

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**ELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON  
RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO  
EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

**AUTOR**

**JEAN PIERRE TICERAN PEREZ**

**ASESOR**

**CARLOS RAFAEL TAFUR JIMENEZ**

<https://orcid.org/0000-0003-0119-8234>

**Chiclayo, 2021**

**ELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO  
PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO  
TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL  
DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019**

PRESENTADA POR  
**JEAN PIERRE TICERAN PEREZ**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**Ingeniero Civil Ambiental**

APROBADA POR

Segundo Guillermo Carranza Cieza  
PRESIDENTE

Cesar Eduardo Cachay Lazo  
SECRETARIO

Carlos Rafael Tafur Jimenez  
VOCAL

## RESUMEN

Uno de los problemas más grandes que ya yace de muchos años y aún no se tiene un tratamiento para ello, es el de los residuos de construcción y demolición (RCD), que se observa un aumento debido al crecimiento de la población puesto que está relacionado al tema de construcción y demolición, en la cual se aprecia un abandono por parte de la municipalidad al no generar propuestas de solución, dando un impacto visual desfavorable para la ciudad ya que la mayoría de estos residuos son dejados en terrenos aledaños a las carreteras.

Por eso se buscó que, al emplear concreto triturado reciclado utilizado como agregado grueso en la elaboración de concreto para prefabricados de uso peatonal, se genere una alternativa para su uso y así darles un valor económico a los residuos de concreto y al mismo tiempo evitar la explotación de canteras naturales.

Para el desarrollo de esta investigación se evaluó el módulo de rotura, la resistencia a la compresión y resistencia a la abrasión a los adoquines elaborados con los residuos de concreto triturado como agregado grueso. Finalmente, con los resultados obtenidos se realizó comparaciones de la influencia que generaba estos agregados en las propiedades físicas del concreto.

**Palabras clave:** Residuos, concreto, construcción, demolición, módulo de rotura, resistencia a la compresión, resistencia a la abrasión, prefabricados.

## **ABSTRACT**

One of the biggest problems that has lasted for many years and there is still no treatment for it, is that of construction and demolition waste (RCD), which is increasing due to population growth since it is related to the issue of construction and demolition, in which an abandonment by the municipality is appreciated by not generating solution proposals, giving an unfavorable visual impact for the city since most of this waste is left on land adjacent to the highways.

That is why it was sought that, by using recycled crushed concrete used as coarse aggregate in the preparation of concrete for precasts for pedestrian use, an alternative for its use is generated and thus give an economic value to the concrete waste and at the same time avoid the exploitation of natural quarries.

For the development of this research, the modulus of rupture, the resistance to compression and resistance to abrasion of the paving stones made with the crushed concrete residues as coarse aggregate were evaluated. Finally, with the results obtained, comparisons were made of the influence that these aggregates generated on the physical properties of the concrete.

**Keywords:** Waste, concrete, construction, demolition, modulus of rupture, compression resistance, abrasion resistance, prefabricated.

## ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN .....	16
II.	MARCO TEÓRICO .....	19
	2.1. Antecedentes del problema .....	19
	2.1.1. Tesis internacionales .....	19
	2.1.2. Tesis Nacionales.....	20
	2.2 Bases Teórico Científicas.....	21
	2.2.1. Residuos de construcción y demolición (RCD) .....	21
	2.2.2. Fuentes de producción de RCD.....	21
	2.2.3. Composición de los RCD.....	22
	2.2.4. Gestión Integral de los Residuos de construcción y demolición (RCD).....	23
	2.2.5. Normatividad y entidades.....	25
	2.2.6. Impacto ambiental, social y económico de los RCD .....	25
	2.2.7. Concreto .....	26
	2.2.8. Elemento prefabricado .....	28
	2.2.9. Vereda .....	29
III.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	31
	3.1. Tipo y nivel de investigación .....	31
	3.2. Diseño de investigación .....	31
	3.3. Población, muestra, muestreo.....	31
	3.3.1. Población.....	31
	3.3.2. Muestra.....	31
	3.4. Criterios de selección .....	31
	3.5. Operacionalización de variables.....	33
	3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	33
	3.6.1. Técnicas.....	33
	3.6.2. Instrumentos .....	34
	3.7. Procedimientos .....	34
	3.7.1. Ensayo granulométrico de agregados gruesos y finos .....	34
	3.7.2. Ensayo de peso específico y absorción de agregados gruesos .....	37
	3.7.3. Pesos unitarios del agregado fino y grueso .....	37
	3.7.4. Elaboración del Adoquín.....	38

3.7.7. Ensayo de módulo de rotura.....	42
3.7.8. Ensayo de succión .....	43
3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos .....	44
3.9. Matriz de consistencia.....	46
IV. RESULTADOS.....	47
4.1. EVALUACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CONCRETO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.....	47
4.2. RESUMEN DE ENSAYOS DE LOS AGREGADOS .....	51
4.2.1. Agregado fino.....	51
4.2.2. Agregado grueso .....	52
4.2.3. Material más fino que pasa el tamiz N°200 – Agregado grueso .....	54
4.3. Diseño de mezcla patrón para $f'c = 120\text{kg/cm}^2$ .....	55
4.4. Resumen de los diseños de mezcla .....	57
4.5. Ensayos para el concreto en estado fresco .....	57
4.5.1. Ensayo de peso unitario.....	57
4.5.2. Asentamiento.....	59
4.6. Ensayos para el concreto endurecido .....	59
4.6.1. Tolerancia dimensional .....	59
4.6.2. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto.....	62
4.4.3. Resistencia a la flexión por tracción (módulo de rotura) .....	64
4.4.4. Resistencia a la absorción .....	65
4.4.5. Resistencia a la abrasión .....	67
4.4.6. Resistencia a la succión.....	69
V. DISCUSIÓN.....	71
5.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	71
5.1.1. Concreto en estado fresco .....	71
5.1.1.1 Ensayo de peso unitario .....	71
5.1.1.2 Ensayo de asentamiento .....	72
5.1.2. Concreto en estado endurecido .....	72
5.1.2.1 Ensayo de resistencia a la compresión .....	72
5.1.2.1.1. Concreto $f'c=120\text{ Kg/cm}^2$ para la muestra patrón.....	73
5.1.2.1.2. Concreto $f'c=120\text{ Kg/cm}^2$ con reemplazo de residuos de concreto.....	74
5.1.2.2 Ensayo de módulo de rotura .....	75
5.1.2.3 Ensayo de resistencia a la abrasión.....	76

5.1.2.4	Ensayo de succión .....	78
5.1.2.5	Ensayo de absorción .....	79
5.1.2.6	Durabilidad .....	80
VI. EVALUACIÓN ECONÓMICA .....		81
VII. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL .....		88
7.1	RESUMEN EJECUTIVO .....	88
7.2.	RESUMEN EJECUTIVO .....	88
7.2.1	Objetivos y alcance .....	88
7.2.1.1	Objetivo General.....	88
7.2.1.2	Objetivos Específicos .....	88
7.2.1.3	Alcance .....	89
7.3.	MARCO LEGAL.....	89
7.3.1	Normativa general .....	89
7.3.2	Normativa sobre el ambiente y los recursos naturales .....	89
7.3.3	Normativa sobre límites máximos permisibles y estándares de calidad .....	89
7.3.4	Normativa sobre salud.....	89
7.4	DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO.....	90
7.4.1	Ubicación del proyecto.....	90
7.5	AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO .....	91
7.5.1	Área de influencia directa e indirecta del proyecto .....	91
7.6	LINEA BASE AMBIENTAL.....	92
7.6.1	Descripción del aspecto físico.....	92
7.6.1.1	Clima y meteorología .....	93
7.6.1.1.1	Clima .....	93
7.6.1.1.2	Temperatura .....	93
7.6.1.1.3	Humedad .....	94
7.6.1.1.4	Viento .....	95
7.6.1.2	Geología .....	96
7.6.1.3	Geomorfología .....	96
7.6.1.4	Calidad del aire.....	96
7.6.1	Descripción del aspecto biológico.....	96
7.6.1.1	Flora.....	96
7.6.1.2	Fauna .....	98
7.6.1.3	Ecosistema o paisajes .....	100

7.6.3.	Descripción del aspecto socioeconómico.....	101
7.7.	IDENTIFICACION Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES .....	102
7.7.1	Factores ambientales sensibles a impacto .....	102
7.7.2	Identificación de impactos ambientales .....	104
7.7.2.1	Método de Leopold.....	104
7.7.2.2	Resultados y análisis de la matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales.....	107
7.7.2.2	Descripción de los principales impactos .....	109
7.8.	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL .....	115
7.8.1	Programa de Prevención y Mitigación del Impacto Ambiental .....	116
VIII.	CONCLUSIONES .....	125
IX.	RECOMENDACIONES .....	126
X.	REFERENCIAS .....	127
XI.	ANEXOS.....	130

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA N° 1:</b> Composición de los residuos de construcción en España.....	22
<b>FIGURA N°2:</b> Principios rectores en la gestión de RCD.....	23
<b>FIGURA N°3:</b> Mapa del departamento de Lambayeque.....	90
<b>FIGURA N°4:</b> Mapa Provincia de Chiclayo .....	90
<b>FIGURA N°5:</b> Mapa ubicación de la USAT .....	91
<b>FIGURA N°6:</b> Área de influencia directa (Distrito de Lambayeque).....	92
<b>FIGURA N°7:</b> Climograma Lambayeque .....	93
<b>FIGURA N°8:</b> Diagrama de Temperatura Lambayeque .....	94
<b>FIGURA N°9:</b> Tabla climática de Lambayeque.....	94
<b>FIGURA N°10:</b> Niveles de comodidad de humedad.....	95
<b>FIGURA N°11:</b> Velocidad promedio del viento .....	95
<b>FIGURA N°12:</b> Arbusto.....	97
<b>FIGURA N°13:</b> Pino .....	97
<b>FIGURA N°14:</b> Washigtonia spp.....	98
<b>FIGURA N°15:</b> Tortola.....	99
<b>FIGURA N°16:</b> Huerequeque .....	99
<b>FIGURA N°17:</b> Coragyps atratus.....	100
<b>FIGURA N°18:</b> Lacertilia .....	100
<b>FIGURA N°19:</b> Parte de área verde .....	101
<b>FIGURA N°20:</b> Solicitud .....	130
<b>FIGURA N°21:</b> Ensayo de abrasión del agregado grueso reciclado.....	131
<b>FIGURA N°22:</b> Problemática de grietas en veredas .....	132
<b>FIGURA N°23:</b> Mapa de los puntos críticos en Lambayeque .....	133
<b>FIGURA N°24:</b> Ubicación del PTO RCD – 01.....	133
<b>FIGURA N°25:</b> Ubicación del PTO RCD – 02.....	134
<b>FIGURA N°26:</b> Ubicación del PTO RCD – 03.....	134
<b>FIGURA N°27:</b> Ubicación del PTO RCD – 04.....	135
<b>FIGURA N°28:</b> Ubicación del PTO RCD – 05.....	135
<b>FIGURA N°29:</b> Ubicación del PTO RCD – 06.....	136
<b>FIGURA N°30:</b> Ubicación del PTO RCD – 07.....	136
<b>FIGURA N°31:</b> Ubicación del PTO RCD – 08.....	137
<b>FIGURA N°32:</b> Ubicación del PTO RCD – 09.....	137

<b>FIGURA N°33:</b> Trituración del concreto reciclado .....	138
<b>FIGURA N°34:</b> Mezcla de los agregados .....	139
<b>FIGURA N°35:</b> Moldeado de los adoquines de concreto .....	139
<b>FIGURA N°36:</b> Vibrado de los adoquines de concreto .....	140
<b>FIGURA N°37:</b> Curado de adoquines de concreto .....	140
<b>FIGURA N°38:</b> Ensayo de asentamiento .....	141
<b>FIGURA N°39:</b> Rotura en el ensayo de resistencia a la compresión .....	141
<b>FIGURA N°40:</b> Ensayo de módulo de rotura del adoquín.....	142
<b>FIGURA N°41:</b> Ensayo de abrasión al adoquín.....	142
<b>FIGURA N°42:</b> Boleta de pago de insumos.....	143
<b>FIGURA N°43:</b> Boleta de pago para agregado de concreto triturado.....	143
<b>FIGURA N°44:</b> Granulometría del Agregado fino .....	144
<b>FIGURA N°45:</b> Granulometría del Agregado grueso reciclado .....	145
<b>FIGURA N°46:</b> Granulometría del Agregado grueso natural .....	146
<b>FIGURA N°47:</b> Contenido de humedad del Agregado fino.....	147
<b>FIGURA N°48:</b> Contenido de humedad del Agregado grueso natural .....	148
<b>FIGURA N°49:</b> Contenido de humedad del Agregado grueso reciclado.....	148
<b>FIGURA N°50:</b> Peso Específico y Grado de Absorción del Agregado fino.....	149
<b>FIGURA N°51:</b> Peso Específico y Grado de Absorción del Agregado grueso.....	150
<b>FIGURA N°52:</b> Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado fino .....	151
<b>FIGURA N°53:</b> Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado grueso reciclado .....	152
<b>FIGURA N°54:</b> Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado grueso natural.....	153
<b>FIGURA N°55:</b> Diseño de mezcla para $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ .....	154
<b>FIGURA N°56:</b> Diseño de mezcla para $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ con 25% agregado grueso reciclado .....	157
<b>FIGURA N°57:</b> Diseño de mezcla para $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ con 50% agregado grueso reciclado .....	160
<b>FIGURA N°58:</b> Diseño de mezcla para $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ con 100% agregado grueso reciclado .....	163
<b>FIGURA N°59:</b> Contenido de sales agregado fino .....	166
<b>FIGURA N°60:</b> Contenido de sales agregado grueso .....	167
<b>FIGURA N°61:</b> Contenido de sales agregado grueso reciclado .....	168
<b>FIGURA N°62:</b> Contenido de cloruros y sulfatos agregado fino.....	169
<b>FIGURA N°63:</b> Contenido de cloruros y sulfatos agregado grueso .....	170

<b>FIGURA N°64:</b> contenido de cloruros y sulfatos agregado grueso reciclado.....	171
<b>FIGURA N°65:</b> material que pasa malla n 200 agregado grueso reciclado .....	172
<b>FIGURA N°66:</b> Ensayo a la compresión – muestra patrón.....	173
<b>FIGURA N°67:</b> Ensayo a la compresión – muestra patrón.....	174
<b>FIGURA N°68:</b> Resistencia a la compresión .....	175
<b>FIGURA N°69:</b> Resistencia a la compresión con 25% de reemplazo.....	176
<b>FIGURA N°70:</b> Resistencia a la compresión con 50% de reemplazo.....	177
<b>FIGURA N°71:</b> Resistencia a la compresión con 100% de reemplazo .....	178
<b>FIGURA N°72:</b> Resistencia a la compresión a los 14 días .....	179
<b>FIGURA N°73:</b> Resistencia a la compresión a los 14 días con 25% de reemplazo.....	180
<b>FIGURA N°74:</b> Resistencia a la compresión a los 14 días con 50% de reemplazo.....	181
<b>FIGURA N°75:</b> Resistencia a la compresión a los 14 días con 100% de reemplazo.....	182
<b>FIGURA N°76:</b> Resistencia a la compresión a los 21 días .....	183
<b>FIGURA N°77:</b> Resistencia a la compresión a los 21 días con 25% de reemplazo.....	184
<b>FIGURA N°78:</b> Resistencia a la compresión a los 21 días con 50% de reemplazo.....	185
<b>FIGURA N°79:</b> Resistencia a la compresión a los 21 días con 100% de reemplazo.....	186
<b>FIGURA N°80:</b> Resistencia a la compresión a los 28 días .....	187
<b>FIGURA N°81:</b> Resistencia a la compresión a los 28 días con 25% de reemplazo.....	188
<b>FIGURA N°82:</b> Resistencia a la compresión a los 28 días con 50% de reemplazo.....	189
<b>FIGURA N°83:</b> Resistencia a la flexión por tracción .....	190
<b>FIGURA N°84:</b> Resistencia a la flexión por tracción con 25% de reemplazo.....	191
<b>FIGURA N°85:</b> Resistencia a la flexión por tracción con 50% de reemplazo.....	192
<b>FIGURA N°86:</b> Resistencia a la flexión por tracción con 100% de reemplazo.....	193
<b>FIGURA N°87:</b> Ensayo de absorción.....	194
<b>FIGURA N°88:</b> Ensayo de absorción con 25% de reemplazo .....	195
<b>FIGURA N°89:</b> Ensayo de absorción con 50% de reemplazo .....	196
<b>FIGURA N°90:</b> Ensayo de absorción con 100% de reemplazo .....	197
<b>FIGURA N°91:</b> Ficha técnica del Adoquín sin reemplazo .....	198
<b>FIGURA N°92:</b> Ficha técnica del Adoquín con 25% reemplazo .....	199
<b>FIGURA N°93:</b> Ficha técnica del Adoquín con 50% reemplazo .....	200
<b>FIGURA N°94:</b> Ficha técnica del Adoquín con 100% reemplazo.....	201

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO N°1:</b> Curva granulométrica del agregado fino.....	52
<b>GRÁFICO N°2:</b> Curva granulométrica del agregado grueso reciclado.....	53
<b>GRÁFICO N°3:</b> Curva granulométrica del agregado grueso natural .....	53
<b>GRÁFICO N°4:</b> Pesos unitarios para diseño de mezcla $f'c = 120 \text{ kg/cm}^2$ con reemplazos de agregado grueso reciclado.....	71
<b>GRÁFICO N°5:</b> Influencia del reemplazo de residuos de concreto en el slump .....	72
<b>GRÁFICO N°6:</b> Resistencia a la compresión de la muestra patrón.....	73
<b>GRÁFICO N°7:</b> Resistencia a la compresión con reemplazo de concreto .....	74
<b>GRÁFICO N°8:</b> Modulo de rotura a los 28 días.....	75
<b>GRÁFICO N°9:</b> Ensayo de abrasión de los adoquines.....	76
<b>GRÁFICO N°10:</b> Ensayo de abrasión de los adoquines.....	77
<b>GRÁFICO N°11:</b> Ensayo de succión a los adoquines .....	78
<b>GRÁFICO N°12:</b> Ensayo de absorción para las muestras de adoquines .....	79
<b>GRÁFICO N°13:</b> Evaluación económica de los adoquines.....	83
<b>GRÁFICO N°14:</b> % Incidencia de los costos con respecto a la muestra patrón.....	84

## LISTA DE CUADROS

<b>CUADRO N°1:</b> Descripción de los puntos críticos de los residuos de construcción y demolición .....	32
<b>CUADRO N°2:</b> Variables – Operacionalización .....	33
<b>CUADRO N°3:</b> Matriz de consistencia .....	46
<b>CUADRO N°4:</b> Evaluación del Elemento de RCD 01 .....	47
<b>CUADRO N°5:</b> Evaluación del Elemento de RCD 02 .....	48
<b>CUADRO N°6:</b> Evaluación del Elemento de RCD 03 .....	49
<b>CUADRO N°7:</b> Evaluación del Elemento de RCD 04 .....	50
<b>CUADRO N°8:</b> Evaluación del Elemento de RCD 05 .....	51
<b>CUADRO N°9:</b> Resumen de ensayos del agregado fino .....	52
<b>CUADRO N°10:</b> Resumen de ensayos del agregado grueso natural y reciclado .....	53
<b>CUADRO N°11:</b> Resumen del diseño de mezcla para $f'c = 120 \text{ kg/cm}^2$ con reemplazos de agregado grueso reciclado .....	57
<b>CUADRO N°12:</b> Peso unitario. Diseño de mezcla para $f'c = 120 \text{ kg/cm}^2$ .....	57
<b>CUADRO N°13:</b> Peso unitario. Diseño de mezcla para $f'c = 120 \text{ kg/cm}^2 + 25\%$ de reemplazo .....	58
<b>CUADRO N°14:</b> Peso unitario. Diseño de mezcla para $f'c = 120 \text{ kg/cm}^2 + 50\%$ de reemplazo .....	58
<b>CUADRO N°15:</b> Peso unitario. Diseño de mezcla para $f'c = 120 \text{ kg/cm}^2 + 100\%$ de reemplazo .....	59
<b>CUADRO N°16:</b> Asentamiento en diseño de mezclas incorporando % de reemplazo de concreto triturado .....	59
<b>CUADRO N°17:</b> Tolerancia dimensional de la longitud de los adoquines .....	60
<b>CUADRO N°18:</b> Tolerancia dimensional del ancho de los adoquines .....	60
<b>CUADRO N°19:</b> Tolerancia dimensional del espesor de los adoquines .....	61
<b>CUADRO N°20:</b> Resistencia a la compresión de los adoquines .....	62
<b>CUADRO N°21:</b> Resistencia a la compresión de los adoquines con un reemplazo de 25% ..	62
<b>CUADRO N°22:</b> Resistencia a la compresión de los adoquines con un reemplazo de 50% ..	63
<b>CUADRO N°23:</b> Resistencia a la compresión de los adoquines con un reemplazo de 100% ..	63
<b>CUADRO N°24:</b> Módulo de rotura de los adoquines .....	64
<b>CUADRO N°25:</b> Módulo de rotura de los adoquines con un reemplazo de 25% .....	64
<b>CUADRO N°26:</b> Módulo de rotura de los adoquines con un reemplazo de 50% .....	64

<b>CUADRO N°27:</b> Módulo de rotura de los adoquines con un reemplazo de 100% .....	65
<b>CUADRO N°28:</b> Grado de absorción del adoquín de concreto .....	65
<b>CUADRO N°29:</b> Grado de absorción del adoquín de concreto con un reemplazo de 25% ....	65
<b>CUADRO N°30:</b> Grado de absorción del adoquín de concreto con un reemplazo de 50% ....	66
<b>CUADRO N°31:</b> Grado de absorción del adoquín de concreto con un reemplazo de 100% ..	66
<b>CUADRO N°32:</b> Ensayo de abrasión de los adoquines sin reemplazo .....	67
<b>CUADRO N°33:</b> Ensayo de abrasión de los adoquines con 25% de reemplazo.....	67
<b>CUADRO N°34:</b> Ensayo de abrasión de los adoquines con 50% de reemplazo.....	68
<b>CUADRO N°35:</b> Ensayo de abrasión de los adoquines con 100% de reemplazo.....	68
<b>CUADRO N°36:</b> Ensayo de succión del adoquín .....	69
<b>CUADRO N°37:</b> Ensayo de succión del adoquín con un reemplazo de 25% .....	69
<b>CUADRO N°38:</b> Ensayo de succión del adoquín con un reemplazo de 50% .....	70
<b>CUADRO N°39:</b> Ensayo de succión del adoquín con un reemplazo de 100% .....	70
<b>CUADRO N°40:</b> Resistencia a la compresión nominal para diferentes días .....	72
<b>CUADRO N°41:</b> Costo de elaboración de adoquín de concreto .....	81
<b>CUADRO N°42:</b> Costo del concreto con agregado grueso natural.....	81
<b>CUADRO N°43:</b> Costo del concreto con reemplazo de 25% .....	82
<b>CUADRO N°44:</b> Costo del concreto con 50% agregado grueso reciclado.....	82
<b>CUADRO N°45:</b> Costo del concreto con 100% agregado grueso reciclado.....	82
<b>CUADRO N°46:</b> Resumen de costos para cada reemplazo de residuo de concreto .....	83
<b>CUADRO N°47:</b> Volumen de concreto triturado para cada reemplazo.....	84
<b>CUADRO N°48:</b> Costo de concreto por m <sup>3</sup> de concreto sin reemplazo.....	85
<b>CUADRO N°49:</b> Costo por m <sup>3</sup> de concreto con reemplazo de 25% .....	85
<b>CUADRO N°50:</b> Costo por m <sup>3</sup> de concreto con reemplazo de 50% .....	86
<b>CUADRO N°51:</b> Costo por m <sup>3</sup> de concreto con reemplazo de 100% .....	86
<b>CUADRO N°52:</b> Población censada urbana y rural, según provincia, 2017 .....	102
<b>CUADRO N°53:</b> Determinación de los Factores Ambientales .....	103
<b>CUADRO N°54:</b> Factores ambientales ubicados desde el impacto más desfavorable hasta el más favorable. ....	107
<b>CUADRO N°55:</b> Acciones del proyecto ubicados desde el impacto más desfavorable hasta el más favorable .....	108
<b>CUADRO N°56:</b> Impacto de la Calidad de Aire .....	109
<b>CUADRO N°57:</b> Impacto del Nivel de polvo .....	109
<b>CUADRO N°58:</b> Impacto del Nivel de ruido.....	110

<b>CUADRO N°59:</b> Impacto de las aguas superficiales y su calidad .....	110
<b>CUADRO N°60:</b> Impacto de la morfología de la tierra .....	111
<b>CUADRO N°61:</b> Impacto de la calidad del suelo .....	111
<b>CUADRO N°62:</b> Impacto de la diversidad de la flora .....	112
<b>CUADRO N°63:</b> Impacto en aves .....	112
<b>CUADRO N°64:</b> Impacto en los insectos.....	113
<b>CUADRO N°65:</b> Impacto en los animales terrestres.....	113
<b>CUADRO N°66:</b> Impacto de la eliminación de residuos .....	113
<b>CUADRO N°67:</b> Impacto de las vistas escénicas y panorámicas .....	114
<b>CUADRO N°68:</b> Impacto en pastos .....	114
<b>CUADRO N°69:</b> Impacto en empleo .....	115
<b>CUADRO N°70:</b> Impacto en utilización de áreas de terreno .....	115
<b>CUADRO N°71:</b> Medidas para mitigar el impacto de la calidad de aire .....	116
<b>CUADRO N°72:</b> Medidas para mitigar el nivel de polvo .....	117
<b>CUADRO N°73:</b> Medidas para mitigar el nivel de ruido.....	118
<b>CUADRO N°74:</b> Medidas para mitigar el impacto en las aguas superficiales .....	118
<b>CUADRO N°75:</b> Medidas para mitigar el impacto en la morfología de la tierra .....	119
<b>CUADRO N°76:</b> Medidas para mitigar el impacto de la calidad del suelo .....	119
<b>CUADRO N°77:</b> Medidas para mitigar el impacto en la diversidad de la flora .....	120
<b>CUADRO N°78:</b> Medidas para mitigar el impacto en las aves, insectos y animales terrestres .....	121
<b>CUADRO N°79:</b> Medidas para mitigar el impacto en la eliminación de residuos .....	122
<b>CUADRO N°80:</b> Medidas para mitigar el impacto de las vistas escénicas y panorámicas ..	122
<b>CUADRO N°81:</b> Medidas para mitigar el impacto en los pastos .....	123
<b>CUADRO N°82:</b> Medidas para mitigar el impacto en el empleo .....	123
<b>CUADRO N°83:</b> Medidas para mitigar el impacto en la utilización de áreas de terreno .....	124
<b>CUADRO N°84:</b> Desagregado de movilización y desmovilización .....	202
<b>CUADRO N°85:</b> Costo del concreto triturado por m <sup>3</sup> .....	202

## I. INTRODUCCIÓN

Desde una perspectiva ambiental, la industria de la construcción ha sido dictaminada como la mayor fuente productora de residuos en los países desarrollados. Es por ello que López Domínguez, et al. [1] afirman que, el aumento en la demanda de recursos ha puesto en evidencia la masiva explotación de bancos de extracción y a la vez ha ocasionado el nacimiento de un gran problema ambiental que afecta a la población.

Frente al problema de la producción masiva de residuos de construcción y de demolición (RCD), surge la propuesta de reciclar y reutilizar dichos residuos en lugares habilitados para ello, en la medida que se mitigue la contaminación de nuestro entorno [1].

En el Perú, los incrementos significativos de las edificaciones urbanas generan cada vez más residuos de construcción y de demolición, los cuales carecen de una adecuada gestión que permitan su nuevo uso para obtener resultados óptimos, sin embargo, hay otros que no presentan características que demuestren poder ser reutilizados, lo que genera una polémica en torno a su disposición o regulación [2].

El aumento de construcciones a nivel nacional en las últimas décadas, ha generado el desmesurado crecimiento del porcentaje de RCD, y esto debido al crecimiento masivo de la densidad poblacional en relación al transcurso del tiempo.

Según INEI [3] en el año 2007 la densidad poblacional en nuestro país ascendía a los 27 419 294 habitantes, a la vez también se planteó una estimación del crecimiento de la población peruana para el año 2015, el resultado de esta proyección indicó que el número de habitantes a nivel nacional sería de 31 151 643 en dicho año y para el 2017 se tiene un número de habitantes de 31 237 385.

Los datos estadísticos anteriormente citados evidencian el masivo crecimiento de las urbes en nuestro país. Lo cual trae consigo una demanda mayor en la construcción de viviendas principalmente, por ser una necesidad básica y primordial. Por ello podemos afirmar que el aumento de la densidad poblacional es sinónimo de una mayor producción de RCD, y por ende constituye un factor de riesgo para la estabilidad ambiental.

Las municipalidades locales, dentro del país juegan un papel muy importante en la gestión ambiental, no solo a los RCD, sino de todos los residuos sólidos, por ello es su responsabilidad

promover leyes y sitios adecuados para su acumulación. La recuperación de los residuos producidos por el sector construcción permitiría recuperar las zonas afectadas producto de la contaminación generada por estos, además de contribuir a la economía local y por ende nacional.

Debido a la necesidad de soluciones efectivas frente al masivo aumento de los RCD, entidades nacionales como la Organización de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), realizan fiscalizaciones a nivel nacional, de cada departamento del país, a fin de verificar el cumplimiento del buen manejo y gestión de lo que serían los residuos sólidos, lo que incluye los desechos de las construcciones y demoliciones. Esto permite evaluar variables y componentes capaces de dar indicios sobre la eficiencia de las soluciones planteadas inicialmente [4].

La OEFA [4] tiene identificada a 1585 botaderos informales a nivel nacional, de los cuales solo 27 botaderos han sido categorizados como áreas que pueden ser reconvertidas en infraestructuras formales de disposición de residuos sólidos. Entre los departamentos con mayor presencia de botaderos se encuentran Áncash (149), Cajamarca (123) y Puno (111) y entre los departamentos con mayor extensión de áreas afectadas por botaderos se encuentran Lambayeque (438 ha), Ica (276 ha) y Piura (201 ha).

Sin embargo, esto ha dado como resultado el incremento de escombros por parte de construcciones de obras civiles, dando origen a los RCD, siendo estos dispuestos a cielo abierto, afectando así el medio ambiente, y además afectando la calidad de vida de las personas, cercanas a donde se destinan esta clase de residuos.

En el departamento de Lambayeque, durante el mes de marzo en el año 2015, se realizaron supervisiones a las municipalidades provinciales teniendo como resultados, que ninguna cuenta con personal técnico especializado en temas ambientales y de residuos sólidos, y ninguna cuenta con una infraestructura destinada para la disposición final de RCD [4].

Según lo proporcionado en la municipalidad de Lambayeque se tiene un volumen de 10298m<sup>3</sup> los cuales muchos de estos puntos se encuentran en los laterales de carreteras las cuales generan un impacto visual, dando una mala imagen tanto a turistas como visitantes generando una mala imagen de Lambayeque.

En lo que respecta a las veredas de nuestras ciudades estas se encuentran en un mal estado hasta en algunos casos perdiendo la importancia para la cual fueron diseñadas no

proporcionando un buen desplazamiento peatonal; esto se puede reflejar una mala práctica constructiva como el manejo de los materiales para lograr dicha resistencia, así como la falta de juntas, logrando evitar grietas longitudinales.

En el presente proyecto de investigación, la justificación viene enmarcada en los siguientes puntos: conveniencia, social e implicaciones prácticas.

**Conveniencia:** Es de gran importancia los RCD ya que podrían ser reutilizados mediante una previa selección así dándole un valor monetario y no seguir considerándolos como inservibles, de esta manera se está mejorando y reduciendo el impacto ambiental puesto que se reduce la explotación de más reservas naturales.

**Relevancia social:** Tras el aprovechamiento de estos residuos ya sean como prefabricados no estructurales, su costo sería menor ya que provienen del reciclaje y así generar una gestión municipal en apoyo aquellos lugares que aún no cuentan con veredas y calles pavimentadas.

**Implicaciones prácticas:** Con la información y normas se logrará generar métodos prácticos de la utilización del RCD que permitan disminuir costos y así aumentar su utilización cada vez más en construcciones menores, logrando generar en la población una conciencia ambiental.

Teniendo como objetivo general evaluar si es factible el aprovechamiento del concreto triturado reciclado como agregado grueso en elementos prefabricados tanto económico como ambientalmente. Y como objetivos específicos: determinar un diseño de mezcla apropiado para la elaboración de concreto con adiciones de concreto triturado 25%, 50% y 100%, comparar el comportamiento en el concreto con agregados naturales y concreto reciclado triturado en los ensayos a la compresión, abrasión y módulo de rotura, realizar la evaluación del elemento de concreto que será utilizado en el triturado, comparar costo-beneficio de fabricación de elementos prefabricados con concreto reciclado triturado como agregado grueso y realizar la evaluación de impacto ambiental.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes del problema

#### 2.1.1. Tesis internacionales

Morales, Martín (2013). **“El residuo de construcción y demolición (RCD) como árido en la elaboración de prefabricados no estructurales”**. Universidad de Granada. España [5].

La presente tesis tiene como tema de investigación el reciclaje y la valorización de residuos de la construcción, el cual el problema que se solucionó fue el incremento de residuos provenientes de las construcciones y demoliciones, cuyo destacado volumen genera un impacto visual al ser depositados en vertederos no controlados que, han minado la periferia de pueblos y ciudades. Como solución ante el problema, es el aprovechamiento de estos áridos reciclados para la elaboración de piezas prefabricadas de hormigón no estructural, contribuyendo a reducir el impacto ambiental y el consumo de materia prima natural. Con todo lo realizado anteriormente se determinó que el aspecto de los bloques prefabricados con áridos reciclados, a excepción de la variación en el color de los que incluyen árido reciclado en su composición no presentan diferencias en su aspecto, en su homogeneidad y uniformidad de color y textura, respecto a los elaborados con áridos naturales; además las dosificaciones que responden al patrón empleado en la fase de ejecución de piezas elaboradas con 50% árido reciclado de hormigón y 50% natural; como también se determinó que la absorción por capilaridad es sustancialmente mayor en las piezas elaboradas con la mezcla de áridos naturales y reciclados más de un 50%. La investigación llegó a concluir que:

Los áridos procedentes de residuos de construcción y de demolición se pueden asegurar que son materiales granulares.

Las deficiencias que presentan los áridos se pueden corregir con un mejorado en el proceso de selección, limpieza y trituración.

La normativa no fomenta el uso del árido reciclado.

La utilización de estos áridos reciclados en aplicaciones menos exigentes, prefabricadas de hormigón no estructural.

El producto más adecuado en la aplicación de ahorros sería el hormigón triturado.

Carlos Bedoya y Luis Dzul. (2015). **“El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana.”** Revista Ingeniería de Construcción (RIC) [6].

La presente tesis tiene como tema de investigación el reciclaje y valorización de residuos de la construcción; cuando se elabora un material tan usado como el concreto se requiere de

materias primas no renovables, las que como consecuencia generan un impacto ambiental negativo. Por lo que la comunidad de la ciudad de Medellín se ve afectada por la explotación de canteras para la obtención de agregados, teniendo como consecuencia una degradación ambiental de la corteza terrestre urbana, pérdida de potencial como paisaje. Se realizaron ensayos de resistencia y durabilidad, las cuales se fabricaron muestras cilíndricas de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura, se curaron y se tuvieron diversos resultados en diferentes días. También se observó su absorción, densidad Bulk, porosidad y carbonatación.

Los agregados se recolectan y se producen varios tipos de combinaciones, incluidos agregados transnaturales, agregados naturales finos y proporciones de agregados reciclados, respectivamente. Su coeficiente de isla indica que los áridos finos duros 100% naturales y 100% reciclados tienen el mismo valor por su homogeneidad. Resultado de la investigación:

El agregado de escombros reciclados se puede utilizar como materia prima para nuevos materiales de construcción como el hormigón. No todas las mezclas son necesarias para el uso previsto.

### **2.1.2. Tesis Nacionales**

Condori (2015) realizó la investigación: “**Reutilización de agregados en la producción del concreto para edificaciones en la ciudad de Juliaca**”, en la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” [7] , por una generación masiva de RCD en los últimos años, aplicando metodologías tales como determinar mediante ensayos de laboratorio las características físicas y químicas que tienen los agregados naturales y los reciclados provenientes de RCD, con el fin de reciclarlos y utilizarlos como nuevos agregados en la fabricación de concreto. Para lograr esto se realizaron ensayos de laboratorio como abrasión, pesos unitarios, peso específico, humedad, granulometrías, etc., para posteriormente realizar un diseño de mezcla para un concreto con una resistencia de 230 kg/cm<sup>2</sup>, pero se usaron 3 mezclas diferentes de concreto, una con 25% de agregados reciclados, otra con 50% y la última con 75% de agregados reciclados. Con todo lo planteado anteriormente se determinó que, para los agregados gruesos, se alcanzó una resistencia del 96%, utilizando solo agregados naturales. Utilizando agregados reciclados, se obtuvieron unas resistencias de: 212.28 kg/cm<sup>2</sup> para una mezcla de 75% AN - 25% AR, 204.95 kg/cm<sup>2</sup> para una de 50% AN - 50% AR y 184.84 kg/cm<sup>2</sup> para una mezcla 25% AN - 75% AR. La investigación llegó a las siguientes principales conclusiones:

Al determinar las características físicas y resistentes de los agregados naturales con los reciclados, se ha verificado que son agregados de calidad recomendables para usarse nuevamente en el concreto.

Mediante la producción de mezclas de concreto con diferentes porcentajes de agregados reciclados se llega a la conclusión de que mayor cantidad de agregados disminuye la resistencia del concreto a un 6%.

## **2.2 Bases Teórico Científicas**

### **2.2.1. Residuos de construcción y demolición (RCD)**

Los RCD son todos aquellos generados en el proceso de ejecución de una obra: construcción, rehabilitación y demolición.

Hernández y Moreno [8] nos mencionan que se entiende por residuo de construcción y demolición (RCD) cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo con la definición de residuo establecida en la normativa vigente, se genere en una obra de construcción o demolición.

Las cifras en relación a la producción de residuos durante en proceso de construcción de una edificación en los últimos años han aumentado desfavorablemente pues a mayor producción.

#### **2.2.1.1. RCD Aprovechables**

Los residuos de construcción y demolición aprovechables, son todos aquellos que pueden servir como base para la producción de nuevos materiales, previa una gestión de la disposición final de estos.

#### **2.2.1.2. RCD No aprovechables**

Los residuos de construcción y de demolición no aprovechables, son todos aquellos que al haber sido dispuesto a un control de calidad previo no cumple con los requerimientos mínimos para ser reutilizados y reinsertados como nuevos productos.

### **2.2.2. Fuentes de producción de RCD**

Dentro de las actividades realizadas por sector construcción se visualizan diferentes fuentes que originan residuos a grandes escalas.

Dichas fuentes son: El proceso de construcción, proceso de rehabilitación de rehabilitación y el proceso de remodelación de una edificación.

Estudios y análisis de producción, han corroborado que la fuente de producción principal de los residuos se da durante la ejecución del proceso constructivo, siendo el concreto y los materiales de relleno (excavaciones) los de mayor producción.

### 2.2.2.1. Residuos de construcción

El 75% son residuos de origen pétreo (restos de hormigón) y cerámico. El 25% restante es una mezcla constituida de residuos mínimos como madera, vidrio, pintura, plásticos entre otros [9].

### 2.2.2.2. Residuos de demolición

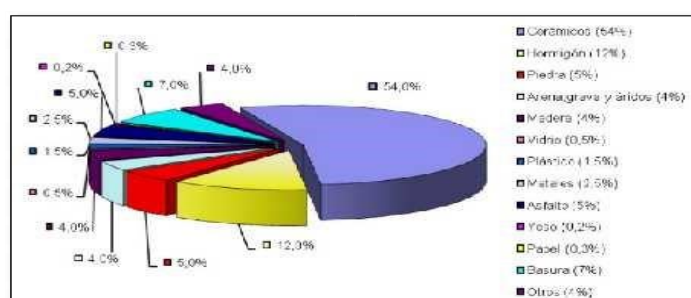
Los residuos de demolición se distinguen de los residuos de construcción porque se encuentran más contaminados y por lo mezclados que se encuentran entre escombros de hormigón, cerámicos, ladrillos, entre otros. La separación de los residuos de una demolición no se puede realizar en obra, es necesario realizar una demolición selectiva para promover el reciclaje de los materiales, sin embargo, aun así, existirá un significativo porcentaje de residuos que no se podrán separar para reutilizar [9].

### 2.2.3. Composición de los RCD

Wen-Ling [10], señala que, los RCD están compuestos en su gran mayoría, por rocas, ladrillos, paneles de yeso, hormigón, acero, vidrio, madera, tejas, elementos de plomería, techos de asfalto, elementos para calefacción y electricidad, entre otros.

Debido al auge del sector construcción en los últimos años se produjeron innumerables cambios tanto en los materiales que usan como en los métodos de construcción, lo que originó que la composición de los escombros y residuos finales sea más variable que de comparación con años anteriores.

**FIGURA N° 1:** Composición de los residuos de



**Fuente:** Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente. s.f.

## 2.2.4. Gestión Integral de los Residuos de construcción y demolición (RCD)

Los residuos de construcción y demolición, constituyen en gran medida un factor condicionante que afecta el medio ambiente, es por esto que una adecuada gestión de dichos residuos es de suma importancia para que el sector construcción sea amable con nuestro medio.

### 2.2.4.1. Lineamientos ambientales de los RCD

El manejo de los residuos generados por las actividades de construcción y demolición tienen cuatro principios que rigen y garantizan su adecuada gestión ambiental en una obra [11].

**FIGURA N°2:** Principios rectores en la gestión de RCD



**Fuente:** Ortega Acosta, y otros (2016)

- **Reducción**

La reducción de los residuos de construcción y demolición implica un concepto mucho más amplio que el de “reciclar”. Para conseguir el objetivo de que el sector construcción sea más amable y consiente con nuestro medio ambiente, es necesario promover en el hombre una educación ambiental con el fin de crear una cultura que trascienda y que propicie la reutilización.

Enfocándonos en cuanto a los RCD generados en una obra, para la minimización de estos es necesario realizar una adecuada planeación para determinar la cantidad estrictamente necesaria de materiales requeridos, y así evitar pérdidas y por ende un significativo aumento de residuos.

- **Reciclaje**

Orozco, et al. [12] menciona que esta fase se describe como el proceso donde los residuos de construcción y demolición son recolectados y transformados en nuevos materiales que puedan ser reincorporados al ciclo productivo y utilizados como nuevos productos o materias primas.

El reciclaje en el proceso de construcción es necesario y se debe implementar en cada obra, para que así se puedan aprovechar los residuos generados en las actividades desarrolladas.

- **Reutilización**

Para empezar a reutilizar un recurso, es necesario hacerle estudios previos para conocer sus características y la composición de estos recursos, ya que si un residuo tiene en su composición elementos o sustancias que puedan tener un impacto negativo, no se podría Reutilizar. Es necesario que las fuentes de producción (empresas constructoras) estén autorizadas para empezar a reutilizar los residuos generados, de manera que se vuelva un hábito [2].

