

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



Evaluación de la influencia del agregado reciclado en la resistencia a la compresión del concreto para ser usado en elementos no estructurales, Chiclayo-2020

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

AUTOR

Jose Alfredo Ayacila Tineo

ASESOR

Manuel Alejandro Borja Suarez

<https://orcid.org/0000-0002-6532-4976>

Chiclayo, 2022

Evaluación de la influencia del agregado reciclado en la resistencia a la compresión del concreto para ser usado en elementos no estructurales, Chiclayo-2020

PRESENTADA POR:

Jose Alfredo Ayacila Tineo

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

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR:

Juan Ignacio Luna Mera

PRESIDENTE

Luis Quiroz Quiñonez

SECRETARIO

Manuel Alejandro Borja Suarez

VOCAL

Dedicatoria

A Dios, por brindarme salud y protegerme con su divina providencia; además, brindarme la fortaleza necesaria para superar los obstáculos presentados en mi vida personal y académica.

A mis padres, Nely y Guzmán, por la formación que me dieron, tanto en valores como en educación académica.

A mis hermanas, Daniela y Brisa, que siempre me apoyaron para llevar a cabo el desarrollo de esta tesis.

A mis amigos, Narcis Hidalgo y Luis Marquina que me alentaron y me brindaron su apoyo en el desarrollo de esta investigación.

Agradecimientos

A Dios y a mi familia, por ser un soporte fundamental para seguir adelante en mi vida personal y universitaria.

A mis profesores de la USAT por la formación profesional brindada, que me permitió culminar satisfactoriamente esta investigación

A mi asesor, que me ayudó a llevar a buen término esta investigación por sus consejos brindados.

Al laboratorista Wilson Olaya por guiarme en el trabajo de campo realizado en esta tesis.

A mis familiares y a todas las personas que me apoyaron tanto económicamente como espiritualmente para no desfallecer y terminar esta investigación.

Similitud-informe final-Ayacila

INFORME DE ORIGINALIDAD

28%

INDICE DE SIMILITUD

27%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1%
5	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	1%
8	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	

Índice

Resumen	12
Abstract	13
I. Introducción	14
II. Marco teórico	17
Antecedentes del problema	17
Bases teóricas	19
Teoría sobre concreto convencional.....	19
Teoría sobre concreto reciclado	23
Definición de términos básicos	26
III. Metodología	26
Hipótesis.....	26
Tipo y nivel de investigación	26
Diseño de investigación	27
Población, muestra, muestreo.....	27
Criterios de selección	27
Operacionalización de variables.....	28
Técnicas e instrumentos de recolección de datos	28
Técnicas.....	28
Instrumentos	28
Procedimientos	29
Plan de procesamiento y análisis de datos	66
Matriz de consistencia.....	66
Consideraciones éticas	68
IV. Resultados	68
Volumen estimado de desmonte y basura encontrados en las zonas de estudio	68
Propiedades físicas de los agregados	72
Propiedades químicas de los agregados reciclados	75
Propiedades mecánicas de los agregados reciclados.....	76
Diseños de mezcla usando agregado natural y agregado reciclado	76
Propiedades del concreto en estado fresco	77
Resistencia a la compresión del concreto.....	78
Análisis económico de los agregados naturales frente a los reciclados	83
V. Discusión.....	89
Volumen estimado de desmonte y basura encontrados en las zonas de estudio	89
Propiedades físicas de los agregados	89
Propiedades mecánicas de los agregados reciclados.....	90

Propiedades del concreto en estado fresco	90
Resistencia a la compresión del concreto.....	92
Análisis económico de los agregados naturales frente a los reciclados	93
VI. Conclusiones	94
VII. Recomendaciones.....	96
VIII. Referencias	96
IX. Anexos.....	99

Lista de figuras

Figura 1: Ubicación de las zonas de extracción en el distrito de José Leonardo Ortiz.....	15
Figura 2: Curva edad (días) vs resistencia a la compresión (%).....	23
Figura 3: Composición de los residuos de construcción y demolición en España	25
Figura 4: Recolección de concreto reciclado	29
Figura 5: Almacenamiento de RCD.....	29
Figura 6: Limpieza del concreto reciclado almacenado.....	29
Figura 7: Trituración del concreto reciclado almacenado.....	29
Figura 8: Ensaquetado de concreto triturado para su traslado al laboratorio.....	30
Figura 9: Tamizado para la obtención de agregado fino reciclado	30
Figura 10: Agregado grueso reciclado-producto final	30
Figura 11: Agregado fino reciclado-producto final	30
Figura 12: Serie de tamices para el agregado fino	32
Figura 13: Serie de tamices para el agregado grueso.....	32
Figura 14: Cuarteo para elección de la muestra a tamizar-agregado fino natural.....	32
Figura 15: Cuarteo para elección de la muestra a tamizar-agregado grueso natural	32
Figura 16: Cuarteo para elección de la muestra a tamizar-agregado fino reciclado	32
Figura 17: Cuarteo para elección de la muestra a tamizar-agregado grueso reciclado.....	32
Figura 18: Resultado del tamizado del agregado fino natural	32
Figura 19: Resultado del tamizado del agregado fino reciclado	32
Figura 20: Resultado del tamizado del agregado grueso natural	33
Figura 21: Resultado del tamizado del agregado grueso reciclado.....	33
Figura 22: Lavando la muestra de agregado fino reciclado	34
Figura 23: Peso de muestra original-% finos	34
Figura 24: Peso seco de muestra luego del lavado más recipiente / peso de recipiente	34
Figura 25: Peso húmedo del agregado fino natural + recipiente	36
Figura 26: Peso seco del agregado fino natural + recipiente	36
Figura 27: Peso húmedo del agregado grueso natural + recipientes.....	36
Figura 28: Peso húmedo del agregado grueso natural + recipientes.....	36
Figura 29: Peso húmedo del agregado fino reciclado + recipiente	37
Figura 30: Peso seco del agregado fino reciclado + recipiente.....	37
Figura 31: Peso húmedo del agregado grueso reciclado + recipientes	37
Figura 32: Peso seco del agregado grueso reciclado + recipientes	37
Figura 33: Muestra de agregado grueso sumergida	39
Figura 34: Secado de agregado grueso reciclado.....	39
Figura 35: Peso de muestras 1 y 2 saturadas superficialmente secas -agregado grueso natural	39
Figura 36: Peso de muestras 1 y 2 saturadas superficialmente secas -agregado grueso reciclado	39

Figura 37: Peso en el agua de las muestras 1 y 2 saturadas + canastilla-agregado grueso natural.....	40
Figura 38: Peso en el agua de las muestras 1 y 2 saturadas + canastilla-agregado grueso reciclado	40
Figura 39: Peso en el agua de las muestras 1 y 2 secas + recipiente-agregado grueso natural	40
Figura 40: Peso en el agua de las muestras 1 y 2 secas + recipiente-agregado grueso reciclado	40
Figura 41: Muestra sumergida en agua-agregado fino	42
Figura 42: Secado al aire de agregado fino.....	42
Figura 43: Verificación del estado saturado superficialmente seco de la muestra-agregado fino natural	42
Figura 44: Verificación del estado saturado superficialmente seco de la muestra-agregado fino reciclado.....	42
Figura 45: Peso de la muestra saturada superficialmente seca-agregado fino natural.....	42
Figura 46: Peso de la muestra saturada superficialmente seca-agregado fino reciclado	42
Figura 47: Extracción de burbujas de aire-agregado fino	43
Figura 48: Muestras reposando luego de extracción de burbujas de aire-agregado fino.....	43
Figura 49: Peso de la muestra 1 y 2 saturada superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua-agregado fino natural	43
Figura 50: Peso de la muestra 1 y 2 saturada superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua-agregado fino reciclado	43
Figura 51: Peso de la muestra seca + recipiente-agregado fino natural.....	43
Figura 52: Peso de la muestra seca + recipiente-agregado fino reciclado	43
Figura 53: Enrasado y compactado de la muestra-agregado fino	45
Figura 54: Peso unitario suelto húmedo del agregado grueso natural + recipiente	45
Figura 55: Peso unitario suelto húmedo del agregado grueso reciclado + recipiente.....	45
Figura 56: Peso unitario suelto húmedo del agregado fino natural + recipiente	46
Figura 57: Peso unitario suelto húmedo del agregado fino reciclado + recipiente.....	46
Figura 58: Peso unitario compactado húmedo del agregado grueso natural + recipiente	46
Figura 59: Peso unitario compactado húmedo del agregado grueso reciclado + recipiente... ..	47
Figura 60: Peso unitario compactado húmedo del agregado fino natural + recipiente.....	47
Figura 61: Peso unitario compactado húmedo del agregado fino reciclado + recipiente	47
Figura 62: Muestra para el ensayo cualitativo de impurezas orgánicas.....	49
Figura 63: Materiales para preparar el reactivo solución hidróxido de sodio.....	49
Figura 64: Comparación de la muestra con los vidrios de color Gardner Standard	49
Figura 65: Muestra para el ensayo de abrasión.....	50
Figura 66: Máquina de Los Ángeles	50
Figura 67: Ingreso de muestra a la máquina de Los Ángeles	51
Figura 68: Muestra junto a las esferas dentro de la máquina de Los Ángeles	51
Figura 69: Tamizado de la muestra resultante por la malla N°12.....	51
Figura 70: Peso final de la muestra.....	51
Figura 71: Reposo de la muestra de agregado fino reciclado para el ensayo de cloruros y sulfatos	52
Figura 72: Materiales para tanda de muestra patrón usando cemento GU	53
Figura 73: Materiales para tanda de muestra con reemplazo del 25% de AR usando cemento GU	53
Figura 74: Materiales para tanda de muestra con reemplazo del 50% de AR usando cemento GU	53

