



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

Influencia del vidrio reciclado en las propiedades mecánicas
en bloques intertrabados de concreto de cemento Portland,
Trujillo 2021

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Br. Isabel Cristina Hernandez Sanchez

Br. Joan Flavio Campos Nureña

Asesor:

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

Trujillo - Perú

2021

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía al camino correcto. A mis abuelos Segundo y Rigoberto porque gracias a ellos tuve una alegre y feliz infancia, además de brindarme los mejores recuerdos que atesoraré toda mi vida. Los amos y sé que siempre estarán para mi desde el cielo. A mis padres Aurora y Segundo, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, su sacrificio, por contarme sus experiencias de vida y por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor incondicional. A mi hermana Luisa, por estar siempre presente, acompañándome y por el apoyo moral, que me ha brindado a lo largo de esta etapa y finalmente a las personas que tienen Dislexia, porque no es una dificultad, es un motivo más por el cual salir adelante.

A mis padres y hermanas, que gracias ellos he podido seguir a delante con su apoyo moral y dedicación al darme ese sustento incondicional que tanto esperaba, mi madre, Elizabeth, porque siempre me ha aconsejado de muchas maneras lo cual aprecio mucho, mi padre, Dabilberto, por ser mi mejor amigo, el cual siempre considero un ejemplo a seguir, a mis hermanas, Fiorella y Betsy, quienes me apoyaron en cada momento importante en vida, por otro lado a quien considero como mi hijo, el pequeño Gael, el pequeño que alegra siempre mi corazón, a todos ellos se los agradezco muchísimo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por siempre tenerme bajo su protección, a mis familiares y amigos, por brindarme su apoyo incondicional, creer en mí, compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuestos a escucharme y ayudarme en cualquier momento. A mis maestros, en especial al Ing. Vásquez; por su guía durante estos años de estudio y formar parte de este objetivo alcanzado.

Agradecemos en primer lugar a Dios, a mis padres por brindarnos su confianza y apoyo durante toda mi vida, finalmente quiero dedicar esta tesis a todos que estuvieron para apoyarme en lo que necesitaba, por extender su mano en momentos difíciles, siempre los llevo en mi corazón

INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTOS	3
INDICE DE CONTENIDOS	4
INDICE DE TABLAS	9
INDICE DE FIGURAS	11
INDICE DE ECUACIONES	12
INDICE FOTOGRAFICO	13
RESUMEN EJECUTIVO	16
ABSTRACT	17
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	18
1.1. Realidad problemática	18
1.2. Formulación del problema	25
1.3. Objetivos	25
1.3.1. Objetivo general	25
1.3.2. Objetivos específicos	25
1.4. Hipótesis	26
1.4.1. Hipótesis general	26
1.4.2. Hipótesis específicas	27
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	30
2.1. Tipo de investigación	30
2.1.1. Según el Propósito	30
2.1.2. Según el Diseño	30
2.1.3. Según el Nivel	30
2.2. Variable	31
2.2.1. Definición de las variables:	31
2.2.2. Operación de variables:	32
2.3. Diseño de investigación:	33
2.3.1 Unidad de estudio:	33
2.3.2 Población:	33
2.3.3 Muestra:	34
2.4. Materiales, instrumentos y métodos	35
2.4.1. Materiales	35

2.4.1.1. CEMENTO ...	35
2.4.1.2. AGREGADO GRUESO	35
2.4.1.3. AGREGADO FINO	36
2.4.1.4. AGUA.....	36
2.4.1.4. VIDRIO RECICLADO	36
2.4.2. Instrumentos	37
2.4.2.1. Maquina Estándar De Compresión F-30ex	37
2.4.2.2. Mezcladora De Concreto	38
2.4.2.3. Báscula De Precisión Industrial Series Gp.....	38
2.4.2.4. Tanques Para Curado	39
2.4.2.5. Guantes De Látex Y Hule	39
2.4.2.6. Varilla para compactar.....	40
2.4.2.7. Cucharon De Punta Redonda	40
2.4.2.8. Badilejo.....	40
2.4.2.9. Plumón Indeleble	40
2.4.2.10. Franela.....	41
2.4.2.11. Charola Para Materiales- Galvanizada.....	41
2.4.2.12. Horno Eléctrico de Laboratorio	41
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	42
2.5.1 Técnicas de recolección de datos:	42
2.5.2 Instrumento de recolección de datos:	42
2.5.3 Validación de instrumentos de Recolección de Datos:	42
2.6. Técnicas de análisis de datos:	43
2.7. Procedimientos:	44
2.7.1. Obtención de Materia prima.....	45
2.7.1.1. Cemento	45
2.7.1.2. Agua 46	
2.7.1.3. Agregado Fino y Grueso.....	46
2.7.1.4. Vidrio Reciclado	46
2.7.2. Caracterización de los Agregados	46
2.7.2.1. Análisis Granulométrico de Agregados (ASTM C 136)/ (NTP 400.012)	46
2.7.2.1.1. Módulo de finura del agregado (MF)	47
2.7.2.1.2. Tamaño Máximo (TM).....	47
2.7.2.1.3. Tamaño Máximo Nominal (TMN).....	47
2.7.2.2. Contenido de Humedad de los Agregados por Secado (NTP 339.185).....	47
2.7.2.3. Peso Unitario y de Vacíos de los Agregados (ASTM C 29)/ (NTP 400.017)	48
2.7.2.4. Gravedad Específica y Absorción del Agregados Finos (ASTM C 128)/ (NTP 400.022).....	48
2.7.2.5. Gravedad Específica y Absorción del Agregado Grueso (ASTM C 128)/ (NTP 400.021).....	49
2.7.3. Diseño de mezclas.....	51

<i>Paso N° 1: Selección de resistencia a la compresión (f'c)</i>	51
<i>Paso N° 2: Asentamiento de diseño</i>	51
<i>Paso N° 3: Tamaño máximo y tamaño máximo nominal (TMN)</i>	51
<i>Paso N° 4: Cantidad de Agua y Contenido de Aire</i>	52
<i>Paso N° 5: Relación agua / cemento (a/c)</i>	52
<i>Paso N° 6: Cálculo de la cantidad requerida de cemento</i>	53
<i>Paso N° 7: Cantidad de agregado fino y grueso</i>	54
<i>Paso N° 8: Corrección por humedad y absorción de agregados</i>	55
2.7.4. Proceso de molienda de vidrio reciclado	55
2.7.5. Evaluación de Estado Fresco del diseño de mezcla	55
2.7.5.1. Densidad y Rendimiento	56
2.7.4.2. Slump	57
2.7.4.3. Temperatura	58
2.7.6. Elaboración de Probetas	58
2.7.7. Proceso de Curado.....	58
2.7.8. Ensayos	59
2.7.8.1. Dimensionamiento y variación Longitudinal	59
2.7.8.1.1 Equipos	59
2.7.8.1.2. Procedimiento según norma.....	59
2.7.8.2. Requisito Complementario: Ensayo De Retención De Líquidos	59
2.7.8.2.1 Equipos	59
2.7.8.2.2. Procedimiento según norma.....	60
2.7.8.3. Ensayo de Resistencia A La Compresión (NTP 399.611)	60
2.7.8.3.1. Equipos	61
2.7.8.3.2. Procedimiento según norma.....	61
CAPÍTULO III. RESULTADOS	63
3.3. Evaluación de Estado Fresco de la Mezcla	63
3.3.1. Peso Unitario del estado fresco de la Mezcla (ASTM C 138) y (NTP 339.046)	63
3.3.2. Slump del estado fresco de la Mezcla (ASTM C 143) y (NTP 339.035)	64
3.3.3. Temperatura del estado fresco de la Mezcla (ASTM C 1064) y (NTP 339.184)	64
3.4. Ensayos a los bloques intertrabados de concreto (adoquines).....	64
3.4.1. Dimensionamiento y variación longitudinal (NTP 399.611).....	64
3.4.2. Absorción Máxima (NTP 399.604) y (NTP 399.611)	67
3.4.3. Resistencia a la Compresión	69
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN	72

4.1. Caracterización de Agregados	72
4.1.1. Análisis Granulométrico de Agregados (ASTM C-136 / NTP 400.012).....	72
4.1.1.1. Análisis Granulométrico del Agregado Fino	72
4.1.1.2. Análisis Granulométrico del Agregado Grueso.....	72
4.1.2. Contenido de Humedad de Agregados (NTP 339.185)	72
4.1.2.1. Contenido de Humedad del Agregado Fino.....	72
4.1.2.2. Contenido de Humedad del Agregado Grueso.....	72
4.1.3. Peso Unitario y Vacíos de Agregados (ASTM C 29) y (NTP 400.017) ..	73
4.1.3.1. Peso Unitario y Vacíos del Agregado Fino.....	73
4.1.3.1. Peso Unitario y Vacíos del Agregado Grueso	73
4.1.4. Gravedad Especifica y Absorción de Agregados (ASTM C 128) y (NTP 400.021)	73
4.1.4.1. Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Fino	73
4.1.4.1. Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Fino	73
4.2. Diseño de Mezcla por el método ACI	74
4.3. Evaluación de Estado Fresco de la Mezcla	74
4.3.1. Peso Unitario del estado fresco de la Mezcla (ASTM C 138) y (NTP 339.046)	74
4.3.2. Slump del estado fresco de la Mezcla (ASTM C 143) y (NTP 339.035) ..	74
4.3.3. Temperatura del estado fresco de la Mezcla (ASTM C 1064) y (NTP 339.184)	75
4.4. Ensayos a los bloques intertrabados de concreto (adoquines).....	75
4.4.1. Dimensionamiento y variación longitudinal (NTP 399.611).....	75
4.4.2. Absorción Máxima (NTP 399.604) y (NTP 399.611)	76
4.4.3. Resistencia a la Compresión	76
4.4.3.1. Tiempo de curado a los 7 días	76
4.4.3.2. Tiempo de curado a los 14 días	77
4.4.3.2. Tiempo de curado a los 28 días	78
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES	80
REFERENCIAS	82
ANEXOS	87
GUIA DE OBSERVACIÓN N° 01: Matriz de consistencia.....	87
GUIA DE OBSERVACIÓN N° 02: Análisis Granulometrico del Agregado Fino	89
GUIA DE OBSERVACIÓN N° 03: Análisis Granulometrico del Agregado Grueso ..	93
GUIA DE OBSERVACIÓN N° 04: Contenido de Humedad de los Agregados.....	97
GUIA DE OBSERVACIÓN N° 05: Peso Unitario y Vacío de los Agregados.....	98

GUIA DE OBSERVACIÓN N° 06:	
Peso Específico y Absorción de los Agregados	101
GUIA DE OBSERVACIÓN N° 07: Diseño De Mezcla Por El Método ACI.....	104
6.1. Características de los materiales	104
6.2. Determinación de la resistencia promedio	104
6.3. Selección de tamaño máximo nominal	105
6.4. Selección del asentamiento	105
6.5. Volumen unitario del agua.....	105
6.6. Contenido de aire	105
6.7. Relación Agua Cemento	105
6.8. Cantidad Requerida de Cemento.....	105
6.9. Cantidad de Agregado Fino y Grueso	106
6.10. Cálculo de volúmenes absolutos	106
6.11. Contenido de Agregado Fino	106
6.12. Corrección por el Porcentaje de Humedad del agregado fino y grueso..	107
6.13. Proporción por peso húmedo	107
6.14. Peso por tanda para 8 adoquines	108
GUIA DE OBSERVACIÓN N° 08: Dimensionamiento y Variación longitudinal ..	109
GUIA DE OBSERVACIÓN N° 09: Resistencia a la compresión	112
GUIA DE OBSERVACIÓN N° 10: Análisis de datos por Anova	115
PANEL FOTOGRÁFICO	121
COSTOS Y PRESUPUESTOS	141

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Hipótesis General	26
Tabla 2: Hipótesis Especifica 01	27
Tabla 3: Hipótesis Especifica 02	27
Tabla 4: Hipótesis Especifica 03	28
Tabla 5: Hipótesis Especifica 04	28
Tabla 6: Hipótesis Especifica 05	29
Tabla 7: Operación de Variable: Propiedades Mecánicas	32
Tabla 8: Cantidad de Muestras	35
Tabla 9: Agua de mezcla y contenido de aire.....	52
Tabla 10: Resistencia a la compresión requerida cuando no se dispone de data histórica... 52	52
Tabla 11: Relación agua - cemento y resistencia a la compresión	53
Tabla 12: Relación entre TMN y Volumen de agregado grueso compacto	54
Tabla 13: Porcentaje de Absorción máxima según la NTP 3399.604 y NTP 399.611	60
Tabla 14: Peso Unitario del estado fresco de la Mezcla.....	63
Tabla 15: Slump del estado fresco de la Mezcla	64
Tabla 16: Temperatura del estado fresco de la Mezcla	64
Tabla 17: Dimensionamiento permisible según normas 399.604 y 399.611.....	65
Tabla 18: Dimensionamiento y variación longitudinal de probetas con 0% de vidrio reciclado (ALFA)	65
Tabla 19: Dimensionamiento y variación longitudinal de probetas con 5% de vidrio reciclado (BETA 5%)	65
Tabla 20: Dimensionamiento y variación longitudinal de probetas con 10% de vidrio reciclado (BETA 10%)	66
Tabla 21: Dimensionamiento y variación longitudinal de probetas con 15% de vidrio reciclado (BETA 15%)	67
Tabla 22: Absorción permisible máxima según norma NTP 399.604 y NTP 399.611	67
Tabla 23: Absorción máxima de probetas con 0% de vidrio reciclado (ALFA).....	67
Tabla 24: Absorción máxima de probetas con 5% de vidrio reciclado (BETA 5%).....	68
Tabla 25: Absorción máxima de probetas con 10% de vidrio reciclado (BETA 10%).....	68
Tabla 26: Absorción máxima de probetas con 15% de vidrio reciclado (BETA 15%).....	68
Tabla 27: Resultados promedio de la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días de curado	71
Tabla 28: Análisis Granulométrico del Agregado Fino de Muestra 01.....	89
Tabla 29: Análisis Granulométrico del Agregado Fino de Muestra 02.....	90
Tabla 30: Análisis Granulométrico del Agregado Fino de Muestra 03.....	91
Tabla 31: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso de Muestra 01	93
Tabla 32: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso de Muestra 02	94
Tabla 33: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso de Muestra 03	95

Tabla 34 Contenido De Humedad del Agregado Fino	97
Tabla 35: Contenido de Humedad del Agregado Grueso.....	97
Tabla 36: Peso Unitario y Vacíos del Agregado Fino Suelto.....	98
Tabla 37: Peso Unitario y Vacíos del Agregado Fino Compactado.....	99
Tabla 38: Peso Unitario y Vacíos del Agregado Grueso Suelto.....	99
Tabla 39: Peso Unitario y Vacíos del Agregado Grueso Compactado.....	100
Tabla 40: Datos obtenidos en laboratorio para el desarrollo de Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Fino.....	101
Tabla 41: Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Fino	102
Tabla 42: Datos obtenidos en laboratorio para el desarrollo de Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Grueso	102
Tabla 43: Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Grueso	103
Tabla 44: Resumen de datos obtenidos en laboratorio de Ag. fino y Ag. grueso Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia.....	104
Tabla 45: Relación Agua / Cemento	105
Tabla 46: Cuadro momentáneo de datos de diseño de mezcla.....	106
Tabla 47: Cuadro resumen de datos de diseño de mezcla	107
Tabla 48: Proporción por peso húmedo.....	107
Tabla 49: Peso por tanda para 8 adoquines	108
Tabla 50: Dimensionamiento de probetas con 0% de vidrio reciclado (ALFA).....	109
Tabla 51: Dimensionamiento de probetas con 5% de vidrio reciclado (BETA 5%).....	109
Tabla 52: Dimensionamiento de probetas con 10% de vidrio reciclado (BETA 10%).....	110
Tabla 53: Dimensionamiento de probetas con 15% de vidrio reciclado (BETA 15%).....	111
Tabla 54: Resistencia a la Compresión de adoquines ALFA - 0% de vidrio reciclado	112
Tabla 55: Resistencia a la Compresión de adoquines BETA - 5% de vidrio reciclado	112
Tabla 56: Resistencia a la Compresión de adoquines BETA - 10% de vidrio reciclado ..	113
Tabla 57: Resistencia a la Compresión de adoquines BETA - 15% de vidrio reciclado ..	113
Tabla 58: Cuadro resumen de datos obtenidos en la resistencia a la compresion a los 7 días de curado.....	115
Tabla 59: Cuadro parametros de factores de análisis de probetas	115
Tabla 60: Cuadro de ayuda de sumatorias y promedios de los datos a analizar	115
Tabla 61: tabla ANOVA.....	116
Tabla 62: Cuadro resumen de datos obtenidos en la resistencia a la compresión a los 14 días de curado.....	116
Tabla 63: Cuadro parametros de factores de análisis de probetas	117
Tabla 64: Cuadro de ayuda de sumatorias y promedios de los datos a analizar	117
Tabla 65: tabla ANOVA.....	118
Tabla 66: Cuadro resumen de datos obtenidos en la resistencia a la compresión a los 14 días de curado.....	118
Tabla 67: Cuadro parametros de factores de análisis de probetas	118

Tabla 68: Cuadro de ayuda de sumatorias y promedios de los datos a analizar.....	119
Tabla 69: tabla ANOVA.....	119

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Imagen Referencial de un adoquín.....	33
Figura 2: Imagen Referencial de un Adoquín	34
Figura 3: Maquina Estándar De Compresión F-30ex.....	37
Figura 4: Mezcladora De Concreto	38
Figura 5: Báscula De Precisión Industrial Series Gp	39
Figura 6: Tanques Para Curado	39
Figura 7: Guantes De Látex Y Hule	39
Figura 8: Varilla para compactar	40
Figura 9: Cucharon De Punta Redonda	40
Figura 10: Badilejo	40
Figura 11: Plumón Indeleble	40
Figura 12: Franela.....	41
Figura 13: Charola Para Materiales- Galvanizada.....	41
Figure 14: Horno Eléctrico de Laboratorio	41
Figura 15: Detalles de los datos del colegiado	43
Figura 16: Imagen referencial de Cemento Pacasmayo Tipo I.	45
Figure 17: Figura referencial de la determinación de la densidad (peso unitario)	56
Figure 18: Ensayo de SLUMP (asentamiento de cono de Abrams). Figura A: asentamiento bajo.	57
Figure 19: Imagen referencial de medición de temperatura del concreto fresco.....	58
Figure 20: Gráfico de la resistencia a la compresión de muestras a los 7 días.....	69
Figure 21: Gráfico de la resistencia a la compresión de muestras a los 14 días.....	69
Figure 22: Gráfico de la resistencia a la compresión de muestras a los 28 días.....	70
Figure 23: Gráfico de los resultados promedios de la resistencia a la compresión con tiempo de curado a los 7, 14 y 28 días.....	71
Figure 24: Grafico de la curva granulométrica del agregado fino muestras 1, 2 y 3 Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia.....	92
Figure 25: Grafico de la curva granulométrica del agregado grueso muestras 1, 2 y 3	96

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Módulo de Finura	47
Ecuación 2: Contenido de Humedad de los Agregados por Secado.....	48
Ecuación 3: Peso Unitario y de Vacíos de los Agregados.....	48
Ecuación 4: Gravedad Específica del Agregados Finos.....	49
Ecuación 5: Peso específico de masa Saturada Superficialmente Seca del agregado fino... 49	
Ecuación 6: Peso específico aparente del agregado fino	49
Ecuación 7: Cálculo de la Absorción del agregado fino	49
Ecuación 8: Gravedad Específica del agregado grueso.....	50
Ecuación 9: Peso específico de masa saturada superficialmente seca del agregado grueso 50	
Ecuación 10: Peso específico aparente del agregado grueso.....	50
Ecuación 11: Cálculo de la Absorción del agregado grueso	50
Ecuación 12: Cálculo del Contenido de Cemento	53
Ecuación 13: Peso Seco del Agregado Grueso.....	54
Ecuación 14: Cálculo del volumen absoluto del agregado grueso	54
Ecuación 15: Corrección Peso Húmedo del agregado grueso y fino	55
Ecuación 16: Aporte de Agua del agregado grueso y fino	55
Ecuación 17: Ensayo De Retención De Líquidos.....	60
Ecuación 18: Ensayo de resistencia a la compresión en adoquines	61
Ecuación 19: Cálculo del Área bruta de la sección del adoquín	62
Ecuación 20: Módulo de Finura del agregado fino - muestra 01	89
Ecuación 21: Módulo de Finura del agregado fino - muestra 02	90
Ecuación 22: Módulo de Finura del agregado fino - muestra 03	91
Ecuación 23: Módulo de Finura del agregado grueso - muestra 01	94
Ecuación 24: Módulo de Finura del agregado grueso - muestra 02	94
Ecuación 25: Módulo de Finura del agregado grueso - muestra 03	95
Ecuación 26: Volumen del Recipiente para Peso Unitario.....	98
Ecuación 27: Volumen del Recipiente para Peso Unitario.....	99
Ecuación 28: Peso Específico de Masa del agregado fino	101
Ecuación 29: Peso Específico Saturada Superficialmente Seca del agregado fino	101
Ecuación 30: Peso Específico Aparente del agregado fino	102
Ecuación 31: Absorción del Ag. Fino	102
Ecuación 32: Peso Específico de Masa del agregado grueso	102
Ecuación 33: Peso Específico Saturada Superficialmente Seca del agregado grueso.....	103
Ecuación 34: Peso Específico Aparente del agregado grueso.....	103
Ecuación 35: Absorción del Ag. Fino	103
Ecuación 36: Determinación de la resistencia promedio.....	104

INDICE FOTOGRAFICO

Fotografía 1: Ensayo Análisis Granulométrico de Agregado Fino, peso de la muestra 1500 gramos.	121
Fotografía 2: Ensayo de Contenido de Humedad, peso de la muestra 1000 gramos.	121
Fotografía 3: Ensayo Análisis Granulométrico de Agregado Grueso, peso de la muestra 5500 gramos más tara de 450 gramos.	122
Fotografía 4: Ensayo Análisis Granulométrico de Agregado Grueso.	122
Fotografía 5: Ensayo Análisis Granulométrico de Agregado Fino.	123
Fotografía 6: Ensayo Contenido de Humedad de Agregado Grueso, peso de la muestra 3500 gramos.	123
Fotografía 7: Ensayo Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Fino y Grueso, peso del Recipiente 3.355kilogramos.	124
Fotografía 8: Ensayo Peso Unitario Suelto del Agregado Fino, peso del Recipiente más Agregado fino 14.345 kilogramos.	124
Fotografía 9: Ensayo Peso Unitario Suelto del Agregado Fino, peso del Recipiente más Agregado fino 14.380 kilogramos.	125
Fotografía 10: Ensayo Peso Unitario Suelto del Agregado Fino, peso del Agregado fino 11.055 kilogramos.	125
Fotografía 11: Ensayo Peso Unitario Compactado del Agregado Fino, peso del Recipiente más Agregado fino 15.690 kilogramos.	126
Fotografía 12: Ensayo Peso Unitario Compactado del Agregado Fino, peso del Recipiente más Agregado fino 15.775 kilogramos.	126
Fotografía 13: Ensayo Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso, peso del Recipiente más Agregado grueso 14.160 kilogramos.	127
Fotografía 14: Ensayo Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso, peso del Recipiente más Agregado grueso 14.290 kilogramos.	127
Fotografía 15: Ensayo Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso, peso del Recipiente más Agregado grueso 14.395 kilogramos.	128
Fotografía 16: Ensayo Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso, peso del Recipiente más Agregado grueso 15.285 kilogramos.	128
Fotografía 17: Ensayo Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso, peso del Recipiente más Agregado grueso 15.275 kilogramos.	129
Fotografía 18: Ensayo Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso, peso del Recipiente más Agregado grueso 15.155 kilogramos.	129
Fotografía 19: Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Fino, colocación del material en el molde cónico con el fin de obtener el estado SSS del Agregado fino.	130

Fotografía 20: Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Fino, material en el molde cónico y golpeado la superficie 25 veces con una barra de metal con el fin de obtener el estado SSS del Agregado fino.	130
Fotografía 21: Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Fino, comparación del material y el molde cónico con el fin de demostrar la obtención del estado SSS del Agregado fino.	131
Fotografía 22: Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Fino, peso de la fiola 170.27 gramos.	131
Fotografía 23: Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Fino, peso del Agregado fino 500.2 gramos.	132
Fotografía 24: Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Fino, colocación del Agregado fino en la fiola.	132
Fotografía 25: Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Fino, peso del material y de la fiola 673.2 gramos.	133
Fotografía 26: Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Fino, peso de la fiola más agua hasta la marca de calibración 645.4 gramos.	133
Fotografía 27: Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Fino, peso de la fiola más agregado fino y agua hasta la marca de calibración 989.8 gramos.	134
Fotografía 28: Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Fino, peso del Agregado fino secada al horno más tara 646.3 gramos.	134
Fotografía 29: Ensayo Peso Específico del Agregado Grueso, peso del material; 2000 gramos, a ser colocado al horno por 24 +-4 horas.	135
Fotografía 30: Ensayo Peso Específico del Agregado Grueso, utilización de un paño no absorbente con el fin de acelerar el secado y llegar al estado SSS deseado del material. ..	135
Fotografía 31: Ensayo Peso Específico del Agregado Grueso, peso de material en estado SSS más tara 2520 gramos.	136
Fotografía 32: Ensayo Peso Específico del Agregado Grueso, colocación del material SSS en el agua.	136
Fotografía 33: Proceso de mesclado de la primera tanda de las probetas ALFA o 0% de vidrio reciclado.	137
Fotografía 34: Elaboración de ensayo de SLUMP o Asentamiento del estado fresco de la mezcla.	137
Fotografía 35: Evaluación del ensayo de SLUMP o Asentamiento del estado fresco de la mezcla, comparación de la tanda #2 ALFA con la tanda #1 de BETA 15%.	138
Fotografía 36: Encofrado de las probetas en los moldes de adoquines.	138
Fotografía 37: desencofrado de las probetas y codificación de estas.	139
Fotografía 38: Evaluación del dimensionamiento y variación estándar de los adoquines.	139
Fotografía 39: Proceso de Rotura de probetas para el ensayo de resistencia a la compresión de los adoquines - BETA 5%	140

Fotografía 40:Registro d posterior al ensayo de resistencia a la compresión de los
ADOQUINES BETA 15% 140

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación nació de la problemática ambiental que hay en el Mundo; donde cada vez nuestro medio ambiente se ve contaminado, en una búsqueda y deseo de como aportar en el cuidado de éste es que surge la idea de utilizar un material que pueda ser reciclado en la utilización de la mejora del concreto en bloques intertrabados, o comúnmente llamados adoquines.