- **Eliminación**

La fase de eliminación nos describe el proceso mediante se define la disposición final de los residuos de construcción y demolición.

Dado que existen residuos peligrosos, no aprovechables, es necesario que se garantice una disposición final controlada y adecuada, que cumpla con la normativa ambiental. Las plantas de reciclaje y vertederos fiscalizados son reservas a priori donde deberían ir a parar todos los residuos de una obra para así lograr la reutilización de estos, evitando de paso el daño a nuestro ambiente y la nuestra salud.

#### **2.2.4.2. Procesos de gestión de los RCD**

- **Plan de gestión de los RCD**

El objetivo de la elaboración de un Plan Director de Gestión para los RCD, es gestionar eficientemente la disposición final de estos, así como controlar su vertido en diferentes focos no adecuados.

Hernandez y Moreno [8], nos proponen un modelo de gestión que incluye la creación de las siguientes infraestructuras:

Plantas de reciclables de los RCD, para producir nuevos materiales a partir de los residuos.

Creación de puntos limpios y adecuados para el depósito de residuos de construcción y de demolición pequeños como los de origen domiciliario.

Según la organización PAIDI "TEP 227 Ingeniería de la Construcción [13], que, para tener una gestión adecuada, control y mantenimiento de los residuos de construcción y de demolición (RCD), es necesario obtener datos sobre quien los produce y por qué los producen. También, es necesario conocer las características de estos, ya que nos va a permitir clasificar los distintos tipos de residuos para conocer si son reutilizables o no.

Existen numerosas formas de clasificar los residuos de construcción y de demolición para su gestión adecuada. En primer lugar, se pueden clasificar según su origen lo que nos va a

permitir conocer sus características y así mismo el impacto que tienen sobre el medio ambiente, ya sea positivo o negativo y, en segundo lugar, clasificarlos según su naturaleza para saber los problemas que tienen con respecto a la carencia de gestión [9].

### **2.2.5. Normatividad y entidades**

Según OEFA [4], una de las entidades encargadas de promover la adecuada gestión de los residuos es El Ministerio del Ambiente (MINAM) de acuerdo a la ley N° 28245. Además, de acuerdo a la Ley N° 27314 (Ley General de los Residuos Sólidos) plantea en distintas ciudades del país, la elaboración y aplicación de planes integrales de gestión ambiental.

El sector de la construcción se caracteriza por tener normativas y reglamentación sólidas con respecto a lo legislativo, pero en la cuestión de la gestión de residuos o su reaprovechamiento hay un problema que se debe atender para lograr construcciones sustentables con el medio ambiente. Dentro de esta ley existen numerosos aspectos para prevenir la producción de residuos y también para lograr una gestión adecuada; con programas y planes para lograrlo; pero sin embargo estos lineamientos aun no son aprovechados por la falta de voluntad en los responsables que generan estos residuos, lo que produce día a día un impacto negativo [14].

### **2.2.6. Impacto ambiental, social y económico de los RCD**

#### **2.2.6.1. Impacto Ambiental**

El impacto de la masiva generación de residuos de construcción y demolición en los últimos años, ha sido un factor condicionante en relación a nuestro medio ambiente. Santos, et al. [9], nos dicen que:

La actividad de construcción y de demolición produce un gran impacto negativo en el medio durante la extracción de los áridos con los que se fabricarán los materiales de construcción y su propia fabricación y durante la actividad de construcción y de demolición.

El mayor impacto negativo se da durante el proceso de extracción, puesto que a partir de las materias primas y su uso se generan los residuos.

Es por ello, que la gestión final de los residuos de construcción y de demolición es de vital importancia, puesto que permite obtener beneficios positivos como por ejemplo el mejoramiento y la protección de zonas verdes, y la disminución de riesgos ambientales y de la salud.

### **2.2.6.2. Impacto social y económico**

La acción de gestionar la disposición final de los RCD promueve diversos beneficios. En el ámbito social, esto permite que evitar dañar la salud ambiental de nuestro habitat puesto que previene el uso de vertederos adecuado para el tratamiento de dichos residuos. Entre los beneficios económicos podemos mencionar la reducción de costos en obra debido a exceso de materiales o su transporte de desecho [15].

### **2.2.7. Concreto**

#### **2.2.7.1. Definición e importancia**

El concreto es un producto artificial al cual denominados pasta la cual surge de una composición química de material cementante con el agua; por esta razón, se le denomina una fase continua por mantener la unión de sus partículas entre ellas mismas; siendo este un material que con el tiempo ha sido acogido por el hombre fundamentalmente por las características físicas y químicas del material, las cuales son de vital importancia para la vida útil de las estructuras y por ello se mantiene constante la incorporación intencional de nuevas adiciones para mejorar dichas propiedades como la durabilidad, teniendo como principales limitaciones las bajas resistencias en tracción, flexión y en su permeabilidad [16].

#### **2.2.7.2. Componentes**

##### **2.2.7.2.1. Cemento**

Los cementos Portland son mezclas de materias seleccionadas, extraídas, proporcionadas y calcinadas para lograr la composición química que se desea. La cristalización que queda de la calcinación es finalmente pulverizada.

La ASTM establece especificaciones para cinco tipos de cemento portland incluidos en ASTM C150:

- ✓ ASTM Tipo 1: Este tipo a menudo se llama cemento Portland, que es un tipo común de cemento. Apto para todos los usos. Se utiliza cuando el hormigón no está particularmente en riesgo de sulfatación, o cuando el calor liberado por la hidratación no provoca un aumento de temperatura nocivo.
- ✓ ASTM Tipo II: Es un cemento modificado que se usa cuando se necesita tomar precauciones contra el ataque de sulfatos moderados, como sucede en las estructuras de los drenes donde la cantidad de estos en el suelo es más alta de lo normal, pero no tan severa. Este genera menos calor que el tipo I, se puede usar en estructuras de tamaño considerable, donde el

cemento de moderado calor de hidratación podrá minimizar los aumentos de temperatura, como en columnas esbeltas, contrafuertes pesados, entre otros.

- ✓ ASTM Tipo III: Este puede alcanzar altas resistencias en períodos breves, usualmente en una semana o menos. Su resistencia a los 7 días es similar a los del cemento tipo I a los 28 días. Este tipo de cemento genera más calor por hidratación y se pulveriza de forma más fina que el tipo I. Se usa cuando es necesario retirar el encofrado rápidamente para poder poner el concreto en operación lo antes posible.
- ✓ ASTM Tipo IV: Es usado en grandes masas y cuando se necesita disminuir el índice y la cantidad de calor, como en el caso de presas; donde el aumento de la temperatura por el calor generado durante el proceso de endurecimiento representa un factor crítico. El índice de desarrollo de la resistencia es también bajo.
- ✓ ASTM Tipo V: El cemento es resistente al ácido sulfúrico. Se utiliza cuando el nivel del suelo está expuesto a estructuras de hormigón con alto contenido de sulfato.

#### **2.2.7.2.2. Agregados**

**Agregado fino:** Según Rivva [16] menciona que el agregado fino es aquel, que proviene de la desintegración ya sea natural o artificial de las rocas; que pasas por el tamiz 3/8" y la cual cumple con los límites de acuerdo con la Norma NTP 400.037. Este tipo de agregado puede consistir en arena natural o manufacturada, o ya sea la combinación de las dos. Debemos tener en cuenta para el diseño de mezcla, el módulo de fineza de este agregado debe estar en los límites de 2.3-3.1 para la aceptación del material.

**Agregado grueso:** Según Rivva [16] define al agregado grueso, a aquel material que es retenido por la malla N°04 y cumple los límites establecidos, de acuerdo con la norma 400.037. Este agregado puede consistir, ya sea de grava natural, triturada, piedra partida, agregados metálicos naturales o artificiales. Para el diseño de mezcla este material deberá estar graduado dentro de los límites especificado con la norma NTP 400.037 o ASTM C33.

#### **2.2.7.2.3. Agua**

El agua que se presenta en el diseño de mezcla en el concreto reacciona químicamente con el material cementante para lograr así la formación del gel. Este va a facilitar una adecuada manipulación y colocación del concreto cuando esté en el estado fresco. Por ende, también se convierte en un producto que brindara propiedades y características deseadas, cuando el concreto está en el estado endurecido [16].

### **2.2.7.2. Patología**

#### Definición

Es el estudio sistemático de los procesos y características de las “enfermedades” o los “defectos y daños” que puede sufrir el concreto, sus causas, consecuencias y remedios [16].

### **2.2.7.3. Importancia de la Patología del Concreto**

La calidad en la cual este un concreto en obra es imprescindible e importante, no solamente desde un punto económico para no tener gastos adicionales en su reparación, en lo que sería tener una referencia de un buen proceso constructivo y la calidad de su terminado, de no ser así se tendrá un mercado no muy rentable. Sin embargo, la Patología, concepto inverso de la calidad, no se ha reducido como es deseable; ello a pesar de los múltiples esfuerzos para mejorar la calidad de la construcción.

Si bien es difícil conocer la magnitud del problema patológico, dado que los fracasos se suelen silenciar y se procura evitar su trascendencia, no puede ni debe dejar de reconocerse la existencia de este y, recordar que las fallas, en un país permanentemente sísmico como el nuestro, si bien, en algunos casos , no podrían dar lugar a una catástrofe inmediata, son enfermedades graves progresivas que terminaron arruinando la estructura, siendo el usuario de la construcción el que ha de soportar los daños los costos [16].

Tipos de Ataques: ataques químicos, por ácidos, sulfatos, cloruros, sustancias diversas, gases, reacción cemento-agregado, ataques físicos, congelación, desgaste.

### **2.2.8. Elemento prefabricado**

Es todo elemento en la cual su fabricación esta fuera del lugar donde tendrá que ser ensamblado para lo cual este constará de un proceso constructivo solo de montaje donde se puede optimizar la mano de obra.

#### **2.2.8.1. Compuesto**

Prácticamente es un concreto simple en la cual está conformado por cemento, arena, piedra chancada, agua y en algunos casos el empleo de aditivos.

#### **2.2.8.2. Construcción**

Ya como se sabe para su construcción es necesario la obtención de moldeas ya sean de madera o acero los cuales sirven como receptores para dicho concreto a utilizar en algunos casos estos moldes están sobre una mesa vibratoria para tener una mayor eficiencia.

### **2.2.8.3. Clasificación de los prefabricados**

Se clasifica a los prefabricados:

Según sus dimensiones:

Pequeños: sus dimensiones siempre son menores que su altura de entrepiso o distancia entre muros portantes.

Grandes: sus dimensiones siempre son iguales a su altura de entrepiso o distancia entre muros portantes.

#### **2.2.8.3.1. Según su peso**

Ligeros: menor a 30 kg, pueden ser colocados de manera manual por una persona.

Medianos: mayor que 30kg y menor a 500 kg, son colocados con medios mecánicos simples.

Pesados: mayor a 500 kg, se requiere de una maquinaria pesada.

#### **2.2.8.3.2. Según su forma**

Bloques (albañilería)

Paneles (muros y losas)

Elementos esbeltos (columnas y vigas prefabricadas)

#### **2.2.8.3.3. Según su sección transversal**

Homogéneos: sección maciza, multitubular y nervada.

Heterogéneos: compuestos por secciones portantes (estructurales) y por secciones no estructurales (aislamiento térmico interno u otros materiales).

### **2.2.9. Vereda**

Las veredas son aquellas que sirven para el tránsito peatonal la cual puede estar conformada ya sea por concreto simple o en caso de prefabricados los adoquines, estas están a una determinada altura de la calzada la cual se va extendiendo a lo largo de la calzada.

#### **2.2.9.1. Capas de vereda de mortero**

##### **2.2.9.1.1. Mortero**

Es una mezcla en la cual está presente el cemento, agua, agregados y aditivos con proporciones técnicamente controladas con propiedades de adherencia.

**2.2.9.1.2. Cama de arena**

Está conformada normalmente por una capa de 5 cm de arena, a cuál sirve para darle uniformidad y un soporte ya sea si se utiliza los adoquines o el vertido directo de concreto simple.

**2.2.9.1.3. Terreno natural**

En este caso de ser una superficie del terreno ya sea propia o de préstamo la cual estará previamente compactada generando una plataforma para el apoyo de las dos siguientes capas.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Tipo y nivel de investigación

- **De acuerdo con el fin que se persigue:** Es una investigación tecnológica ya que se propone reemplazo de porcentajes de concreto reciclado en un concreto nuevo, esta investigación estará generando una mayor cantidad de conocimientos y aportes en forma decisiva en la interpretación al ser utilizados para los elementos prefabricados de uso peatonal.

#### 3.2. Diseño de investigación

Esta investigación es experimental, debido a la obtención de ensayos que obtendremos al diseñar concreto para el elemento prefabricado de uso peatonal con residuos de concreto triturado como agregado grueso en diferentes porcentajes, en la cual vamos a manipular las variables.

X1= Incorporación de concreto reciclado triturado como agregado grueso.

Y1= Propiedades del concreto.

#### 3.3. Población, muestra, muestreo

##### 3.3.1. Población

Demoliciones de obras de construcción en el distrito de Lambayeque

##### 3.3.2. Muestra

Residuos de demolición y construcción del concreto (cimentación, columnas, vigas).

#### 3.4. Criterios de selección

Ante la problemática que se encuentra el distrito de Lambayeque por la mala disposición final de los residuos de construcción y demolición, se identificaron los puntos más críticos de estos residuos que se encuentran en los espacios públicos. Se realizó un recorrido de las zonas para la identificación, seleccionando los lugares críticos obteniendo 9 puntos identificados. Lo cual todos estos puntos identificados se ubicaron en un mapa.

A continuación, se muestra la descripción de cada punto crítico identificado.

**CUADRO N°1:** Descripción de los puntos críticos de los residuos de construcción y demolición

<b>N.º PUNTO</b>	<b>COORDENADAS</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>REFERENCIA</b>
<b>PTO RCD – 01</b>	623383 E 9255413 N	Panamericana Chiclayo - Lambayeque	Al costado del Molino Ram (Ver Figura N°24)
<b>PTO RCD – 02</b>	623813 E 9254924 N	Panamericana Chiclayo - Lambayeque	Antes de la tienda de Chevrolet (Ver Figura N°25)
<b>PTO RCD – 03</b>	623922 E 9254819 N	Panamericana Chiclayo - Lambayeque	Después de la tienda de Chevrolet Ver Figura N°26)
<b>PTO RCD – 04</b>	624232 E 9254566 N	Panamericana Chiclayo - Lambayeque	Al frente del Molino El Pirata (Ver Figura N°27)
<b>PTO RCD – 05</b>	623370 E 9255493 N	Panamericana Chiclayo - Lambayeque	Al costado del Molino El Colpa (Ver Figura N°28)
<b>PTO RCD – 06</b>	620984 E 9261487 N	Panamericana Norte – Margen derecho	Al frente de los ladrillos Lark (Ver Figura N°29)
<b>PTO RCD – 07</b>	621228 E 9261313 N	Carretera Fernando Belaunde Terry	Al frente del Molino Don Julio (Ver Figura N°30)
<b>PTO RCD – 08</b>	621266 E 9261312 N	Carretera Fernando Belaunde Terry	Al costado del Molino Don Julio (Ver Figura N°31)
<b>PTO RCD – 09</b>	621322 E 9261702 N	Carretera Fernando Belaunde Terry	Al frente del Cementerio El Ángel (Ver Figura N°32)

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.5. Operacionalización de variables

CUADRONº2: Variables – Operacionalización

VARIABLES		DIMENSIÓN		INDICADORES
INDEPENDIENTE	RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO		PROPIEDADES FÍSICAS	Peso específico
				Grado de absorción
				Peso volumétrico suelto y compactado
				Granulometría
				Resistencia Abrasión
				Contenido de humedad
DEPENDIENTE	ELEMENTO PREFABRICADO PARA VEREDAS	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	ENSAYOS EN ESTADO FRESCO	Peso unitario
			Asentamiento	
		ENSAYOS EN ESTADO ENDURECIDO	Módulo de Rotura	
			Resistencia a compresión	
	CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS	COSTOS	Resistencia Abrasión	
			Costo de materiales	
	Costo de equipos			
	Costo personal			
CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	Matriz de Leopold		
INTERVINIENTES	AGREGADOS	CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO	ENSAYOS ESTÁNDAR	Granulometría
				Contenido de humedad
				Peso específico
				Grado de absorción
	Peso volumétrico suelto y compactado			
	CEMENTO	CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO	ENSAYOS ESTÁNDAR	Especificaciones técnicas
RELACION AGUA CEMENTO	CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO	RESISTENCIA	Especificaciones técnicas	
		DURABILIDAD		

Fuente: Elaboración propia

### 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.6.1. Técnicas

Las técnicas que se usarán para el desarrollo de esta presente investigación serán las siguientes:

- ✓ Observación directa realizando visitas a los lugares donde se tomará el material para realizar el estudio.
- ✓ Experimentación aplicando los ensayos, para la determinación de las propiedades del concreto.

- ✓ Análisis e interpretación de la Normativa Vigente y fuentes bibliográficas consultadas.
- ✓ Evaluación de los datos obtenidos en los diferentes ensayos aplicados en el laboratorio.

### 3.6.2. Instrumentos

- **Programas de computo**
  - ✓ Microsoft Office (Word, Excel, Power Point)
- **Fuentes**

Se realizará la recopilación de información de libros, revistas y publicaciones científicas y estudios realizados del tema en estudio.

- ✓ Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).
- ✓ Normas Técnicas Peruana (NTP).
- ✓ Sociedad Americana para Ensayos y Materiales (ASTM).
- ✓ Instituto Americano del Concreto (ACI)
- ✓ Norma C.E. 010 Pavimentos Urbanos
- ✓ MTC

### 3.7. Procedimientos

En este proyecto de investigación se hará recolección de datos mediante ensayos de laboratorio.

#### 3.7.1. Ensayo granulométrico de agregados gruesos y finos

El ensayo de la norma NTP 400.012 y se fue empleado para el agregado fino, grueso considerado el siguiente:

Los análisis granulométricos tienen por objeto determinar las cantidades en las que están presentes partículas de ciertos tamaños en el agregado. La distribución de este agregado según su tamaño se determina mediante el empleo de zarandas de diferentes tamaños. Los resultados se utilizan para garantizar el cumplimiento de los requisitos de esa especificación y proporcionar los datos necesarios para crear varias agregaciones y agregaciones. Los datos también se pueden utilizar para desarrollar una relación entre la porosidad y el empaquetamiento.

La importancia de la granulometría de los agregados radica, en que de estos dependerán las propiedades de los diferentes tipos de concretos, mayor estabilidad volumétrica, resistencia, y por esto conviene que los agregados ocupen la mayor masa del hormigón, compatible con la trabajabilidad.

La granulometría de una base de agregados se define como la distribución del tamaño de sus partículas. Esta granulometría se determina haciendo pasar una muestra representativa de agregados por una serie de tamices ordenados, por abertura, de mayor a menor.

El tamizado a mano se hace de tal manera que el material se mantenga en movimiento circular con una mano mientras se golpea con la otra, pero en ningún caso se debe inducir con la mano el paso de una partícula a través del tamiz; Recomendando, que los resultados del análisis en tamiz se coloquen en forma tabular.

Siguiendo la respectiva recomendación, se indica la serie de tamices utilizada en orden descendente. Después se toma el material retenido en cada tamiz, se pesa. Cada uno de estos pesos retenidos se expresa como porcentaje (retenido) del peso total de la muestra.

$$\text{Fórmula. \% Retenido} = \frac{\text{Peso de material retenido en tamiz}}{\text{Peso total de la muestra}} * 100$$

El porcentaje acumulado que pasa, que será simplemente la diferencia entre 100 y el porcentaje retenido acumulado.

$$\text{Fórmula \% PASA} = 100 - \% \text{ Retenido Acumulado.}$$

Los resultados de un análisis granulométrico también se pueden representar en forma gráfica y en tal caso se llaman curvas granulométricas.

Estas gráficas se representan por medio de dos ejes perpendiculares entre sí, horizontal y vertical, en donde las ordenadas representan el porcentaje que pasa y en el eje de las abscisas la abertura del tamiz cuya escala puede ser aritmética, logarítmica o en algunos casos mixtos.

Las curvas granulométricas permiten visualizar mejor la distribución de tamaños dentro de una masa de agregados y permite conocer además que tan grueso o fino es.

#### ✓ **Procedimiento agregado grueso**

##### Paso N°1

En un lugar propicio se coloca la muestra del 6kg de agregado grueso. Utilizando el cucharón metálico vaciamos el material en el suelo tratando de proporcionarle una forma cónica. Luego se procede a aplanar la punta de muestra pirámide construida con el material, de tal manera que esparzamos el agregado, para proceder hacer el cuarteo.

##### Paso N°2

Al ya tener el material esparcido, procedemos a dividir en 4 partes (cuarteo) con la ayuda de una barra larga y brocha. Esto se realiza con el objeto de escoger la muestra con la que se trabajara posteriormente.

##### Paso N°3

Desacuerdo a nuestro criterio determinamos que porción de la muestra inicial presenta agregado con mayor de variedad de tamaños entre sus partículas, pues esa será la más propicia para el análisis granulométrico que nos disponemos a realizar,

#### Paso N°4

Una vez seleccionada la muestra procedemos a pesarla, siempre teniendo en cuenta que la balanza este equilibrada.

#### Paso N°5

Revisamos y organizamos que los tamices que utilizaremos se encuentren en su respectivo lugar de acuerdo al número de malla, para evitar posteriores equivocaciones. Una vez verificado esto vaciamos la muestra atreves del primer tamiz y zarandeamos, de tal manera que el material pueda clasificarse. Se realiza esto con todos los tamices de acuerdo al orden preestablecido inicialmente y se toman nota de los pesos de cada parte de la muestra retenida en cada tamiz.

### ✓ Procedimiento agregado fino

#### Paso N°1

Para llevar a cabo el proceso de granulometría en agregado fino primero se tuvo que conseguir dicho material el cual fue sacado una cantera. Dicho material fue llevado a laboratorio en donde se empezó a formar un montículo con dicho agregado con la ayuda de un cucharon y dándole forma de montaña, una vez lista dicha montaña se utilizó la plancha que fue usada para bajar la aplanar el montículo de agregado fino para que sea más fácil y de forma equitativa realizar el cuarteo.

#### Paso N°2

Realizado el cuarteo se pudo apreciar las variedades de tamaños que cada división tenía y así se dio paso a la elección del cuarteto donde había mayor cantidad de variedad de tamaño de agregado fino, el elegido fue colocado en un cucharon con ayuda de la plancha y una pequeña brocha, se guardó el material no usado.

#### Paso N°3

Se procedió a pesar el material a usar. Para realizar el proceso de granulometría se decidió usar una cantidad aproximada a 499.8 gr. de muestra.

#### Paso N°4

Luego dicha muestra se vertió a través de tamices ordenados por su tamaño en pulgadas cada rejilla, con la intención de que el agregado debido a su variedad de tamaños fuese reteniéndose en cada uno de los tamices.

#### Paso N°5

A partir de la primera cantidad retenido se procedió a pesarla, cabe recalcar que para este proceso se zarandea la fila de tamices con el material dentro para seleccionar y pesar bien lo que pasa o no, hasta llegar al fondo pesando lo retenido en cada tamiz.

#### Paso N°6

La suma final retenida por todos los tamices debe aproximarse al peso inicial que fue depositado en los tamices para luego realizar el trabajo de gabinete en donde se sacan porcentajes del peso retenido, peso que pasa, entre otros de cada tamiz.

### **3.7.2. Ensayo de peso específico y absorción de agregados gruesos**

El ensayo se ha basado en la norma NTP 400.021

### **3.7.3. Pesos unitarios del agregado fino y grueso**

#### **3.7.3.1. Peso unitario suelto**

##### ✓ PUS del agregado fino

Primero se secó la muestra al aire libre, pues esta presentaba mucha humedad.

Se procedió a pesar el molde vacío y posteriormente se midieron sus dimensiones para obtener el volumen.

Cuando la arena ya estuvo seca, haciendo uso del cucharón se procedió a colocar la muestra en el molde hasta sobrepasar el ras; cabe resaltar que el agregado se dejó caer desde una altura aproximada de 15 cm.

Una vez que se ha llenado completamente el molde con el agregado se procede a enrasar con la regla, para eliminar el exceso.

Después de enrasar se limpia con la brocha el agregado que quedó fuera del molde.

Finalmente se procede a pesar el molde con el agregado en la balanza, anotando los datos respectivos.

##### ✓ **PUS del agregado grueso**

Se usó el molde empleado para el agregado fino.

Haciendo uso del cucharón se procedió a colocar la muestra en el molde hasta sobrepasar el ras; cabe resaltar que el agregado se dejó caer desde una altura aproximada de 15 cm.

Una vez que se ha llenado completamente el molde con el agregado se procede a enrasar con la regla, con el objeto de retirar el exceso.

Después de enrasar se limpia con la brocha el agregado que quedó fuera del molde.

Finalmente se procede a pesar el molde con el agregado en la balanza, anotando los datos respectivos.

### **3.6.3.2. Peso unitario compactado**

#### **✓ PUC del agregado fino**

Se llenó 1/3 del molde, dejando caer el agregado a una altura de 15cm aproximadamente. Con la ayuda de una varilla de 5/8, se procedió a compactar, chuceando 25 veces por todo el agregado.

Estos procedimientos se repitieron 2 veces, cada 1/3 del molde a excepción de la última.

Lo más recomendable era dar de 15 golpes pequeños con un martillo de goma en el contorno exterior del molde para hacer un mejor compactado, pero en este caso se obvió este paso.

En la última parte se terminó de llenar por completo el molde y se realizó nuevamente la compactación en este caso fueron 15 veces; ya que se volvería a llenar por última vez para dar los últimos 10.

Enrasamos el molde.

Limpiamos por afuera el molde y procedemos a pesarlo.

#### **✓ PUC del agregado grueso**

En este caso primero se llenó 1/3 del molde con agregado grueso dejando caer este desde una altura de 15cm.

Se procedió a compactar con la varilla 25 veces luego se dio 15 golpes alrededor del molde.

Se terminó de llenar el molde y se realizó el paso anterior nuevamente, en dos ocasiones.

Enrasamos el balde y limpiamos por afuera.

Llevamos a la balanza para pesarlo y anotar los datos.

### **3.7.4. Elaboración del Adoquín**

#### **3.7.4.1. Mezcla de los agregados**

Primeramente, se pesaron los materiales en peso (cemento, agregado grueso, agregado fino y agua), luego se procedió a colocar en el trompo eléctrico los materiales y se mezcló, hasta que la mezcla sea homogénea.

#### **3.7.4.2. Moldeado de los adoquines**

El molde para elaborar adoquines de concreto se realizó de manera manual, de 2 adoquines por molde, antes de colocar la mezcla, se la pasa petróleo al molde con la finalidad que la mezcla no se pegue.

#### **3.7.4.3. Mesa vibratoria**

Se diseñó una mesa vibratoria para la compactación de los adoquines.

#### **3.7.4.4. Fraguado**

Se colocan a la mezcla de los adoquines en un sitio protegido por el viento y el sol, para que estos no pierdan el agua de la mezcla y no altere su resistencia.

#### **3.7.4.5. Curado**

Se puso a los adoquines en agua por un periodo de 7, 21 y 28 días para que reacción química continúe con el cemento, con el objetivo de tener una buena calidad y llegue a la resistencia requerida.

### **3.7.5. Ensayo de abrasión a los adoquines**

#### **a) Normativa**

El ensayo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto se realiza de acuerdo a las normas ASTM C 39 ó NTP 339.034.

#### **b) Objetivo**

Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto, tanto cilindros moldeados como núcleos extraídos.

#### **c) Instrumentos y equipos**

Máquina de Ensayo para compresión axial– La máquina de ensayo debe ser de un tipo tal, que tenga suficiente capacidad de carga y que reúna las condiciones de velocidad.

#### **d) Procedimiento**

Empezar el ensayo tan pronto como el espécimen haya sido retirado de la cámara de curado y conservar sus condiciones de humedad.

Todos los especímenes de ensayo para una edad de ensayo dada deben romperse dentro de las tolerancias de tiempo admisibles.

Los especímenes no deben ser ensayados si cualquier diámetro individual de un cilindro difiere de cualquier otro diámetro del mismo cilindro en más del 2 %

Previo al ensayo, ningún extremo de los especímenes de ensayo debe apartarse de la perpendicularidad a los ejes en más de  $0.5^\circ$  (aproximadamente equivalente a 1 mm en 100 mm (0.12 pulg en 12 pulg). Los extremos de los especímenes de ensayo de compresión que no sean planos dentro de 0.050 mm (0.002 pulg) deben ser aserrados o esmerilados para cumplir aquella tolerancia.

El diámetro utilizado para calcular la sección transversal de la muestra de prueba debe determinarse como el promedio de 0,25 mm (0,01 pulgada) más cercano de los dos diámetros medidos en ángulo recto entre sí a la altura promedio de la muestra de prueba. Coloque la varilla de la muestra en el centro del bloque de empuje superior. Asegúrese de que el indicador facial esté en 0. Mueva suavemente el bloque de soporte inferior para que la muestra entre en contacto con la placa de engarzado. Cargue continuamente sin impacto. Aplique cargas de compresión hasta que el indicador de carga muestre una reducción en la carga y la muestra muestre un patrón de falla bien definido. Para los probadores equipados con un detector de rotura de muestras, el apagado automático del probador está prohibido hasta que la carga caiga por debajo del 95% de la carga máxima. Continúe comprimiendo el tubo de ensayo hasta que el usuario sienta que se ha alcanzado la capacidad final. Durante la prueba, registre la carga máxima soportada por la muestra y registre el tipo de falla como se muestra en la siguiente figura.

#### e) Cálculos

Calcular la resistencia a la compresión del espécimen dividiendo la carga máxima soportada por el espécimen durante el ensayo por el promedio del área de la sección transversal determinado como se describe en el punto número 3 y exprese el resultado a los 0.1 MPa (10 lb/pulg<sup>2</sup>) más cercanos.

Calcular la resistencia a la compresión.

$$R = PA$$

R = esfuerzo a la compresión del espécimen kg/cm<sup>2</sup> (KPa)

P = Máxima carga aplicada kg (kN)

A = Área de la cara axial del espécimen cm<sup>2</sup> (mm<sup>2</sup>)

Cuando sea requerido, calcule la densidad del espécimen a 10 kg/m<sup>3</sup> (1 lb/ft<sup>3</sup>) más cercanos como sigue:

$$\text{Densidad} = w/v$$

W = Masa del espécimen kg (lb)

V = Volumen del espécimen, calculado a partir del diámetro promedio y la longitud promedio, o de pesar el cilindro en el aire y sumergido, m<sup>3</sup> (pie<sup>3</sup>).

Cuando el volumen sea determinado por el peso sumergido, calcule el volumen de la siguiente manera:

$$V = \frac{w - w_s}{\gamma_w}$$

Donde:

$W_s$  = Masa aparente del espécimen sumergido, kg (lb)

$\gamma_w$  = Densidad del agua a 73.5 °F [23 °C] = 997.5 kg/m<sup>3</sup> (62.27lbs/pie<sup>3</sup>).

### 3.7.6. Ensayo de abrasión a los adoquines

#### a) Normativa

Norma técnica peruana: NTP 399.625.

#### b) Objeto

La presente Norma Técnica Peruana establece el método de ensayo para la determinación de las características de resistencia a la abrasión de los adoquines de concreto mediante su exposición al choque de arena de sílice inyectada con aire.

#### c) Procedimiento

La superficie de prueba es perpendicular al eje de la boquilla y la muestra se coloca a 75 mm  $\pm$  25 mm (3,0 pulgadas  $\pm$  0,1 pulgadas) de la punta. Asegure la pieza de prueba con la protección en su lugar. Exponga la superficie durante 1 minuto puliendo con chorro de arena. Repita esto en al menos 8 superficies. Llene los agujeros desgastados con arcilla aceitosa para determinar la cantidad de erosión. Con una acupresión moderada, empuje la arcilla hacia las depresiones con las manos y aplánelas con una regla. En lugar de retirar la arcilla de la cavidad llena, determine la masa de la arcilla proporcionada antes y después de llenar la cavidad dentro de las tolerancias enumeradas en la Tabla 1. Repita el relleno de arcilla al menos una vez para cada muestra para garantizar la repetibilidad de los resultados.

#### d) Cálculo

**Calcular la masa  $W_c$ , como sigue:**

$$W_c = W_i - W_f$$

donde:

$W_i$  = masa, suministrada inicialmente, y

$W_f$  = masa, suministrada al final,

**Calcular la gravedad específica  $D$ , como sigue:**

$$D = B / (B - C)$$

donde:

$B$  = masa de la arcilla en el aire, g, y

$C$  = masa de la arcilla en el agua, g.

**Calcular el volumen de la arcilla,  $V$ , por cavidad en centímetros cúbicos, como sigue:**

$$V = W / D$$

donde:

$W$  = masa de la arcilla en la cavidad, y

$D$  = gravedad específica de la arcilla.

**Calcular la pérdida del coeficiente de abrasión sobre una base volumétrica, expresado en centímetros cúbicos por centímetro cuadrado, con el fin de compensar las densidades variables de los especímenes, como sigue:**

$$Ac = V / A$$

donde:

Ac = coeficiente de abrasión, centímetros cúbicos por centímetro cuadrado, y

A = área de la superficie erosionada, centímetros cuadrados.

### 3.7.7. Ensayo de módulo de rotura

#### a) Objeto

La presente norma establece los requisitos y métodos de ensayo que deben cumplir los adoquines de concreto (hormigón) fabricados para la construcción de pavimentos.

#### b) Procedimiento

Se sumergen completamente los especímenes en el recipiente con agua a temperatura comprendida entre 15°C y 30°C, manteniéndolos así durante 24h, luego de las cuales se les retira del agua y limpia.

Sobre la plataforma de la máquina y equidistantes de su centro, se colocan paralelamente con una separación igual al largo del espécimen menos 50mm, dos de las barras indicadas, sobre las cuales se apoya el espécimen.

Mediante la tercera barra que se coloca sobre el espécimen, paralela y equidistante de los apoyos, se aplica gradualmente una carga cada vez mayor hasta conseguir la rotura.

En la sección de rotura del espécimen se determina con aproximación al milímetro su ancho y su espesor promedio.

Los adoquines de forma irregular se cortan para obtener especímenes prismáticos rectangulares del mayor tamaño posible.

#### c) Cálculo

La resistencia a la tracción por flexión se determina con ecuación siguiente:

$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Donde:

R = Es la resistencia a la tracción por flexión obtenida en cada espécimen, megapascales.

P = Es la carga de rotura en newtons

L = Es la luz entre apoyos del espécimen, en milímetros

b = Es el ancho promedio del espécimen en la sección de rotura, en milímetros

d = Es el espesor promedio del espécimen en la sección de rotura, en milímetros.

### 3.7.8. Ensayo de succión

#### a) Procedimiento

El período inicial de absorción debe determinarse mediante el ensayo especificado, ya sea por secado al horno o secado al aire. Si no se especifica, el tiempo inicial de absorción deber determinarse por un ensayo de secado al horno. Secar y enfriar los especímenes de ensayo.

**Procedimiento de secado al horno:** Secar y enfriar los especímenes de ensayo.

**Procedimiento de secado en ambiente aireado:** Almacenar en un lugar bien ventilado, separados unos de otros durante 4 horas a  $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 30% a 70% de humedad relativa, ventilar más de 2 horas, sin gas de ventilador. Dos veces a intervalos de 2 horas seguidas hasta que la ganancia o pérdida sea inferior al 0,2% del pesaje de la muestra anterior. Utilizando un método adecuado similar al propuesto, mida el largo y ancho de la superficie plana de la muestra en incrementos de 1,3 mm para unidades rectangulares, y mida el área expuesta al agua, que se puede determinar en otras unidades digitales. Lleve la masa de la muestra al incremento de 0,5 g más cercano.

Prueba de absorbancia Durante la prueba, coloque la bandeja de manera que el fondo de la bandeja esté nivelado, verifique el nivel fino y fije el ladrillo de referencia saturado al soporte. Añada agua hasta que el nivel del cojinete sea de  $3,18\text{ mm} \pm 0,25\text{ mm}$ . Después de retirar la muestra, el ladrillo de prueba se coloca sobre una superficie plana y el tiempo que el ladrillo está en contacto con el agua se cuenta como 0 h. Mantenga el nivel del agua dentro de los límites especificados agregando agua según sea necesario durante un tiempo de contacto de  $1\text{ min} \pm 1\text{ seg}$ . Después de 1 minuto  $\pm 1$  segundo, tomar una muestra, secar la superficie con un paño húmedo y pesar con una precisión de 0,5 g. Las muestras secas de agua superficial deben pesarse dentro de los 10 segundos posteriores a la extracción del agua y dentro de los 2 minutos.

#### b) Cálculo e informe

La diferencia en el peso, en g, entre el peso inicial y final, es el peso del agua absorbida por el ladrillo durante el minuto de contacto con el agua. Si el área (largo x ancho) de la superficie plana no difiere en más de  $\pm 2,5\%$  de  $200\text{ cm}^2$ , reportar el incremento de peso de cada

espécimen con una aproximación a 0,1 g, denominándolo como el índice inicial de absorción en un minuto.

Si el área del espécimen difiere en más de  $\pm 2,5$  % de 200 cm<sup>2</sup>, calcular el peso equivalente a 200 cm<sup>2</sup>, mediante la ecuación que se indica a continuación, con una aproximación a 0,1 g:

$$X = 200W/LB$$

Donde:

*X*: Diferencia de pesos corregida, sobre la base de 200 cm<sup>2</sup>.

*W*: Diferencia de pesos del espécimen, g.

*L*: Longitud del espécimen, cm.

*B*: Ancho del espécimen, cm.

Reportar la diferencia de pesos corregida, *X*, de cada espécimen con aproximación a 0,1 g, y con la absorción inicial en 1 min.

Si el espécimen de ensayo es un ladrillo común, calcular el área neta y sustituir por *LB* en la ecuación dada. Reportar la diferencia de peso corregida como la absorción inicial en un minuto, con aproximación a 0,1 g, con la velocidad inicial de absorción en 1 min.

Si el espécimen no es prismático, calcular el área neta mediante el método geométrico adecuado y sustituir *LB* en la ecuación dada. Calcular y reportar el promedio de la absorción inicial de todos los especímenes ensayados, con aproximación a 0,1 g/min/200 cm<sup>2</sup>.

Incluir en el informe si para secar los especímenes se utilizó el horno de secado o secado al aire.

### 3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos

- **Etapas I**

1. Visita a la zona de recolección de información y muestras de concreto reciclado.
2. Recolección de información bibliográfica sobre el concreto reciclado.
3. Toma de muestras de concreto reciclado.
4. Revisión de la normativa nacional vigente.

- **Etapas II**

5. Triturado de los residuos de concreto.
6. Ensayo de granulometría a los agregados naturales como reciclados, peso específico, grado de absorción, peso volumétrico suelto y compactado, contenido de humedad.

7. Diseño de prefabricado
8. Muestreo de bloques con los distintos porcentajes que se reemplazará de concreto reciclado 25%, 50% y 100%.

- **Etapa III**

9. Ensayos del concreto en estado fresco.
10. Ensayos del concreto en estado endurecido.
11. Revisiones parciales por parte del asesor.

- **Etapa IV: Conclusiones y Recomendaciones**

12. Comparar costos de fabricación de elementos prefabricados con agregado reciclado.
13. Comparación de costos en obra en la utilización de prefabricados para veredas.
14. Elaboración de memoria descriptiva.
15. Elaboración de memoria de cálculo.
16. Elaboración del informe final de impacto ambiental.
17. Conclusiones y Recomendaciones.
18. Revisiones parciales por parte del asesor.
19. Levantamiento de observaciones.
20. Elaboración final del proyecto.

### 3.9. Matriz de consistencia

CUADRO N°3: Matriz de consistencia


Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables
¿Cómo influirá la adición de concreto reciclado triturado como agregado grueso en la elaboración de elementos prefabricados para uso peatonal?	<b>Objetivo General</b>	La incorporación de concreto triturado reciclado como agregado grueso puede ser utilizada como alternativa para la elaboración de elementos prefabricados para uso peatonal.	<b>Independiente (X) :</b>
	Evaluar si es factible el aprovechamiento del concreto triturado reciclado como agregado grueso en elementos prefabricados tanto económico como ambientalmente.		Residuos de concreto triturado como agregado grueso
	<b>Objetivos Específicos</b>		Se obtendrán las propiedades físicas del concreto reciclado triturado para ver como influye en la elaboración del concreto para el elemento prefabricado para veredas.
	• Determinar un diseño de mezcla apropiado para la elaboración de concreto con adiciones de concreto triturado 25%, 50% y 100% .		<b>Dependiente (Y):</b>
	• Comparar el comportamiento en el concreto con agregados naturales y concreto reciclado triturado en los ensayos a la compresión, abrasión y módulo de rotura.		Elemento prefabricado para veredas
	• Realizar la evaluación del elemento de concreto que será utilizado en el triturado.		Se realizarán ensayos en estado fresco y en estado endurecido
	• Comparar costo-beneficio de fabricación de elementos prefabricados con concreto reciclado triturado como agregado grueso.		
• Realizar la evaluación de impacto ambiental.			

Fuente: Elaboración propia

## IV. RESULTADOS

### 4.1. EVALUACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CONCRETO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

**CUADRO N°4:** Evaluación del Elemento de RCD 01

TIPO DE ELEMENTO		IMAGEN
ZAPATA		
TIPO DE PATOLOGÍA		DESCRIPCIÓN
<u>ACCIÓN BIOLÓGICA:</u> - Biodeterioro	No	El presente elemento no se visualizó microorganismos de origen animal, solo de origen vegetal, como, por ejemplo: crecimiento de plantas, que no atacan directamente al elemento de concreto.
<u>ACCION QUÍMICA:</u> -Eflorescencia - Descascaramiento - Erosión	No	Con respecto a la acción química, no se visualizó en el elemento de concreto, erosión, descascaramiento, o presencia de eflorescencia, es decir, manchas blanquecinas crecientes en la superficie del elemento de concreto.

**Fuente:** Elaboración propia

**CUADRO N°5:** Evaluación del Elemento de RCD 02

TIPO DE ELEMENTO		IMAGEN
LOSA		
TIPO DE PATOLOGÍA		DESCRIPCIÓN
<u>ACCIÓN BIOLÓGICA:</u> - Biodeterioro	No	El presente elemento no se visualizó microorganismos de origen animal, ni de origen vegetal. Con respecto a la acción química, no se visualizó en el elemento de concreto, erosión, descascaramiento, o presencia de eflorescencia, es decir, manchas blanquecinas crecientes en la superficie del elemento de concreto.
<u>ACCION QUÍMICA:</u> -Eflorescencia - Descascaramiento - Erosión	No	

**Fuente:** Elaboración propia

CUADRO N°6: Evaluación del Elemento de RCD 03

TIPO DE ELEMENTO		IMAGEN
COLUMNA		
PATOLOGÍA		DESCRIPCIÓN
<u>ACCIÓN BIOLÓGICA:</u> - Biodeterioro	No	El presente elemento no se visualizó microorganismos de origen animal, ni de origen vegetal.
<u>ACCIÓN QUÍMICA:</u> -Eflorescencia - Descascaramiento - Erosión	No	Con respecto a la acción química, no se visualizó en el elemento de concreto, erosión, descascaramiento, o presencia de eflorescencia, es decir, manchas blanquecinas crecientes en la superficie del elemento de concreto.

