cm²	
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	186.19 kgf//cm²
	LÍMITE INFERIOR	183.81 kgf//cm²
<b>183.81 kgf/cm² ≤ μ ≤ 186.19 kgf/cm²</b>		

**INTERPRETACIÓN:**  
Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde 183.81 kgf/cm² a 186.19 kgf/cm²

(X̄)	185.24
(σ)	2.35

FÓRMULAS
$\alpha = 1 - 95\%$
$M. Error = Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Elio Augusto Saavedra C



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

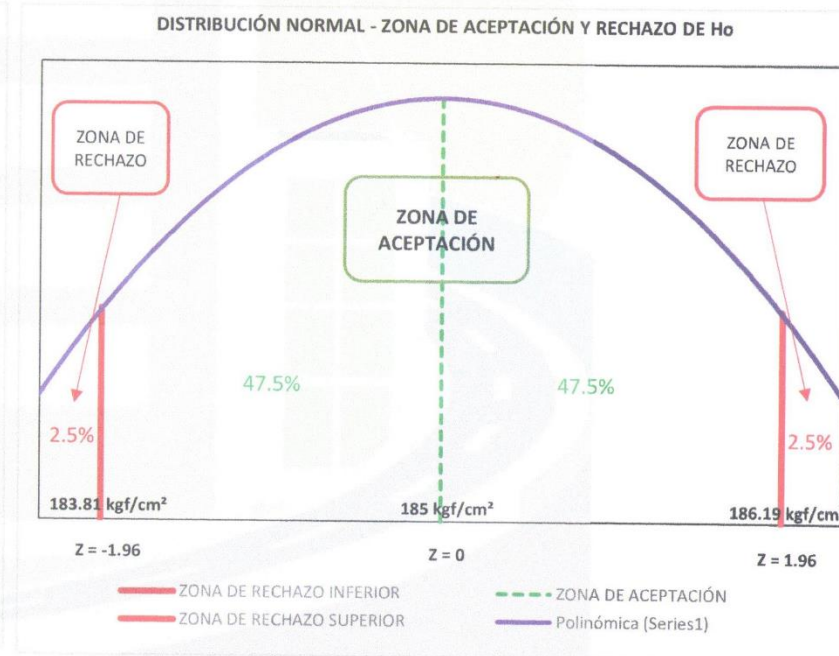
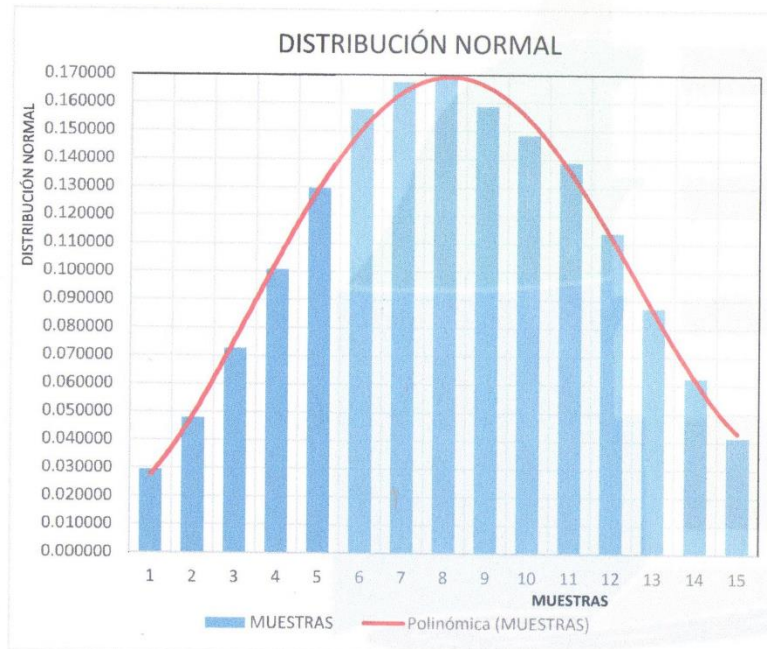
Ing. Rider Cajaleón Yaramillo  
CIP N° 169667



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (30% A 28 DÍAS)**

<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.4.1.- GRÁFICOS**



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



**Elio Augusto Saavedra C.**  
TEC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



**Ing. Rider Cajaleon Jaramillo**  
CIP N° 169667





EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (30% A 28 DÍAS)

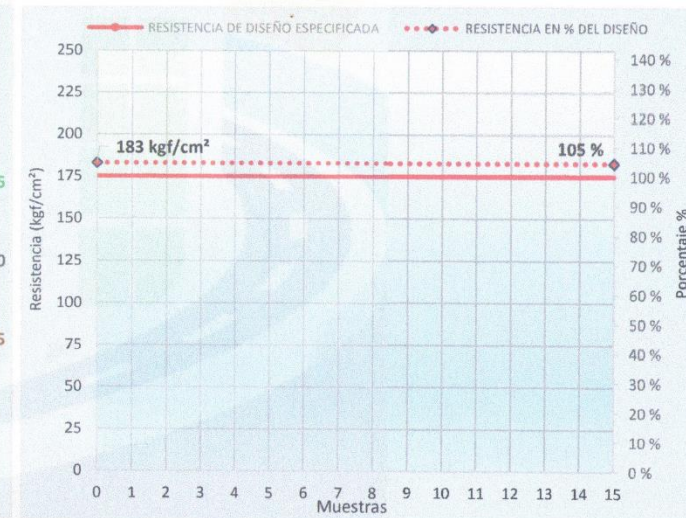
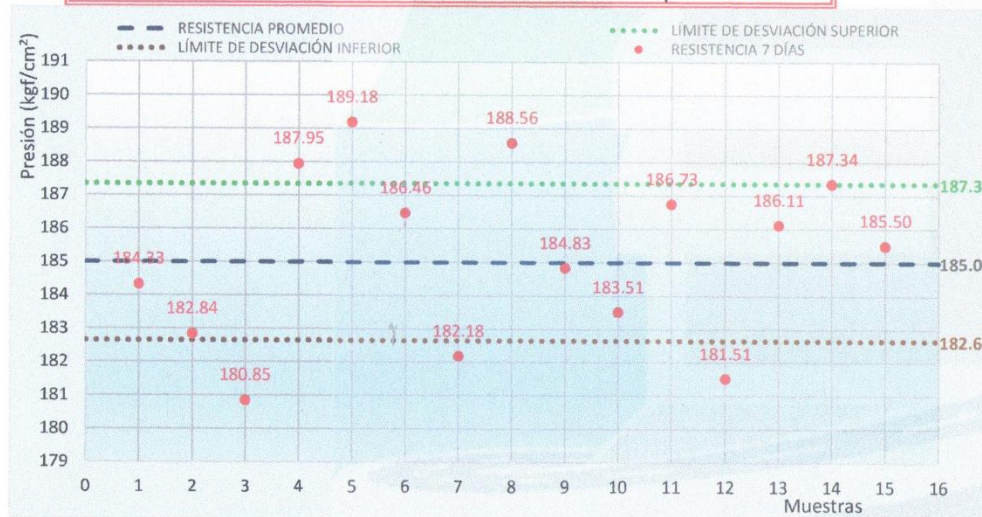
Tesis:	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
Ubicación:	HUÁNUCO
Tesista:	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
Fecha:	DICIEMBRE DEL 2019.

5.- RESULTADOS Y GRÁFICOS

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, $\bar{X}$ )	185 kgf/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar, $\sigma$	2.35 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia característica a la compresión (poblacional)	183 kgf/cm <sup>2</sup>
Dispersión ( Coeficiente de variación, C.V. )	1.27 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada (f'c=175 kgf/cm <sup>2</sup> )	105 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o más
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm <sup>2</sup>
Verificación	Cumple	Cumple



Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco  
 Celular : 962987000  
 Fono : 062-287145  
 E-mail  
 Labortec\_eirl@hotmail.com  
 Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

LABORTEC  
 Elio Augusto Saavedra C.  
 TEG. LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORTEC  
 Ing. Rider Cajalon Jaramillo  
 CIP N° 162667





EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO ( 30% )

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

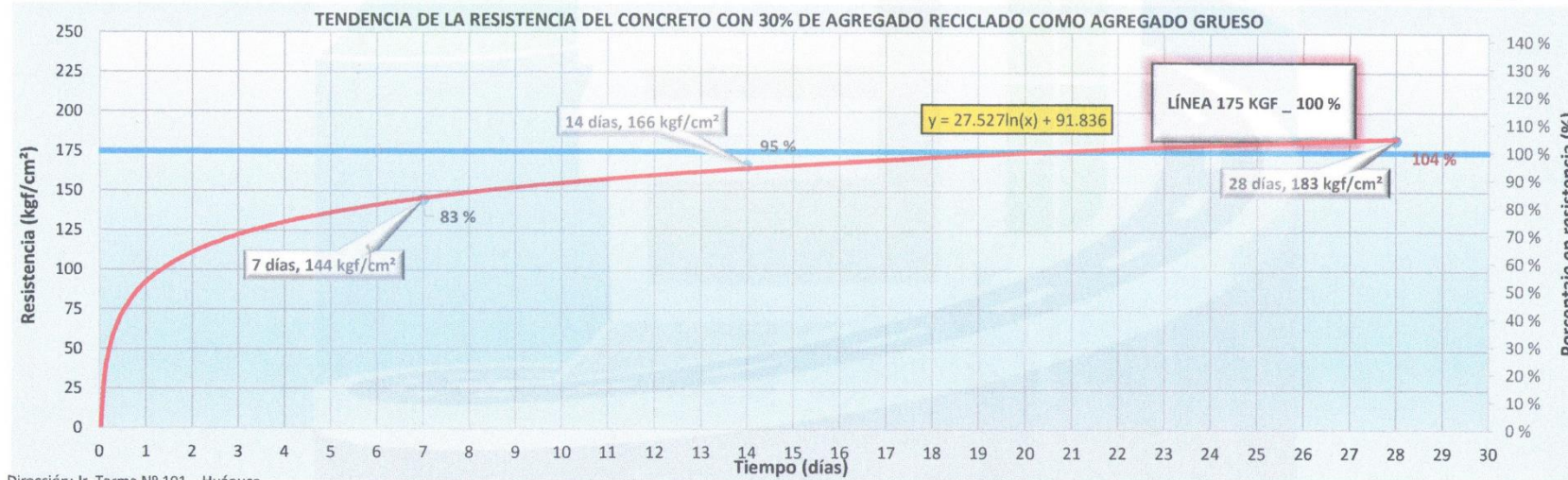
**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