Como principal objetivo se deseó determinar la influencia del vidrio reciclado en las propiedades mecánicas en bloques de concreto, Trujillo 2021. Con el fin de lograr esto, se determinó las características del agregado fino (arena) y del agregado grueso (piedra) bajo las normativas ASTM C-33 o NTP 400.037 vigentes. Se procedió luego con la elaboración de un diseño mezcla por el método ACI 211; de un concreto de resistencia a la compresión de 320 kg/cm², correspondiente al diseño de adoquín tipo I, el cual llamaremos probetas ALFA las cuales tendrá 0% de vidrio y otros que contenga vidrio reciclado en su diseño en un 5%, 10% y 15%, llamados probetas BETA.

Continuando con el análisis de todos los bloques de concreto bajo la norma NTP 399.611, donde se examinaron y compararon los resultados obtenidos en pruebas como dimensionamiento, absorción y resistencia a la compresión. Finalmente se logró determinar la influencia del vidrio reciclado sobre las propiedades físicas, donde se produjo una mayor depresión a medida que se incrementó la dosificación de vidrio reciclado molido y se produjo un incremento de la resistencia a la compresión en las probetas que tenían vidrio reciclado molido en su diseño comparado con las muestras patrón.

Palabras Clave:

Concreto, Resistencia a la Compresión, Vidrio Reciclado, ASTM y NTP.

ABSTRACT

This research was born from the environmental problems in the world, where our environment is increasingly polluted, in a search and desire to contribute to the care of it is that the idea of using a material that can be recycled in the use of improved concrete blocks, or commonly called pavers arises.

The main objective was to determine the influence of recycled glass on the mechanical properties of concrete blocks, Trujillo 2021. In order to achieve this, the characteristics of the fine aggregate (sand) and coarse aggregate (stone) were determined under the current ASTM C-33 or NTP 400.037 standards. We then proceeded with the elaboration of a mix design by the ACI 211 method; of a concrete with a compressive strength of 320 kg/cm², corresponding to the type I paver design, which we will call ALPHA specimens which will have 0% glass and others containing 5%, 10% and 15% recycled glass in their design, called BETA specimens.

Continuing with the analysis of all the concrete blocks under the NTP 399.611 standard, where the results obtained in tests such as dimensioning, absorption and compressive strength were examined and compared. Finally, it was possible to determine the influence of recycled glass on the physical properties, where there was a greater depression as the dosage of ground recycled glass increased and there was an increase in the compressive strength in the specimens that had ground recycled glass in their design compared to the standard samples.

Keywords:

Concrete, Compressive Strength, Recycled Glass, ASTM and NTP.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

A lo largo del tiempo, el hombre ha ido perfeccionando los materiales de construcción para mejorar su condición de vida en la sociedad. Así fue como empezó a añadir paja a los bloques de adobe, pelos de caballo a la mampostería de mortero, entre otras técnicas de construcción que se remontan a tiempos memorables. Por lo cual, el concreto es el material fundamental con el cual ingenieros, arquitectos, constructores y trabajadores vinculados con el sector de la construcción diseñan y elaboran las obras concebidas para el desarrollo.

En EEUU. según (Meyer, 2008) nos dice que “El hormigón es por lejos el material más utilizado en la **construcción**, debido a su buen comportamiento, cuando se diseña y se produce adecuadamente el hormigón presenta excelentes **propiedades mecánicas**, en cuanto a resistencia a distintos esfuerzos, impactos, la acción del fuego, ambientes agresivos, etc. Se estima que anualmente se producen en el mundo alrededor de 10 billones de toneladas de este material, lo que conlleva la utilización de recursos naturales no renovables, una demanda importante de energía, además de la emisión de gases de efecto invernadero.”

Por otro lado, en México (López, 2017) nos indica que “El concreto es de gran importancia para las diferentes edificaciones, sector **construcción**; por ello está en constante innovación en cuanto a funciones, normas y técnicas; teniendo como objetivo primordial un diseño de mezcla de concreto eficiente, que brinde seguridad en cuanto a su resistencia. La incorporación de diferentes materiales reciclados al diseño de mezcla del concreto se utilizó desde hace varios años, ya que la tecnología del reciclaje puede ser direccionada para mejorar las **propiedades mecánicas** del concreto, incrementando así la calidad de las construcciones y generando al mismo tiempo la reducción considerable de la contaminación ambiental.”

Mientras que en Colombia (Zapata & Arango, 2013) nos comentan que “El concreto, material indispensable para la ejecución de las **construcciones** más importantes del planeta, es considerado de gran importancia en el desarrollo de la comunidad, por ende, es estudiado cautelosamente por laboratorios enfocados en los desarrollos ingenieriles de mayor alcance mundial. La mayoría de las investigaciones sobre el concreto han hecho énfasis en estudiar las **propiedades mecánicas** del material; a partir de estos estudios se ha determinado que el concreto presenta propiedades que ayudan al material a comportarse ante unos esfuerzos determinados de manera positiva.”

Ahora desde una visión más cercana en la ciudad de Puno (Garcia, 2017) nos dice que “En nuestro país, en la industria de la **construcción** se producen grandes volúmenes de concreto, por lo que actualmente los concretos no son fabricados solo con agregados, cemento y agua, existen con adiciones de fibras de polipropileno y fibras de acero, que ya han pasado a formar parte de una mezcla de concreto convencional, que constituyen hoy los denominados concretos reforzados, que es resultado de la evolución de la tecnología del concreto, cuyas **propiedades mecánicas** optimizadas hacen que sean utilizados en diferentes aplicaciones y necesidades estructurales de una obra.”

Por otro lado, desde nuestra propia ciudad de Trujillo según (Rojas, 2016) nos indica que “El cemento es un material conglomerante que día a día va adquiriendo mayor demanda en el sector de la **construcción**, la cual va de la mano con el crecimiento demográfico, hoy por hoy se solicitan construcciones con mayor resistencia, mejor apariencia estética empero haciendo uso de materiales reciclables. El concreto es un material compuesto de cemento, agregado grueso, agregado fino y agua y es un material que ha sido utilizado y estudiado por cientos de años en virtud de sus **propiedades mecánicas** y físicas para ser moldeado en estado fresco y por su resistencia en estado endurecido”

Trujillo es una de la principal ciudad del norte del país, esto se ve en los últimos años, de la mano del auge agroexportador basado en Chavimochic y de las inversiones privadas en minería, industria y otros sectores, la gran y primaveral ciudad del norte ha cobrado un fortísimo auge, donde la capital de la región de La Libertad está viviendo un espectacular despegue en el sector inmobiliario que se refleja en el boom constructor, tanto de unidades de vivienda, grandes y modernos edificios de oficinas, como de centros comerciales, que no tienen nada que envidiar a los de Lima.

El Instituto Nacional de Calidad lanzó en el año 2002 la 1ª edición de la Norma Técnica Peruana (NTP 399.611:2017) la cual fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Unidades de Albañilería; la cual consiste en establecer los requisitos que deben cumplir los adoquines de concretos fabricados para la construcción y los valores establecidos en unidades del Sistema Internacional – SI donde son considerados como estándar.

Según (Poveda, Granja, Hidalgo, & Ávila, Análisis de la influencia del vidrio molido sobre la resistencia al desgaste en adoquines de hormigón tipo A, 2015) obtuvo como resultados que “**En Resistencia a compresión:** Se verifica que la relación entre la resistencia a la compresión y la relación agua cemento de una mezcla son inversamente proporcionales, mientras exista suficiente agua para reaccionar con los materiales cementantes y la cantidad de pasta sea la adecuada. En principio, se muestra como tendencia que la adición de vidrio, independiente del tamaño de grano del mismo, tiene un efecto positivo sobre la resistencia a la compresión.

Entre los adoquines fabricados con vidrio, se puede afirmar que aquellos con un 25% de vidrio de grano fino presentan una mayor resistencia a la compresión que aquellos con 15% de vidrio de granulometría gruesa. Se presume, que la resistencia a la compresión es mayor con el uso de vidrio de granulometría fina respecto al de

granulometría gruesa, debido a la rigidez dada por las propiedades mecánicas del vidrio, geometría y tamaño.

Resistencia al desgaste: Se concluye que el uso de vidrio como agregado para la fabricación de adoquines incrementa la resistencia al desgaste, por lo tanto, se recomienda su uso. El vidrio usado debe ser empleado en reemplazo parcial de los agregados. No se recomienda el uso de vidrio en proporciones mayores a 25% para el vidrio de grano fino y 15% para el vidrio de granulometría gruesa, debido a que: la resistencia al desgaste deja de incrementarse y el uso de vidrio resulta más costoso que la arena.”

Por otro lado (Cano & Cruz, 2017) encontró que “Una vez analizados y confrontados los resultados de los ensayos de **resistencia a la compresión** de especímenes cilíndricos de concreto se pudo concluir que, como se planteó en la hipótesis, las probetas que contenían vidrio en cualquiera de las presentaciones y los porcentajes de estudio, alcanzaron una resistencia mayor a las probetas testigo de mezcla común.

La mezcla ideal para cada tipo de vidrio se define como la mezcla en la cual la adición de vidrio maximiza la resistencia a la compresión de la mezcla de concreto, en este sentido después de analizar los resultados del proceso de los laboratorios se determina que: La mezcla ideal para las probetas con adición de vidrio molido es la que contiene una proporción en peso del 5%; en el caso de la mezcla con adición de vidrio tamizado, la mezcla ideal la representa la que contiene una proporción en peso del 3% y entre tanto al utilizar vidrio granular como aditivo, la mezcla ideal se alcanza con una proporción en peso del 5%.

Desde un punto de vista general, la mezcla ideal con la que se alcanza la máxima resistencia a la compresión de todo el estudio es la mezcla con 3% en peso de vidrio tamizado. Se determina que los resultados en conjunto para los tres tipos de vidrio utilizados como aditivo en la mezcla de concreto en estudio no muestran un patrón de respuesta homogéneo, dado a que la acomodación final del vidrio en la

probeta en el momento del ensayo puede influir directamente en la falla temprana del espécimen y por lo tanto representar una resistencia a la compresión menor.

Analizando los resultados obtenidos del peso de las probetas con vidrio con respecto a las de mezcla común, se concluye que la adición de vidrio en diferentes porcentajes genera un leve aumento en el peso del concreto, lo que se entiende como un comportamiento normal por tratarse de un material adicional a la mezcla común. Sin embargo, el porcentaje de aumento en el peso del concreto comparado con el aumento en la resistencia del mismo, no reviste gran impacto si se observa desde el punto de vista del beneficio que el vidrio le otorga a la propiedad mecánica del material.”

A su vez (Godoy, 2015) da a conocer que “En general se observa que al aumentar el porcentaje de fibra aumenta la **resistencia a la compresión**. Esto es válido para la resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y a la fatiga; para el ensayo de compresión cada dosificación aumenta progresivamente un 2,5% la resistencia a la compresión respecto al hormigón patrón. El ensayo de tracción por hendimiento aumenta aproximadamente un 10% la resistencia a la tracción para cada dosificación.”

Los tres presentes trabajos expuestos anteriormente concluyen que el vidrio reciclado aumenta significativamente la resistencia a la compresión y al desgaste, además dan información relevante de comparación del grano que se le debe de adicionar al diseño de mezcla de los bloques de concreto (adoquines) ya que según sus recomendaciones se le debe adicionar grano fino de vidrio reciclado en un 25% ya que este tendría mayor resistencia que la mezcla que tendría una adición de grano grueso en un 15%, por lo cual; esto nos daría un material nuevo que mejoraría la calidad del concreto y que también da ayuda significativa al medio ambiente.

A principios del 2017 el norte del Perú sufrió un gran golpe en donde 7 huaicos causados por el Fenómeno El Niño costero que afectaron la ciudad de Trujillo que

se calificó como las 7 plagas según el monseñor el papa Francisco. Por lo cual las construcciones de la ciudad de Trujillo, teniendo en cuenta que esta es una de las ciudades más pobladas del norte del país con 1 millón de habitantes y la tercera del país; tienen que no solo que pasar pruebas y normas reglamentadas por el estado peruano, sino que tienen que sobre pasar las dificultades que pongan la naturaleza.

Ahora desde el enfoque constructivo el concreto es un material compuesto por un aglomerante, agregado grueso, agregado fino y agua, adicionándole aditivo si es que fuera el caso. Esta mezcla se vuelve completamente rígida en estado endurecido por ende es solicitada para diversas aplicaciones de la ingeniería tales como pilares, cimientos, sobre cimientos, columnas, vigas, losas ya sean enervadas o macizas, puentes, reservorios, entre otros.

Por otro lado, las ventajas los bloques de concreto o común mente llamados adoquines es que estos son piezas prefabricadas, que se pueden producir tanto en equipos sencillos y pequeños, como en tecnificados y grandes; por parte de productores comerciales, grupos comunitarios o administraciones municipales, sin importar la escala o localización de los proyectos, además que para su construcción se utiliza poca maquinaria (básicamente una placa vibro compactadora) y mucha mano de obra local; además como los adoquines no van pegados sino unidos por compactación y tienen una duración aproximada de unos 40 años, al reparar se pueden reutilizar, por lo cual son muy económicos para poblaciones o barrios sin redes de servicios completas o en mal estado.

Independientemente del método de colocación, la ejecución en obra se puede realizar dentro de áreas confinada o de difícil acceso, pudiéndose resolver complicadas alineaciones o aplicarse en zonas de altas pendientes, cargas muy pesadas, muelles o aeropuertos; además puedan ser levantados fácilmente para llevar a cabo tareas de reparación en el subsuelo; asimismo las tareas de

conservación se reducen a rellenar las juntas con arena de sellado cada cierto tiempo debido a la acción erosiva del medio ambiente.

Por lo anteriormente mencionado el concreto es uno de los materiales más utilizados en el sector construcción de Trujillo por lo cual la importancia de la constante mejora en las propiedades mecánicas del concreto, ya que en los últimos años ha tenido un gran auge y demanda que tiene un efecto multiplicador sobre el resto de las actividades económicas: elaboración de materiales (cemento, vidrios, madera), servicio de transporte, reparación de maquinarias y equipos.

En la presente investigación se desea adicionar vidrio reciclado para mejorar las propiedades mecánicas del concreto, ya que entre los elementos desechados, el vidrio presente en los botaderos, es uno de los materiales que necesita mayor tiempo para su descomposición; por otro lado, el no aprovechar recursos como este implica el uso de combustibles, así como la contaminación durante las etapas de extracción, procesamiento, producción, distribución y comercialización; de igual manera es preciso mencionar que en temas de impacto ambiental, la extracción de materias primas, y su procesamiento, producen erosión de terrenos, contaminación de aguas superficiales y subterráneas y una serie de efectos y costos indirectos a ser considerados para validar y justificar su reciclaje.

El sector de la construcción, y en concreto la edificación, es uno de los motores más importantes de la economía de un país; este sector dispone de un potencial de mejora ambiental impresionante ya que un cambio en el modo de diseñar, construir, usar, mantener, renovar y demoler los edificios y su entorno permitirá establecer una situación de mejora en las “prestaciones” no sólo ambientales, sino también económicas y sociales de los pueblos y ciudades y en la calidad de vida de los ciudadanos; por todo esto, es que debemos ser conscientes de que las edificaciones, no solo presenta implicaciones ambientales, sino que además es el espacio fundamental donde se desarrolla más del 90% de la vida de cada persona,

por lo que un diseño pobre y malos métodos de construcción pueden tener efectos significativos en la salud de los edificios y sus ocupantes o usuarios.

Dado la cantidad de obras que se vienen realizando en la ciudad de Trujillo, es necesario, producir concretos con resistencia a compresión mejorada el cual se puede lograr con la adición del vidrio, para lo cual se debe los criterios básicos de composición, dosificación y elaboración de concreto. Por lo que, se considera importante realizar esta investigación, para que la información generada sea útil para el logro de un concreto con mejor resistencia a la compresión, asimismo el resultado de esta investigación permitirá la aplicación de un nuevo material de construcción (vidrio reciclado) además que esto es amigable con el medio ambiente.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la influencia del vidrio reciclado en las propiedades mecánicas en bloques intertrabados de concreto; Adoquines, de cemento Portland, Trujillo 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia del vidrio reciclado en las propiedades mecánicas en bloques intertrabados de concreto de cemento Portland, Trujillo 2021.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las características del agregado fino (arena) y el agregado grueso (piedra) bajo el (RNE - NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS) vigentes; siendo preciso que los agregados empleados en el concreto cumplan con los requisitos de la norma ASTM C-33 y NTP 400.037.

- Elaborar un diseño mezcla por el método ACI 211; de un concreto de resistencia a la compresión de 320 kg/cm^2 (probetas **ALFA**), y en base este diseño modificar el porcentaje de material cementante por vidrio reciclado en su diseño (probetas **BETA**).
- Evaluar las condiciones del concreto convencional que se ha diseñado en estado fresco (Peso Unitario, Slump y Temperatura).
- Analizar la resistencia a la compresión de las probetas de concreto convencional (**ALFA**) y las de probetas que contienen vidrio reciclado en su diseño (**BETA**) con adicción en diferentes dosificaciones (5%, 10%, 15%) a los 7, 14 y 28 días.
- Examinar y comparar los resultados obtenidos de las muestras (**ALFA – 0% de vidrio** vs **BETA 5%, 10% y 15% de vidrio**) en los diferentes ensayos como dimensionamiento, absorción y de resistencia a la compresión, además de brindar una opinión sobre estos en el presente informe de tesis.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La influencia del vidrio reciclado en los bloques intertrabados de concreto de cemento Portland, incluirá significativamente en sus propiedades mecánicas en la ciudad de Trujillo, 2021.

Tabla 1: Hipótesis General

HIPÓTESIS GENERAL	COMPONENTES METODOLÓGICOS				COMPONENTES REFERENCIALES
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo

La influencia del vidrio reciclado en los bloques intertrabados de concreto de cemento Portland, incluirá significativamente en sus propiedades mecánicas en el concreto en la ciudad de Trujillo, 2021.	Propiedades mecánicas	Bloques intertrabados de concreto (Adoquines)	Mejorará	Laboratorio de la Universidad Privada del Norte-Trujillo – Sede San Isidro	2021
--	-----------------------	---	----------	--	------

1.4.2. Hipótesis específicas

Tabla 2: Hipótesis Específica 01

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 01	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
Se determinará las características del agregado fino (arena) y el agregado grueso (piedra) bajo el (RNE - NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS) vigentes; siendo preciso que los agregados empleados en el concreto cumplan con los requisitos de la norma ASTM C-33 y NTP 400.037.	1° Características del agregado 2° Norma ASTM C-33 o NTP 400.037	Agregado Fino (Arena) Agregado Grueso (Piedra)	Determinará	Laboratorio de la Universidad Privada del Norte-Trujillo – Sede San Isidro	2021

Tabla 3: Hipótesis Específica 02

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 02	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
Se logró la elaboración un diseño mezcla por el					

método ACI 211; de un concreto de resistencia a la compresión de 320 kg/cm ² (probetas <i>ALFA</i>), y en base este diseño modificar el porcentaje de material cementante por vidrio reciclado en su diseño (probetas <i>BETA</i>).	1° Diseño de Mezcla 2° Método ACI	Resistencia a la compresión	Elaboración	Laboratorio de la Universidad Privada del Norte- Trujillo – Sede San Isidro	2021
--	--------------------------------------	-----------------------------	-------------	---	------

Tabla 4: Hipótesis Especifica 03

HIPÓTESIS ESPECIFICA 03	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
Se evaluará las condiciones del concreto convencional que se ha diseñado en estado fresco (Peso Unitario, Slump y Temperatura).	1° Peso Unitario 2° Slump 3° Temperatura	Concreto convencional en estado fresco	Evaluará	Laboratorio de la Universidad Privada del Norte- Trujillo – Sede San Isidro	2021

Tabla 5: Hipótesis Especifica 04

HIPÓTESIS ESPECIFICA 04	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
Se analizará la resistencia a la compresión de las probetas de concreto convencional (<i>ALFA</i>) y las de probetas que	Resistencia A La Compresión	Bloques de concreto	Analizará	Laboratorio de la Universidad Privada del Norte-	2021

contienen vidrio reciclado en su diseño (BETA) con adicción en diferentes dosificaciones (5%, 10%, 15%) a los 7, 14 y 28 días.	Alfa y Beta.	Trujillo – Sede San Isidro
--	--------------	----------------------------

Tabla 6: Hipótesis Especifica 05

HIPÓTESIS ESPECIFICA 05	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
Se examinará y comparará los resultados obtenidos de las muestras <i>ALFA – 0% de vidrio vs BETA 5%, 10% y 15% de vidrio</i> en los diferentes ensayos como dimensionamiento, absorción y de resistencia a la compresión, además de brindar una opinión sobre estos en el presente informe de tesis.	1° Resultados Obtenidos 2° Opinión	Ensayos de dimensionamiento, absorción y de resistencia a la compresión	Examinará y comparará	Laboratorio de la Universidad Privada del Norte – Trujillo – Sede San Isidro	2021

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Según el Propósito

La presente investigación es de tipo “**Aplicada**” ya que este trabajo tiene como fin responder a las incógnitas que se plantean por lo cual en este trabajo se responderá a la interrogativa de cómo mejorar las propiedades mecánicas de un bloque de concreto para esto se desea estudiar la influencia del vidrio reciclado en las propiedades mecánicas en bloques intertrabados de concreto de cemento Portland, Trujillo 2021.

2.1.2. Según el Diseño

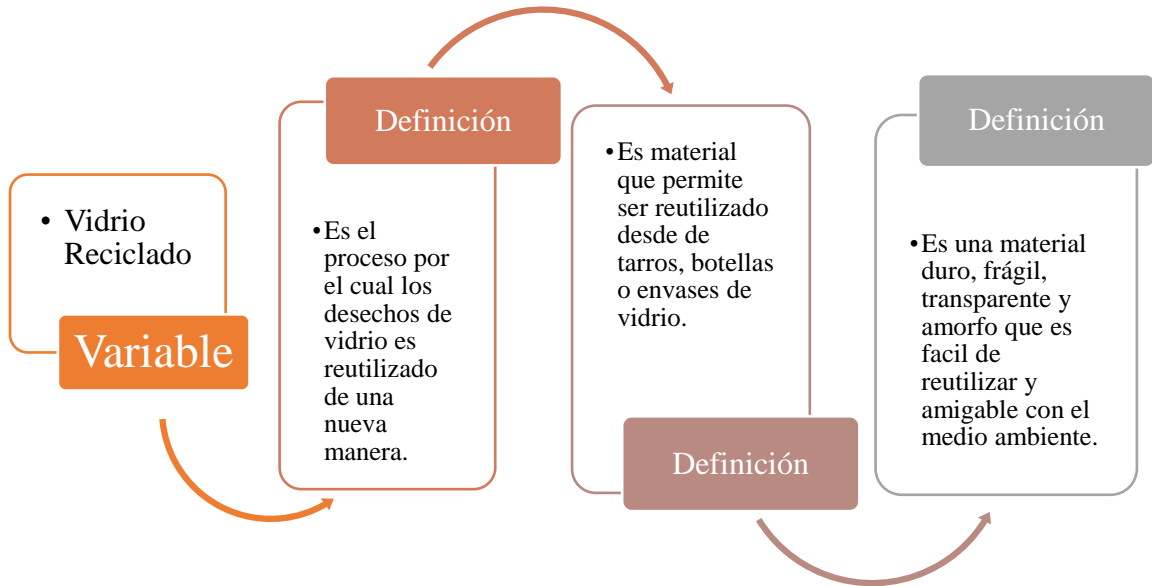
La presente investigación es de tipo “**Experimental**” cuya situación de control en la cual se manipula de manera intencional, donde la variable independiente cambia a la variable dependiente, según esta investigación se basa en el mejoramiento de los bloques de concreto, en sus propiedades mecánicas, por lo cual la manipulación de la variable independiente, para estudiar su influencia del vidrio reciclado en las propiedades mecánicas en bloques intertrabados de concreto de cemento Portland, Trujillo 2021.

2.1.3. Según el Nivel

La presente investigación es de tipo “**Concluyente: Explicativa**” donde se determina los resultados de manera exploratoria llevando a cabo a través de métodos empíricos, esto quiere decir que de una manera práctica se desea obtener resultados que posteriormente serán explicados, con el fin de busca el porqué de los hechos; para establecer una relación causa – efecto.

2.2. Variable

2.2.1. Definición de las variables:



- Propiedades Mecánicas

- Son las características de un elemento o producto que pueden ser desde elasticidad, plasticidad, durabilidad, tenacidad, etc.

- Es el comportamiento de un material ante fuerzas externas como la tracción, compresión y torsión.

- Característica por la cual responde un elemento a determinada acción externa.

2.2.2. Operación de variables:

Tabla 7: Operación de Variable: Propiedades Mecánicas

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems				
Propiedades mecánicas	Es aquella característica que describe al comportamiento de un material sólido, desde elasticidad, plasticidad, durabilidad, tenacidad, etc.; al aplicarle fuerzas externas como la tracción, compresión y torsión.	Se realizará ensayos al agregado fino y grueso para conocer sus propiedades y poder realizar el diseño de mezcla, además se procederá a elaborar bloques de concreto. Posteriormente estos Adoquines serán analizados en su resistencia a la compresión.	Características Físicas	NTP 399.611	Largo (l): 20 cm = 200 mm ± 1.6 mm				
					Ancho (a): 10 cm = 100 mm ± 1.6 mm				
					Espesor (e): 6 cm = 60 mm ± 3.2 mm				
					Absorción	NTP 399.611	<= 7% del peso seco		
					Resistencia a la compresión	NTP 399.611	Datos mínimos MPa (kg/cm²) 31 MPa (320kg/cm²) Promedio de 3 unidades 28 MPa (290kg/cm²) Por unidad		
					Materiales:				
					<u>Cementos:</u>				
					NTP 334.009				
					NTP 334.082				
					NTP 334.090				
<u>Agua de Mezcla:</u>									
NTP 339.088									
<u>Agregados:</u>									
NTP 400.012									
NTP 400.017									
NTP 400.037									
NTP 400.021									
NTP 400.022									

2.3. Diseño de investigación:

La presente investigación es de tipo “**Experimental: Pura**” cuya situación de control en la cual se manipula de manera intencional, una o más variables independientes para analizar las consecuencias sobre una o más variables dependientes; por lo cual en este informe se comparará las probetas patrón (*ALFA*) con las muestras que tiene la influencia del vidrio reciclado en su diseño (*BETA*), además habrá control con las muestras de estudio; también aleatoriedad, ya que se escogerá la dosificación que se deseé para la elaboración de los bloques intertrabados de concreto a presentar en este informe; por otro lado, habrá repeticiones ya que se establece un patrón durante el diseño de la mezcla que influirá en las propiedades mecánicas de bloques intertrabados de concreto de cemento Portland.