**Fuente:** Elaboración propia

CUADRO N°7: Evaluación del Elemento de RCD 04

TIPO DE ELEMENTO		IMAGEN
VIGA		
TIPO DE PATOLOGÍA		DESCRIPCIÓN
<u>ACCIÓN BIOLÓGICA:</u> - Biodeterioro	No	El presente elemento no se visualizó microorganismos de origen animal, solo de origen vegetal, como, por ejemplo: crecimiento de plantas, que no atacan directamente al elemento de concreto.
<u>ACCION QUÍMICA:</u> -Eflorescencia - Descascaramiento - Erosión	No	Con respecto a la acción química, no se visualizó en el elemento de concreto, erosión, descascaramiento, o presencia de eflorescencia, es decir, manchas blanquecinas crecientes en la superficie del elemento de concreto.

**Fuente:** Elaboración propia

**CUADRO N°8:** Evaluación del Elemento de RCD 05

TIPO DE ELEMENTO		IMAGEN
VARIOS		
PATOLOGÍA		DESCRIPCIÓN
<u>ACCIÓN BIOLÓGICA:</u> - Biodeterioro	No	El presente elemento se visualizó colmatación de tierra y materia orgánica como por ejemplo: residuos domésticos.
<u>ACCION QUÍMICA:</u> -Eflorescencia - Descascaramiento - Erosión	No	Con respecto a la acción química, no se visualizó en el elemento de concreto, erosión, descascaramiento, o presencia de eflorescencia, es decir, manchas blanquecinas crecientes en la superficie del elemento de concreto.

**Fuente:** Elaboración propia

## 4.2. RESUMEN DE ENSAYOS DE LOS AGREGADOS

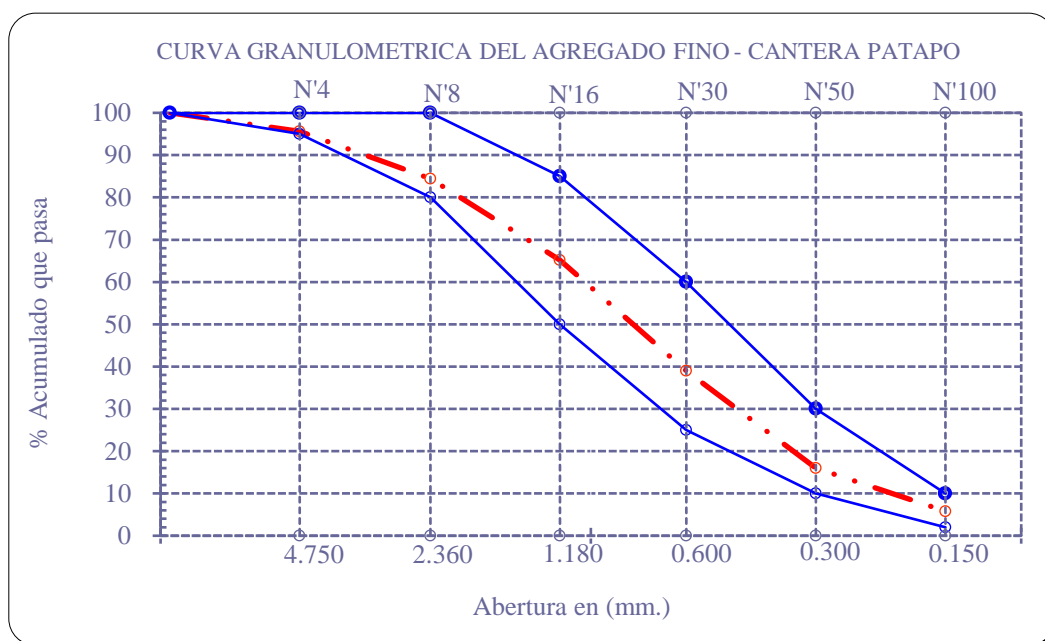
### 4.2.1. Agregado fino

Como se muestra en el siguiente cuadro, el módulo de fineza del agregado fino cumple con los parámetros establecidos en la Norma ASTM C-136 o N.T.P. 400.012, además la curva granulométrica del agregado se encuentra dentro de los husos granulométricos. Como también se desarrolló los pesos unitarios (suelto y compactado), peso específico y contenido de humedad, según los criterios establecidos en la Norma NTP 400.017, NTP 400.022 y NTP 339.815 respectivamente.

**CUADRO N°9:** Resumen de ensayos del agregado fino

ENSAYO	AGREGADO FINO		ANEXOS
	Cantera de Pátapo	Unidad de medida	
TMN	-	pulgadas	Ver Figura N° 44
PUSS	1514	kg/m <sup>3</sup>	Ver Figura N° 52
PUCS	1751	kg/m <sup>3</sup>	Ver Figura N° 52
P. ESPECIFICO	2.588	kg/m <sup>3</sup>	Ver Figura N° 50
% HUMEDAD	1.42	%	Ver Figura N° 47
% ABSORCION	0.10	%	Ver Figura N° 50
M. FINEZA	2.94	-	Ver Figura N° 44

Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO N°1:** Curva granulométrica del agregado fino

Fuente: Elaboración propia

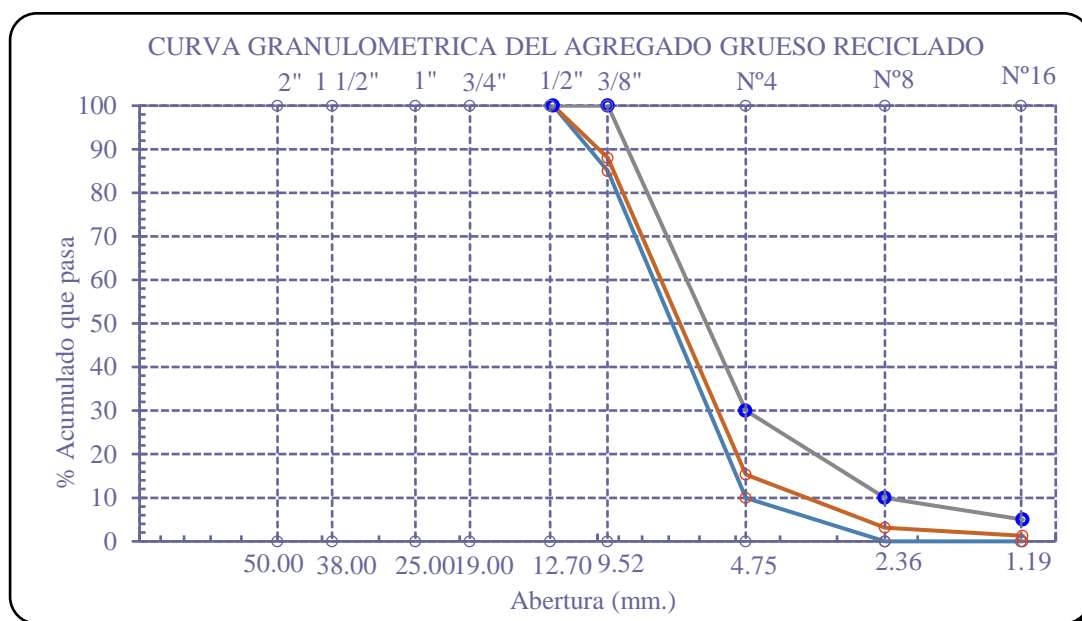
#### 4.2.2. Agregado grueso

Como se muestra en el siguiente cuadro, el tamaño máximo nominal del agregado grueso es 3/8" tanto para el agregado grueso natural y concreto triturado, además la curva granulométrica del agregado se encuentra dentro de los parámetros granulométricos según la Norma ASTM C-136 o NTP 400.012. Como también se desarrolló los pesos unitarios (suelto y compactado), peso específico y contenido de humedad, según los criterios establecidos en la Norma NTP 400.017, NTP 400.022 y NTP 339.815 respectivamente.

**CUADRO N°10:** Resumen de ensayos del agregado grueso natural y reciclado

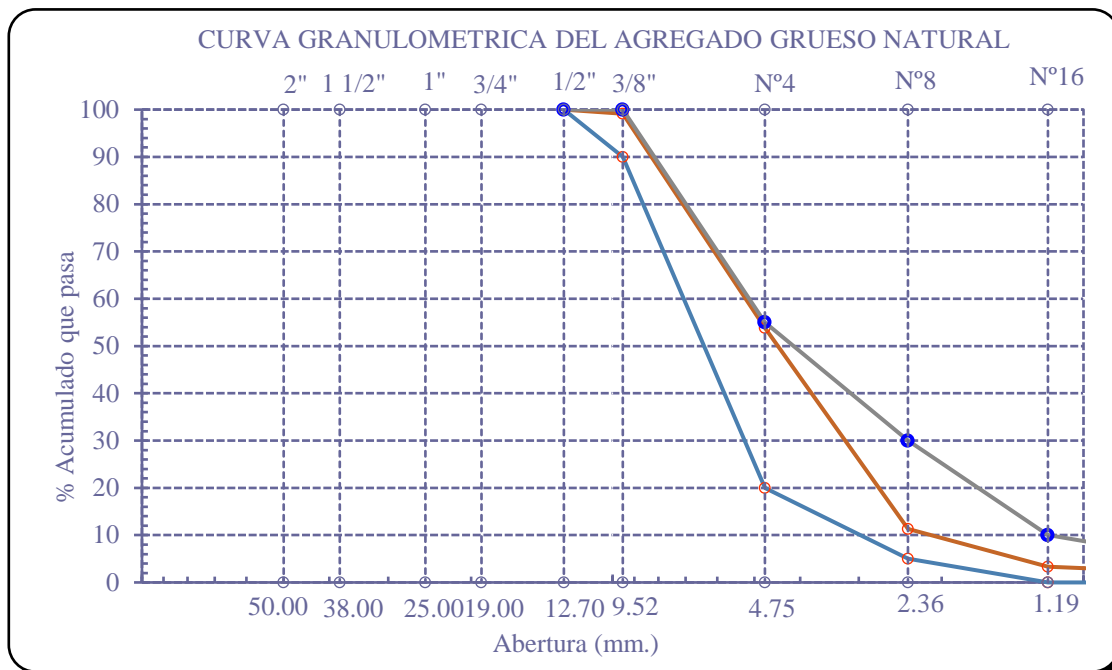
ENSAYO	AGREGADO GRUESO			ANEXOS
	NATURAL	RECICLADO	Unidad de medida	
PROCEDENCIA	Cantera de tres tomas	Botadero de Lambayeque		
TMN	3/8"	3/8"	pulgadas	Ver Figura N° 45 Ver Figura N° 46
PUS	1366	1129	kg/m <sup>3</sup>	Ver Figura N° 53 Ver Figura N° 54
PUCS	1581	1352	kg/m <sup>3</sup>	Ver Figura N° 53 Ver Figura N° 54
P. ESPECIFICO	2.63	2.38	kg/m <sup>3</sup>	Ver Figura N° 51
% HUMEDAD	0.50	2.08	%	Ver Figura N° 48 Ver Figura N° 49
% ABSORCION	1.21	2.13	%	Ver Figura N° 51
M. FINEZA	-	-	-	Ver Figura N° 45 Ver Figura N° 46
% ABRASIÓN	-	38.80	%	Ver Figura N° 21

Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO N°2:** Curva granulométrica del agregado grueso reciclado

Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO N°3:** Curva granulométrica del agregado grueso natural



**Fuente:** Elaboración propia


#### 4.2.3. Material más fino que pasa el tamiz N°200 – Agregado grueso

Como se muestra en el siguiente cuadro, se realizó el ensayo del material más fino que pasa el tamiz N°200, cumpliendo con los parámetros establecidos en la Norma N.T.P. 400.0137.

TARA	PESO INICIAL SECO	PESO DESPUES DE LAVADO	RESULTADO	ESPECIFICACION	VERIFICACION
1	1761.3	1745.8	0.9	1%	Cumple

**Fuente:** Elaboración propia

### 4.3. Diseño de mezcla patrón para $f'c = 120\text{kg/cm}^2$

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES																									
<b>DISEÑO DE MEZCLA F'C = 120 KG/CM2</b>																									
<b>Ensayo</b>	: Diseño de mezcla de concreto																								
<b>Referencia</b>	: Metodo del comité 211 del ACI																								
<b>Título</b>	: Elaboración de prefabricados para uso peatonal con residuos de concreto triturado como agregado grueso en el distrito de Lambayeque, 2019																								
<b>Tesista</b>	: Jean Pierre Ticerán Pérez																								
<b>1) DATOS PARA EL DISEÑO:</b>																									
<b>Grueso:</b>	Tres Tomas																								
<b>Fino:</b>	Pátapo																								
a) Tamaño máximo nominal																									
b) Peso Unitario suelto seco																									
c) Peso Unitario compactado seco																									
d) Peso específico de masa seco																									
e) Contenido de humedad																									
f) Contenido de absorción																									
g) Módulo de fineza (adimensional)																									
<i>Según norma C.E. 010 Pavimentos Urbanos</i>																									
	$f'c = 120\text{ kg/cm}^2$																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Grueso</th> <th>Fino</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3/8"</td> <td>-----</td> <td>pulgadas</td> </tr> <tr> <td>1366.36</td> <td>1513.85</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>1581.06</td> <td>1751.48</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>2.63</td> <td>2.5880</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>0.50</td> <td>1.42</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>1.21</td> <td>0.10</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>-----</td> <td>2.94</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Grueso	Fino		3/8"	-----	pulgadas	1366.36	1513.85	kg/m <sup>3</sup>	1581.06	1751.48	kg/m <sup>3</sup>	2.63	2.5880	kg/m <sup>3</sup>	0.50	1.42	%	1.21	0.10	%	-----	2.94	
Grueso	Fino																								
3/8"	-----	pulgadas																							
1366.36	1513.85	kg/m <sup>3</sup>																							
1581.06	1751.48	kg/m <sup>3</sup>																							
2.63	2.5880	kg/m <sup>3</sup>																							
0.50	1.42	%																							
1.21	0.10	%																							
-----	2.94																								
<b>Cemento:</b>																									
Tipo=	Tipo I																								
P.E. =	3150 kg/m <sup>3</sup>																								
<b>2) RESISTENCIA DE DISEÑO REQUERIDA (F'cr)</b>																									
	$z$																								
$f'c = 120\text{ kg/cm}^2$	70																								
$f'(cr) = 190\text{ kg/cm}^2$	84																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th><math>f'c</math></th> <th><math>f'cr</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&lt; 210</td> <td><math>f'c+70</math></td> </tr> <tr> <td>210-350</td> <td><math>f'c+84</math></td> </tr> <tr> <td>&gt;350</td> <td><math>f'c+98</math></td> </tr> </tbody> </table>	$f'c$	$f'cr$	< 210	$f'c+70$	210-350	$f'c+84$	>350	$f'c+98$																
$f'c$	$f'cr$																								
< 210	$f'c+70$																								
210-350	$f'c+84$																								
>350	$f'c+98$																								
<b>3) CONTENIDO DE AIRE</b>																									
	T.M.N= 3/8"																								
% Aire=	3 %																								
<b>4) CONTENIDO DE AGUA</b>																									
	T.M.N= 3/8"																								
	Slump= 1																								
Agua=	207 l/m <sup>3</sup>																								
<b>5) RELACIÓN a/c</b>																									
	$f'(cr) = 190\text{ kg/cm}^2$																								
a/c=	0.733																								

**6) CONTENIDO DE CEMENTO**

Agua= 207 l/m<sup>3</sup>  
a/c= 0.733

**c= 282.59 kg**

**7) FACTOR CEMENTO**

1 bls= 42.5 kg/bls  
c= 282.59 kg

**F.C= 6.65 bls/m<sup>3</sup>**

**8) PESO AGREGADO GRUESO**

T.M.N= 3/8"  
b/br= 0.446  
P.U.S.C= 1581.06457 kg/m<sup>3</sup>

**Peso A.G= 705.1547966 kg**

**9) VOLUMEN ABSOLUTO**

Cemento=	282.59 kg	----->	0.0897123 m <sup>3</sup>
Ag. Grueso=	705.15 kg	----->	0.2684707 m <sup>3</sup>
Ag. Fino=	1047.67 kg	----->	0.40482
Aire=	3 %	----->	0.03
Agua=	207 l/m <sup>3</sup>	----->	0.207 m <sup>3</sup>
			<b>1 m<sup>3</sup></b>

**10) CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

Agregado Fino:	Pátapo		
Agregado Grueso:	Tres Tomas		
Ag. Grueso=	705.15 kg	----->	708.68 kg
Ag. Fino=	1047.67 kg	----->	1062.54 kg

Humedad (%)		
Agreg.	Grueso	Fino
Tres Tomas	0.50	-
Pátapo	-	1.41988 %

**11) APOORTE DE AGUA A LA MEZCLA**

Agregado Fino:	Pátapo		
Agregado Grueso:	Tres Tomas		
Ag. Grueso=	705.15 kg	----->	-4.99 lts
Ag. Fino=	1047.67 kg	----->	13.85 lts
			<b>8.86 lts</b>

Absorción (%)		
Agreg.	Grueso	Fino
Tres Tomas	1.21	-
Pátapo	-	0.10

**12) AGUA EFECTIVA**

Agua= 207 lts  
Aporte= 8.86 lts  
**A.E= 198.14**

**13) PROPORCIONES DEL DISEÑO**

Cemento	A. Grueso	A Fino	Agua
282.59 kg	708.68 kg	1062.54 kg	198.14

**PESO:**

Cemento	A. Grueso	A Fino	Agua
1.00	2.51	3.76	29.80

**VOLUMEN:**

Cemento	A. Grueso	A. Fino	Agua
1.00	2.74	3.68	66.81

#### 4.4. Resumen de los diseños de mezcla

**CUADRO N°11:** Resumen del diseño de mezcla para  $f_c = 120 \text{ kg/cm}^2$  con reemplazos de agregado grueso reciclado

<b>RESUMEN FINAL DEL DISEÑO DE MEZCLA PARA F'C = 120 KG/CM2</b>				
	<b>0%</b>	<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>100%</b>
<b>CEMENTO</b>	282.59 Kg/m <sup>3</sup>	282.59 Kg/m <sup>3</sup>	282.59 Kg/m <sup>3</sup>	282.59 Kg/m <sup>3</sup>
<b>AGREGADO FINO</b>	1062.54 Kg/m <sup>3</sup>	1044.14 Kg/m <sup>3</sup>	1025.73 Kg/m <sup>3</sup>	1101.52 Kg/m <sup>3</sup>
<b>AGREGADO GRUESO NATURAL</b>	708.68 Kg/m <sup>3</sup>	531.51 Kg/m <sup>3</sup>	354.34 Kg/m <sup>3</sup>	-
<b>AGREGADO GRUESO RECICLADO</b>	-	179.96 Kg/m <sup>3</sup>	359.92 Kg/m <sup>3</sup>	615.69 Kg/m <sup>3</sup>
<b>AGUA EFECTIVA</b>	198.14 Lt/m <sup>3</sup>	197.23 Lt/m <sup>3</sup>	196.31 Lt/m <sup>3</sup>	192.95 Lt/m <sup>3</sup>

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.5. Ensayos para el concreto en estado fresco

##### 4.5.1. Ensayo de peso unitario

Como se muestra en el siguiente cuadro, se realizó el ensayo de peso unitario de los adoquines para un diseño de mezcla de  $f_c = 120 \text{ kg/cm}^2$ , cumpliendo los parámetros establecidos en la norma NTP 400.017.

**CUADRO N°12:** Peso unitario. Diseño de mezcla para  $f_c = 120 \text{ kg/cm}^2$

N	<b>PESO UNITARIO</b>		
	<b>PESO (Kg)</b>	<b>VOLUMEN (m<sup>3</sup>)</b>	<b>REAL (Kg/m<sup>3</sup>)</b>
1	1.979	0.0008	2473.75
2	1.975	0.0008	2468.75
3	1.972	0.0008	2465
<b>PROMEDIO</b>			<b>2469.17</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Como se muestra en el siguiente cuadro, se realizó el ensayo de peso unitario de los adoquines para un diseño de mezcla de  $f'c = 120 \text{ kg/cm}^2$ , con reemplazo de 25% de concreto triturado, cumpliendo los parámetros establecidos en la norma NTP 400.017.

**CUADRO N°13:** Peso unitario. Diseño de mezcla para  $f'c = 120 \text{ kg/cm}^2 + 25\%$  de reemplazo

N	PESO UNITARIO		
	PESO (Kg)	VOLUMEN (m3)	REAL (Kg/m3)
1	1.962	0.0008	2452.5
2	1.956	0.0008	2445
3	1.968	0.0008	2460
<b>PROMEDIO</b>			<b>2452.50</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Como se muestra en el siguiente cuadro, se realizó el ensayo de peso unitario de los adoquines para un diseño de mezcla de  $f'c = 120 \text{ kg/cm}^2$ , con reemplazo de 50% de concreto triturado, cumpliendo los parámetros establecidos en la norma NTP 400.01

**CUADRO N°14:** Peso unitario. Diseño de mezcla para  $f'c = 120 \text{ kg/cm}^2 + 50\%$  de reemplazo

N	PESO UNITARIO		
	PESO (Kg)	VOLUMEN (m3)	REAL (Kg/m3)
1	1.948	0.0008	2435
2	1.951	0.0008	2438.75
3	1.962	0.0008	2452.5
<b>PROMEDIO</b>			<b>2442.08</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Como se muestra en el siguiente cuadro, se realizó el ensayo de peso unitario de los adoquines para un diseño de mezcla de  $f'c = 120 \text{ kg/cm}^2$ , con reemplazo de 100% de concreto triturado, cumpliendo los parámetros establecidos en la norma NTP 400.017.

**CUADRO N°15:** Peso unitario. Diseño de mezcla para  $f'c = 120 \text{ kg/cm}^2 + 100\%$  de reemplazo

N	PESO (Kg)	PESO UNITARIO	
		VOLUMEN	REAL
		(m3)	(Kg/m3)
1	1.925	0.0008	2406.25
2	1.941	0.0008	2426.25
3	1.935	0.0008	2418.75
<b>PROMEDIO</b>			<b>2417.08</b>

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.5.2. Asentamiento

**CUADRO N°16:** Asentamiento en diseño de mezclas incorporando % de reemplazo de concreto triturado

% RCD	SLUMP (")
0	0
25	0
50	0
100	0

**Fuente:** Elaboración propia

Como se aprecia en el cuadro que el slump no varía para los distintos reemplazos del concreto triturado.

#### 4.6. Ensayos para el concreto endurecido

##### 4.6.1. Tolerancia dimensional

Como se aprecia en el cuadro, se determinó la tolerancia dimensional de los adoquines para su longitud y espesor, comparando con las tolerancias máximas en mm según la NTP 399.611.

Donde:

- ✓ L: Longitud en mm

**CUADRO N°17:** Tolerancia dimensional de la longitud de los adoquines

MUESTRA	% RCD	L (mm)	LN(mm)	T (mm)	Verificación
M - 1	0	201.1	200	1.10	Cumple
M - 2		200.8	200	0.80	Cumple
M - 3		201.4	200	1.40	Cumple
M - 4	25	201.2	200	1.20	Cumple
M - 5		201.5	200	1.50	Cumple
M - 6		201.1	200	1.10	Cumple
M - 7	50	200.7	200	0.70	Cumple
M - 8		201.1	200	1.10	Cumple
M - 9		201.2	200	1.20	Cumple
M - 10	100	201.3	200	1.30	Cumple
M - 11		200.5	200	0.50	Cumple
M - 12		200.8	200	0.80	Cumple

**Fuente:** Elaboración propia

Como se aprecia en el cuadro, se determinó la tolerancia dimensional de los adoquines para su ancho, comparando con las tolerancias máximas en mm según la NTP 399.611.

Donde:

✓ A: Ancho en mm

**CUADRO N°18:** Tolerancia dimensional del ancho de los adoquines

MUESTRA	% RCD	A (mm)	AN(mm)	T (mm)	Verificación
M - 1	0	101.2	100	1.20	Cumple
M - 2		101.1	100	1.10	Cumple
M - 3		101.2	100	1.20	Cumple
M - 4	25	100.6	100	0.60	Cumple
M - 5		100.8	100	0.80	Cumple
M - 6		101.1	100	1.10	Cumple
M - 7	50	100.7	100	0.70	Cumple
M - 8		100.5	100	0.50	Cumple
M - 9		101.2	100	1.20	Cumple
M - 10	100	101.3	100	1.30	Cumple
M - 11		100.5	100	0.50	Cumple
M - 12		100.9	100	0.90	Cumple

**Fuente:** Elaboración propia

Como se aprecia en el cuadro, se determinó la tolerancia dimensional de los adoquines para su espesor, comparando con las tolerancias máximas en mm según la NTP 399.611.

Donde:

- ✓ E: Espesor en mm
- ✓ T: Tolerancia dimensional en mm

**CUADRO N°19:** Tolerancia dimensional del espesor de los adoquines

MUESTRA	% RCD	E (mm)	EN(mm)	T (mm)	Verificación
M - 1	0	42.1	40	2.10	Cumple
M - 2		40.8	40	0.80	Cumple
M - 3		42.3	40	2.30	Cumple
M - 4	25	40.4	40	0.40	Cumple
M - 5		42.1	40	2.10	Cumple
M - 6		42.4	40	2.40	Cumple
M - 7	50	41.5	40	1.50	Cumple
M - 8		41.2	40	1.20	Cumple
M - 9		41.8	40	1.80	Cumple
M - 10	100	40.8	40	0.80	Cumple
M - 11		41.6	40	1.60	Cumple
M - 12		41.3	40	1.30	Cumple

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.6.2. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto

Se muestra los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión de los adoquines para un diseño de mezcla de  $f'c = 120 \text{ kg/cm}^2$  a los 7, 14, 21 y 28 días de los adoquines, cumpliendo los parámetros establecidos NTP 399.611

**CUADRO N°20:** Resistencia a la compresión de los adoquines

Muestra	Edad	Ancho	Longitud	Área	Carga	F'c	F'c promedio	
	(Días)	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	Kg f	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	%
M-1	7	10.12	20.11	203.513	47396.60	233	221	69.10%
M-2	7	10.11	20.08	203.009	45979.20	226		
M-3	7	10.12	20.14	203.817	41574.00	204		
M-4	14	10.05	20.11	202.106	57124.70	286	283	88.54%
M-5	14	10.08	20.03	201.902	57843.60	289		
M-6	14	10.03	20.06	201.202	55092.40	275		
M-7	21	10.08	20.11	202.709	60622.40	303	307	95.94%
M-8	21	10.11	20.07	202.908	62600.60	313		
M-9	21	10.07	20.11	202.508	60999.70	305		
M-10	28	10.11	20.05	202.706	66284.70	327	327	102.29%
M-11	28	10.13	20.13	203.917	64437.74	316		
M-12	28	10.06	20.05	201.703	68377.32	339		

**Fuente:** Elaboración propia

Se muestra los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión de los adoquines para un diseño de mezcla de  $f'c = 120 \text{ kg/cm}^2$ , con reemplazo de 25% de concreto triturado a los 7, 14, 21 y 28 días de los adoquines, cumpliendo los parámetros establecidos NTP 399.611.

**CUADRO N°21:** Resistencia a la compresión de los adoquines con un reemplazo de 25%

Muestra	Edad	Ancho	Longitud	Área	Carga	F'c	F'c promedio	
	(Días)	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	Kg f	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	%
M-1	7	10.06	20.12	202.407	45143.00	223	229	71.66%
M-2	7	10.08	20.15	203.112	45296.00	223		
M-3	7	10.11	20.11	203.312	49170.90	242		
M-4	14	10.07	20.08	202.206	54890.50	271	278	87.02%
M-5	14	10.13	20.12	203.816	58246.40	286		
M-6	14	10.08	20.07	202.306	56268.10	278		
M-7	21	10.11	20.05	202.706	60132.90	297	300	93.80%
M-8	21	10.07	20.13	202.709	61975.50	306		
M-9	21	10.06	20.12	202.407	60326.60	298		
M-10	28	10.12	20.15	203.918	63826.33	313	326	101.88%
M-11	28	10.05	20.07	201.704	67772.38	336		
M-12	28	10.07	20.11	202.508	66625.03	329		

**Fuente:** Elaboración propia

Se muestra los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión de los adoquines para un diseño de mezcla de  $f'c = 120 \text{ kg/cm}^2$ , con reemplazo de 50% de concreto triturado a los 7, 14, 21 y 28 días de los adoquines, cumpliendo los parámetros establecidos NTP 399.611.

**CUADRO N°22:** Resistencia a la compresión de los adoquines con un reemplazo de 50%

Muestra	Edad	Ancho	Longitud	Área	Carga	F'c	F'c promedio	
	(Días)	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	Kg f	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	%
M-1	7	10.07	20.07	202.105	45387.70	225	222	69.46%
M-2	7	10.05	20.11	202.106	43766.40	217		
M-3	7	10.12	20.12	203.614	45948.60	226		
M-4	14	10.05	20.08	201.804	57997.60	287	281	87.92%
M-5	14	10.11	20.14	203.615	56278.30	276		
M-6	14	10.13	20.12	203.816	57121.70	280		
M-7	21	10.08	20.03	201.902	60841.60	301	301	94.12%
M-8	21	10.03	20.11	201.703	59878.00	297		
M-9	21	10.07	20.01	201.501	61527.90	305		
M-10	28	10.06	20.1	202.206	65514.74	324	326	101.98%
M-11	28	10.12	20.09	203.311	64652.83	318		
M-12	28	10.15	20.06	203.609	68616.23	337		

**Fuente:** Elaboración propia

Se muestra los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión de los adoquines para un diseño de mezcla de  $f'c = 120 \text{ kg/cm}^2$ , con reemplazo de 100% de concreto triturado a los 7, 14, 21 y 28 días de los adoquines, cumpliendo los parámetros establecidos NTP 399.611

**CUADRO N°23:** Resistencia a la compresión de los adoquines con un reemplazo de 100%

Muestra	Edad	Ancho	Longitud	Área	Carga	F'c	F'c promedio	
	(Días)	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	Kg f	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	%
M-1	7	10.13	20.13	203.917	42869.00	210	219	68.37%
M-2	7	10.05	20.05	201.503	46111.70	229		
M-3	7	10.09	20.08	202.607	44021.30	217		
M-4	14	10.06	20.12	202.407	58370.80	288	279	87.05%
M-5	14	10.13	20.1	203.613	56684.20	278		
M-6	14	10.05	20.13	202.307	54397.00	269		
M-7	21	10.05	20.05	201.503	59991.10	298	300	93.79%
M-8	21	10.05	20.14	202.407	61552.30	304		
M-9	21	10.11	20.12	203.413	60724.30	299		
M-10	28	10.09	20.06	202.405	0.00	315	323	101.04%
M-11	28	10.13	20.11	203.714	0.00	326		
M-12	28	10.12	20.03	202.704	0.00	329		

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.4.3. Resistencia a la flexión por tracción (módulo de rotura)

Se realizó el ensayo de módulo de rotura a los adoquines de concreto a los 28 días, tres (03) muestras para un diseño de mezcla de  $f'c=120$  kg/cm<sup>2</sup>, cumpliendo con los parámetros establecidos en la norma ITINTEC 339.124.1988, donde:

- ✓  $\sigma$ : Desviación estándar
- ✓  $Mr$ : Módulo de rotura

**CUADRO N°24:** Módulo de rotura de los adoquines

Muestra	Edad	Longitud	Ancho	Espesor	Luz entre apoyos	Carga	x	$\sigma$	Mr
	(Días)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	KN	MP		MPa
M-1	28	201.2	100.5	40.8	150	7.2	9.68	0.570	8.208
M-2	28	200.8	100.3	41.3	150	6.8	8.94		
M-3	28	201	100.7	41.5	150	6.6	8.56		
<b>Promedio</b>							9.06		

**Fuente:** Elaboración propia

Se realizó el ensayo de módulo de rotura a los adoquines de concreto a los 28 días, tres (03) muestras para un diseño de mezcla de  $f'c=120$  kg/cm<sup>2</sup>, con un reemplazo de 25% de concreto triturado, cumpliendo los parámetros establecidos en la norma ITINTEC 339.124.1988.

**CUADRO N°25:** Módulo de rotura de los adoquines con un reemplazo de 25%

Muestra	Edad	Longitud	Ancho	Espesor	Luz entre apoyos	Carga	x	$\sigma$	Mr
	(Días)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	KN	MP		MPa
M-1	28	201.1	100.2	40.8	150	6.9	9.31	0.377	8.381
M-2	28	200.2	101.5	40.9	150	6.5	8.61		
M-3	28	200.9	101.1	41.2	150	6.8	8.92		
<b>Promedio</b>							8.95		

**Fuente:** Elaboración propia

Se realizó el ensayo de módulo de rotura a los adoquines de concreto a los 28 días, tres (03) muestras para un diseño de mezcla de  $f'c=120$  kg/cm<sup>2</sup>, con un reemplazo de 50% de concreto triturado, cumpliendo los parámetros establecidos en la norma ITINTEC 339.124.1988.

**CUADRO N°26:** Módulo de rotura de los adoquines con un reemplazo de 50%

Muestra	Edad	Longitud	Ancho	Espesor	Luz entre apoyos	Carga	x	$\sigma$	Mr
	(Días)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	KN	MP		MPa
M-1	28	200.5	101.3	40.2	150	6.7	9.21	0.272	8.537
M-2	28	201.4	100.6	41.8	150	6.9	8.83		
M-3	28	200.2	101.5	41.1	150	6.7	8.79		
<b>Promedio</b>							8.94		

**Fuente:** Elaboración propia

Se realizó el ensayo de módulo de rotura a los adoquines de concreto a los 28 días, tres (03) muestras para un diseño de mezcla de  $f'c=120$  kg/cm<sup>2</sup>, con un reemplazo de 100% de concreto triturado, cumpliendo los parámetros establecidos en la norma ITINTEC 339.124.1988

**CUADRO N°27:** Módulo de rotura de los adoquines con un reemplazo de 100%

Muestra	Edad	Longitud	Ancho	Espesor	Luz entre apoyos	Carga	x	$\sigma$	Mr
	(Días)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	KN	MP		MPa
M-1	28	201.3	101.5	40.2	150	7.1	9.74	0.547	8.644
M-2	28	200.4	100.7	41.3	150	7.1	9.30		
M-3	28	200.16	101.2	40.5	150	6.9	9.35		
<b>Promedio</b>							9.46		

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.4.4. Resistencia a la absorción

Se realizó el ensayo de los adoquines, tres (03) muestras para un diseño de mezcla de  $f'c=120$  kg/cm<sup>2</sup>, cumpliendo los parámetros establecidos en la norma NTP 399.611, como se muestra en el siguiente cuadro:

**CUADRO N°28:** Grado de absorción del adoquín de concreto

MUESTRA	PESO SECO	PESO SATURADO	ABSORCIÓN	PROMEDIO ABSORCIÓN	MÁXIMO PROMEDIO
N°	Kg	Kg	%	%	%
1	2072	2155	4.01%	4.44%	6
2	2006	2097	4.54%		
3	2009	2105	4.78%		

**Fuente:** Elaboración propia

Se realizó el ensayo de los adoquines, tres (03) muestras para un diseño de mezcla de  $f'c=120$  kg/cm<sup>2</sup> con un reemplazo de 25% de concreto triturado, cumpliendo los parámetros establecidos en la norma NTP 399.611, como se muestra en el siguiente cuadro:

**CUADRO N°29:** Grado de absorción del adoquín de concreto con un reemplazo de 25%

MUESTRA	PESO SECO	PESO SATURADO	ABSORCIÓN	PROMEDIO ABSORCIÓN	MÁXIMO PROMEDIO
N°	Kg	Kg	%	%	%
1	1963	2047	4.28%	4.34%	6
2	2134	2227	4.36%		
3	1964	2050	4.38%		

**Fuente:** Elaboración propia

Se realizó el ensayo de los adoquines, tres (03) muestras para un diseño de mezcla de  $f'c=120$  kg/cm<sup>2</sup> con un reemplazo de 50% de concreto triturado, cumpliendo los parámetros establecidos en la norma NTP 399.611, como se muestra en el siguiente cuadro:

**CUADRO N°30:** Grado de absorción del adoquín de concreto con un reemplazo de 50%

MUESTRA	PESO SECO	PESO SATURADO	ABSORCIÓN	PROMEDIO ABSORCIÓN	MÁXIMO PROMEDIO
N°	Kg	Kg	%	%	%
1	2134	2235	4.73%	4.64%	6
2	2010	2101	4.53%		
3	2044	2139	4.65%		

**Fuente:** Elaboración propia

Se realizó el ensayo de los adoquines, tres (03) muestras para un diseño de mezcla de  $f'c=120$  kg/cm<sup>2</sup> con un reemplazo de 100% de concreto triturado, cumpliendo los parámetros establecidos en la norma NTP 399.611, como se muestra en el siguiente cuadro:

**CUADRO N°31:** Grado de absorción del adoquín de concreto con un reemplazo de 100%

MUESTRA	PESO SECO	PESO SATURADO	ABSORCIÓN	PROMEDIO ABSORCIÓN	MÁXIMO PROMEDIO
N°	Kg	Kg	%	%	%
1	2123	2233	5.18%	5.20%	6
2	2094	2206	5.35%		
3	2035	2138	5.06%		

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.4.5. Resistencia a la abrasión

Se realizó el ensayo de resistencia a la abrasión a los adoquines de concreto a los 28 días, tres (03) muestras para un diseño de mezcla de  $f'c=120$  kg/cm<sup>2</sup>, cumpliendo los parámetros establecidos en la norma NTP 399.611, que especifica que la relación entre volumen erosionada y el área erosionada no debe ser mayor a 15cm<sup>3</sup>/50cm<sup>2</sup> respectivamente.

**CUADRO N°32:** Ensayo de abrasión de los adoquines sin reemplazo

MUESTRA	PESO INICIAL	PESO SATURADO	GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LA ARCILLA	VOLUMEN DE LA ARCILLA	AREA EROSIONADA	AC
N°	g	g	g/cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup>
1	383	375	2.61	3.07	33.59	0.09
2	375	366	2.61	3.45	34.96	0.10
3	366	356	2.61	3.83	34.58	0.11
<b>PROMEDIO</b>				3.45	34.377	0.100

**Fuente:** Elaboración propia

Se realizó el ensayo de resistencia a la abrasión a los adoquines de concreto a los 28 días, tres (03) muestras para un diseño de mezcla de  $f'c=120$  kg/cm<sup>2</sup> con reemplazo de 25%, cumpliendo los parámetros establecidos en la norma NTP 399.611.

**CUADRO N°33:** Ensayo de abrasión de los adoquines con 25% de reemplazo

MUESTRA	PESO INICIAL	PESO SATURADO	GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LA ARCILLA	VOLUMEN DE LA ARCILLA	AREA EROSIONADA	AC
N°	g	g	g/cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup>
1	408	399	2.61	3.45	34.37	0.10
2	399	389	2.61	3.83	35.62	0.11
3	389	379	2.61	3.83	33.37	0.11
<b>PROMEDIO</b>				3.70	34.453	0.108

**Fuente:** Elaboración propia

Se realizó el ensayo de resistencia a la abrasión a los adoquines de concreto a los 28 días, tres (03) muestras para un diseño de mezcla de  $f'c=120$  kg/cm<sup>2</sup> con reemplazo de 50%, cumpliendo los parámetros establecidos en la norma NTP 399.611.

**CUADRO N°34:** Ensayo de abrasión de los adoquines con 50% de reemplazo

MUESTRA	PESO INICIAL	PESO SATURADO	GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LA ARCILLA	VOLUMEN DE LA ARCILLA	AREA EROSIONADA	AC
N°	g	g	g/cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup>
1	438	428	2.61	3.83	34.11	0.11
2	428	418	2.61	3.83	35.61	0.11
3	418	407	2.61	4.21	34.85	0.12
<b>PROMEDIO</b>				3.96	34.857	0.114

**Fuente:** Elaboración propia

Se realizó el ensayo de resistencia a la abrasión a los adoquines de concreto a los 28 días, tres (03) muestras para un diseño de mezcla de  $f'c=120$  kg/cm<sup>2</sup> con reemplazo de 100%, cumpliendo los parámetros establecidos en la norma NTP 399.611.