1.- CUADRO DE RESUMEN Y GRÁFICA DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO

	RESULTADOS GENERALES POR EDADES				ECUACIÓN GENERAL PARA ESTIMAR LA EVOLUCIÓN DEL CONCRETO SEGÚN AVANCE DE LOS DÍAS
	EDAD DEL CONCRETO EN DIAS				
	0	7	14	28	
<b>% AG. RECICLADO:</b> 30 %					
RESISTENCIA CARACTERÍSTICO, f'c	0 kgf/cm <sup>2</sup>	144 kgf/cm <sup>2</sup>	166 kgf/cm <sup>2</sup>	183 kgf/cm <sup>2</sup>	<b>f'c = 27.527*ln(días) + 91.836</b>
Porcentaje en resistencia de diseño referencial (f'c = 175 kgf/cm <sup>2</sup> )	0 %	83 %	95 %	104 %	



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
 Celular : 962987000  
 Fono : 062-287145  
 E-mail  
 Labortec\_eirl@hotmail.com  
 Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

Elio Augusto Saavedra  
 TEG. LABORATORIO EST. SUE. OS DE CONCRETO Y ASFALTO

T - 30 - 22/22

Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
 CIP N° 169967

## **ANEXO VI.VI**

---

ENSAYOS DE COMPRESIÓN CILÍNDRICA DEL CONCRETO A 7,  
14 Y 28 DÍAS, PARA EL DISEÑO CON 45% DE CONCRETO  
RECICLADO DE VÍAS PEATONALES COMO AGREGADO  
GRUESO





EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (45% A 7 DÍAS)**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'c = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"  
**Ubicación:** HUÁNUCO  
**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO  
**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

- 1.- Referencia: ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimenes.)  
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto: Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricas para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos: Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:

Para elemento estructural	N° MOLDE	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm2)	Tipo de falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diame. Prome.	Área	Altura	Relación Corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm2	L (cm)	L/D	factor	gramos				
Diseño con 45% de Concreto Reciclado como Ag. Grueso	M - 01	11/11/2019	18/11/2019	15.02	15.00	15.10	15.12	15.06	178.13	30.02	1.99	0.999	12,499.0	7	21691	121.67	Falla columnar (Agrietamiento Vertical)
	M - 02	11/11/2019	18/11/2019	15.04	15.05	15.18	15.19	15.12	179.43	30.05	1.99	0.999	12,611.0	7	22596	125.74	
	M - 03	11/11/2019	18/11/2019	15.03	14.99	14.98	14.99	15.00	176.66	29.99	2.00	1.000	12,516.0	7	21675	122.69	
M - 04	11/11/2019	18/11/2019	15.05	15.04	15.15	15.20	15.11	179.32	29.98	1.98	0.998	12,666.0	7	23487	130.72		
M - 05	11/11/2019	18/11/2019	15.00	14.98	15.01	15.03	15.01	176.83	30.10	2.01	1.001	12,549.0	7	21819	123.48		
M - 06	11/11/2019	18/11/2019	15.16	15.11	15.05	15.05	15.09	178.90	30.08	1.99	0.999	12,639.0	7	23188	129.50		
M - 07	11/11/2019	18/11/2019	15.00	14.70	15.10	14.80	14.90	174.37	30.00	2.01	1.002	12,598.0	7	21840	125.46		
M - 08	11/11/2019	18/11/2019	15.00	15.10	15.12	15.02	15.06	178.13	30.00	1.99	0.999	12,565.0	7	22191	124.45		
M - 09	11/11/2019	18/11/2019	15.02	15.00	15.10	15.09	15.05	177.95	30.05	2.00	1.000	12,625.0	7	22890	128.57		
M - 10	11/11/2019	18/11/2019	15.10	15.10	15.00	14.90	15.03	177.30	30.00	2.00	1.000	12,652.0	7	21450	120.93		
M - 11	11/11/2019	18/11/2019	14.98	14.99	15.02	14.99	15.00	176.60	30.01	2.00	1.000	12,566.0	7	22163	125.52		
M - 12	11/11/2019	18/11/2019	15.03	15.10	15.00	15.03	15.04	177.66	29.99	1.99	0.999	12,626.0	7	22782	128.14		
M - 13	11/11/2019	18/11/2019	15.10	15.20	15.02	15.03	15.09	178.78	30.00	1.99	0.999	12,532.0	7	23800	132.93		
M - 14	11/11/2019	18/11/2019	15.10	15.10	15.00	15.00	15.05	177.89	29.98	1.99	0.999	12,679.0	7	23506	132.00		
M - 15	11/11/2019	18/11/2019	15.02	15.20	15.10	15.03	15.09	178.78	30.00	1.99	0.999	12,532.0	7	22805	127.37		

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeadas, curadas y ensayadas en el Laboratorio Técnico Especializado de Suelo, Concreto y Asfalto, LABORTEC.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
 Celular : 962987000  
 Fono : 062-287145  
 E-mail  
 Labortec\_eirl@hotmail.com  
 Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

Elio Augusto Saavedra C.  
 TECN. LABORATORIO DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

Ing. Rider Cajalón Páramillo  
 CIP N° 169667





EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (45% A 7 DÍAS)**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"  
**Ubicación:** HUÁNUCO  
**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO  
**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

**4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)**

N° MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm3)	
				HÚMEDA	SECA
M - 07	866.49	832.49	4.08 %	2.41	2.31
M - 10	640.70	601.40	6.53 %	2.38	2.23
M - 13	608.60	576.80	5.51 %	2.34	2.21
M - 15	889.40	833.10	6.76 %	2.34	2.19

**CUADRO DE RESUMEN**

Humedad, %W (promedio)	5.72 %
Densidad Húmeda, ρ <sub>h</sub> (promedio)	2.37 g/cm3
Densidad Seca, ρ <sub>s</sub> (promedio)	2.24 g/cm3

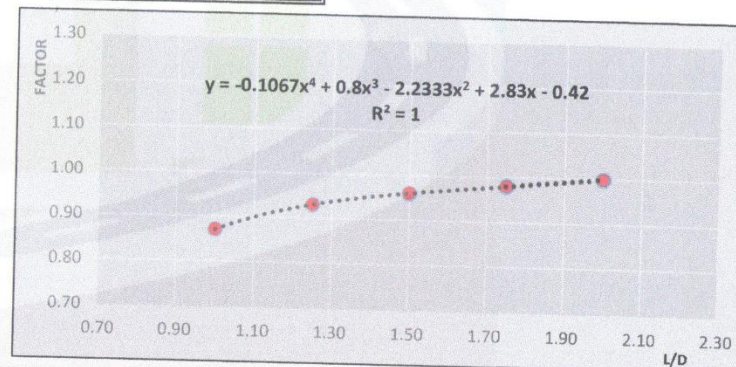
**4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN**

L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

**ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ**

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
 Celular : 962987000  
 Fono : 062-287145  
 E-mail  
 Labortec\_eirl@hotmail.com  
 Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



T- 45 - 2/22





**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (45% A 7 DÍAS)**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

**4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTÁNDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS**

**CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS**

Número de muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	12.00 kgf/cm2
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	2.40 kgf/cm2
Fórmulas:	
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$A = \frac{R}{K}$
$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$	

Media Aritmética, ( $\bar{X}$ )	126.77 kgf/cm2
Mediana, (Me)	126.33 kgf/cm2
Moda, (Mo)	124.13 kgf/cm2

Varianza, ( $\sigma^2$ )	11.88
Desviación Estándar, ( $\sigma$ )	3.45 kgf/cm2
Coefficiente de Variación, (C.V.)	2.72 %
Coefficiente de Pearson, (A.S.)	0.3826
Distribución asimétrica positiva, sesgada hacia la derecha $\bar{X} > Me > Mo$	

**FÓRMULAS**

$\bar{X} = \frac{\sum Xi * fi}{n}$	$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$
$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$	
$\sigma^2 = \frac{\sum (Xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$	$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$
$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$	$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$

**TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS**

K	ANCHO DE CLASE		Xi	fi	fr	F	Xi*fi	(Xi- $\bar{X}$ ) <sup>2</sup> *fi
	Li	Ls						
1	[ 120.93	123.33 >	122.13	3	0.2000	3	366.39	64.59
2	[ 123.33	125.73 >	124.53	4	0.2667	7	498.12	20.07
3	[ 125.73	128.13 >	126.93	2	0.1333	9	253.86	0.05
4	[ 128.13	130.53 >	129.33	3	0.2000	12	387.99	19.66
5	[ 130.53	132.93 ]	131.73	3	0.2000	15	395.19	73.80
$\Sigma =$				15	1		1901.55	178.18

**Leyenda:**

- n = Tamaño de la Muestra
- K = N° Intervalos
- Li = Límite Inferior
- Ls = Límite Superior
- Xi = Marca de Clase
- fi = Frecuencia Absoluta
- fr = Frecuencia Relativa
- F = Frecuencia Absoluta Acumulada

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail  
Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