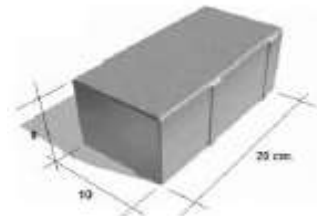


Figura 1: Imagen Referencial de un adoquín

2.3.1 Unidad de estudio:

La unidad de estudio son los bloques intertrabados de concreto de cemento Portland que han sido elaborados en la ciudad de Trujillo para su mejoramiento en cuanto a las propiedades mecánicas durante el año 2021.

2.3.2 Población:

Todos los bloques intertrabados de concreto de cemento Portland que se elaboren, excluyendo su dosificación de adición, de las cuales se harán 56 muestras divididas en grupos con el fin de obtener resultados mediante un promedio; que sean realizadas en la ciudad de Trujillo durante el año 2021.

2.3.3 Muestra:



La presente investigación usará la técnica de muestreo “**No Probabilístico**”, porque no se efectúa bajo normas probabilísticas de selección, además durante el proceso de investigación el indagador interviene dando su opinión; partiendo de aquí, el método de selección de recolección de datos será por “**Conveniencia**” porque durante la búsqueda de información la norma establecida NTP 399.611 que nos habla sobre bloques de concreto, no toma en consideración la adición del vidrio reciclado en ninguno de sus campos, pero menciona que los materiales no incluidos deben ser adecuados y que no perjudiquen para la utilización, además que deben ser sustentados mediante ensayos o experimentación en campo.



*Figura 2:
Imagen
Referencial de
un Adoquín*

Por lo anteriormente mencionado se utilizará las normas (NTP 399.604) (NTP 399.611) como guía para la elaboración de los bloques de concreto, ahora para la obtención de resultados se necesitan 64 muestras, donde habrá 16 probetas **ALFA** que no contengan en su diseño vidrio reciclado y 48 probetas que incluyan vidrio reciclado que serán llamadas probetas **BETA**, de las cuales cada grupo tendrá 5%, 10% y 15% de adición de vidrio reciclado, estas muestras después serán analizadas en los diferentes ensayos como dimensionamiento, absorción y de resistencia a la compresión.

Tabla 8: Cantidad de Muestras

Cantidad de Muestras						
TIPO	Ensayos	Dimensionamiento y Resistencia a la Compresión			Dimensionamiento y Absorción	Población Total
		Tiempo de Curado	7 días	14 días	28 días	
	% de Vidrio Reciclado					
ALFA	0%	3	3	8	2	64
	5%	3	3	8	2	
BETA	10%	3	3	8	2	
	15%	3	3	8	2	
TOTAL		12	12	32	8	

2.4. Materiales, instrumentos y métodos

2.4.1. Materiales

2.4.1.1. CEMENTO

Según Asocreto (1995) afirma que “El cemento es un material aglutinante que presenta propiedades de adherencia y cohesión, que permiten unión de fragmentos de minerales entre sí; formando un todo compacto”. Por lo cual concluyo que el cemento es un material que tiene la capacidad unir elementos en un solo compuesto dándole cohesión. Se produce cuando la caliza y arcilla sometidas a procesos de calcinación y molienda, se obtiene Clinker y que luego al añadirsele y eso se produce cemento.

2.4.1.2. AGREGADO GRUESO

Según la Norma Técnica Peruana (NTP 400.037) el agregado grueso se considera a las partículas que son retenidas en la malla N° 04 mediante el proceso de tamizado. Estos agregados deben ser de formas regulares como rodadas o cúbicas y no de forma irregular alargadas, porosas y ásperas; también es necesario que el agregado grueso no posea ángulos excesivos, porque eso demandaría más agua en la mezcla, así como afectaría la trabajabilidad de la misma. Se

denomina al grupo de partículas que pueden provenir de procesos de trituración (artificial) o ser obtenidos de manera natural en canteras debidamente comprobadas en cuanto a su calidad y de acuerdo a las exigencias requeridas para el diseño del concreto.

2.4.1.3. AGREGADO FINO

Según la Norma Técnica Peruana (NTP 400.037) el agregado fino es aquel grupo de partículas que pasa la malla 3/8" y que es retenida por la malla N°200. Al igual que los agregados gruesos estos pueden proceder de la trituración de las rocas o de manera natural por medio de erosión y fragmentación de macizos rocosos, y éste tipo de agregados son desplazados a depósitos por medio del viento o agua, también éstas partículas hechas principalmente de sílice para ser usados en el concreto deben de ser de aspecto redondeado y de suave textura.

2.4.1.4. AGUA

Según la American Concrete Institute (ACI 318S-11, 2017) un agua que no tenga olor y sabor acentuado puede ser empleado para el concreto además de ser un agua apta el consumo sin impurezas u objetos extraños, libre de sales, cloruros, álcalis, etc. o cualquier elemento que pueda disminuir las capacidades del concreto.

2.4.1.4. VIDRIO RECICLADO

El vidrio es un material obtenido por la fusión de compuestos inorgánicos a altas temperaturas, y el enfriamiento de la masa resultante hasta un estado rígido, no cristalino. El principal componente del vidrio es la sílice (SiO₂). La sílice, sola, sería un vidrio ideal para muchas aplicaciones, pero las altas temperaturas necesarias para su fusión y las dificultades para darle forma limitan su uso a algunas aplicaciones especiales. Para reducir la temperatura

de fusión de la sílice, es necesario utilizar un fundente, y para ello sirve el óxido de sodio (Na_2O). Como el conjunto $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O}$ es soluble en agua, se añade un tercer elemento, el óxido de calcio (CaO), que le confiere al vidrio la estabilidad química necesaria.

El vidrio es reciclable en un 100%, y durante el proceso de fusión no se produce pérdida de material ya que, con cada tonelada de fragmentos de vidrio limpio, se obtiene otra tonelada de vidrio nuevo; además que es un material no poroso, que resiste temperaturas de hasta 150°C (vidrio común), sin perder ninguna de sus propiedades físicas y químicas, esta particularidad permite que los objetos de vidrio puedan ser reutilizados varias veces para un mismo propósito.

2.4.2. Instrumentos

2.4.2.1. *Maquina Estándar De Compresión F-30ex*

El marco de carga de la F-25EX está fabricado con ángulos estructurales de acero, la placa superior e inferior son de acero sólido. El ensamble del cilindro hidráulico está montado a la placa superior, con fuerza aplicada en dirección hacia abajo. Este diseño elimina acumulación de partículas de concreto alrededor del área de cilindro del pistón la maquina tiene un pistón de 6 pulgadas de diámetro. La precisión hidráulica esta suministrada por una bomba de dos etapas. El sistema hidráulico de control está compuesto de una sola válvula de control.



Figura 3: Maquina Estándar De Compresión F-30ex

Este modelo tiene una capacidad de 300000 lbf y un indicador digital Test Pilot con cuatro canales. Es una unidad de fuerza. Una libra es aproximadamente igual a la fuerza gravitacional ejercida

sobre una masa de una libra sobre una idealizada superficie de la Tierra.

2.4.2.2. Mezcladora De Concreto

Utilizada en la preparación de diseño de mezclas tanto en el laboratorio central como en campo. El tambor balanceado tiene capacidad de 3.0 pies cúbicos (85dm³) y opera manualmente para descargas. El modelo LA-1210 se desarma en 3 partes para fácil transportación. El modelo LA-1210-02 tipo carretilla con llantas facilita estabilidad y transportación, motor de ½ hp, 31rpm.



Figura 4: Mezcladora De Concreto

2.4.2.3. Báscula De Precisión Industrial Series Gp

Las basculas robustas Series GP de gran precisión y de gran capacidad. Una simple bascula GP puede reemplazar a alguna otras basculas. Tiene una resolución de hasta 1/310,000. El cuerpo de la báscula este hecho de aluminio y la plataforma es de acero inoxidable. Características estándar incluyen, pieza para conteo, porcentaje, verificación de peso. Calibración digital completa. Modelos de peso: gramos, kilogramos, decimales de onza, decimales de libras. Libra/onza, peso penny, onza troy, quilates, grano, momme, porcentaje, conteo. Tamaño de la plataforma 13.5x15.1 pulgada (34.3x38.4 cm).



Figura 5: Báscula De Precisión Industrial Series Gp

2.4.2.4. Tanques Para Curado

Los tanques para curado de cilindros, vigas y otro tipo de especímenes tienen 2 pies (61cm) de profundidad. Todos los tanques son fabricados de acero galvanizado calibre 20, las paredes laterales son corrugadas y reforzadas en la parte superior con un tubo para incrementar su resistencia y durabilidad. Todos los tanques tienen tapón para drenaje y juntas engargoladas y selladas para prevenir fugas.



Figura 6: Tanques Para Curado

2.4.2.5. Guantes De Látex Y Hule

Guantes protectores son utilizados cuando se maneja concreto, asfalto, también al manejar soluciones ácidas, caústicas, corrosivas, aceites, grasas, petróleo y otros solventes.



Figura 7: Guantes De Látex Y Hule

2.4.2.6. Varilla para compactar

Se utiliza para compactar el concreto en preparación para la prueba de revenimiento y prepara los especímenes cilíndricos, así como en la realización de pruebas de contenido de aire. Hecho de acero galvanizado. Varilla de compactación de 59.1cm, con punta redonda de 15.9mm.



Figura 8: Varilla para compactar

2.4.2.7. Cucharon De Punta Redonda

Cucharon de punta redonda para utilizarse en pruebas de revenimiento, vaciar mortero de azufre en la olla calefactora, entre otras muchas aplicaciones. Hecho de aluminio colado con mango. Cucharon de punta redonda, 24 onzas (680.4g)



Figura 9: Cucharon De Punta Redonda

2.4.2.8. Badilejo

Herramienta necesaria para mezclar agregados y moldear una superficie lisa.



Figura 10: Badilejo

2.4.2.9. Plumón Indeleble

Un rotulador, marcador o plumón es un instrumento de escritura, parecido al bolígrafo, que contiene su propia tinta y su uso principal es escribir en superficies distintas al papel.



Figura 11: Plumón Indeleble

2.4.2.10. Franela

La franela viene a ser un tejido suave, se encuentra de varios tipos de calidades. Originalmente las franelas estaban hechas de lana, pero ahora es más frecuente verlas hechas de algodón, o fibras sintéticas.



Figura 12: Franela

2.4.2.11. Charola Para Materiales- Galvanizada

Charola de calibre grueso, hecha en acero recubierto de zinc, diseñada para trabajo con agregados grueso, arena, cemento, concreto y mezcla asfáltica. Las charolas pueden utilizarse para secar materiales en el horno.

Charola galvanizada para materiales, 22x23x3 pulgadas (55.9x58.4x7.6cm)



Figura 13: Charola Para Materiales- Galvanizada

2.4.2.12. Horno Eléctrico de Laboratorio

Horno de Laboratorio que aumenta gradualmente la temperatura conforme pase el tiempo, si esta descendiende volverá a activarse las resistencias para obtener la temperatura programada de manera constante, está recubierto por múltiples capas de asbesto lo que impide que el calor llegue al exterior del instrumento y altere el experimento o dañe al operario, este funciona mediante resistencias eléctricas ubicadas en la parte inferior y los laterales de las paredes internas del horno.



Figure 14: Horno Eléctrico de Laboratorio

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.5.1 Técnicas de recolección de datos:

La presente investigación utilizará la siguiente técnica que es “**La observación**” que esta permite un registró visual de lo que ocurre en una situación real, clasificando y consignando los datos de acuerdo con al esquema propuesto y de acuerdo al problema que se estudia, que es la influencia del vidrio reciclado en bloques de concreto, además esta técnica es muy común en los proyectos de investigación porque nos permite ver de manera más detallada lo que está pasando en un determinado espacio y tiempo.

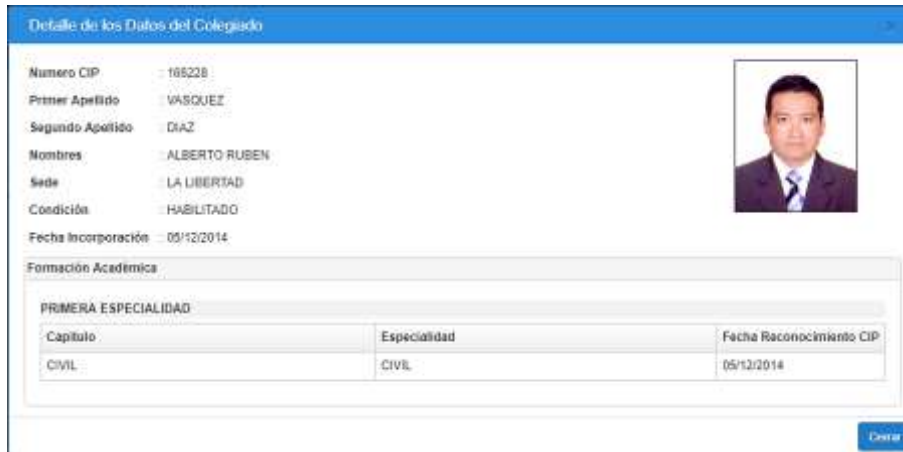


2.5.2 Instrumento de recolección de datos:

El instrumento empleado para la técnica de observación será mediante el uso de la “**Guía de Observación**”, ya que es un documento que ayuda a la recolección de datos de manera detallada y que sea de fácil acceso y comprensión, además que permite al investigador un desempeño y correcto proceso para el desarrollo de toma de datos; por otro lado, es muy confiable para la revisión y evaluación de la información obtenida.

2.5.3 Validación de instrumentos de Recolección de Datos:

La validez lo realizo el ingeniero Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz, el cual cuenta con el código de colegiatura CIP 166228, además tiene vigencia de certificación Internacional ACI Técnico de Campo Gado 1. Realizo estudios de tecnología del concreto en EnginZone, tiene certificación ASTM.



Detalle de los Datos del Colegiado

Numero CIP : 165228
 Primer Apellido : VASQUEZ
 Segundo Apellido : DIAZ
 Nombres : ALBERTO RUBEN
 Sede : LA LIBERTAD
 Condición : HABILITADO
 Fecha Incorporación : 05/12/2014

Formación Académica

PRIMERA ESPECIALIDAD		
Capítulo	Especialidad	Fecha Reconocimiento CIP
CIVIL	CIVIL	05/12/2014

Crear

Figura 15: Detalles de los datos del colegiado
 Fuente: Base de datos del Colegio de Ingenieros.

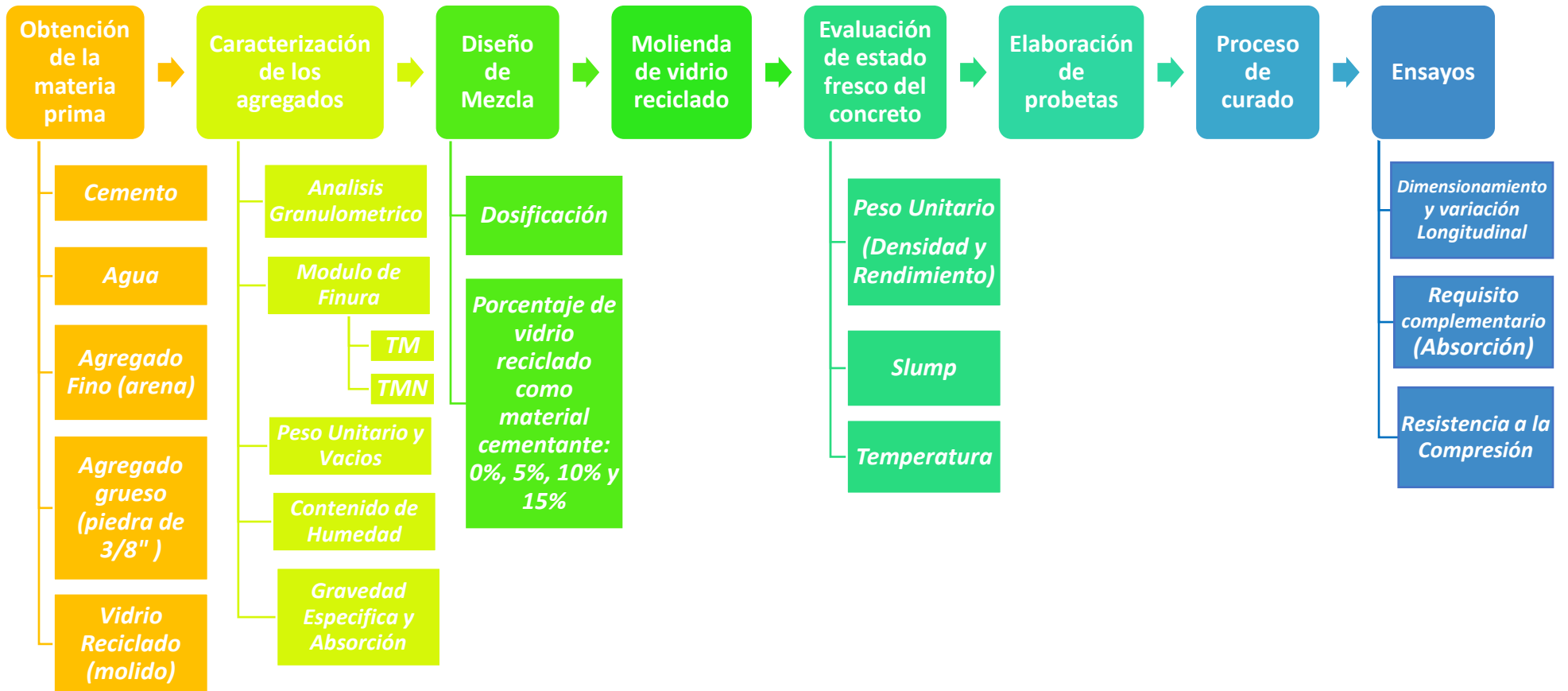
2.6. Técnicas de análisis de datos:



La técnica empleada para esta investigación será la **“Inferencia Estadística”** porque se está empleando un diseño experimental además que se le permiten inducir, a partir de la información empírica proporcionada por una muestra, cual es el comportamiento de una determinada población con un riesgo de error medible en términos de probabilidad; por otro lado, durante este informe se pondrá a prueba la hipótesis planteada, por lo cual se evaluará la prueba de normalidad de los datos mediante el método de **“SHAPIRO - WILK”**, ya que es preciso llevar a cabo un análisis bastante complejo además que el nivel de medición de la variable y su distribución son elementos que intervienen.

Se utilizará **“ANOVA”**, por ser de tipo experimental, con respecto al tipo de diseño que es experimento puro, la prueba de hipótesis será por prueba paramétrica aplicando distribución y comparación de muestras en la que se emplea es una distribución de probabilidad que surge del problema de estimar la media de una población normalmente distribuida cuando el tamaño de la muestra es pequeño.

2.7. Procedimientos:



El tema de investigación nació de la problemática ambiental que hay en el Mundo; donde cada vez nuestro medio ambiente se ve contaminado, por lo cual el deseo de aportar en el cuidado de éste, es que surge la idea de utilizar un material que pueda ser reciclado en la utilización de la mejora del concreto. Es aquí donde; se inicia la idea del tema sobre la presente investigación de tesis. Posterior a esto, se continuo con la búsqueda de recaudar información referente a esta idea, donde se encontraron temas con el mismo enfoque deseado de esté trabajo, por lo cual al hallarse se motiva en la decisión de seguir adelante con investigación.

Luego se buscó información sobre las normas que rigen los adoquines; ya que, esta es la unidad de análisis donde se desarrolle el proyecto. Se encontró que los bloques serán fabricados con las Normas, (NTP 399.604), (NTP 399.611), para adoquines de concreto. Estas nos indican las dimensiones de los adoquines las cuales fueron de 20 cm de largo por 10 cm de ancho y 6 cm de altura. Además, estas normas nos indican que para adoquines de concreto se estableció una resistencia mínima del adoquín de 31 MPa (320kg/cm²) de un promedio de 3 unidades y de 28 MPa (290kg/cm²) por unidad; también en retención de líquidos como máximo $\leq 6\%$ del peso seco de un promedio de 3 unidades y $\leq 7\%$ del peso seco por unidad; y en resistencia al desgaste que la longitud de huella máximos es de ≤ 23 mm por un promedio de 3 unidades y ≤ 21 mm por unidad.

2.7.1. Obtención de Materia prima

2.7.1.1. Cemento

El cemento utilizado para la elaboración de diseño de mezcla es el cemento Portland Tipo I suministrado por Cementos Pacasmayo, el cual es un cemento de uso general que para emplearse en obras no requieran propiedades específicas especiales y cumple con los requisitos de las normas técnicas (NTP 334.009) y (ASTM C 150).



Figura 16: Imagen referencial de Cemento Pacasmayo Tipo I.

2.7.1.2. Agua

El agua para el diseño de mezcla debe cumplir algunos límites permisibles, que exige que cumplan las normas (NTP 339.088) y (ASTM C1602), con la vital importancia en la preparación del concreto, que está relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido.

2.7.1.3. Agregado Fino y Grueso

Para la elaboración de la investigación se partió en buscar un agregado que cumpla con las normas (NTP 400.037) y (ASTM C 136), además que este más accesible al lugar de la investigación y desarrollo de la presente tesis. Por la cual se empleó los agregados de la cantera Rubio-Jaén ubicada en el sector del Milagro.

2.7.1.4. Vidrio Reciclado

El vidrio reciclado fue obtenido de la vidriería “Araujo” ubicada en la calle Francisco de Zela 432, Trujillo, La Libertad. El material debe cumplir con las especificaciones se reducción mínima de tamaño de partículas con la utilización de la maquina Los Ángeles, antes de ello se realiza primero la limpieza correspondiente del equipo a utilizar con la colocación de arena la cual permite retirar los finos que pueda haber en su interior, se procede a girar el equipo por 2 minutos, después de verificar la limpieza del equipo se retira la arena, acto seguido se coloca el material seleccionado (30 kilos) de vidrio reciclado durante 15 minutos con 11 bolas de acero de diámetro de 4.75 cm a 4.77 cm y peso de 413.2 gramos a 413.5 gramos, por último se procedió a tamizar el material en diferentes tamaños usando los tamices N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 y fondo.

2.7.2. Caracterización de los Agregados

2.7.2.1. Análisis Granulométrico de Agregados (ASTM C 136)/ (NTP 400.012)

El método consiste en preparar muestras de agregado fino y grueso, colocar a ésta en el horno a una temperatura constate de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$

durante 24 horas o hasta obtener una masa constante. Utilizar los tamices de: 2'', 1 ½'', 1'', ¾'', ½'', 3/8'', N.º 4, N.º 8, N.º 16, N.º 30, N.º 50, N.º 100 y fondo, encajados de modo decreciente, así como lo estipula la norma (NTP 400.012), realizar el tamizado por el periodo de 1 minuto y finalmente se toma el peso de cada malla con muestra retenida; obteniéndose así el peso de tamiz más la muestra en cada abertura utilizada en el ensayo.

2.7.2.1.1. Módulo de finura del agregado (MF)

Se calcula, sumando el porcentaje retenido acumulado del agregado fino de los siguientes tamices: N°100, N°50, N°30, N°16, N°8, N°4, 3/8'', 3/4'', 1 ½'' y mayores incrementando la relación al doble.

En resumen, el módulo de finura se calcula utilizando la siguiente fórmula:

Ecuación 1: Módulo de Finura

$$MF = \frac{\sum \% \text{Retenido Acumulado (3'', 1 1/2'', 3/4'', 3/8'', n^{\circ}4, n^{\circ}8, n^{\circ}16, n^{\circ}30, n^{\circ}50, n^{\circ}100)}{100}$$

2.7.2.1.2. Tamaño Máximo (TM)

Corresponde al tamiz de menor abertura (mm) por donde pasa toda la muestra de material ensayado.

2.7.2.1.3. Tamaño Máximo Nominal (TMN)

Corresponde al primer tamiz en retener muestra, al realizar el ensayo de análisis granulométrico.

2.7.2.2. Contenido de Humedad de los Agregados por Secado (NTP 339.185)

Se describe los procedimientos para el cálculo del contenido de humedad total evaporable en muestras de agregados (finos y/o gruesos). La humedad total evaporable incluye a la superficial y la que se encuentra en los poros de una partícula.

El contenido de humedad se calcula mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 2: Contenido de Humedad de los Agregados por Secado

$$p = 100(W - D)/D$$

Donde:

p = Contenido total de humedad evaporable (%)

W = Masa muestra húmeda (g)

D = Masa muestra seca (g)

2.7.2.3. Peso Unitario y de Vacíos de los Agregados (ASTM C 29)/ (NTP 400.017)

Se norman los procedimientos para el cálculo del peso unitario de los agregados (fino y/o grueso), siempre y cuando el tamaño máximo nominal (TMN) de éstos, no sea mayor a 125 mm.

Ecuación 3: Peso Unitario y de Vacíos de los Agregados

$$PU = \frac{Pt - Pr}{Vr}$$

Donde:

PU = Peso Unitario

Pt = Peso recipiente + muestra

Pr = Peso recipiente

Vr = Volumen recipiente

2.7.2.4. Gravedad Específica y Absorción del Agregados Finos (ASTM C 128)/ (NTP 400.022)

Se estipula los procedimientos correspondientes al cálculo del peso específico seco, el peso específico saturado superficialmente seco, el peso aparente y el porcentaje de absorción después de 24 horas, del agregado fino. El cálculo del peso específico de masa (Pem), se realizará por medio de la siguiente fórmula:

Ecuación 4: Gravedad Específica del Agregados Finos

$$P_{em} = \frac{W_o}{(V - V_a)}$$

Donde:

P_{em}	=	Peso específico de masa
W_o	=	Peso en el aire de la muestra seca al horno (g)
V	=	Volumen del frasco (cm ³)
V_a	=	Peso de agua añadida al frasco (g ó cm ³)

El cálculo del Peso específico de masa saturada superficialmente seca (PeSSS), se realizará por medio de la siguiente fórmula:

Ecuación 5: Peso específico de masa Saturada Superficialmente Seca del agregado fino

$$P_{eSSS} = \frac{500}{V - V_a}$$

El cálculo del Peso específico aparente (Pea), se realizará por medio de la siguiente fórmula:

Ecuación 6: Peso específico aparente del agregado fino

$$P_{ea} = \frac{(W_o)}{(V - V_a) - (500 - W_o)}$$

El cálculo de la Absorción (Abs), se realizará por medio de la siguiente fórmula:

Ecuación 7: Cálculo de la Absorción del agregado fino

$$Abs = \frac{500 - W_o}{W_o} * 100$$

2.7.2.5. Gravedad Específica y Absorción del Agregado Grueso (ASTM C 128)/ (NTP 400.021)

Se estipula los procedimientos correspondientes al cálculo del peso específico seco, el peso específico saturado superficialmente seco, el peso específico aparente y el porcentaje de absorción después de 24 horas, del

agregado grueso. Siendo el peso específico saturado superficialmente seco y el porcentaje de absorción son basados en agregados que superan las 24 horas de remojado.