**CUADRO N°35:** Ensayo de abrasión de los adoquines con 100% de reemplazo

MUESTRA	PESO INICIAL	PESO SATURADO	GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LA ARCILLA	VOLUMEN DE LA ARCILLA	AREA EROSIONADA	AC
N°	g	g	g/cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup>
1	470	459	2.61	4.21	36.21	0.12
2	459	448	2.61	4.21	35.36	0.12
3	448	435	2.61	4.98	37.51	0.13
<b>PROMEDIO</b>				4.47	36.36	0.123

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.4.6. Resistencia a la succión

Se realizó el ensayo de succión a las muestras de adoquines para un diseño de mezcla de  $f^c=120$  kg/cm<sup>2</sup> con respecto a la norma NTP 339.613 – 2017, como se muestra en el siguiente cuadro:

**CUADRO N°36:** Ensayo de succión del adoquín

Muestra	Edad	Longitud	Ancho	AREA	Peso seco	Peso ensayado	Succión
	(Días)	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(g)	(g)	gr/200cm <sup>2</sup> -min
M-1	28	20.12	10.1	203.21	1966	1974	7.87
M-2	28	20.06	10.13	203.21	2136	2146	9.84
M-3	28	20.08	10.02	201.20	1968	1976	7.95
<b>Promedio</b>							8.56

**Fuente:** Elaboración propia

Se realizó el ensayo de succión a las muestras de adoquines para un diseño de mezcla de  $f^c=120$  kg/cm<sup>2</sup> con un reemplazo de 25% de concreto triturado, con respecto a la norma NTP 339.613 – 2017, como se muestra en el siguiente cuadro:

**CUADRO N°37:** Ensayo de succión del adoquín con un reemplazo de 25%

Muestra	Edad	Longitud	Ancho	AREA	Peso seco	Peso ensayado	Succión
	(Días)	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(g)	(g)	gr/200cm <sup>2</sup> -min
M-1	28	20.05	10.09	202.3	2074	2082	7.91
M-2	28	20.1	10.03	201.6	2010	2018	7.94
M-3	28	20.02	10.11	202.4	2014	2022	7.91
<b>Promedio</b>							7.92

**Fuente:** Elaboración propia

Se realizó el ensayo de succión a las muestras de adoquines para un diseño de mezcla de  $f^c=120$  kg/cm<sup>2</sup> con un reemplazo de 50% de concreto triturado, con respecto a la norma NTP 339.613 – 2017, como se muestra en el siguiente cuadro:

**CUADRO N°38:** Ensayo de succión del adoquín con un reemplazo de 50%

Muestra	Edad	Longitud	Ancho	AREA	Peso seco	Peso ensayado	Succión
	(Días)	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(g)	(g)	gr/200cm <sup>2</sup> -min
M-1	28	20.02	10.04	201	2138	2148	9.95
M-2	28	20.08	10.02	201.2	2014	2022	7.95
M-3	28	20.07	10.03	201.3	2050	2058	7.95
<b>Promedio</b>							8.62

**Fuente:** Elaboración propia

Se realizó el ensayo de succión a las muestras de adoquines para un diseño de mezcla de  $f^c=120$  kg/cm<sup>2</sup> con un reemplazo de 100% de concreto triturado, con respecto a la norma NTP 339.613 – 2017, como se muestra en el siguiente cuadro:

**CUADRO N°39:** Ensayo de succión del adoquín con un reemplazo de 100%

Muestra	Edad	Longitud	Ancho	AREA	Peso seco	Peso ensayado	Succión
	(Días)	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(g)	(g)	gr/200cm <sup>2</sup> -min
M-1	28	20.02	10.03	200.8	2130	2138	7.97
M-2	28	20.08	10.07	202.21	2100	2111	10.88
M-3	28	20.03	10.05	201.3	2038	2046	7.95
<b>Promedio</b>							8.93

**Fuente:** Elaboración propia

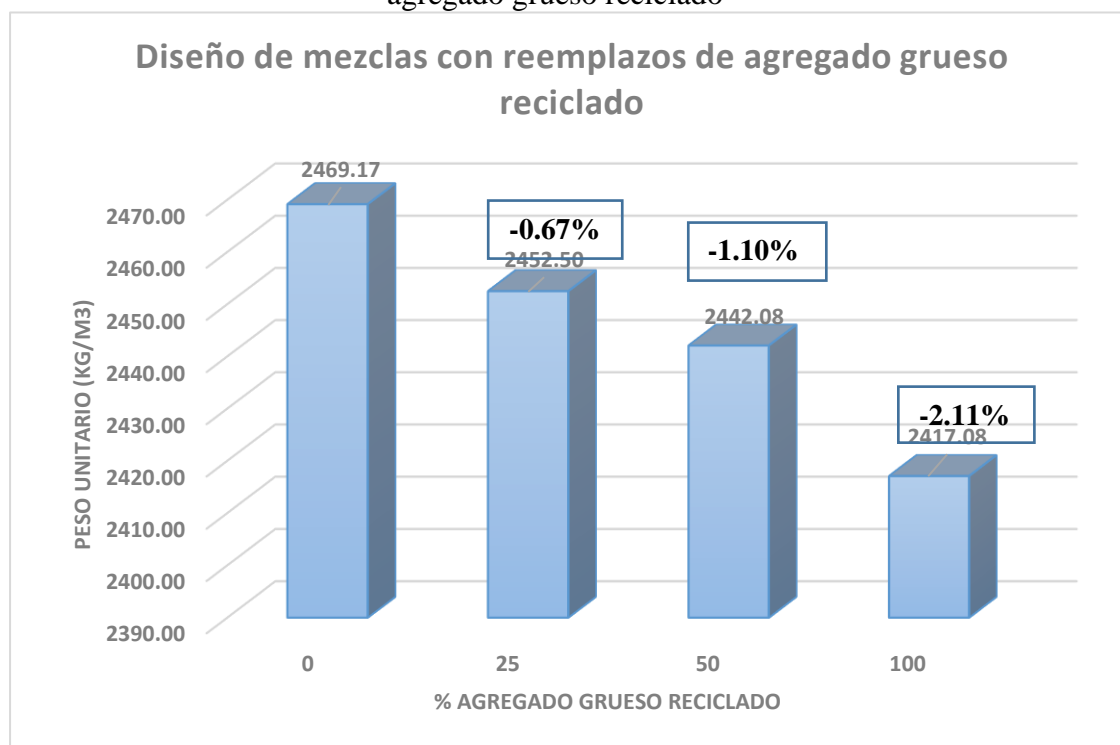
## V. DISCUSIÓN

### 5.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 5.1.1. Concreto en estado fresco

##### 5.1.1.1 Ensayo de peso unitario

**GRÁFICO N°4:** Pesos unitarios para diseño de mezcla  $f'c = 120 \text{ kg/cm}^2$  con reemplazos de agregado grueso reciclado



**Fuente:** Elaboración propia

Se observa en el gráfico que, a mayor cantidad de reemplazo de concreto triturado se obtiene un menor peso unitario del concreto con respecto al peso unitario del concreto de la muestra patrón seleccionado.

Al reemplazar un 25% de residuos de concreto, se puede observar que se obtiene un peso unitario un 0.67% menor al peso unitario del concreto de la muestra patrón.

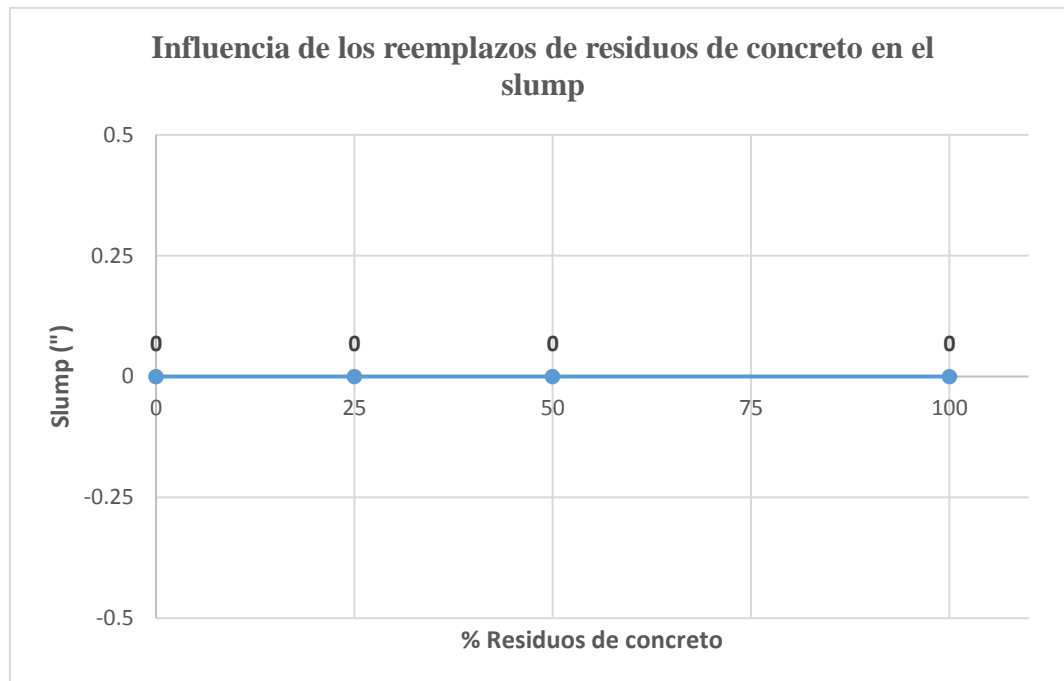
Al reemplazar un 50% de residuos de concreto, se puede observar que se obtiene un peso unitario un 1.10% menor al peso unitario del concreto de la muestra patrón.

Al reemplazar un 100% de residuos de concreto, se puede observar que se obtiene un peso unitario un 2.11% menor al peso unitario del concreto de la muestra patrón.

El decrecimiento de los pesos con respecto a los reemplazos de agregado reciclado se debe, a que, en los ensayos preliminares de este agregado, se observó que su peso es inferior al del agregado natural, dando por consiguiente el decrecimiento en el peso unitario del concreto a medida que se va reemplazando el agregado grueso natural del agregado reciclado.

### 5.1.1.2 Ensayo de asentamiento

**GRÁFICO N°5:** Influencia del reemplazo de residuos de concreto en el slump



**Fuente:** Elaboración propia

Al obtenerse un slump de 0" en los distintos reemplazos, esto nos asegura que el concreto a utilizar en la elaboración del prefabricado mantendrá su consistencia, y de esta manera se logrará la forma deseada del prefabricado; este ensayo nos asegura la consistencia del concreto, pero a la vez se debe tener en cuenta que el concreto al ser semiseco, este comienza a fraguar perdiendo su trabajabilidad y por consiguiente se obtendrán prefabricados con superficies irregulares.

### 5.1.2. Concreto en estado endurecido

#### 5.1.2.1 Ensayo de resistencia a la compresión

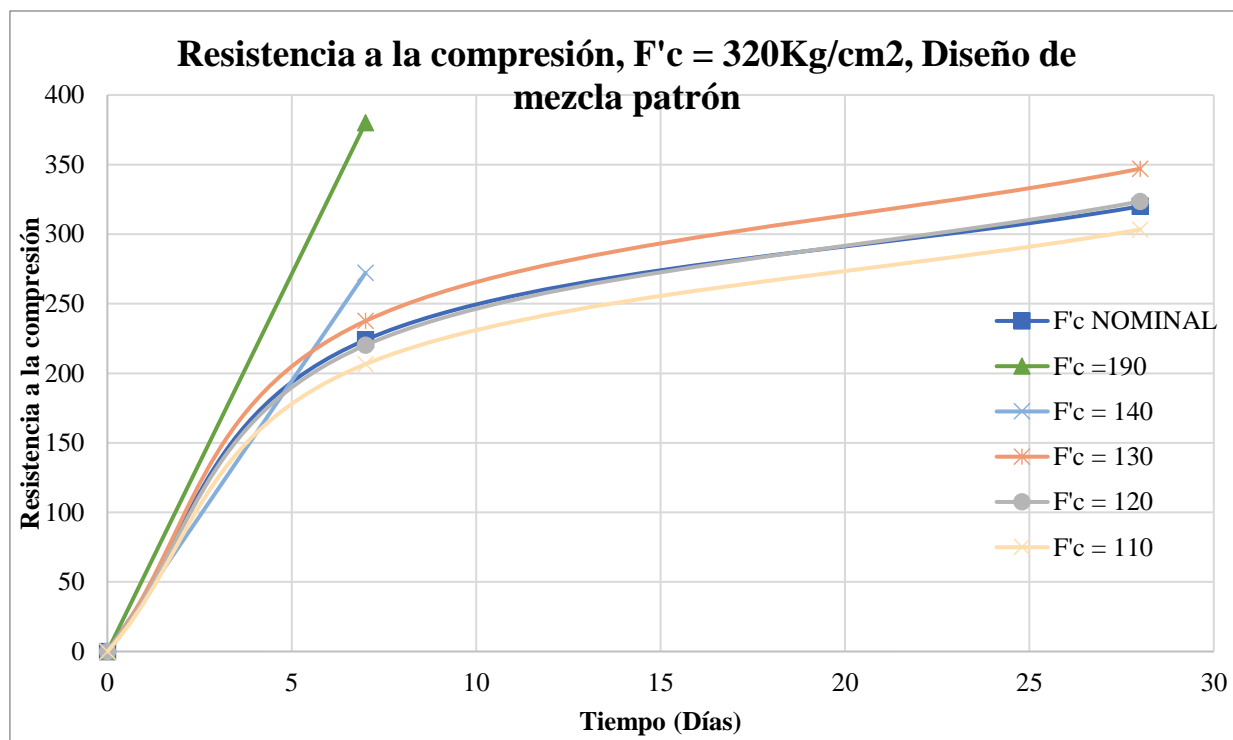
**CUADRO N°40:** Resistencia a la compresión nominal para diferentes días

RESISTENCIA NOMINAL	
EDAD	%
0	0
7	75
14	92.5
28	100

**Fuente:** ACI 211

### 5.1.2.1.1. Concreto $f'_c=120 \text{ Kg/cm}^2$ para la muestra patrón

**GRÁFICO N°6:** Resistencia a la compresión de la muestra patrón



**Fuente:** Elaboración propia

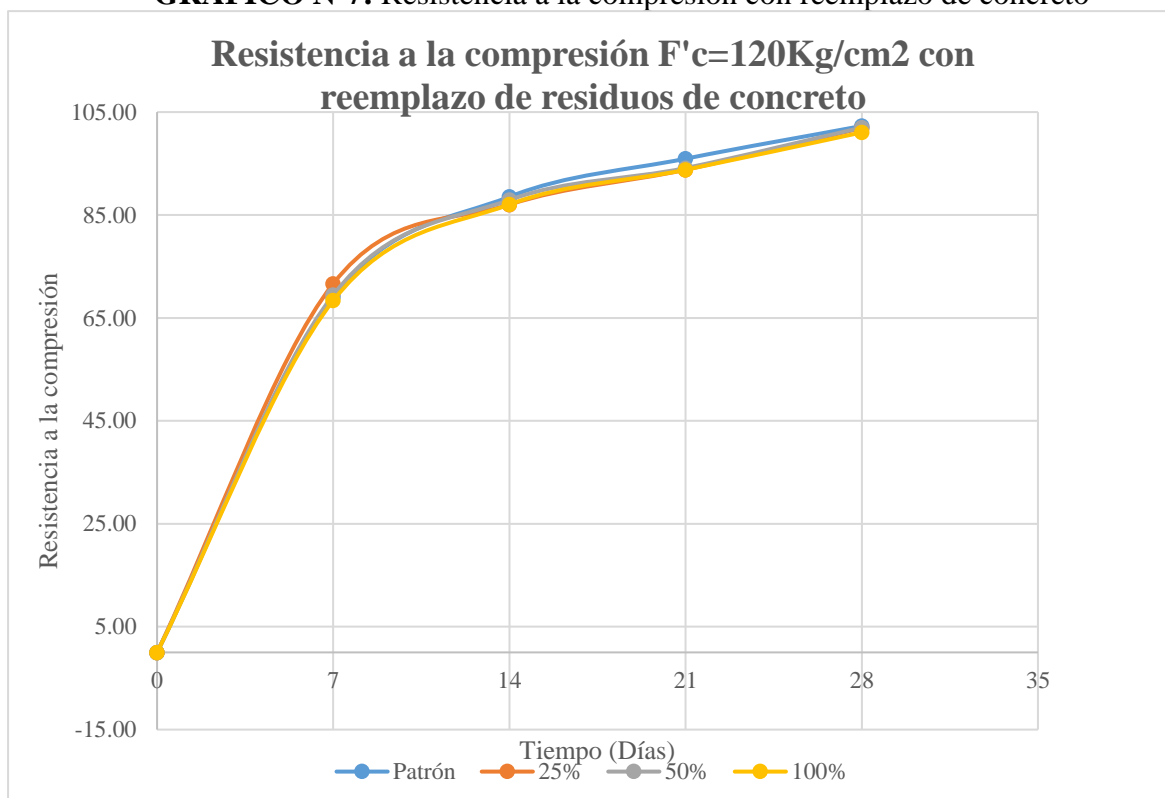
La curva de resistencia de compresión del diseño de mezcla con  $f'_c = 110 \text{ kg/cm}^2$ , llega a los 7 días al 64.55% de la resistencia de diseño estando por debajo en 10.45% de la resistencia nominal; a los 28 días llega a una resistencia del 94.78% estando 5.22% debajo que la nominal, por lo tanto, se descartó el diseño para ser seleccionado como patrón ya que su resistencia fue inferior.

La curva de resistencia de compresión del diseño de mezcla con  $f'_c = 120 \text{ kg/cm}^2$ , llega a los 7 días al 68.82% de la resistencia de diseño estando por debajo en 6.18% de la resistencia nominal; a los 28 días llega a una resistencia del 101.08% estando 1.08% por encima que la nominal, por lo tanto, se tomó el diseño por ser la resistencia con comportamiento más cercano a la nominal.

La curva de resistencia de compresión del diseño de mezcla con  $f'_c = 130 \text{ kg/cm}^2$ , llega a los 7 días al 74.25% de la resistencia de diseño estando por debajo en 0.75% de la resistencia nominal; a los 28 días llega a una resistencia del 108.44% estando 8.44% por encima que la nominal, por lo tanto, se descartó el diseño por no ser la resistencia con comportamiento más cercano a la nominal.

### 5.1.2.1.2. Concreto $f'_c=120 \text{ Kg/cm}^2$ con reemplazo de residuos de concreto

**GRÁFICO N°7:** Resistencia a la compresión con reemplazo de concreto



**Fuente:** Elaboración propia

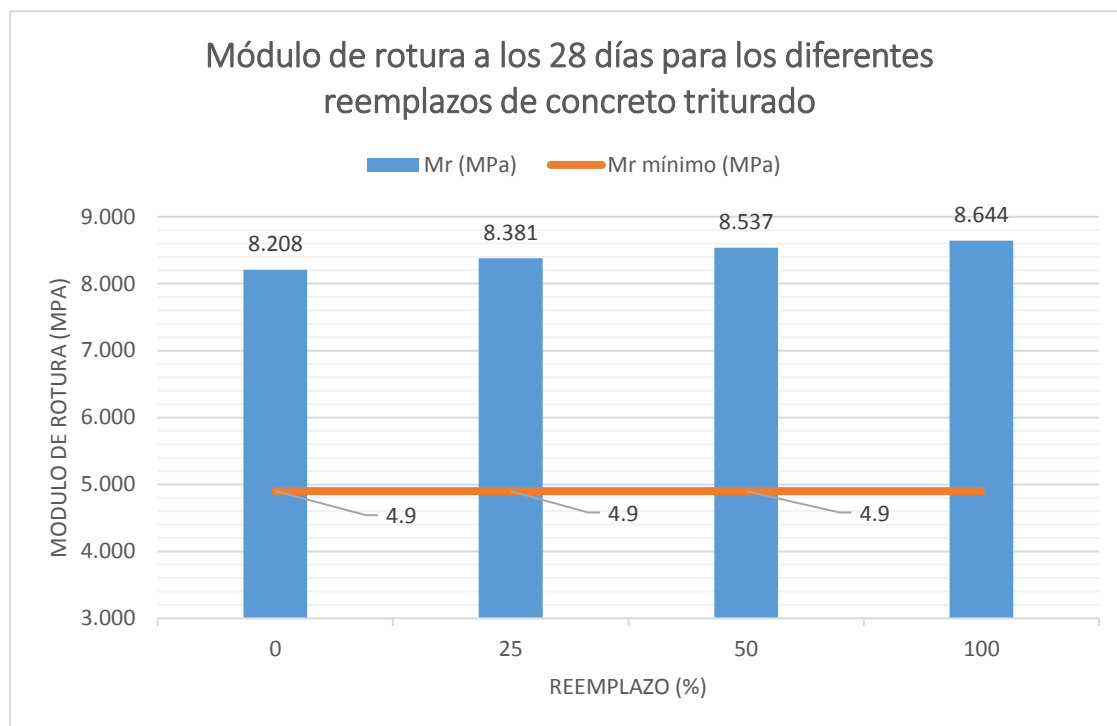
La curva de resistencia de compresión del diseño con reemplazo de 50%, llega a los 7 días al 69.46% de la resistencia de diseño estando por encima en 0.36% de la resistencia patrón  $f'_c=120 \text{ kg/cm}^2$  seleccionada; a los 14 días al 87.92% de la resistencia de diseño estando por debajo en 0.62% de la resistencia patrón; a los 21 días al 94.12% de la resistencia de diseño estando por debajo en 1.82% de la resistencia patrón; a los 28 días llega a una resistencia del 101.98% estando 0.31% debajo que el diseño patrón.

Concluyendo que, resistencia a la compresión del reemplazo al 50% de residuos de concreto tiene el comportamiento más similar al diseño de mezcla patrón seleccionada.

La resistencia a la compresión pasado los 28 días no se ve afectada significativamente por cada reemplazo del agregado reciclado; pero las variaciones que puedan existir con respecto a la muestra patrón se deduce que es por la granulometría, puesto que se observa una mayor tendencia a tener granos pequeños requiriendo por ende el uso de más pasta; de tal manera, sí se podría ver afectada la resistencia del adoquín si es que no se logra una buena vibrocompactación, puesto que esto ayuda que el concreto tenga una masa compacta logrando evitar la mayor cantidad de aire alojado en el adoquín, de no ser así se obtendrá un concreto poroso el cual tendrá carencias para llegar a la resistencia requerida.

### 5.1.2.2 Ensayo de módulo de rotura

**GRÁFICO N°8:** Modulo de rotura a los 28 días



**Fuente:** Elaboración propia

Se observa en el gráfico que a mayor reemplazo de concreto triturado al diseño de mezcla patrón, se obtiene una mayor resistencia a la flexión por tracción.

Según la norma ITINTEC 339.124.1988, establece que la resistencia a la flexión por tracción no será menor a 4.9 MPa.

Sin reemplazo, se obtiene una resistencia a la flexión por tracción de 8.21MPa, mayor a un 67.51% con respecto a lo establecido en la norma.

Con un reemplazo de 25%, se obtiene una resistencia a la flexión por tracción de 8.38MPa, mayor a un 71.03% con respecto a lo establecido en la norma.

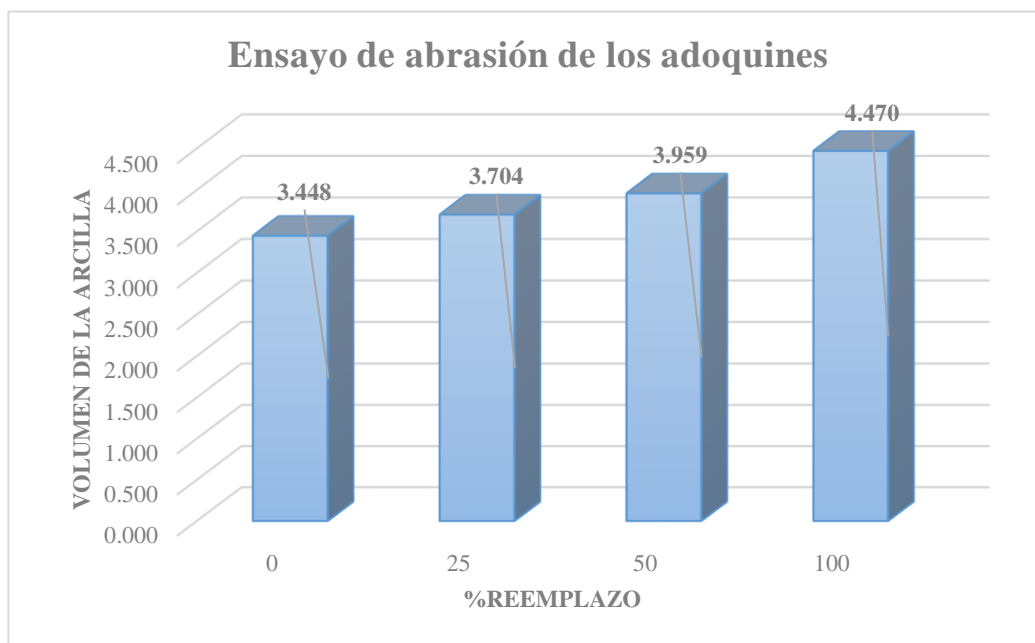
Con un reemplazo de 50%, se obtiene una resistencia a la flexión por tracción de 8.54MPa, mayor a un 74.22% con respecto a lo establecido en la norma.

Con un reemplazo de 100%, se obtiene una resistencia a la flexión por tracción de 8.64MPa, mayor a un 76.41% con respecto a lo establecido en la norma.

El aporte del agregado reciclado para este ensayo es importante puesto que da un aumento de durabilidad ante cargas que generan flexión por tracción, permitiendo que el prefabricado tenga un mejor desempeño y no presente fisuras, ni agrietamientos a temprana edad después de su disposición final.

### 5.1.2.3 Ensayo de resistencia a la abrasión

**GRÁFICO N°9:** Ensayo de abrasión de los adoquines



**Fuente:** Elaboración propia

Se observa en el gráfico que a mayor reemplazo de concreto triturado al diseño de mezcla patrón, se obtiene un crecimiento en cuanto al volumen de erosión.

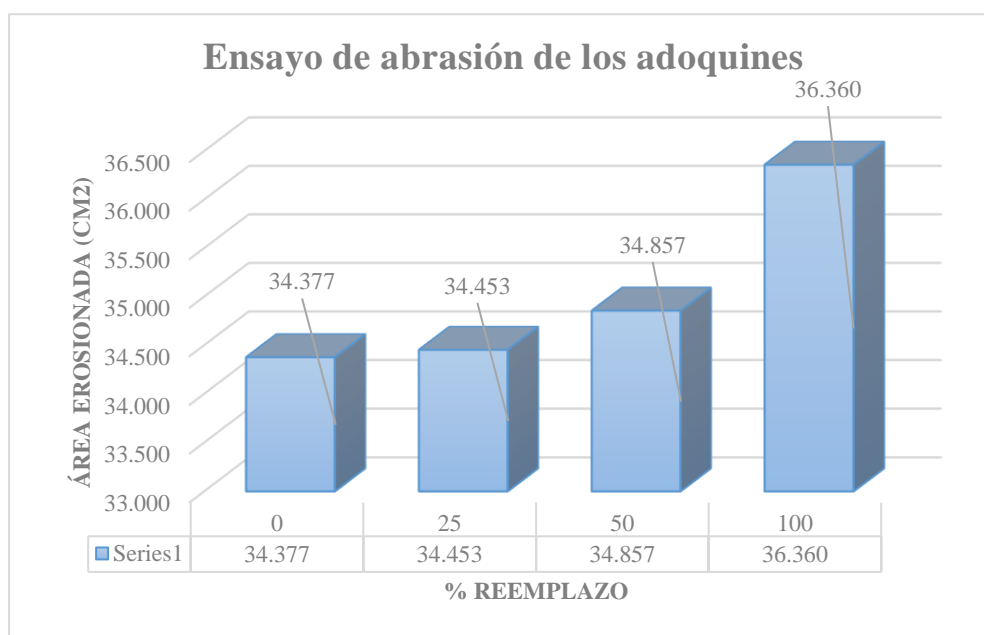
Según la norma NTP 399.611, establece que el volumen de erosión no será mayor a 15 cm<sup>3</sup>.

Sin reemplazo, se obtiene un volumen de erosión de 3.448 cm<sup>3</sup>, cumpliendo con el parámetro establecido en la norma.

Con un reemplazo de 25%, se obtiene un volumen de erosión de 3.704 cm<sup>3</sup>, mayor a un 0.26% con respecto a la muestra patrón.

Con un reemplazo de 50%, se obtiene un volumen de erosión de 3.959 cm<sup>3</sup>, mayor a un 0.51% con respecto a la muestra patrón.

Con un reemplazo de 100%, se obtiene un volumen de erosión de 4.47 cm<sup>3</sup>, mayor a un 1.02% con respecto a la muestra patrón.

**GRÁFICO N°10: Ensayo de abrasión de los adoquines**

**Fuente:** Elaboración propia

Se observa en el gráfico que a mayor reemplazo de concreto triturado al diseño de mezcla patrón, se obtiene un crecimiento en cuanto al área de erosión.

Según la norma NTP 399.611, establece que el área erosionada no será mayor a 50 cm<sup>2</sup>.

Sin reemplazo, se obtiene un volumen de erosión de 34.377 cm<sup>2</sup>, cumpliendo con el parámetro establecido en la norma.

Con un reemplazo de 25%, se obtiene un volumen de erosión de 34.453 cm<sup>2</sup>, mayor a un 0.08% con respecto a la muestra patrón.

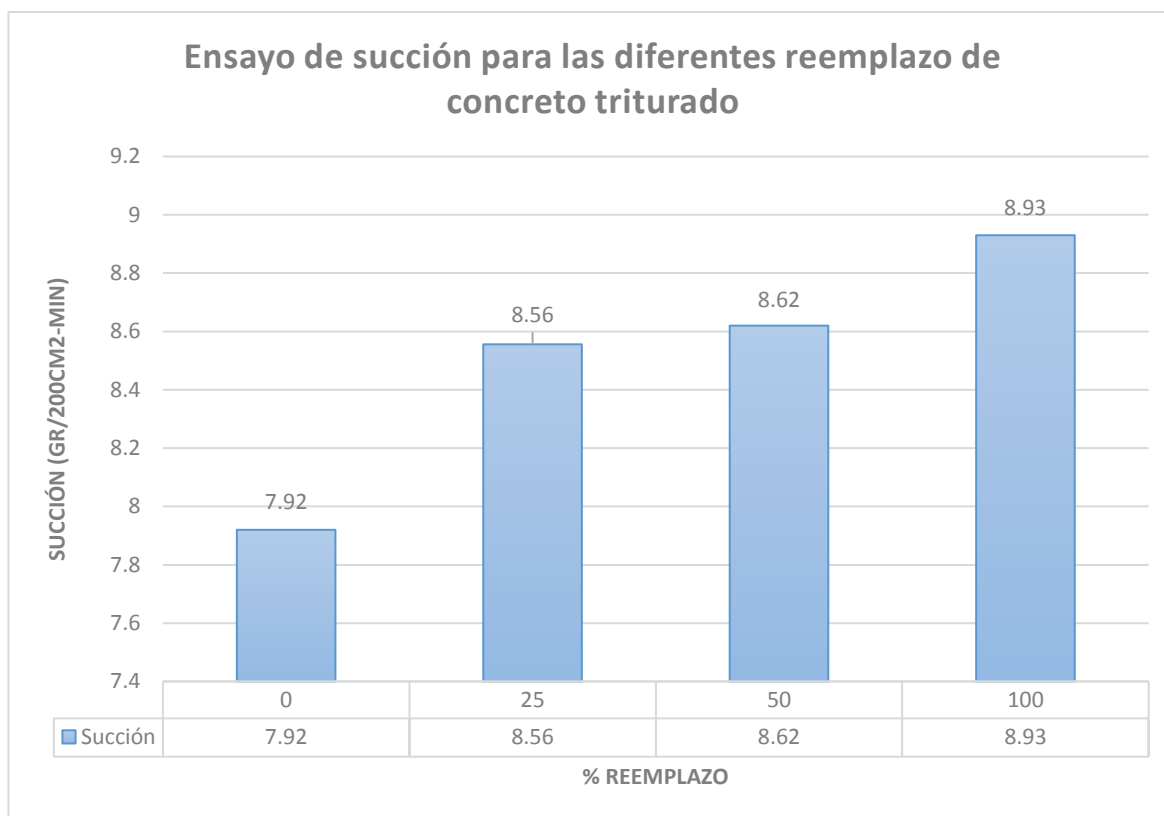
Con un reemplazo de 50%, se obtiene un volumen de erosión de 34.857 cm<sup>2</sup>, mayor a un 0.48% con respecto a la muestra patrón.

Con un reemplazo de 100%, se obtiene un volumen de erosión de 36.36 cm<sup>2</sup>, mayor a un 1.98% con respecto a la muestra patrón.

El agregado reciclado se ve reflejado en el prefabricado al tener un aumento de erosión tanto en su volumen como en área, pero esto es insignificante ya que se encuentra dentro de los parámetros. Un factor que puede influir en la superficie de contacto, puede ser el secado del adoquín, ya que, si este se coloca directamente bajo sol, este se seca muy rápido la cara de contacto, generando así una capa débil por consiguiente un adoquín defectuoso ante la abrasión.

### 5.1.2.4 Ensayo de succión

**GRÁFICO N°11: Ensayo de succión a los adoquines**



**Fuente:** Elaboración propia

Se observa en el gráfico que a mayor reemplazo de concreto triturado al diseño de mezcla patrón, se obtiene una mayor succión.

Según la norma NTP 399.613 - 2017, establece que la succión no será mayor a 20 gr/200cm<sup>2</sup>-min.

Con un reemplazo de 25%, se obtiene una succión mayor a un 8.03% con respecto al de diseño de mezcla patrón.

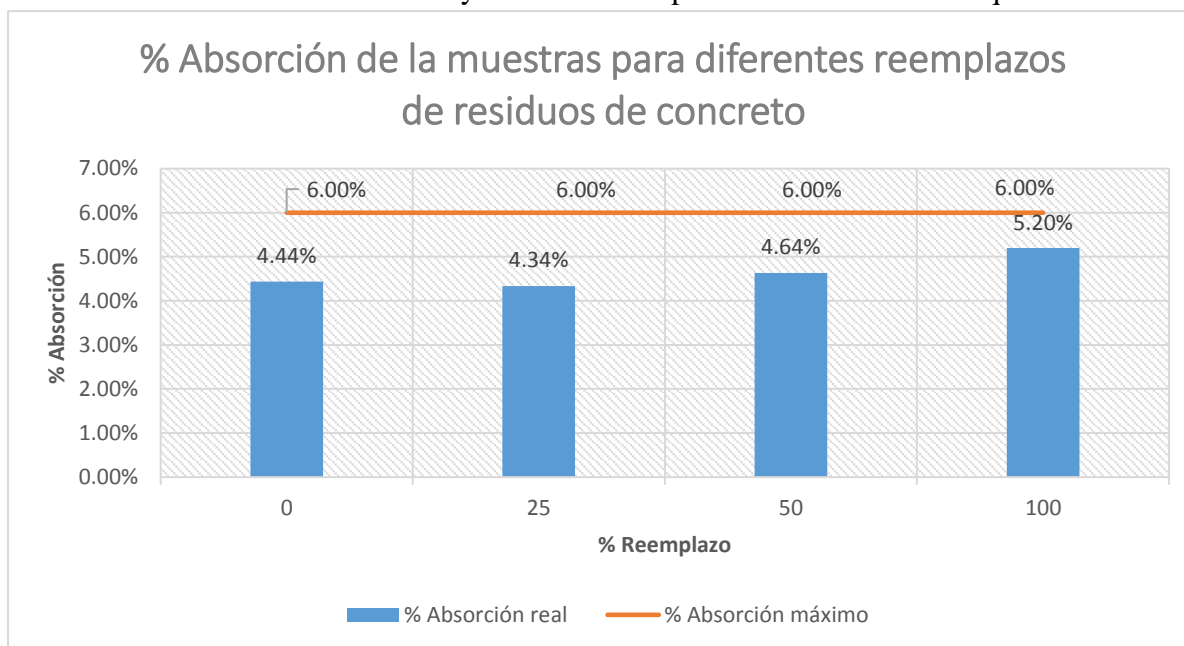
Con un reemplazo de 50%, se obtiene una succión mayor a un 8.84% con respecto al de diseño de mezcla patrón.

Con un reemplazo de 100%, se obtiene una succión mayor a un 12.75% con respecto al de diseño de mezcla patrón.

El aumento de succión utilizando el agregado reciclado como agregado grueso, se debe a que dicho agregado es más poroso por ende tiende a liberar espacios de aire para reemplazar por el agua, haciendo notar este aumento de succión a medida que se reemplaza más agregado reciclado, pero no tiene tal impacto puesto que si se requiere que su disposición final sea colocada con algún mortero solo se procede a mojar el prefabricado.

### 5.1.2.5 Ensayo de absorción

**GRÁFICO N°12:** Ensayo de absorción para las muestras de adoquines



**Fuente:** Elaboración propia

Según la norma NTP 399.613, establece que el porcentaje de absorción máxima es de 6%.

Sin reemplazo de residuo de concreto, se obtiene un porcentaje de absorción de 4.44%, menor a un 26% con respecto del porcentaje de absorción máxima.

Con un reemplazo de 25% de residuos de concreto, se obtiene un porcentaje de absorción de 4.34%, menor a un 27.69% con respecto del porcentaje de absorción máxima.

Con un reemplazo de 50% de residuos de concreto, se obtiene un porcentaje de absorción de 4.64%, menor a un 22.73% con respecto del porcentaje de absorción máxima.

Con un reemplazo de 100% de residuos de concreto, se obtiene un porcentaje de absorción de 5.20%, menor a un 13.38% con respecto del porcentaje de absorción máxima.

Se tiene una mayor absorción en los adoquines, a medida que se reemplaza el agregado reciclado como agregado grueso, esto se debe a la capacidad de retener mayor cantidad de agua, pero esta diferencia en la absorción no afecta al adoquín ya que se mantiene por debajo del promedio establecido según normativa.

### **5.1.2.6 Durabilidad**

La durabilidad del adoquín realizado no se ve afectada por las características obtenidas del concreto triturado como agregado grueso, se obtiene que genera un aporte al ir incrementando en el módulo de ruptura, logrando así un mejor comportamiento a la acción de cargas, no obstante, se aprecia que al incrementar el reemplazo concreto triturado se tiene una mayor abrasión, pero esta no se ve descartada puesto que se mantiene por debajo de lo establecido en la norma. Los ensayos de sales, sulfatos y cloruros se mantienen en lo permisible, dando así un adoquín que tendrá un buen comportamiento en su disposición final, por lo tanto, no se tendrá patologías propias del adoquín ni lesiones que afecten su durabilidad.

## VI. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Se realizó la evaluación económica, obteniéndose los costos de cada insumo de la ferretería “Sol y Mar” ubicado en la Mz. B lote 03 Urb. Ricardo Arizola, determinándose el costo del concreto con agregado grueso natural para un millar de adoquines, como se muestra en el siguiente cuadro:

**CUADRO N°41:** Costo de elaboración de adoquín de concreto

Partida		Elaboración de Adoquín de concreto			
Rendimiento	560 und/día	Costo unitario por unidad:			<b>0.401</b>
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b>Mano de Obra</b>					
Operario	día	1	0.002	60	0.107
Peon	día	2	0.004	50	0.179
					<b>0.286</b>
<b>Equipos</b>					
Mezcladora	día	1	0.002	30	0.054
Vibradora	día	1	0.002	30	0.054
Herram. Manuales	%mo		3.000	0.009	0.009
					<b>0.116</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**CUADRO N°42:** Costo del concreto con agregado grueso natural

Costo del concreto					
Insumo	Medida	Costo (S/.)	Peso (Kg)	Parcial (S./Kg)	Total (S/.)
Cemento	bls	25	293.8976	0.5882	172.8809
A. Grueso	m3	60	737.0314	0.0439	32.3648
A. Fino	m3	45	1105.0436	0.0297	32.8480
Agua	m3	5	206.0699	0.0050	1.0303
Costo de elaboración de adoquín de concreto					401.429
<b>TOTAL</b>					<b>640.553</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Se realizó la evaluación económica, obteniéndose los costos de cada insumo de la ferretería “Sol y Mar” ubicado en la Mz. B lote 03 Urb. Ricardo Arizola, determinándose el costo del concreto con un reemplazo de 25% de concreto triturado para un millar de adoquines, como se muestra en el siguiente cuadro:

**CUADRO N°43: Costo del concreto con reemplazo de 25%**

<b>Costo del concreto con agregado grueso reciclado 25%</b>					
<b>Insumo</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo (S/.)</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Parcial (S./Kg)</b>	<b>Total (S/.)</b>
Cemento	bls	25	293.8976	0.5882	172.8809
A. Grueso	m3	60	552.7736	0.0439	24.2736
RCD	m3	100	187.1564	0.0885	16.5717
A. Fino	m3	45	1085.9035	0.0297	39.4522
Agua	m3	5	205.1151	0.0050	1.0256
Costo de elaboración de adoquín de concreto					401.429
<b>TOTAL</b>					<b>655.633</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Se realizó la evaluación económica, obteniéndose los costos de cada insumo de la ferretería “Sol y Mar” ubicado en la Mz. B lote 03 Urb. Ricardo Arizola, determinándose el costo del concreto con un reemplazo de 50% de concreto triturado para un millar de adoquines, como se muestra en el siguiente cuadro:

**CUADRO N°44: Costo del concreto con 50% agregado grueso reciclado**

<b>Costo del concreto con agregado grueso reciclado 50%</b>					
<b>Insumo</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo (S/.)</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Parcial (S./Kg)</b>	<b>Total (S/.)</b>
Cemento	bls	25	293.8976	0.5882	172.8809
A. Grueso	m3	60	368.5157	0.0439	16.1824
RCD	m3	100	374.3127	0.0885	33.1434
A. Fino	m3	45	1066.7633	0.0297	38.7568
Agua	m3	5	204.1603	0.0050	1.0208
Costo de elaboración de adoquín de concreto					401.429
<b>TOTAL</b>					<b>663.413</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Se realizó la evaluación económica, obteniéndose los costos de cada insumo de la ferretería “Sol y Mar”, determinándose el costo del concreto con un reemplazo de 100% de concreto triturado para un millar de adoquines, como se muestra en el siguiente cuadro:

**CUADRO N°45: Costo del concreto con 100% agregado grueso reciclado**

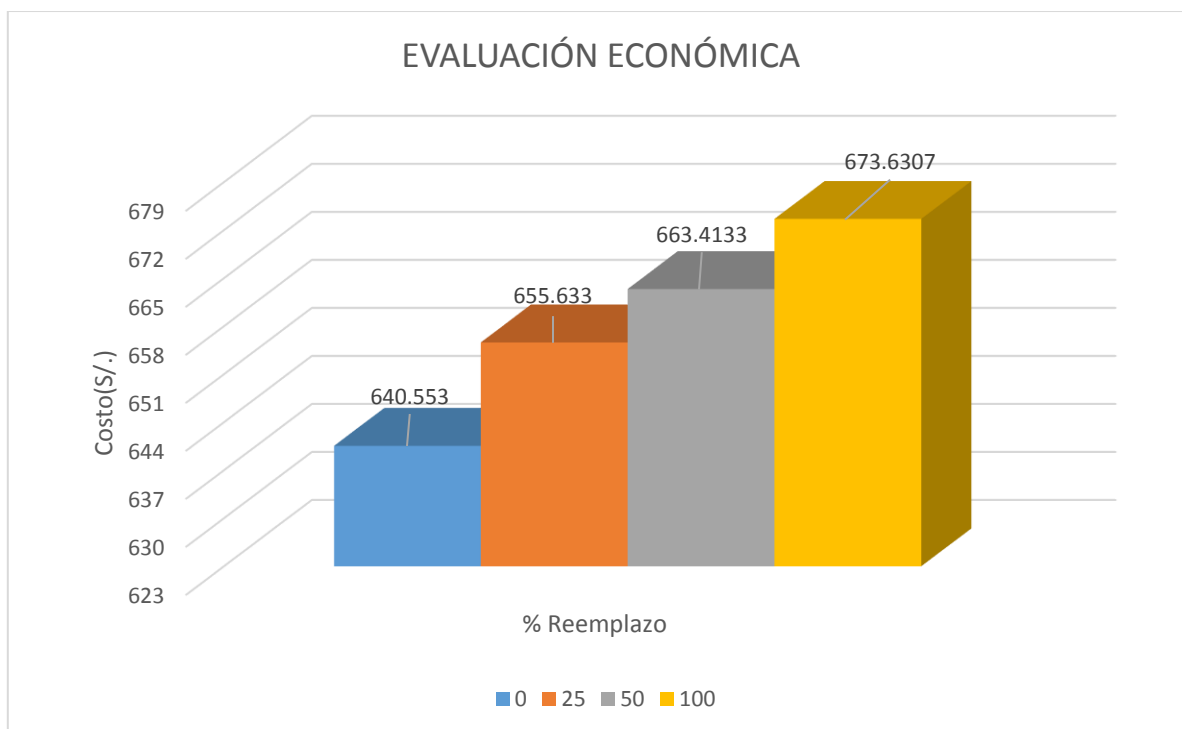
<b>Costo del concreto con agregado grueso reciclado 100%</b>					
<b>Insumo</b>	<b>Medida</b>	<b>Costo (S/.)</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Parcial (S./Kg)</b>	<b>Total (S/.)</b>
Cemento	bls	25	293.898	0.5882	172.8809
RCD	m3	100	640.323	0.0885	56.6971
A. Fino	m3	45	1145.580	0.0297	41.6203
Agua	m3	5	200.670	0.0050	1.0034
Costo de elaboración de adoquín de concreto					309.464
<b>TOTAL</b>					<b>673.631</b>

**Fuente:** Elaboración propia

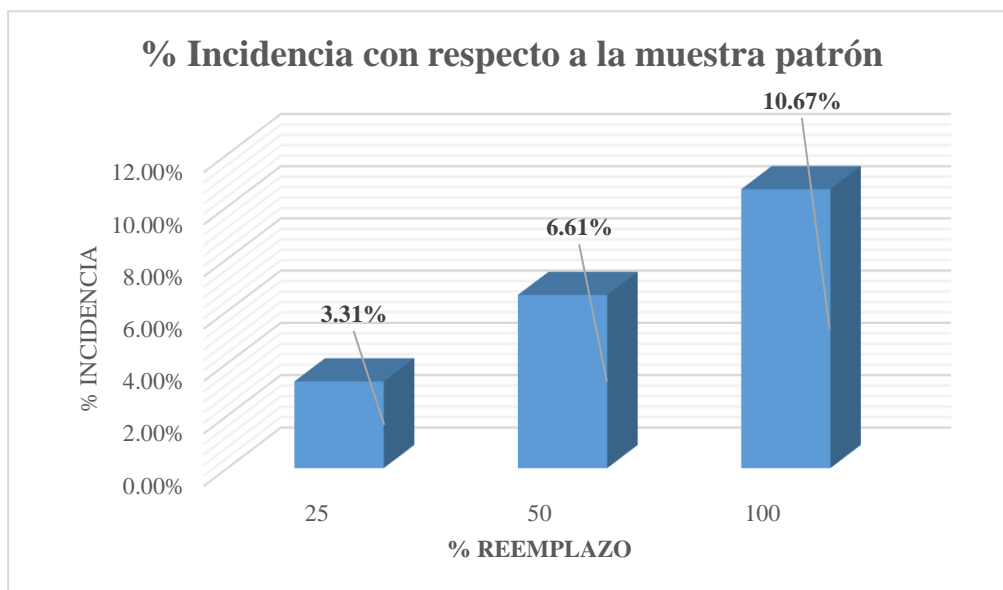
**CUADRO N°46:** Resumen de costos para cada reemplazo de residuo de concreto

RESUMEN COSTOS		
REEMPLAZO (%)	COSTO	INCIDENCIA
0	S/.640.553	-
25	S/.655.633	3.31%
50	S/.663.413	6.61%
100	S/.673.631	10.67%

**Fuente:** Elaboración propia

**GRÁFICO N°13:** Evaluación económica de los adoquines

**Fuente:** Elaboración propia

**GRÁFICO N°14:** % Incidencia de los costos con respecto a la muestra patrón

**Fuente:** Elaboración propia

Para la muestra patrón se obtuvo un costo de 640.553 soles para un millar de adoquines.