**Elio Augusto Saavedra C.**  
ING. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

T - 45 - 3/22



**Ing. Rider Cajalán Jaramillo**  
CIP N° 169667





**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (45% A 7 DÍAS)**

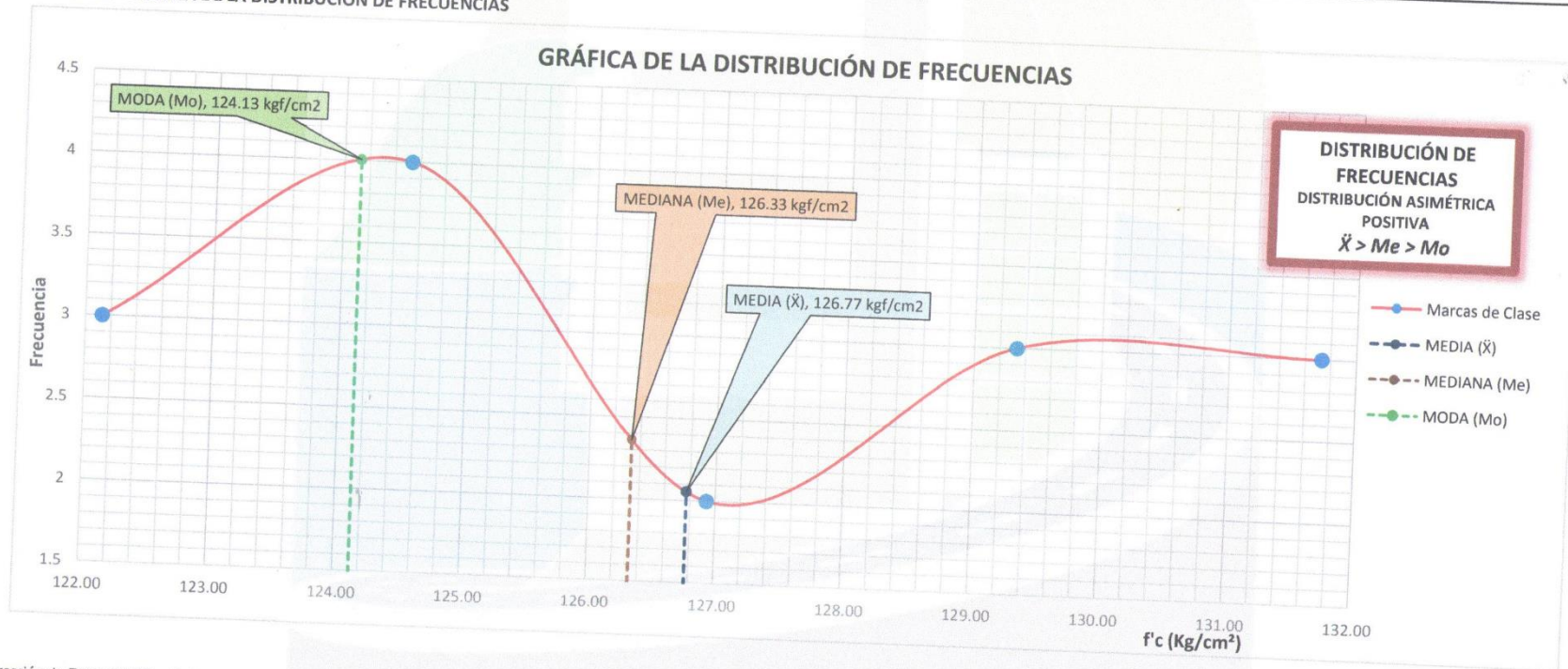
Tesis: "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

Ubicación: HUÁNUCO

Tesista: BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

Fecha: DICIEMBRE DEL 2019.

4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail  
Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

Elio Augusto Saavedra C.  
LABORTEC

T - 45 - 4/22

Ing. Rider Cajaleon Jaramillo  
LABORTEC  
CIP N° 169867



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (45% A 7 DÍAS)**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'c = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"  
**Ubicación:** HUÁNUCO  
**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO  
**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

**4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS**

Nº MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 10	1   120.93	0.027546
M - 01	2   121.67	0.038730
M - 03	3   122.69	0.057441
M - 05	4   123.48	0.073393
M - 08	5   124.45	0.092286
M - 07	6   125.46	0.107686
M - 11	7   125.52	0.108385
M - 02	8   125.74	0.110697
M - 15	9   127.37	0.114012
M - 12	10   128.14	0.106960
M - 09	11   128.57	0.100995
M - 06	12   129.50	0.084584
M - 04	13   130.72	0.060021
M - 14	14   132.00	0.036601
M - 13	15   132.93	0.023434

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)	15	
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)	95%	
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)	5%	
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5%
	Z+ CRÍTICO (2.5%)	<b>1.96</b>
	Z- CRÍTICO (2.5%)	<b>-1.96</b>
MARGEN DE ERROR	1.74 kgf//cm²	
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	128.74 kgf//cm²
	LÍMITE INFERIOR	125.26 kgf//cm²
	<b>125.26 kgf/cm² ≤ μ ≤ 128.74 kgf/cm²</b>	
<b>INTERPRETACIÓN:</b> Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde 125.26 kgf/cm² a 128.74 kgf/cm²		

( $\bar{X}$ )	126.77
(σ)	3.45

**FÓRMULAS**

$\alpha = 1 - 95\%$

$M. Error = Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco  
 Celular : 962987000  
 Fono : 062-287145  
 E-mail  
 Labortec\_eirj@hotmail.com  
 Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR





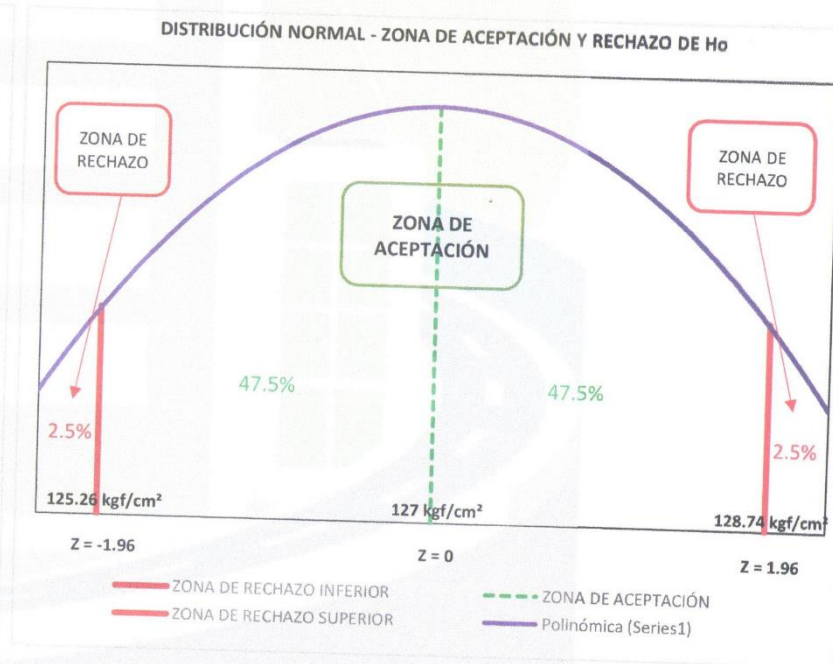
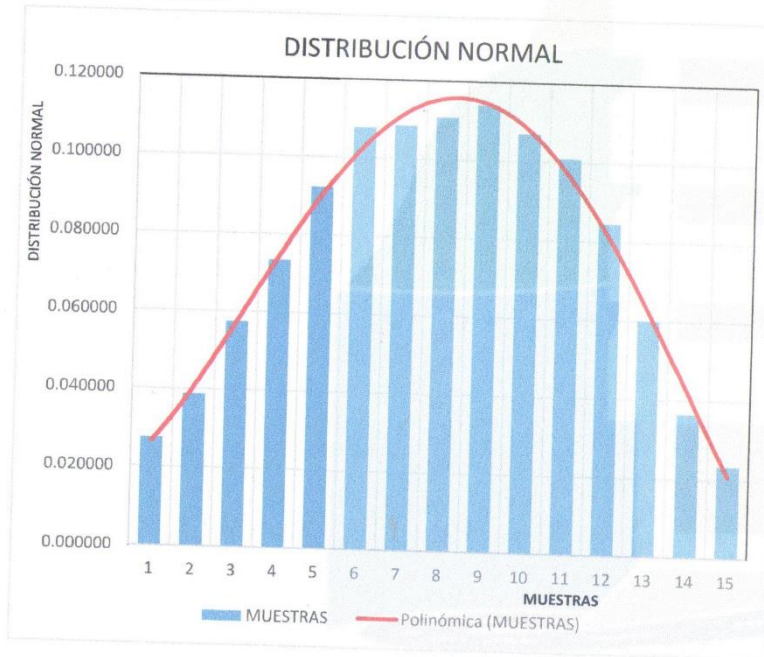
EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (45% A 7 DÍAS)**

Tesis:	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
Ubicación:	HUÁNUCO
Tesista:	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
Fecha:	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.4.1.- GRÁFICOS**



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
 Celular : 962987000  
 Fono : 062-287145  
 E-mail  
 Labortec\_eirl@hotmail.com  
 Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

**LABORTEC**  
 Elio Augusto Saavedra C.  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

T- 45 - 6/22

**LABORTEC**  
 Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
 CIP N° 169667



EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (45% A 7 DÍAS)

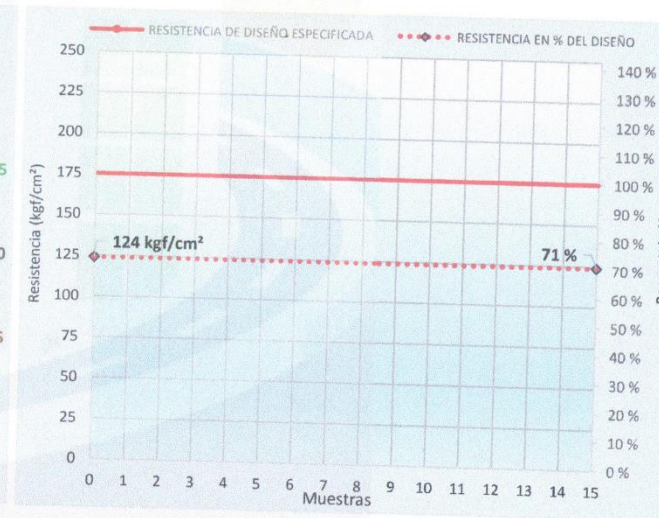
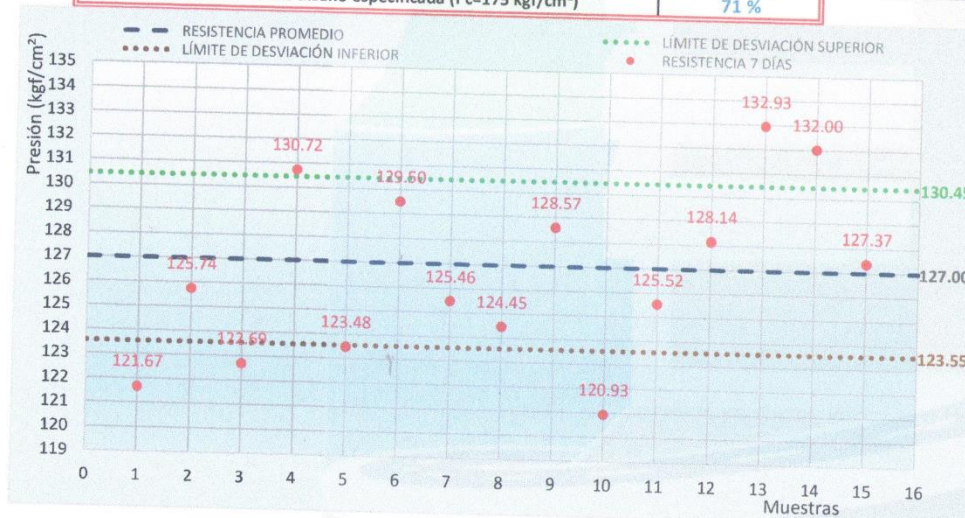
Tesis: "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"  
Ubicación: HUÁNUCO  
Tesisista: BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO  
Fecha: DICIEMBRE DEL 2019.