Figura 75: Materiales para tanda de muestra con reemplazo del 75% de AR usando cemento GU	53
Figura 76: Materiales para tanda de muestra con reemplazo del 100% de AR usando cemento GU	53
Figura 77: Materiales para tanda de muestra patrón usando cemento MS	54
Figura 78: Materiales para tanda de muestra con reemplazo del 25% de AR usando cemento MS	54
Figura 79: Materiales para tanda de muestra con reemplazo del 50% de AR usando cemento MS	54
Figura 80: Materiales para tanda de muestra con reemplazo del 75% de AR usando cemento MS	54
Figura 81: Materiales para tanda de muestra con reemplazo del 100% de AR usando cemento MS	54
Figura 82: Elaboración de concreto en mezcladora	54
Figura 83: Secado y codificación de probetas	54
Figura 84: Curado de probetas	54
Figura 85: SLUMP de la muestra patrón usando cemento GU	55
Figura 86: SLUMP de la muestra con reemplazo del 25% de AR usando cemento GU	55
Figura 87: SLUMP de la muestra con reemplazo del 50% de AR usando cemento GU	55
Figura 88: SLUMP de la muestra con reemplazo del 75% de AR usando cemento GU	56
Figura 89: SLUMP de la muestra con reemplazo del 100% de AR usando cemento GU	56
Figura 90: SLUMP de la muestra con diseño del 100% de AR usando cemento GU	56
Figura 91: SLUMP de la muestra patrón usando cemento MS	56
Figura 92: SLUMP de la muestra con reemplazo del 25% de AR usando cemento MS	56
Figura 93: SLUMP de la muestra con reemplazo del 50% de AR usando cemento MS	56
Figura 94: SLUMP de la muestra con reemplazo del 75% de AR usando cemento MS	56
Figura 95: SLUMP de la muestra con reemplazo del 100% de AR usando cemento MS	56
Figura 96: SLUMP de la muestra con diseño del 100% de AR usando cemento MS	56
Figura 97: Peso unitario de la muestra patrón usando cemento GU	57
Figura 98: Peso unitario de la muestra con reemplazo del 25% de AR usando cemento GU	57
Figura 99: Peso unitario de la muestra con reemplazo del 50% de AR usando cemento GU	57
Figura 100: Peso unitario de la muestra con reemplazo del 75% de AR usando cemento GU	58
Figura 101: Peso unitario de la muestra con reemplazo del 100% de AR usando cemento GU	58
Figura 102: Peso unitario de la muestra con diseño del 100% de AR usando cemento GU ..	58
Figura 103: Peso unitario de la muestra patrón usando cemento MS	58
Figura 104: Peso unitario de la muestra con reemplazo del 25% de AR usando cemento MS	58
Figura 105: Peso unitario de la muestra con reemplazo del 50% de AR usando cemento MS	58
Figura 106: Peso unitario de la muestra con reemplazo del 75% de AR usando cemento MS	58
Figura 107: Peso unitario de la muestra con reemplazo del 100% de AR usando cemento MS	58
Figura 108: Peso unitario de la muestra con diseño del 100% de AR usando cemento MS ..	58
Figura 109: Contenido de aire de la muestra patrón usando cemento GU	59
Figura 110: Contenido de aire de la muestra con reemplazo del 25% de AR usando cemento GU	59

Figura 111: Contenido de aire de la muestra con reemplazo del 50% de AR usando cemento GU	59
Figura 112: Contenido de aire de la muestra con reemplazo del 75% de AR usando cemento GU	60
Figura 113: Contenido de aire de la muestra con reemplazo del 100% de AR usando cemento GU	60
Figura 114: Contenido de aire de la muestra con diseño del 100% de AR usando cemento GU	60
Figura 115: Contenido de aire de la muestra patrón usando cemento MS	60
Figura 116: Contenido de aire de la muestra con reemplazo del 25% de AR usando cemento MS	60
Figura 117: Contenido de aire de la muestra con reemplazo del 50% de AR usando cemento MS	60
Figura 118: Contenido de aire de la muestra con reemplazo del 75% de AR usando cemento MS	60
Figura 119: Contenido de aire de la muestra con reemplazo del 100% de AR usando cemento MS	60
Figura 120: Contenido de aire de la muestra con diseño del 100% de AR usando cemento MS	60
Figura 121: Temperatura de la muestra patrón usando cemento GU	61
Figura 122: Temperatura de la muestra con reemplazo del 25% de AR usando cemento GU	61
Figura 123: Temperatura de la muestra con reemplazo del 50% de AR usando cemento GU	61
Figura 124: Temperatura de la muestra con reemplazo del 75% de AR usando cemento GU	61
Figura 125: Temperatura de la muestra con reemplazo del 100% de AR usando cemento GU	61
Figura 126: Temperatura de la muestra con diseño del 100% de AR usando cemento GU... ..	61
Figura 127: Temperatura de la muestra patrón usando cemento MS	62
Figura 128: Temperatura de la muestra con reemplazo del 25% de AR usando cemento MS	62
Figura 129: Temperatura de la muestra con reemplazo del 50% de AR usando cemento MS	62
Figura 130: Temperatura de la muestra con reemplazo del 75% de AR usando cemento MS	62
Figura 131: Temperatura de la muestra con reemplazo del 100% de AR usando cemento MS	62
Figura 132: Temperatura de la muestra con diseño del 100% de AR usando cemento GU... ..	62
Figura 133: Tipo de falla de ensayo de resistencia a la compresión.....	64
Figura 134: Medición del diámetro de una probeta	64
Figura 135: Máquina para el ensayo de resistencia a la compresión	64
Figura 136: Rotura de una probeta con reemplazo del 75% de AR a los 28 días de curado ..	64
Figura 137: Rotura de probetas con reemplazo de 0%,25%, 50%, 75% y 100%AR usando cemento GU a los 7 días de curado	65
Figura 138: Rotura de probetas con reemplazo de 0%,25%, 50%, 75% y 100%AR usando cemento GU a los 14 días de curado	65
Figura 139: Rotura de probetas con reemplazo de 0%,25%, 50%, 75% y 100%AR usando cemento GU a los 28 días de curado	65

Figura 140: Rotura de probetas con reemplazo de 0%,25%, 50%, 75% y 100%AR usando cemento MS a los 7 días de curado	65
Figura 141: Rotura de probetas con reemplazo de 0%,25%, 50%, 75% y 100%AR usando cemento MS a los 14 días de curado	65
Figura 142: Rotura de probetas con reemplazo de 0%,25%, 50%, 75% y 100%AR usando cemento MS a los 28 días de curado	65
Figura 143: Rotura de probetas con diseño de 100%AR usando cemento GU y MS a los 7 días de curado.....	65
Figura 144: Rotura de probetas con diseño de 100%AR usando cemento GU y MS a los 14 días de curado.....	65
Figura 145: Rotura de probetas con diseño de 100%AR usando cemento GU y MS a los 28 días de curado.....	65
Figura 146: Volumen de desmonte y basura encontrados en la zona de estudio:.....	71
Figura 147: Curva granulométrica del agregado fino natural	72
Figura 148: Curva granulométrica del agregado grueso natural.....	72
Figura 149: Curva granulométrica del agregado fino reciclado	73
Figura 150: Curva granulométrica del agregado grueso reciclado	73
Figura 151: Curva edad (días) vs resistencia a la compresión (%) de las muestras elaborados con cemento GU.....	81
Figura 152: Curva edad (días) vs resistencia a la compresión (%) de las muestras elaborados con cemento MS.....	81
Figura 153: Resistencia a la compresión a los 28 días de ensayo de las muestras evaluadas usando cemento GU	82
Figura 154: Resistencia a la compresión a los 28 días de ensayo de las muestras evaluadas usando cemento MS	82
Figura 155: Macro ubicación de la zona de extracción 1.	99
Figura 156: Vista aérea de la zona de extracción 1	99
Figura 157: Zona de extracción 1 (Carretera Chiclayo - Ferreñafe) 1.....	100
Figura 158: Zona de extracción 1 (Carretera Chiclayo - Ferreñafe) 2.....	100
Figura 159: Zona de extracción 1 (Carretera Chiclayo Ferreñafe) 3.....	101
Figura 160: Zona de extracción 1 (Carretera Chiclayo Ferreñafe) 4.....	101
Figura 161: Montículo 1 de RCD de zona de extracción 1.....	102
Figura 162: Montículo 2 de RCD de zona de extracción 1.....	102
Figura 163: Montículo 3 de RCD de zona de extracción 1.....	102
Figura 164: Distancia entre zonas de extracción 1 y 2.	103
Figura 165: Ruta hacia la zona de extracción 2.	103
Figura 166: Camino junto a la zona de extracción 2.....	104
Figura 167: Montículo 1 de RCD de zona de extracción 2.....	104
Figura 168: Montículo 2 de RCD de zona de extracción 2.....	104
Figura 169: Montículo 3 de RCD de zona de extracción 2.....	105
Figura 170: Montículo 4 de RCD de zona de extracción 2.....	105
Figura 171: Montículo único de RCD de zona de extracción 3.....	105

Lista de tablas

Tabla 1: Límites para sustancias perjudiciales en agregados	21
Tabla 2: Tipos de consistencia, según su asentamiento	22
Tabla 3: Clasificación de los RCD.....	24
Tabla 4: Muestra para el ensayo de resistencia a la compresión de las probetas.....	27
Tabla 5: Operacionalización de variables	28
Tabla 6: Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso para ensayo de granulometría	31
Tabla 7: Cantidad mínima de la muestra de agregado fino para ensayo de % de finos.....	33
Tabla 8: Cantidad mínima de la muestra de agregados para ensayo de contenido de humedad	35
Tabla 9: Peso mínimo de la muestra para ensayo de contenido de humedad	38
Tabla 10: Cantidad de muestra para ensayo de abrasión según el número de esferas	49
Tabla 11: Gradación de las muestras para ensayo de abrasión	50
Tabla 12: Tolerancia de tiempo para ensayo de resistencia a la compresión.....	63
Tabla 13: Matriz de consistencia.....	67
Tabla 14: Volumen de restos de concreto encontrados en las 3 zonas de recolección	71
Tabla 15: Propiedades físicas de los agregados naturales.....	72
Tabla 16: Propiedades físicas de los agregados reciclados	73
Tabla 17: Resultado del ensayo colorimétrico de impurezas orgánicas en el agregado fino reciclado	75
Tabla 18: Resultado de ensayo de cloruros y sulfatos en el agregado fino realizado por la FIQIA	75
Tabla 19: Granulometría para el ensayo de abrasión del agregado grueso reciclado	76
Tabla 20: Propiedades del concreto en estado fresco del diseño patrón, los cuatro reemplazos y el diseño con agregados reciclados para los cementos GU y MS	77
Tabla 21: Resistencia promedio a la compresión del diseño patrón usando agregados naturales y cemento GU	78
Tabla 22: Resistencia promedio a la compresión del diseño patrón con reemplazo del 25% de agregados reciclados usando cemento GU	78
Tabla 23: Resistencia promedio a la compresión del diseño patrón con reemplazo del 50% de agregados reciclados usando cemento GU	78
Tabla 24: Resistencia promedio a la compresión del diseño patrón con reemplazo del 75% de agregados reciclados usando cemento GU	79
Tabla 25: Resistencia promedio a la compresión del diseño patrón con reemplazo del 100% de agregados reciclados usando cemento GU	79
Tabla 26: Resistencia promedio a la compresión del diseño usando agregados reciclados y cemento GU.....	79
Tabla 27: Resistencia promedio a la compresión del diseño patrón usando agregados naturales y cemento MS	79
Tabla 28: Resistencia promedio a la compresión del diseño patrón con reemplazo del 25% de agregados reciclados usando cemento MS	79
Tabla 29: Resistencia promedio a la compresión del diseño patrón con reemplazo del 50% de agregados reciclados usando cemento MS	80
Tabla 30: Resistencia promedio a la compresión del diseño patrón con reemplazo del 75% de agregados reciclados usando cemento MS	80
Tabla 31: Resistencia promedio a la compresión del diseño patrón con reemplazo del 100% de agregados reciclados usando cemento MS	80
Tabla 32: Resistencia promedio a la compresión del diseño usando agregados reciclados y cemento MS.....	80
Tabla 33: Costo unitario del carguío y transporte del material reciclado	83