Con un reemplazo de 25% de residuos de concreto, se obtiene un costo de 655.633 soles para un millar de adoquines, obteniéndose una incidencia de 3.31% de la muestra patrón.

Con un reemplazo de 50% de residuos de concreto, se obtiene un costo de 663.413 soles para un millar de adoquines, obteniéndose una incidencia de 6.61% de la muestra patrón.

Con un reemplazo de 100% de residuos de concreto, se obtiene un costo de 673.631 soles para un millar de adoquines, obteniéndose una incidencia de 10.67% de la muestra patrón.

En el siguiente cuadro se muestra, la cantidad de volumen de concreto triturado para los reemplazos de concreto triturado de 25, 50 y 100% para un millar de adoquines.

**CUADRO N°47:** Volumen de concreto triturado para cada reemplazo

% Reemplazo	Concreto triturado (m3)
25	0.166
50	0.331
100	0.567

**Fuente:** Elaboración propia

Con un reemplazo de 25%, se obtiene un volumen de concreto triturado de 0.166 m<sup>3</sup> para un millar de adoquines.

Con un reemplazo de 50%, se obtiene un volumen de concreto triturado de 0.331 m<sup>3</sup> para un millar de adoquines.

Con un reemplazo de 100%, se obtiene un volumen de concreto triturado de 0.567 m<sup>3</sup> para un millar de adoquines.

Además, se realizó la evaluación económica, obteniéndose los costos por 1 m<sup>3</sup> de concreto, como se muestra en el siguiente cuadro:

**CUADRO N°48:** Costo de concreto por m<sup>3</sup> de concreto sin reemplazo

<b>Concreto por m<sup>3</sup></b>				
<b>Costo unitario por: m<sup>3</sup></b>				<b>229.99</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio (S/.)</b>	<b>Parcial (S/.)</b>
<b>Materiales</b>				
Cemento	bls	6.650	25	166.25
Arena	m <sup>3</sup>	0.702	45	31.58
Piedra	m <sup>3</sup>	0.519	60	31.12
Agua	m <sup>3</sup>	0.207	5	1.04

**Fuente:** Elaboración propia

Se obtiene los costos por 1 m<sup>3</sup> de concreto con reemplazo de 25% de RCD, como se muestra en el siguiente cuadro:

**CUADRO N°49:** Costo por m<sup>3</sup> de concreto con reemplazo de 25%

<b>Concreto por m<sup>3</sup> + 25% RCD</b>				
<b>Costo unitario por: m<sup>3</sup></b>				<b>237.60</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio (S/.)</b>	<b>Parcial (S/.)</b>
<b>Materiales</b>				
Cemento	bls	6.650	25	166.25
Arena	m <sup>3</sup>	0.690	45	31.04
Piedra	m <sup>3</sup>	0.389	60	23.34
RCD	m <sup>3</sup>	0.159	100	15.93
Agua	m <sup>3</sup>	0.207	5	1.04

**Fuente:** Elaboración propia

Se obtiene los costos por 1 m<sup>3</sup> de concreto con reemplazo de 50% de RCD, como se muestra en el siguiente cuadro:

**CUADRO N°50:** Costo por m<sup>3</sup> de concreto con reemplazo de 50%

<b>Concreto por m<sup>3</sup> + 50% RCD</b>				
<b>Costo unitario por: m<sup>3</sup></b>				<b>245.20</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio (S/.)</b>	<b>Parcial (S/.)</b>
<b>Materiales</b>				
Cemento	bls	6.650	25	166.25
Arena	m <sup>3</sup>	0.678	45	30.49
Piedra	m <sup>3</sup>	0.259	60	15.56
RCD	m <sup>3</sup>	0.319	100	31.87
Agua	m <sup>3</sup>	0.207	5	1.04

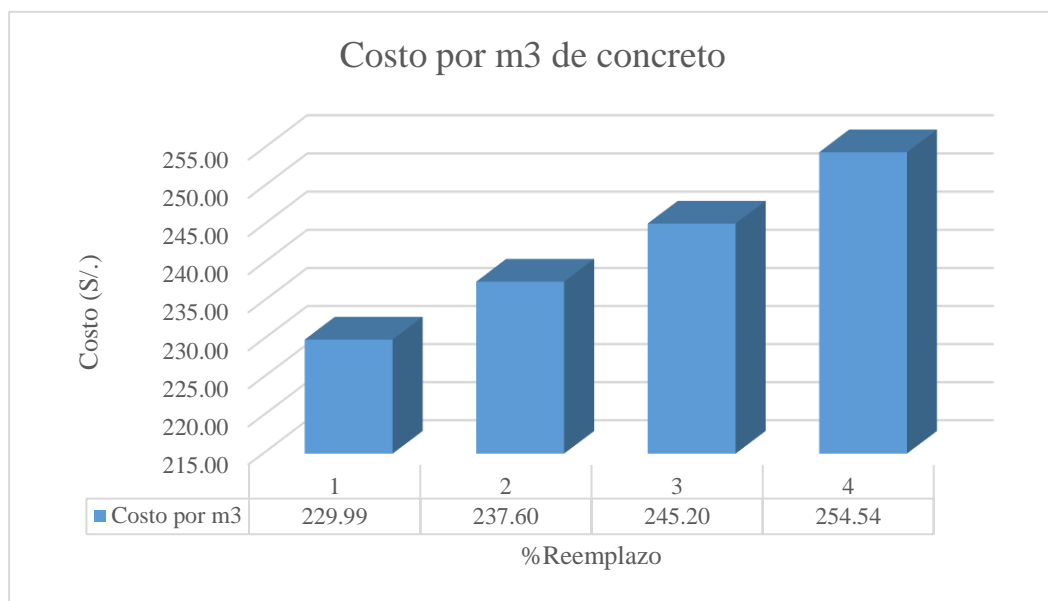
**Fuente:** Elaboración propia

Se obtiene los costos por 1 m<sup>3</sup> de concreto con reemplazo de 100% de RCD, como se muestra en el siguiente cuadro:

**CUADRO N°51:** Costo por m<sup>3</sup> de concreto con reemplazo de 100%

<b>Concreto por m<sup>3</sup> + 100% RCD</b>				
<b>Costo unitario por: m<sup>3</sup></b>				<b>254.54</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio (S/.)</b>	<b>Parcial (S/.)</b>
<b>Materiales</b>				
Cemento	bls	6.650	25	166.25
Arena	m <sup>3</sup>	0.728	45	32.74
RCD	m <sup>3</sup>	0.545	100	54.52
Agua	m <sup>3</sup>	0.207	5	1.04

**Fuente:** Elaboración propia

**GRÁFICO N°15:** Costo por m3 de concreto con diferentes reemplazos

**Fuente:** Elaboración propia

Para la muestra patrón, se obtiene un costo de S/. 229.99 por m3 de concreto, con un reemplazo de 25% de RCD un costo de S/.237.60, con un reemplazo de 50% de RCD un costo de S/.245.20, con un reemplazo de 100% de RCD un costo de S/.254.54.

## **VII. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **7.1 RESUMEN EJECUTIVO**

La presente evaluación de Impacto Ambiental será desarrollada con el fin de identificar y evaluar los impactos ambientales que se podrían originar como consecuencia de la ejecución del Proyecto de Investigación denominado: ELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019.

Hoy en día, uno de los problemas más grandes es la mala gestión de los residuos en el sector construcción, y que aún no se tiene un tratamiento para lo que son los residuos de construcción y de demolición (RCD), y que el cual se busca reciclar y reutilizar para así poder reducir o mitigar la contaminación.

Por ello, se busca alternativas o técnicas para reciclar y reutilizar los residuos de construcción y demolición, ya que, por parte de la municipalidad al no generar propuestas de solución, esto genera un gran impacto desfavorable para la ciudad, ya que la mayoría de estos botaderos se encuentran en terrenos aledaños de la carretera.

### **7.2. RESUMEN EJECUTIVO**

#### **7.2.1 Objetivos y alcance**

##### **7.2.1.1 Objetivo General**

Realizar la Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto denominado “ELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019”.

##### **7.2.1.2 Objetivos Específicos**

- Describir el proyecto.
- Desarrollar la línea base ambiental.
- Determinar y evaluar los elementos del medio ambiente a ser afectados.
- Identificar y mitigar los posibles impactos generados por el proyecto.

### **7.2.1.3 Alcance**

El desarrollo del proyecto permitirá en el distrito de Lambayeque se desarrolle tanto en el ámbito ambiental y económico, debido que los botaderos de residuos de construcción y de demolición son un foco de contaminación ambiental por una mala disposición final, y además se dará un valor económico a los residuos de concreto para ser utilizado como agregado grueso, y al mismo tiempo evitar la explotación de las canteras para los agregados naturales. Al reutilizar este residuo de construcción y demolición, se disminuirá la contaminación considerablemente y se mejorará la calidad visual.

## **7.3. MARCO LEGAL**

### **7.3.1 Normativa general**

- Constitución Política del Perú
- Ley 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental y Reglamento, D.S. No 008-2005-PCM
- Ley 27446, Ley del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

### **7.3.2 Normativa sobre el ambiente y los recursos naturales**

- Ley General del Ambiente. Ley 28611 y sus modificatorias.
- La Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos.
- Ley No 26834, Ley de Áreas Naturales Protegidas.
- El Reglamento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas (ANP). D.S. 038-2001-AG.

### **7.3.3 Normativa sobre límites máximos permisibles y estándares de calidad**

- Límites Máximos Permisibles y Estándares de Calidad Ambiental para Aire, D.S. N° 074-2001- PCM y D.S. 003-2008-MINAM.
- Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, D. S. N° 085-2003-PCM).

### **7.3.4 Normativa sobre salud**

- Ley N° 26842, Ley General de Salud.
- Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos
- Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos, D.S. N° 057 del 24-07-2004.

## 7.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

### 7.4.1 Ubicación del proyecto

El presente proyecto utiliza residuos de concreto para ser reutilizado como agregado grueso; que se encuentra ubicado en los establecimientos de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo del distrito de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

**FIGURA N°3:** Mapa del departamento de Lambayeque



**Fuente:** Google Maps

**FIGURA N°4:** Mapa Provincia de Chiclayo



**Fuente:** Google Maps

**FIGURA N°5:** Mapa ubicación de la USAT

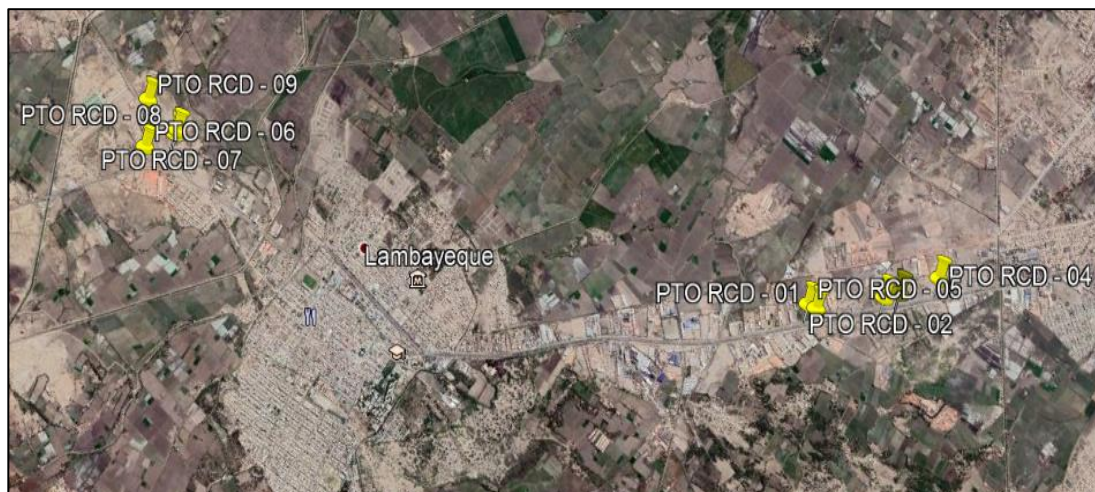
**Fuente:** Google Earth

## **7.5 AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

### **7.5.1 Área de influencia directa e indirecta del proyecto**

La determinación del área de influencia del proyecto, conlleva determinar los posibles espacios y elementos que resulten afectados al recibir los impactos del proyecto, los que pueden ser positivos o negativos. La determinación del área de influencia, toma en cuenta los medios físicos, bióticos y socioeconómicos más importantes del entorno del proyecto. El área de influencia se determina de manera directa o indirecta.

En el presente proyecto, se focalizará en el área de influencia directa, tomando en cuenta los aspectos físicos, bióticos, la cual comprende el área donde los impactos ambientales y sociales que se darán de manera directa que será en el distrito de Lambayeque, donde se realizará la extracción de residuos de concreto en los botaderos, para reutilizarlos como agregado grueso. En la siguiente figura y tabla están ubicados los botaderos donde se extrajo los residuos de concreto, que en total son 09 puntos específicos más críticos.

**FIGURA N°6:** Área de influencia directa (Distrito de Lambayeque)

**Fuente:** Elaboración propia – Google Earth

Además, se tiene un área de influencia indirecta que sería todo el departamento de Lambayeque, ya que, al extraer los residuos, se reutiliza y se va a incorporar estos residuos en el sector construcción para la elaboración de prefabricados para uso peatonal, y eso impactaría de manera positiva, como también negativa ya que al extraer todos estos residuos de concreto, habría contaminación del aire por el nivel de polvo y ruido que estos causarían, pero también ya no habría botaderos y se mejoraría la calidad visual y luego de extraer estos residuos, habría una disminución en la contaminación ambiental de manera notable.

## 7.6 LINEA BASE AMBIENTAL

Para tal efecto, se extrajo información de los aspectos físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales, lo que permitirá determinar, evaluar y cuantificar los probables impactos ambientales, para posteriormente plantear las medidas de manejo para la prevención, y mitigación de los mismos.

### 7.6.1 Descripción del aspecto físico

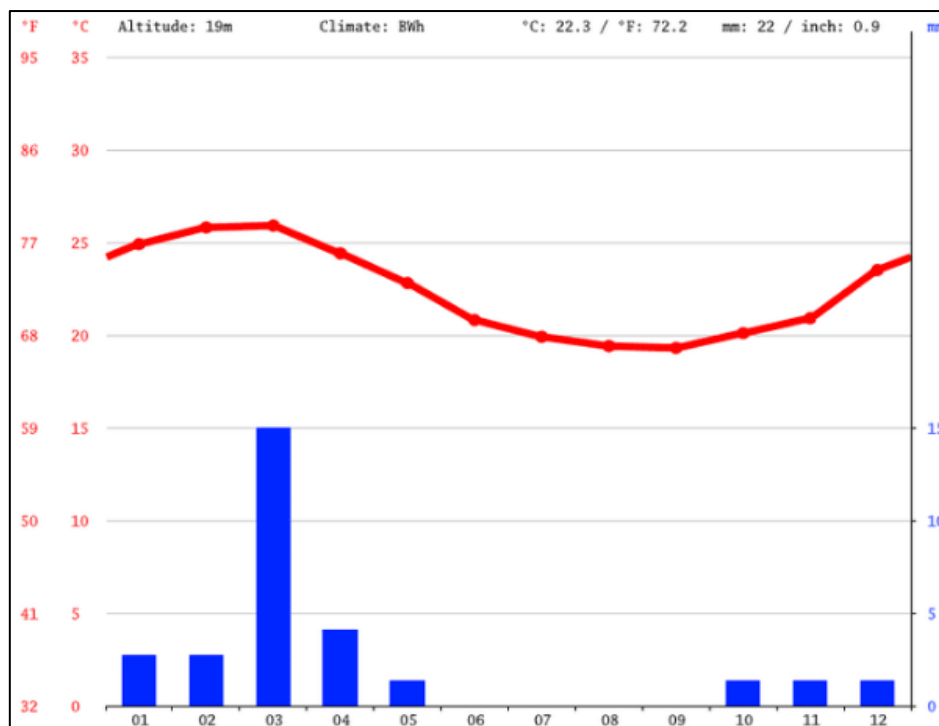
El componente abiótico, se constituyen en el medio o soporte sobre el cual se desarrolla el medio biótico. Forman parte del componente abiótico: el clima, el suelo, el agua y el aire. Todos estos factores cumplen un papel muy importante dentro de los sistemas ecológicos.

### 7.6.1.1 Clima y meteorología

#### 7.6.1.1.1 Clima

El clima en Lambayeque es un clima desértico. No hay virtualmente ninguna lluvia durante todo el año en Lambayeque. Este clima es considerado BWh según la clasificación climática de Köppen-Geiger. La temperatura media anual es 22.3 °C en Lambayeque. La precipitación aproximada es de 22 mm.

**FIGURA N°7:** Climograma Lambayeque

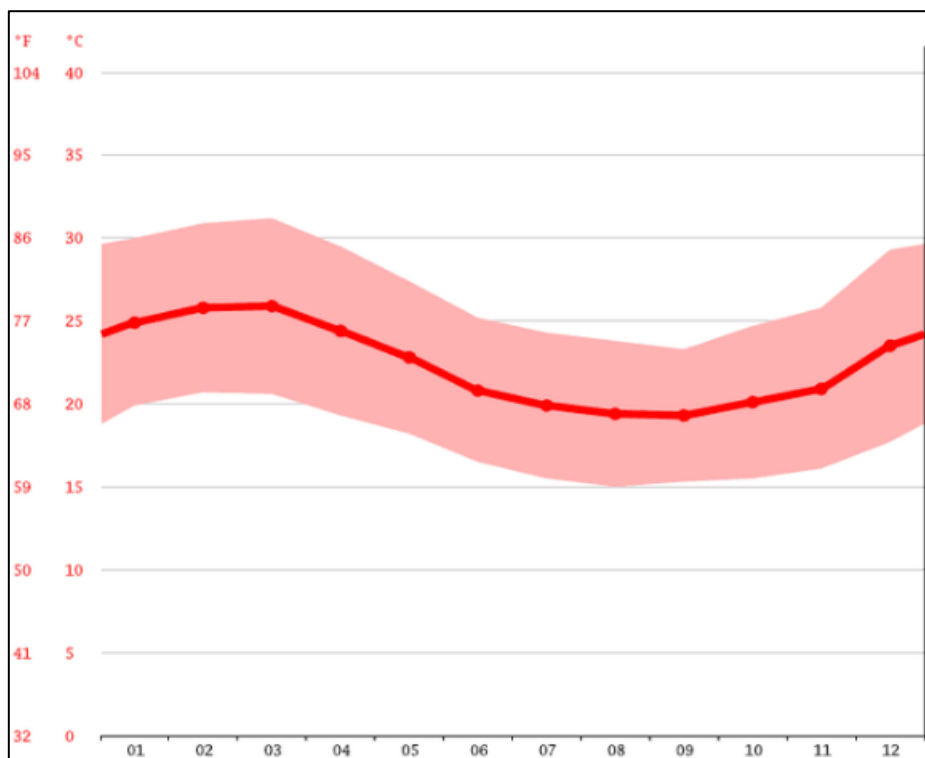


**Fuente:** Climate Data

El mes más seco es junio. Hay 0 mm de precipitación en junio. Con un promedio de 11 mm, y la mayor precipitación cae en marzo.

#### 7.6.1.1.2 Temperatura

Con un promedio de 25.9 °C, marzo es el mes más cálido. septiembre tiene la temperatura promedio más baja del año. Es 19.3 °C.

**FIGURA N°8:** Diagrama de Temperatura Lambayeque

Fuente: Climate Data

La precipitación varía 11 mm entre el mes más seco y el mes más húmedo. Durante el año, las temperaturas medias varían en 6.6 °C.

**FIGURA N°9:** Tabla climática de Lambayeque

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	24.9	25.8	25.9	24.4	22.8	20.8	19.9	19.4	19.3	20.1	20.9	23.5
Temperatura mín. (°C)	19.9	20.7	20.6	19.3	18.2	18.5	15.5	15	15.3	15.5	16.1	17.7
Temperatura máx. (°C)	30	30.9	31.2	29.5	27.4	25.2	24.3	23.8	23.3	24.7	25.8	29.3
Precipitación (mm)	2	2	11	3	1	0	0	0	0	1	1	1

Fuente: Climate Data

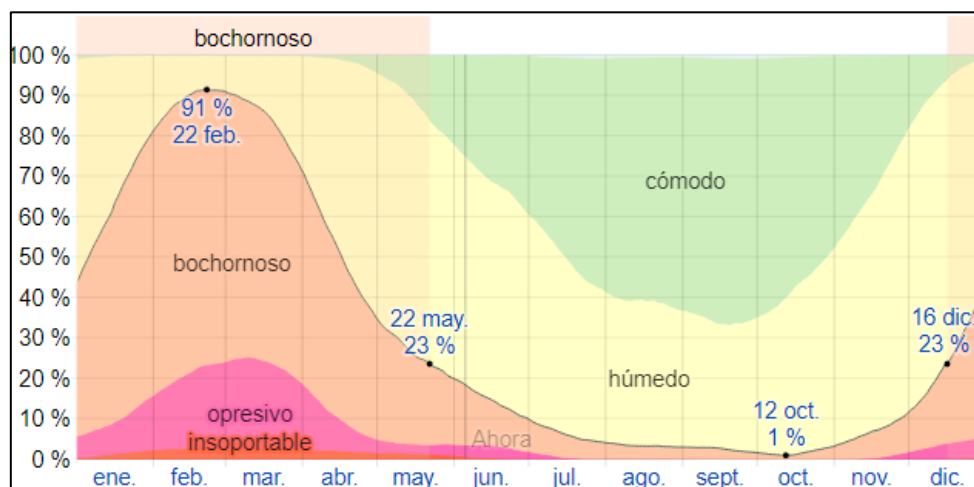
### 7.6.1.1.3 Humedad

En Lambayeque la humedad percibida varía extremadamente.

El período más húmedo del año dura 5,2 meses, del 16 de diciembre al 22 de mayo, y durante ese tiempo el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable por lo menos durante el 23 % del tiempo. El día más húmedo del año es el 22 de febrero, con humedad el 91 % del tiempo.

El día menos húmedo del año es el 12 de octubre, con condiciones húmedas el 1 % del tiempo.

**FIGURA N°10:** Niveles de comodidad de humedad

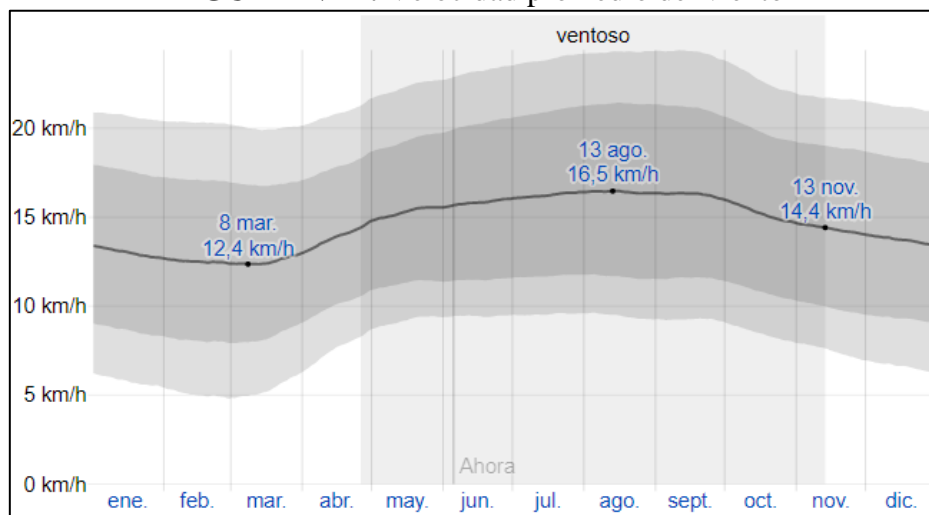


Fuente: Weather Spark

#### 7.6.1.1.4 Viento

La velocidad promedio del viento por hora en Lambayeque tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año. El tiempo más calmado del año dura 5,4 meses, del 13 de noviembre al 26 de abril. El día más calmado del año es el 8 de marzo, con una velocidad promedio del viento de 12,4 kilómetros por hora.

**FIGURA N°11:** Velocidad promedio del viento



Fuente: Weather Spark

La dirección del viento promedio por hora predominante en Lambayeque es del sur durante el año.

### **7.6.1.2 Geología**

La universidad está ubicada en la costa de la región de Lambayeque y, dado que era muy conocida en la antigüedad, es posible que fuera un fondo marino poco profundo. Se encuentra en sedimentos finos, uniformes y sedimentos estratigráficos. Estos depósitos cuaternarios recientes se originan en depósitos aluviales y abundantes para proporcionar un material excepcional. Sabemos que esta tierra se ha utilizado para tierras de cultivo.

### **7.6.1.3 Geomorfología**

Encontrado en el Cenozoico, Cuaternario y series más recientes. Sus unidades estratificadas son sedimentos fluviales, sedimentos eólicos y sedimentos aluviales, sedimentos fluviales lacustres y litografías, sedimentos eólicos con rocas invasoras. Ubicada en el cuadrante 32 del mapa geológico nacional, la universidad se ubica en la parte baja de la cuenca Chancay Lambayeque y presenta, a nivel general, las características de un “valle aluvial”.

### **7.6.1.4 Calidad del aire**

La parte urbana del distrito de Lambayeque, se puede apreciar que la calidad del aire es aceptable, pero en las zonas laterales de la carretera, no pasa lo mismo, zonas cerca a los botaderos que sirven de disposición final de estos residuos de construcción y demolición. En cuanto a lo propuesto en el presente proyecto de investigación, este puede generar una contaminación del aire, ya que, al extraer estos residuos de concreto, el aire se va mezclando con partículas de tierra, etc., lo que en este caso los afectados indirectamente serían la población de construcciones aledañas a los botaderos, y personas o carros que transiten y circulen por ahí.

## **7.6.1 Descripción del aspecto biológico**

### **7.6.1.1 Flora**

Las plantas son espacios verdes típicos creados desde una perspectiva paisajística en el marco de la dinámica urbana, las plantas con propiedades decorativas especiales suelen ser un conjunto de espacios verdes, y las zonas se zonifican para diferentes áreas, otros usos son. Los municipios son autónomos (parques, jardines, montículos, etc.). En el caso de las plantas, incluye espacios verdes que incluyen arbustos, palmeras, pinos, cipreses, cuartos de hierbas, etc. Incluye una porción de tierra recuperada alrededor de la carretera.

**a) Arbustos**

Se le conoce arbusto a la planta leñosa de un cierto porte cuando, a diferencia del resto de árboles, no se yergue sobre un solo tronco o fuste, sino que se ramifica desde la misma base. Los arbustos pueden tener varios metros de altura.

**FIGURA N°12: Arbusto**

**Fuente:** Google

**a) Pino**

Pinus es un género de plantas vasculares, llamadas pinos, que presentan una ramificación frecuentemente verticilada y más o menos regular.

**FIGURA N°13: Pino**

**Fuente:** Google

**b) Palmeras**

Las arecáceas son una familia de plantas monocotiledóneas, la única familia del orden Arecales. Normalmente se las conoce como palmeras o palmas.

**FIGURA N°14:** Washigtonia spp



**Fuente:** Google

**7.6.1.2 Fauna**

Con respecto a la fauna que se encuentra en el área de influencia directa del proyecto, la fauna oriunda del lugar es un poco escasa.

En esta área vegetal se encontraron animales diversos como huerequeque, tortotolas, gallinazos, lagartijas. Estas aves como se sabe se alimentan tanto de insectos que encuentren en este ambiente de área vegetal, como también los buitres que se alimentan de lo que hurgan en los botaderos y material vegetal en descomposición.

**a) Tortola**

Es un ave que se la conoce con muchos nombres, dependiendo donde resida. Su cuerpo es mayoritariamente de color gris, lo que contrasta con su pico en color oscuro y las patas rojizas. La pigmentación del pico se extiende hasta rodear sus ojos.

**FIGURA N°15:** Tortola

**Fuente:** Google

**b) Huerequeque**

El huerequeque, alcaraván peruano o chorlo. Mide aproximadamente 40 centímetros, de hábitos nocturnos. cabezón es una especie de ave caradriforme de la familia Burhinidae.

**FIGURA N°16:** Huerequeque

**Fuente:** Google

**c) Gallinazo**

Es un buitre negro, de cabeza negra, es la única especie del género Coragyps. Es de especie carroñera.

**FIGURA N°17:** Coragyps atratus

**Fuente:** Google

#### **d) Lagartijas**

Son de especie de los reptiles, son animales pequeños terrestres con una gran velocidad de desplazamiento y presentan escamas en su cuerpo.

**FIGURA N°18:** Lacertilia

**Fuente:** Google

#### **7.6.1.3 Ecosistema o paisajes**

Se tiene solo en puntos específicos, gran parte de área verde, las cuales vemos plantas y palmeras les dan a las zonas aledañas a la carretera un ambiente involucrado con la naturaleza.

**FIGURA N°19:** Parte de área verde

**Fuente:** Elaboración propia

### **7.6.3. Descripción del aspecto socioeconómico**

Con la realización del presente proyecto, genera un gran impacto económico, ya que, al reutilizar estos residuos de concreto para la elaboración de prefabricados, le damos un valor monetario y ya no se consideraría como algo inservible, sino se reciclaría, y disminuiría los costos y aumentaría su utilización cada vez más en las construcciones menores, y así generar en la población una conciencia ambiental y lograr mitigar la contaminación de nuestro entorno. Además, generaría empleo en la parte de la extracción de los residuos de concreto, en el transporte de estos, y en la trituración de estos residuos para ser utilizados como agregado grueso.

Según datos cuantitativos, se puede evidenciar el crecimiento de la población en nuestro país, por consiguiente, existe una mayor demanda en el sector construcción para viviendas, por ser una necesidad básica y primordial para el poblador. Por ello se puede afirmar que el aumento de la densidad poblacional es proporcional a la mayor producción de RCD, por ende, eso constituye un mayor riesgo para la preservación del medio ambiente. Como se puede apreciar en el siguiente cuadro, que la densidad poblacional va en aumento.

**CUADRO N°52:** Población censada urbana y rural, según provincia, 2017

Provincia	Total	Urbana		Rural	
		Absoluto	%	Absoluto	%
<b>Total</b>	<b>1 197 260</b>	<b>971 121</b>	<b>100,0</b>	<b>226 139</b>	<b>100,0</b>
Chiclayo	799 675	758 872	78,2	40 803	18,0
Ferreñafe	97 415	55 448	5,7	41 967	18,6
Lambayeque	300 170	156 801	16,1	143 369	63,4

**Fuente:** INEI

## **7.7. IDENTIFICACION Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES**

Para la identificación de los impactos ambientales se requiere analizar la correlación entre lo que se denomina los aspectos ambientales de un proyecto y los factores que forman el ambiente. Por lo tanto, se deben determinar los factores ambientales que se encuentran relacionados con la realización del presente proyecto, así como las acciones que van a afectar estos factores, las relaciones posibles que existen entre ambos son finalmente los impactos.

En el plan de manejo ambiental, se especifican concretamente las acciones que se implementaran para mitigar los impactos ambientales más significativos para la preservación del medio ambiente.

### **7.7.1 Factores ambientales sensibles a impacto**

Si bien existe un número amplio de factores ambientales, se puede determinar que existe algunos que son más importantes para poder a través de ellos identificar los factores que se verán afectados de manera directa o indirecta por las actividades del proyecto.

En el siguiente cuadro se presenta la resultante de la identificación de factores ambientales significativos:

**CUADRO N°53:** Determinación de los Factores Ambientales

<b>Subsistema</b>	<b>Medio</b>	<b>Factores Ambientales</b>	<b>Sub-Factores</b>
Biológico	Biótico	Vegetación	Arboles
			Arbustos
			Plantas ornamentales
		Fauna	Aves
			Insectos
			Animales terrestres
Físico	Inerte	Aire	Partículas en suspensión
			Nivel de Ruido
			Gases, Humo
		Agua	Agua subterránea
			Calidad del agua
		Suelo	Morfología del terreno
	Calidad de suelo		
	Permeabilidad		
	Perceptual	Paisaje	Calidad del paisaje
Social	Social	Aceptabilidad	Cobertura de servicios básicos
			Uso eficiente del recurso hídrico
	Económico	Empleo	Mercado laboral
	Salud	Salud humana	Incidencia de enfermedades
			Salud de los usuarios
			Salud de los trabajadores

**Fuente:** Elaboración propia

## 7.7.2 Identificación de impactos ambientales

Actividades identificadas e influencias específicas en sí mismas, desde un punto de vista general a un punto de vista específico, según un concepto unificado.

Para la tecnología utilizada en el estudio, se seleccionó un criterio que no fue suficiente para todas las fases del estudio. Cada tipo tiene ventajas y limitaciones. Por tanto, el método de investigación hipotético es una combinación de estas técnicas. Por tanto, se procede a la determinación del impacto utilizando la matriz de Leopold.

### 7.7.2.1 Método de Leopold

Este método pertenece a unos de los métodos de identificación y evaluación de impactos ambientales dado por el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), en su guía para la identificación y caracterización de impactos ambientales. Se clasifica como un método de matrices, el cual consiste en tablas de interacción de doble entrada; interacciones entre, por un lado, las características y componentes ambientales y, por otro lado, las actividades previstas del proyecto. En la intersección de cada fila con cada columna se identifican los impactos correspondientes. En esencia son extensiones de las listas de chequeo que reconocen el hecho de que los componentes de un proyecto en sus diferentes etapas tienen diferentes impactos.

Este método ha demostrado su utilidad en proyectos de construcción. Se crea una matriz para construir relaciones causales en base a las características específicas de cada proyecto, a partir de dos listas que incluyen factores ambientales que pueden ser modificados por el proyecto y acciones esperadas. Tenga en cuenta que la Matriz de Leopold es esencialmente un método de identidad, no un sistema de evaluación ambiental, y puede usarse como un método integrado para transmitir los resultados.

El primer paso consistió en caracterizar las interacciones existentes y, para el proyecto, se consideraron todas las posibles actividades con localización. Luego se dibujan líneas diagonales en la cuadrícula que se cruzan con acciones que toman en cuenta todos los factores ambientales que pueden tener un impacto significativo en cada acción. Cada cuadrícula marcada en diagonal toma 2 valores.

a) **Magnitud:** valoración del impacto o de la alteración potencial a ser provocada; grado, extensión o escala; se coloca en la mitad superior izquierda. Hace referencia a la intensidad, a la dimensión del impacto en sí mismo y se califica del 1 al 10 de menor a mayor, anteponiendo un signo + para los efectos positivos y – para los negativos.

**b) Importancia:** Este es un valor ponderado que representa el peso relativo del impacto potencial y se registra en la esquina inferior derecha de la tabla. Indican la calidad del medio ambiente y el alcance del impacto relativo sobre la expansión o los territorios afectados, en una escala del 1 al 10 en orden decreciente de importancia. Una vez que se completa la cuadrícula, el siguiente paso es evaluar o interpretar los números definidos. La suma de las columnas y filas le permite comentar su búsqueda.



### 7.7.2.2 Resultados y análisis de la matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales

Los impactos ambientales tomados para la elaboración de la matriz de Leopold, se desarrollaron en el área de extracción, proceso de triturado, elaboración y ejecución del proyecto.

**CUADRO N°54:** Factores ambientales ubicados desde el impacto más desfavorable hasta el más favorable.

<b>FACTORES AMBIENTALES</b>	<b>RESULTADOS DEL IMPACTO</b>
Nivel de polvo	-152
Nivel de ruido	-145
Calidad de agua	-106
Aguas superficiales	-86
Calidad de aire	-81
Pastos	-16
Vistas escénicas y panorámicas	-15
Calidad de suelo	-10
Animales terrestres	-7
Insectos	-3
Diversidad en flora	-3
Aves	-2
Morfología	-1
Eliminación de residuos	13
Empleo	39
Utilización de áreas de terreno	49

**Fuente:** Elaboración propia

Se obtiene de la matriz de Leopold que la mayoría de factores ambientales son negativos del cual, el más perjudicial se encuentra en características físicas y químicas, dentro de este factor se encuentra aire (nivel de polvo) con un valor de -152.

En cuanto al impacto positivo este se encuentra en factores culturales, dentro de este factor se encuentra estatus cultural (utilización de áreas de terreno) con un valor de 49.

**CUADRO N°55:** Acciones del proyecto ubicados desde el impacto más desfavorable hasta el más favorable

<b>ACCIONES DEL PROYECTO AMBIENTALES</b>	<b>RESULTADOS DEL IMPACTO</b>
Elaboración de adoquines de concreto con agregado natural y reciclado	-128
Elaboración de la muestra patrón con agregado natural	-89
Elaboración de probetas	-85
Trituración de los residuos de concreto	-64
Curado de probetas y adoquines	-60
Ensayos de laboratorio del agregado reciclado y natural	-55
Ensayo del concreto en estado endurecido	-30
Almacenamiento de los agregados	-25
Extracción de los residuos de concreto como agregado grueso	-20
Ensayo del concreto en estado fresco	0
Transporte del agregado natural y reciclado	11
Transporte y descargo de los residuos de concreto	14

**Fuente:** Elaboración propia

Se obtiene de la matriz de Leopold que la mayoría de acciones del proyecto son negativos del cual, el mayor impacto negativo se encuentra en la elaboración de adoquines de concreto con agregado natural y grueso con un valor de -128.

En cuanto al impacto positivo de las acciones del proyecto este se encuentra en el transporte y descarga de los residuos de concreto con un valor de 14.

### 7.7.2.2 Descripción de los principales impactos

#### Factores físicos y químicos

##### a. Aire

##### - Calidad de Aire

**CUADRO N°56:** Impacto de la Calidad de Aire

<b>Impacto negativo</b>
<p>- Para la extracción de los residuos de concreto se utilizará maquinaria por lo tanto estas máquinas, por medio de sus motores quemando combustible alterando así la calidad del aire.</p> <p>- Traslado del residuo de concreto como también el agregado natural es necesario el empleo de volquetes que al transitar estos emiten humo en sus distintas trayectorias afectando así a la calidad del aire.</p>

**Fuente:** Elaboración propia

##### - Nivel de Polvo

**CUADRO N°57:** Impacto del Nivel de polvo

<b>Impacto positivo</b>	<b>Impacto negativo</b>
<p>- Al utilizarse los residuos de concreto permite que ya no se dejen en lugares inadecuados por lo cual, el polvo que se pueda generar no afecte a las personas.</p>	<p>- Al extraer los residuos de concreto, de estos se desprende polvo, que por medio del aire se dispersan afectando a la población más cercana o terrenos agrícolas.</p> <p>- Al triturar los residuos de concreto estos desprenden polvo que también afecta a las personas que están en el área de trituración.</p> <p>- Al transportarse los residuos de concreto ya triturado, por el mismo hecho que el vehículo va a una velocidad, el aire se lleva estas partículas de polvo afectando a la población que se encuentra cerca del recorrido del vehículo.</p> <p>- Al realizarse los ensayos en laboratorio estos emiten polvo por la acción de agitarlos o al momento que se encuentra en la máquina de los Ángeles.</p>

**Fuente:** Elaboración propia

- **Nivel de Ruido**

**CUADRO N°58:** Impacto del Nivel de ruido

<b>Impacto negativo</b>
<p>- Para la extracción de los residuos de concreto se utilizará maquinaria pesada la cual presenta dos puntos de ruido uno causado por los motores y otro al producirse el impacto de los bloques en la plataforma de los volquetes.</p> <p>- En la parte de trituración de los residuos también generan una alteración sonora.</p> <p>- Al utilizarse la máquina de los Ángeles este emite un ruido constante, pero en un periodo corto, al igual se presenta un impacto menor cuando se elaboran las mezclas de concreto.</p>

**Fuente:** Elaboración propia

**b. Agua**

- **Aguas superficiales y Calidad**

**CUADRO N°59:** Impacto de las aguas superficiales y su calidad

<b>Impacto negativo</b>
<p>- Al elaborar los ensayos de los agregados se utilizará agua para lavar el agregado ya sea natural o reciclado alterando su calidad.</p> <p>- Cuando se utilice el agua para los distintos diseños de mezcla se perderá de una manera sustancial el agua utilizada.</p> <p>- En el tiempo de curado de los adoquines estos estarán sumergidos en agua, la cual queda inservible alterando su calidad.</p>

**Fuente:** Elaboración propia

**c. Tierra**

**- Morfología**

**CUADRO N°60:** Impacto de la morfología de la tierra

<b>Impacto positivo</b>	<b>Impacto negativo</b>
Al utilizarse los residuos de concreto permite que los terrenos que se encontraban en un estado de botaderos, no ya no tendrán un cambio en los componentes y en su estratigrafía.	Se tendrá por la extracción de agregado natural para la elaboración de los distintos diseños de mezcla, pero este cambio morfológico es en pequeña escala.

**Fuente:** Elaboración propia

**- Calidad de suelo**

**CUADRO N°61:** Impacto de la calidad del suelo

<b>Impacto positivo</b>	<b>Impacto negativo</b>
- Al utilizarse los residuos de concreto permite que los terrenos que se encontraban en un estado de botaderos, regresen a un estado donde sean aprovechables ya sea para la agricultura o construcción.	- Se afectarán los terrenos colindantes a estos botaderos ya que los polvos emitidos en la extracción de los residuos de concreto alteren la composición del suelo. -Cuando se extrae los agregados naturales los terrenos quedan con desniveles y en un estrato el cual, no tiene la misma calidad que en sus condiciones naturales.