5.- RESULTADOS Y GRÁFICOS

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, $\bar{X}$ )	127 kgf/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar, $\sigma$	3.45 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia característica a la compresión (poblacional)	124 kgf/cm <sup>2</sup>
Dispersión ( Coeficiente de variación, C.V. )	2.72 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada (f'c=175 kgf/cm <sup>2</sup> )	71 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o más
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm <sup>2</sup>
Verificación	Cumple	Cumple



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail  
Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

LABORTEC  
Elio Augusto Saavedra C.  
LABORTEC

T-45-7/22

LABORTEC  
Ing. Rider Cajaleón Páramillo  
CIP N° 169667





**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (45% A 14 DÍAS)**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

- 1.- Referencia:** ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.)  
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto:** Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricas para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos:** Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:**

Para elemento estructural	N° MOLDE	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm2)	Tipo de falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diame. Prom.	Área	Altura	Relación Corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm2	L (cm)	L/D	factor	gramos				
Diseño con 45% de Concreto Reciclado como Ag. Grueso	M - 01	11/11/2019	25/11/2019	15.05	15.07	14.90	14.90	14.98	176.24	30.00	2.00	1.000	12,776.0	14	26683	151.45	Falla columnar (Agirietamiento Vertical)
	M - 02	11/11/2019	25/11/2019	15.10	15.00	14.90	14.95	14.99	176.42	30.00	2.00	1.000	12,640.0	14	24958	141.50	
	M - 03	11/11/2019	25/11/2019	15.10	15.00	15.00	15.02	15.03	177.42	30.02	2.00	1.000	12,600.0	14	26975	151.99	
	M - 04	11/11/2019	25/11/2019	15.05	14.98	15.00	15.10	15.03	177.48	29.99	2.00	0.999	12,844.0	14	27974	157.52	
	M - 05	11/11/2019	25/11/2019	14.96	15.09	14.98	14.97	15.00	176.71	30.02	2.00	1.000	12,482.0	14	28075	158.90	
	M - 06	11/11/2019	25/11/2019	15.02	15.05	15.00	15.00	15.02	177.13	30.00	2.00	1.000	12,708.0	14	26224	148.01	
	M - 07	11/11/2019	25/11/2019	15.00	14.98	15.00	15.05	15.01	176.89	29.98	2.00	1.000	12,522.0	14	25729	145.41	
	M - 08	11/11/2019	25/11/2019	15.02	15.00	14.97	15.01	15.00	176.71	30.01	2.00	1.000	12,810.0	14	27590	156.14	
	M - 09	11/11/2019	25/11/2019	14.97	14.96	14.98	15.09	15.00	176.71	30.02	2.00	1.000	12,482.0	14	27566	156.02	
	M - 10	11/11/2019	25/11/2019	15.07	15.05	14.90	14.97	15.00	176.66	30.00	2.00	1.000	12,742.0	14	25916	146.71	
	M - 11	11/11/2019	25/11/2019	14.95	14.90	15.00	15.10	14.99	176.42	30.01	2.00	1.000	12,561.0	14	27399	155.35	
	M - 12	11/11/2019	25/11/2019	15.00	15.00	15.10	15.00	15.03	177.30	30.00	2.00	1.000	12,443.0	14	25727	145.04	
	M - 13	11/11/2019	25/11/2019	15.00	14.98	15.05	15.10	15.03	177.48	29.99	2.00	0.999	12,562.0	14	27239	153.38	
	M - 14	11/11/2019	25/11/2019	14.97	14.98	15.10	14.96	15.00	176.77	29.98	2.00	1.000	12,707.0	14	26242	148.42	
	M - 15	11/11/2019	25/11/2019	15.00	15.02	15.00	15.05	15.02	177.13	29.97	2.00	0.999	12,403.0	14	25307	142.80	

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeadas, curadas y ensayadas en el Laboratorio Técnico Especializado de Suelo, Concreto y Asfalto, LABORTEC.

Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.  
TÉCNICO LABORATORIO ESPECIALIZADO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

T - 45 - 8/22



Ing. Rider Cajalón Jaramillo  
CIP N° 169667



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (45% A 14 DÍAS)**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"  
**Ubicación:** HUÁNUCO  
**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO  
**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

**4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)**

N° MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	
				HÚMEDA	SECA
M - 01	472.40	457.10	3.35 %	2.42	2.34
M - 02	786.90	771.50	2.00 %	2.39	2.34
M - 05	962.30	935.10	2.91 %	2.35	2.29
M - 09	735.70	721.70	1.94 %	2.35	2.31

**CUADRO DE RESUMEN**

Humedad, %W (promedio)	2.55 %
Densidad Húmeda, $\rho_h$ (promedio)	2.38 g/cm <sup>3</sup>
Densidad Seca, $\rho_s$ (promedio)	2.32 g/cm <sup>3</sup>

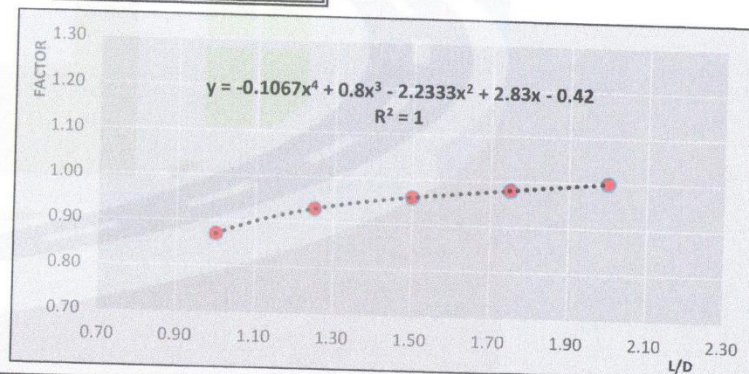
**4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN**

L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

**ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ**

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.

TEC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

T - 45 - 9/22



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667





**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (45% A 14 DÍAS)**

Tesis:	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
Ubicación:	HUÁNUCO
Tesista:	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
Fecha:	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTÁNDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS**

**CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS**

Número de muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	17.40 kgf/cm2
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	3.48 kgf/cm2
Fórmulas:	
$R = f'c \max - f'c \min$	$A = \frac{R}{K}$
$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$	

Media Aritmética, ( $\bar{X}$ )	150.66 kgf/cm2
Mediana, (Me)	150.20 kgf/cm2
Moda, (Mo)	146.47 kgf/cm2

Varianza, ( $\sigma^2$ )	25.62
Desviación Estándar, ( $\sigma$ )	5.06 kgf/cm2
Coeficiente de Variación, (C.V.)	3.36 %
Coeficiente de Pearson, (A.S.)	0.2727

Distribución asimétrica positiva, sesgada hacia la derecha  $\bar{X} > Me > Mo$

**FÓRMULAS**

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi * fi}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$$

$$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (Xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

**TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS**

K	ANCHO DE CLASE		Xi	fi	fr	F	Xi*fi	(Xi- $\bar{X}$ ) <sup>2</sup> *fi
	Li	Ls						
1	[ 141.50	144.98 >	143.24	2	0.1333	2	286.48	110.11
2	[ 144.98	148.46 >	146.72	5	0.3333	7	733.60	77.62
3	[ 148.46	151.94 >	150.20	1	0.0667	8	150.20	0.21
4	[ 151.94	155.42 >	153.68	3	0.2000	11	461.04	27.36
5	[ 155.42	158.90 ]	157.16	4	0.2667	15	628.64	169.00
$\Sigma =$				15	1		2259.96	384.30

**Leyenda:**

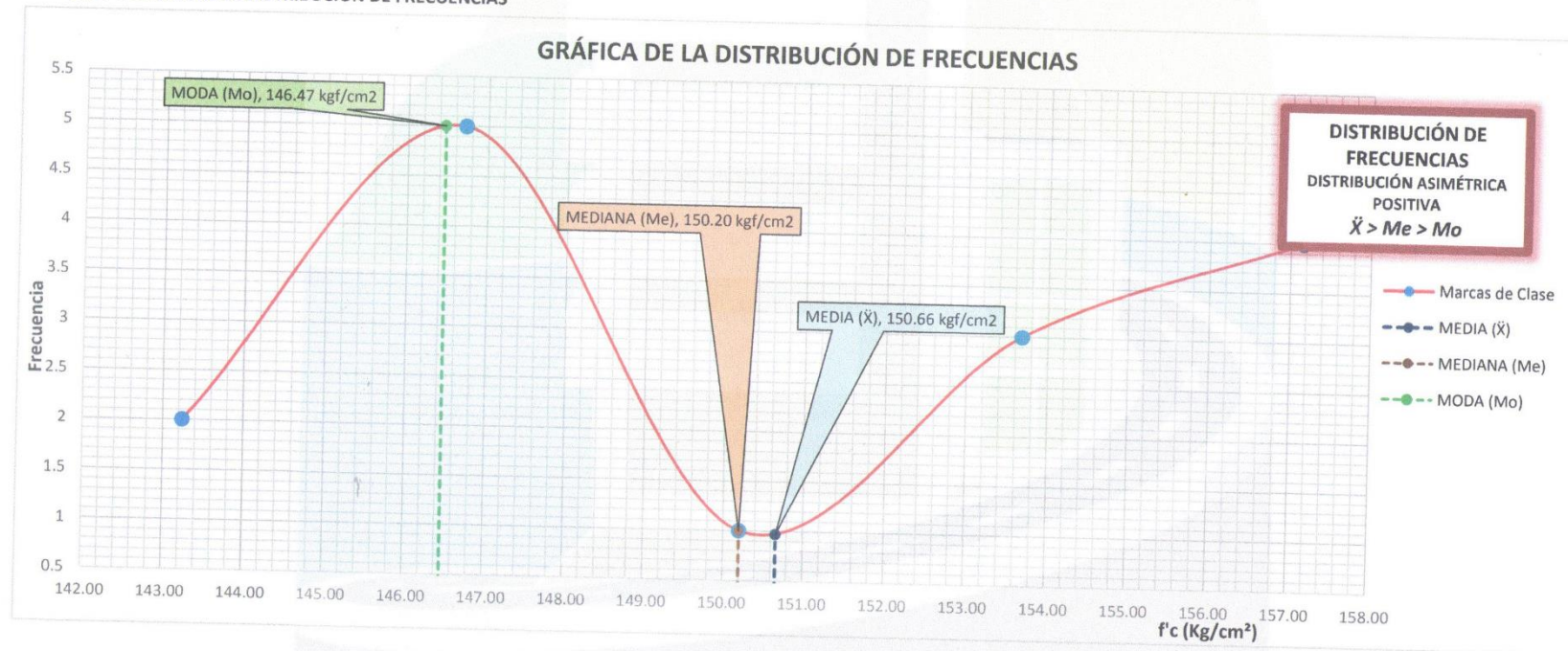
- n = Tamaño de la Muestra
- K = N° Intervalos
- Li = Límite Inferior
- Ls = Límite Superior
- Xi = Marca de Clase
- fi = Frecuencia Absoluta
- fr = Frecuencia Relativa
- F = Frecuencia Absoluta Acumulada