Tabla 34: Costo unitario de agregado reciclado.....	84
Tabla 35: Costo unitario de un concreto convencional usando cemento GU	85
Tabla 36: Costo unitario de un concreto con reemplazo del 25% de agregados reciclados usando cemento GU	85
Tabla 37: Costo unitario de un concreto convencional usando cemento MS	86
Tabla 38: Costo unitario de un concreto con reemplazo del 25% de agregados reciclados usando cemento MS	86
Tabla 39: Costo unitario de un concreto con reemplazo del 50% de agregados reciclados usando cemento MS	87
Tabla 40: Costo unitario de un concreto con reemplazo del 75% de agregados reciclados usando cemento MS	87
Tabla 41: Costo unitario de un concreto con reemplazo del 100% de agregados reciclados usando cemento MS	88
Tabla 42: Diferencia de costos de un concreto elaborado con reemplazo de agregado reciclado frente a un concreto convencional elaborado con cemento GU	88
Tabla 43: Diferencia de costos de un concreto elaborado con reemplazo de agregado reciclado frente a un concreto convencional elaborado con cemento MS	88
Tabla 44: Comparación de % de concreto reciclado en zonas de estudio de investigaciones	89
Tabla 45: Comparación de propiedades físicas del agregado reciclado grueso en diversas investigaciones	89
Tabla 46: Comparación de propiedades físicas del agregado reciclado fino en diversas investigaciones	90
Tabla 47: Comparación de %abrazión del agregado grueso reciclado con otras investigaciones	90
Tabla 48: Comparación de asentamientos con los obtenidos en otras investigaciones	90
Tabla 49: Comparación de pesos unitarios de concreto en estado fresco con otras investigaciones	91
Tabla 50: Comparación de resultados de resistencia a la compresión con la investigación [13]	92
Tabla 51: Comparación de resultados de resistencia a la compresión con la investigación [14]	92
Tabla 52: Comparación de resultados de resistencia a la compresión con la investigación [15]	93
Tabla 53: Comparación de diferencia de costo por m3 en % con la investigación [13].....	93
Tabla 54: Costo unitario de un concreto con reemplazo del 25% de agregados reciclados usando cemento GU y aditivo superplastificante	118
Tabla 55: Costo unitario de un concreto con reemplazo del 25% de agregados reciclados usando cemento MS y aditivo superplastificante	118
Tabla 56: Costo unitario de un concreto con reemplazo del 50% de agregados reciclados usando cemento MS y aditivo superplastificante	119
Tabla 57: Costo unitario de un concreto con reemplazo del 75% de agregados reciclados usando cemento MS y aditivo superplastificante	119
Tabla 58: Costo unitario de un concreto con reemplazo del 100% de agregados reciclados usando cemento MS y aditivo superplastificante	120

Resumen

La presente investigación busca evaluar la influencia del agregado reciclado en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=175$ kg/cm² con reemplazos del 25%, 50%, 75% y 100% en la mezcla, para ser usado en elementos no estructurales. Por ello, se comenzó hallando las propiedades físicas de los agregados naturales y reciclados, encontrando en estos últimos un alto porcentaje de absorción de 6.02% y 7.81% para agregados fino y grueso, respectivamente. Luego, empleando cemento GU y MS, se realizaron cuatro diseños de mezcla (dos por cada tipo de cemento): dos empleando agregados naturales, a partir de los cuales se realizaron los 4 reemplazos; y los otros empleando solo agregados reciclados. Para el ensayo a compresión, fueron favorables los resultados empleando cemento GU con 0%AR y 25%AR con valores de 218.04 kg/cm² y 196.68 kg/cm² respectivamente. En tanto al cemento MS, cumplieron la resistencia especificada la muestra patrón y los cuatro porcentajes de reemplazo con valores de 247.08 kg/cm², 239.99 kg/cm², 221.91 kg/cm², 198.21 kg/cm² y 189.21 kg/cm². Posteriormente se realizó un análisis económico, resultado que el concreto con 25%AR-GU es más económico en 2.13% que un concreto convencional; de la misma manera, el precio del concreto con los cuatro reemplazos usando cemento MS disminuye en 2.06%, 4.08%, 6.13% y 8.16%. A pesar de que no cumple la hipótesis porque la resistencia se ve afectada significativamente por los porcentajes de reemplazo, con los resultados obtenidos podemos concluir que este agregado es técnica, económica y ambientalmente viable.

Palabras clave: Agregado reciclado, concreto reciclado, RCD, aprovechamiento de RCD

Abstract

The present investigation seeks to evaluate the influence of recycled aggregate on the compressive strength of concrete $f_c=175$ kg/cm² with replacements of 25%, 50%, 75% and 100% in the mix, to be used in non-structural elements. Therefore, we began by finding the physical properties of natural and recycled aggregates, finding in the latter a high absorption percentage of 6.02% and 7.81% for fine and coarse aggregates, respectively. Then, using GU and MS cement, four mix designs were made (two for each type of cement): two using natural aggregates, from which the four replacements were made; and the others using only recycled aggregates. For the compression test, the results using GU cement with 0%AR and 25%AR were favorable, with values of 218.04 kg/cm² and 196.68 kg/cm² respectively. As for MS cement, the standard sample and the four replacement percentages met the specified strength with values of 247.08 kg/cm², 239.99 kg/cm², 221.91 kg/cm², 198.21 kg/cm² and 189.21 kg/cm². Subsequently, an economic analysis was carried out, with the result that concrete with 25%AR-GU is more economical by 2.13% than conventional concrete; likewise, the price of concrete with the four replacements using MS cement decreases by 2.06%, 4.08%, 6.13% and 8.16%. Although it does not fulfill the hypothesis because the resistance is significantly affected by the replacement percentages, with the results obtained we can conclude that this aggregate is technically, economically, and environmentally viable.

Keywords: Recycled aggregate, recycled concrete, CDW, use of CDW

I. Introducción

La industria de la construcción es uno de los motores que mueve la economía mundial, ya que aporta de manera significativa al PBI de cada país. Sin embargo, ha contribuido a la degradación ambiental con la producción de enormes cantidades de residuos de construcción y demolición (RCD) y el consumo de importantes volúmenes de recursos naturales [1]. Según [2], este sector aporta alrededor del 50% de los residuos sólidos inorgánicos al planeta, generando RCD que dependen de manera directa del crecimiento poblacional y el desarrollo urbanístico.

A nivel internacional, en el año 2016, de los residuos generados en la Unión Europea, el 36.4% de 2,538 millones de toneladas corresponde al sector construcción [3]. En Costa Rica, el problema radica en la cantidad de escombros generados y en la inadecuada o inexistente separación en la fuente, lo que provoca su disposición final en botaderos clandestinos y que la recuperación de los residuos aprovechables sea sumamente baja [4].

En el Perú, según la Dirección General de Asuntos Ambientales (DGAA) entre los años 2013 y 2014 se produjeron 5'047,232 m³ de residuos sólidos de las actividades de construcción y demolición, de los cuales 23,661 m³ corresponden a la región Lambayeque con 179 puntos identificados [5].

En miras del cumplimiento de las metas 9 y 32 del Plan de Incentivos a la Mejora de la Gestión y Modernización Municipal-PI 2013, a fines de ese año se presentó un informe del distrito de Arequipa en el que se identificaron 18 puntos críticos cuantificándose 638 m³ de RCD [6].

En la provincia de Chiclayo se encontraron 31 puntos críticos con un volumen total de 13,181.62 m³ en 2013 [7]. Sin embargo, el plan de gestión en la ciudad de Chiclayo no se ha cumplido debido a la falta de conciencia ambiental por parte de los ciudadanos y la poca firmeza de las autoridades para cumplir las metas trazadas en dicho informe. En este documento, uno de los puntos identificados es la Av. Agricultura, carretera Chiclayo-Ferreñafe, en la cual se deposita mucho desmonte y basura debido al aumento de la población y a los nuevos estilos de vida. Según los registros de esta zona, se sabe que se identificó en el plan de Chiclayo mencionado como uno de los puntos críticos de la ciudad en el año 2013; posteriormente, en el año 2017 se realizó una limpieza de desmonte y basura en un tramo de 7 Km de la carretera en mención, a cargo de la Gerencia Regional de Agricultura, eliminándose 500 m³ en su primer día de trabajo [8]. La intervención más reciente por parte de la municipalidad provincial de Chiclayo en esta zona ha sido en enero del 2021, eliminándose 270 toneladas de basura en el

primer día de trabajo en la ciudad de Chiclayo [9]. Sin embargo, la falta de conciencia ambiental de la población y la inadecuada gestión municipal continúan contribuyendo al deterioro del medio ambiente y la salud pública.

Figura 1: Ubicación de las zonas de extracción en el distrito de José Leonardo Ortiz



Fuente: Google Earth

Considerando la problemática planteada y teniendo en cuenta la reutilización de los RCD como elementos en la mezcla del concreto, la pregunta para esta investigación es:

¿De qué manera afecta el agregado reciclado en la resistencia a la compresión del concreto para ser usado en elementos no estructurales, Chiclayo-2020?