El cálculo del peso específico de masa (Pem), se realizará por medio de la siguiente fórmula:

Ecuación 8: Gravedad Específica del agregado grueso

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)}$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca al aire (g)

B = Peso de la muestra superficialmente seca al aire (g)

C = Peso en el agua de la muestra saturada (g)

El cálculo del Peso específico de masa saturada superficialmente seca (PeSSS), se realizará por medio de la siguiente fórmula:

Ecuación 9: Peso específico de masa saturada superficialmente seca del agregado grueso

$$P_{eSSS} = \frac{B}{(B - C)}$$

El cálculo del Peso específico aparente (Pea), se realizará por medio de la siguiente fórmula:

Ecuación 10: Peso específico aparente del agregado grueso

$$P_{ea} = \frac{A}{(A - C)}$$

El cálculo de la Absorción (Abs), se realizará por medio de la siguiente fórmula:

Ecuación 11: Cálculo de la Absorción del agregado grueso

$$Abs(\%) = \frac{B - A}{A} * 100$$

2.7.3. Diseño de mezclas

Consecuente a la realización de ensayos a la materia prima donde se buscó las características, se procederá con el diseño de mezcla; que es elaborado a través del método americano ACI, por ser el más conocido y ampliamente usado; ya que tiene un principio básico que es la relación agua / cemento, además que su desarrollo es través de una serie de secuencia de pasos. El fin del diseño de mezcla es buscar y encontrar la dosificación de cada una los bloques intertrabados de concreto de cemento portland.

Donde el objetivo es realizar un diseño base, del cual se modificará posteriormente el porcentaje de material cementante con vidrio reciclado (molido), con la funcionalidad de comprobar las hipótesis establecidas en la presente tesis; el porcentaje establecido será 5%, 10% y 15%. Cada diseño de mezclas tiene como fin cumplir los requerimientos mínimos de las normas (NTP 399.611).

Paso N° 1: Selección de resistencia a la compresión (f'_c)

En este primer paso, se eligió la resistencia a la compresión de diseño. La resistencia seleccionada, es elegida para cumplir las necesidades básicas del proyecto.

Resistencia de diseño (f'_c) = ¿?

Paso N° 2: Asentamiento de diseño

En el segundo paso, se elige un asentamiento de diseño que vaya acorde a los fines de uso. De acuerdo con las necesidades de manejabilidad del concreto en estado fresco.

Paso N° 3: Tamaño máximo y tamaño máximo nominal (TMN)

En lo que concierne al Tamaño Máximo Nominal del agregado, teniendo como condición, que este debe ser menor o igual a 1/3 del espesor de la losa ($TMN \leq h/3$).

Tamaño Máximo Nominal (TMN) = ¿?

Paso N° 4: Cantidad de Agua y Contenido de Aire

Para calcular, la cantidad de agua y el aire atrapado a utilizar por cada metro cúbico de concreto, se interceptará en la Tabla 6, los datos del asentamiento de diseño y el tamaño máximo nominal del agregado

Tabla 9: Agua de mezcla y contenido de aire

Revenimiento (asentamiento) (mm)	Agua, kilogramos por metro cúbico de concreto, para los tamaños de agregado indicados								
	3/8 pulg.	½ pulg.	¾ pulg.	1 pulg.	1 ½ pulg.	2 pulg.	3 pulg.	6 pulg.	
Concreto sin aire incluido									
1" a 2" 25 a 50	207	199	190	179	166	154	130	113	
3" a 4" 75 a 100	228	216	205	193	181	169	145	124	
6" a 7" 150 a 175	243	228	216	202	190	178	160	-	
Cantidad aproximada de aire									
atrapado en un concreto sin aire incluido, porcentaje	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2	
Concreto con aire incluido									
1" a 2" 25 a 50	181	175	168	160	150	142	122	107	
3" a 4" 75 a 100	202	193	184	175	165	157	133	119	
6" a 7" 150 a 175	216	205	197	184	174	166	154	-	
Promedio del contenido de aire total recomendado, para el nivel de exposición, porcentaje									
Exposición leve	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	
Exposición moderada	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0	
Exposición severa	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0	

Fuente: ACI 211.1

Paso N° 5: Relación agua / cemento (a/c)

Se utilizará la siguiente tabla para calcular la Resistencia a la Compresión Media Requerida.

Tabla 10: Resistencia a la compresión requerida cuando no se dispone de data histórica

Resistencia a compresión especificada, f'c, kg/cm ²	Resistencia a compresión media requerida, kg/cm ²
Menos de 210	f'c +70

210 a 350	$f'c + 84$
Más de 250	$1.10 f'c + 50$

Fuente: ACI 211.1

En la determinación de la relación agua – cemento (a/c), se utilizó la siguiente tabla:

Tabla 11: Relación agua - cemento y resistencia a la compresión

Resistencia a Compresión a los 28 Días, kg/cm² (Mpa)	Relación agua-material cementante en masa	
	Cemento sin aire incluido	Cemento con aire incluido
450 (45)	0.38	0.31
400 (40)	0.43	0.34
350 (35)	0.48	0.40
300 (30)	0.55	0.46
250 (35)	0.62	0.53
200 (20)	0.70	0.61
150 (15)	0.80	0.72

Fuente: ACI 211

Paso N° 6: Cálculo de la cantidad requerida de cemento

Contando con los datos anteriores de la relación agua / cemento (a/c) y el agua utilizada en la mezcla; se utilizará la siguiente fórmula para calcular la cantidad de cemento por metro cúbico.

Ecuación 12: Cálculo del Contenido de Cemento

$$\text{Contenido de Cemento (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado(L/m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (f'cr)}}$$

Paso N° 7: Cantidad de agregado fino y grueso

En el siguiente procedimiento se opta por calcular los volúmenes absolutos de los agregados, considerando los datos del Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso y Módulo de Finura del agregado fino.

Tabla 12: Relación entre TMN y Volumen de agregado grueso compacto

Tamaño máximo nominal del agregado mm (pulg.)	Volumen del agregado grueso varillado (compactado) en seco por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura de agregado fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.5 (3/8)	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5 (1/2)	0.59	0.57	0.55	0.53
19.00 (3/4)	0.66	0.64	0.62	0.60
25 (1)	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5 (1 1/2)	0.75	0.73	0.71	0.69
50 (2)	0.78	0.76	0.74	0.72
75 (3)	0.82	0.80	0.78	0.76
150 (6)	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI 211

- Interceptamos los valores que exige la siguiente tabla, interpolamos y calculamos el valor correspondiente al factor AG.
- Calculamos el Peso Seco del Agregado Grueso por medio de:

Ecuación 13: Peso Seco del Agregado Grueso

$$\text{Peso seco AG} = \text{PUSC AG} \times \text{Factor AG}$$

- Para calcular el volumen absoluto se aplicará la siguiente fórmula:

Ecuación 14: Cálculo del volumen absoluto del agregado grueso

$$\text{Vol. Abs. AG} = \text{P seco AG} / \text{Pe AG}$$

Paso N° 8: Corrección por humedad y absorción de agregados

Una vez teniendo los pesos y volúmenes de los agregados, correspondientes a un metro cúbico de concreto; se opta por realizar las correcciones por humedad y absorción, aplicando las siguientes fórmulas:

Ecuación 15: Corrección Peso Húmedo del agregado grueso y fino

$$\text{Corrección Peso AGHúmedo} = \text{PesoAGseco} * \left(1 + \% \frac{\text{Hum}}{100}\right)$$

$$\text{Corrección Peso AFHúmedo} = \text{PesoAFseco} * \left(1 + \% \frac{\text{Hum}}{100}\right)$$

Ecuación 16: Aporte de Agua del agregado grueso y fino

$$\text{Aporte de Agua AG} = \text{Peso AGseco} * \left(\frac{\% \text{Hum} - \% \text{abs}}{100}\right)$$

$$\text{Aporte de Agua AF} = \text{Peso AFseco} * \left(\frac{\% \text{Hum} - \% \text{abs}}{100}\right)$$

2.7.4. Proceso de molienda de vidrio reciclado

En este punto se deseó buscar obtener una granulometría lo suficientemente aceptable para una mejor trabajabilidad como material cementante como en fin de utilizarlo como adición al diseño de mezcla, durante este proceso es necesario la utilización de un molino, propio del ensayo de la prueba de los ángeles o de abrasión, logrando una granulometría inferior al tamiz N°50. Mas si no es accesible la utilización de este molino, se procede a realizarse de manera manual utilizando una comba con el fin de triturar el vidrio e irlo tamizando, este es un proceso de mucho más lento, pero de iguales resultados; ya que el material obtenido tendrá que pasar la malla de granulometría N° 50. Finalmente, el material obtenido sirvió para la adición al diseño de mezcla de los adoquines.

2.7.5. Evaluación de Estado Fresco del diseño de mezcla

Es importante la obtención de muestras del estado fresco del cemento con el fin de control el correcto diseño de mezcla desarrollado, sino los

resultados de las pruebas serán engañosos. Las muestras se manejan de acuerdo con las normas (ASTM C 172) y (NTP 339.036), que indica que la muestra no debe ser tomada de la porción inicial ni de la porción final, además que debe estar protegida del sol, viento y otras fuentes de evaporación rápida de la muestra.

2.7.5.1. Densidad y Rendimiento

El peso unitario, peso volumétrico y peso específico se determinan a través de las normas (ASTM C 138) y (NTP 339.046), las cuales indican que los resultados obtenidos deben ser lo suficientemente precisos para determinar el rendimiento del concreto. La prueba requiere de una balanza o una báscula con una precisión de 0.3% de la masa prevista de la muestra del recipiente.

Hay dos tipos de recipientes para utilizarse en esta prueba, una de un recipiente de 7 litros (0.25pies³) donde se puede utilizar agregados de hasta 25 mm (1 pulg.) o un recipiente de 14 litros (0.5 pies³) que se emplea cuando hay agregados hasta de 50 mm (2 pulg.). La

densidad o peso específico se expresa en kilogramos por metro cubico (libras por pie cubico) y el rendimiento en metros cúbicos (pies cúbicos).



Figure 17: Figura referencial de la determinación de la densidad (peso unitario)

2.7.4.2. Slump

El ensayo de asentamiento o *SLUMP*, se realiza a través del cono de Abrams, bajo la normativa (ASTM C 143) y (NTP 339.035), ya que es el método ampliamente usado y aceptado para medir la consistencia del concreto. El equipo de prueba es a través de un molde cónico de metal, de 300 mm (12 pulg.) de altura, tiene 200 mm (8 pulg.) de diámetro base y 100 mm (4 pulg.) de diámetro en la parte superior; y con una varilla de metal con 600 mm (24 pulg.) de longitud y un diámetro de 16 mm (5/8 pulg.).

Se inicia humedeciendo el cono y colocándolo en manera vertical en una superficie plana, rígida y no adsorbente, se procede con llenar la mezcla de concreto en estado fresco en tres capas de volumen aproximadamente iguales, y cada una de estas se le aplica 25 golpes con la varilla; finalmente se enrasa con la varilla la última capa y se levanta el cono en 5 segundos.

Para culminar se mide la depresión del concreto mediante la colocación cercana de cono y con la varilla encima de esta, se procede a medir la diferencia, si la muestra puede dar a conocer dos tipos de asentamiento uno bajo, donde la mediada de asentamiento es



*Figure 18: Ensayo de SLUMP (asentamiento de cono de Abrams).
Figura A: asentamiento bajo.
Figura B: asentamiento mayor*

menor; y un asentamiento alto, donde la muestra tiene un asentamiento mayor.

2.7.4.3. Temperatura

La medición de temperatura del concreto es de gran importancia en las propiedades del concreto, tanto en su estado fresco como endurecido; este parámetro se encuentra bajo las normativas (ASTM C 1064) y (NTP 339.184), para su desarrollo de emplean termómetros de precisión de $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1\text{ }^{\circ}\text{F}$, debe permanecer en el concreto fresco con un mínimo de 75 mm rodeando el termómetro y por lo menos 2 minutos o hasta que tome una lectura estable.



Figure 19: Imagen referencial de medición de temperatura del concreto fresco

2.7.6. Elaboración de Probetas

Después de desarrollarse el diseño de mezcla a través del método ACI, se procede en laboratorio al desarrollo conforme a las dosificaciones del vidrio reciclado (0%, 5%, 10% y 15%) donde se procede a preparar la mezcla en laboratorio de las cuales cada una serán vertida sobre los moldes de las probetas, se las dejará 24 horas para que adquieran su estado de endurecimiento y posteriormente se pasara al tanque de curado de concreto.

2.7.7. Proceso de Curado

Este proceso es de gran importancia ya que el concreto después 28 días de curado alcanza su 99% de su resistencia, lo cual permite que este soportar grandes cargas, siendo la resistencia a la compresión una de sus propiedades mecánicas. Después de pasar el espécimen al estado endurecido y retirado del molde es llevado a los tanques de curado de

concreto donde se les dejará diferentes tiempos de curado (7, 14 y 28 días); finalmente pasaran a los ensayos.

2.7.8. Ensayos

2.7.8.1. Dimensionamiento y variación Longitudinal

El adoquín será puesto a medición, ya que por este medio se garantizar el cumplimiento de las normativas (NTP 399.604) y (NTP 399.611); además que esto ayudará a la confirmación de uniformidad y no haya mucho margen de error en el desarrollo de los demás ensayos.

2.7.8.1.1 Equipos

Para este proceso se utilizarán dos instrumentos de medición que son el vernier, que es un de gran precisión por su tipo de diseño, y la wincha que por permite mediciones mayores de 20 cm, lo que permite la medición del lado más grande del adoquín.

2.7.8.1.2. Procedimiento según norma

Se iniciará con la medición de la parte superior de cualquier cara del adoquín, posteriormente la parte inferior de la misma y se tomará registro de ellas, se tendrán que tomar las medidas del largo, ancho y espesor; después de esto se tendrá que sacar un promedio de los datos obtenidos durante la medición y verificar el cumplimiento de variación estándar dada por las normativas.

2.7.8.2. Requisito Complementario: Ensayo De Retención De Líquidos (NTP 399.611)

Los adoquines pueden estar sujetos a condiciones como la agresión por sulfatos, por lo cual siendo la ciudad de Trujillo el lugar de estudio, se realiza la prueba a los adoquines de cada grupo en el tiempo asignado después del proceso de curado según la norma técnica peruana (NTP 339.604).

2.7.8.2.1 Equipos

El Horno Eléctrico de Laboratorio es un instrumento que tenga la capacidad adecuada para la realización del ensayo el cual tenga

temperatura constante controlada, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C. Balanzas de capacidad conveniente con la aproximación entre 0.1 g hasta 5 kg para las muestras.

2.7.8.2.2. Procedimiento según norma

Sumergir el espécimen en agua potable asegurándose que quede totalmente cubierto, pasadas las 24 horas proceder a pesarlo en una balanza hasta que de una lectura constante; posteriormente proceder a meterlo en el horno eléctrico, que tenga la capacidad estar a 110 ± 5 °C; por 24 horas y que tenga una temperatura constante finalmente pasada este tiempo sacar del horno y continuar con el pesaje de la muestra. El porcentaje de Absorción % se encuentra de la siguiente manera:

Ecuación 17: Ensayo De Retención De Líquidos

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{A - B}{B} \times 100$$

Donde:

A= masa en húmedo del espécimen, en kg.

B= masa en seco del espécimen, en kg.

Donde la norma nos indica que los adoquines tienen que cumplir con los requisitos de la tabla:

Tabla 13: Porcentaje de Absorción máxima según la NTP 3399.604 y NTP 399.611

Tipo de Adoquín	Absorción máx. (%)	
	Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I	6	7.5

2.7.8.3. Ensayo de Resistencia A La Compresión (NTP 399.611)

Este procedimiento consta de aplicar una carga de compresión axial en los moldes rectangulares de concreto de 20 * 10 cm a una

velocidad normalizada, según como indica la norma técnica peruana (NTP 399.611); dentro de un intervalo prescrito mientras se produce la falla. Finalmente, el cálculo de la resistencia a la compresión es la división de la carga máxima sobre el área recta del espécimen de ensayo.

2.7.8.3.1. Equipos

La máquina de ensayo, tendrá una capacidad de carga adecuada, con una velocidad de carga continua y sin detenimiento. La presión será aplicada a una velocidad de movimiento correspondiente a una velocidad de esfuerzo sobre la probeta de 0.25 ± 0.05 MPa/s, velocidad que deberá al menos mantenerse en la mitad final de la fase de carga anticipada.

2.7.8.3.2. Procedimiento según norma

La compresión de los especímenes de concreto será realizada después de retirar el espécimen de la posa de curado, evitando la pérdida de humedad de los adoquines de concreto, y deberán ser ensayados dentro de las tolerancias admisibles.

Previamente a la rotura de la probeta, se verificará que el marcador de la máquina de ensayo esté en cero, se procede a colocar el bloque de rotura en la máquina de ensayo fijándose que los ejes del espécimen con el centro de empuje del bloque estén alineados. Se aplicará una velocidad de movimiento correspondiente a una velocidad de esfuerzo sobre la probeta de 0.25 ± 0.05 MPa/s de manera constante, hasta que el marcador de carga de la máquina disminuya

Se anotará la carga conseguida y se calculará la resistencia a la compresión de cada muestra haciendo uso de la siguiente fórmula:

La resistencia a la compresión de cada muestra deberá calcularse:

*Ecuación 18: Ensayo de resistencia a la compresión en
adoquines*

$$\sigma = \frac{P_{\text{máx}}}{A}$$

Siendo:

$\sigma =$ La resistencia a la compresión.

$P =$ La carga de rotura

$A =$ Área bruta de la sección

La superficie A se calculó por la ecuación siguiente:

Ecuación 19: Cálculo del Área bruta de la sección del adoquín

$$A = a * l$$

$a =$ ancho de la muestra, en centímetros.

$l =$ largo de la muestra, en centímetros.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.3. Evaluación de Estado Fresco de la Mezcla

3.3.1. Peso Unitario del estado fresco de la Mezcla (ASTM C 138) y (NTP 339.046)

Datos:

Peso del Recipiente: 3,355 kg

Peso del Agua: 7,060 kg

Densidad del Agua: 1000 kg/m³

$$\text{Volumen del Recipiente} = \frac{\text{Peso del Agua}}{\text{Densidad del Agua}}$$

$$\text{Volumen del Recipiente} = \frac{7.060}{1000}$$

$$\text{Volumen del Recipiente} = 0.00706 \text{ m}^3$$

Tabla 14: Peso Unitario del estado fresco de la Mezcla

Tipo de Tanda	Número de Tanda	Peso de Recipiente + Muestra	Peso de Muestra	PESO UNITARIO (kg/m ³)	RENDIMIENTO (m ³)
ALFA (0% de vidrio)	# 1	22,29	18,94	2682	0,001251
	# 2	22,33	18,98	2688	0,001248
BETA (5% de vidrio)	# 3	21,95	18,60	2634	0,001274
	# 4	22,38	19,03	2695	0,001245
BETA (10% de vidrio)	# 5	22,30	18,95	2683	0,001250
	# 6	22,57	19,22	2722	0,001233
BETA (15% de vidrio)	# 7	21,87	18,52	2623	0,001279
	# 8	23,02	19,67	2785	0,001205
PROMEDIO				2689	0,001248

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

3.3.2. Slump del estado fresco de la Mezcla (ASTM C 143) y (NTP 339.035)

Variación permisible según diseño 0 a 2"

Tabla 15: Slump del estado fresco de la Mezcla

Tipo de Tanda	Número de Tanda	SLUMP	CUMPLE NORMA SI o NO
ALFA (0% de vidrio)	# 1	0,5	SI
	# 2	0,8	SI
BETA (5% de vidrio)	# 3	1,1	SI
	# 4	0,9	SI
BETA (10% de vidrio)	# 5	1,0	SI
	# 6	1,3	SI
BETA (15% de vidrio)	# 7	1,4	SI
	# 8	1,2	SI

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

3.3.3. Temperatura del estado fresco de la Mezcla (ASTM C 1064) y (NTP 339.184)

Tabla 16: Temperatura del estado fresco de la Mezcla

Tipo de Tanda	Número de Tanda	TEMPERATURA
ALFA (0% de vidrio)	# 1	22,7 °C
	# 2	24,2 °C
BETA (5% de vidrio)	# 3	23,7 °C
	# 4	21,8 °C
BETA (10% de vidrio)	# 5	22,3 °C
	# 6	23,9 °C
BETA (15% de vidrio)	# 7	21,9 °C
	# 8	22,5 °C

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

3.4. Ensayos a los bloques intertrabados de concreto (adoquines)

3.4.1. Dimensionamiento y variación longitudinal (NTP 399.611)

DIMENSIONAMIENTO SEGÚN NORMA

Tabla 17: Dimensionamiento permisible según normas 399.604 y 399.611

Características Físicas	Variación permitida
Largo (l): 20 cm = 200 mm	Largo (l): ± 1.6 mm
Ancho (a): 10 cm = 100 mm	Ancho (a): ± 1.6 mm
Espesor (e): 6 cm = 60 mm	Espesor (e): ± 3.2 mm

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

Tabla 18: Dimensionamiento y variación longitudinal de probetas con 0% de vidrio reciclado (ALFA)

ALFA (0% vidrio reciclado)	DIMENSIONES			VARIACION DIMENSIONAL			CUMPLE NORMA
	ANCHO	LARGO	ESPESOR	ANCHO	LARGO	ESPESOR	
	Promedio	Promedio	Promedio				SI o NO
# 1	10,02	20,01	6,02	0,02	0,01	0,02	SI
# 2	9,99	20,15	6,31	-0,01	0,15	0,31	SI
# 3	10,10	20,05	6,08	0,10	0,05	0,07	SI
# 4	9,94	19,98	6,02	-0,07	-0,02	0,01	SI
# 5	10,00	20,10	6,25	0,00	0,10	0,25	SI
# 6	9,99	20,05	6,25	-0,01	0,05	0,25	SI
# 7	9,98	20,00	6,13	-0,03	0,00	0,13	SI
# 8	10,11	20,10	6,23	0,11	0,10	0,23	SI
# 9	9,96	20,03	6,25	-0,04	0,02	0,25	SI
# 10	10,01	20,00	5,98	0,01	0,00	-0,02	SI
# 11	10,00	19,99	6,07	0,00	-0,01	0,06	SI
# 12	10,02	20,09	6,29	0,02	0,09	0,29	SI
# 13	10,00	20,03	6,18	0,00	0,02	0,18	SI
# 14	9,98	20,08	6,35	-0,03	0,08	0,35	SI
# 15	10,01	19,99	6,19	0,00	-0,01	0,19	SI
# 16	10,01	19,99	6,05	0,01	-0,01	0,05	SI
promedio	10,01	20,04	6,16	-0,07	-0,02	-0,02	var. mínima
				0,11	0,15	0,35	var. máxima

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

Tabla 19: Dimensionamiento y variación longitudinal de probetas con 5% de vidrio reciclado (BETA 5%)

BETA 5% (5% vidrio reciclado)	DIMENSIONES			VARIACION DIMENSIONAL			CUMPLE NORMA
	ANCHO	LARGO	ESPESOR	ANCHO	LARGO	ESPESOR	
	Promedio	Promedio	Promedio				Va o No Va
# 1	9,99	20,00	6,00	-0,01	0,00	0,00	SI
# 2	10,00	20,00	6,02	0,00	0,00	0,02	SI
# 3	10,02	20,01	6,02	0,02	0,01	0,02	SI

# 4	10,00	20,00	6,01	0,00	0,00	0,01	SI
# 5	10,02	20,00	6,02	0,02	0,00	0,01	SI
# 6	9,93	19,99	6,05	-0,07	-0,01	0,04	SI
# 7	10,01	20,01	5,79	0,01	0,01	-0,21	SI
# 8	10,01	20,02	6,00	0,00	0,02	0,00	SI
# 9	10,00	20,10	6,30	0,00	0,10	0,30	SI
# 10	10,10	20,15	6,35	0,10	0,15	0,35	SI
# 11	10,00	20,10	6,30	0,00	0,10	0,30	SI
# 12	10,00	20,10	6,20	0,00	0,10	0,20	SI
# 13	10,03	20,00	6,18	0,03	0,00	0,18	SI
# 14	10,10	20,05	6,08	0,10	0,05	0,07	SI
# 15	10,00	20,00	5,99	0,00	0,00	-0,01	SI
# 16	10,00	20,10	6,25	0,00	0,10	0,25	SI
promedio	10,01	20,04	6,10	-0,07	-0,01	-0,21	var. mínima
				0,10	0,15	0,35	var. máxima

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

Tabla 20: Dimensionamiento y variación longitudinal de probetas con 10% de vidrio reciclado (BETA 10%)

BETA 10% (10% vidrio reciclado)	DIMENSIONES			VARIACION DIMENSIONAL			CUMPLE NORMA
	ANCHO	LARGO	ESPESOR	ANCHO	LARGO	ESPESOR	Va o No Va
	Promedio	Promedio	Promedio				
# 1	10,03	20,11	6,15	0,03	0,11	0,15	SI
# 2	10,00	19,99	6,15	0,00	-0,01	0,15	SI
# 3	9,95	20,18	6,15	-0,05	0,18	0,15	SI
# 4	10,03	20,00	6,18	0,03	0,00	0,18	SI
# 5	10,10	20,05	6,08	0,10	0,05	0,07	SI
# 6	9,94	19,98	6,02	-0,07	-0,02	0,01	SI
# 7	10,00	20,00	6,10	0,00	0,00	0,10	SI
# 8	9,98	20,00	6,13	-0,03	0,00	0,13	SI
# 9	10,10	20,18	6,23	0,10	0,17	0,23	SI
# 10	10,03	20,15	6,30	0,03	0,15	0,30	SI
# 11	10,00	20,00	5,88	0,00	0,00	-0,13	SI
# 12	9,95	20,00	6,28	-0,05	0,00	0,28	SI
# 13	10,05	19,98	6,28	0,05	-0,02	0,28	SI
# 14	10,10	20,00	6,30	0,10	0,00	0,30	SI
# 15	10,10	20,05	5,91	0,10	0,05	-0,09	SI
# 16	10,05	20,05	6,20	0,05	0,05	0,20	SI
promedio	10,02	20,04	6,14	-0,07	-0,02	-0,13	var. mínima
				0,10	0,18	0,30	var. máxima

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

Tabla 21: Dimensionamiento y variación longitudinal de probetas con 15% de vidrio reciclado (BETA 15%)