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (45% A 14 DÍAS)**

Tesis:	"ELABORACIÓN DE CONCRETO $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$ UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
Ubicación:	HUÁNUCO
Tesista:	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
Fecha:	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS**



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail  
Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.  
LABORTEC

T-45-11/22



Ing. Rider Cajalón Jaramillo  
LABORTEC  
CIP N° 169667





**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (45% A 14 DÍAS)**

<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS**

N° MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm²)	DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 02	141.50	0.015327
M - 15	142.80	0.023605
M - 12	145.04	0.042552
M - 07	145.41	0.046027
M - 10	146.71	0.058127
M - 06	148.01	0.068722
M - 14	148.42	0.071465
M - 01	151.45	0.077863
M - 03	151.99	0.076142
M - 13	153.38	0.068220
M - 11	155.35	0.051308
M - 09	156.02	0.044990
M - 08	156.14	0.043862
M - 04	157.52	0.031460
M - 05	158.90	0.020948

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)	15	
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)	95%	
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)	5%	
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5%
	Z+ CRÍTICO (2.5%)	<b>1.96</b>
	Z- CRÍTICO (2.5%)	<b>-1.96</b>
MARGEN DE ERROR	2.56 kgf//cm²	
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	153.56 kgf//cm²
	LÍMITE INFERIOR	148.44 kgf//cm²
	<b>148.44 kgf/cm² ≤ μ ≤ 153.56 kgf/cm²</b>	
<b>INTERPRETACIÓN:</b>		
Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde <b>148.44 kgf/cm² a 153.56 kgf/cm²</b>		

(X̄)	150.66
(σ)	5.06

FÓRMULAS
$\alpha = 1 - 95\%$
$M. Error = Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



**LABORTEC**  
Elio Augusto Saavedra C.  
TEC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



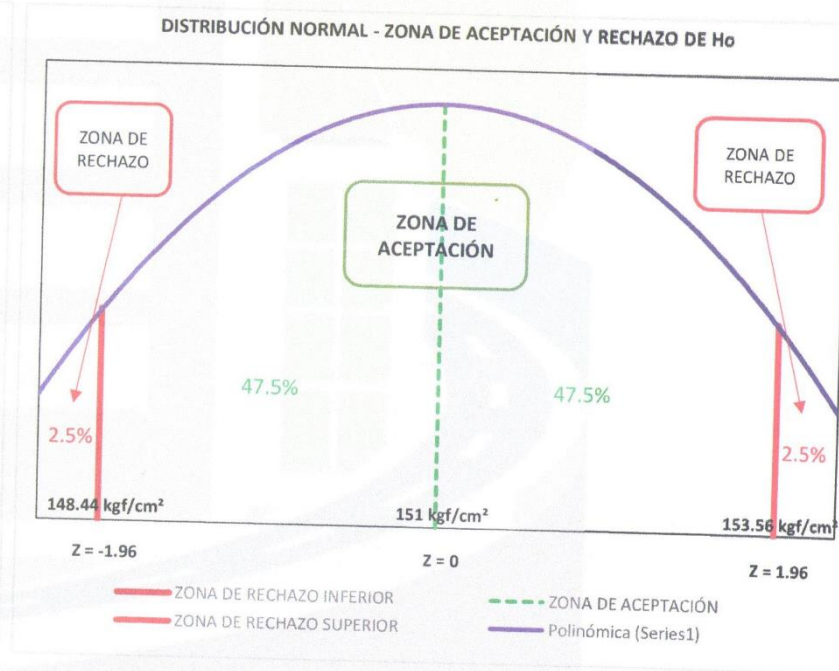
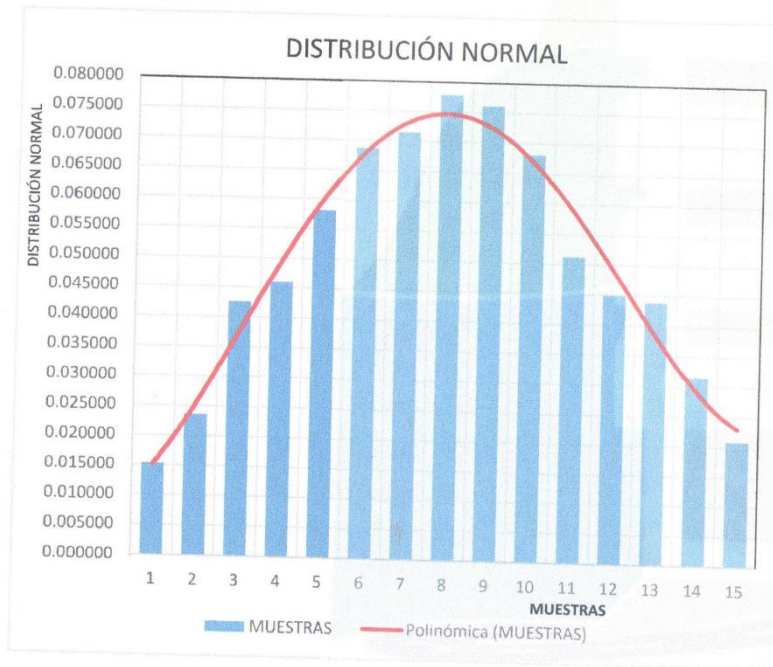
**LABORTEC**  
Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (45% A 14 DÍAS)**

<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.4.1.- GRÁFICOS**



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
 Celular : 962987000  
 Fono : 062-287145  
 E-mail  
 Labortec\_eirl@hotmail.com  
 Importante: La autenticidad de este informe  
 puede ser verificado mediante el código QR



**Elio Augusto Saavedra C.**  
 TECNÓLOGO EN LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



**Ing. Rider Cajateón Jaramillo**  
 CIP N° 169667





EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (45% A 14 DÍAS)

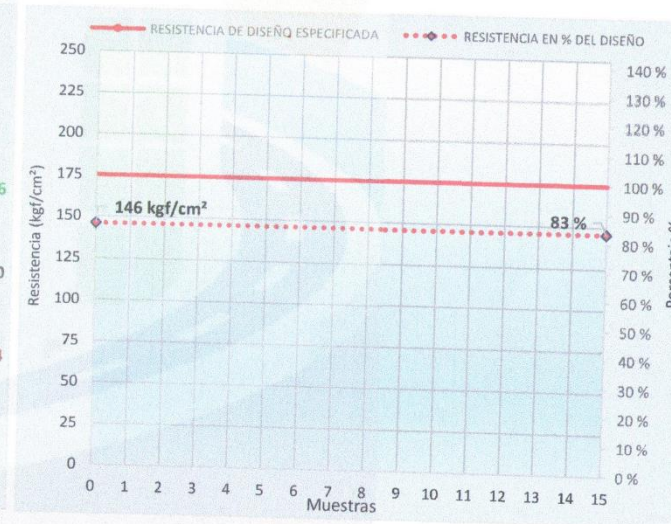
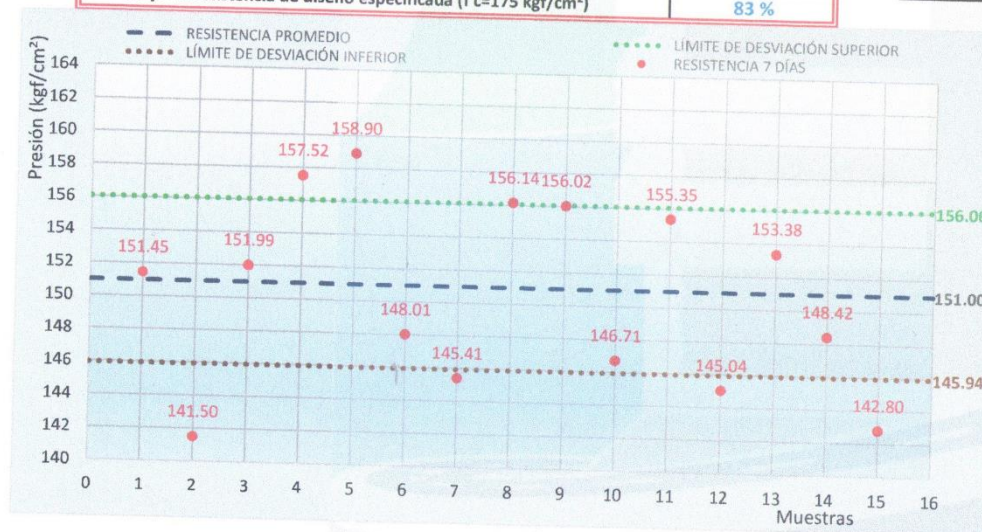
Tesis:	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
Ubicación:	HUÁNUCO
Tesista:	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
Fecha:	DICIEMBRE DEL 2019.