En favor de la economía circular, el proyecto pretende dar una alternativa de solución, buscando la reutilización de los RCD, desde los siguientes puntos de vista:

Justificación ambiental

Los residuos generados en el sector construcción agravan el calentamiento global, por ello, esta investigación ayudaría a mitigar los impactos ambientales negativos que surgen a raíz de la mala disposición y tratamiento de estos residuos. Además, al transformarlos en agregados reciclados aportaría en la conservación de los recursos naturales, porque su demanda sería menor.

Justificación social

En los botaderos de desmonte, vemos que los primeros en estar ahí son los recicladores, ya que extraen el acero usado de elementos como vigas y columnas demolidas, también recogen plástico que luego llevan a vender. Si le sumamos a esto la recolección de RCD, se estaría generando otra fuente de trabajo que sería aprovechada por estos recicladores. Además, pueden triturar los restos de concreto y convertirlos en agregado reciclado para usarlo en sus pisos interiores.

Justificación científica

En el ámbito científico, en la provincia de Chiclayo y exactamente a nivel local existen pocos estudios sobre el aprovechamiento de los RCD, por lo tanto, se considera necesario enfatizar en este tema, alentando a más estudiantes y profesionales a la investigación de nuevos usos de los residuos generados en obra.

A continuación, se presenta el **objetivo general** que dirige la investigación:

Evaluar la influencia del agregado reciclado en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$ con reemplazos del 25%, 50%, 75% y 100% en la mezcla, para ser usado en elementos no estructurales, Chiclayo-2020.

También se presentan los **objetivos específicos** que se investigan:

- Estimar el volumen de desmonte y basura encontrados en la zona de estudio
- Determinar las propiedades físicas del agregado reciclado.
- Determinar las propiedades químicas del agregado reciclado (cantidad de sales y contenido de impurezas orgánicas).
- Determinar la dureza del agregado reciclado mediante el método de Los Ángeles.
- Realizar diseños de mezcla usando agregados convencionales y reciclados mediante el método del ACI.
- Evaluar el comportamiento del asentamiento y el peso unitario del concreto en estado fresco al reemplazar el agregado reciclado.
- Evaluar la resistencia a la compresión del concreto para los cuatro reemplazos en porcentaje de agregados usando dos tipos de cemento.
- Evaluar el análisis económico de un diseño de mezcla con agregado reciclado frente a un diseño de mezcla con agregados convencionales.
- Evaluar dos tipos de cementos y encontrar el mejor en función a la resistencia a la compresión y al análisis económico.

II. Marco teórico

Antecedentes del problema

Antecedentes internacionales

Según los estudios realizados por [10], nos menciona que para la elaboración de concreto se requiere el uso de materias primas no renovables que generan un impacto ambiental negativo al ser obtenidas mediante minería a cielo abierto. Por ello, se hace necesario el empleo de materiales reciclados como el agregado obtenido del RCD. Para esta investigación se elaboraron probetas de 4 muestras $f'c=21\text{Mpa}$: a) 0-R 100% de agregados naturales (muestra patrón), b) 25-R 75% de agregado natural y 25% de agregado reciclado, c) 50-R 50% de agregado natural y 50% de agregado reciclado, d) 100-R 100% de agregados reciclados. Luego de efectuados los ensayos, resulta que a medida que aumenta el porcentaje de agregado reciclado en la muestra, disminuye la resistencia a la compresión, con porcentajes de 97.46%, 94.77%, 86.47% a los 28 días de curado, respecto a la muestra patrón (100%) para a), b), c) y d) respectivamente. Cabe recalcar que la absorción aumenta dramáticamente y que la densidad de los agregados al hacer el reemplazo disminuye entre un 5% y 10% respecto a los naturales.

Según la investigación realizada por [11] se menciona que el sector construcción ha crecido significativamente en la ciudad de Barranquilla, generando gran cantidad de RCD, lo cual se ha convertido en un problema ambiental por la cantidad y disposición inadecuada de los mismos (ya sea por gestión ambiental o por desconocimiento de las normativas vigentes). Por ello, en la investigación se plantea una propuesta para la mejora de gestión ambiental con el propósito de que sea implementado en la ciudad de Barranquilla en los próximos años. Para esto se realizó un estudio a 75 obras en distintos puntos de esta ciudad sobre manejo, tratamiento y disposición final de los RCD. Los resultados obtenidos evidenciaron que, en promedio, las construcciones analizadas ocasionan aproximadamente 48,2 m³ de RCD semanales, de los cuales, los RCD con alto porcentaje de reciclaje y reutilización en Barranquilla son el concreto (12.92%), la madera (10.93%) y el ladrillo (8.55%). Por eso, se concluye que el gran porcentaje de residuos de concreto, madera, ladrillo y los materiales cerámicos generados en Barranquilla, supone el aprovechamiento de estos residuos en el uso de pavimientos, elementos prefabricados, entre otros, y es viable en el sentido de que tienen un gran avance en la investigación efectuada sobre estos a nivel mundial.

En la investigación realizada por [12], se nos menciona que el sector construcción debe contribuir al desarrollo sostenible mediante la preservación del medio ambiente y los recursos naturales. Para la investigación se elaboraron 3 series de mezclas de concreto a base de

agregados reciclados en los porcentajes de 25%, 50%, 75% y 100%. En la primera serie, la relación a/c fue constante, en la segunda la trabajabilidad fue constante (18 ± 2 cm) y en la tercera serie se mantuvo constante la trabajabilidad mediante la introducción de un superplastificante. Los resultados obtenidos muestran que la absorción de agua de los agregados reciclados, calculada según la norma NF 1097-6, es 5%. Para la serie 1 (a/c=cte.), la trabajabilidad disminuye a medida que aumentan los porcentajes de reemplazo de agregados reciclados. Para la serie 2 (Slump y c = cte. y a/c=variable), la resistencia a la compresión del AR100% cae 30% respecto a un concreto convencional, además, la relación a/c aumenta de 0.526 a 0.631, a medida que aumentan los porcentajes de reemplazo. Para la serie 3 (superplastificante, a/c=cte.), la disminución de la resistencia a la compresión del AR100% versus un concreto convencional, no es muy importante ya que no superó el 15%. Se concluye que la presencia de los áridos reciclados en la mezcla influye en la resistencia a la compresión del concreto por lo cual es importante el estudio de sus propiedades físicas, siendo la absorción la más importante debido a que es elevada en relación con los agregados naturales.

Antecedentes nacionales

Carbonel y Quinteros [13], nos refieren que la cantidad de residuos generados en construcciones de Lima es preocupante ya que son arrojados en muchos casos en playas, terrenos al aire libre o las mismas calles; en otros casos se arrojan en escombreras, pero la falta de estas agrava el problema. En este sentido, con esta investigación se busca la viabilidad técnica del agregado grueso reciclado obtenido del concreto reciclado. Para ello se usaron 3 porcentajes de reemplazos para el agregado grueso (25%, 50% y 100%) y se compararon con una muestra patrón. Cabe recalcar que se buscó la óptima relación a/c para cada uno de los diseños. Luego de los ensayos correspondientes se determinó que a los 28 días de curado las resistencias promedio son 196.02 kg/cm², 199.93 kg/cm² y 195.93 kg/cm² para los diseños con porcentajes de 25%, 50% y 100% de reemplazo respectivamente, frente a una muestra patrón de 200.42 kg/cm². Otro punto importante es que la absorción es superior en el agregado grueso reciclados (AG: 3.65%) frente al natural (AG: 0.27%). Se concluye que la muestra de 50% de reemplazo del agregado grueso es la óptima por sus características similares a un concreto convencional. Además, según el análisis de costos unitarios es 8% más cara, pero haciendo un balance entre lo económico y ambiental, es atractivo para su uso.

Rodríguez [14], nos dice que el sector construcción es una de las actividades principales en toda sociedad; sin embargo, genera toneladas de residuos que traen como consecuencia el deterioro ambiental. En este sentido, mediante la incorporación de distintos porcentajes de agregado reciclado en la mezcla de concreto, la investigación busca mitigar este daño. Se

realizaron diseños de mezcla $f'c=175$ kg/cm² para los porcentajes de 50%, 75% y 100% de agregado reciclado en reemplazo del natural de la cantera Roca Fuerte. Luego de los ensayos correspondientes se determinó que a los 28 días de curado las resistencias promedio son 205.88 kg/cm², 191.24 kg/cm² y 186.35 kg/cm² para los porcentajes de 50%, 75% y 100% de reemplazo respectivamente, frente a una muestra patrón de 252.60 kg/cm². Otro punto importante es que la absorción es superior en los agregados reciclados (AF: 8.32%, AG: 6.47%) frente a los naturales (AF: 3.68%, AG: 1.29%). Se concluye que la hipótesis planteada no cumple por que disminuye la resistencia conforme se reemplaza un mayor porcentaje de agregados de concreto reciclado, sin embargo, según los resultados sobrepasa las resistencias esperadas.

Antecedentes locales

Sánchez [15], en su investigación nos menciona que existe un problema en la sobreexplotación de canteras y en la gestión de los vertidos de los residuos de construcción y demolición, por lo que busca aprovecharlos como agregados reciclados. El material del agregado reciclado grueso es extraído de las demoliciones de estructura del distrito de José Leonardo Ortiz y en el laboratorio se obtuvieron sus propiedades físicas, de las cuales vemos que el grado de absorción es alto (8.35%). Posteriormente se realizó el diseño de mezcla para los porcentajes de reemplazo de 0%, 5%, 15% y 25% obteniendo valores de 175.5 kg/cm², 178.78 kg/cm², 163.76 kg/cm² y 145.78 kg/cm² para la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días, respectivamente. Se concluye que el mejor porcentaje de reemplazo es el 5% ya que cumple con la resistencia especificada.

Bases teóricas

Teoría sobre concreto convencional

a) Agregado

Denominado así al material granular, ya sea su origen natural o artificial, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero [16]. Este material puede ser agregado fino, aquel que pasa por el tamiz 9.5 mm (3/8") o agregado grueso, aquel retenido en el tamiz 4.75 mm (N°4) [16].

b) Funciones de los agregados en el concreto

Según [17], las funciones del agregado dentro del concreto son la siguientes:

- Sirve como relleno para la pasta, permitiendo reducir la cantidad de ésta por metro cúbico.