BETA 15% (15% vidrio reciclado)	DIMENSIONES			VARIACION DIMENSIONAL			CUMPLE NORMA
	ANCHO	LARGO	ESPESOR	ANCHO	LARGO	ESPESOR	
	Promedio	Promedio	Promedio				Va o No Va
# 1	10,05	20,00	6,10	0,05	0,00	0,10	SI
# 2	10,00	20,00	6,00	0,00	0,00	0,00	SI
# 3	10,00	20,00	5,99	0,00	0,00	-0,01	SI
# 4	10,00	20,10	6,25	0,00	0,10	0,25	SI
# 5	10,00	20,00	6,20	0,00	0,00	0,20	SI
# 6	10,00	20,00	6,15	0,00	0,00	0,15	SI
# 7	9,99	20,05	6,30	-0,01	0,05	0,30	SI
# 8	10,00	20,00	6,15	0,00	0,00	0,15	SI
# 9	10,00	20,00	6,15	0,00	0,00	0,15	SI
# 10	10,00	20,00	6,15	0,00	0,00	0,15	SI
# 11	10,10	20,00	6,20	0,10	0,00	0,20	SI
# 12	9,98	20,05	6,20	-0,03	0,05	0,20	SI
# 13	10,10	20,00	6,05	0,10	0,00	0,05	SI
# 14	9,98	20,05	6,20	-0,03	0,05	0,20	SI
# 15	10,00	20,00	6,00	0,00	0,00	0,00	SI
# 16	10,00	20,00	6,00	0,00	0,00	0,00	SI
promedio	10,01	20,02	6,13	-0,03	0,00	-0,01	var. mínima
				0,10	0,10	0,30	var. máxima

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

3.4.2. Absorción Máxima (NTP 399.604) y (NTP 399.611)

Absorción según norma:

Tabla 22: Absorción permisible máxima según norma NTP 399.604 y NTP 399.611

Por Unidad

<= 7% del peso seco

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

Tabla 23: Absorción máxima de probetas con 0% de vidrio reciclado (ALFA)

ALFA	Peso Seco (gr.)	Peso Húmedo (gr.)	% de Abs. (%)	CUMPLE SI o NO
# 4	2966	3021	1,85%	SI
# 5	2893	2953	2,07%	SI
promedio	2929,5	2987	2%	

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

Tabla 24: Absorción máxima de probetas con 5% de vidrio reciclado (BETA 5%)

BETA 5%	Peso Seco (gr.)	Peso Húmedo (gr.)	% de Abs. (%)	CUMPLE SI o NO
# 8	3088	3142	1,75%	SI
# 11	3091	3151	1,94%	SI
promedio	3089,5	3146,5	1,84%	

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

Tabla 25: Absorción máxima de probetas con 10% de vidrio reciclado (BETA 10%)

BETA 10%	Peso Seco (gr.)	Peso Húmedo (gr.)	% de Abs. (%)	CUMPLE SI o NO
# 2	3082	3139	1,85%	SI
# 4	2964	3020	1,89%	SI
promedio	3023	3079,5	1,87%	

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

Tabla 26: Absorción máxima de probetas con 15% de vidrio reciclado (BETA 15%)

BETA 15%	Peso Seco (gr.)	Peso Húmedo (gr.)	% de Abs. (%)	CUMPLE SI o NO
# 11	2837	2887	1,76%	SI
# 12	3062	3118	1,83%	SI
promedio	2949,5	3002,5	1,80%	

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

3.4.3. Resistencia a la Compresión

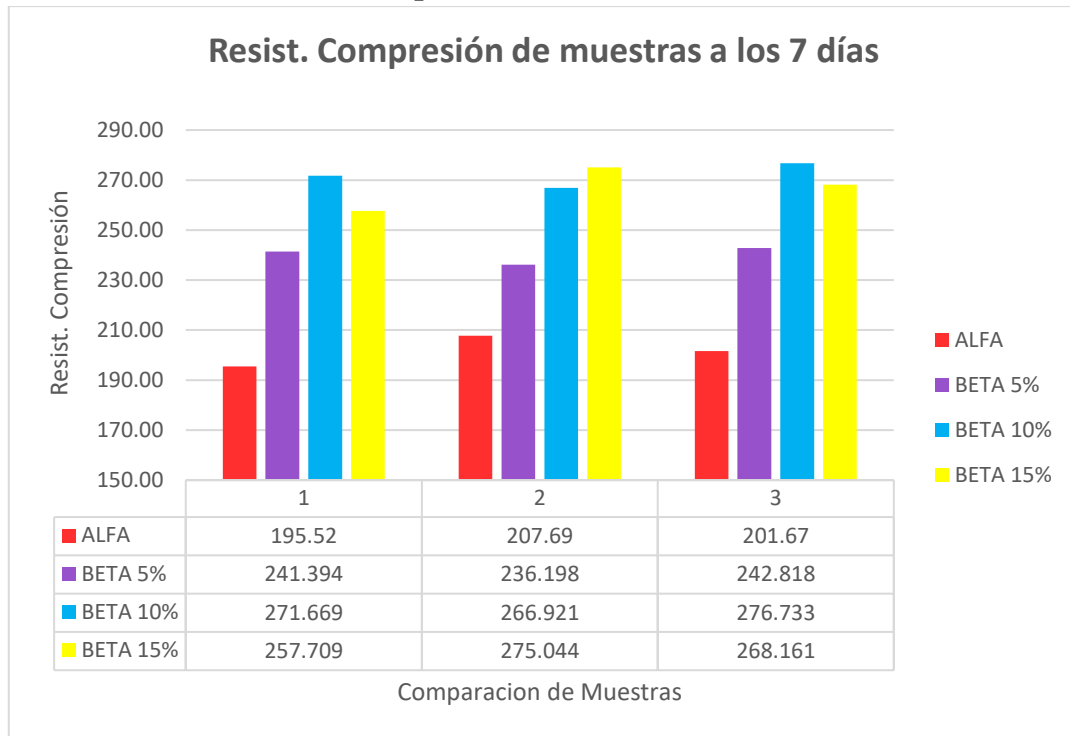


Figure 20: Gráfico de la resistencia a la compresión de muestras a los 7 días
Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

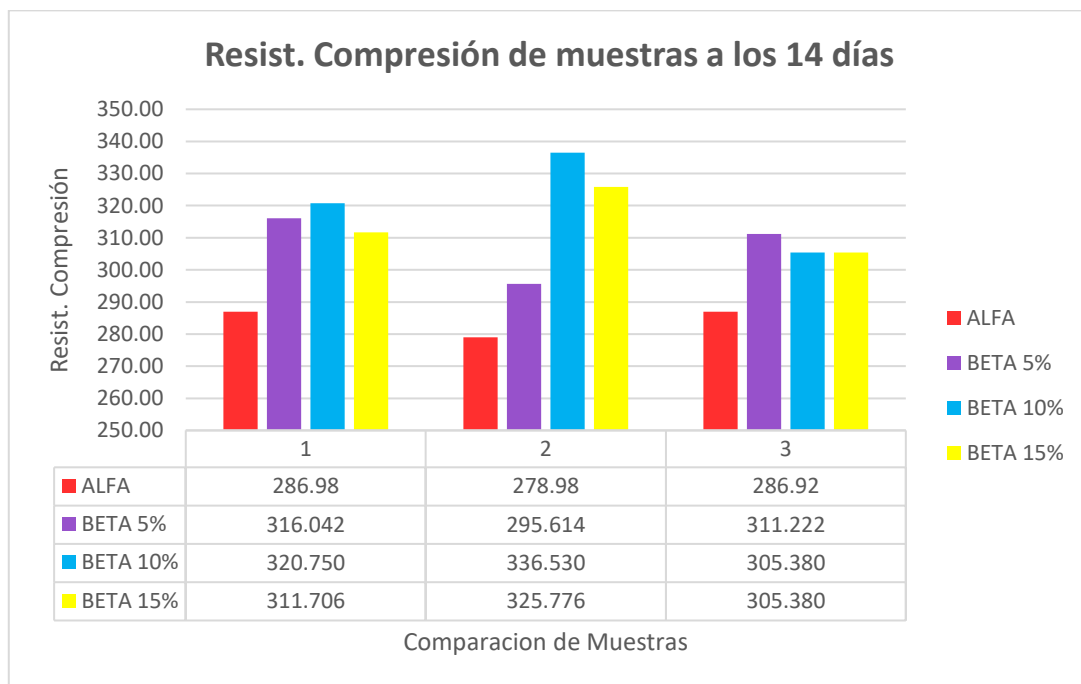


Figure 21: Gráfico de la resistencia a la compresión de muestras a los 14 días
Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

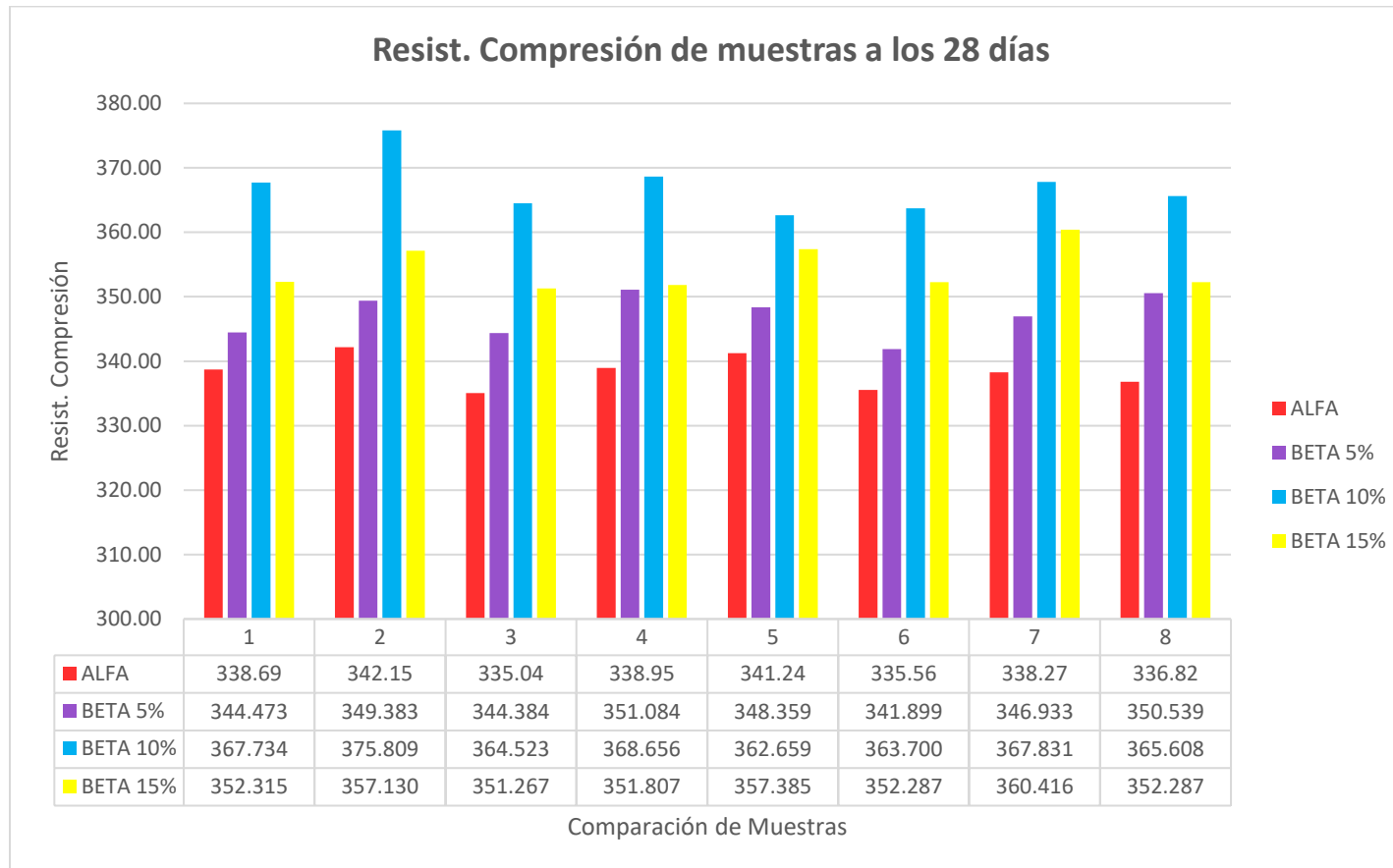


Figure 22: Gráfico de la resistencia a la compresión de muestras a los 28 días

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

Dosificación de Concreto		f'c promedio (kg/cm ²)		
NOMBRE	% de vidrio	7 días	14 días	28 días
ALFA	0%	201,63	284,29	338,34
	5%	240,14	307,63	347,13
BETA	10%	271,77	320,89	367,06
	15%	266,97	314,29	354,36

Tabla 27: Resultados promedio de la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días de curado

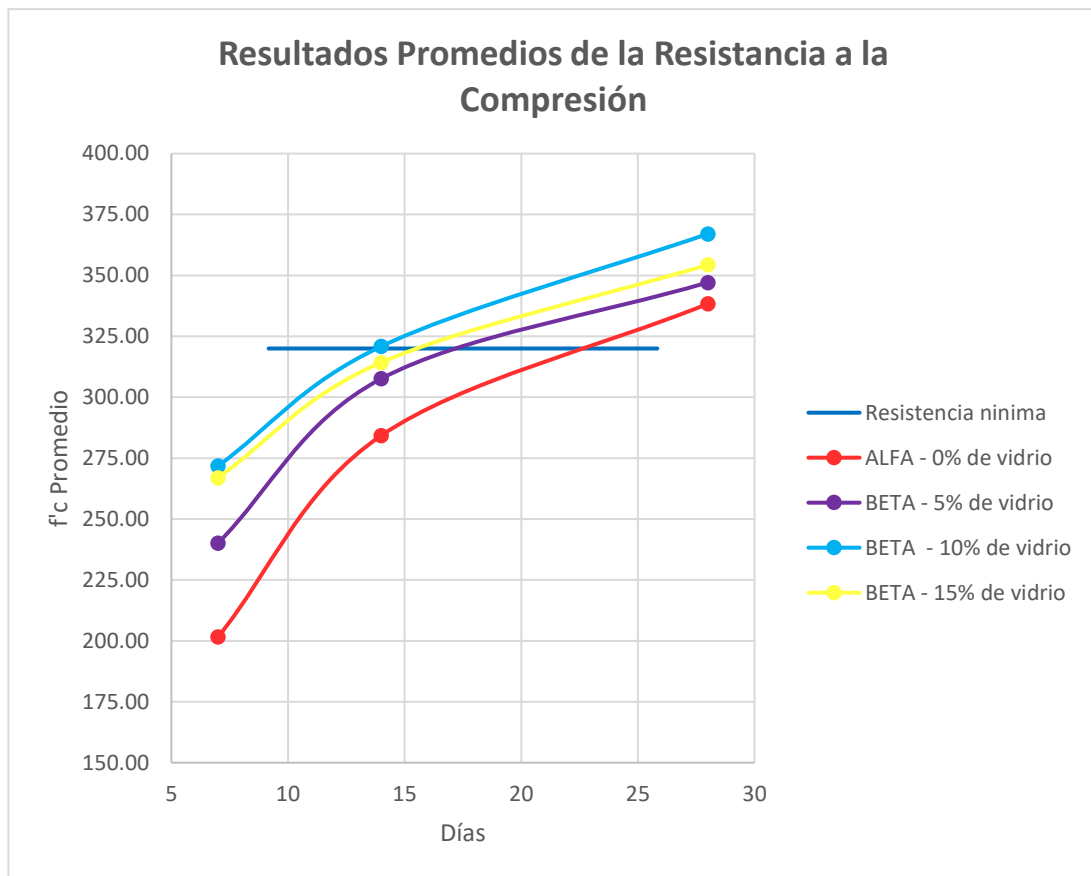


Figure 23: Gráfico de los resultados promedios de la resistencia a la compresion con tiempo de curado a los 7, 14 y 28 dias.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN

4.1. Caracterización de Agregados

4.1.1. Análisis Granulométrico de Agregados (ASTM C-136 / NTP 400.012)

4.1.1.1. Análisis Granulométrico del Agregado Fino

La norma NTP 400.037 nos dice que el valor admisible del agregado fino esta entre el intervalo de 2.3 y 3.1, lo cual se ha cumplido; ya que la muestra 01 se encuentra 2.73, la muestra 02 esta 2.70 y la muestra 03 esta 2.61, que en promedio de las tres saldría 2.68, dato que se encuentra en el rango que indica la norma anteriormente nombrada. Además, que en el grafico donde se aprecia el rango admisible entre el porcentaje (%) que pasa mínimo y máximo, nos vuelve a confirmar que el agregado fino es admisible.

4.1.1.2. Análisis Granulométrico del Agregado Grueso

Respecto al análisis granulométrico del agregado grueso, se calculó que el tamaño máximo (TM) en las tres muestras presentadas de agregado grueso es 3/4" y en el tamaño máximo nominal (TMN) es 1/2", dichos valores son correctos ya que uno es el inferior al otro; por tal motivo se toma en cuenta el huso 67 o norma ASTM C 33, la cual en la gráfica presentada nos muestra que nuestro agregado grueso está entre el rango mínimo y máximo indicados, además el módulo de finura promedio es 5.90, ya que se obtuvo de la muestra 01 es 5.86, de la muestra 02 es de 5.92 y de la muestra 03 es de 5.91.

4.1.2. Contenido de Humedad de Agregados (NTP 339.185)

4.1.2.1. Contenido de Humedad del Agregado Fino

Correspondiente al contenido de humedad del agregado fino, observamos en la tabla 20; que en la muestra 01 se encuentra 1.50%, la muestra 02 en 1.67% y la muestra 03 en 1.40%; que en promedio nos da una un contenido correspondiente de 1.52% de humedad en la arena.

4.1.2.2. Contenido de Humedad del Agregado Grueso

Referente al contenido de humedad del agregado grueso se obtuvo, de los ensayos realizados en laboratorio; de la muestra 01 un 0.27% de humedad, por otro lado, de la muestra 02 se tiene 0.14% de humedad y en la muestra 03 un 0.26% de humedad; lo que nos daría como promedio 0.22% de humedad en la piedra, tal y como muestra la tabla presentada número 21.

4.1.3. Peso Unitario y Vacíos de Agregados (ASTM C 29) y (NTP 400.017)

4.1.3.1. *Peso Unitario y Vacíos del Agregado Fino*

En cuanto al peso unitario seco suelto (PUSS) del agregado fino, se realizó 3 veces el ensayo como indica la normativa, se obtuvo 1566 kg/m³ de la muestra 01, 1557 kg/m³ de la muestra 02 y de la muestra 03 se tiene 1562 kg/m³, que en promedio nos da 1562 kg/m³. Por otro lado, para el peso unitario seco compactado (PUSC) del agregado fino, también se realizó 3 veces el ensayo, donde se obtuvo de la muestra 01 un 1747 kg/m³, de la muestra 02 un 1759 kg/m³ y de la muestra 03 un 1773 kg/m³, datos que en promedio nos da un 1760 kg/m³.

4.1.3.1. *Peso Unitario y Vacíos del Agregado Grueso*

Respecto al peso unitario seco suelto (PUSS) del agregado grueso, donde el ensayo se realizó 3 veces con el fin de cumplir con la normativa, se obtuvo de la muestra 01 un 1530 kg/m³, un 1549 kg/m³ de la muestra 02 y se tiene 1564 kg/m³ de la muestra 03, por lo cual en promedio nos da 1548 kg/m³. Mientras que, para el peso unitario seco compactado (PUSC) del agregado grueso, también se realizó 3 veces el ensayo, obteniéndose de la muestra 01 un 1688 kg/m³, un 1671 kg/m³ de la muestra 02 y de la muestra 03 un 1690 kg/m³, que en promedio nos da un 1683 kg/m³.

4.1.4. Gravedad Especifica y Absorción de Agregados (ASTM C 128) y (NTP 400.021)

4.1.4.1. *Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Fino*

En lo que concierne al peso específico (PeM) del agregado fino en promedio de tres muestras es 2636 kg/m³, su peso específico saturado superficialmente seca (PeSSS) es en promedio 2690 kg/m³, el peso específico aparente (PeA) es 2789 kg/m³ y en absorción del agregado fino es en promedio un 2.07%.

4.1.4.1. *Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Fino*

En lo que concierne al peso específico (PeM) del agregado fino en promedio de tres muestras es 2636 kg/m³, su peso específico saturado superficialmente seca (PeSSS) es en promedio 2690 kg/m³, el peso específico aparente (PeA) es 2789 kg/m³ y en absorción del agregado fino es en promedio un 2.07%.

4.2. Diseño de Mezcla por el método ACI

En relación al diseño de mezcla, esta fue a través del método ACI 211, donde se optó por una resistencia del concreto en 320 kg/cm^2 , tal y como indica como mínimo la normativa NTP 399.611 para un diseño de adoquín tipo I. Del diseño se obtuvo el peso de sus componentes, de cemento portland tipo I – Pacasmayo 467 kg/m^3 , agua 188 kg/m^3 , agregado fino 252 kg/m^3 , agregado grueso 948 kg/m^3 y de aire incluido un 2.5%.

4.3. Evaluación de Estado Fresco de la Mezcla

4.3.1. Peso Unitario del estado fresco de la Mezcla (ASTM C 138) y (NTP 339.046)

Se realizó el procedimiento basado en la normativa anteriormente mencionada, para cumplir con los requerimientos correctos para obtener el peso unitario, este ensayo se realizó 3 veces por cada número de tanda, obteniendo así los resultados presentados en la tabla número 36 desde la tanda # 1 hasta la #8, obteniéndose como resultado promedio de las mezcla de probetas ALFA / 0% de vidrio un 2682 kg/m^3 y 2688 kg/m^3 , con sus respectivos rendimientos de 0.001251 m^3 , 0.001248 m^3 ; ahora de la probetas BETA, en específico de las de 5% de vidrio reciclado se obtuvo un 2634 kg/m^3 , 2695 kg/m^3 , con sus respectivos rendimiento de 0.001274 m^3 , 0.001245 m^3 , los de 10% de vidrio reciclado un peso unitario de 2683 kg/m^3 y 2722 kg/m^3 , con su rendimiento de 0.001250 m^3 , 0.001233 m^3 , y finalmente las de 15% de vidrio reciclado un 2623 kg/m^3 y 2785 kg/m^3 , y respectivamente mencionado un rendimiento de 0.001279 m^3 , 0.001205 m^3 .

4.3.2. Slump del estado fresco de la Mezcla (ASTM C 143) y (NTP 339.035)

En cuanto al ensayo de asentamiento del concreto en estado fresco, se procedió a realizarse en dos tandas por cada grupo de análisis, obteniéndose una data de asentamiento de 0.5” y 0.8” de mezcla para las probetas con 0% de vidrio reciclado o probetas ALFA y para las probetas BETA se obtuvo, un 1.1” y 0.9” de asentamiento para un porcentaje de 5% de vidrio reciclado, para un 10 % de vidrio reciclado un asentamiento de 1.0” y 1.3”, y finalmente

para un 15 % de vidrio reciclado en su diseño de mezcla un 1.4” y 1.2” de asentamiento. Siendo los datos anteriormente mencionados estos cumplirían con la variación permisible impuesta según diseño de mezcla, ya que se encuentra en un rango de entre 0” a 2”.

4.3.3. Temperatura del estado fresco de la Mezcla (ASTM C 1064) y (NTP 339.184)

Respecto al ensayo de temperatura del estado fresco de la mezcla se obtuvo una lectura de las 8 tandas realizadas, obteniéndose un 21.9°C como mínimo y un máximo de 24.2°C de temperatura.

4.4. Ensayos a los bloques intertrabados de concreto (adoquines)

4.4.1. Dimensionamiento y variación longitudinal (NTP 399.611)

La norma (NTP 399.611) nos indica que es permisible una variación dimensional de $\pm 1,6$ mm en el largo del adoquín lo cual los datos obtenidos tienen que estar entre un rango de 19,84 cm a 20,16 cm, por lo cual en este punto se ha cumplido ya que si nos fijamos en la presentación de las tablas de dimensiones de las probetas ALFA el valor mínimo es de 19,98 cm y como máximo es 20,15 cm, mientras que en las probetas BETA, las que contienen 5% como valor mínimo tiene 19,99 cm y máximo 20,15 cm, las que contienen 10% de vidrio reciclado su valor mínimo es de 19,98 y máximo 20,18 cm y las de 15 % su valor mínimo es de 20,00 cm y máximo 20,10 cm.

Por otro lado, también nos indica la normativa que el ancho es permisible un $\pm 1,6$ mm, dato que también se ha cumplido, ya que los datos obtenidos tienen que estar entre 9,84 cm y 10,16 cm; los resultados de las probetas ALFA son como mínimo 9,94 cm y máximo 10,13 cm y en las probetas BETA con 5% de vidrio tiene como mínimo 9,93 cm y máximo 10,10 cm, las de 10% de vidrio reciclado un 9,94 cm y 10,10 como máximo y las de 15% tienen 9,98 cm como mínimo y 10,10 como máximo.

Finalmente, como último requisito la norma nos indica que los adoquines tienen que estar en un rango de ± 3.2 mm como espesor, condición que nos dice que es permisible que los datos sean mayores a 5,68 y menores de 6,32, donde los adoquines ALFA tienen como dato mínimo 5,98 cm y máximo 6,35 cm y las probetas BETA las que son con un 5% tiene como dato mínimo 5,79 cm y máximo 6,35 cm; las de 10% de vidrio tiene 5,88 cm como mínimo y 6,30 cm como máximo y finalmente las de 15% tienen 5,99 cm y 6,30 cm, por lo cual es un punto también cumplido.

4.4.2. Absorción Máxima (NTP 399.604) y (NTP 399.611)

La normativa nos indica que el adoquín puede tener una absorción permisible hasta un 7% de su peso seco, por lo cual después del desarrollo de los ensayos como máximo ha habido una absorción 2,07% de la probeta ALFA (0% de vidrio reciclado) número 5 y como mínimo de la probeta BETA 5% un 1,75%.

4.4.3. Resistencia a la Compresión

4.4.3.1. Tiempo de curado a los 7 días

En el ensayo sobre la resistencia a la compresión, se realizó en tres tiempos de curado, como ha sido propuesto en los objetivos, de los primeros adoquines analizados se obtuvo en las probetas ALFA o de 0% de vidrio reciclado, teniendo en cuenta que saldrá un porcentaje de resistencia con respecto a los 320 kg/cm² de diseño ya que no han alcanzado su tiempo normalizado de curado, un 61% o un 195.52 kg/cm² de la probeta #2, un 65% o un 207.69 kg/cm² de la probeta #6 y un 63% o 201.67 (kg/cm²) de la probeta #9 con respecto a la resistencia a compresión diseñada.