**Fuente:** Elaboración propia

## Condiciones biológicas

### a. Flora

#### - Diversidad

Está conformada por árboles, arbustos y pastos.

**CUADRO N°62:** Impacto de la diversidad de la flora

Impacto positivo	Impacto negativo
<p>Con la utilización de los residuos de concreto y retornando esos terrenos a su estado natural estos podrían servir para que las distintas plantas proliferen.</p>	<p>Se afectará las plantas colindantes a estos botaderos ya que los polvos emitidos en la extracción se adhieren a sus hojas las cuales les facilitan para hacer la fotosíntesis.</p> <p>Se talará algunas plantas para facilitar la extracción de estos residuos de concreto.</p>

**Fuente:** Elaboración propia

### b. Fauna

#### - Aves

**CUADRO N°63:** Impacto en aves

Impacto negativo
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Con el ruido producido por la maquinaria ya sea en extracción, triturado o transporte; las aves saldrían de su área de convivencia hasta que paren los trabajos en los distintos puntos.</li> <li>- Cuando se requiera facilitar la extracción de los residuos de concreto y se tenga que talar algunas patas, las cuales pueden servir de refugio o para que las aves hagan sus nidos.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia

- **Insectos**

**CUADRO N°64:** Impacto en los insectos

<b>Impacto negativo</b>
No se tendrá un gran impacto ya que la cantidad de insectos que se encuentran en este ecosistema es relativamente baja.

**Fuente:** Elaboración propia

- **Animales terrestres**

**CUADRO N°65:** Impacto en los animales terrestres

<b>Impacto negativo</b>
En su mayoría se encuentran reptiles, los cuales aprovechan los vacíos generados por los bloques de concreto como un refugio.

**Fuente:** Elaboración propia

**Factores culturales**

**a. Actividades**

- **Eliminación de Residuos**

**CUADRO N°66:** Impacto de la eliminación de residuos

<b>Impacto positivo</b>	<b>Impacto negativo</b>
- Ser utilizados como agregado reciclado para la elaboración de un nuevo producto. Mejora la calidad de vida de la población que se encuentra alrededor de los botaderos.	Al realizar los diseños de mezcla, ensayos se generan residuos, pero en una menor escala teniendo un mínimo impacto.

**Fuente:** Elaboración propia

## b. Estética

### - Vistas Escénicas y Panorámicas

**CUADRO N°67:** Impacto de las vistas escénicas y panorámicas

Impacto positivo	Impacto negativo
<p>Los terrenos que estaban siendo utilizados como botaderos, ahora pueden ser utilizados como terrenos de agricultura o construcción dando así una mejor calidad de vistas Escénicas y Panorámicas.</p>	<p>- Al utilizar agregados naturales para los diseños de mezcla, estos son extraídos de canteras las cuales son afectadas en su morfología, causando a futuro un gran impacto visual.</p> <p>- Los residuos generados en el transcurso del proyecto si no se tiene un adecuado proceso pueden generar un impacto panorámico.</p>

**Fuente:** Elaboración propia

## c. Uso del Suelo

### - Pastos

**CUADRO N°68:** Impacto en pastos

Impacto negativo
<p>Se ven afectados en una menor escala puesto que el almacén cuenta con un patio el cual está conformado por pasto que posteriormente los agregados estarán sobre estos pastos.</p>

**Fuente:** Elaboración propia

#### d. Estatus Cultural

##### - Empleo

**CUADRO N°69:** Impacto en empleo

<b>Impacto positivo</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Al realizarse el proyecto se generan puestos de trabajo, pero los cuales son temporales.</li> <li>- Al triturarse estos residuos de concreto se pueden generar un mayor ingreso monetario puesto que ya no tienen el mismo destino de ser enviados a un botadero.</li> <li>- En una forma indirecta los propietarios de estos terrenos que sirven como botaderos, pueden vender dichos terrenos a un monto que no vaya en contra de sus intereses monetarios.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia

##### - Utilización de Áreas de Terreno

**CUADRO N°70:** Impacto en utilización de áreas de terreno

<b>Impacto positivo</b>
<p>Con la utilización de los residuos los terrenos de una forma indirecta regresan a su estado inicial, de los cuales estos pueden ser utilizados por sus propietarios como un área de cultivo, de construcción o sean vendidos.</p>

**Fuente:** Elaboración propia

## 7.8. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Está dado por un conjunto de acciones o actividades que permitan mitigar, prevenir, controlar, corregir y compensar aquellos impactos negativos que son desfavorables para el proyecto; también incluye un seguimiento y monitoreo de lo que se plantea PMA.

Se realizará un Programa de Prevención y Mitigación del Impacto Ambiental como instrumento de las medidas ya mencionadas.

### 7.8.1 Programa de Prevención y Mitigación del Impacto Ambiental

Con los impactos ambientales ya identificados, de los cuales los impactos negativos se buscarán eliminar o minimizar sus efectos; teniendo en cuenta los impactos positivos, de estos se buscará maximizar sus efectos en gran medida.

#### Factores físicos y químicos

##### 1) Aire

##### - Calidad de Aire

**CUADRO N°71:** Medidas para mitigar el impacto de la calidad de aire

Impacto negativo	Medidas tomadas para eliminar, minimizar o mitigar
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para la extracción de los residuos de concreto se utilizará maquinaria por lo tanto estas máquinas, por medio de sus motores queman combustible alterando así la calidad del aire.</li> <li>- Traslado del residuo de concreto como también el agregado natural es necesario el empleo de volquetes que al transitar estos emiten humo en sus distintas trayectorias afectando así a la calidad del aire.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar maquinas que cuenten con un certificado y estén en óptimas condiciones para minimizar el quemado de combustible al estar en funcionamiento.</li> <li>- Los volquetes que se encuentran en constante transito deben tener una ficha de mantenimiento, para así disminuir los gases tales como el dióxido de carbono.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia

- **Nivel de Polvo**

**CUADRO N°72:** Medidas para mitigar el nivel de polvo

<b>Impacto negativo</b>	<b>Medidas tomadas para eliminar, minimizar o mitigar</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Al extraer los residuos de concreto, de estos se desprende polvo, que por medio del aire se dispersan afectando a la población más cercana o terrenos agrícolas.</li> <li>- Al triturar los residuos de concreto estos desprenden polvo que también afecta a las personas que están en el área de trituración.</li> <li>- Al transportarse los residuos de concreto ya triturado, por el mismo hecho que el vehículo va a una velocidad, el aire se lleva estas partículas de polvo afectando a la población que se encuentra cerca del recorrido del vehículo.</li> <li>- Al realizarse los ensayos en laboratorio estos emiten polvo por la acción de agitarlos o al momento que se encuentra en la máquina de los Ángeles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar un horario donde los vientos no sin tan frecuentes y evitar el traslado de las partículas de polvo.</li> <li>- Rociar con agua los desmontes que se extraen para evitar el polvo.</li> <li>- En la zona de trituración las personas a cargo deben tener sus EPP.</li> <li>- Los vehículos encargados del transporte deben contar con carpas para cubrir los agregados.</li> <li>- Uso de EPP en laboratorio, construcción de una caja para la máquina de los Ángeles y así evitar todo el polvo que se escapa por sus rendijas.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia

- **Nivel de Ruido**

**CUADRO N°73:** Medidas para mitigar el nivel de ruido

Impacto negativo	Medidas tomadas para eliminar, minimizar o mitigar
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para la extracción de los residuos de concreto se utilizará maquinaria pesada la cual presenta dos puntos de ruido uno causado por los motores y otro al producirse el impacto de los bloques en la plataforma de los volquetes.</li> <li>- En la parte de trituración de los residuos también generan una alteración sonora.</li> <li>- Al utilizarse la máquina de los Ángeles este emite un ruido constante, pero en un periodo corto, al igual se presenta un impacto menor cuando se elaboran las mezclas de concreto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Con las fichas de mantenimiento de las máquinas se puede garantizar un bajo ruido en el funcionamiento de sus motores.</li> <li>- Para mitigar el ruido en la trituradora se le podía construir una pantalla o una cajuela que minimice el ruido.</li> <li>- En laboratorio se debe tener ambientes que aíslen a cada máquina y evitar el ruido constante.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia

2) **Agua**

- **Aguas superficiales y Calidad**

**CUADRO N°74:** Medidas para mitigar el impacto en las aguas superficiales

Impacto negativo	Medidas tomadas para eliminar, minimizar o mitigar
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Al elaborar los ensayos de los agregados se utilizará agua para lavar el agregado ya sea natural o reciclado alterando su calidad.</li> <li>- Cuando se utilice el agua para los distintos diseños de mezcla se perderá de una manera sustancial el agua utilizada.</li> <li>- En el tiempo de curado de los adoquines estos estarán sumergidos en agua, la cual queda inservible alterando su calidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construcción de una poza para sedimentar las partículas que se encuentran en el agua y esta sea aprovechada para el riego de platas.</li> <li>- Calcular la poza de curado para que no se desperdicie agua en zonas que no están cubiertas por las muestras de concreto realizadas.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia

### 3) Tierra

#### - Morfología

**CUADRO N°75:** Medidas para mitigar el impacto en la morfología de la tierra

Impacto negativo	Medidas tomadas para eliminar, minimizar o mitigar
Se tendrá por la extracción de agregado natural para la elaboración de los distintos diseños de mezcla, pero este cambio morfológico es en pequeña escala.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar agregado reciclado.</li> <li>- Una vez que termina su capacidad de explotación de una cantera minimizar su impacto rellenando aquellas excavaciones.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia

#### - Calidad de suelo

**CUADRO N°76:** Medidas para mitigar el impacto de la calidad del suelo

Impacto negativo	Medidas tomadas para eliminar, minimizar o mitigar
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se afectarán los terrenos colindantes a estos botaderos ya que los polvos emitidos en la extracción de los residuos de concreto alteren la composición del suelo.</li> <li>- Cuando se extrae los agregados naturales los terrenos quedan con desniveles y en un estrato el cual, no tiene la misma calidad que en sus condiciones naturales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para evitar este polvo que se desprende de los residuos de concreto se debe rociar con agua.</li> <li>- Para las canteras que ya cumplieron su ciclo, se deberían reponer con rellenos y estos a la vez con un estrato fértil en la parte superior para que se pueda utilizar como un área de cultivo.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia

## Condiciones biológicas

### 1) Flora

#### - Diversidad

Está conformada por árboles, arbustos y pastos.

**CUADRO N°77:** Medidas para mitigar el impacto en la diversidad de la flora

Impacto negativo	Medidas tomadas para eliminar, minimizar o mitigar
<p>- Se afectará las plantas colindantes a estos botaderos ya que los polvos emitidos en la extracción se adhieren a sus hojas las cuales les facilitan para hacer la fotosíntesis.</p> <p>- Se talará algunas plantas para facilitar la extracción de estos residuos de concreto.</p>	<p>_ Rociar agua a las plantas con el fin de eliminar el polvo desprendido en la extracción de los residuos de concreto.</p> <p>_ Reubicar plantas que impidan el manejo de los residuos de construcción.</p>

**Fuente:** Elaboración propia

## 2) Fauna

### - Aves, Insectos y Animales terrestres

**CUADRO N°78:** Medidas para mitigar el impacto en las aves, insectos y animales terrestres

<b>Impacto negativo</b>	<b>Medidas tomadas para eliminar, minimizar o mitigar</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Con el ruido producido por la maquinaria ya sea en extracción, triturado o transporte; las aves saldrían de su área de convivencia hasta que paren los trabajos en los distintos puntos.</li> <li>- Cuando se requiera facilitar la extracción de los residuos de concreto y se tenga que talar algunas patas, las cuales pueden servir de refugio o para que las aves hagan sus nidos.</li> <li>- No se tendrá un gran impacto ya que la cantidad de insectos que se encuentran en este ecosistema es relativamente baja.</li> <li>- En su mayoría se encuentran reptiles, los cuales aprovechan los vacíos generados por los bloques de concreto como un refugio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimizar ruido de las maquinas con un mantenimiento adecuado y certificado.</li> <li>- Proveer con alimentos y refugio a la fauna local hasta que esta retome una cadena alimenticia.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia

## Factores culturales

### 1) Actividades

#### - Eliminación de Residuos

**CUADRO N°79:** Medidas para mitigar el impacto en la eliminación de residuos

<b>Impacto negativo</b>	<b>Medidas tomadas para eliminar, minimizar o mitigar</b>
Al realizar los diseños de mezcla, ensayos se generan residuos, pero en una menor escala teniendo un mínimo impacto.	Contar con un adecuado sistema de gestión de residuos en el laboratorio.

**Fuente:** Elaboración propia

### 2) Estética

#### - Vistas Escénicas y Panorámicas

**CUADRO N°80:** Medidas para mitigar el impacto de las vistas escénicas y panorámicas

<b>Impacto negativo</b>	<b>Medidas tomadas para eliminar, minimizar o mitigar</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Al utilizar agregados naturales para los diseños de mezcla, estos son extraídos de canteras las cuales son afectadas en su morfología, causando a futuro un gran impacto visual.</li> <li>- Los residuos generados en el transcurso del proyecto si no se tiene un adecuado proceso pueden generar un impacto panorámico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar agregados reciclados.</li> <li>- Minimizar el impacto visual reforestando las canteras que cumplieron con su ciclo de producción.</li> <li>- Tener un lugar apropiado y mejor diseñado para los residuos producidos en laboratorio.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia

### 3) Uso del Suelo

#### - Pastos

**CUADRO N°81:** Medidas para mitigar el impacto en los pastos

<b>Impacto negativo</b>	<b>Medidas tomadas para eliminar, minimizar o mitigar</b>
Se ven afectados en una menor escala puesto que el almacén cuenta con un patio el cual está conformado por pasto que posteriormente los agregados estarán sobre estos pastos.	Almacenar los distintos agregados en sacos y evitar que se dispersen y arruinen los pastos.

**Fuente:** Elaboración propia

### 4) Estatus Cultural

#### - Empleo

**CUADRO N°82:** Medidas para mitigar el impacto en el empleo

<b>Impacto positivo</b>	<b>Medidas tomadas para maximizar el impacto</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Al realizarse el proyecto se generan puestos de trabajo, pero los cuales son temporales.</li> <li>- Al triturarse estos residuos de concreto se pueden generar un mayor ingreso monetario puesto que ya no tienen el mismo destino de ser enviados a un botadero.</li> <li>- En una forma indirecta los propietarios de estos terrenos que sirven como botaderos, pueden vender dichos terrenos a un monto que no vaya en contra de sus intereses monetarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incentivar con proyectos de investigación la utilización de residuos de concreto, para que estos tomen un valor económico.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia

- **Utilización de Áreas de Terreno**

**CUADRO N°83:** Medidas para mitigar el impacto en la utilización de áreas de terreno

<b>Impacto positivo</b>	<b>Medidas tomadas para maximizar el impacto</b>
<p>Con la utilización de los residuos, los terrenos de una forma indirecta regresan a su estado inicial, de los cuales estos pueden ser utilizados por sus propietarios como un área de cultivo, de construcción o sean vendidos.</p>	<p>Presentando un proyecto de urbanización que permita incrementar el costo del área recuperada.</p>

**Fuente:** Elaboración propia

## VIII. CONCLUSIONES

1. Habiéndose realizado los diseños de mezcla para un  $f'c = 110, 120$  y  $130 \text{ Kg/cm}^2$ , se tomó el diseño de mezcla para un  $f'c = 120 \text{ kg/cm}^2$  para la muestra patrón, ya que su resistencia de diseño tiene un comportamiento más cercano con respecto a la resistencia de diseño nominal según ACI 311, llegando a los 28 días a una resistencia del 101.08% estando 1.08% por encima del 100%, que es la resistencia nominal.
2. La resistencia a la compresión con los diferentes reemplazos de concreto triturado como agregado grueso cumplen con la resistencia nominal de  $320 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días. Con respecto al módulo de rotura, se concluye que, a mayor reemplazo de concreto triturado al diseño de mezcla patrón, se obtiene una mayor resistencia a la flexión por tracción. Asimismo, respecto al ensayo de abrasión, se concluye que, a mayor reemplazo de concreto triturado al diseño de mezcla patrón, se obtiene un mayor volumen de erosión y área erosionada poco significativo con respecto a la muestra patrón.
3. Se realizó evaluación de los elementos de concreto de construcción y demolición, encontrados en los distintos botaderos, asimismo se realizó el análisis al producto obtenido del triturado de dichos elementos, concluyéndose que estos se pueden reutilizar ya que no tienen una patología severa que pueda causar daño directamente en el concreto a diseñar.
4. Los costos de concreto comparando utilizando el agregado grueso natural y con reemplazo de concreto triturado para 1 millar de adoquines no varía mucho. Varía de S/. 7.91, S/. 15.81 y S/25.51, para los diferentes reemplazos de 25%, 50% y 100% respectivamente. Concluyéndose que, no es económicamente viable.
5. Al incorporar residuos de concreto triturado en los diseños de mezcla de concreto estamos minimizando y mitigando el impacto de manera directa, ya que se está contribuyendo con nuestro medio ambiente, ya que reutilizamos un subproducto que con una mala disposición genera una contaminación visual que a la vez es perjudicial para el medio ambiente y seres vivos.

## **IX. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda implementar normativas para el uso adecuado de los residuos de concreto triturado.
2. Se recomienda el uso de los adoquines con los distintos reemplazos del agregado reciclado, ya que cumplen con los parámetros establecidos.
3. Se recomienda mojar los adoquines si estos van a estar fijados con mortero.
4. Se recomienda que los adoquines fabricados permanezcan en sombra desde su elaboración hasta el proceso de curado.
5. Se recomienda investigar el aporte del concreto triturado en bloques de concreto de tabiquería.
6. Se recomienda tener un tiempo de vibro-compactado no menor de los 30 segundos, puesto que esto garantiza a los adoquines ensayados en esta tesis.

## X. REFERENCIAS

- [1] M. G. López Dominguez, A. Pérez Salazar, P. Garnica Anguas y E. Granel Covarrubias, «Reaprovechamiento de residuos de demolición y construcción en la infraestructura de caminos,» *Entre Textos*, nº 24, pp. 39-50, 26 setiembre 2016.
- [2] L. A. Arce Jauregui y E. L. I. Tapia Gonzalez, «Planteamiento de un manual para la gestión de los residuos de construcción y demolición en edificaciones urbanas,» Lima, 2014.
- [3] INEI, «INEI,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/poblacion-y-vivienda/>. [Último acceso: 18 Setiembre 2017].
- [4] OEFA, «Fiscalización Ambiental en Residuos Sólidos de gestión Municipal y Provincial,» IAKOB Comunicadores & Editores S.A.C., Lima, 2016.
- [5] M. M. MORALES, «EL RESIDUO DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) COMO ÁRIDO EN LA ELABORACIÓN DE PREFABRICADOS NO ESTRUCTURALES,» España, 2013.
- [6] Bedoya, Carlos; Dzul, Luis, «El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana,» *Revista Ingeniería de Construcción*, vol. 30, nº 2, pp. 99-108, 2015.
- [7] Y. U. Condori Huanca, «Reutilización de agregados en la producción del concreto para edificaciones en la ciudad de Juliaca,» Juliaca, 2015.
- [8] F. Hernandez Martín y A. Moreno González, Plan Integral de Residuos de Extremadura 2009 - 2015 (PIREX)., Cáceres: Deposito Legal: CC - 786 - 2010, 2010.
- [9] D. Santos Marián, A. García Martínez y B. Monercillo Delgado, Gestión de residuos en las obras de construcción y demolición, Segunda ed., Madrid: Tornapunta Ediciones, S.L.U., 2011.
- [10] H. Wen-Ling, L. Dung-Hung, C. Ni-Bin y L. Kuen-Song, «Recycling of construction and demolition waste via a mechanical sorting process.,» *Resources, conservation and recycling.*, pp. 23-37, 2002.
- [11] A. I. Ortega Acosta, C. J. Orozco Gutiérrez, C. P. Gonzáles, D. A. Forero Díaz, H. L. Casas Camargo, J. Albarracín, L. F. Pérez Parra, S. O. Naranjo Velasco y S. P. Montoya Villarreal, «Bogotá D.c., hacia una nueva cultura en la gestión integral de los residuos de construcción y demolición.,» Bogotá, 2016.
- [12] C. J. Orozco Gutiérrez, F. S. Gímez Rodríguez, J. A. Severiche Ramírez, K. J. Rico Gómez, N. A. Pinto Fajardo, V. A. Zambrano Echevarría, W. A. Alarcón, Y. A. Elorza López y Y. X. Figueroa García, «Guía para la elaboración del Plan de Gestión Integral de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en obra.,» Bogotá, 2014.


- [13] PAIDI "TEP 227 Ingeniería de la Construcción", de *Gestión y Tratamiento de residuos de construcción y demolición*, UCOPress, Ed., Córdoba, Editorial Universidad de Córdoba, 2015, pp. 4-34.
- [14] SEMARNAT "Secretaría de Medio Ambiente y recursos naturales", *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos*, Primera ed., Mexico, 2003.
- [15] J. Aldana y A. Serpell, «Temas y tendencias sobre residuos de construcción y demolición: un metanálisis.,» *Revista de la Construcción*, vol. 12, nº 22, pp. 4-16, 2012.
- [16] E. Rivva L. , J. Harman I., E. Pasquel C. , D. Badoino M. y A. Romero U., *Tecnología del Concreto*, Lima: ACI, 1998.
- [17] RNE, «E.070,» de *Reglamento Nacional de Edificaciones*, Lima, El Peruano, 2006, pp. 518-537.
- [19] R. Robayo Salazar, R. Mejía de Gutiérrez y A. Mulford, «Producción de elementos constructivos a partir de residuos de ladrillo activados alcalinamente.,» *Facultad de ingeniería*, pp. 21-30, 2016.
- [20] K. C. García, «Propiedades mecánicas y durabilidad de concretos haciendo uso de agregados reciclados en construcción de viviendas en el municipio de Ocaña norte de santander,» Ocaña, Colombia, 2012.
- [21] E. Mejía Restrepo, L. Osorno Bedoya y N. Osorio Vega, «Residuos en la Construcción: Una opción para la recuperacion de suelos.,» *Revista EIA*, pp. 55-60, 2015.
- [22] L. Arce Jáuregui y E. Tapia Gonzalez, «Planteamiento de un manual para la gestion de los residuos de consstruccion y demolicion en edificaciones urbanas.,» Lima, 2014.
- [23] S. A., V. N y B. J, «Residuo de mármol como insumo en la construcción civil-diagnóstico de la Comarca Lagunera,» *Revista de la construcción* , pp. 17-26, 2012.
- [24] G. C. S. Amigo, «Creación de una empresa para el reciclaje de residuos de la construcción y demolición,» Lima, Perú, 2016.
- [25] M. B. Revuelta, *Manual de RCD y áridos reciclados*, Madrid: Fueyo Editores, 2010.
- [26] D. De Santos Marian, B. Monercillo Delgado y A. García Martínez, *Gestión en residuos en las obras de construcción y demolición*, Madrid: Tornapunta Ediciones, 2011.
- [27] D. Gomez Orea y T. Gomez Villarino, *Evaluación de Impacto Ambiental*, España: Mundi-Prensa, 2013.
- [28] D. Santos Marián, B. Monercillo Delgado y A. García Martínez, *Gestión de residuos en las obras de construcción y demolición*, España: Tornapunta Ediciones, 2013.

- [29] Grupo de investigación "Ingeniería de la construcción" de la Universidad de Córdoba, Gestión y Tratamiento de residuos de construcción y demolición (RCD), Córdoba: UCOPress, 2015.
- [30] Comisión Europea, «Protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición en la UE,» ECORYS, 2016.
- [31] C. J. Orozco Gutiérrez, F. S. S. Gómez Rodríguez y J. A. Severiche Ramírez, «Guía para la elaboración del Plan de Gestión Integral de Residuos de construcción y demolición (RCD) en obra,» Bogotá, 2014.
- [32] WBCSD, World Business Council For Sustainable Development, 2003.
- [33] L. E. Arriaga Tafhurt, Utilización de agregado grueso de concreto reciclado, 2013.
- [34] A. L. Rodríguez, Propiedades del concreto reciclado como agregado, Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia, 2001.
- [35] ODS, «Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque,» Chiclayo, 2012.
- [36] L. Márquez, Residuos Sólidos: Un enfoque multidisciplinario, Mexico: Amertown International S.A, 2011.
- [37] D. Herrera, «Teorema Ambiental,» 3 Mayo 2010. [En línea]. Available: <http://www.teorema.com.mx/colaboraciones/el-impacto-ambiental-de-los-residuos-de-la-construccion/>.
- [38] A. J. Duarte Jiménez, E. E. Gallego León y N. A. Fernández Espinosa, «Estudio de pre-factibilidad para el diseño de un plan de reciclaje en Bogotá de componentes pétreos generados en obras civiles,» Bogotá, 2016.
- [39] L. Arce Jáuregui y E. Tapia Gonzalez, «Planteamiento de un manual para la gestión de los residuos de construcción y demolición en Edificaciones Urbanas,» Lima, 2014.
- [40] D. De Santos Marián, B. Monercillo Delgado y A. García Martínez, «Gestión de residuos en las obras de construcción y demolición,» Segunda ed., Madrid, Tornapunta Ediciones, S.L.U, 2011, pp. 10-39.
- [41] E. Mejía, J. Giraldo y L. Martínez, «Residuos de construcción y demolición. Revisión sobre su composición, impactos y gestión,» *Revista CINTEX*, vol. 15, pp. 105-130, 2013.
- [42] Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente., «Centro de estudios y experimentación de obras públicas (CEDEX),» [En línea]. Available: <http://www.cedexmateriales.es/catalogo-de-residuos/35/residuos-de-construccion-y-demolicion/>. [Último acceso: 1 Octubre 2017].

**XI. ANEXOS****ANEXO N°01: DOCUMENTOS****FIGURA N°20: Solicitud**

**"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"**

Chiclayo, 20 de Mayo del 2019




**MUNICIPALIDAD DE LAMBAYEQUE.**

**ASUNTO : SOLICITO LAS CONDICIONES EN LA QUE SE ENCUENTRA AFECTADO EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE CON RESPECTO A LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.**

Es grato dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente, al mismo tiempo hacer de conocimiento que soy estudiante de la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, cursando el IX Ciclo de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil. Asimismo, que, por estar realizando mi tesis sobre la **ELABORACION DE CONCRETO CON RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION PARA ELEMENTOS PREFABRICADOS NO ESTRUCTURALES EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE**, solicito a su despacho muy respetuosamente, ordene a quien corresponda se me remita información sobre las condiciones en la que se encuentra afectado el distrito de Lambayeque con respecto a los residuos de construcción y demolición. Esperando la atención al presente, es propicia la ocasión para expresar las muestras de mi consideración.

Atentamente,



**JEAN PIERRE TICERÁN PÉREZ**  
DNI N° 70048325  
ESTUDIANTE INGENIERIA CIVIL- USAT  
Calle la Sierra N°110- Urb. Remigio Silva  
Celular: 978188658

## ANEXO N°02: CUADROS

FIGURA N°21: Ensayo de abrasión del agregado grueso reciclado

METODO		PESOS Y GRANULOMETRIAS REQUERIDOS				PESOS Y GRANULOMETRIAS EMPLEADOS			
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	A	B	C	D	A	B	C	D
1 1/2"	1"	1250 ± 25							
1"	3/4"	1250 ± 25							
3/4"	1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10				2500 ± 10		
1/2"	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10				2500 ± 25		
3/8"	1/4"			2500 ± 10					
1/4"	N° 4			2500 ± 10					
N° 4	N° 8				5000 ± 10				
PESO TOTAL		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 25	5000 ± 25		
N° de Esferas		12	11	8	6				
Peso de las Esferas		390 - 445	391 - 445	392 - 445	393 - 445				
		Peso Retenido en la malla N° 12 (gr.)					3060.0		
		Peso que pasa en la malla N° 12 (gr.)					1,940.0		
		% Desgate					<b>38.80%</b>		

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO N°03: FOTOGRAFÍAS****FIGURA N°22:** Problemática de grietas en veredas

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la imagen las veredas en este caso no cuentan con juntas en sus externos tanto a lado de las viviendas como con la pista, lo cual sus grietas se deben a un posible asentamiento de la edificación esto produce que un lado de la vereda trate de ir hacia dentro creando esta grieta longitudinal.

**FIGURA N°23:** Mapa de los puntos críticos en Lambayeque



**Fuente:** Google Earth

**FIGURA N°24:** Ubicación del PTO RCD – 01



**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA N°25:** Ubicación del PTO RCD – 02



**Fuente:** Referencia Propia

**FIGURA N°26:** Ubicación del PTO RCD – 03



**Fuente:** Referencia Propia

**FIGURA N°27:** Ubicación del PTO RCD – 04



**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA N°28:** Ubicación del PTO RCD – 05



**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA N°29:** Ubicación del PTO RCD – 06



**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA N°30:** Ubicación del PTO RCD – 07



**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA N°31:** Ubicación del PTO RCD – 08



**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA N°32:** Ubicación del PTO RCD – 09



**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA N°33:** Trituración del concreto reciclado

**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA N°34:** Mezcla de los agregados



**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA N°35:** Moldeado de los adoquines de concreto



**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA N°36:** Vibrado de los adoquines de concreto



**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA N°37:** Curado de adoquines de concreto



**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA N°38:** Ensayo de asentamiento

**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA N°39:** Rotura en el ensayo de resistencia a la compresión

**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA N°40:** Ensayo de módulo de rotura del adoquín



**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA N°41:** Ensayo de abrasión al adoquín



**Fuente:** Elaboración propia

## ANEXO N°04: BOLETAS DE PAGO

FIGURA N°42: Boleta de pago de insumos

**FERRETERÍA "SOL Y MAR"**  
 De: Villegas Inoñán María Cecilia  
 VENTA DE TODA CLASE DE MATERIALES  
 DE CONSTRUCCIÓN Y OTROS  
 Km 3.5 Mza."B" Lte. 03 - URB. RICARDO ARIZOLA - CHICLAYO  
 CEL.: 947628763 - 943493143 - 959028776 - LAMBAYEQUE

R.U.C. N° 10415416151  
**BOLETA DE VENTA**  
 0001- N° 002127

Sr(es): JEAN PIERRE Ticerán PÉREZ Fecha: 1 4 20 21  
 Dirección: Devocanna MACISTERIAL Doc. Ident.: 70048325

CANT.	DESCRIPCION	P. UNIT.	IMPORTE
1 <sup>m</sup>	de Piedra 3/8	60.	60.00
1 <sup>m</sup>	de Arena	45	45.00
1	bolsa de cemento pacasmayo Tipo 1	24.5	24.50

IMPRESA "SAN ANDRES" E.I.R.L.  
 RUC. 20479888451  
 MARISCAL NIETO 269 - TELF. 236204  
 AUT. N° 1240138073 - F.I. 26-05-2020  
 DEL 1351 AL 2350

Gracias por su Preferencia **TOTAL S/ 129.50**  
 USUARIO

FIGURA N°43: Boleta de pago para agregado de concreto triturado

**FERRETERÍA "SOL Y MAR"**  
 De: Villegas Inoñán María Cecilia  
 VENTA DE TODA CLASE DE MATERIALES  
 DE CONSTRUCCIÓN Y OTROS  
 Km 3.5 Mza."B" Lte. 03 - URB. RICARDO ARIZOLA - CHICLAYO  
 CEL.: 947628763 - 943493143 - 959028776 - LAMBAYEQUE

R.U.C. N° 10415416151  
**BOLETA DE VENTA**  
 0001- N° 002128

Sr(es): JEAN PIERRE Ticerán PÉREZ Fecha: 20  
 Dirección: Devocanna MACISTERIAL Doc. Ident.: 70048325

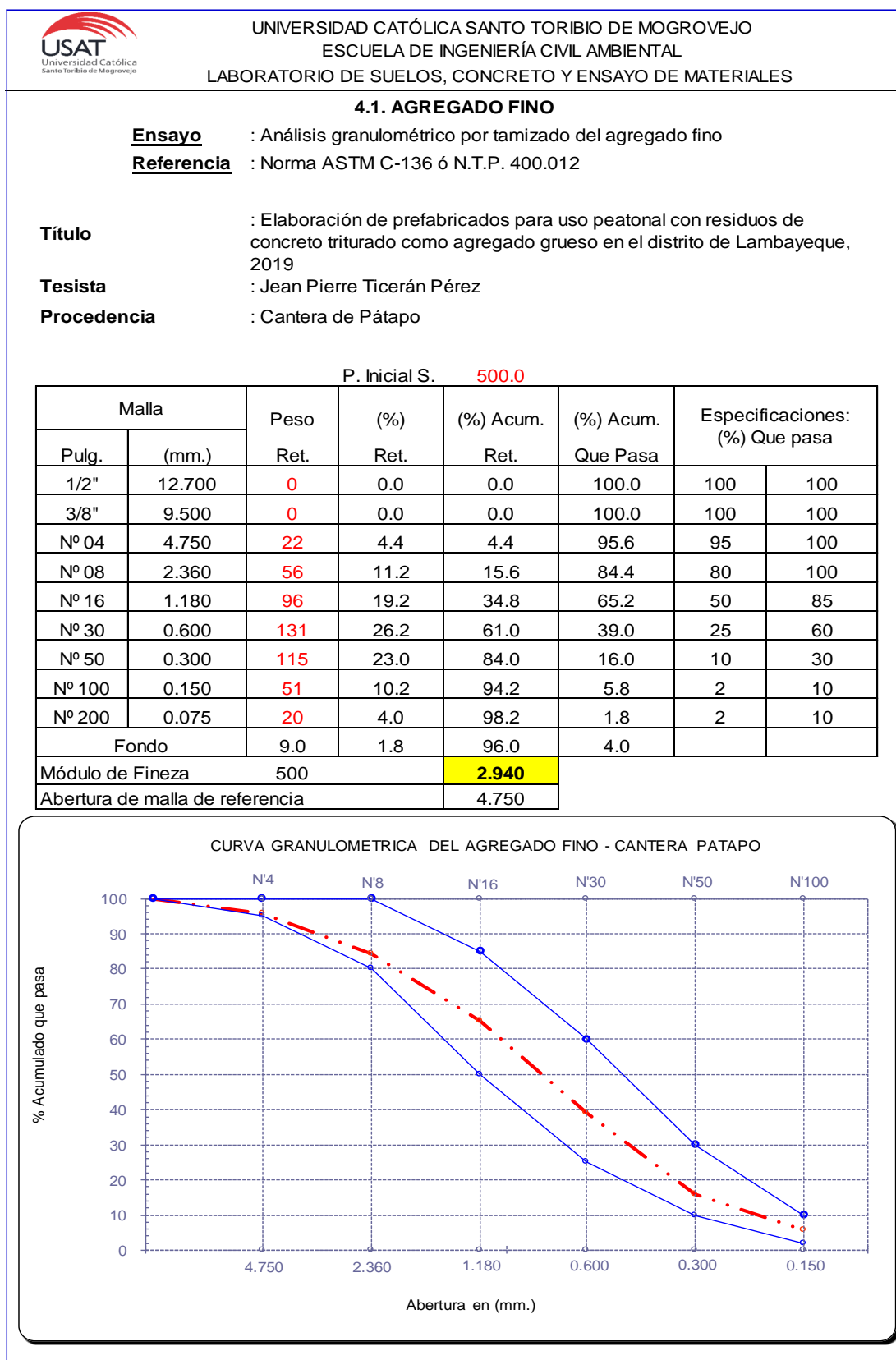
CANT.	DESCRIPCION	P. UNIT.	IMPORTE
1 <sup>m<sup>3</sup></sup>	CUBICO DE elementos de concreto		80.00
1 <sup>m<sup>3</sup></sup>	CUBICO DE Triturado elementos concreto		20.00

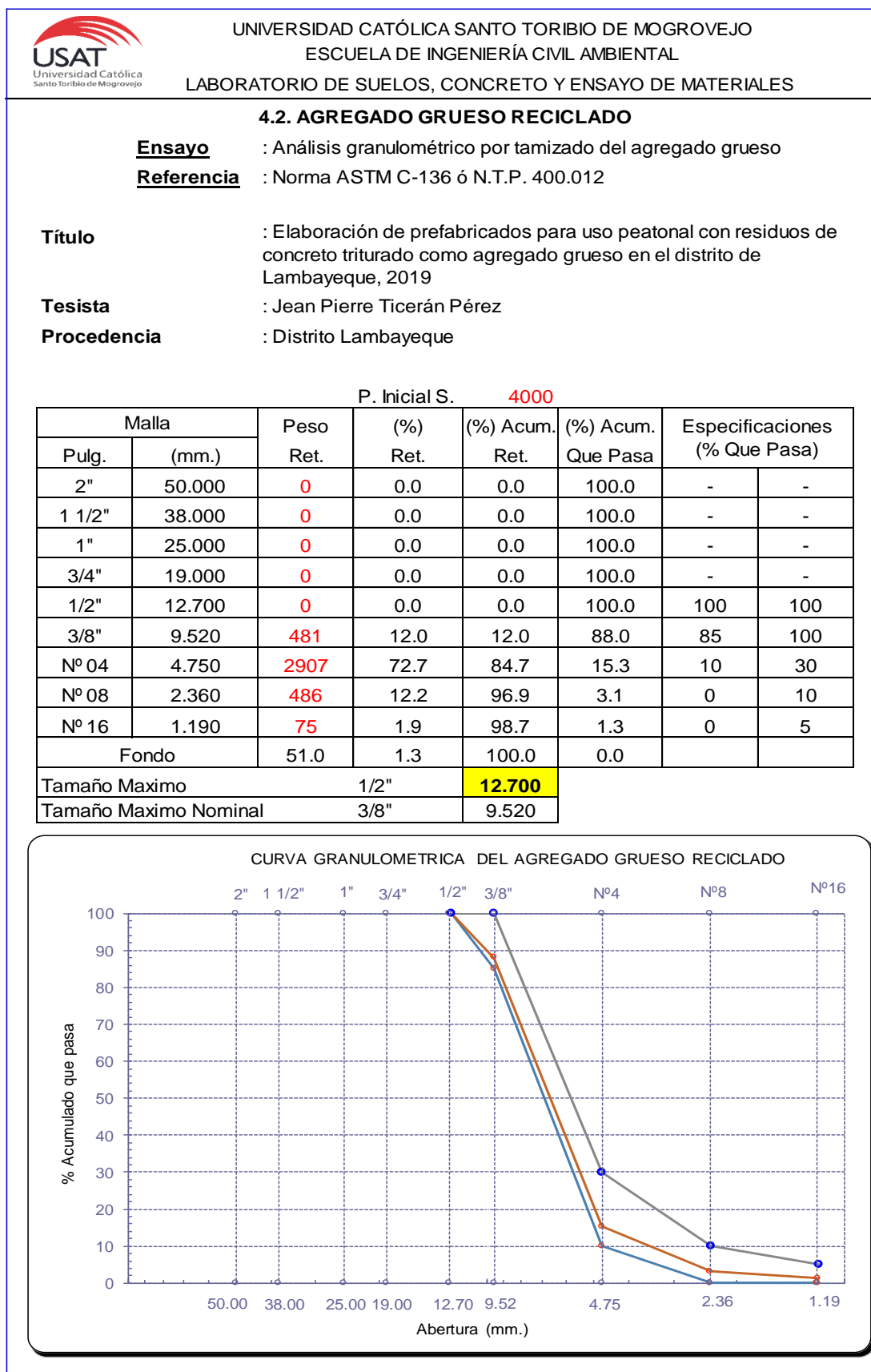
IMPRESA "SAN ANDRES" E.I.R.L.  
 RUC. 20479888451  
 MARISCAL NIETO 269 - TELF. 236204  
 AUT. N° 1240138073 - F.I. 26-05-2020  
 DEL 1351 AL 2350

Gracias por su Preferencia **TOTAL S/ 100.00**  
 USUARIO

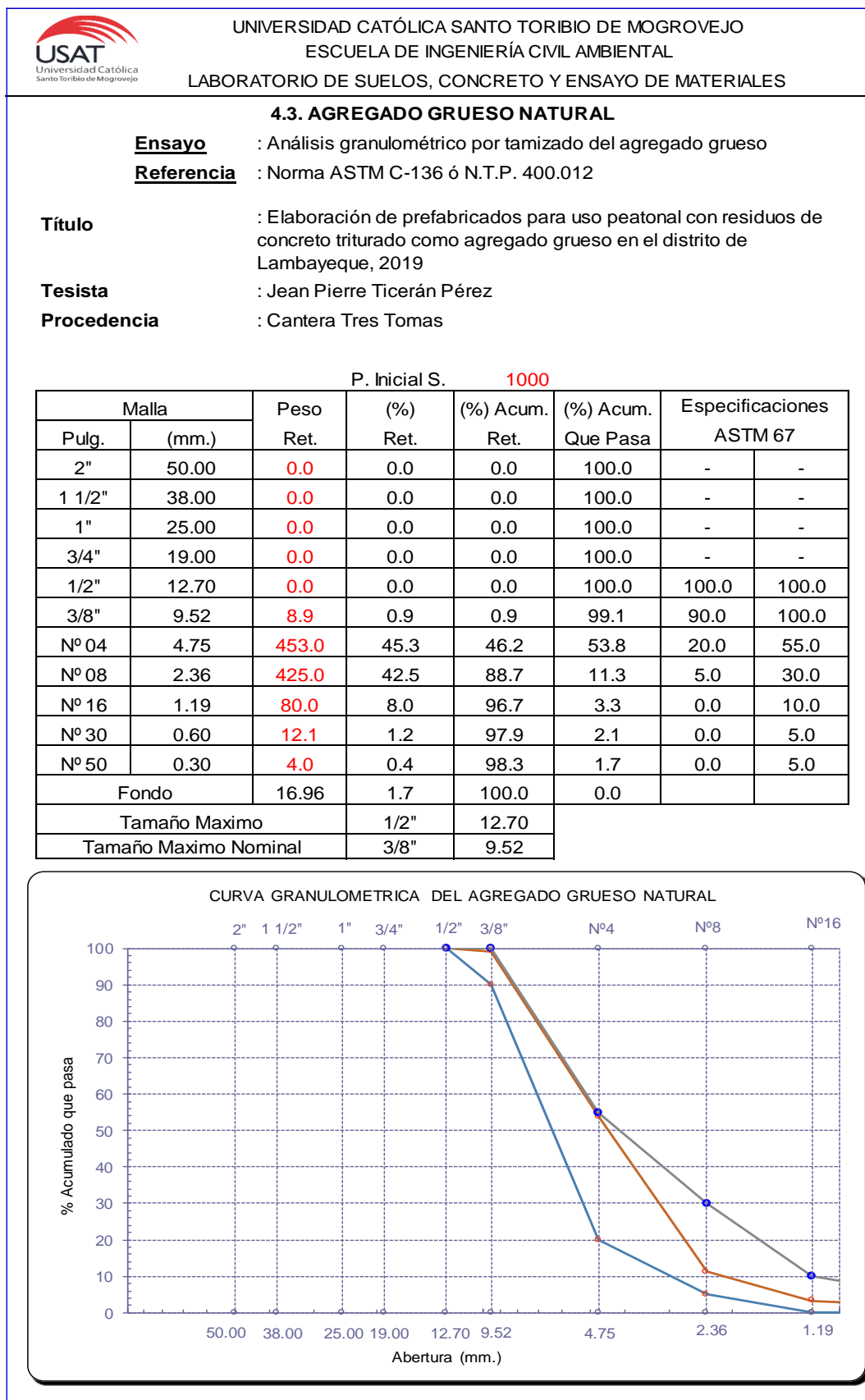
## ANEXO N°05: RESULTADO DE ENSAYOS

FIGURA N°44: Granulometría del Agregado fino



**FIGURA N°45:** Granulometría del Agregado grueso reciclado

**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA N°46: Granulometría del Agregado grueso natural**

**FIGURA N°47:**Contenido de humedad del Agregado fino

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES	
	<b>4.4. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO</b>	
<b>Ensayo</b>	: Contenido de humedad del agregado fino	
<b>Referencia</b>	: Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185	
<b>Título</b>	: Elaboración de prefabricados para uso peatonal con residuos de concreto triturado como agregado grueso en el distrito de Lambayeque, 2019	
<b>Tesista</b>	: Jean Pierre Ticerán Pérez	
<b>Procedencia</b>	: Cantera Pátapo	
Muestra + recipiente= 572.00		
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>500</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>493.00</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	79.00
D.- Contenido de humedad	(%)	1.42
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>1.42</b>