- Genera una masa capaz de resistir las acciones mecánicas de degradación que puedan actuar sobre el concreto.
- Reduce los cambios de volumen que se dan producto de los procesos de fraguado y endurecimiento, secado y humedecimiento o de elevación de la temperatura de la pasta que envuelve al agregado.

c) Propiedades físicas de los agregados

c.1) Granulometría

La granulometría es la distribución volumétrica de las partículas de la muestra por tamaños [18]. Los indicadores de este análisis que se usan en el diseño de mezcla se muestran a continuación:

- Tamaño máximo

Definido como el menor tamiz por el que pasa el todo el agregado [17].

- Tamaño máximo nominal

Se define como el menor tamiz en el que se produce el primer retenido [17].

- Módulo de fineza

Mediante este parámetro podemos ver la correcta o incorrecta gradación del agregado para ser usado en el diseño de mezcla.

c.2) Porcentaje de finos

Se refiere a la cantidad de material que pasa por el tamiz #200, expresado en porcentaje según la Norma ASTM D1140. Según la Tabla 2, este porcentaje para agregado fino debe ser menor o igual a 5% y para agregado grueso no debe exceder de 1%. Estos valores, pueden aumentar un pequeño porcentaje tomando ciertas consideraciones descritas en dicha tabla.

c.3) Contenido de humedad

Es la cantidad de agua retenida en el material en su estado natural.

c.4) Grado de absorción

Cantidad de agua que puede absorber y retener el material en sus poros.

c.5) Peso unitario

Se define como el peso de las partículas por unidad de volumen incluyendo los vacíos [18].

c.6) Peso específico

Se define como el peso de las partículas por unidad de volumen sin incluir los vacíos [18].

d) Propiedades químicas de los agregados

d.1) Materia orgánica

En el ensayo colorimétrico de carácter cualitativo para la determinación de impurezas orgánicas si el agregado fino no presenta presencia nociva de materia orgánica, se considera satisfactorio. Sin embargo, si no cumple con el ensayo anterior debe asegurarse que la resistencia a la compresión del mortero a los 7 días no sea menor de 95% [17].

d.2) Contenido de cloruros y sulfatos

Para los agregados fino y grueso, se usará la norma NTP 400.042, en la que se evaluará el contenido de cloruros y sulfatos expresados en %. Este parámetro cobra mayor relevancia cuando se trata de concreto armado debido a la posible corrosión del acero.

e) Propiedades mecánicas de los agregados

e.1) Dureza

Definida de forma general como la resistencia al desgaste [17]. Para su determinación se emplea la máquina de Los Ángeles.

f) Sustancias nocivas en agregados

En la Tabla 2, se muestran los parámetros de sustancias nocivas y resistencia al desgaste (abrasión) para los agregados fino y grueso.

Tabla 1: Límites para sustancias perjudiciales en agregados

Descripción	Porcentaje del total de la muestra (máx)	
	Agregado fino	Agregado grueso
Terrones de arcilla y partículas friables	3.0	5.0
Material más fino que la malla normalizada 75 µm (Nº200)		
• Concreto sujeto a abrasión	3.0 ^A	1.0 ^B
• Otros concretos	5.0 ^A	
Carbón y lignito		
• Cuando la apariencia de la superficie del concreto es importante	0.5	0.5
• Otros concretos	1.0	1.0
Características químicas ^C		
• Contenido de sulfatos expresados como SO ₄ ⁻ %máx	1.2	1.0
• Contenido de cloruros expresados como Cl ⁻ %máx	0.1	0.1
Abrasión	---	50.0
^A En el caso de agregado fino artificial u otros reciclados los porcentajes de material más fino que la malla normalizada 75 µm (Nº200) puede aumentarse a 5.0% y 7.0% respectivamente, siempre que estén libres de arcillas y limos.		
^B Este porcentaje puede ser aumentado a 1.5% si el material está esencialmente libre de limos y arcillas.		
^C Opcionales. Véase anexo C de la NTP 400.037		

Fuente: Elaboración propia en base a [19]

g) Concreto

Mezcla conformada por cemento, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos [16].

h) Composición del concreto

Según [17], en una mezcla de concreto se encuentran presentes los siguientes componentes:

- **Cemento:** Es el principal componente del concreto, y ocupa del 7 al 15 % del volumen de la mezcla. El tipo de cemento a usar depende la zona en que se realiza la obra, pudiéndose usar los convencionales (Tipos I, II, III, IV, IV) u otros con adiciones especiales (Ico, MS, etc.)
- **Agua:** Componente del concreto que permite formar una pasta con el cemento al hidratarlo, que le otorga trabajabilidad y la capacidad de fraguar y endurecer con el tiempo. Ocupa entre el 14 al 18 % del volumen de la mezcla.
- **Agregados:** Ocupan mayor parte del volumen del concreto (60-75 %), por eso varias propiedades del concreto tanto en estado fresco como endurecido, dependen de las características de los agregados.
- **Aire:** En la mezcla encontramos al aire atrapado o natural (1-3 %) y/o aire incorporado (3-7 %). El primero depende de los materiales que conforman la mezcla y el segundo según las condiciones de la obra, insertándose mediante aditivos.
- **Aditivos:** Usados para mejorar alguna propiedad del concreto, ya sea en estado fresco o endurecido.

i) Propiedades del concreto

i1) Trabajabilidad

La trabajabilidad es una propiedad en estado fresco del concreto, definida como la facilidad que tiene el concreto para ser mezclado, manejado y puesto en obra, con los medios de compactación que se cuente [17]. Según [17], ésta aumenta cuando hay más agua, mayor porcentaje de finos y sean más redondeados los agregados presentes en la mezcla, sin embargo, esto repercute en la resistencia haciéndola disminuir.

i2) Consistencia

La consistencia se define como la menor o mayor facilidad que tiene el concreto en estado fresco fresco para deformarse o adecuarse a una forma específica [17]. Para medir esta propiedad se utiliza el cono de Abrams y se clasifica el concreto según su asentamiento como concretos secos, plásticos, blandos o fluidos.

Tabla 2: Tipos de consistencia, según su asentamiento

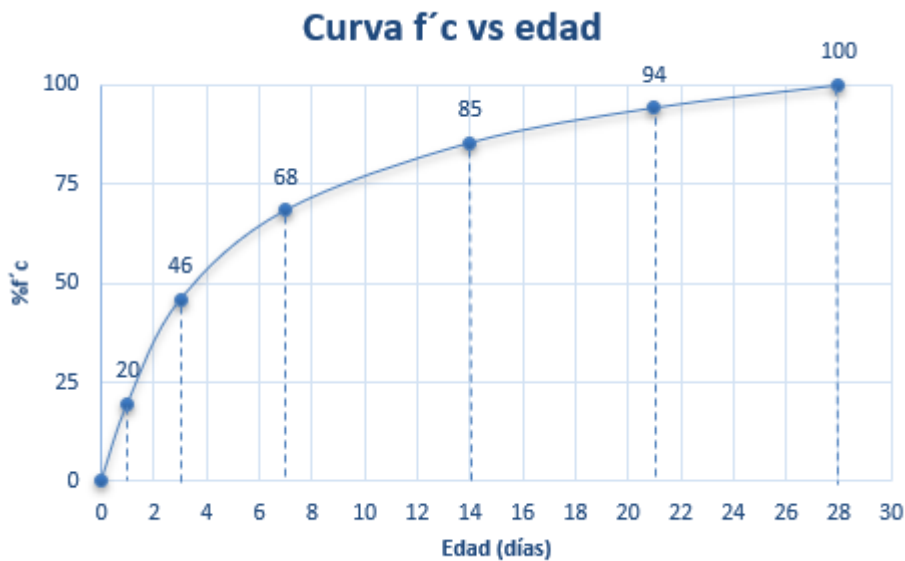
CONSISTENCIA	ASIEN TO (cm)
SECA	0 – 2
PLÁSTICA	3 – 5
BLANDA	6 – 9
FLUIDA	10 – 15

Fuente: Extraída de [17]

i3) Resistencia a la compresión

Es definida como el esfuerzo máximo que puede resistir el concreto sin romperse. Para este ensayo se utilizan muestras cilíndricas que mediante una máquina se le impone cargas que van incrementando hasta que la probeta se rompa y se realiza la curva-edad mostrada en la Figura 2.

Figura 2: Curva edad (días) vs resistencia a la compresión (%)



Fuente: Elaboración propia en base a [20]

Cabe mencionar que, para este ensayo, previamente la mezcla debe haberse mezclado de forma adecuada y las probetas elaboradas deben ser curadas adecuadamente para obtener valores más precisos. Y esta propiedad del concreto endurecido se suele medir a los 28 días de curado para determinar si ha cumplido con lo previsto en el diseño de mezclas, aunque en estructuras especiales se mide a tiempos menores o mayores [17].

Teoría sobre concreto reciclado

a) Residuo de construcción y demolición (RCD)

De acuerdo con [21], los residuos de construcción y demolición son todos los residuos que resultan durante las actividades de la ejecución de una obra, descritas en el expediente técnico. También, son considerados aquellos ocasionados en el proceso de remoción, demolición, reparación, reforzamiento o adecuación para cambio de uso en general.

b) Clasificación de los RCD

Los residuos de construcción y demolición (RCD), según el Decreto Supremo N°003-2013 en su artículo 7 [21], se clasifican en:

Tabla 3: Clasificación de los RCD.

Residuos peligrosos	Residuos no peligrosos
Restos de madera tratada.	<u>Instalaciones:</u>
Envases de removedores de pinturas, aerosoles.	Mobiliario fijo de cocina.
Envases de removedores de grasa, adhesivos, líquidos para remover pintura.	Mobiliario fijo de cuartos de baño.
Envases de pinturas, pesticidas,	<u>Cubiertas</u>
Restos de tubos de fluorescentes, transformadores, condensadores, etc.	Tejas.
Restos de PVC (solo luego de ser sometidos a temperaturas mayores a 40 °C).	Soleras prefabricadas.
Restos de planchas de fibrocemento con asbesto, pisos de vinilo asbesto, paneles	Tableros.
Envases de solventes.	Placas sándwich.
Envases de preservantes de madera.	Fachada:
Restos de cerámicos, baterías	Puertas.
	<u>Ventanas.</u>
	Revestimientos de piedra.
	Elementos prefabricados de hormigón.
	Particiones interiores:
	Mamparas
	Tabiquerías móviles o fijas
	Barandillas
	<u>Acabados interiores:</u>
	Cielo raso (escayola)
	Pavimentos flotantes
	<u>Estructura:</u>
	Vigas y pilares.
	Elementos prefabricados de hormigón.