5.- RESULTADOS Y GRÁFICOS

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, $\bar{X}$ )	151 kgf/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar, $\sigma$	5.06 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia característica a la compresión (poblacional)	146 kgf/cm <sup>2</sup>
Dispersión ( Coeficiente de variación, C.V. )	3.36 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada (f'c=175 kgf/cm <sup>2</sup> )	83 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o más
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm <sup>2</sup>
Verificación	Cumple	Cumple



Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco  
 Celular : 962987000  
 Fono : 062-287145  
 E-mail  
 Labortec\_earl@hotmail.com  
 Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

Elio Augusto Saavedra  
 TECN. LABORATORIO ESPECIALIZADO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

T - 45 - 14/22

Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
 CIP N° 169667





EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (45% A 28 DÍAS)**

Tesis: "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'c = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"  
 Ubicación: HUÁNUCO  
 Tesista: BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO  
 Fecha: DICIEMBRE DEL 2019.

- 1.- Referencia: ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimenes.)  
NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto: Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricas para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos: Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:

Para elemento estructural	N° MOLDE	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm2)	Tipo de falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diame. Prome.	Área	Altura	Relación Corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)	cm2	L (cm)	L/D	factor	gramos				
Diseño con 45% de Concreto Reciclado como Ag. Grueso	M - 01	11/11/2019	09/12/2019	15.10	15.10	15.10	15.00	15.08	178.49	30.00	1.99	0.999	12,670.0	28	32520	181.97	Falla columnar (Agrietamiento Vertical)
	M - 02	11/11/2019	09/12/2019	15.00	15.00	15.25	14.75	15.00	176.71	30.00	2.00	1.000	12,402.0	28	32565	184.28	
	M - 03	11/11/2019	09/12/2019	14.97	15.03	15.00	15.03	15.01	176.89	29.98	2.00	1.000	12,286.0	28	31678	179.03	
	M - 04	11/11/2019	09/12/2019	14.98	15.00	15.05	15.00	15.01	176.89	29.98	2.00	1.000	12,643.0	28	32214	182.06	
	M - 05	11/11/2019	09/12/2019	15.00	15.10	15.00	15.10	15.05	177.89	30.10	2.00	1.000	12,634.0	28	31772	178.60	
	M - 06	11/11/2019	09/12/2019	15.00	14.90	15.00	15.12	15.01	176.83	30.00	2.00	1.000	12,344.0	28	31794	179.78	
	M - 07	11/11/2019	09/12/2019	15.10	15.00	15.00	15.00	15.03	177.30	30.00	2.00	1.000	12,679.0	28	32529	183.39	
	M - 08	11/11/2019	09/12/2019	15.12	15.00	14.90	15.00	15.01	176.83	30.00	2.00	1.000	12,650.0	28	31974	180.80	
	M - 09	11/11/2019	09/12/2019	15.10	15.00	15.00	15.10	15.05	177.89	30.10	2.00	1.000	12,634.0	28	32544	182.94	
	M - 10	11/11/2019	09/12/2019	15.10	15.00	14.98	15.00	15.02	177.19	29.95	1.99	0.999	12,661.0	28	31974	180.32	
	M - 11	11/11/2019	09/12/2019	15.00	15.25	14.75	15.00	15.00	176.71	30.00	2.00	1.000	12,518.0	28	32252	182.51	
	M - 12	11/11/2019	09/12/2019	15.00	15.00	15.10	15.10	15.05	177.89	30.02	1.99	0.999	12,517.0	28	32452	182.30	
	M - 13	11/11/2019	09/12/2019	15.03	15.00	14.97	15.03	15.01	176.89	30.05	2.00	1.000	12,652.0	28	31966	180.76	
	M - 14	11/11/2019	09/12/2019	15.00	15.00	14.85	15.10	14.99	176.42	29.99	2.00	1.000	12,460.0	28	31732	179.89	
	M - 15	11/11/2019	09/12/2019	15.00	15.05	15.10	15.00	15.04	177.60	30.00	2.00	0.999	12,688.0	28	32674	183.86	

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeadas, curadas y ensayadas en el Laboratorio Técnico Especializado de Suelo, Concreto y Asfalto, LABORTEC.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C  
 REC. LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

T-45-15/22



Ing. Rider Cajalón Jaramillo  
 CIP N° 109667



EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (45% A 28 DÍAS)**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

**4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)**

N° MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm3)	
				HÚMEDA	SECA
M - 01	937.70	921.30	1.78 %	2.37	2.32
M - 02	911.00	888.20	2.57 %	2.34	2.28
M - 05	1014.90	977.50	3.83 %	2.36	2.27
M - 09	645.60	615.40	4.91 %	2.36	2.25

**CUADRO DE RESUMEN**

Humedad, %W (promedio)	3.27 %
Densidad Húmeda, $\rho_h$ (promedio)	2.36 g/cm3
Densidad Seca, $\rho_s$ (promedio)	2.28 g/cm3

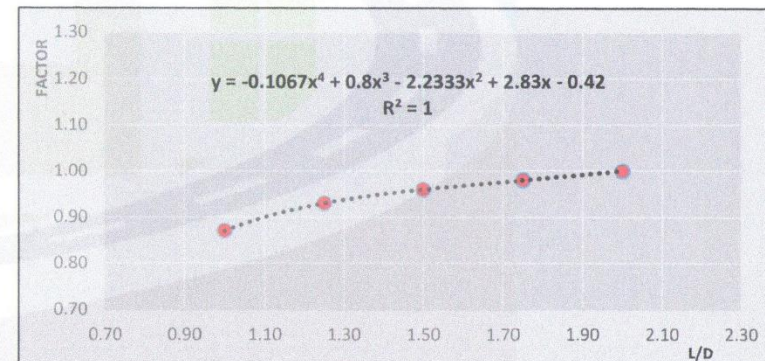
**4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN**

L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

**ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ**

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

LABORTEC  
Elío Augusto Saavedra C.  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

T - 45 - 16/22

LABORTEC  
Ing. Rider Cajaleón Páramillo  
CIP N° 169667





**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (45% A 28 DÍAS)**

<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.3.- CÁLCULO DE LA MEDIA, MODA, VARIANZA, DESVIACIÓN ESTÁNDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN, PEARSON Y LA TABLA DE FRECUENCIAS**

**CÁLCULOS PARA HALLAR LAS TABLAS DE FRECUENCIAS**

Número de muestras, (n)	15 unid
Rango, (R) (f'c max - f'c min)	5.68 kgf/cm2
Número de Intervalos, (K)	4.91
K redondeado	5
Amplitud, (A)	1.14 kgf/cm2
Fórmulas:	
$R = f'c \text{ max} - f'c \text{ min}$	$A = \frac{R}{K}$
$K = 1 + 3.322 * \text{Log}(n)$	

Media Aritmética, ( $\bar{X}$ )	181.52 kgf/cm2
Mediana, (Me)	181.44 kgf/cm2
Moda, (Mo)	180.22 kgf/cm2

Varianza, ( $\sigma^2$ )	2.49
Desviación Estándar, ( $\sigma$ )	1.58 kgf/cm2
Coefficiente de Variación, (C.V.)	0.87 %
Coefficiente de Pearson, (A.S.)	0.1519

Distribución asimétrica positiva, sesgada hacia la derecha  $\bar{X} > Me > Mo$

**FÓRMULAS**

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi * fi}{n}$$

$$Me = Li + \frac{\frac{n}{2} - F(i-1)}{fi} * A$$

$$Mo = Li + \frac{fi - f(i-1)}{(fi - f(i-1)) + (fi - f(i+1))} * A$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (Xi - \bar{X})^2 * fi}{n}$$

$$A.S. = \frac{3 * (\bar{X} - Me)}{\sigma}$$

$$C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

**Leyenda:**

- n = Tamaño de la Muestra
- K = N° Intervalos
- Li = Límite Inferior
- Ls = Límite Superior
- Xi = Marca de Clase
- fi = Frecuencia Absoluta
- fr = Frecuencia Relativa
- F = Frecuencia Absoluta Acumulada

**TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS**

K	ANCHO DE CLASE		Xi	fi	fr	F	Xi*fi	(Xi- $\bar{X}$ ) <sup>2</sup> *fi
	Li	Ls						
1	[ 178.60	179.74 >	179.17	2	0.1333	2	358.34	11.06
2	[ 179.74	180.87 >	180.30	5	0.3333	7	901.52	7.39
3	[ 180.87	182.01 >	181.44	1	0.0667	8	181.44	0.01
4	[ 182.01	183.14 >	182.58	4	0.2667	12	730.30	4.46
5	[ 183.14	184.28 ]	183.71	3	0.2000	15	551.14	14.41
<b>Σ =</b>				<b>15</b>	<b>1</b>		<b>2722.74</b>	<b>37.34</b>

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.  
TEC. LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667