**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA N°48:** Contenido de humedad del Agregado grueso natural

<b>4.5. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO NATURAL</b>		
<b>Ensayo</b>	: Contenido de humedad del agregado grueso	
<b>Referencia</b>	: Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185	
<b>Título</b>	: Elaboración de prefabricados para uso peatonal con residuos de concreto triturado como agregado grueso en el distrito de Lambayeque, 2019	
<b>Tesista</b>	: Jean Pierre Ticerán Pérez	
<b>Procedencia</b>	: Cantera Tres Tomas	
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>500</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>554.23</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	56.7
D.- Contenido de humedad	(%)	<b>0.50</b>


**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA N°49:**Contenido de humedad del Agregado grueso reciclado

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES			
<b>4.6. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO</b>			
<b>Ensayo</b>	: Contenido de humedad del agregado grueso		
<b>Referencia</b>	: Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185		
<b>Título</b>	: Elaboración de prefabricados para uso peatonal con residuos de concreto triturado como agregado grueso en el distrito de Lambayeque, 2019		
<b>Tesista</b>	: Jean Pierre Ticerán Pérez		
<b>Procedencia</b>	: Distrito Lambayeque		
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>500</b>	<b>500</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>546.45</b>	<b>555.62</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	56.72	65.74
D.- Contenido de humedad	(%)	2.10	2.07
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>2.08</b>	

**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA N°50:** Peso Específico y Grado de Absorción del Agregado fino

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES</b>	
<b>4.7. PESO ESPECÍFICO Y GRADO DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO</b>	
<b>Ensayo</b>	: Peso específico y grado de absorción del agregado fino
<b>Referencia</b>	: Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022
<b>Título</b>	: Elaboración de prefabricados para uso peatonal con residuos de concreto triturado como agregado grueso en el distrito de Lambayeque, 2019
<b>Tesista</b>	: Jean Pierre Ticerán Pérez
<b>Procedencia</b>	: Cantera Pátapo
<b><u>I .- Datos.</u></b>	
1.- Peso de la muestra Sat Sup Seca	(g) <b>500.0</b>
2.- Peso de la Agreg. Seco + Peso del Matraz + Peso del Agua	(g) <b>947.24</b>
3.- Peso de la Agreg. Sup. Seco + Peso del Frasco	(g) 640.3
4.- Peso del Agua	(g) 307.0
5.- Peso del Matraz	(g) <b>140.25</b>
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g) 499.51
7.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Matraz	(g) <b>639.76</b>
8.- Peso del Matraz	(g) <b>140.25</b>
	(g) 500
<b><u>II .- Resultados</u></b>	
A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	m3) <b>2.588</b>
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	m3) 2.591
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	m3) 2.595
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%) <b>0.10</b>


**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA N°51:** Peso Específico y Grado de Absorción del Agregado grueso

		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO		
		ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL		
		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES		
<b>4.8. PESO ESPECÍFICO Y GRADO DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO</b>				
<b>Ensayo</b>	:	Peso específico y grado de absorción del agregado grueso		
<b>Referencia</b>	:	Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022		
<b>Título</b>	:	Elaboración de prefabricados para uso peatonal con residuos de concreto triturado como agregado grueso en el distrito de Lambayeque, 2019		
<b>Tesista</b>	:	Jean Pierre Ticerán Pérez		
<b>Procedencia</b>	:	Distrito Lambayeque / Cantera Tres Tomas		
<b>I.- Datos.</b>		<b>RECICLADO</b>	<b>NATURAL</b>	
1.- Peso de la muestra Sat Sup Seca	(g)	<b>500.0</b>	<b>500.0</b>	
2.- Peso de la Agreg. Seco + Peso del Matraz + Peso del Agua	(g)	<b>937.8</b>	<b>954.1</b>	
3.- Peso de la Agreg. Sup. Seco + Peso del Frasco	(g)	643.7	642.2	
4.- Peso del Agua	(g)	294.1	311.91	
5.- Peso del Matraz	(g)	<b>143.66</b>	<b>142.23</b>	
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	489.56	494.03	
7.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso de la tara	(g)	<b>558.36</b>	<b>563.59</b>	
8.- Peso de la Tara	(g)	<b>68.80</b>	<b>69.56</b>	
	(g)	500	500	
<b>II.- Resultados</b>		<b>RECICLADO</b>	<b>NATURAL</b>	
A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	:m3)	<b>2.378</b>	<b>2.627</b>	
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	:m3)	2.429	2.658	
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	:m3)	2.505	2.713	
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>2.13</b>	<b>1.21</b>	


**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA N°52: Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado fino**

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES</b>	
<b>4.9. PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO</b>	
<b>Ensayo</b>	: Peso Unitario del agregado fino
<b>Referencia</b>	: Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017
<b>Título</b>	: Elaboración de prefabricados para uso peatonal con residuos de concreto triturado como agregado grueso en el distrito de Lambayeque, 2019
<b>Tesista</b>	: Jean Pierre Ticerán Pérez
<b>Procedencia</b>	: Cantera Pátapo
<b>1.- PESO UNITARIO SUELTO</b>	
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente (gr.)	<b>18022</b> <b>18057</b> <b>18027</b>
2.- Peso del recipiente (gr.)	<b>9898.0</b> <b>9898.0</b> <b>9898.0</b>
3.- Peso del material (gr.)	8124    8159    8129
4.- Constante ó Volumen (m <sup>3</sup> )	0.00530    0.00530    0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	1535.35
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio) (kg/m <sup>3</sup> )	<b>1514</b>
<b>2.- PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente (gr.)	<b>19266</b> <b>19315</b> <b>19357</b>
2.- Peso del recipiente (gr.)	<b>9898.0</b> <b>9898.0</b> <b>9898.0</b>
3.- Peso del material (gr.)	9368    9417    9459
4.- Constante ó Volumen (m <sup>3</sup> )	0.00530    0.00530    0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio) (kg/m <sup>3</sup> )	1776.35
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio) (kg/m <sup>3</sup> )	<b>1751</b>


**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA N°53:** Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado grueso reciclado

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES			
	<b>4.10. PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO</b>			
<b>Ensayo</b>	: Peso Unitario del agregado grueso			
<b>Referencia</b>	: Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017			
<b>Título</b>	: Elaboración de prefabricados para uso peatonal con residuos de concreto triturado como agregado grueso en el distrito de Lambayeque, 2019			
<b>Tesista</b>	: Jean Pierre Ticerán Pérez			
<b>Procedencia</b>	: Distrito Lambayeque			
<b>A.- PESO UNITARIO SUELTO</b>				
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>16438</b>	<b>16412</b>	<b>16422</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	<b>10148.0</b>	<b>10148.0</b>	<b>10148.0</b>
3.- Peso del material		6290	6264	6274
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00544	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1152.88		
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1129</b>		
<b>B.- PESO UNITARIO COMPACTADO</b>				
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>17425</b>	<b>17724</b>	<b>17840</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	<b>10148.0</b>	<b>10148.0</b>	<b>10148.0</b>
3.- Peso del material		7277	7576	7692
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00544	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1380.48		
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1352</b>		


**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA N°54:** Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado grueso natural

		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES		
<b>4.11. PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO NATURAL</b>				
<b>Ensayo</b>	: Peso Unitario del agregado grueso			
<b>Referencia</b>	: Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017			
<b>Título</b>	: Elaboración de prefabricados para uso peatonal con residuos de concreto triturado como agregado grueso en el distrito de Lambayeque, 2019			
<b>Tesista</b>	: Jean Pierre Ticerán Pérez			
<b>Procedencia</b>	: Cantera Tres Tomas			
<b>A.- PESO UNITARIO SUELTO</b>				
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>17412</b>	<b>17415</b>	<b>17394</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	<b>9997.0</b>	<b>9899.0</b>	<b>9899.0</b>
3.- Peso del material		7415	7516	7495
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00544	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1373.20		
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1366</b>		
<b>B.- PESO UNITARIO COMPACTADO</b>				
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>18576</b>	<b>18580</b>	<b>18589</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	<b>9899.0</b>	<b>9899.0</b>	<b>9997.0</b>
3.- Peso del material		8677	8681	8592
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00544	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1588.98		
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1581</b>		

**Fuente:** Elaboración propia

FIGURA N°55: Diseño de mezcla para  $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ 

	<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES</b>																									
	<b><u>DISEÑO DE MEZCLA F'C = 320 KG/CM2</u></b>																									
<b><u>Ensayo</u></b>	: Diseño de mezcla de concreto																									
<b><u>Referencia</u></b>	: Metodo del comité 211 del ACI																									
<b>Título</b>	: Elaboración de prefabricados para uso peatonal con residuos de concreto triturado como agregado grueso en el distrito de Lambayeque, 2019																									
<b>Tesista</b>	: Jean Pierre Ticerán Pérez																									
<b><u>1) DATOS PARA EL DISEÑO:</u></b>																										
<b>Grueso:</b> Tres Tomas <b>Fino:</b> Pátapo	<b>Según norma C.E. 010 Pavimentos Urbanos</b> <b><math>f'c = 320 \text{ kg/cm}^2</math></b>																									
a) Tamaño máximo nominal b) Peso Unitario suelto seco c) Peso Unitario compactado seco d) Peso específico de masa seco e) Contenido de humedad f) Contenido de absorción g) Módulo de fineza (adimensional)	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Grueso</th> <th>Fino</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3/8"</td> <td>-----</td> <td>pulgadas</td> </tr> <tr> <td>1366.36</td> <td>1513.85</td> <td><math>\text{kg/m}^3</math></td> </tr> <tr> <td>1581.06</td> <td>1751.48</td> <td><math>\text{kg/m}^3</math></td> </tr> <tr> <td>2.63</td> <td>2.5880</td> <td><math>\text{kg/m}^3</math></td> </tr> <tr> <td>0.50</td> <td>1.42</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>1.21</td> <td>0.10</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>-----</td> <td>2.94</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Grueso	Fino		3/8"	-----	pulgadas	1366.36	1513.85	$\text{kg/m}^3$	1581.06	1751.48	$\text{kg/m}^3$	2.63	2.5880	$\text{kg/m}^3$	0.50	1.42	%	1.21	0.10	%	-----	2.94		
Grueso	Fino																									
3/8"	-----	pulgadas																								
1366.36	1513.85	$\text{kg/m}^3$																								
1581.06	1751.48	$\text{kg/m}^3$																								
2.63	2.5880	$\text{kg/m}^3$																								
0.50	1.42	%																								
1.21	0.10	%																								
-----	2.94																									
<b><u>Cemento:</u></b> Tipo= Tipo I P.E. = 3150 $\text{kg/m}^3$																										
<b><u>2) RESISTENCIA DE DISEÑO REQUERIDA (F'cr)</u></b>																										
$f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ $f'(cr) = 404 \text{ kg/cm}^2$	84	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th><math>f'c</math></th> <th><math>f'cr</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&lt; 210</td> <td><math>f'c+70</math></td> </tr> <tr> <td>210-350</td> <td><math>f'c+84</math></td> </tr> <tr> <td>&gt;350</td> <td><math>f'c+98</math></td> </tr> </tbody> </table>	$f'c$	$f'cr$	< 210	$f'c+70$	210-350	$f'c+84$	>350	$f'c+98$																
$f'c$	$f'cr$																									
< 210	$f'c+70$																									
210-350	$f'c+84$																									
>350	$f'c+98$																									
<b><u>3) CONTENIDO DE AIRE</u></b>																										
	T.M.N= 3/8" <b>%Aire= 3 %</b>																									
<b><u>4) CONTENIDO DE AGUA</u></b>																										
	T.M.N= 3/8" Slump= 1 <b>Agua= 207 l/m3</b>																									

**5) RELACIÓN a/c**f'(cr)= 404 kg/cm<sup>2</sup>**a/c= 0.426****6) CONTENIDO DE CEMENTO**Agua= 207 l/m<sup>3</sup>

a/c= 0.426

**c= 485.92 kg****7) FACTOR CEMENTO**

1 bls= 42.5 kg/bls

c= 485.92 kg

**F.C= 11.43 bls/m<sup>3</sup>****8) PESO AGREGADO GRUESO**

T.M.N= 3/8"

b/br= 0.446

P.U.S.C= 1581.06457 kg/m<sup>3</sup>**Peso A.G= 705.1547966 kg****9) VOLUMEN ABSOLUTO**Cemento= 485.92 kg -----> 0.1542589 m<sup>3</sup>Ag. Grueso= 705.15 kg -----> 0.2684707 m<sup>3</sup>**Ag. Fino= 880.62 kg -----> 0.34027**

Aire= 3 % -----&gt; 0.03

Agua= 207 l/m<sup>3</sup> -----> 0.207 m<sup>3</sup>**1 m<sup>3</sup>****10) CORRECCIÓN POR HUMEDAD**Agregado Fino: Pátapo  
Agregado Grueso: Tres Tomas

Humedad (%)		
Agreg.	Grueso	Fino
Tres Tomas	0.50	-
Pátapo	-	1.41988 %

Ag. Grueso= 705.15 kg -----&gt; 708.68 kg

Ag. Fino= 880.62 kg -----&gt; 893.12 kg

**11) APORTE DE AGUA A LA MEZCLA**

		Absorción (%)		
		Agreg.	Grueso	Fino
Agregado Fino:	Pátapo			
Agregado Grueso:	Tres Tomas			
Ag. Grueso=	705.15 kg	----->	-4.99 lts	
Ag. Fino=	880.62 kg	----->	11.64 lts	
			<u>6.65 lts</u>	

**12) AGUA EFECTIVA**

Agua=	207 lts
Aporte=	<u>6.65 lts</u>
<b>A.E=</b>	<b>200.35</b>

**13) PROPORCIONES DEL DISEÑO**

Cemento	A. Grueso	A Fino	Agua
485.92 kg	708.68 kg	893.12 kg	200.35

**PESO:**

Cemento	A. Grueso	A Fino	Agua
1.00	1.46	1.84	17.52

**VOLUMEN:**

Cemento	A. Grueso	A. Fino	Agua
1.00	1.59	1.80	39.29


**14) PESOS PARA UNA TANDA**

(Adoquines de 10 x 20 x 4 cm)

Elemento	Cantidad	Volumen	Total
Adoquines	26	0.0010m3	0.02704

<b>Adoquines:</b>	Cemento	13.139 kg
	A. Grueso	19.163 kg
	A Fino	24.150 kg
	Agua=	5.418 lts

**FIGURA N°56:** Diseño de mezcla para  $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$  con 25% agregado grueso reciclado

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES																									
<b><u>DISEÑO DE MEZCLA - RCD 25%</u></b>																									
<b>Ensayo</b>	: Diseño de mezcla de concreto																								
<b>Referencia</b>	: Metodo del comité 211 del ACI																								
<b>Título</b>	: Elaboración de prefabricados para uso peatonal con residuos de concreto triturado como agregado grueso en el distrito de Lambayeque, 2019																								
<b>Tesista</b>	: Jean Pierre Ticerán Pérez																								
<b>1) DATOS PARA EL DISEÑO:</b>																									
<b>Grueso:</b>	Tres Tomas <span style="float: right;"><math>f'c = 320 \text{ kg/cm}^2</math></span>																								
<b>Fino:</b>	Pátapo																								
<b>RCD:</b>	Lambayeque																								
a) Tamaño máximo nominal	3/8" <span style="float: right;">pulgadas</span>																								
b) Peso Unitario suelto seco	1366.36 <span style="float: right;">kg/m<sup>3</sup></span>																								
c) Peso Unitario compactado seco	1581.06 <span style="float: right;">kg/m<sup>3</sup></span>																								
d) Peso específico de masa seco	2.63 <span style="float: right;">kg/m<sup>3</sup></span>																								
e) Contenido de humedad	0.50 <span style="float: right;">%</span>																								
f) Contenido de absorción	1.21 <span style="float: right;">%</span>																								
g) Módulo de fineza (adimensional)	- <span style="float: right;">2.94</span>																								
<b>Según norma C.E. 010 Pavimentos Urbanos</b>																									
	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Grueso</th> <th>Fino</th> <th>25%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3/8"</td> <td>-</td> <td>3/8"</td> </tr> <tr> <td>1366.36</td> <td>1513.85</td> <td>1129.37</td> </tr> <tr> <td>1581.06</td> <td>1751.48</td> <td>1352.33</td> </tr> <tr> <td>2.63</td> <td>2.5880</td> <td>2.38</td> </tr> <tr> <td>0.50</td> <td>1.42</td> <td>2.08</td> </tr> <tr> <td>1.21</td> <td>0.10</td> <td>2.13</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>2.94</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Grueso	Fino	25%	3/8"	-	3/8"	1366.36	1513.85	1129.37	1581.06	1751.48	1352.33	2.63	2.5880	2.38	0.50	1.42	2.08	1.21	0.10	2.13	-	2.94	
Grueso	Fino	25%																							
3/8"	-	3/8"																							
1366.36	1513.85	1129.37																							
1581.06	1751.48	1352.33																							
2.63	2.5880	2.38																							
0.50	1.42	2.08																							
1.21	0.10	2.13																							
-	2.94																								
<b>Cemento:</b>																									
Tipo=	Tipo I																								
Peso esp.=	3150 kg/m <sup>3</sup>																								
<b>2) RESISTENCIA DE DISEÑO REQUERIDA (F'cr)</b>																									
$f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ $f'(cr) = 404 \text{ kg/cm}^2$	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th><math>f'c</math></th> <th><math>f'cr</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&lt; 210</td> <td><math>f'c+70</math></td> </tr> <tr> <td>210-350</td> <td><math>f'c+84</math></td> </tr> <tr> <td>&gt;350</td> <td><math>f'c+98</math></td> </tr> </tbody> </table>	$f'c$	$f'cr$	< 210	$f'c+70$	210-350	$f'c+84$	>350	$f'c+98$																
$f'c$	$f'cr$																								
< 210	$f'c+70$																								
210-350	$f'c+84$																								
>350	$f'c+98$																								
<b>3) CONTENIDO DE AIRE</b>																									
T.M.N=	3/8"																								
<b>%Aire=</b>	<b>3 %</b>																								
<b>4) CONTENIDO DE AGUA</b>																									
T.M.N=	3/8"																								
Slump=	1																								
<b>Agua=</b>	<b>207 l/m<sup>3</sup></b>																								
<b>5) RELACIÓN a/c</b>																									
$f'(cr) = 404 \text{ kg/cm}^2$																									
<b>a/c=</b>	<b>0.426</b>																								

**6) CONTENIDO DE CEMENTO**Agua= 207 l/m<sup>3</sup>

a/c= 0.426

**c= 485.92 kg****7) FACTOR CEMENTO**

1 bls= 42.5 kg/bls

c= 485.92 kg

**F.C= 11.43 bls/m<sup>3</sup>****8) PESO AGREGADO GRUESO**

T.M.N= 3/8"

b/br= 0.446

P.U.S.C= 1581.1 kg/m<sup>3</sup>**Peso A.G= 705.1548 kg** 176.2886991**9) VOLUMEN ABSOLUTO**

Cemento=	485.92 kg	----->	0.1542589 m <sup>3</sup>
Ag. Grueso=	528.87 kg	----->	0.201353 m <sup>3</sup>
Ag. Fino=	862.47 kg	----->	0.33326
Aire=	3 %	----->	0.03
RCD	176.29 kg	----->	0.074
Agua=	207 l/m <sup>3</sup>	----->	0.207 m <sup>3</sup>
			1 m <sup>3</sup>

**10) CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

Agregado Fino:	Pátapo		
Agregado Grueso:	Tres Tomas		
RCD=	Lambayeque		
Ag. Grueso=	528.87 kg	----->	531.51 kg
Ag. Fino=	862.47 kg	----->	874.72 kg
RCD =	176.29 kg	----->	179.96 kg

Humedad (%)		
Agreg.	Grueso	Fino
Tres Tomas	0.50	-
Pátapo	-	1.4199 %
Lambayeque	2.08	-

**11) APORTE DE AGUA A LA MEZCLA**

Agregado Fino:	Pátapo	
Agregado Grueso:	Tres Tomas	
RCD :	Lambayeque	
Ag. Grueso=	528.87 kg	-----> -3.74 lts
Ag. Fino=	862.47 kg	-----> 11.40 lts
RCD=	176.29 kg	-----> -0.09 lts
		7.57 lts

Absorción (%)		
Agreg.	Grueso	Fino
Tres Tomas	1.21	-
Pátapo	-	0.10
Lambayeque	2.13	-

**12) AGUA EFECTIVA**

Agua=	207 lts
Aporte=	7.57 lts
A.E=	199.43

**13) PROPORCIONES DEL DISEÑO**

Cemento	A. Grueso	RCD (25%)	A Fino	Agua
485.92 kg	531.51 kg	179.96 kg	874.72 kg	199.43407 lts

**PESO:**

Cemento	A. Grueso	RCD (25%)	A Fino	Agua
1.00	1.09	0.37	1.8001	17.443255 lts

**VOLUMEN:**

Cemento	A Grueso	RCD (25%)	A. Fino	Agua
0.31	0.34	0.13	0.50	39.110438 lts


**14) PESOS PARA UNA TANDA**

(Adoquines de 10 x 20 x 4 cm)

Elemento	Cantidad	Volumen	Total
Adoquines	26	0.0010m3	0.02704

Adoquines	Cemento	13.139 kg
	A. Grueso	14.372 kg
	RCD	4.866 kg
	A Fino	23.652 kg
	Agua=	5.393 lts

**FIGURA N°57:** Diseño de mezcla para  $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$  con 50% agregado grueso reciclado

	<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES</b>																									
	<b><u>DISEÑO DE MEZCLA - RCD 50%</u></b>																									
<b>Ensayo</b> : Diseño de mezcla de concreto <b>Referencia</b> : Metodo del comité 211 del ACI																										
<b>Título</b> : Elaboración de prefabricados para uso peatonal con residuos de concreto triturado como agregado grueso en el distrito de Lambayeque, 2019																										
<b>Tesista</b> : Jean Pierre Ticerán Pérez																										
<b>1) DATOS PARA EL DISEÑO:</b>	Según norma C.E. 010 Pavimentos Urbanos																									
<b>Grueso:</b> Tres Tomas <b>Fino:</b> Pátapo <b>RCD:</b> Lambayeque	<b><math>f'c = 320 \text{ kg/cm}^2</math></b>																									
a) Tamaño máximo nominal b) Peso Unitario suelto seco c) Peso Unitario compactado seco d) Peso específico de masa seco e) Contenido de humedad f) Contenido de absorción g) Módulo de fineza (adimensional)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Grueso</th> <th>Fino</th> <th>50%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3/8"</td> <td>-</td> <td>3/8"</td> </tr> <tr> <td>1366.36</td> <td>1513.85</td> <td>1129.37</td> </tr> <tr> <td>1581.06</td> <td>1751.48</td> <td>1352.33</td> </tr> <tr> <td>2.63</td> <td>2.5880</td> <td>2.38</td> </tr> <tr> <td>0.50</td> <td>1.42</td> <td>2.08</td> </tr> <tr> <td>1.21</td> <td>0.10</td> <td>2.13</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>2.94</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Grueso	Fino	50%	3/8"	-	3/8"	1366.36	1513.85	1129.37	1581.06	1751.48	1352.33	2.63	2.5880	2.38	0.50	1.42	2.08	1.21	0.10	2.13	-	2.94	-	pulgadas $\text{kg/m}^3$ $\text{kg/m}^3$ $\text{kg/m}^3$ % %
Grueso	Fino	50%																								
3/8"	-	3/8"																								
1366.36	1513.85	1129.37																								
1581.06	1751.48	1352.33																								
2.63	2.5880	2.38																								
0.50	1.42	2.08																								
1.21	0.10	2.13																								
-	2.94	-																								
<b>Cemento:</b> Tipo= Tipo I Peso esp.= $3150 \text{ kg/m}^3$																										
<b>2) RESISTENCIA DE DISEÑO REQUERIDA (<math>f'cr</math>)</b>																										
<table border="1"> <tr> <td><math>f'c = 320 \text{ kg/cm}^2</math></td> </tr> <tr> <td><b><math>f'(cr) = 404 \text{ kg/cm}^2</math></b></td> </tr> </table>	$f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	<b><math>f'(cr) = 404 \text{ kg/cm}^2</math></b>	84	<table border="1"> <thead> <tr> <th><math>f'c</math></th> <th><math>f'cr</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&lt; 210</td> <td><math>f'c+70</math></td> </tr> <tr> <td>210-350</td> <td><math>f'c+84</math></td> </tr> <tr> <td>&gt;350</td> <td><b><math>f'c+98</math></b></td> </tr> </tbody> </table>	$f'c$	$f'cr$	< 210	$f'c+70$	210-350	$f'c+84$	>350	<b><math>f'c+98</math></b>														
$f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$																										
<b><math>f'(cr) = 404 \text{ kg/cm}^2</math></b>																										
$f'c$	$f'cr$																									
< 210	$f'c+70$																									
210-350	$f'c+84$																									
>350	<b><math>f'c+98</math></b>																									
<b>3) CONTENIDO DE AIRE</b>																										
	T.M.N= 3/8" <table border="1"> <tr> <td><b>%Aire= 3 %</b></td> </tr> </table>	<b>%Aire= 3 %</b>																								
<b>%Aire= 3 %</b>																										
<b>4) CONTENIDO DE AGUA</b>																										
	T.M.N= 3/8" Slump= 1 <table border="1"> <tr> <td><b>Agua= 207 l/m3</b></td> </tr> </table>	<b>Agua= 207 l/m3</b>																								
<b>Agua= 207 l/m3</b>																										
<b>5) RELACIÓN a/c</b>																										
	<table border="1"> <tr> <td><math>f'(cr) = 404 \text{ kg/cm}^2</math></td> </tr> <tr> <td><b>a/c= 0.426</b></td> </tr> </table>	$f'(cr) = 404 \text{ kg/cm}^2$	<b>a/c= 0.426</b>																							
$f'(cr) = 404 \text{ kg/cm}^2$																										
<b>a/c= 0.426</b>																										

**6) CONTENIDO DE CEMENTO**Agua= 207 l/m<sup>3</sup>

a/c= 0.426

**c= 485.92 kg****7) FACTOR CEMENTO**

1 bls= 42.5 kg/bls

c= 485.92 kg

**F.C= 11.43 bls/m<sup>3</sup>****8) PESO AGREGADO GRUESO**

T.M.N= 3/8"

b/br= 0.446

P.U.S.C= 1581.1 kg/m<sup>3</sup>**Peso A.G= 705.1548 kg** 352.577398**9) VOLUMEN ABSOLUTO**

Cemento=	485.92 kg	----->	0.154259 m <sup>3</sup>
Ag. Grueso=	352.58 kg	----->	0.134235 m <sup>3</sup>
Ag. Fino=	844.33 kg	----->	0.32625
Aire=	3 %	----->	0.03
RCD	352.58 kg	----->	0.148
Agua=	207 l/m <sup>3</sup>	----->	0.207 m <sup>3</sup>
			1 m <sup>3</sup>

**10) CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

Agregado Fino:	Tres Tomas	
Agregado Grueso:	Pátapo	
RCD=	Lambayeque	
Ag. Grueso=	352.58 kg	-----> 354.34 kg
Ag. Fino=	844.33 kg	-----> 856.32 kg
RCD =	352.58 kg	-----> 359.92 kg

Humedad (%)		
Agreg.	Grueso	Fino
Pátapo	0.50	-
Tres Tomas	-	1.41988 %
Lambayeque	2.08	-

**11) APOORTE DE AGUA A LA MEZCLA**

Agregado Fino:	Tres Tomas	
Agregado Grueso:	Pátapo	
RCD :	Lambayeque	
Ag. Grueso=	352.58 kg	-----> -2.50 lts
Ag. Fino=	844.33 kg	-----> 11.16 lts
RCD=	352.58 kg	-----> -0.18 lts
		8.48 lts

Absorción (%)		
Agreg.	Grueso	Fino
Pátapo	1.21	-
Tres Tomas	-	0.10
Lambayeque	2.13	-

**12) AGUA EFECTIVA**

Agua=	207 lts
Aporte=	8.48 lts
A.E=	198.52

**13) PROPORCIONES DEL DISEÑO**

Cemento	A. Grueso	RCD (50%)	A Fino	Agua
485.92 kg	354.34 kg	359.92 kg	856.32 kg	198.516 lts

**PESO:**

Cemento	A. Grueso	RCD (50%)	A Fino	Agua
1.00	0.73	0.74	1.7623	17.36295 lts

**VOLUMEN:**

Cemento	A Grueso	RCD (50%)	A. Fino	Agua
0.31	0.22	0.27	0.49	38.93039 lts


**14) PESOS PARA UNA TANDA**

(Adoquines de 10 x 20 x 4 cm)

Elemento	Cantidad	Volumen	Total
Adoquines	26	0.0010m3	0.02704

<b>Adoquines</b>	Cemento	13.139 kg
	A. Grueso	9.581 kg
	RCD	9.732 kg
	A Fino	23.155 kg
	Agua=	5.368 lts

**FIGURA N°58:** Diseño de mezcla para  $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$  con 100% agregado grueso reciclado

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES</b>																																	
<b><u>DISEÑO DE MEZCLA - RCD 100%</u></b>																																	
<b><u>Ensayo</u></b>	: Diseño de mezcla de concreto																																
<b><u>Referencia</u></b>	: Metodo del comité 211 del ACI																																
<b>Título</b>	: Elaboración de prefabricados para uso peatonal con residuos de concreto triturado como agregado grueso en el distrito de Lambayeque, 2019																																
<b>Tesista</b>	: Jean Pierre Ticerán Pérez																																
<b><u>1) DATOS PARA EL DISEÑO:</u></b>																																	
<b>Grueso:</b>	Pátapo <span style="float: right;"><math>f'c = 320 \text{ kg/cm}^2</math></span>																																
<b>Fino:</b>	Tres Tomas																																
	<i>Según norma C.E. 010 Pavimentos Urbanos</i>																																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th><b>Grueso</b></th> <th><b>Fino</b></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) Tamaño máximo nominal</td> <td>3/8"</td> <td>-----</td> <td>pulgadas</td> </tr> <tr> <td>b) Peso Unitario suelto seco</td> <td>1129.37</td> <td>1513.85</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>c) Peso Unitario compactado seco</td> <td>1352.33</td> <td>1751.48</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>d) Peso específico de masa seco</td> <td>2.38</td> <td>2.5880</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>e) Contenido de humedad</td> <td>2.08</td> <td>1.42</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>f) Contenido de absorción</td> <td>2.13</td> <td>0.10</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>g) Módulo de fineza (adimensional)</td> <td>-----</td> <td>2.94</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		<b>Grueso</b>	<b>Fino</b>		a) Tamaño máximo nominal	3/8"	-----	pulgadas	b) Peso Unitario suelto seco	1129.37	1513.85	kg/m <sup>3</sup>	c) Peso Unitario compactado seco	1352.33	1751.48	kg/m <sup>3</sup>	d) Peso específico de masa seco	2.38	2.5880	kg/m <sup>3</sup>	e) Contenido de humedad	2.08	1.42	%	f) Contenido de absorción	2.13	0.10	%	g) Módulo de fineza (adimensional)	-----	2.94	
	<b>Grueso</b>	<b>Fino</b>																															
a) Tamaño máximo nominal	3/8"	-----	pulgadas																														
b) Peso Unitario suelto seco	1129.37	1513.85	kg/m <sup>3</sup>																														
c) Peso Unitario compactado seco	1352.33	1751.48	kg/m <sup>3</sup>																														
d) Peso específico de masa seco	2.38	2.5880	kg/m <sup>3</sup>																														
e) Contenido de humedad	2.08	1.42	%																														
f) Contenido de absorción	2.13	0.10	%																														
g) Módulo de fineza (adimensional)	-----	2.94																															
<b><u>Cemento:</u></b>																																	
Tipo=	Tipo I																																
Peso esp.	3150 kg/m <sup>3</sup>																																
<b><u>2) RESISTENCIA DE DISEÑO REQUERIDA (F'cr)</u></b>																																	
$f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$																																	
<b><math>f'(cr) = 404 \text{ kg/cm}^2</math></b>	84																																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th><math>f'c</math></th> <th><math>f'cr</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&lt; 210</td> <td><math>f'c+70</math></td> </tr> <tr> <td>210-350</td> <td><math>f'c+84</math></td> </tr> <tr> <td>&gt;350</td> <td><b><math>f'c+98</math></b></td> </tr> </tbody> </table>	$f'c$	$f'cr$	< 210	$f'c+70$	210-350	$f'c+84$	>350	<b><math>f'c+98</math></b>																								
$f'c$	$f'cr$																																
< 210	$f'c+70$																																
210-350	$f'c+84$																																
>350	<b><math>f'c+98</math></b>																																
<b><u>3) CONTENIDO DE AIRE</u></b>																																	
T.M.N=	3/8"																																
<b>%Aire=</b>	<b>3 %</b>																																
<b><u>4) CONTENIDO DE AGUA</u></b>																																	
T.M.N=	3/8"																																
Slump=	1																																
<b>Agua=</b>	<b>207 l/m<sup>3</sup></b>																																
<b><u>5) RELACIÓN a/c</u></b>																																	
$f'(cr) = 404 \text{ kg/cm}^2$																																	
<b>a/c=</b>	<b>0.426</b>																																

**6) CONTENIDO DE CEMENTO**Agua= 207 l/m<sup>3</sup>

a/c= 0.426

**c= 485.92 kg****7) FACTOR CEMENTO**

1 bls= 42.5 kg/bls

c= 485.92 kg

**F.C= 11.43 bls/m<sup>3</sup>****8) PESO AGREGADO GRUESO**

T.M.N= 3/8"

b/br= 0.446

P.U.S.C= 1352.33371 kg/m<sup>3</sup>**Peso A.G= 603.1408328 kg****9) VOLUMEN ABSOLUTO**Cemento= 485.92 kg -----> 0.1542589 m<sup>3</sup>Ag. Gruesc 603.14 kg -----> 0.2536207 m<sup>3</sup>Ag. Fino= 919.05 kg -----> 0.35512

Aire= 3 % -----&gt; 0.03

Agua= 207 l/m<sup>3</sup> -----> 0.207 m<sup>3</sup>1 m<sup>3</sup>**10) CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

Agregado Fino: Pátapo

Agregado Grueso: Tres Tomas

Humedad (%)		
Agreg.	Grueso	Fino
Tres Tomas	2.08	-
Pátapo	-	1.41988 %

Ag. Gruesc 603.14 kg -----&gt; 615.69 kg

Ag. Fino= 919.05 kg -----&gt; 932.10 kg

**11) APOORTE DE AGUA A LA MEZCLA**

		Absorción (%)		
		Agreg.	Grueso	Fino
Agregado Fino:	Pátapo			
Agregado Grueso:	Tres Tomas		2.13	-
		Pátapo	-	0.10

Ag. Grueso=	603.14 kg	----->	-0.31 lts
Ag. Fino=	919.05 kg	----->	12.15 lts
			<u>11.84 lts</u>

**12) AGUA EFECTIVA**

Agua=	207 lts
Aporte=	<u>11.84 lts</u>
A.E=	195.16

**13) PROPORCIONES DEL DISEÑO**

Cemento	A. Grueso	A Fino	Agua
485.92 kg	615.69 kg	932.10 kg	195.1602507 lts

**PESO:**

Cemento	A. Grueso	A Fino	Agua
1	1.27	1.9182	17.06945091 lts

**VOLUMEN:**

Cemento	A Fino	A. Grueso	Agua
0.36	0.35	0.53	38.27231146 lts

**14) PESOS PARA UNA TANDA**

Adoquines de 10 x 20 x 4 cm)

Elemento	Cantidad	Volumen	Total
Adoquines	26	0.0010m3	0.02704

Adoquines:	Cemento	13.139 kg
	A. Grueso	16.648 kg
	A Fino	25.204 kg
	Agua=	5.277 lts

FIGURA N°59: Contenido de sales agregado fino

DATOS DEL ENSAYO					
	Identificación				Promedio
Muestra	1	2			
Peso Tarro (Biker 100 ml.) Pyres	103.61	124.75			
Peso Tarro + agua + sal	148.17	174.75			
Peso Tarro Seco + sal	103.64	124.78			
Peso de Sal	0.03	0.03			
Peso de Agua	44.56	50.00			
Porcentaje de Sal	0.07	0.06			0.06

Observaciones :


 SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA


 SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burga Fernandez  
 ING. CIVIL  
 REG. C.P. 169278



FIGURA N°60: Contenido de sales agregado grueso







SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.		EMP ASFALTOS			
Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)					
Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250 E-mail: <a href="mailto:servicios_lab@hotmail.com">servicios_lab@hotmail.com</a> .					
<b>INFORME DE ENSAYO</b>					
METODO DE ENSAYO	: CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA				
REFERENCIA NORMATIVA	: (NTP 339.152)	FECHA DE ENSAYO	: 2/06/2021		
METODO DE MUESTREO	: Agregados	RESP. LAB.	: S.B.F.		
CODIGO INTERNO	: S/C	TEC. LAB.	: C.A.D.S.		
CANTERA	: Tres Tomas				
MATERIAL	: Piedra Chancada 3/8"				
MUESTRA	: M-01				
DATOS DEL ENSAYO					
Muestra	Identificación				Promedio
	1	2			
Peso Tarro (Biker 100 ml.) Pyres	67.84	78.67			
Peso Tarro + agua + sal	110.07	128.67			
Peso Tarro Seco + sal	67.86	78.69			
Peso de Sal	0.02	0.02			
Peso de Agua	42.23	50.00			
Porcentaje de Sal	0.04	0.03			0.03
Observaciones :					


 SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA


 SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burga Fernandez  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 169278



**FIGURA N°61:** Contenido de sales agregado grueso reciclado

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.					
Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)					
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250 E-mail: <a href="mailto:servicios_lab@hotmail.com">servicios_lab@hotmail.com</a> .					
<b>INFORME DE ENSAYO</b>					
<b>METODO DE ENSAYO</b>	<b>: CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA</b>				
<b>REFERENCIA NORMATIVA</b>	: (NIP 339.152)	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 2/06/2021		
<b>METODO DE MUESTREO</b>	: Agregados	<b>RESP. LAB.</b>	: S.B.F.		
<b>CODIGO INTERNO</b>	: S/C	<b>TEC. LAB.</b>	: C.A.D.S.		
<b>BOTADERO</b>	: Botadero de RCD Distrito Lambayeque				
<b>MATERIAL</b>	: Concreto triturado 3/8"				
<b>MUESTRA</b>	: M-01				
DATOS DEL ENSAYO					
	Identificación				Promedio
Muestra	1	2			
Peso Tarro (Biker 100 ml.) Pyrex	131.69	118.48			
Peso Tarro + agua + sal	173.92	168.48			
Peso Tarro Seco + sal	131.73	118.54			
Peso de Sal	0.04	0.06			
Peso de Agua	42.23	50.00			
Porcentaje de Sal	0.09	0.12			0.11
Observaciones :					
 <b>César A. Díaz Saavedra</b> TECNICO LABORATORISTA		 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C. Secundino Baza TECNICO LABORATORISTA REG. S.T.A. 184278			

**FIGURA N°62:** Contenido de cloruros y sulfatos agregado fino

METODO DE ENSAYO		CONTENIDO DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA	
REFERENCIA NORMATIVA	: (NTP 339.177, NTP 339.178)	FECHA DE ENSAYO	: 2/06/2021
METODO DE MUESTREO	: Agregados	RESP. LAB.	: S.B.F.
CODIGO INTERNO	: S/C	TEC. LAB.	: C.A.D.S.
CANTERA	: Patapo		
MATERIAL	: Arena zarandeada		
MUESTRA	: M-01		

DATOS DEL ENSAYO			
Descripción		Resultados (%)	Conclusión
Contenido de cloruros (CL)		0.0272	Leve
Contenido de sulfatos (SO4-2)		0.121	Leve

Observaciones :


 SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA


 SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burga Fernandez  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 169278



**FIGURA N°63:** Contenido de cloruros y sulfatos agregado grueso

DATOS DEL ENSAYO			
Descripción		Resultados (%)	Conclusión
Contenido de cloruros (CL)		0.0244	Leve
Contenido de sulfatos (SO4-2)		0.096	Leve

Observaciones :


**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**  
*Cesar*  
**César A. Díaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA



**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**  
*Secundino*  
**Secundino Burga Fernandez**  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 169278




**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**

**EMP**  
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

**INFORME DE ENSAYO**

**METODO DE ENSAYO** : CONTENIDO DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

**REFERENCIA NORMATIVA** : (NTP 339.177, NTP 339.178) **FECHA DE ENSAYO** : 2/06/2021

**METODO DE MUESTREO** : Agregados **RESP. LAB.** : S.B.F.

**CODIGO INTERNO** : S/C **TEC. LAB.** : C.A.D.S.

**CANtera** : Tres Tomas

**MATERIAL** : Piedra Chancada 3/8"

**MUESTRA** : M-01

**FIGURA N°64:** contenido de cloruros y sulfatos agregado grueso reciclado

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.			
Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)			
Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250 E-mail: <a href="mailto:servicios_lab@hotmail.com">servicios_lab@hotmail.com</a>			
<b>INFORME DE ENSAYO</b>			
<b>METODO DE ENSAYO</b>	<b>CONTENIDO DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA</b>		
<b>REFERENCIA NORMATIVA</b>	: (NTP 339.177, NTP 339.178)	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 2/06/2021
<b>METODO DE MUESTREO</b>	: Agregados	<b>RESP. LAB.</b>	: S.B.F.
<b>CODIGO INTERNO</b>	: S/C	<b>TEC. LAB.</b>	: C.A.D.S.
<b>BOTADERO</b>	: Botadero de RCD Distrito Lambayeque		
<b>MATERIAL</b>	: Concreto triturado 3/8"		
<b>MUESTRA</b>	: M-01		
DATOS DEL ENSAYO			
Descripción		Resultados (%)	Conclusión
Contenido de cloruros (CL)		0.292	Leve
Contenido de sulfatos (SO4-2)		0.137	Leve
Observaciones :			



 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA


 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burga Fernandez  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 169278





**FIGURA N°65:** material que pasa malla n 200 agregado grueso reciclado

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS  
Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : MATERIAL QUE PASA MALLA N° 200

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 400.037      **FECHA DE ENSAYO** : 3/05/2021

**METODO DE MUESTREO** : Agregados      **RESP. LAB.** : S.B.F.

**CODIGO INTERNO** : S/C      **TEC. LAB.** : C.A.D.S.

**MATERIAL** : Gravilla

**MUESTRA** : M-01

DATOS DEL ENSAYO					
Tara	Peso inicial seco	Peso despues de lavado	Resultado	Especificación	Observación
1	1761.3	1745.8	0.9	1.0%	CUMPLE

Observaciones:


 SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*C.S.A.*  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA


 SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*S.F.*  
 Secundino Burga Fernandez  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 169278



**FIGURA N°66: Ensayo a la compresión – muestra patrón**

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS  
Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**DESCRIPCION :** "EVELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019".