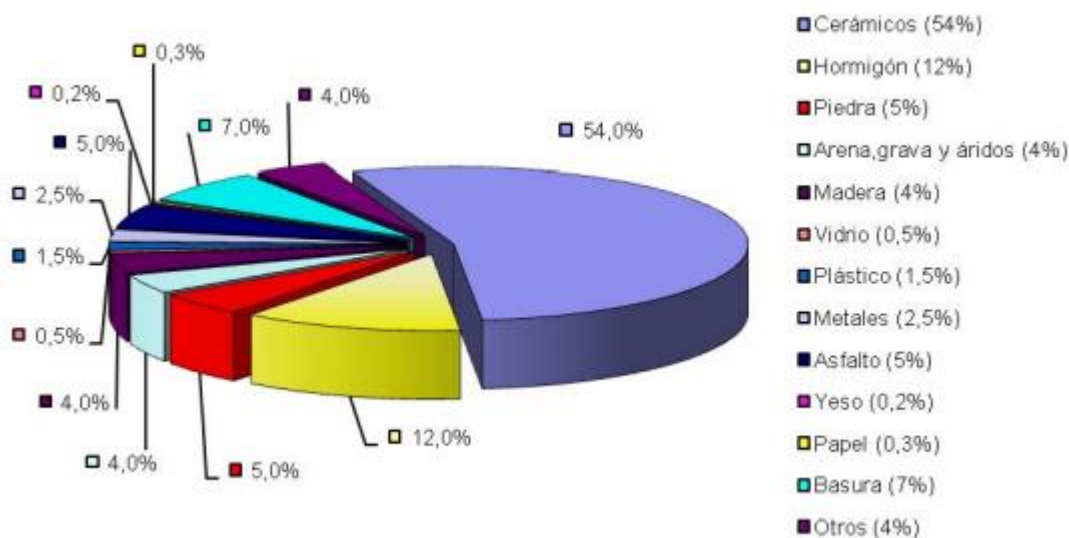
Fuente: Elaboración propia en base a [21].

c) Composición de los RCD

La composición de los RCD no es única y depende de muchos factores como el tipo de obra, las técnicas usadas en su construcción, entre otros.

De la figura mostrada, el 80% de los residuos de demolición, según [22], forma parte de los residuos cerámicos y entre 5 a 10% de los ladrillos rechazados en fábrica aportan al 54% de los residuos cerámicos. En cuanto al concreto reciclado, aporta un 12%.

Figura 3: Composición de los residuos de construcción y demolición en España



Fuente: Extraído de [22]

d) Requisitos que debe cumplir un RCD para su reutilización

- Debe encontrarse dentro de la clasificación de residuos no peligrosos según el artículo 7 del DS N°003-2013-VIVIENDA, con modificatoria del DS N°019-2016-VIVIENDA.
- Debe cumplir los requisitos mínimos del material en el que se convertirá:
 - ✓ En el caso de su empleo como agregados reciclados en concreto debe cumplir con lo estipulado en la NTP 400.037. Respecto a los cloruros y sulfatos, estos cobran mayor importancia cuando se usa en concreto armado o pavimentos rígidos. Además, sea concreto simple o armado, el agregado fino debe estar libre de cantidades perjudiciales de impurezas orgánicas.
La aceptación del agregado reciclado está en función del cumplimiento de los ensayos del producto final según la NTP 400.053.
 - ✓ En el caso de su empleo como material para bases y subbases, debe estar acorde a lo estipulado a la CE.010.
- En cuanto a los materiales contaminados o no aptos para reciclaje deben ser llevados a una escombrera para su disposición final según la NTP 400.053.

e) Pasivo ambiental

Con la actualización de las normas vigentes, los residuos de construcción y demolición pueden convertirse en pasivos ambientales. Según lo publicado por [23], son todos aquellos sitios contaminados o depósito de residuos que se encuentran en el territorio nacional generados

por las diversas actividades productivas, extractivas o de servicios y posteriormente abandonados. Por lo tanto, este conjunto afecta de manera directa y potencial la salud humana, la calidad ambiental y el equilibrio del ecosistema, así como su funcionalidad.

Definición de términos básicos

Agregado reciclado

Agregado proveniente del tratamiento de los residuos de construcción y demolición (RCD).

Resistencia a la compresión

Esfuerzo máximo que un material puede soportar bajo la aplicación de una carga de aplastamiento.

Elementos no estructurales

Son aquellos elementos que no forman parte del sistema que sostiene la edificación. Dentro de estos elementos se encuentran los tabiques, cerramientos, veredas y sardineles. Para esta investigación se consideran los dos últimos. Generalmente se emplean concretos con $f'c=175$ kg/cm².

III. Metodología

Hipótesis

El uso de agregado reciclado no afecta significativamente en la resistencia a la compresión del concreto para ser usado en elementos no estructurales.

Tipo y nivel de investigación

Tipo: Aplicada, cuantitativa

Nivel: Experimental

- ✓ De acuerdo con el fin que persigue es APLICADA porque se utilizan los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería civil ambiental para resolver un problema específico.
- ✓ De acuerdo con los tipos de datos analizados es CUANTITATIVA porque se usan datos numéricos o estadísticos para demostrar la hipótesis, usando el programa Excel.
- ✓ De acuerdo con la metodología para demostrar la hipótesis es EXPERIMENTAL porque se manipuló la variable independiente mediante ensayos de laboratorio.

Diseño de investigación

El diseño de la investigación es EXPERIMENTAL PURA debido a que manipuló la variable independiente. Se hicieron ensayos con y sin reemplazo de agregado reciclado y luego de realizadas las observaciones correspondientes se verifica que el agregado reciclado no afecte significativamente la resistencia a la compresión del concreto para ser usado en elementos no estructurales.

Oe → X → M1: Para el grupo experimental
Oc → -X → M2: Para el grupo de control

O: probeta de concreto

X: agregado reciclado

-X: ausencia de agregado reciclado

M: medición de la resistencia a la compresión

Población, muestra, muestreo

Unidad de estudio

La unidad de estudio es una probeta de concreto

Población y muestra

Son las 108 probetas distribuidas como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4: Muestra para el ensayo de resistencia a la compresión de las probetas.

Tipo de cemento	Diseño de mezcla $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$						Total
	Tipo GU			Tipo MS			
Número de días de curado	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días	
0% AR	3	3	3	3	3	3	18
25% AR	3	3	3	3	3	3	18
50% AR	3	3	3	3	3	3	18
75% AR	3	3	3	3	3	3	18
100% AR	3	3	3	3	3	3	18
100% AR DISEÑO	3	3	3	3	3	3	18
Total							108

Criterios de selección

Según la NTP 339.183 se usan de 3 especímenes a más para cada edad (7 y 28 días para determinar la resistencia a la compresión) y condiciones de prueba (en este caso para los reemplazos de agregado reciclado). Para este estudio se fabricaron 3 especímenes para las edades de 7, 14 y 28 días para visualizar mejor el desarrollo del $f'c$ en la curva edad vs resistencia a la compresión.

Operacionalización de variables

Tabla 5: Operacionalización de variables

VARIABLE		DIMENSIONES	INDICADORES	RANGO DE VARIABILIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE	Agregado reciclado	Agregado fino	Peso de agregado fino	25%, 50%, 75%, 100%	% peso	Balanza
		Agregado grueso	Peso de agregado grueso	25%, 50%, 75%, 100%	% peso	Balanza
DEPENDIENTE	Resistencia a la compresión del concreto	Resistencia a la compresión del concreto	Resistencia a la compresión del concreto		Kg/cm ²	NTP 339.034

VARIABLE		INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
INTERVINIENTES	Propiedades del agregado reciclado	Granulometría	Huso granulométrico	NTP 400.012
		Porcentaje de finos	% peso	NTP 400.018
		Contenido de humedad	% peso	NTP 339.185
		Grado de absorción	% peso	NTP 400.021 y NTP 400.022
		Peso específico	Kg/m ³	NTP 400.021 y NTP 400.022
		Peso unitario	Kg/m ³	NTP 400.017
		Impurezas orgánicas	color	NTP 400.024
		Dureza	% peso	NTP 400.019
		Contenido de cloruros	% peso	NTP 400.042
		Contenido de sulfatos	% peso	NTP 400.042
	Tipo de cemento	Tipo GU	% peso	NTP 334.090
	Tipo MS	% peso	NTP 334.082	

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

- Análisis documental: Revisión de tesis, artículos y normativa relacionadas al tema.
- Observación: Definida como “la percepción intencionada e ilustrada de un hecho o un conjunto de hechos o fenómenos” [24]. Mediante esta técnica se registran los resultados de ensayos de laboratorio.

Instrumentos

- Formatos de ensayos de laboratorio
- Hoja de cálculo para los ensayos de laboratorio
- Equipos del laboratorio

Procedimientos

Estimación del volumen de basura y desmonte

Para el presente trabajo se tomaron los residuos de construcción y demolición de 3 zonas de la carretera Chiclayo-Ferreñafe. De estos puntos se estimó un volumen total entre basura y desmonte, luego se obtuvo un volumen para cada uno. Después, tomando una muestra representativa de cada lugar se calculó un porcentaje de basura para finalmente determinar la cantidad de desmonte existente en los puntos evaluados y que pueden ser reaprovechados. Además, de este volumen se obtuvo la materia prima para la elaboración de concreto $f'c=175$ kg/cm². Las zonas de extracción mencionadas se encuentran en los anexos 01, 02 y 03.

Recolección y trituración de residuos de construcción y demolición

De los residuos de construcción y demolición encontrados en la zona de estudio se escogerá solo residuo de concreto. Esta separación se realizó utilizando herramientas manuales como rastrillo, pico y palana. Posteriormente, el material recolectado se trituró a mano utilizando una comba.

El material obtenido de la trituración del concreto se almacenó en sacos separando de forma previa el agregado fino del grueso. Luego se trasladó el material al laboratorio para separar el agregado grueso del fino y posteriormente realizar los ensayos correspondientes.