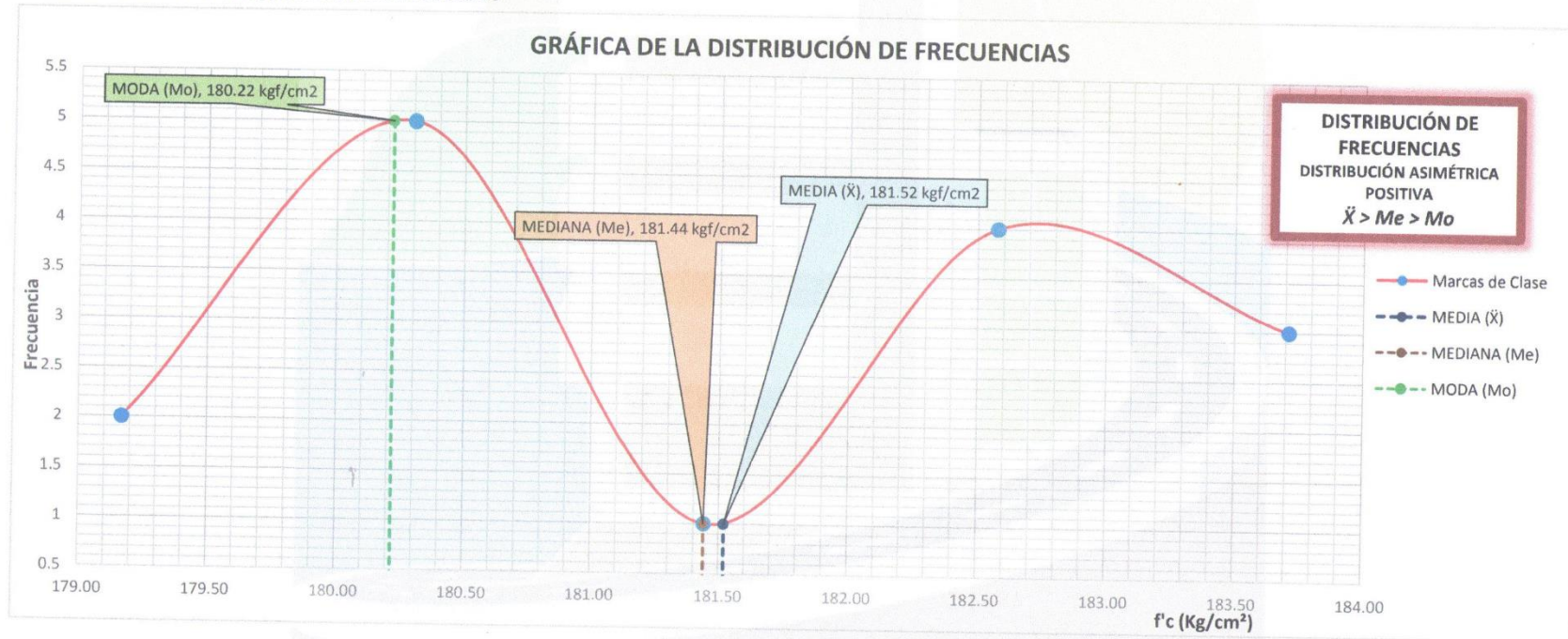




**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (45% A 28 DÍAS)**

<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'c = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	DICIEMBRE DEL 2019.

**4.3.1.- GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS**



Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail  
Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.  
ING. LABORATORIOS DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajafon Jaramillo  
CIP N° 169667



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (45% A 28 DÍAS)**

**Tesis:** "ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO

**Fecha:** DICIEMBRE DEL 2019.

**4.4.- CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS**

N° MOLDE	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm <sup>2</sup> )	DISTRIBUCIÓN NORMAL
M - 05	178.60	0.045612
M - 03	179.03	0.072781
M - 06	179.78	0.137647
M - 14	179.89	0.148287
M - 10	180.32	0.189347
M - 13	180.76	0.225159
M - 08	180.80	0.227853
M - 01	181.97	0.242779
M - 04	182.06	0.238473
M - 12	182.30	0.223771
M - 11	182.51	0.207672
M - 09	182.94	0.168646
M - 07	183.39	0.125264
M - 15	183.86	0.084181
M - 02	184.28	0.054747

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)	15	
NIVEL DE CONFIANZA (1-α)	95%	
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)	5%	
ZONA DE RECHAZO	α/2	2.5%
	Z+ CRÍTICO (2.5%)	<b>1.96</b>
	Z- CRÍTICO (2.5%)	<b>-1.96</b>
MARGEN DE ERROR	0.80 kgf//cm <sup>2</sup>	
INTERVALO DE CONFIANZA DEL PROMEDIO POBLACIONAL (μ)	LÍMITE SUPERIOR	182.80 kgf//cm <sup>2</sup>
	LÍMITE INFERIOR	181.20 kgf//cm <sup>2</sup>
	<b>181.2 kgf/cm<sup>2</sup> ≤ μ ≤ 182.8 kgf/cm<sup>2</sup></b>	
<b>INTERPRETACIÓN:</b>		
Se está un 95% seguro de que la Resistencia Promedio (f'c) de las 15 muestras (probetas) va a estar dentro del intervalo que va desde 181.2 kgf/cm <sup>2</sup> a 182.8 kgf/cm <sup>2</sup>		

( $\bar{X}$ )	181.52
(σ)	1.58

FÓRMULAS
$\alpha = 1 - 95\%$
$M. Error = Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
$\mu = \bar{X} \pm Z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$


Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



**Elio Augusto Saavedra C.**  
TEC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



**Ing. Rider Cajaleón Jaramillo**  
CIP N° 166667

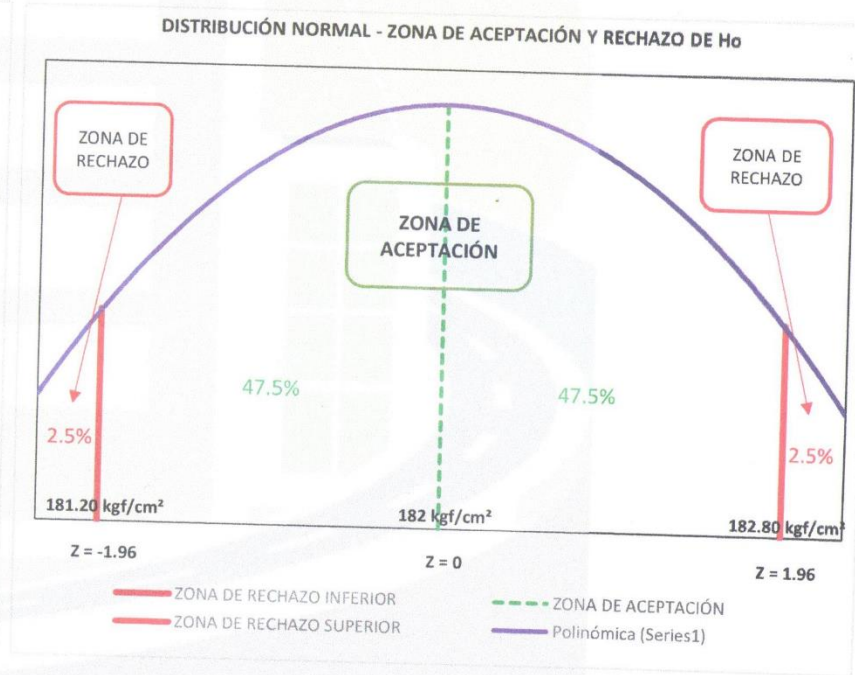
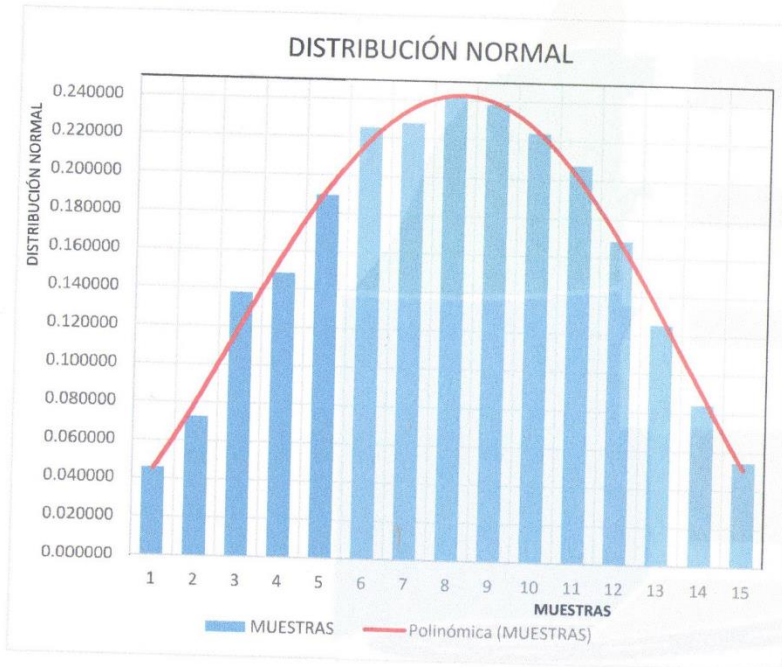




**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (45% A 28 DÍAS)**

<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Testista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	DICIEMBRE DEL 2019.


**4.4.1.- GRÁFICOS**



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
 Celular : 962987000  
 Fono : 062-287145  
 E-mail  
 Labortec\_eirl@hotmail.com  
 Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



**LABORTEC**  
Elio Augusto Saavedra C.  
ELABORACIÓN DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**LABORTEC**  
Ing. Rider Cárdenas Jaramillo  
CIP N° 169667



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (45% A 28 DÍAS)**

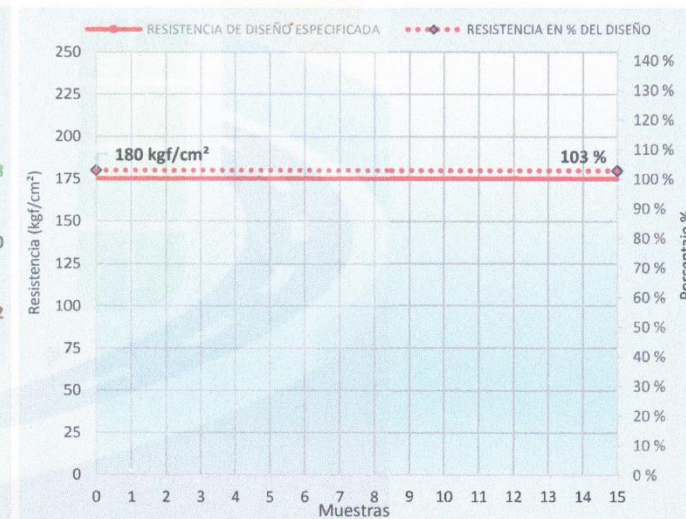
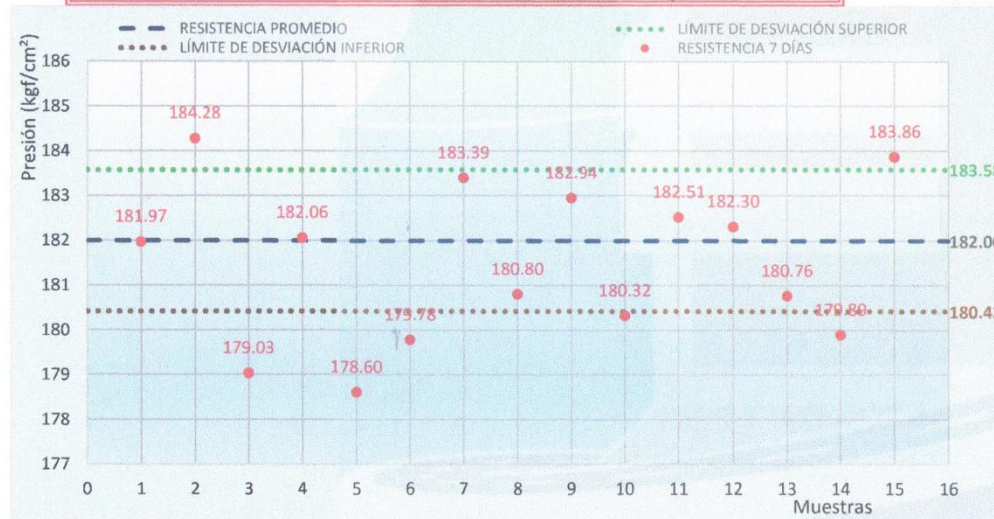
Tesis:	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
Ubicación:	HUÁNUCO
Tesista:	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
Fecha:	DICIEMBRE DEL 2019.