De las probetas BETA con respecto a las de 5% de vidrio reciclado se obtuvo una resistencia en la probeta #2 de 241.394 kg/cm² con un porcentaje de resistencia de 75%, de la probeta #5 fue de 236.198 kg/cm² con un porcentaje de resistencia de 74% y para la probeta #6 fue de 242.818 kg/cm² con un porcentaje de resistencia de 76%. Ahora de las probetas con

BETA 10% de vidrio se tuvo un porcentaje mayor que las betas 5%, obteniendo de resistencia de 271.669 kg/cm² para el adoquín #1 con un porcentaje a la resistencia de 85%, para el adoquín #3 fue una resistencia de 266.921 kg/cm² con un porcentaje a la resistencia de 83%, y para el adoquín #9 se obtuvo una resistencia de 276.733 kg/cm² con un porcentaje a la resistencia de 86%.

Finalmente, los adoquines BETA con 15% de influencia de vidrio reciclado se obtuvo una resistencia a la compresión con valores no muy diferente a la BETA 10%, de la probeta #8 fue de 257.709 kg/cm² con un porcentaje de resistencia de 81%, de la probeta #9 fue de 275.044 kg/cm² con un porcentaje de resistencia de 86% y de la probeta #10 se obtuvo un 268.161 kg/cm² con un porcentaje de resistencia de 84%. De los datos anteriormente mencionado se puede concluir que hay una tendencia a que el diseño de mezcla que contiene un 10% de vidrio reciclado tiene una mayor mejoría en su resistencia a la compresión

4.4.3.2. Tiempo de curado a los 14 días

Continuando con el análisis de la resistencia a la compresión a los 14 días para la probeta ALFA o 0% de vidrio reciclado, la probeta #7 se obtuvo un 286.98 kg/cm² con un porcentaje de 90% con respecto a los 320 kg/cm² de diseño, para la probeta #12 fue de 278.98 kg/cm² con un porcentaje de 87% y para la probeta #13 fue de 286.92 kg/cm² con un porcentaje de 90%, de las probetas BETA 5% se inicia con la ruptura de la probeta #9 que dio como resultado una resistencia de 316.042 kg/cm² con un porcentaje de 99%, la probeta #10 fue de 295.614 kg/cm² con un porcentaje de 92% y la probeta #12 tuvo una resistencia de 311.222 kg/cm² con un porcentaje a la resistencia de 97%.

Ahora de las BETA 10% se empieza con la probeta #5 con una resistencia de 320.750 kg/cm² o con un porcentaje a la resistencia de 100%, la probeta

#6 se obtuvo un 336.530 kg/cm² o un porcentaje de resistencia de 105% y para la probeta #7 fue de 305.380 kg/cm² con un porcentaje de resistencia de 95%. Continuando con las BETA 15% se empieza con la ruptura de la probeta #13 con una resistencia de 311.706 kg/cm², su porcentaje de resistencia es de 97%, de la probeta #14 se obtuvo una resistencia de 325.776 kg/cm² con su porcentaje de resistencia de 102% y para la probeta #15 el resultado de resistencia fue 305.380 kg/cm² con un porcentaje a la resistencia de 95%. De los datos obtenidos se vuelve a confirmar que las probetas con 10% de vidrio reciclado tienden a tener una mayor resistencia que las de otros diseños presentados.

4.4.3.2. Tiempo de curado a los 28 días

Finalmente, con el tiempo cumplido de 28 días se procedió a la realización del ensayo de resistencia a la compresión, obteniéndose de las probetas ALFA o 0% de vidrio reciclado como menor resistencia la probeta #8 con un 335.04 kg/cm² o un 4% mayor al diseño propuesto y un máximo de la probeta #3 con un 342.15 kg/cm² o un 6% mayor al diseño propuesto. Ahora de la probeta BETA 5% como menor resistencia la probeta #14 con un 341.90 kg/cm² o un 7% mayor al diseño propuesto y un máximo de la probeta #7 con un 351.08 kg/cm² o un 10% mayor al diseño.

De las probetas BETA con respecto a las de 10% de vidrio reciclado se obtuvo una resistencia mínima en la probeta #13 de 362.66 kg/cm² con un porcentaje de resistencia de 113% y de la resistencia máxima fue de la probeta #10 fue de 375.81 kg/cm² con un porcentaje de resistencia de 117%. Ahora de las probetas con BETA 15% de vidrio se tuvo un porcentaje menor que las betas 10%, obteniendo de resistencia mínima un de 351.27 kg/cm² para el adoquín #3 con un porcentaje a la resistencia de 110% y máxima que fue del adoquín #7 fue una resistencia de 360.42 kg/cm² con un porcentaje a la resistencia de 113%. De lo anteriormente mencionado se reafirma que el diseño de mezcla presentado que contiene

un 10% de vidrio reciclado es la de mayor resistencia, ya que la muestra en analizarse fue mayor que las de tiempo de curado de 7 y 14 días de curado.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

El presente trabajo se inició con el fin de buscar la mejoría en cuanto a las propiedades mecánicas en bloques intertrabados de concreto (adoquines) de cemento portland con la utilización de vidrio molido, fin por el cual se empezó una extenuante investigación y desarrollo de la presente tesis, obteniéndose resultados positivos al objetivo planteado; que era la determinación de la influencia, siendo así una meta alcanzada, además que como se mencionó la utilización de vidrio reciclado es una forma amigable de reducir la contaminación que hay y se emplearía con el fin de mejorar las propiedades del concreto, que es uno de los materiales más utilizados en el ámbito de la construcción.

Se determinó las características del agregado fino (arena) y del agregado grueso (piedra) bajo las normativas vigentes (RNE - NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS), (ASTM C 136), (ASTM C 29), (ASTM C 128), (NTP 400.012), (NTP 339.185), (NTP 400.017), (NTP 400.021) y (NTP 400.022); siendo preciso que los agregados empleados en el concreto cumplan con los requisitos de la norma anteriormente expuestas.

Se elaboró un diseño mezcla por el método ACI 211; con un concreto de resistencia a la compresión de 320 kg/cm^2 (probetas **ALFA**), y en base a este diseño, se modificó el porcentaje de material cementante por vidrio reciclado en su diseño en un 5%, 10% y 15% (probetas **BETA**), de esta manera se obtuvo los resultados expuestos en la presente tesis.

Se evaluó las condiciones del concreto convencional que se ha diseñado en estado fresco bajo las normativas del Peso Unitario (ASTM C 138) y (NTP 339.046), Slump (ASTM C 143) y (NTP 339.035), Temperatura (ASTM C 1064) y (NTP 339.184), dándonos resultados que se encuentran entre los parámetros indicados por las normativas mencionadas.

Se analizó la resistencia a la compresión de las probetas de concreto convencionales (**ALFA o 0% de vidrio reciclado**) y las de probetas que contienen vidrio reciclado en su diseño (**BETA**) con adicción en diferentes dosificaciones

(**5%, 10%, 15% de vidrio reciclado**) a los 7, 14 y 28 días, obteniéndose en el proceso de análisis el mejor resultado la propuesta (**BETA 10%**), la cual contiene un 10% de vidrio reciclado en su diseño, ya que esta se da a conocer en el gráfico comparativo de resultados promedios, donde se observa un aumento considerable de resistencia a la compresión en un menor tiempo de curado comparado con los otros resultados analizados.

Se examinó y comparo los resultados obtenidos de las muestras (**ALFA – 0% de vidrio** vs **BETA 5%, 10% y 15% de vidrio**) en los diferentes ensayos como dimensionamiento (NTP 399.611), absorción (NTP 399.604) y de resistencia a la compresión (NTP 399.611), dando a conocer que hay una tendencia a mayor cantidad de vidrio reciclado en el diseño menor absorción y que el diseño de mezcla con mejor resultados es la que contiene 10% de vidrio reciclado.

Para finalizar. se procedió a hacer un análisis estadístico de los datos obtenidos por el método de desarrollo llamado Anova, en el cual; se tomó la recolección de datos de la resistencia a la compresión que se muestra en las tablas promedio de datos de 7, 14 y 28 días con las iteraciones correspondientes para obtener un margen de error mínimo con una significancia del 5% y una confiabilidad de 95% concluyéndose que todos los datos analizados nos dan a conocer que si hay una diferencia significativa en las propiedades mecánicas en los bloques de concreto por parte del vidrio reciclado.

REFERENCIAS

- ACI 318S-11, A. C. (2017). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*. USA.
- Asocreto. (1995). *TECNOLOGIA DEL CONCRETO*. Bogotá.
- ASTM C 1064. (s.f.). *Método de Ensayo Normalizado de Temperatura de Concreto de Cemento Hidráulico recién Mezclado*. Pennsylvania: American Society for Testing and Materials.
- ASTM C 128. (s.f.). *Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, la densidad relativa (gravedad específica), y la absorción de agregados finos*. Pennsylvania: American Society for Testing and Materials.
- ASTM C 136, 0. (s.f.). *Método de Ensayo Normalizado para determinar el Análisis Granulométrico de los Aridos Finos y Gruesos*. Pennsylvania: American Society for Testing and Materials.
- ASTM C 138. (s.f.). *Método de Ensayo Normalizado de Densidad (Peso Unitario), Rendimiento, y Contenido de Aire (Gravimétrico) del Concreto*.
- ASTM C 143. (s.f.). *Método de Ensayo Normalizado para Asentamiento de Concreto de Cemento Hidráulico*. Pennsylvania: American Society for Testing and Materials.
- ASTM C 150. (s.f.). *Especificación Normalizada para Cemento Portland*. Pennsylvania: American Society for Testing and Materials.
- ASTM C 172. (s.f.). *Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado*. Pennsylvania: American Society for Testing and Materials.
- ASTM C 173. (s.f.). *Método de Ensayo Normalizado de Contenido de Aire de Concreto Recién Mezclado por el Método Volumétrico*. Pennsylvania: American Society for Testing and Materials.
- ASTM C 231. (s.f.). *Método de Ensayo Normalizado de Contenido de Aire del Concreto Recién Mezclado Mediante el Método por Presión*. Pennsylvania: American Society for Testing and Materials.: Pennsylvania: American Society for Testing and Materials.

- ASTM C 29. (s.f.). *Método de Prueba Estándar para Densidad de masa (Peso Unitario) y Vacíos en Agregado*. Pennsylvania: American Society for Testing and Materials.
- ASTM C 31. (s.f.). *Práctica Normalizada para Preparación y Curado de Especímenes de Ensayo de Concreto en la Obra*. Pennsylvania: American Society for Testing and Materials.
- ASTM C1602. (s.f.). *Standard Specification for Mixing Water Used in the Production of Hydraulic Cement Concrete*. Pennsylvania: American Society for Testing and Materials.
- Cano Cano, J. D., & Cruz Pulgarín, C. M. (2017). *Análisis de mezclas de concreto con proporciones de vidrio molido, tamizado y granular como aditivo a fin de aumentar la resistencia a la compresión del hormigón*. Colombia: Universidad Libre.
- Cano, C. J., & Cruz, P. C. (2017). *Análisis de mezclas de concreto con proporciones de vidrio molido, tamizado y granular como aditivo a fin de aumentar la resistencia a la compresión del hormigón*. Colombia: Universidad Libre. Obtenido de <http://repositorio.unilibrepereira.edu.co:8080/pereira/handle/123456789/876>
- García Chambilla, B. F. (2017). *Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de Puno*. Perú - Puno: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP).
- García, C. B. (2017). *Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de Puno*. Perú - Puno: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP). Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5431>
- GODOY ABI-ELIAS, I. I. (2015). *COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE HORMIGÓN*. Chile: Universidad Austral de Chile .
- Godoy, A.-E. I. (2015). *Comportamiento Mecánico de Hormigón*. Chile: Universidad Austral de Chile . Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2015/bmfcig589c/doc/bmfcig589c.pdf>
- López Jallurana, J. C. (2017). *Influencia del Vidrio Reciclado Provenientes de Residuos de Construcción, en las Propiedades Físico-Mecánicas del*

Concreto en la Ciudad de Juliaca. Mexico: Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez.

López, J. J. (2017). *Influencia del Vidrio Reciclado Provenientes de Residuos de Construcción, en las Propiedades Físico-Mecánicas del Concreto en la Ciudad de Juliaca.* Mexico: Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez. Obtenido de <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/871>

MEYER, C. (2008). *Developments in the formulation and reinforcement of concrete.* USA- Columbia University: Sidney Mindess.

Meyer, C. (2008). *Developments in the formulation and reinforcement of concrete.* USA- Columbia University: Sidney Mindess. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=d7SoAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA208&dq=meyer,+C.+2008.+Recycled+materials+in+concrete.&ots=kQZHxfDWiA&sig=sZB1g>

Norma COGUANOR, N. 4. (2012). *Métodos de Ensayo. Determinación de la resistencia al.* Guatemala: Comisión Guatemalteca de Normas.

NTP 334.009, N. T. (s.f.). *CEMENTOS. Cementos Portlant Requisitos.* Lima - Perú: INDECOPI-CRT.

NTP 339.033, N. T. (s.f.). *CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo.* Lima- Perú: INACAL.

NTP 339.035, N. T. (s.f.). *HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.* Lima - Perú: INDECOPI.

NTP 339.036, N. T. (s.f.). *CONCRETO. Practica Normalizada Para Muestreo de Mezclas de Concreto Fresco.* Lima - Perú: INDECOPI.

NTP 339.046, N. T. (s.f.). *HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto).* Lima - Perú: INDECOPI.

NTP 339.088, N. T. (s.f.). *REQUISITOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA EL CONCRETO.* Lima - Perú: INDECOPI-CRT.

NTP 339.184, N. T. (s.f.). *Metodo de Ensayo Normalizado para determinar la Temperaturas de mezclas.* Lima - Perú: INDECOPI.

- NTP 339.185, N. T. (s.f.). *Método de ensayo normalizado para el contenido de humedad evaporable en agregados por secado*. Lima - Perú: INDECOPI.
- NTP 399.604, N. T. (s.f.). *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto*. Lima - Perú: INDECOPI-CRT.
- NTP 399.611, N. T. (s.f.). *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos*. Lima - Perú: INDECOPI.
- NTP 399.624, N. T. (s.f.). *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para determinar la resistencia al desgaste por abrasión de adoquines de concreto utilizando la máquina de desgaste*. Lima - Perú: INDECOPI.
- NTP 400.012, N. T. (s.f.). *AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado*. Lima - Perú: INDECOPI-CRT.
- NTP 400.017, N. T. (s.f.). *AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado*. Lima - Perú: INDECOPI.
- NTP 400.021, N. T. (s.f.). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso*. Lima - Perú: INDECOPI.
- NTP 400.022, N. T. (s.f.). *Método de ensayo normalizado para el peso específico y absorción del agregado fino*. Lima - Perú: INDECOPI.
- NTP 400.037, N. T. (s.f.). *AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto*. Lima- Perú: CNB-INDECOPI.
- Poveda, R., Granja, V., Hidalgo, D., & Ávila, C. (2015). *Análisis de la influencia del vidrio molido sobre la resistencia al desgaste en adoquines de hormigón tipo A*. Ecuador: Revista Politécnica. Obtenido de <https://www.revistapolitecnica.epn.edu.ec/images/revista/volumen35/tomo3/Analisisdelainfluenciadelvidriomolido.pdf>
- Poveda, R., Granja, V., Hidalgo, D., & Ávila, C. (2015). *Análisis de la influencia del vidrio molido sobre la resistencia al desgaste en adoquines de hormigón tipo A*. Ecuador: Revista Politécnica.
- RNE - NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS. (s.f.). *NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE*. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO. Lima - Perú: Industrial Gráfica Apolo S.A.C.

- Rojas Lujan, J. F. (2016). *Estudio Experimental para incrementar la resistencia de un concreto de FC= 210 KG/CM2 adicionando un porcentaje de vidrio sodico calcico*. Trujillo - Perú: Universidad Privada Antenor Orrego - UPAO.
- Rojas, L. J. (2016). *Estudio Experimental para incrementar la resistencia de un concreto de FC= 210 KG/CM2 adicionando un porcentaje de vidrio sodico calcico*. Trujillo - Perú: Universidad Privada Antenor Orrego - UPAO. Obtenido de <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/2040>
- Zapata Sierra, J. A., & Arango Córdoba, S. (2013). *Influencia de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas de mezclas de concreto*. Colombia: Institucional Universidad EAFIT.
- Zapata, S. J., & Arango, C. S. (2013). *Influencia de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas de mezclas de concreto*. Colombia: Institucional Universidad EAFIT. Obtenido de <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/8510>

ANEXOS

GUIA DE OBSERVACIÓN N° 01: Matriz de consistencia

Título:	Influencia del vidrio reciclado en las propiedades mecánicas en bloques de concreto, Trujillo 2018				
Autor:	Isabel Cristina Hernández Sánchez				
Problema	Objetivos	Marco Teórico	Hipótesis	Variables	Metodología
¿Cuál es la influencia del vidrio reciclado en las propiedades mecánicas en bloques de concreto, Trujillo 2018?	General: Determinar la influencia del vidrio reciclado en las propiedades mecánicas en bloques de concreto, Trujillo 2018.	<ul style="list-style-type: none"> • Cano Cano, J. D., & Cruz Pulgarín, C. M. (2017). <i>Análisis de mezclas de concreto con proporciones de vidrio molido, tamizado y granular como aditivo a fin de aumentar la resistencia a la compresión del hormigón</i>. Colombia: Universidad Libre. • Garcia Chambilla, B. F. (2017). <i>Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto f'c=210 kg/cm2 en la ciudad de Puno</i>. Perú - Puno: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP). 	General: La influencia del vidrio reciclado en los bloques de concreto, mejora significativamente en sus propiedades mecánicas en el concreto en la ciudad de Trujillo, 2018.	V. Independiente: Vidrio Reciclado, a partir de esta variable se obtendrán las mejoras de las propiedades de los adoquines de concreto.	Tipo de investigación Según el Propósito: Aplicada Según el Diseño: Experimental Según el Nivel: Concluyente: Explicativa Diseño de Investigación: Tipo “Experimental: Pura” Unidad de estudio: Los bloques de concreto Población: Todos los bloques de concreto que se elaboren
A principios del año pasado, 2017; el norte del Perú sufrió un gran golpe en donde 7 huaicos causados por el Fenómeno El Niño costero que afectaron la ciudad de Trujillo,	Específicos: <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un diseño mezcla que contenga vidrio reciclado en su diseño (llamados probetas BETA). • Analizar 3 bloques de concreto común (llamado probeta 	<ul style="list-style-type: none"> • Godoy Abi-Elias, I. I. (2015). <i>Comportamiento Mecánico De Hormigón</i>. Chile: Universidad Austral de Chile . • López Jallurana, J. C. (2017). <i>Influencia del Vidrio Reciclado Provenientes de Residuos de Construcción, en las Propiedades Físico-Mecánicas del Concreto en la Ciudad de Juliaca</i>. Mexico: 	Específicos: <ul style="list-style-type: none"> • Se logró diseñar con éxito un diseño de mezcla que contenga vidrio reciclado para la elaboración de los bloques de concreto (llamado probetas BETA). • Se obtuvo Analizar 3 bloques de 	V. Dependiente: Propiedades mecánicas. Dimensiones:	

<p>por lo cual la importancia de la constante mejora en las propiedades mecánicas del concreto y es por ellos que los adoquines deben de ser mejorados para tener una mayor duración y durabilidad.</p>	<p><i>ALFA</i>) con otras 3 que contengan vidrio reciclador (probeta <i>BETA</i>).</p> <ul style="list-style-type: none"> Examinar y comparar los resultados obtenidos en diferentes pruebas como compresión (ASTM C140 y NTP 339.034), desgaste (ASTM G65) y absorción (ASTM C140 y NTP 399.611) a ambos grupos de bloques de concreto (<i>ALFA</i> vs <i>BETA</i>). Exponer los resultados obtenidos en el presente informe de proyecto de tesis. 	<p>Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez.</p> <ul style="list-style-type: none"> MEYER, C. (2008). <i>Developments in the formulation and reinforcement of concrete</i>. USA- Columbia University: Sidney Mindess. Poveda, R., Granja, V., Hidalgo, D., & Ávila, C. (2015). <i>Análisis de la influencia del vidrio molido sobre la resistencia al desgaste en adoquines de hormigón tipo A</i>. Ecuador: Revista Politécnica. Rojas Lujan, J. F. (2016). <i>Estudio Experimental para incrementar la resistencia de un concreto de FC= 210 KG/CM2 adicionando un porcentaje de vidrio sodico calcico</i>. Trujillo - Perú: Universidad Privada Antenor Orrego - UPAO. Zapata Sierra, J. A., & Arango Córdoba, S. (2013). <i>Influencia de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas de mezclas de concreto</i>. Colombia: Institucional Universidad EAFIT. 	<p>concreto común (llamado probeta <i>ALFA</i>) con otras 3 que contengan vidrio reciclador (probeta <i>BETA</i>).</p> <ul style="list-style-type: none"> Se consiguió examinar y comparar los resultados obtenidos en diferentes pruebas como compresión (ASTM C140 y NTP 339.034), desgaste (ASTM G65) y absorción (ASTM C140y NTP 399.611) a ambos grupos de bloques de concreto (<i>ALFA</i> vs <i>BETA</i>). Se logró con éxito exponer los resultados obtenidos en el presente informe de proyecto de tesis. 	<ul style="list-style-type: none"> Resistencias a la compresión. Resistencia al desgaste. Resistencia a la adsorción. 	<p>Muestra: No Probabilístico y por Conveniencia</p> <p>Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos</p> <p>Técnicas de recolección de datos: La observación</p> <p>Instrumento de recolección de datos: Guía de Observación</p> <p>Técnicas de análisis de datos: Inferencia Estadística</p> <p>Shapiro - Wilk</p> <p>ANOVA</p>
--	---	---	--	--	---

GUIA DE OBSERVACIÓN N° 02: Análisis Granulométrico del Agregado Fino



FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO

TESIS: Influencia del vidrio reciclado en las propiedades mecánicas en bloques intertrabados de concreto de cemento Portland, Trujillo 2021

AUTORES:

Isabel Cristina Hernández Sánchez

Joan Flavio Campos Nureña

ASESOR:

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

ENSAYO:

Análisis Granulométrico del Agregado fino

REFERENCIA:

ASTM C 136 - NTP 400.012

Tabla 28: Análisis Granulométrico del Agregado Fino de Muestra 01

MUESTRA 01:		AGREGADO FINO					
Tamiz	Abertura (mm)	Peso de malla	Peso de malla + muestra	Peso Retenido	% Peso Retenido	% Peso Retenido Acumulado	% Pasa
2"	50,00	540	540	0	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	565	565	0	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	535	535	0	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	545	545	0	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	535	535	0	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	520	520	0	0,00	0,00	100,00
n° 4	4,75	510	558	48	3,20	3,20	96,80
n° 8	2,36	470	695	225	15,00	18,20	81,80
n° 16	1,18	405	652	247	16,47	34,67	65,33
n° 30	0,60	375	600	225	15,00	49,67	50,33
n° 50	0,30	340	693	353	23,53	73,20	26,80
n° 100	0,15	330	647	317	21,13	94,33	5,67
n° 200	0,08	385	445	60	4,00	98,33	1,67
Fondo	0,00	375	400	25	1,67	100,00	0,00
				1500	100,00		

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

Cálculo de módulo de Finura:

Ecuación 20: Módulo de Finura del agregado fino - muestra 01

$$MF = \frac{\sum \% \text{Retenido Acumulado (3", 1 1/2", 3/4", 3/8", n°4, n°8, n°16, n°30, n°50, n°100)}}{100}$$

Valor admisible en rango de $2.3 < MF < 3.1$ (según la norma NTP 400.037)

$$MF = \frac{0 + 0 + 0 + 0 + 3.20 + 18.20 + 34.67 + 49.67 + 73.20 + 94.33}{100}$$

MF = 2.73 ----- Admisible

Tabla 29: Análisis Granulométrico del Agregado Fino de Muestra 02

MUESTRA 02:				AGREGADO FINO			
Tamiz	Abertura (mm)	Peso de malla	Peso de malla + muestra	Peso Retenido	% Peso Retenido	% Peso Retenido Acumulado	% Pasa
2"	50,00	540	540	0	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	565	565	0	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	535	535	0	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	545	545	0	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	535	535	0	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	520	520	0	0,00	0,00	100,00
n° 4	4,75	510	553	43	2,87	2,87	97,13
n° 8	2,36	470	644	174	11,60	14,47	85,53
n° 16	1,18	405	645	240	16,00	30,47	69,53
n° 30	0,60	375	744	369	24,60	55,07	44,93
n° 50	0,30	340	675	335	22,33	77,40	22,60
n° 100	0,15	330	517	187	12,47	89,87	10,13
n° 200	0,08	385	493	108	7,20	97,07	2,93
Fondo	0,00	375	419	44	2,93	100,00	0,00
				1500	100,00		

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

Cálculo de módulo de Finura:

Ecuación 21: Módulo de Finura del agregado fino - muestra 02

$$MF = \frac{\sum \% \text{Retenido Acumulado (6", 3", 1 1/2", 3/4", n°4, n°8, n°16, n°30, n°50, n°100)}}{100}$$

Valor admisible en rango de $2.3 < MF < 3.1$ (según la norma NTP 400.037)

$$MF = \frac{0 + 0 + 0 + 0 + 2.87 + 14.47 + 30.47 + 55.07 + 77.40 + 89.87}{100}$$

MF = 2.70 ----- Admisible

Tabla 30: Análisis Granulométrico del Agregado Fino de Muestra 03

MUESTRA 03:				AGREGADO FINO			
Tamiz	Abertura (mm)	Peso de malla	Peso de malla + muestra	Peso Retenido	% Peso Retenido	% Peso Retenido Acumulado	% Pasa
2"	50,00	540	540	0	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	565	565	0	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	535	535	0	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	545	545	0	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	535	535	0	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	520	520	0	0,00	0,00	100,00
n° 4	4,75	510	582	72	4,80	4,80	95,20
n° 8	2,36	470	595	125	8,33	13,13	86,87
n° 16	1,18	405	658	253	16,87	30,00	70,00
n° 30	0,60	375	697	322	21,47	51,47	48,53
n° 50	0,30	340	639	299	19,93	71,40	28,60
n° 100	0,15	330	613	283	18,87	90,27	9,73
n° 200	0,08	385	510	125	8,33	98,60	1,40
Fondo	0,00	375	396	21	1,40	100,00	0,00
				1500	100,00		

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

Cálculo de módulo de Finura:

Ecuación 22: Módulo de Finura del agregado fino - muestra 03

$$MF = \frac{\sum \% \text{Retenido Acumulado (6", 3", 1 1/2", 3/4", n°4, n°8, n°16, n°30, n°50, n°100)}}{100}$$