Figura 4: Recolección de concreto reciclado



Figura 6: Limpieza del concreto reciclado almacenado



Figura 5: Almacenamiento de RCD



Figura 7: Trituración del concreto reciclado almacenado



Figura 8: Ensaquetado de concreto triturado para su traslado al laboratorio



Figura 10: Agregado grueso reciclado-producto final



Figura 9: Tamizado para la obtención de agregado fino reciclado



Figura 11: Agregado fino reciclado-producto final



Ensayo de granulometría (NTP 400.012)

El objetivo del ensayo es determinar la gradación de los agregados para su uso en elementos no estructurales [25].

a) Equipos de laboratorio

- Balanzas: Sensibilidad de 0.01g para el agregado fino
- Serie de tamices: 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200
- Recipientes metálicos para almacenamiento de los agregados retenidos
- Brochas para limpieza de tamices
- Horno con temperatura a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

b) Muestra para el ensayo

- Para el agregado fino, la cantidad de muestra seca será de 300 g como mínimo.
- Para el agregado grueso, la cantidad de muestra será conforme a lo indicado en la siguiente tabla:

Tabla 6: Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso para ensayo de granulometría

Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la Muestra de Ensayo, Mínimo kg (lb)
9,5 (3/8)	1 (2)
12,5 (1/2)	2 (4)
19,0 (3/4)	5 (11)
25,0 (1)	10 (22)
37,5 (1 ½)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 ½)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 ½)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

Fuente: Extraída de [25]

c) Procedimiento

- Secamos la muestra a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Seleccionamos la serie de tamices adecuados y encajarlos en orden decreciente de abertura.
- Colocamos la muestra sobre el tamiz superior y agitar por un periodo determinado.
- Determinamos el peso retenido en cada tamiz
- Verificamos la variación en %peso de la diferencia entre la masa final y la inicial, respecto a la masa inicial.

d) Resultados

- El % total que pasa cada tamiz
- El % total retenido en cada tamiz
- El % retenido en tamices consecutivos
- El módulo de fineza, al 0.01

e) Panel fotográfico del proceso de ensayo

Figura 12: Serie de tamices para el agregado fino



Figura 13: Serie de tamices para el agregado grueso



Figura 14: Cuarteo para elección de la muestra a tamizar-agregado fino natural



Figura 15: Cuarteo para elección de la muestra a tamizar-agregado grueso natural



Figura 16: Cuarteo para elección de la muestra a tamizar-agregado fino reciclado



Figura 17: Cuarteo para elección de la muestra a tamizar-agregado grueso reciclado



Figura 18: Resultado del tamizado del agregado fino natural



Figura 19: Resultado del tamizado del agregado fino reciclado



Figura 20: Resultado del tamizado del agregado grueso natural



Figura 21: Resultado del tamizado del agregado grueso reciclado



Ensayo % de finos (NTP 400.018)

El objetivo del ensayo es determinar la aceptabilidad de agregados finos en relación con los requisitos de la NTP 400.037, respecto al material pasante del tamiz normalizado 75 μm (N.º 200) [26].

a) Equipos de laboratorio

- Balanzas: Sensibilidad de 0.1% del peso medido
- Serie de tamices: N.º16, N.º200
- Recipientes metálicos para almacenamiento de los agregados retenidos
- Brochas para limpieza de tamices
- Horno con temperatura a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

b) Muestra para el ensayo

- Para el agregado fino, la cantidad de muestra será conforme a lo indicado en la siguiente tabla:

Tabla 7: Cantidad mínima de la muestra de agregado fino para ensayo de % de finos

Tamaño máximo nominal del agregado ^A	Cantidad mínima, g
4,75 mm (N.º 4) o más pequeño	300
Mayor que 4,75 mm (No.4) a 9,5 mm (3/8 pulg)	1 000
Mayor que 9,5 mm (3/8 pulg) a 19 mm (3/4 pulg)	2 500
Mayor a 19 mm (3/4 pulg)	5 000

^Abasado en el tamaño del tamiz de acuerdo a la NTP 350.001

Fuente: Extraída de [26]

c) Procedimiento

- Secamos la muestra a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Seleccionamos el tamiz N.º200

- Colocamos la muestra sobre un recipiente y vamos agregando agua inclinando el recipiente para que vaya decantando el material más fino en el tamiz de la malla N°200. Realizamos este procedimiento hasta que agua esté clara
- Llevamos al horno la muestra retenida en el tamiz N°200.
- Verificamos la variación en % peso de la diferencia entre la masa final y la inicial, respecto a la masa inicial.

d) Resultados

- % finos que pasa la malla N°200

$$\%finos = \frac{P1 - P2}{P1} \times 100$$

Donde:

%finos: Porcentaje del material más fino que pasa por el tamiz normalizado de 75 μm (N°200) por vía húmeda.

P1: Peso seco de muestra original (g)

P2: Peso seco de la muestra luego del lavado (g)

e) Panel fotográfico del proceso de ensayo

Figura 22: Lavando la muestra de agregado fino reciclado



Figura 23: Peso de muestra original-%finos



Figura 24: Peso seco de muestra luego del lavado más recipiente / peso de recipiente



Ensayo del contenido de humedad de los agregados (ASTM C 566 o NTP 339.185)

El objetivo del ensayo es determinar el contenido de humedad evaporable que presentan los agregados, tanto en su parte superficial como dentro de sus poros [27].

a) Equipos de laboratorio

- Balanza con sensibilidad al 0.1%
- Recipientes metálicos para colocar los agregados
- Horno con temperatura a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

b) Muestra para el ensayo

- La cantidad de muestra a ser ensayada no será menor de lo especificado en la siguiente tabla:

Tabla 8: Cantidad mínima de la muestra de agregados para ensayo de contenido de humedad

Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulg)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal en kg
4,75 (0,187) (No. 4)	0,5
9,5 (3/8)	1,5
12,5 (1/2)	2,0
19,0 (3/4)	3,0
5,0 (1)	4,0
37,5 (1 1/2)	6,0
50,0 (2)	8,0
63,0 (2 1/2)	10,0
75,0 (3)	13,0
90,0 (3 1/2)	16,0
100,0 (4)	25,0
150,0 (6)	50,0

Fuente: Extraída de [27]

- Se debe cubrir la muestra para que no pierda humedad antes de pesarla.

c) Procedimiento

- Determinamos el peso de la muestra húmeda mediante el uso de la balanza.
- Llevamos el recipiente que contiene la muestra húmeda al horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por un tiempo de 24 horas.
- Luego de transcurridas las 24 horas, se procede a pesar la muestra seca.

d) Resultados

- Se calcula el contenido de humedad, mediante la siguiente expresión:

Donde:

$$\%H = \frac{PH - PS}{PS} \times 100$$

%H= Contenido de humedad (%)

PH= Peso húmedo de la muestra (g)

PS= Peso seco de la muestra (g)

e) Panel fotográfico del proceso de ensayo

Figura 25: Peso húmedo del agregado fino natural + recipiente



Figura 26: Peso seco del agregado fino natural + recipiente



Figura 27: Peso húmedo del agregado grueso natural + recipientes



Figura 28: Peso húmedo del agregado grueso natural + recipientes



Figura 29: Peso húmedo del agregado fino reciclado + recipiente



Figura 30: Peso seco del agregado fino reciclado + recipiente



Figura 31: Peso húmedo del agregado grueso reciclado + recipientes



Figura 32: Peso seco del agregado grueso reciclado + recipientes



Ensayo del grado de absorción y peso específico del agregado grueso (ASTM C 127 o NTP 400.021)

El objetivo del ensayo es determinar el peso específico de masa y la absorción del agregado grueso, a fin de usar estos valores en los diseños de mezclas [28].

a) Equipos de laboratorio

- Balanza con sensibilidad a 0.5g y con capacidad de 5000g.
- Recipiente metálico para colocar el agregado grueso
- Tamiz N°4
- Matraz de 500 cm³
- Canastilla

- Franela
- Horno con temperatura a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

b) Muestra para el ensayo

- Para el ensayo se descartará aquella muestra que pase el tamiz N°4. Respecto al peso mínimo de la muestra de ensayo, será el especificado en la siguiente tabla:

Tabla 9: Peso mínimo de la muestra para ensayo de contenido de humedad

Tamaño máximo nominal mm (pulg)	Peso mínimo de la muestra de ensayo kg (lb)
12,5 (1/2) o menos	2 (4,4)
19,0 (3/4)	3 (6,6)
25,0 (1)	4 (8,8)
37,5 (1 ½)	5 (11)
50 (2)	8 (18)
63 (2 ½)	12 (26)
75 (3)	18 (40)
90 (3 ½)	25 (55)
100 (4)	40 (88)
112(4 ½)	50 (110)
125 (5)	75 (165)
150 (6)	125 (276)

Fuente: Extraída de [28]

c) Procedimiento

- Sumergimos la muestra en agua durante $24\text{h} \pm 4\text{h}$, a temperatura ambiente.
- Retiramos la muestra del agua y la secamos mediante un paño grande y absorbente hasta que desaparezca toda película visible de agua. Seguidamente se pesa.
- Sumergimos la muestra saturada superficialmente seca en la canastilla y determinamos su peso a una temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 1.7^{\circ}\text{C}$.
- Colocamos la muestra en un recipiente y la llevamos al horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por un tiempo de 24 horas.
- Luego de transcurridas las 24 horas, dejamos enfriar durante 1h a 3h y se procede a pesar la muestra seca.

d) Resultados

- Peso específico de masa

$$P_{em} = \frac{PS}{PSSS - P_{ams}}$$

- Absorción

$$\%A = \frac{PSSS - PS}{PS} \times 100$$

Donde:

P_{em} = Peso específico de masa

PS = Peso de la muestra seca (g)

PSSS = Peso de la muestra saturada superficialmente seca (g)

P_{ams} = Peso en el agua de la muestra saturada (g)

%A = Absorción (%)

e) Panel fotográfico del proceso de ensayo

Figura 33: Muestra de agregado grueso sumergida



Figura 35: Peso de muestras 1 y 2 saturadas superficialmente secas -agregado grueso natural



Figura 34: Secado de agregado grueso reciclado



Figura 36: Peso de muestras 1 y 2 saturadas superficialmente secas -agregado grueso reciclado



Figura 37: Peso en el agua de las muestras 1 y 2 saturadas + canastilla-agregado grueso natural



Figura 38: Peso en el agua de las muestras 1 y 2 saturadas + canastilla-agregado grueso reciclado



Figura 39: Peso en el agua de las muestras 1 y 2 secas + recipiente-agregado grueso natural