**5.- RESULTADOS Y GRÁFICOS**

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, $\bar{X}$ )	182 kgf/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar, $\sigma$	1.58 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia característica a la compresión (poblacional)	180 kgf/cm <sup>2</sup>
Dispersión ( Coeficiente de variación, C.V. )	0.87 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada (F'c=175 kgf/cm <sup>2</sup> )	103 %

**CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034**

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o más
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm <sup>2</sup>
Verificación	Cumple	Cumple



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail  
Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra  
REG. LABORATORIOS ASOCIADOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 69667



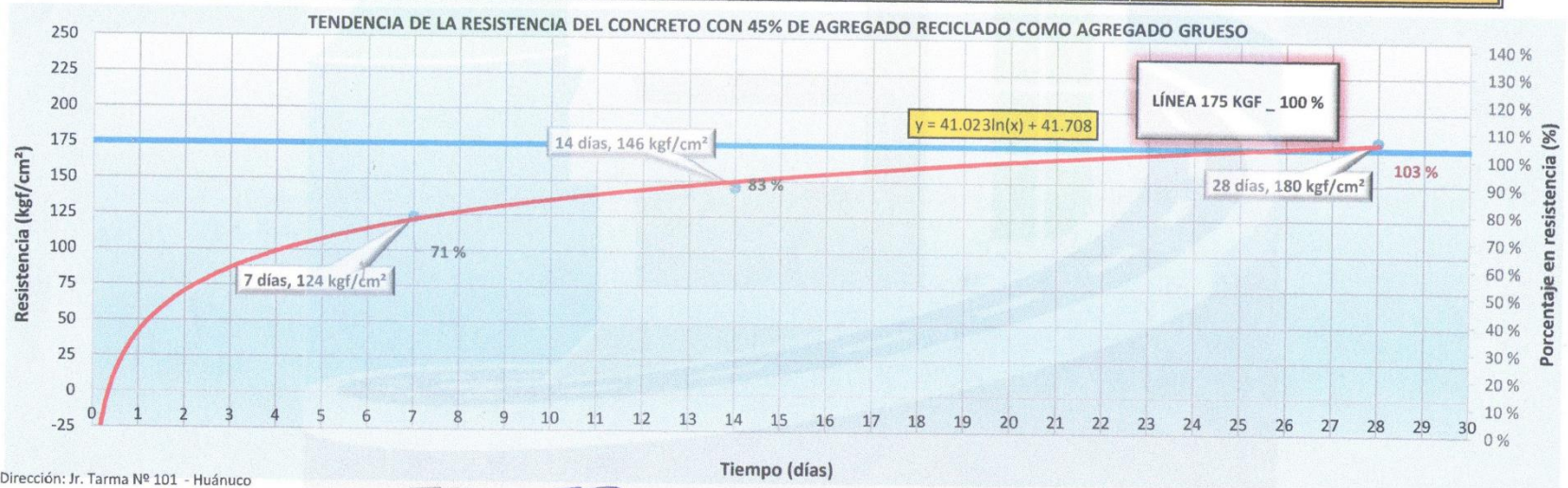


**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO ( 45% )**

<b>Tesis:</b>	"ELABORACIÓN DE CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO DE VIAS PEATONALES COMO AGREGADO GRUESO, HUÁNUCO 2018"
<b>Ubicación:</b>	HUÁNUCO
<b>Tesista:</b>	BACH. JORGE LUIS ALANYA CHAMORRO
<b>Fecha:</b>	DICIEMBRE DEL 2019.

**1.- CUADRO DE RESUMEN Y GRÁFICA DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO**

<b>_ % AG. RECICLADO:</b> 45 %	RESULTADOS GENERALES POR EDADES				ECUACIÓN GENERAL PARA ESTIMAR LA EVOLUCIÓN DEL CONCRETO SEGÚN AVANCE DE LOS DÍAS  <b>f'c = 41.023*ln(días) + 41.708</b>
	EDAD DEL CONCRETO EN DÍAS				
	0	7	14	28	
RESISTENCIA CARACTERÍSTICO, f'c	0 kgf/cm <sup>2</sup>	124 kgf/cm <sup>2</sup>	146 kgf/cm <sup>2</sup>	180 kgf/cm <sup>2</sup>	
Porcentaje en resistencia de diseño referencial (f'c = 175 kgf/cm <sup>2</sup> )	0 %	71 %	83 %	103 %	



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail

Labortec\_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra O.  
TEC. LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

T - 45 - 22/22



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169067

## **ANEXO VI.VII**

---

EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO, ANTES Y  
DESPUES DEL USO DEL MATERIAL RECICLADO DE VÍAS  
PEATONALES. (COMPARATIVA)

**USO DE RECURSOS POR UNA JORNADA DIARIA LABORAL NORMAL, DIVIDIDA EN DOS PROCESOS**

		Cantidad	Unidad	Potencia	Conversión	Factor	TOTAL
<b>PARA EL PROCESO DE ELIMINACIÓN DEL MATERIAL VÍA PEATONAL ANTIGUA</b>							
<i>Martillo Neumático</i>	Para la rotura de veredas	8.00	horas	2.00 kW	16.00 kWh	0.181 Kg CO2/kWh	2.896
<i>Cargador Frontal</i>	Para la recolección del escombros de vías peatonales	6.00	horas	282.15 kW	1692.90 kWh	0.181 Kg CO2/kWh	306.4149
<i>Camión Volquete</i>	Para el transporte del escombros de vías peatonales	6.00	horas	313.19 kW	1879.14 kWh	0.181 Kg CO2/kWh	340.12434
<i>Distancia de obra a botadero informal (IDA Y VUELTA)</i>		10.72	Km	---	---	---	
<i>Transporte de Camión Volquete</i>	Cantidad de galones empleados en la distancia especificada	0.40	lt/Km	4.29 lt	4.29 Kg	2.96 Kg CO2/kg de GLP	12.69248
<b>PARA EL PROCESO DE ACARREO DE MATERIAL NUEVO PARA ELABORACIÓN DE NUEVAS ESTRUCTURAS</b>							
<i>Camión Volquete</i>	Para la ida y vuelta de la obra hacia la planta chancadora	2.00	horas	313.19 kW	626.38 kWh	0.181 Kg CO2/kWh	113.37478
<i>Máquina trituradora de rocas (chancadora)</i>	Para la elaboración de material grueso a partir de la rotura de rocas	1.00	horas	223.71 kW	223.71 kWh	0.181 Kg CO2/kWh	40.49151
<i>Cargador Frontal</i>	Para la recolección de piedra triturada proveniente de la planta	0.50	horas	282.15 kW	141.08 kWh	0.181 Kg CO2/kWh	25.534575
<i>Distancia de la obra a planta chancadora (IDA Y VUELTA)</i>		9.80	Km	---	---	---	
<i>Transporte de Camión Volquete</i>	Cantidad de galones empleados en la distancia especificada	0.40	lt/Km	3.92 lt	3.92 Kg	2.96 Kg CO2/kg de GLP	11.6032
<b>TOTAL DE Kg de CO2</b>							<b>853.13</b>

**USO DE RECURSOS POR UNA JORNADA DIARIA LABORAL CON REUTILIZACIÓN DE CONCRETO RECICLADO, DIVIDIDA EN DOS PROCESOS**

		Cantidad	Unidad	Potencia	Conversión	Factor	TOTAL
<b>PARA EL PROCESO DE ELIMINACIÓN DEL MATERIAL VÍA PEATONAL ANTIGUA</b>							
<i>Martillo Neumático</i>	Para la rotura de veredas	8.00	horas	2.00 kW	16.00 kWh	0.181 Kg CO2/kWh	2.896
<i>Cargador Frontal</i>	Para la recolección del escombros de vías peatonales	6.00	horas	282.15 kW	1692.90 kWh	0.181 Kg CO2/kWh	306.4149
<i>Camión Volquete</i>	Para el transporte del escombros de vías peatonales	6.00	horas	313.19 kW	1879.14 kWh	0.181 Kg CO2/kWh	340.12434
<i>Distancia de la obra a planta chancadora (IDA Y VUELTA)</i>		9.80	Km	---	---	---	
<i>Transporte de Camión Volquete</i>	Cantidad de galones empleados en la distancia especificada	0.40	lt/Km	3.92 lt	3.92 Kg	2.96 Kg CO2/kg de GLP	11.6032
<b>PARA EL PROCESO DE ACARREO DE MATERIAL NUEVO PARA ELABORACIÓN DE NUEVAS ESTRUCTURAS</b>							
<i>Máquina trituradora de rocas (chancadora)</i>	Para la elaboración de material grueso a partir de la rotura de rocas y el material reciclado de vías peatonales	1.00	horas	223.71 kW	223.71 kWh	0.181 Kg CO2/kWh	40.49151
<i>Cargador Frontal</i>	Para la recolección de piedra triturada proveniente de la planta	0.50	horas	282.15 kW	141.08 kWh	0.181 Kg CO2/kWh	25.534575
<b>TOTAL DE Kg de CO2</b>							<b>727.06</b>

<b>COMPARATIVA FINAL DE LA HUELLA DE CARBONO AHORRADA HACIA LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTOS INVERNADEROS</b>	
<b>INICIALMENTE</b>	<b>FINALMENTE</b>
Emisiones de CO2 = 853.13 Kg de CO2/día	Emisiones de CO2 = 727.06 Kg de CO2/día
<b>DIFERENCIA</b>	
<b>Ahorro de CO2/día = 126.07 Kg de CO2</b>	
<b>EN PORCENTAJE</b>	
<b>14.78 % menos de emisión de gases de efecto invernadero</b>	