Valor admisible en rango de $2.3 < MF < 3.1$ (según la norma NTP 400.037)

$$MF = \frac{0 + 0 + 0 + 0 + 4.80 + 13.13 + 30.00 + 51.47 + 71.40 + 90.27}{100}$$

MF = 2.61 ----- Admisible

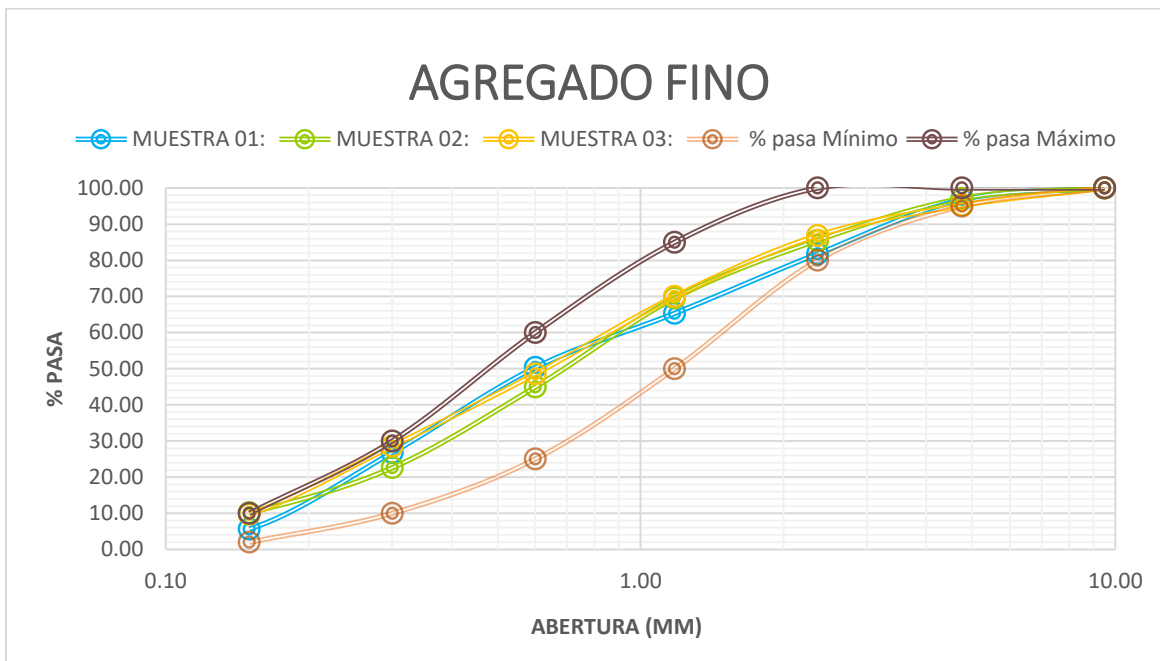


Figure 24: Gráfico de la curva granulométrica del agregado fino muestras 1, 2 y 3
Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

GUIA DE OBSERVACIÓN N° 03: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso



FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO

TESIS: Influencia del vidrio reciclado en las propiedades mecánicas en bloques intertrabados de concreto de cemento Portland, Trujillo 2021

AUTORES:

Isabel Cristina Hernández Sánchez

Joan Flavio Campos Nureña

ASESOR:

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

ENSAYO:

Análisis Granulométrico del Agregado Grueso

REFERENCIA:

ASTM C 136 - NTP 400.012

Tabla 31: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso de Muestra 01

MUESTRA 01:				AGREGADO GRUESO			
Tamiz	Abertura	Peso de malla	Peso de malla + muestra	Peso Retenido	% Peso Retenido	% Peso Retenido Acumulado	% Pasa
2"	50,00	540	540	0	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	565	565	0	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	535	535	0	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	545	545	0	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	535	3160	2625	47,73	47,73	52,27
3/8"	9,50	520	2045	1525	27,73	75,45	24,55
n° 4	4,75	510	1625	1115	20,27	95,73	4,27
n° 8	2,36	470	544	74	1,35	97,07	2,93
n° 16	1,18	405	435	30	0,55	97,62	2,38
n° 30	0,60	375	410	35	0,64	98,25	1,75
n° 50	0,30	340	360	20	0,36	98,62	1,38
n° 100	0,15	330	356	26	0,47	99,09	0,91
n° 200	0,08	385	405	20	0,36	99,45	0,55
Fondo	0,00	375	405	30	0,55	100,00	0,00
				5500	100,00		

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

Tamaño Maximo (TM) = 3/4"

Tamaño Máximo Nominal (TMN) = 1/2"

Cálculo de módulo de Finura:

Ecuación 23: Módulo de Finura del agregado grueso - muestra 01

$$MF = \frac{\sum \% \text{Retenido Acumulado (6", 3", 1 1/2", 3/4", n^\circ 4, n^\circ 8, n^\circ 16, n^\circ 30, n^\circ 50, n^\circ 100)}}{100}$$

$$MF = \frac{0 + 0 + 0 + 0 + 95.73 + 97.07 + 97.62 + 98.25 + 98.62 + 99.09}{100}$$

$$MF = 5.86$$

Tabla 32: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso de Muestra 02

MUESTRA 02:		AGREGADO GRUESO					
Tamiz	Abertura	Peso de malla	Peso de malla + muestra	Peso Retenido	% Peso Retenido	% Peso Retenido Acumulado	% Pasa
2"	50,00	540	540	0	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	565	565	0	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	535	535	0	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	545	545	0	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	535	3126	2591	47,11	47,11	52,89
3/8"	9,50	520	1901	1381	25,11	72,22	27,78
n° 4	4,75	510	1894	1384	25,16	97,38	2,62
n° 8	2,36	470	500	30	0,55	97,93	2,07
n° 16	1,18	405	453	48	0,87	98,80	1,20
n° 30	0,60	375	387	12	0,22	99,02	0,98
n° 50	0,30	340	365	25	0,45	99,47	0,53
n° 100	0,15	330	342	12	0,22	99,69	0,31
n° 200	0,08	385	393	8	0,15	99,84	0,16
Fondo	0,00	375	384	9	0,16	100,00	0,00
				5500	100,00		

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

$$\text{Tamaño Maximo (TM)} = 3/4"$$

$$\text{Tamaño Máximo Nominal (TMN)} = 1/2"$$

Cálculo de módulo de Finura:

Ecuación 24: Módulo de Finura del agregado grueso - muestra 02

$$MF = \frac{\sum \% \text{Retenido Acumulado (6", 3", 1 1/2", 3/4", n^\circ 4, n^\circ 8, n^\circ 16, n^\circ 30, n^\circ 50, n^\circ 100)}}{100}$$

$$MF = \frac{0 + 0 + 0 + 0 + 97.38 + 97.93 + 98.80 + 99.02 + 99.47 + 99.69}{100}$$

$$MF = 5.92$$

Tabla 33: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso de Muestra 03

MUESTRA 03:				AGREGADO GRUESO			
Tamiz	Abertura	Peso de malla	Peso de malla + muestra	Peso Retenido	% Peso Retenido	% Peso Retenido Acumulado	% Pasa
2"	50,00	540	540	0	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	565	565	0	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	535	535	0	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	545	545	0	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	535	3250	2715	49,36	49,36	50,64
3/8"	9,50	520	2025	1505	27,36	76,73	23,27
n° 4	4,75	510	1603	1093	19,87	96,60	3,40
n° 8	2,36	470	544	74	1,35	97,95	2,05
n° 16	1,18	405	435	30	0,55	98,49	1,51
n° 30	0,60	375	390	15	0,27	98,76	1,24
n° 50	0,30	340	360	20	0,36	99,13	0,87
n° 100	0,15	330	356	26	0,47	99,60	0,40
n° 200	0,08	385	395	10	0,18	99,78	0,22
Fondo	0,00	375	387	12	0,22	100,00	0,00
				5500	100,00		

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

$$\text{Tamaño Maximo (TM)} = 3/4"$$

$$\text{Tamaño Máximo Nominal (TMN)} = 1/2"$$

Cálculo de módulo de Finura:

Ecuación 25: Módulo de Finura del agregado grueso - muestra 03

$$MF = \frac{\sum \% \text{Retenido Acumulado (6", 3", 1 1/2", 3/4", n°4, n°8, n°16, n°30, n°50, n°100)}}{100}$$

$$MF = \frac{0 + 0 + 0 + 0 + 96.60 + 97.95 + 98.49 + 98.76 + 99.13 + 99.60}{100}$$

$$MF = 5.91$$

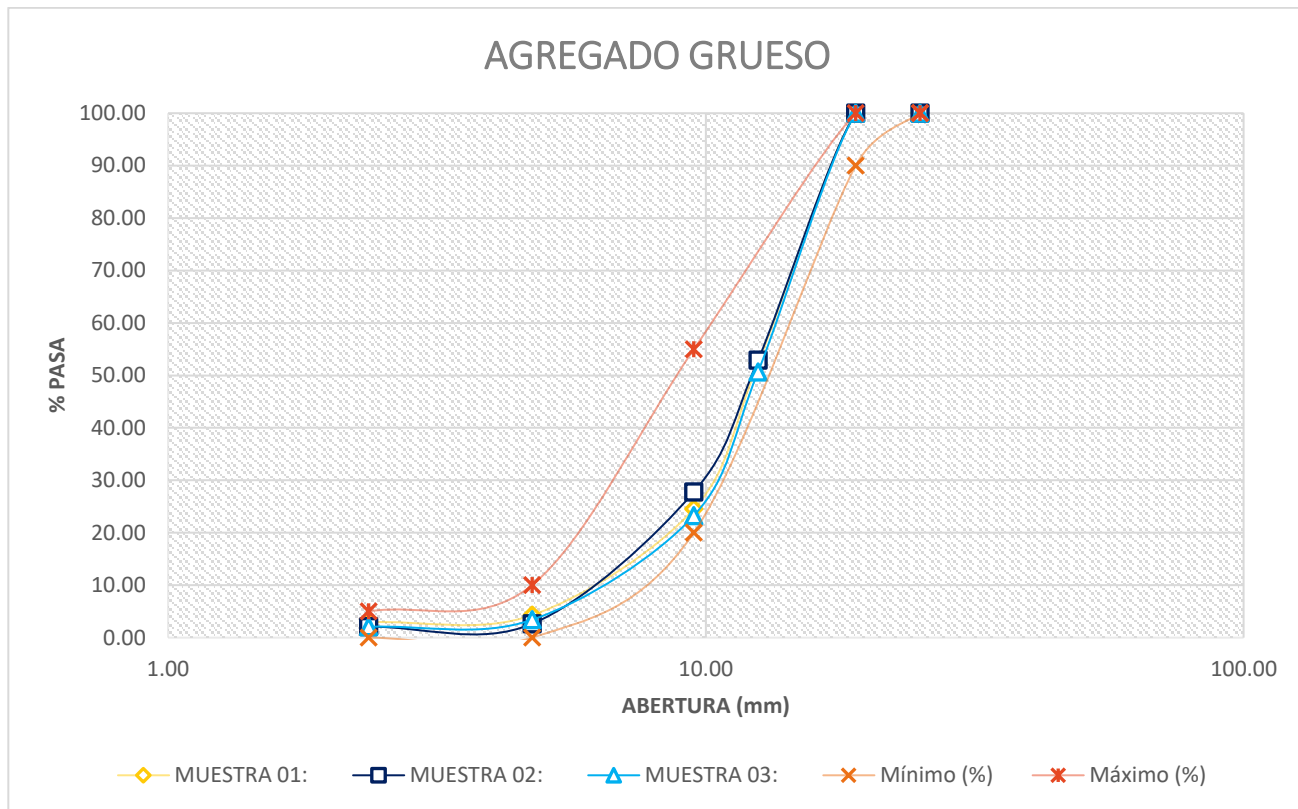


Figure 25: Grafico de la curva granulométrica del agregado grueso muestras 1, 2 y 3
Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

GUIA DE OBSERVACIÓN N° 04: Contenido de Humedad de los Agregados



FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO

TESIS: Influencia del vidrio reciclado en las propiedades mecánicas en bloques intertrabados de concreto de cemento Portland, Trujillo 2021

AUTORES: Isabel Cristina Hernández Sánchez

Joan Flavio Campos Nureña

ASESOR: Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

ENSAYO: Contenido de Humedad de los Agregados por Secado

REFERENCIA: NTP 339.185

Tabla 34 Contenido de Humedad del Agregado Fino

	Peso de Recipiente	Peso Recipt. + Muestra Humeda	Muestra Humeda	Peso Recipt. + Muestra Seca	Muestra Seca	% Humedad	% Humedad Promedio
Muestra 01	190 g	1190 g	1000 g	1175 g	985 g	1,50	
Muestra 02	190 g	1690 g	1500 g	1665 g	1475 g	1,67	1,52
Muestra 03	190 g	1190 g	1000 g	1176 g	986 g	1,40	

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

Tabla 35: Contenido de Humedad del Agregado Grueso

	Peso de Recipiente	Peso Recipt. + Muestra Humeda	Muestra Humeda	Peso Recipt. + Muestra Seca	Muestra Seca	% Humedad	% Humedad Promedio
Muestra 01	450 g	5950 g	5500 g	5935 g	5485 g	0,27	
Muestra 02	450 g	3950 g	3500 g	3945 g	3495 g	0,14	0,22
Muestra 03	450 g	3950 g	3500 g	3941 g	3491 g	0,26	

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

GUIA DE OBSERVACIÓN N° 05: Peso Unitario y Vacío de los Agregados

FACULTAD DE INGENIERÍA



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO

TESIS: Influencia del vidrio reciclado en las propiedades mecánicas en bloques intertrabados de concreto de cemento Portland, Trujillo 2021

AUTORES: Isabel Cristina Hernández Sánchez
Joan Flavio Campos Nureña

ASESOR: Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

ENSAYO: Peso Unitario y Vacío de los Agregados

REFERENCIA: ASTM C 29 - NTP 400.017

AGREGADO FINO

Datos:

Peso del Recipiente: 3,355 kg
Peso del Agua: 7,060 kg
Densidad del Agua: 1000 kg/m³

Ecuación 26: Volumen del Recipiente para Peso Unitario

$$\text{Volumen del Recipiente} = \frac{\text{Peso del Agua}}{\text{Densidad del Agua}}$$

$$\text{Volumen del Recipiente} = \frac{7.060}{1000}$$

$$\text{Volumen del Recipiente} = 0.00706 \text{ m}^3$$

Tabla 36: Peso Unitario y Vacíos del Agregado Fino Suelto

	AGREGADO FINO		
	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Volumen del Recipiente (m ³)	0,00706	0,00706	0,00706
Peso de Recipiente (kg)	3,355	3,355	3,355
Peso Recipt. + Agregado (kg)	14,410	14,345	14,380
Agregado Fino (kg)	11,055	10,990	11,025
PUSS (kg/m ³)	1565,86	1556,66	1561,61
PUSS redond. (kg/m ³)	1566	1557	1562
PUSS promedio (kg/m ³)		1562	

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

Tabla 37: Peso Unitario y Vacíos del Agregado Fino Compactado

	COMPACTADO		
	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Volumen del Recipiente (m ³)	0,00706	0,00706	0,00706
Peso de Recipiente (kg)	3,355	3,355	3,355
Peso Recipt. + Agregado (kg)	15,690	15,775	15,875
Agregado Fino (kg)	12,335	12,420	12,520
PUSC (kg/m ³)	1747,17	1759,21	1773,37
PUSC redond. (kg/m ³)	1747	1759	1773
PUSC promedio (kg/m³)	1760		

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

AGREGADO GRUESO

Datos:

Peso del Recipiente: 3,355 kg

Peso del Agua: 7,060 kg

Densidad del Agua: 1000 kg/m³

Ecuación 27: Volumen del Recipiente para Peso Unitario

$$\text{Volumen del Recipiente} = \frac{\text{Peso del Agua}}{\text{Densidad del Agua}}$$

$$\text{Volumen del Recipiente} = \frac{7.060}{1000}$$

$$\text{Volumen del Recipiente} = 0.00706 \text{ m}^3$$

Tabla 38: Peso Unitario y Vacíos del Agregado Grueso Suelto

	SUELTO		
	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Volumen del Recipiente (m ³)	0,00706	0,00706	0,00706
Peso de Recipiente (kg)	3,355	3,355	3,355
Peso Recipt. + Agregado (kg)	14,160	14,290	14,395
Agregado Grueso (kg)	10,805	10,935	11,040
PUSC (kg/m ³)	1530,45	1548,87	1563,74
PUSC redond. (kg/m ³)	1530	1549	1564
PUSC promedio (kg/m³)	1548		

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

Tabla 39: Peso Unitario y Vacíos del Agregado Grueso Compactado

	COMPACTADO		
	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Volumen del Recipiente (m ³)	0,00706	0,00706	0,00706
Peso de Recipiente (kg)	3,355	3,355	3,355
Peso Recipt. + Agregado (kg)	15,275	15,155	15,285
Agregado Grueso (kg)	11,920	11,800	11,930
PUSC(kg/m ³)	1688,39	1671,39	1689,80
PUSC redond. (kg/m ³)	1688	1671	1690
PUSC promedio (kg/m³)	1683		

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

GUIA DE OBSERVACIÓN N° 06: Peso Específico y Absorción de los Agregados



FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO

Influencia del vidrio reciclado en las propiedades mecánicas en bloques intertrabados de concreto de cemento Portland, Trujillo 2021

TESIS:

AUTORES:

Isabel Cristina Hernández Sánchez

Joan Flavio Campos Nureña

ASESOR:

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

ENSAYO:

Peso Específico y Absorción de los Agregados

REFERENCIA:

ASTM C 128 - NTP 400.021

AGREGADO FINO

Tabla 40: Datos obtenidos en laboratorio para el desarrollo de Gravedad Específica y Absorción del Agregado Fino

	Simbología	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de arena SSS (g)	S	500	500	500
Peso del frasco lleno de agua hasta la marca (g)	B	672,3	664,7	672,3
Peso frasco + arena + agua (g)	C	989,7	980,5	982,9
Peso de arena secada (g)	A	491,8	488,3	489,5

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

Formulas:

Peso Específico de Masa [kg/m^3]:

Ecuación 28: Peso Específico de Masa del agregado fino

$$PeM = 997.5 * \frac{A}{B + S - C}$$

Peso Específico Saturada Superficialmente Seca [kg/m^3]:

Ecuación 29: Peso Específico Saturada Superficialmente Seca del agregado fino

$$PeSSS = 997.5 * \frac{S}{B + S - C}$$

Peso Específico Aparente [kg/m^3]:

Ecuación 30: Peso Específico Aparente del agregado fino

$$PeA = 997.5 * \frac{A}{B + A - C}$$

Absorción del Ag. Fino [%]:

Ecuación 31: Absorción del Ag. Fino

$$Ab = 100 * \frac{S - A}{A}$$

Tabla 41: Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Fino

	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Promedios
PeM	2686,59	2644,30	2578,02	2636,30
PeSSS	2731,38	2707,65	2633,32	2690,78
PeA	2812,90	2823,65	2729,33	2788,63
Ab	1,67	2,40	2,15	2,07

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

AGREGADO GRUESO

Tabla 42: Datos obtenidos en laboratorio para el desarrollo de Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Grueso

	Simbología	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de la muestra seca en el Horno (g)	A	1997	1993	1996
Peso de la muestra SSS al aire (g)	B	2025	2014	2021
Peso de la muestra SSS en el agua (g)	C	885	873	879

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

Formulas:

Peso Específico de Masa [kg/m^3]:

Ecuación 32: Peso Específico de Masa del agregado grueso

$$PeM = 997.5 * \frac{A}{B - C}$$

Peso Específico Saturada Superficialmente Seca [kg/m^3]:

Ecuación 33: Peso Específico Saturada Superficialmente Seca del agregado grueso

$$PeSSS = 997.5 * \frac{S}{B - C}$$

Peso Específico Aparente [kg/m^3]:

Ecuación 34: Peso Específico Aparente del agregado grueso

$$PeA = 997.5 * \frac{A}{A - C}$$

Absorción del Ag. Fino [%]:

Ecuación 35: Absorción del Ag. Fino

$$Ab = 100 * \frac{B - A}{A}$$

Tabla 43: Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Grueso

	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Promedios
PeM	1747,38	1742,35	1743,44	1744,39
PeSSS	1771,88	1760,71	1765,28	1765,95
PeA	1791,37	1775,02	1782,46	1782,95
Ab	1,40	1,05	1,25	1,24

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

GUIA DE OBSERVACIÓN N° 07: Diseño De Mezcla Por El Método ACI



FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO

TESIS: Influencia del vidrio reciclado en las propiedades mecánicas en bloques intertrabados de concreto de cemento Portland, Trujillo 2021

AUTORES: Isabel Cristina Hernández Sánchez
Joan Flavio Campos Nureña

ASESOR: Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

ENSAYO: Diseño de mezcla

REFERENCIA: ACI 211

6.1. Características de los materiales

Cemento: Pórtland Tipo I – Pacasmayo

Agua: Potable de la red de servicio publica de Trujillo

Agregados:

Resumen		
Descripción	Agreg. Fino	Agreg. Grueso
Peso Unitario suelto	1562	1548
Peso Unitario compacto	1760	1683
Peso Especifico	2691	1766
Módulo de Finura	2,68	5,9
TMN	-----	1/2"
% de absorción	2,07	1,24
% w (humedad)	1,52%	0,22%

Tabla 44: Resumen de datos obtenidos en laboratorio de Ag. fino y Ag. grueso
Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

6.2. Determinación de la resistencia promedio

Dado que no se conoce el valor de desviación estándar, entonces se tiene que:

Ecuación 36: Determinación de la resistencia promedio

$$F'_{cr} = f'_{c} + 84$$

$$F'_{cr} = 320 + 84$$

$$F'_{cr} = 404 \text{ kg/cm}^2$$

6.3. Selección de tamaño máximo nominal

$$TMN = 1/2''$$

6.4. Selección del asentamiento

$$Asentamiento = 1'' \text{ a } 2''$$

6.5. Volumen unitario del agua

Al tener una mezcla de concreto de 1" a 2" de asentamiento, sin aire incorporado y cuyo agregado tiene un tamaño máximo nominal de 1/2".

El volumen unitario de agua es de 199 l/m³

6.6. Contenido de aire

Se considera 2,5% de aire atrapado.

6.7. Relación Agua Cemento

f'cr (kg/cm²)	Relación agua/ cemento
450	0,38
404	x
400	0,43

*Tabla 45: Relación Agua / Cemento
Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia*

$$x = 0,426$$

6.8. Cantidad Requerida de Cemento

$$\text{Contenido de cemento (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{contenido de agua de mezcla (L/m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (f'cr)}}$$

$$\text{Contenido de cemento (kg/m}^3\text{)} = \frac{199 \text{ L/m}^3}{0,426}$$

$$\text{Contenido de cemento (kg/m}^3\text{)} = 467,14 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Contenido de cemento (kg/m}^3\text{)} = 467 \text{ kg/m}^3 = 10,99 \text{ bls/m}^3$$

6.9. Cantidad de Agregado Fino y Grueso

Para un módulo de finura de 2,68 y tamaño máximo nominal de 1/2", le corresponde un volumen unitario de 0,562 de agregado grueso.

$$\text{Peso seco AG} = \text{PUSC AG} \times \text{Factor AG}$$

$$\text{Peso seco AG} = 0,562 * 1683$$

$$\text{Peso seco AG} = 945,84 \text{ kg/m}^3$$

6.10. Cálculo de volúmenes absolutos

$$\text{Cemento} = \frac{\text{contenido de cemento}}{\text{Pe cemento}} = \frac{467}{3150} = 0,1483 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{199}{1000} = 0,1990 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = \frac{2,5}{100} = 0,0250 \text{ m}^3$$

$$\text{Ag. Grueso} = \frac{945,84}{1766} = 0,5356 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 0,9079 \text{ m}^3$$

6.11. Contenido de Agregado Fino

$$\text{Volumen absoluto de agregado fino} = 1 - 0,9079$$

$$\text{Volumen absoluto de agregado fino} = 0,0921 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso de Agregado Fino Seco} = 0,0921 * 2691$$

$$\text{Peso de Agregado Fino Seco} = 247,84 \text{ kg}$$

CUADRO MOMENTÁNEO DE DATOS

Materiales	P. seco	Volumen
Cemento Tipo 1	467 kg/m ³	0,1483 m ³
Agua	199 kg/m ³	0,1990 m ³
Agregado fino	67 kg/m ³	0,0250 m ³
Agregado Grueso	946 kg/m ³	0,5356 m ³
Aire (2,5%)	-----	0,0250 m ³

Tabla 46: Cuadro momentáneo de datos de diseño de mezcla

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

6.12. Corrección por el Porcentaje de Humedad del agregado fino y grueso

$$\text{Peso Ag. Fino} = 247.84 \text{ kg} * \left(\frac{1.52\%}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Peso Ag. Fino} = 251.61 \text{ kg}$$

$$\text{Peso Ag. Grueso} = 945.84 \text{ kg} * \left(\frac{0.22\%}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Peso Ag. Grueso} = 947.92 \text{ kg}$$

Aporte del Agua:

$$\text{Ag. Fino} = 251.61 \text{ kg} * \left(\frac{1.52\% - 2.07\%}{100} \right)$$

$$\text{Ag. Fino} = -1.38 \text{ kg}$$

$$\text{Ag. Grueso} = 947.92 \text{ kg} * \left(\frac{0.22\% - 1.24\%}{100} \right)$$

$$\text{Ag. Grueso} = -9.67 \text{ kg}$$

$$\text{Agua Efectiva} = 199 - 1.38 - 9.67 = 187.95 \text{ kg}$$

CUADRO RESUMEN DE DATOS

Materiales	P. seco
Cemento Tipo 1	467 kg
Agua	188 kg
Agregado fino	252 kg
Agregado Grueso	948 kg
Aire (2,5%)	-----
TOTAL	1855 kg

Tabla 47: Cuadro resumen de datos de diseño de mezcla
Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

6.13. Proporción por peso húmedo

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua
467/467	252/467	948/467	
1	0,5	2	0,40

Tabla 48: Proporción por peso húmedo
Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

6.14. Peso por tanda para 8 adoquines

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua
10 kg	5 kg	20 kg	4 kg

Tabla 49: Peso por tanda para 8 adoquines

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia



MEMORANDO DE OBSERVACIÓN N° 08: Dimensionamiento y Variación longitudinal

FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO

TESIS: Influencia del vidrio reciclado en las propiedades mecánicas en bloques intertrabados de concreto de cemento Portland, Trujillo 2021

AUTORES: Isabel Cristina Hernández Sánchez

Joan Flavio Campos Nureña

ASESOR: Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

ENSAYO: DIMENSIONAMIENTO Y VARIACION LONGITUDINAL (propiedades. Físicas) - NTP 399.611