**DESCRIPCION :** ADOQUINES

**RESP. LAB. :** S.B.F.

**SOLICITANTE :** TICERAN PEREZ JEAN PIERRE **TEC. RESP :** C.A.D.S.

ENSAYO	DISEÑO	EDAD	ALTO	LONGITUD	ANCHO	AREA DE CONTACTO	LECTURA		RESISTENCIA	PROMEDIO	RESISTENCIA
			cm	cm	cm	cm2	KN	Kg	Kg/cm2	Kg/cm3	%
1	190	7.0	4.0	20.1	10.0	201.6	747.10	76183.3	377.89	380.09	118.78%
2		7.0	4.0	20.1	10.1	203.4	762.60	77763.8	382.29		
3	140	7.0	4.0	20.2	10.2	204.7	552.10	56298.7	275.00	272.28	85.09%
4		7.0	4.0	20.1	10.0	201.4	532.40	54289.9	269.56		
5	130	7.0	4.0	20.1	10.1	203.1	470.80	48008.4	236.37	237.67	74.27%
6		7.0	4.0	20.1	10.0	201.7	462.40	47151.9	233.77		
7		7.0	4.0	20.0	10.1	203.0	483.50	49303.5	242.87		
8	120	7.0	4.0	20.2	10.1	203.1	422.00	43032.2	211.86	220.30	68.84%
9		7.0	4.0	20.0	10.2	203.6	456.20	46519.6	228.48		
10		7.0	4.0	20.1	10.1	201.8	436.50	44510.8	220.56		

**Observaciones :** La muestra fue traída por el solicitante .  
 El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.


 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 -----  
**César A. Díaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA


 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 -----  
**Secundino Buitrago Fernández**  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP 169278



FIGURA N°67: Ensayo a la compresión – muestra patrón

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.							SEMP ASFALTOS				
Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)											
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250 E-mail: <a href="mailto:servicios_lab@hotmail.com">servicios_lab@hotmail.com</a>											
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>											
<b>DESCRIPCION :</b> "EVELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019".											
<b>DESCRIPCION :</b> ADOQUINES											
<b>SOLICITANTE :</b> TICERAN PEREZ JEAN PIERRE											
<b>RESP. LAB. :</b> S.B.F. <b>TEC. RESP :</b> C.A.D.S.											
ENSAYO	DISEÑO	EDAD	ALTO	LONGITUD	ANCHO	AREA DE CONTACTO	LECTURA		RESISTENCIA	PROMEDIO	RESISTENCIA
Nº			cm	cm	cm	cm2	KN	Kg	Kg/cm2	Kg/cm3	%
1	110	7.0	4.0	20.1	10.1	202.4	396.4	40421.7	199.71	206.63	64.57%
2		7.0	4.0	20.0	10.1	202.6	408.9	41696.4	205.80		
3		7.0	4.0	20.1	10.1	202.3	425.3	43368.7	214.37		
4	130	28.0	4.0	20.1	10.1	202.5	689.5	70309.7	347.20	347.12	108.47%
5		28.0	4.0	20.1	10.2	203.9	716.5	73062.9	358.31		
6		28.0	4.0	20.2	10.0	202.0	665.3	67842.0	335.85		
7	120	28.0	4.0	20.1	10.1	202.7	662.1	67515.7	333.07	323.57	101.12%
8		28.0	4.0	20.1	10.1	203.4	649.3	66205.3	325.47		
9		28.0	4.0	20.1	10.1	201.7	617.5	62967.7	312.18		
10	110	28.0	4.0	20.0	10.2	203.3	617.1	62924.9	309.51	303.41	94.82%
11		28.0	4.0	20.1	10.1	202.6	608.5	62050.0	306.26		
12		28.0	4.0	20.1	10.0	201.4	581.6	59306.9	294.47		
<b>Observaciones :</b> La muestra fue traída por el solicitante . El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.											



 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*César A. Díaz Saavedra*  
 TÉCNICO LABORATORISTA


 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino E. Fernández*  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 169278





FIGURA N°68: Resistencia a la compresión

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS  
Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**DESCRIPCION** : "EVELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019".

**DESCRIPCION** : ADOQUINES

**SOLICITANTE** : TICERAN PEREZ JEAN PIERRE

**RESP. LAB.** : S.B.F.  
**TEC. RESP** : C.A.D.S.

ENSAYO	% RCD	EDAD	ALTO	LONGITUD	ANCHO	AREA DE CONTACTO	LECTURA	RESISTENCIA	PROMEDIO	RESISTENCIA
N°			cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>3</sup>	%
1	0	7.0	4.0	20.1	10.1	202.4	45143.00	223.03	229.30	71.66%
2		7.0	4.0	20.2	10.1	203.1	45296.00	223.01		
3		7.0	4.0	20.1	10.1	203.3	49170.90	241.85		

Observaciones : La muestra fue traída por el solicitante.  
El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.



 SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*César A. Díaz Saavedra*  
**César A. Díaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA


 SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino E. J. Fernandez*  
**Secundino E. J. Fernandez**  
 ING. CIVIL  
 REG. CIR 169278





FIGURA N°69: Resistencia a la compresión con 25% de reemplazo

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS  
Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**DESCRIPCION :** "EVELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019".


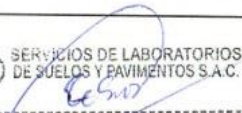
**DESCRIPCION :** ADOQUINES

**SOLICITANTE :** TICERAN PEREZ JEAN PIERRE

**RESP. LAB. :** S.B.F.  
**TEC. RESP :** C.A.D.S.

ENSAYO	% RCD	EDAD	ALTO	LONGITUD	ANCHO	AREA DE CONTACTO	LECTURA	RESISTENCIA	PROMEDIO	RESISTENCIA
N°			cm	cm	cm	cm2	Kg	Kg/cm2	Kg/cm3	%
1	25	7.0	4.0	20.1	10.1	203.5	47396.60	232.89	221.12	69.10%
2		7.0	4.0	20.1	10.1	203.0	45979.20	226.49		
3		7.0	4.0	20.1	10.1	203.8	41574.00	203.98		

Observaciones : La muestra fue traída por el solicitante.  
El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.


 SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
**César A. Díaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA


 SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
**Secundino Burchard Fernandez**  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP 169278



**FIGURA N°70:** Resistencia a la compresión con 50% de reemplazo

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS  
Y PAVIMENTOS S.A.C.**

**SEMP**  
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**DESCRIPCION :** "EVELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019".

**DESCRIPCION :** ADOQUINES


**RESP. LAB. :** S.B.F.

**SOLICITANTE :** TICERAN PEREZ JEAN PIERRE

**TEC. RESP :** C.A.D.S.

ENSAYO	% RCD	EDAD	ALTO	LONGITUD	ANCHO	AREA DE CONTACTO	LECTURA	RESISTENCIA	PROMEDIO	RESISTENCIA
N°			cm	cm	cm	cm2	Kg	Kg/cm2	Kg/cm3	%
1	50	7.0	4.0	20.07	10.07	202.1	45387.70	224.57	222.26	69.46%
2		7.0	4.0	20.11	10.05	202.1	43766.40	216.55		
3		7.0	4.0	20.12	10.12	203.6	45948.60	225.66		

Observaciones : La muestra fue traída por el solicitante.  
El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.

 SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

*César A. Díaz Saavedra*  
TÉCNICO LABORATORISTA

 SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

*Secundino B. Fernandez*  
ING. CIVIL  
REG. CIP 169278



FIGURA N°71: Resistencia a la compresión con 100% de reemplazo

## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**DESCRIPCION :** "EVELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019".

**DESCRIPCION :** ADOQUINES


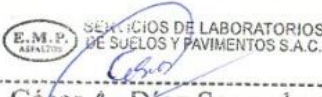
**RESP. LAB. :** S.B.F.

**SOLICITANTE :** TICERAN PEREZ JEAN PIERRE

**TEC. RESP :** C.A.D.S.

ENSAYO	% RCD	EDAD	ALTO	LONGITUD	ANCHO	AREA DE CONTACTO	LECTURA	RESISTENCIA	PROMEDIO	RESISTENCIA
N°			cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>3</sup>	%
1	100	7.0	4.0	20.13	10.13	203.9	42869.00	210.23	218.78	68.37%
2		7.0	4.0	20.05	10.05	201.5	46111.70	228.84		
3		7.0	4.0	20.08	10.09	202.6	44021.30	217.27		

**Observaciones :** La muestra fue traída por el solicitante.  
El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.


 SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
 César A. Díaz Saavedra  
TECNICO LABORATORISTA


 SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
 Secundino E. Liza Fernandez  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278



FIGURA N°72: Resistencia a la compresión a los 14 días

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS  
Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**DESCRIPCION :** "EVELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019".

**DESCRIPCION :** ADOQUINES

**SOLICITANTE :** TICERAN PEREZ JEAN PIERRE

**RESP. LAB. :** S.B.F.  
**TEC. RESP :** C.A.D.S.

ENSAYO	% RCD	EDAD	ALTO	LONGITUD	ANCHO	AREA DE CONTACTO	LECTURA	RESISTENCIA	PROMEDIO	RESISTENCIA
N°			cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>3</sup>	%
1	0	14.0	4.0	20.11	10.05	202.1	57124.70	282.65	280.99	87.81%
2		14.0	4.0	20.03	10.08	201.9	57843.60	286.49		
3		14.0	4.0	20.06	10.03	201.2	55092.40	273.82		

**Observaciones :** La muestra fue traída por el solicitante .  
El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.


**SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**  


---

**César A. Díaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA


**SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**  


---

**Secundino B. Fernández**  
 ING. CIVIL  
 REG. EIP. 169278



FIGURA N°73: Resistencia a la compresión a los 14 días con 25% de reemplazo

## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**DESCRIPCION :** "EVELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019".

**DESCRIPCION :** ADOQUINES

**RESP. LAB. :** S.B.F.

**SOLICITANTE :** TICERAN PEREZ JEAN PIERRE

**TEC. RESP :** C.A.D.S.

ENSAYO	% RCD	EDAD	ALTO	LONGITUD	ANCHO	AREA DE CONTACTO	LECTURA	RESISTENCIA	PROMEDIO	RESISTENCIA
N°			cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>3</sup>	%
1	25	14.0	4.0	20.08	10.07	202.2	54890.50	271.46	278.46	87.02%
2		14.0	4.0	20.12	10.13	203.8	58246.40	285.78		
3		14.0	4.0	20.07	10.08	202.3	56268.10	278.13		

**Observaciones :** La muestra fue traída por el solicitante.  
El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino B. Fernández  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.P. 169278



**FIGURA N°74:** Resistencia a la compresión a los 14 días con 50% de reemplazo

ENSAYO		% RCD	EDAD	ALTO	LONGITUD	ANCHO	AREA DE CONTACTO	LECTURA	RESISTENCIA	PROMEDIO	RESISTENCIA
N°	cm			cm	cm	cm <sup>2</sup>	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>3</sup>	%	
1	50	14.0	4.0	20.08	10.05	201.8	57997.60	287.40	281.35	87.92%	
2		14.0	4.0	20.14	10.11	203.6	56278.30	276.40			
3		14.0	4.0	20.12	10.13	203.8	57121.70	280.26			

Observaciones : La muestra fue traída por el solicitante .  
El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.

## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**DESCRIPCION :** "EVELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019".

**DESCRIPCION :** ADOQUINES

**RESP. LAB. :** S.B.F.

**SOLICITANTE :** TICERAN PEREZ JEAN PIERRE

**TEC. RESP :** C.A.D.S.

 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

*César A. Díaz Saavedra*  
TÉCNICO LABORATORISTA

 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

*Secundino B. Fernández*  
ING. CIVIL  
REG. OIP. 169278



**FIGURA N°75:** Resistencia a la compresión a los 14 días con 100% de reemplazo

ENSAYO		% RCD	EDAD	ALTO	LONGITUD	ANCHO	AREA DE CONTACTO	LECTURA	RESISTENCIA	PROMEDIO	RESISTENCIA
N°				cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>3</sup>	%
1		100	14.0	4.0	20.12	10.06	202.4	58370.80	288.38	278.55	87.05%
2			14.0	4.0	20.1	10.13	203.6	56684.20	278.39		
3			14.0	4.0	20.13	10.05	202.3	54397.00	268.88		

Observaciones : La muestra fue traída por el solicitante.  
El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.

## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

**SEMP**  
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**DESCRIPCION :** "EVELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019".

**DESCRIPCION :** ADOQUINES

**SOLICITANTE :** TICERAN PEREZ JEAN PIERRE

**RESP. LAB. :** S.B.F.  
**TEC. RESP. :** C.A.D.S.

 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*César A. Díaz Saavedra*  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Socundina Figueroa Fernandez*  
Socundina Figueroa Fernandez  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278



FIGURA N°76: Resistencia a la compresión a los 21 días

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS  
Y PAVIMENTOS S.A.C.**

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**DESCRIPCION :** "EVELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019".

**DESCRIPCION :** ADOQUINES

**SOLICITANTE :** TICERAN PEREZ JEAN PIERRE

**RESP. LAB. :** S.B.F.  
**TEC. RESP :** C.A.D.S.

ENSAYO	% RCD	EDAD	ALTO	LONGITUD	ANCHO	AREA DE CONTACTO	LECTURA	RESISTENCIA	PROMEDIO	RESISTENCIA
N°			cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>3</sup>	%
1	0	21.0	4.0	20.11	10.08	202.7	60622.40	299.06	302.93	94.67%
2		21.0	4.0	20.07	10.11	202.9	62600.60	308.52		
3		21.0	4.0	20.11	10.07	202.5	60999.70	301.22		

Observaciones : La muestra fue traída por el solicitante .  
El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.



SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

*César A. Díaz Saavedra*  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA



SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

*Secundino Burga Fernandez*  
Secundino Burga Fernandez  
ING. CIVIL  
REG. C.P. 169278



EMP  
ASFALTOS  
CHICLAYO - PERÚ

**FIGURA N°77: Resistencia a la compresión a los 21 días con 25% de reemplazo**

ENSAYO		% RCD	EDAD	ALTO	LONGITUD	ANCHO	AREA DE CONTACTO	LECTURA	RESISTENCIA	PROMEDIO	RESISTENCIA
N°	cm			cm	cm	cm <sup>2</sup>	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>3</sup>	%	
1		25	21.0	4.0	20.05	10.11	202.7	60132.90	296.65	300.14	93.80%
2			21.0	4.0	20.13	10.07	202.7	61975.50	305.74		
3			21.0	4.0	20.12	10.06	202.4	60326.60	298.05		

Observaciones : La muestra fue traída por el solicitante .  
El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**

**SEMP**  
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

f Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

DESCRIPCION : "EVELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019".

DESCRIPCION : ADOQUINES

RESP. LAB. : S.B.F.

SOLICITANTE : TICERAN PEREZ JEAN PIERRE




TEC. RESP : C.A.D.S.

E.M.P. ASFALTOS  
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

E.M.P. ASFALTOS  
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burgá Fernandez  
 ING. CIVIL  
 REG. O.P. 169278



**FIGURA N°78:** Resistencia a la compresión a los 21 días con 50% de reemplazo




SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.										
<p>Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)</p> <p>  Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos   948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250            E-mail: <a href="mailto:servicios_lab@hotmail.com">servicios_lab@hotmail.com</a>.         </p>										
<u>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</u>										
<p><b>DESCRIPCION :</b> "EVELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019".</p> <p><b>DESCRIPCION :</b> ADOQUINES</p> <p><b>SOLICITANTE :</b> TICERAN PEREZ JEAN PIERRE</p> <p style="text-align: right;"><b>RESP. LAB. :</b> S.B.F. <b>TEC. RESP :</b> C.A.D.S.</p>										
ENSAYO	% RCD	EDAD	ALTO	LONGITUD	ANCHO	AREA DE CONTACTO	LECTURA	RESISTENCIA	PROMEDIO	RESISTENCIA
N°			cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>3</sup>	%
1	50	21.0	4.0	20.03	10.08	201.9	60841.60	301.34	301.18	94.12%
2		21.0	4.0	20.11	10.03	201.7	59878.00	296.86		
3		21.0	4.0	20.01	10.07	201.5	61527.90	305.35		
<p>Observaciones : La muestra fue traída por el solicitante . El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.</p>										


 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
 César A. Díaz-Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA


 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
 Secundino Burga Fernandez  
 ING. CIVIL  
 REG. C.I.P. 168278



**FIGURA N°79:** Resistencia a la compresión a los 21 días con 100% de reemplazo

<b>SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.</b>										
Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)										
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250 E-mail: <a href="mailto:servicios_lab@hotmail.com">servicios_lab@hotmail.com</a> .										
<b><u>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</u></b>										
<b>DESCRIPCION :</b> "EVELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019".										
<b>DESCRIPCION :</b> ADOQUINES										
<b>SOLICITANTE :</b> TICERAN PEREZ JEAN PIERRE										
<b>RESP. LAB. :</b> S.B.F. <b>TEC. RESP :</b> C.A.D.S.										
ENSAYO	% RCD	EDAD	ALTO	LONGITUD	ANCHO	AREA DE CONTACTO	LECTURA	RESISTENCIA	PROMEDIO	RESISTENCIA
N°			cm	cm	cm	cm2	Kg	Kg/cm2	Kg/cm3	%
1	100	21.0	4.0	20.05	10.05	201.5	59991.10	297.72	300.12	93.79%
2		21.0	4.0	20.14	10.05	202.4	61552.30	304.10		
3		21.0	4.0	20.12	10.11	203.4	60724.30	298.53		
<b>Observaciones :</b> La muestra fue traída por el solicitante . El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.										


**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**  


---

**César A. Díaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA




**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**  


---

**Secundino Burgá Fernandez**  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 169278



FIGURA N°80: Resistencia a la compresión a los 28 días




SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.							SEMP ASFALTOS			
Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)										
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250 E-mail: <a href="mailto:servicios_lab@hotmail.com">servicios_lab@hotmail.com</a>										
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>										
DESCRIPCION : "EVELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019".										
DESCRIPCION : ADOQUINES										
SOLICITANTE : TICERAN PEREZ JEAN PIERRE										
RESP. LAB. : S.B.F. TEC. RESP : C.A.D.S.										
ENSAYO	% RCD	EDAD	ALTO	LONGITUD	ANCHO	AREA DE CONTACTO	LECTURA	RESISTENCIA	PROMEDIO	RESISTENCIA
N°			cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>3</sup>	%
1	0	28.0	4.0	20.05	10.11	202.7	66284.70	327.00	327.33	102.29%
2		28.0	4.0	20.13	10.13	203.9	64437.74	316.00		
3		28.0	4.0	20.05	10.06	201.7	68377.32	339.00		
Observaciones : La muestra fue traída por el solicitante. El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.										


 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
**César A. Díaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA


 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
**Secundino Burga Fernandez**  
 ING. CIVIL  
 REG. C/P. 169278



**FIGURA N°81:** Resistencia a la compresión a los 28 días con 25% de reemplazo

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.										
<p>Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)</p> <p>  Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos   948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250            E-mail: <a href="mailto:servicios_lab@hotmail.com">servicios_lab@hotmail.com</a>.         </p>										
<u>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</u>										
<p><b>DESCRIPCION :</b> "EVELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019".</p> <p><b>DESCRIPCION :</b> ADOQUINES</p> <p><b>SOLICITANTE :</b> TICERAN PEREZ JEAN PIERRE</p> <p style="text-align: right;"><b>RESP. LAB. :</b> S.B.F. <b>TEC. RESP :</b> C.A.D.S.</p>										
ENSAYO	% RCD	EDAD	ALTO	LONGITUD	ANCHO	AREA DE CONTACTO	LECTURA	RESISTENCIA	PROMEDIO	RESISTENCIA
N°			cm	cm	cm	cm2	Kg	Kg/cm2	Kg/cm3	%
1	25	28.0	4.0	20.15	10.12	203.9	63826.33	313.00	326.00	101.87%
2		28.0	4.0	20.07	10.05	201.7	67772.38	336.00		
3		28.0	4.0	20.11	10.07	202.5	66624.03	329.00		
<p>Observaciones : La muestra fue traída por el solicitante . El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.</p>										


 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA




 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
 Secundino Burja Fernandez  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 169278




**FIGURA N°82:** Resistencia a la compresión a los 28 días con 50% de reemplazo

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS  
Y PAVIMENTOS S.A.C.**

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**DESCRIPCION :** "EVELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019".


**DESCRIPCION :** ADOQUINES

**SOLICITANTE :** TICERAN PEREZ JEAN PIERRE

**RESP. LAB. :** S.B.F.  
**TEC. RESP :** C.A.D.S.

ENSAYO	% RCD	EDAD	ALTO	LONGITUD	ANCHO	AREA DE CONTACTO	LECTURA	RESISTENCIA	PROMEDIO	RESISTENCIA
N°			cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>3</sup>	%
1	50	28.0	4.0	20.1	10.06	202.2	65514.74	324.00	326.33	101.98%
2		28.0	4.0	20.09	10.12	203.3	64652.83	318.00		
3		28.0	4.0	20.06	10.15	203.6	68616.23	337.00		


**Observaciones :** La muestra fue traída por el solicitante .  
El suscrito no se responsabiliza de las conclusiones y usos que se deriven de este ensayo.



SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

*César A. Díaz Saavedra*

TÉCNICO LABORATORISTA



SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

*Secundino Burga Fernandez*

ING. CIVIL  
REG. CP. 169278







FIGURA N°83: Resistencia a la flexión por tracción

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS  
Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

**RESISTENCIA A FLEXION CON CARGA A DOS TERCIOS**  
ITINTEC 339.124 1988

<b>PROYECTO</b>	"EVELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019".	
<b>DESCRIPCION</b>	: ADOQUINES	
<b>SOLICITANTE</b>	: TICERAN PEREZ JEAN PIERRE	<b>RESP. LAB. : S.B.F.</b> <b>TEC. RESP : C.A.D.S.</b>

Probeta	Muestra	Edad	Longitud	Ancho	Espesor	Luz entre apoyos	Carga	x	$\sigma$	Mr
N°		(Días)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	KN	MPa		MPa
1	0	28	201.2	100.5	40.8	150	7.2	9.68	0.570	8.208
2		28	200.8	100.3	41.3	150	6.8	8.94		
3		28	201	100.7	41.5	150	6.6	8.56		
<b>Promedio</b>								9.06		




Observaciones:


 SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
**César A. Díaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA


 SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
**Secundino Burga Fernandez**  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 169278



**FIGURA N°84:** Resistencia a la flexión por tracción con 25% de reemplazo

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.										
<p>Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)</p> <p>  Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos   948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250            E-mail: <a href="mailto:servicios_lab@hotmail.com">servicios_lab@hotmail.com</a>.         </p>										
<p><b>RESISTENCIA A FLEXION CON CARGA A DOS TERCIOS</b></p> <p>ITINTEC 339.124 1988</p>										
<p><b>PROYECTO</b> : "EVELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019".</p>		<p><b>RESP. LAB. :</b> S.B.F.</p>								
<p><b>DESCRIPCION</b> : ADOQUINES</p>		<p><b>TEC. RESP :</b> C.A.D.S.</p>								
<p><b>SOLICITANTE</b> : TICERAN PEREZ JEAN PIERRE</p>										
Probeta	Muestra	Edad	Longitud	Ancho	Espesor	Luz entre apoyos	Carga	x	$\sigma$	Mr
N°		(Días)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	KN	MPa		MPa
1	25	28	201.1	100.2	40.8	150	6.9	9.31	0.348	8.424
2		28	200.2	101.5	40.9	150	6.5	8.61		
3		28	200.9	101.1	41.2	150	6.8	8.92		
<b>Promedio</b>								8.95		
Observaciones:										



 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA


 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burgos Fernandez  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP 169278





**FIGURA N°85: Resistencia a la flexión por tracción con 50% de reemplazo**

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS  
Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

RESISTENCIA A FLEXION CON CARGA A DOS TERCIOS  
ITINTEC 339.124 1988

<b>PROYECTO</b>	"EVELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019".							
<b>UBICACIÓN</b>	: ADOQUINES							
<b>SOLICITANTE</b>	: TICERAN PEREZ JEAN PIERRE						<b>RESP. LAB.</b>	: S.B.F.
							<b>TEC. RESP</b>	: C.A.D.S.

Probeta	Muestra	Edad	Longitud	Ancho	Espesor	Luz entre apoyos	Carga	x	$\sigma$	Mr
N°		(Días)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	KN	MPa		MPa
1	50	28.00	200.50	101.30	40.20	150.00	6.70	9.21	0.230	8.600
2		28.00	201.40	100.60	41.80	150.00	6.90	8.83		
3		28.00	200.20	101.50	41.10	150.00	6.70	8.79		
<b>Promedio</b>								8.94		

Observaciones:


 SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  


---

**César A. Díaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA



 SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  


---

**Secundino Burga Fernandez**  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 169278



**FIGURA N°86:** Resistencia a la flexión por tracción con 100% de reemplazo

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.										
<p>Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)</p> <p><b>f</b> Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  <b>wa</b> 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250            E-mail: <a href="mailto:servicios_lab@hotmail.com">servicios_lab@hotmail.com</a>.</p>										
<p><b>RESISTENCIA A FLEXION CON CARGA A DOS TERCIOS</b>            ITINTEC 339.124 1988</p>										
<p><b>PROYECTO</b> : "EVELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019".</p>		<p><b>RESP. LAB. :</b> S.B.F.</p>								
<p><b>UBICACIÓN</b> : ADOQUINES</p>		<p><b>TEC. RESP :</b> C.A.D.S.</p>								
<p><b>SOLICITANTE</b> : TICERAN PEREZ JEAN PIERRE</p>										
Probeta	Muestra	Edad	Longitud	Ancho	Espesor	Luz entre apoyos	Carga	x	$\sigma$	Mr
N°		(Días)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	KN	MPa		MPa
1	100	28.00	201.30	101.50	40.20	150.00	7.10	9.74	0.240	9.105
2		28.00	200.40	100.70	41.30	150.00	7.10	9.30		
3		28.00	200.16	101.20	40.50	150.00	6.90	9.35		
<b>Promedio</b>								9.46		
Observaciones:										


 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*César A. Díaz Saavedra*  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA


 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Burgos Fernandez*  
 Secundino Burgos Fernandez  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 169278




FIGURA N°87: Ensayo de absorción

ENSAYO		CODIGO INTERNO	DESCRIPCIÓN	FECHA		PESO SECO AL HORNO kg	PESO SATURADO EN AGUA kg	ABSORCIÓN %	PROMEDIO DE ABSORCIÓN (%)	MAXIMO PROMEDIO 3 UNIDADES (%)	ACEPTACIÓN
N°				INICIO	FINAL						
1		-	0%	17/05/2021	18/05/2021	2072.0	2155.0	4.01	4.44	6	CUMPLE
2		-	0%	17/05/2021	18/05/2021	2006.0	2097.0	4.54			
3		-	0%	17/05/2021	18/05/2021	2009.0	2105.0	4.78			

Observaciones :

- \* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- \* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.
- \* El solicitante brindo toda la información sobre el producto, por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

FIN DE DOCUMENTO


 SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA


 SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Birga Fernandez  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 169278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

**SEMP**  
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Referencia: Al Costado de la Quinta Orellana Prolongación Bolognesi) – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622 – RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Búscanos en Facebook:  Laboratorios de Suelos Chiclayo  
 Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO** : "EVELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019".  
**DESCRIPCION** : ADOQUINES  
**CLIENTE** : TICERAN PEREZ JEAN PIERRE

**FECHA DE RECEPCION** : 17/05/2021  
**FECHA DE ENSAYO** : 18/05/2021  
**FECHA DE EMISION** : 18/05/2021  
**RESP. LAB.** : S.B.F.  
**TEC. LAB.** : C.A.D.S.

FIGURA N°88: Ensayo de absorción con 25% de reemplazo

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS  
Y PAVIMENTOS S.A.C.**



**Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Referencia: Al Costado de la Quinta Orellana Prolongación Bolognesi) – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622 – RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.**  
**Búscanos en Facebook:  Laboratorios de Suelos Chiclayo**  
**Pág. Web: www.emplaboratorios.com**

INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO** : "EVELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019".

**DESCRIPCION** : ADOQUINES

**CLIENTE** : TICERAN PEREZ JEAN PIERRE

**FECHA DE RECEPCION** : 17/05/2021  
**FECHA DE ENSAYO** : 18/05/2021  
**FECHA DE EMISION** : 18/05/2021  
**RESP. LAB.** : S.B.F.  
**TEC. LAB.** : C.A.D.S.

ENSAYO	CODIGO INTERNO	DESCRIPCIÓN	FECHA		PESO SECO AL HORNO	PESO SATURADO EN AGUA	ABSORCIÓN	PROMEDIO DE ABSORCIÓN (%)	MAXIMO PROMEDIO 3 UNIDADES (%)	ACEPTACIÓN
			INICIO	FINAL	kg	kg	%			
1	–	25%	17/05/2021	18/05/2021	1963.0	2047.0	4.28	4.34	6	CUMPLE
2	–	25%	17/05/2021	18/05/2021	2134.0	2227.0	4.36			
3	–	25%	17/05/2021	18/05/2021	1964.0	2050.0	4.38			

## Observaciones :

- \* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- \* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.
- \* El solicitante brindo toda la información sobre el producto, por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.


**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**  
  
**César A. Díaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA


**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**  
  
**Secundino Burgos Fernandez**  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP 169278



FIN DE DOCUMENTO

FIGURA N°89: Ensayo de absorción con 50% de reemplazo

ENSAYO			FECHA		PESO SECO AL HORNO	PESO SATURADO EN AGUA	ABSORCIÓN	PROMEDIO DE ABSORCIÓN (%)	MAXIMO PROMEDIO 3 UNIDADES (%)	ACEPTACIÓN
N°	CODIGO INTERNO	DESCRIPCIÓN	INICIO	FINAL	kg	kg	%			
1	-	50%	17/05/2021	18/05/2021	2134.0	2235.0	4.73	4.64	6	CUMPLE
2	-	50%	17/05/2021	18/05/2021	2010.0	2101.0	4.53			
3	-	50%	17/05/2021	18/05/2021	2044.0	2139.0	4.65			

Observaciones :

- \* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- \* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.
- \* El solicitante brinda toda la información sobre el producto, por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Referencia: Al Costado de la Quinta Orellana Prolongación Bolognesi) – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622 – RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
Búscanos en Facebook:  Laboratorios de Suelos Chiclayo  
Pág. Web: www.emplaboratorios.com

**SEMP**  
ASFALTOS

**INFORME DE ENSAYO**

PROYECTO : \*EVELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019\*.

DESCRIPCION : ADOQUINES

CLIENTE : TICERAN PEREZ JEAN PIERRE

FECHA DE RECEPCION : 17/05/2021  
FECHA DE ENSAYO : 18/05/2021  
FECHA DE EMISION : 18/05/2021  
RESP. LAB. : S.B.F.  
TEC. LAB. : C.A.D.S.

 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*César A. Díaz Saavedra*  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Burgos Fernandez*  
Secundino Burgos Fernandez  
ING. CIVIL  
REG. CIP 169278



FIN DE DOCUMENTO

FIGURA N°90: Ensayo de absorción con 100% de reemplazo

ENSAYO		CODIGO INTERNO	DESCRIPCIÓN	FECHA		PESO SECO AL HORNO	PESO SATURADO EN AGUA	ABSORCIÓN	PROMEDIO DE ABSORCIÓN (%)	MAXIMO PROMEDIO 3 UNIDADES (%)	ACEPTACIÓN
N°				INICIO	FINAL	kg	kg	%			
1	-	-	100%	17/05/2021	18/05/2021	2123.0	2233.0	5.18	5.20	6	CUMPLE
2	-	-	100%	17/05/2021	18/05/2021	2094.0	2206.0	5.35			
3	-	-	100%	17/05/2021	18/05/2021	2035.0	2138.0	5.06			

Observaciones :

- \* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- \* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.
- \* El solicitante brindo toda la información sobre el producto, por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.


FIN DE DOCUMENTO

## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

**SEMP**  
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Referencia: Al Costado de la Quinta Orellana Prolongación Bolognesi) – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622 – RPC 954 131 476. E-mail:

servicios\_lab@hotmail.com.

Búscanos en Facebook:  Laboratorios de Suelos Chiclayo  
Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### INFORME DE ENSAYO

**PROYECTO** : "EVELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL DISTRITO

**DESCRIPCION** : ADOQUINES

**FECHA DE RECEPCION** : 17/05/2021

**FECHA DE ENSAYO** : 18/05/2021

**FECHA DE EMISION** : 18/05/2021

**CLIENTE** : TICERAN PEREZ JEAN PIERRE

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**TEC. LAB.** : C.A.D.S.

 SER. CIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz-Saavedra  
TECNICO LABORATORISTA

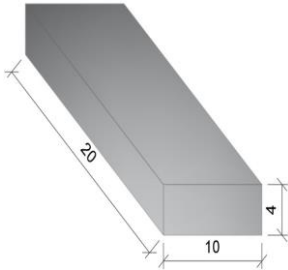
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Barga Fernandez  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278



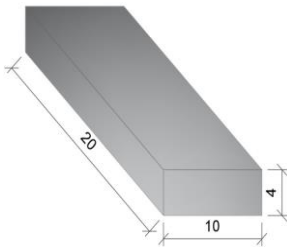
## ANEXO N°06: FICHA TÉCNICA DEL ADOQUÍN

**FIGURA N°91:** Ficha técnica del Adoquín sin reemplazo

FICHA TÉCNICA						
ADOQUIN 20x10x4						
ENSAYO	RESULTADOS	REQUISITOS			NORMA	VERIFICACION
<b>DIMENSIONES</b>	Largo : 20.13 cm Ancho : 10.13 cm Altura : 4.23 cm	<b>Tipo</b> I	<b>Largo</b> 20 cm	<b>Ancho</b> 10 cm	<b>Altura</b> 4 cm	NTP 399.611 CUMPLE
<b>VARIACION DIMENSIONAL</b>	Largo : 1.30 mm Ancho : 1.30 mm Altura : 2.30 mm	Adoquin	<b>Largo y Ancho</b> ± 1.6 mm		<b>Altura</b> ± 3.2 mm	NTP 399.611 CUMPLE
<b>ABSORCION MAX</b>	Promedio: 4.44%	Adoquin	<b>Promedio de 3 Unidades</b> ≤ 6% del peso seco			NTP 399.611 CUMPLE
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION</b>	Promedio: 327 kg/cm <sup>2</sup>	Adoquin	<b>Promedio de 3 Unidades</b> 31 MPa (320 Kg/cm <sup>2</sup> )			NTP 399.611 CUMPLE
<b>RESISTENCIA A LA ABRASION</b>	Promedio: 0.10 cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup>	Adoquin	<b>Promedio de 3 Unidades</b> Volumen/ Area Erosionada ≤ 15cm <sup>3</sup> /50cm <sup>2</sup>			NTP 399.611 CUMPLE
<b>MODULO DE ROTURA</b>	Promedio: 8.208 MPa	Adoquin	<b>Promedio de 3 Unidades</b> $\bar{x} - 1.5\sigma \geq 4.9 \text{ MPa (50Kg/cm}^2\text{)}$			ITINTEC 339.124.1988 CUMPLE
<b>USOS</b>						
Adoquin: Para uso peatonal (Tipo 1)						

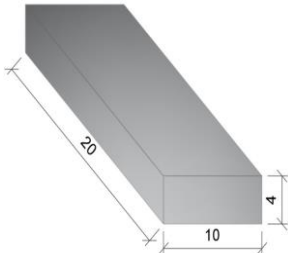
**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA N°92:** Ficha técnica del Adoquín con 25% reemplazo

FICHA TÉCNICA							
ADOQUIN 20x10x4							
ENSAYO	RESULTADOS	REQUISITOS			NORMA	VERIFICACION	
<b>DIMENSIONES</b>	Largo : 20.15 cm Ancho : 10.12 cm Altura : 42.40 cm	<b>Tipo</b> 1	<b>Largo</b> 20 cm	<b>Ancho</b> 10 cm	<b>Altura</b> 4 cm	NTP 399.611	CUMPLE
<b>VARIACION DIMENSIONAL</b>	Largo : 1.50 mm Ancho : 1.20 mm Altura : 2.40 mm	Adoquin	<b>Largo y Ancho</b> ± 1.6 mm		<b>Altura</b> ± 3.2 mm	NTP 399.611	CUMPLE
<b>ABSORCION MAX</b>	Promedio: 4.34%	Adoquin	<b>Promedio de 3 Unidades</b> ≤ 6% del peso seco			NTP 399.611	CUMPLE
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION</b>	Promedio: 326 kg/cm <sup>2</sup>	Adoquin	<b>Promedio de 3 Unidades</b> 31 MPa (320 Kg/cm <sup>2</sup> )			NTP 399.611	CUMPLE
<b>RESISTENCIA A LA ABRASION</b>	Promedio: 0.108 cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup>	Adoquin	<b>Promedio de 3 Unidades</b> Volumen/ Area Erosionada ≤ 15cm <sup>3</sup> /50cm <sup>2</sup>			NTP 399.611	CUMPLE
<b>MODULO DE ROTURA</b>	Promedio: 8.381 MPa	Adoquin	<b>Promedio de 3 Unidades</b> $\bar{x} - 1.5\sigma \geq 4.9$ MPa (50Kg/cm <sup>2</sup> )			ITINTEC 339.124.1988	CUMPLE
<b>USOS</b>							
Adoquin: Para uso peatonal (Tipo 1)							

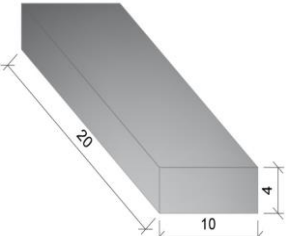
**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA N°93:** Ficha técnica del Adoquín con 50% reemplazo

FICHA TÉCNICA							
ADOQUIN 20x10x4							
ENSAYO	RESULTADOS	REQUISITOS				NORMA	VERIFICACION
DIMENSIONES	Largo : 20.12 cm	Tipo I	Largo	Ancho	Altura	NTP 399.611	CUMPLE
	Ancho : 10.12 cm		20 cm	10 cm	4 cm		
	Altura : 41.80 cm						
VARIACION DIMENSIONAL	Largo : 1.20 mm Ancho : 1.20 mm Altura : 1.80 mm	Adoquin	Largo y Ancho ± 1.6 mm		Altura ± 3.2 mm	NTP 399.611	CUMPLE
ABSORCION MAX	Promedio: 4.64%	Adoquin	Promedio de 3 Unidades ≤ 6% del peso seco			NTP 399.611	CUMPLE
RESISTENCIA A LA COMPRESION	Promedio: 326 kg/cm <sup>2</sup>	Adoquin	Promedio de 3 Unidades 31 MPa (320 Kg/cm <sup>2</sup> )			NTP 399.611	CUMPLE
RESISTENCIA A LA ABRASION	Promedio: 0.114 cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup>	Adoquin	Promedio de 3 Unidades Volumen/ Area Erosionada ≤ 15cm <sup>3</sup> /50cm <sup>2</sup>			NTP 399.611	CUMPLE
MODULO DE ROTURA	Promedio: 8.537 MPa	Adoquin	Promedio de 3 Unidades $\bar{x} - 1.5\sigma \geq 4.9$ MPa (50Kg/cm <sup>2</sup> )			ITINTEC 339.124.1988	CUMPLE
USOS							
Adoquin: Para uso peatonal (Tipo 1)							

**Fuente:** Elaboración propia

**FIGURA N°94:** Ficha técnica del Adoquín con 100% reemplazo

FICHA TÉCNICA						
ADOQUIN 20x10x4						
ENSAYO	RESULTADOS	REQUISITOS			NORMA	VERIFICACION
<b>DIMENSIONES</b>	Largo : 20.13 cm Ancho : 10.13 cm Altura : 41.60 cm	<b>Tipo</b> I	<b>Largo</b> 20 cm	<b>Ancho</b> 10 cm	<b>Altura</b> 4 cm	NTP 399.611 CUMPLE
<b>VARIACION DIMENSIONAL</b>	Largo : 1.50 mm Ancho : 1.20 mm Altura : 2.40 mm	Adoquin	<b>Largo y Ancho</b> ± 1.6 mm		<b>Altura</b> ± 3.2 mm	NTP 399.611 CUMPLE
<b>ABSORCION MAX</b>	Promedio: 5.20%	Adoquin	<b>Promedio de 3 Unidades</b> ≤ 6% del peso seco			NTP 399.611 CUMPLE
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION</b>	Promedio: 323 kg/cm <sup>2</sup>	Adoquin	<b>Promedio de 3 Unidades</b> 31 MPa (320 Kg/cm <sup>2</sup> )			NTP 399.611 CUMPLE
<b>RESISTENCIA A LA ABRASION</b>	Promedio: 0.123 cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup>	Adoquin	<b>Promedio de 3 Unidades</b> Volumen/ Area Erosionada ≤ 15cm <sup>3</sup> /50cm <sup>2</sup>			NTP 399.611 CUMPLE
<b>MODULO DE ROTURA</b>	Promedio: 8.644 MPa	Adoquin	<b>Promedio de 3 Unidades</b> $\bar{x} - 1.5\sigma \geq 4.9$ MPa (50Kg/cm <sup>2</sup> )			ITINTEC 339.124.1988 CUMPLE
<b>USOS</b>						
Adoquin: Para uso peatonal (Tipo 1)						

**Fuente:** Elaboración propia

## ANEXO 07: DESAGREGADO DE COSTO DE MOVILIZACION DEL CONCRETO TRITURADO

**CUADRO N°84:** Desagregado de movilización y desmovilización

### MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION

ORIGEN DESTINO	DISTANCIA (KM)	VELOCIDAD (KM/H)
Lambayeque - Chancadora	24.80	70.00
Chancadora - Chiclayo (Derrama Magisterial)	22.10	70.00
<b>TOTAL</b>	<b>46.90</b>	<b>70.00</b>

#### B.- MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO AUTOTRANSPORTADO

EQUIPO AUTOTRANSPORTADO	CANTIDAD	HM (S/.)	DISTANCIA (KM)	VELOCIDAD (KM/H)	HORAS	N° DE VIAJES	PARCIAL (S/.)
CAMION VOLQUETE 15 M3.	1.00	30.00	46.90	70.00	0.67	4.00	80
DESMOVILIZACION DE EQUIPO TRANSPORTADO (S/.)							80
<b>MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO TRANSPORTADO (S/.)</b>							<b>80</b>

<b>TOTAL</b>	<b>80</b>
--------------	-----------

**Fuente:** Elaboración propia

**CUADRO N°85:** Costo del concreto triturado por m3

Partida	0.1	Concreto triturado por m3				
Rendimiento	26	m3/día	Costo unitario por: m3			20
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	
<b>Mano de Obra</b>						
Peon	hh	1	0.308	50	15.38	
<b>Equipos</b>						
Chancadora	he	1	0.308	15	4.62	

**Fuente:** Elaboración propia