REFERENCIA: NTP 399.611

Tabla 50: Dimensionamiento de probetas con 0% de vidrio reciclado (ALFA)

ALFA (0% vidrio reciclado)	DIMENSIONES					
	ANCHO		LARGO		ESPESOR	
	Medida 1	Medida 2	Medida 1	Medida 2	Medida 1	Medida 2
# 1	10,03	10,00	20,01	20,00	6,02	6,02
# 2	10,00	9,98	20,10	20,20	6,30	6,31
# 3	10,10	10,10	20,10	20,00	6,10	6,05
# 4	9,92	9,95	20,00	19,95	6,02	6,01
# 5	10,00	10,00	20,10	20,10	6,30	6,20
# 6	10,00	9,98	20,00	20,10	6,30	6,20
# 7	10,00	9,95	20,00	20,00	6,10	6,15
# 8	10,10	10,11	20,10	20,10	6,20	6,25
# 9	10,00	9,92	20,00	20,05	6,20	6,30
# 10	10,00	10,02	20,00	20,00	5,98	5,98
# 11	10,00	10,00	19,98	20,00	6,08	6,05
# 12	9,98	10,05	20,10	20,08	6,27	6,30
# 13	10,00	10,00	20,00	20,05	6,20	6,15
# 14	10,00	9,95	20,05	20,10	6,30	6,40
# 15	10,00	10,01	20,00	19,98	6,20	6,18
# 16	10,05	9,97	19,98	20,00	6,00	6,10

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

Tabla 51: Dimensionamiento de probetas con 5% de vidrio reciclado (BETA 5%)

BETA 5% (5% vidrio reciclado)	DIMENSIONES					
	ANCHO		LARGO		ESPESOR	
	Medida 1	Medida 2	Medida 1	Medida 2	Medida 1	Medida 2

# 1	10,00	9,98	20,00	20,00	6,00	6,00
# 2	10,00	10,00	20,00	20,00	6,02	6,02
# 3	10,03	10,00	20,01	20,00	6,02	6,02
# 4	9,98	10,02	20,00	20,00	6,01	6,01
# 5	10,01	10,02	20,00	20,00	6,01	6,02
# 6	9,85	10,00	20,00	19,98	6,04	6,05
# 7	10,01	10,01	20,01	20,00	6,00	5,58
# 8	10,00	10,01	20,02	20,01	6,00	5,99
# 9	10,00	10,00	20,00	20,20	6,30	6,30
# 10	10,20	10,00	20,10	20,20	6,40	6,30
# 11	10,00	10,00	20,00	20,20	6,30	6,30
# 12	10,00	10,00	20,00	20,20	6,20	6,20
# 13	10,05	10,00	20,00	20,00	6,20	6,15
# 14	10,10	10,10	20,10	20,00	6,10	6,05
# 15	10,00	10,00	20,00	20,00	6,00	5,98
# 16	10,00	10,00	20,00	20,20	6,30	6,20

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

Tabla 52: Dimensionamiento de probetas con 10% de vidrio reciclado (BETA 10%)

BETA 10% (10% vidrio reciclado)	DIMENSIONES					
	ANCHO		LARGO		ESPESOR	
	Medida 1	Medida 2	Medida 1	Medida 2	Medida 1	Medida 2
# 1	10,05	10,00	20,01	20,20	6,10	6,20
# 2	10,00	10,00	20,00	19,98	6,10	6,20
# 3	9,95	9,95	20,10	20,25	6,20	6,10
# 4	10,05	10,00	20,00	20,00	6,20	6,15
# 5	10,10	10,10	20,10	20,00	6,10	6,05
# 6	9,92	9,95	20,00	19,95	6,02	6,01
# 7	10,00	10,00	20,00	20,00	6,10	6,10
# 8	10,00	9,95	20,00	20,00	6,10	6,15
# 9	10,10	10,10	20,15	20,20	6,20	6,25
# 10	10,00	10,05	20,10	20,20	6,30	6,30
# 11	10,00	10,00	20,00	20,00	5,90	5,85
# 12	9,95	9,95	20,00	20,00	6,25	6,30
# 13	10,10	10,00	20,00	19,95	6,30	6,25
# 14	10,10	10,10	20,00	20,00	6,30	6,30
# 15	10,10	10,10	20,10	20,00	5,90	5,92
# 16	10,10	10,00	20,00	20,10	6,20	6,20

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

Tabla 53: Dimensionamiento de probetas con 15% de vidrio reciclado (BETA 15%)

BETA 15% (15% vidrio reciclado)	DIMENSIONES					
	ANCHO		LARGO		ESPESOR	
	Medida 1	Medida 2	Medida 1	Medida 2	Medida 1	Medida 2
# 1	10,00	10,10	20,00	20,00	6,10	6,10
# 2	10,00	10,00	20,00	20,00	6,00	6,00
# 3	10,00	10,00	20,00	20,00	6,00	5,98
# 4	10,00	10,00	20,00	20,20	6,30	6,20
# 5	10,00	10,00	20,00	20,00	6,20	6,20
# 6	10,00	10,00	20,00	20,00	6,20	6,10
# 7	10,00	9,98	20,00	20,10	6,30	6,30
# 8	10,00	10,00	20,00	20,00	6,20	6,10
# 9	10,00	10,00	20,00	20,00	6,20	6,10
# 10	10,00	10,00	20,00	20,00	6,20	6,10
# 11	10,10	10,10	20,00	20,00	6,20	6,20
# 12	9,95	10,00	20,10	20,00	6,20	6,20
# 13	10,20	10,00	20,00	20,00	6,10	6,00
# 14	9,95	10,00	20,10	20,00	6,20	6,20
# 15	10,00	10,00	20,00	20,00	6,00	6,00
# 16	10,00	10,00	20,00	20,00	6,00	6,00

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

GUIA DE OBSERVACIÓN N° 09: Resistencia a la compresión

FACULTAD DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO

TESIS: Influencia del vidrio reciclado en las propiedades mecánicas en bloques intertrabados de concreto de cemento Portland, Trujillo 2021



AUTORES:

Isabel Cristina Hernández Sánchez

Joan Flavio Campos Nureña

ASESOR:

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

ENSAYO:

RESIST. COMPRESION (propiedades. Mecánicas)

REFERENCIA:

NTP 399.604 - NTP 399.611

Tabla 54: Resistencia a la Compresión de adoquines ALFA - 0% de vidrio reciclado

ALFA (0% vidrio reciclado)	DIMENSIONES			Carga KN	Resistencia Compresión Kg/cm ²	Fecha de Rotura Días	Porcentaje de Resist. Con respecto a 320 kg/cm ²
	ANCHO Promedio	LARGO Promedio	AREA Promedio				
# 1	10,02	20,01	200,35	1327	338,69	28 días	106%
# 2	9,99	20,15	201,30	768	195,52	7 días	61%
# 3	10,10	20,05	202,51	1355	342,15	28 días	107%
# 6	9,99	20,05	200,30	812	207,69	7 días	65%
# 7	9,98	20,00	199,50	1119	286,98	14 días	90%
# 8	10,11	20,10	203,11	1334	335,86	28 días	105%
# 9	9,96	20,03	199,45	785	201,67	7 días	63%
# 10	10,01	20,00	200,20	1327	338,95	28 días	106%
# 11	10,00	19,99	199,90	1334	341,24	28 días	107%
# 12	10,02	20,09	201,20	1097	278,98	14 días	87%
# 13	10,00	20,03	200,25	1123	286,92	14 días	90%
# 14	9,98	20,08	200,25	1314	335,56	28 días	105%
# 15	10,01	19,99	200,00	1323	338,27	28 días	106%
# 16	10,01	19,99	200,10	1318	336,82	28 días	105%
				788	201,63	7 días	63%
Promedio	10,01	20,04	200,60	1113	284,29	14 días	89%
				1329	338,44	28 días	106%

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

Tabla 55: Resistencia a la Compresión de adoquines BETA - 5% de vidrio reciclado

BETA 5% (5% vidrio reciclado)	DIMENSIONES			Carga KN	Resistencia Compresión Kg/cm ²	Fecha de Rotura Días	Porcentaje de Resist. Con respecto a 320 kg/cm ²
	ANCHO Promedio	LARGO Promedio	AREA Promedio				
# 1	9,99	20,00	199,80	1346	344,47	28 días	108%
# 2	10,00	20,00	200,00	943	241,39	7 días	75%
# 3	10,02	20,01	200,35	1369	349,38	28 días	109%

# 4	10,00	20,00	200,00	1347	344,38	28 días	108%
# 5	10,02	20,00	200,30	924	236,20	7 días	74%
# 6	9,93	19,99	198,40	941	242,82	7 días	76%
# 7	10,01	20,01	200,25	1375	351,08	28 días	110%
# 9	10,00	20,10	201,00	1242	316,04	14 días	99%
# 10	10,10	20,15	203,52	1176	295,61	14 días	92%
# 12	10,00	20,10	201,00	1223	311,22	14 días	97%
# 13	10,03	20,00	200,50	1366	348,36	28 días	109%
# 14	10,10	20,05	202,51	1354	341,90	28 días	107%
# 15	10,00	20,00	200,00	1357	346,93	28 días	108%
# 16	10,00	20,10	201,00	1378	350,54	28 días	110%
				936	240,14	7 días	75%
Promedio	10,01	20,04	200,62	1214	307,63	14 días	96%
				1362	347,13	28 días	108%

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

Tabla 56: Resistencia a la Compresión de adoquines BETA - 10% de vidrio reciclado

BETA 10% (10% vidrio reciclado)	DIMENSIONES			Carga KN	Resistencia Compresión Kg/cm2	Fecha de Rotura Días	Porcentaje de Resist. Con respecto a 320 kg/cm2
	ANCHO	LARGO	AREA				
	Promedio	Promedio	Promedio				
# 1	10,03	20,11	201,55	1070	271,67	7 días	85%
# 3	9,95	20,18	200,74	1047	266,92	7 días	83%
# 5	10,10	20,05	202,51	1270	320,75	14 días	100%
# 6	9,94	19,98	198,45	1306	336,53	14 días	105%
# 7	10,00	20,00	200,00	1194	305,38	14 días	95%
# 8	9,98	20,00	199,50	1435	367,73	28 días	115%
# 9	10,10	20,18	203,77	1102	276,73	7 días	86%
# 10	10,03	20,15	202,00	1485	375,81	28 días	117%
# 11	10,00	20,00	200,00	1426	364,52	28 días	114%
# 12	9,95	20,00	199,00	1435	368,66	28 días	115%
# 13	10,05	19,98	200,75	1424	362,66	28 días	113%
# 14	10,10	20,00	202,00	1437	363,70	28 días	114%
# 15	10,10	20,05	202,51	1457	367,83	28 días	115%
# 16	10,05	20,05	201,50	1441	365,61	28 días	114%
				1073	271,77	7 días	85%
Promedio	10,03	20,05	201,02	1257	320,89	14 días	100%
				1443	367,06	28 días	115%

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia


Tabla 57: Resistencia a la Compresión de adoquines BETA - 15% de vidrio reciclado

DIMENSIONES			Carga
-------------	--	--	-------

BETA 15% (15% vidrio reciclado)	ANCHO Promedio	LARGO Promedio	AREA Promedio	Resistencia Compresión KN	Resistencia Compresión Kg/cm2	Fecha de Rotura Días	Porcentaje de Resist. Con respecto a 320 kg/cm2
# 1	10,05	20,00	201,00	1385	352,31	28 días	110%
# 2	10,00	20,00	200,00	1397	357,13	28 días	112%
# 3	10,00	20,00	200,00	1374	351,27	28 días	110%
# 4	10,00	20,10	201,00	1383	351,81	28 días	110%
# 5	10,00	20,00	200,00	1398	357,39	28 días	112%
# 6	10,00	20,00	200,00	1378	352,29	28 días	110%
# 7	9,99	20,05	200,30	1412	360,42	28 días	113%
# 8	10,00	20,00	200,00	1007	257,71	7 días	81%
# 9	10,00	20,00	200,00	1075	275,04	7 días	86%
# 10	10,00	20,00	200,00	1048	268,16	7 días	84%
# 13	10,10	20,00	202,00	1231	311,71	14 días	97%
# 14	9,98	20,05	200,00	1274	325,78	14 días	102%
# 15	10,00	20,00	200,00	1194	305,38	14 días	95%
# 16	10,00	20,00	200,00	1378	352,29	28 días	110%
				1043	266,97	7 días	83%
Promedio	10,01	20,01	200,31	1233	314,29	14 días	98%
				1388	354,36	28 días	111%

Fuente: Base de Datos – Elaboración Propia

GUIA DE OBSERVACIÓN N° 10: Análisis de datos por Anova

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	FACULTAD DE INGENIERÍA	
	LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO	
TESIS:	Influencia del vidrio reciclado en las propiedades mecánicas en bloques intertrabados de concreto de cemento Portland, Trujillo 2021	
AUTORES:	Isabel Cristina Hernández Sánchez	
	Joan Flavio Campos Nureña	
ASESOR:	Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz	
ENSAYO:	Análisis de datos por Anova	
REFERENCIA:		

Análisis de Varianza a los 7 días de curado para el ensayo resistencia a la compresión

Tabla 58: Cuadro resumen de datos obtenidos en la resistencia a la compresión a los 7 días de curado.

	alfa	beta 5	beta 10	beta 15
7 días	195,52	241,39	271,67	257,71
	207,69	236,20	266,92	275,04
	201,67	242,82	276,73	268,16

Tabla 59: Cuadro parametros de factores de análisis de probetas

factor: Probetas a compresión	
I	4
J	3
IJ	12
α	0,05

Donde:

I es la cantidad de factores individuales en niveles

IJ es a cantidad de niveles por la cantidad de replicas

5% de significancia con una confiabilidad del 95%

Tabla 60: Cuadro de ayuda de sumatorias y promedios de los datos a analizar

	Σ				
Σ	852,88	922,88	962,66	942,86	3681,28
Promedios	284,29	307,63	320,89	314,29	306,77

391,94	85,90	195,34	24,33
772,32	124,54	885,43	361,11
394,03	19,79	1,94	1,94

Formulas:

$$SST = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \Sigma \Sigma (X_{ij} - \bar{X} \dots)^2$$

$$SSTr = \frac{\sum_{i=1}^I x_i^2}{J} - \frac{x^2}{IJ}$$

SST . =	3258,60
SSTR . =	2285,07

Formula:

$$SSE = SST - SSTR$$

SSE. =	973,52
Si hay diferencia	

Tabla 61: tabla ANOVA

Fuente de variación	Grados de libertad	SS	MS	f	F 0,05:3:8	p-value
Tratamientos	3	9313,52	3104,51	83,1	4,07	2,27E-06
Error	8	298,87	37,36			
Total	11	9612,39				

Como $83,1 > 4,07$, si existe un efecto del vidrio reciclado en las propiedades mecánicas de los bloques de concreto y además $0,00000227 < 0,05$, da a confirmar que hay un desarrollo correcto de los datos

Análisis de Varianza a los 14 días de curado para el ensayo resistencia a la compresión

Tabla 62: Cuadro resumen de datos obtenidos en la resistencia a la compresión a los 14 días de curado.

	alfa	beta 5	beta 10	beta 15
14 días	286,98	316,04	320,75	311,71
	278,98	295,61	336,53	325,78

286,92	311,22	305,38	305,38
--------	--------	--------	--------

Tabla 63: Cuadro parametros de factores de análisis de probetas

factor: Probetas a compresión	
I	4
J	3
IJ	12
α	0,05

Donde:

I es la cantidad de factores individuales en niveles

IJ es a cantidad de niveles por la cantidad de replicas

5% de significancia con una confiabilidad del 95%

Tabla 64: Cuadro de ayuda de sumatorias y promedios de los datos a analizar

	Σ				
Σ	852,88	922,88	962,66	942,86	3681,28
Promedios	284,29	307,63	320,89	314,29	306,77

391,94	85,90	195,34	24,33
772,32	124,54	885,43	361,11
394,03	19,79	1,94	1,94

Formulas:

$$SST = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \Sigma \Sigma (X_{ij} - \bar{X} \dots)^2$$

$$SSTr = \frac{\sum_{i=1}^I x_i^2}{J} - \frac{x^2}{IJ}$$

SST . =	3258,60
SSTR . =	2285,07

Formula:

$$SSE = SST - SSTR$$

$$\frac{SSE.= 973,52}{\text{Si hay diferencia}}$$

Tabla 65: tabla ANOVA

Fuente de variación	Grados de libertad	SS	MS	f	F 0,05:3:8	p-value
Tratamientos	3	2285,07	761,69	6,3	4,07	1,71E-02
Error	8	973,52	121,69			
Total	11	3258,60				

Como $6,3 > 4,07$ si existe un efecto del vidrio reciclado en las propiedades mecánicas de los bloques de concreto y además $0,0117 < 0,05$ da a confirmar que hay un desarrollo correcto de los datos.

Análisis de Varianza a los 28 días de curado para el ensayo resistencia a la compresión

Tabla 66: Cuadro resumen de datos obtenidos en la resistencia a la compresión a los 14 días de curado.

	alfa	beta 5	beta 10	beta 15
28 días	338,69	344,47	367,73	352,31
	342,15	349,38	375,81	357,13
	335,86	344,38	364,52	351,27
	338,95	351,08	368,66	351,81
	341,24	348,36	362,66	357,39
	335,56	341,90	363,70	352,29
	338,27	346,93	367,83	360,42
	336,82	350,54	365,61	352,29

Tabla 67: Cuadro parametros de factores de análisis de probetas

factor: Probetas a compresión

I	4
J	8
IJ	32
α	0,05

Donde:

I es la cantidad de factores individuales en niveles

IJ es a cantidad de niveles por la cantidad de replicas

5% de significancia con una confiabilidad del 95%

Tabla 68: Cuadro de ayuda de sumatorias y promedios de los datos a analizar

	Σ				
Σ	2707,54	2777,05	2936,52	2834,89	11256,01
Promedios	338,44	347,13	367,06	354,36	351,75

170,45	52,96	255,49	0,32
92,15	5,61	578,80	28,94
252,43	54,26	163,15	0,23
163,91	0,44	285,79	0,00
110,46	11,50	119,01	31,75
262,24	97,05	142,80	0,29
181,83	23,20	258,60	75,09
222,81	1,47	192,03	0,29

Formulas:

$$SST = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \Sigma \Sigma (X_{ij} - \bar{X} \dots)^2$$

$$SSTr = \frac{\sum_{i=1}^I x_i^2}{J} - \frac{x^2}{IJ}$$

$$\underline{SST := 3835,38}$$

$$\underline{SSTR := 3518,30}$$

Formula:

$$SSE = SST - SSTR$$

$$\underline{SSE := 317,08}$$

Si hay diferencia

Tabla 69: tabla ANOVA

Fuente de variación	Grados de libertad	SS	MS	f	F 0,05:3:8	p-value
Tratamientos	3	3518,30	1172,77	103,6	4,07	2,90E-15
Error	28	317,08	11,32			

Total	31	3835,38
-------	-----------	----------------

Como $103,6 > 4,07$ si existe un efecto del vidrio reciclado en las propiedades mecánicas de los bloques de concreto y además $2,90E-15 < 0,05$ da a confirmar que hay un desarrollo correcto de los datos.

PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1: Ensayo Análisis Granulométrico de Agregado Fino, peso de la muestra 1500 gramos.

Base de datos - Elaboración propia



Fotografía 2: Ensayo de Contenido de Humedad, peso de la muestra 1000 gramos.

Base de datos - Elaboración propia



*Fotografía 3: Ensayo Análisis Granulométrico de Agregado Grueso, peso de la muestra 5500 gramos más tara de 450 gramos.
Base de datos - Elaboración propia*



*Fotografía 4: Ensayo Análisis Granulométrico de Agregado Grueso.
Base de datos - Elaboración propia*



*Fotografía 5: Ensayo Análisis Granulométrico de Agregado Fino.
Base de datos - Elaboración propia*



*Fotografía 6: Ensayo Contenido de Humedad de Agregado Grueso, peso de la muestra 3500 gramos.
Base de datos - Elaboración propia*



*Fotografía 7: Ensayo Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Fino y Grueso, peso del Recipiente 3.355kilogramos.
Base de datos - Elaboración propia*



*Fotografía 8: Ensayo Peso Unitario Suelto del Agregado Fino, peso del Recipiente más Agregado fino 14.345 kilogramos.
Base de datos - Elaboración propia*



*Fotografía 9: Ensayo Peso Unitario Suelto del Agregado Fino, peso del Recipiente más Agregado fino 14.380 kilogramos.
Base de datos - Elaboración propia*



*Fotografía 10: Ensayo Peso Unitario Suelto del Agregado Fino, peso del Agregado fino 11.055 kilogramos.
Base de datos - Elaboración propia*



*Fotografía 11: Ensayo Peso Unitario Compactado del Agregado Fino, peso del Recipiente más Agregado fino 15.690 kilogramos.
Base de datos - Elaboración propia*



*Fotografía 12: Ensayo Peso Unitario Compactado del Agregado Fino, peso del Recipiente más Agregado fino 15.775 kilogramos.
Base de datos - Elaboración propia*



*Fotografía 13: Ensayo Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso, peso del Recipiente más Agregado grueso 14.160 kilogramos.
Base de datos - Elaboración propia*



*Fotografía 14: Ensayo Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso, peso del Recipiente más Agregado grueso 14.290 kilogramos.
Base de datos - Elaboración propia*



Fotografía 15: Ensayo Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso, peso del Recipiente más Agregado grueso 14.395 kilogramos.

Base de datos - Elaboración propia



Fotografía 16: Ensayo Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso, peso del Recipiente más Agregado grueso 15.285 kilogramos.

Base de datos - Elaboración propia



*Fotografía 17: Ensayo Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso, peso del Recipiente más Agregado grueso 15.275 kilogramos.
Base de datos - Elaboración propia*



*Fotografía 18: Ensayo Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso, peso del Recipiente más Agregado grueso 15.155 kilogramos.
Base de datos - Elaboración propia*



*Fotografía 19: Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Fino, colocación del material en el molde cónico con el fin de obtener el estado SSS del Agregado fino.
Base de datos - Elaboración propia*



*Fotografía 20: Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Fino, material en el molde cónico y golpeado la superficie 25 veces con una barra de metal con el fin de obtener el estado SSS del Agregado fino.
Base de datos - Elaboración propia*



Fotografía 21: Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Fino, comparación del material y el molde cónico con el fin de demostrar la obtención del estado SSS del Agregado fino.

Base de datos - Elaboración propia



Fotografía 22: Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Fino, peso de la fiola 170.27 gramos.

Base de datos - Elaboración propia



*Fotografía 23: Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Fino, peso del Agregado fino 500.2 gramos.
Base de datos - Elaboración propia*



*Fotografía 24: Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Fino, colocación del Agregado fino en la fiola.
Base de datos - Elaboración propia*



*Fotografía 25: Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Fino, peso del material y de la fiola 673.2 gramos.
Base de datos - Elaboración propia*



*Fotografía 26: Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Fino, peso de la fiola más agua hasta la marca de calibración 645.4 gramos.
Base de datos - Elaboración propia*



*Fotografía 27: Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Fino, peso de la fiola más agregado fino y agua hasta la marca de calibración 989.8 gramos.
Base de datos - Elaboración propia*



*Fotografía 28: Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Fino, peso del Agregado fino secada al horno más tara 646.3 gramos.
Base de datos - Elaboración propia*



*Fotografía 29: Ensayo Peso Específico del Agregado Grueso, peso del material; 2000 gramos, a ser colocado al horno por 24 +/-4 horas.
Base de datos - Elaboración propia*



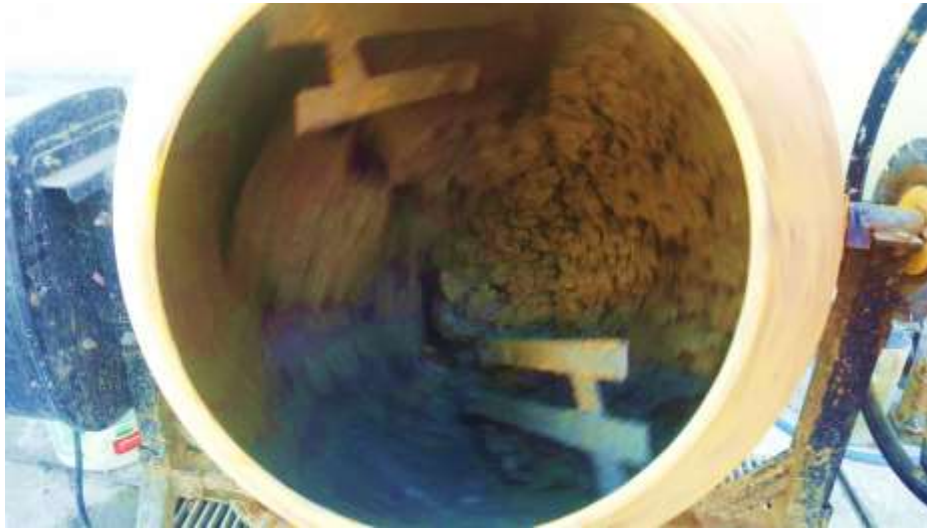
*Fotografía 30: Ensayo Peso Específico del Agregado Grueso, utilización de un paño no absorbente con el fin de acelerar el secado y llegar al estado SSS deseado del material.
Base de datos - Elaboración propia*



*Fotografía 31: Ensayo Peso Específico del Agregado Grueso, peso de material en estado SSS más tara 2520 gramos.
Base de datos - Elaboración propia*



*Fotografía 32: Ensayo Peso Específico del Agregado Grueso, colocación del material SSS en el agua..
Base de datos - Elaboración propia*



Fotografía 33: Proceso de mesclado de la primera tanda de las probetas ALFA o 0% de vidrio reciclado
Base de datos - Elaboración propia



Fotografía 34: Elaboración de ensayo de SLUMP o Asentamiento del estado fresco de la mezcla
Base de datos - Elaboración propia



*Fotografía 35: Evaluación del ensayo de SLUMP o Asentamiento del estado fresco de la mezcla, comparación de la tanda #2 ALFA con la tanda #1 de BETA 15%.
Base de datos - Elaboración propia*



*Fotografía 36: Encofrado de las probetas en los moldes de adoquines.
Base de datos - Elaboración propia*



Fotografía 37: desencofrado de las probetas y codificación de estas.
Base de datos - Elaboración propia



Fotografía 38: Evaluación del dimensionamiento y variación estándar de los adoquines.
Base de datos - Elaboración propia



*Fotografía 39: Proceso de Rotura de probetas para el ensayo de resistencia a la compresión de los adoquines - BETA 5%
Base de datos - Elaboración propia*



*Fotografía 40: Registro d posterior al ensayo de resistencia a la compresión de los
ADOQUINES BETA 15%*