Figura 40: Peso en el agua de las muestras 1 y 2 secas + recipiente-agregado grueso reciclado



Ensayo del grado de absorción y peso específico del agregado fino (ASTM C 128 o NTP 400.022)

El objetivo del ensayo es determinar el peso específico de masa y la absorción del agregado fino, a fin de usar estos valores en los diseños de mezclas [29].

a) Equipos de laboratorio

- Balanza con sensibilidad a 0.1g y con capacidad de 1000g.
- Recipiente metálico para colocar el agregado fino
- Matraz de 500 cm³
- Cono de absorción y pilón
- Horno con temperatura a 110°C ± 5°C

b) Muestra para el ensayo

- Para el procedimiento del ensayo se usará 500g, pero tomando ciertas verificaciones optaremos por 2000g.

c) Procedimiento

- Sumergimos la muestra en agua durante $24h \pm 4h$, a temperatura ambiente.
- Decantamos el exceso de agua, evitando la pérdida de finos, seguidamente extendemos la muestra sobre una superficie plana bajo corriente suave de aire caliente.
- Verificamos si la muestra cumple el estado saturado superficialmente seco, mediante el cono de absorción y pilón. Para esto se llena el cono y se deja caer el pilón 25 veces. La ligera caída del agregado fino moldeado indica que se ha llegado al estado requerido.
- Pesamos 500g de la muestra saturada superficialmente seca y de manera separada pesamos el matraz de 500 cm³.
- Llenamos parcialmente el matraz con agua, seguidamente agregamos la muestra y adicionamos más agua hasta el 90% de su capacidad aproximadamente.
- Agitamos entre 15 a 20 minutos el matraz (tiempo estimado para métodos manuales) hasta eliminar las burbujas de aire visibles. Cuando se logre dicho fin, se deja reposar 24 horas.
- Transcurridas las 24 horas, llenamos el matraz al 100% de su capacidad y pesamos.
- Extraemos el material junto con el agua en el recipiente metálico, dejamos sedimentar y retiramos el agua.
- Colocamos la muestra en un recipiente y lo llevamos al horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por un tiempo de 24 horas.
- Luego de transcurridas las 24 horas, dejamos enfriar durante $1h \pm 1/2h$ y se procede a pesar la muestra seca.

d) Resultados

- Peso específico de masa

$$P_{em} = \frac{PS}{PSSS - Pams}$$

$$Pams = Pt - (Pm + PSSS)$$

- Absorción

$$\%A = \frac{PSSS - PS}{PS} \times 100$$

Donde:

P_{em} = Peso específico de masa

P_S = Peso de la muestra seca (g)

P_{SSS} = Peso de la muestra saturada superficialmente seca (g)

P_{ams} = Peso del volumen de agua en el matraz (g)

P_t = Peso de matraz, muestra y agua

P_m = Peso del matraz

$\%A$ = Absorción (%)

e) Panel fotográfico del proceso de ensayo

Figura 41: Muestra sumergida en agua-agregado fino



Figura 42: Secado al aire de agregado fino



Figura 43: Verificación del estado saturado superficialmente seco de la muestra-agregado fino natural

Figura 44: Verificación del estado saturado superficialmente seco de la muestra-agregado fino reciclado



Figura 45: Peso de la muestra saturada superficialmente seca-agregado fino natural

Figura 46: Peso de la muestra saturada superficialmente seca-agregado fino reciclado



Figura 47: Extracción de burbujas de aire-agregado fino



Figura 48: Muestras reposando luego de extracción de burbujas de aire-agregado fino



Figura 49: Peso de la muestra 1 y 2 saturada superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua-agregado fino natural

Figura 50: Peso de la muestra 1 y 2 saturada superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua-agregado fino reciclado



Figura 51: Peso de la muestra seca + recipiente-agregado fino natural

Figura 52: Peso de la muestra seca + recipiente-agregado fino reciclado



Ensayo de peso unitario suelto y compactado de los agregados (NTP 400.017)

El objetivo del ensayo es determinar el peso unitario suelto y compactado de los agregados [30], a fin de usar estos valores en los diseños de mezclas.

a) Equipos de laboratorio

- Balanza
- Recipiente cilíndrico metálico
- Varilla lisa de 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud aproximadamente.

- Cucharón
- Brocha

b) Muestra para el ensayo

- Para el procedimiento del ensayo se usará entre 125% y 200% la cantidad requerida para llenar el recipiente cilíndrico.

c) Procedimiento

Para peso unitario suelto

- Pesamos el recipiente cilíndrico metálico.
- Descargar el agregado a 5 cm de la parte superior del recipiente hasta llenarlo.
- Nivelamos la superficie con la varilla lisa.
- Finalmente, limpiamos con la brocha partículas de agregado que estén fuera del molde y pesamos el recipiente más su contenido.

Para unitario compactado

- Pesamos el recipiente cilíndrico metálico.
- Descargar el agregado a 5 cm de la parte superior del recipiente. Se llena el recipiente a un tercio del total, se apisona con 25 golpes; luego se llena hasta los dos tercios y se apisona nuevamente. Por último, se llena a sobre volumen y se apisona.
- Nivelamos la superficie con la varilla lisa.
- Finalmente, limpiamos con la brocha partículas de agregado que estén fuera del molde y pesamos el recipiente más su contenido.

d) Resultados

- Peso unitario suelto

$$PUSS = \frac{PT1 - PR}{VR}$$

- Peso unitario compactado

$$PUCS = \frac{PT2 - PR}{VR}$$

Donde:

PUSS= Peso unitario suelto seco

PUCS= Peso unitario compactado seco

PT1= Peso de la masa suelta más el recipiente

PT2= Peso de la masa compactada más el recipiente

PR= Peso del recipiente

VR= Volumen del recipiente

e) **Panel fotográfico del proceso de ensayo**

Figura 53: Enrasado y compactado de la muestra-agregado fino



Figura 54: Peso unitario suelto húmedo del agregado grueso natural + recipiente



Figura 55: Peso unitario suelto húmedo del agregado grueso reciclado + recipiente



Figura 56: Peso unitario suelto húmedo del agregado fino natural + recipiente



Figura 57: Peso unitario suelto húmedo del agregado fino reciclado + recipiente



Figura 58: Peso unitario compactado húmedo del agregado grueso natural + recipiente



Figura 59: Peso unitario compactado húmedo del agregado grueso reciclado + recipiente



Figura 60: Peso unitario compactado húmedo del agregado fino natural + recipiente



Figura 61: Peso unitario compactado húmedo del agregado fino reciclado + recipiente



Ensayo para determinar impurezas orgánicas en el agregado fino (ASTM C-40 o NTP 400.024)

El objetivo del ensayo es determinar el contenido de impurezas orgánicas no deseadas en agregados finos [31].

a) Equipos de laboratorio

- Botella de vidrio graduada, incoloras de aproximadamente 240 mL a 470 mL de capacidad nominal
- Balanza con precisión del 0.1%
- Recipiente metálico

b) Reactivo y vidrios de color estándar

- Reactivo Solución de Hidróxido de Sodio (3%): Compuesto por 3 partes del hidróxido de sodio grado reactivo (NaOH) y 97 partes de agua por peso.
- Vidrios de color Gardner Standard: 1,2,3 (standard),4,5

c) Muestra para el ensayo

- Se usará 450g de muestra total

d) Procedimiento

- Llenamos una botella de vidrio al nivel aproximado de 130 mL con la muestra de agregado fino.
- Añadimos la solución de hidróxido de sodio a la botella hasta que el volumen de la muestra del agregado fino y el líquido después de la agitación sea aproximadamente 200 mL.
- Tapamos la botella, la agitamos vigorosamente y por último la dejamos reposar por 24 h.
- Comparamos con los 5 vidrios de color Gardner Standard (1,2,3,4,5)

e) Resultados

- Cuando el color del líquido que se encuentra por encima de la muestra produzca un color más oscuro que el color estándar (3), entonces el agregado fino posiblemente presente contenido de impurezas orgánicas no deseadas. Si es así, se recomienda desarrollar pruebas adicionales antes de aprobar el agregado fino para su uso en concreto, como lo estipulado en la NTP 400.013.

f) Panel fotográfico del proceso de ensayo

Figura 62: Muestra para el ensayo cualitativo de impurezas orgánicas



Figura 63: Materiales para preparar el reactivo solución hidróxido de sodio



Figura 64: Comparación de la muestra con los vidrios de color Gardner Standard



Ensayo de resistencia a la abrasión para agregados gruesos de tamaños menores (ASTM C131 o NTP 400.019)

El objetivo del ensayo es determinar la resistencia a la degradación de agregados gruesos de tamaños menores que 1 ½" mediante la máquina de Los Ángeles [32].

a) Equipos de laboratorio

- Máquina de Los Ángeles
- Balanza con exactitud al 0.1%
- Serie de tamices
- Esferas de acero de 46.8mm de diámetro con una masa entre 390g y 445g.

b) Muestra para el ensayo

- La muestra mínima del agregado grueso está en función de la granulometría del agregado, por lo cual se emplean las siguientes tablas:

Tabla 10: Cantidad de muestra para ensayo de abrasión según el número de esferas

Gradación	Número de esferas	Masa de la carga (g)
A	12	5 000 ± 25
B	11	4 584 ± 25
C	8	3 330 ± 20
D	6	2 500 ± 15

Fuente: Extraída de [32]

Tabla 11: Gradación de las muestras para ensayo de abrasión

Medida del tamiz (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, g			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37,5 mm (1 ½ pulg)	25,0 mm (1 pulg)	1250 ± 25	.....	.....	.....
25,0 mm (1 pulg)	19,0 mm (¾ pulg)	1250 ± 25	.....	.....	.....
19,0 mm (¾ pulg)	12,5 mm (½ pulg)	1250 ± 10	2500 ± 10	.....	.....
12,5 mm (½ pulg)	9,5 mm (¾ pulg)	1250 ± 10	2500 ± 10	.....	.....
9,5 mm (¾ pulg)	6,3 mm (¼ pulg)	.....	.....	2500 ± 10	.....
6,3 mm (¼ pulg)	4,75 mm (N°4)	.....	.....	2500 ± 10	.....
4,75 mm (N°4)	2,36 mm (N°8)	.....	.....	.....	5000 ± 10
Total		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Fuente: Extraída de [32]

c) Procedimiento

- Registramos el peso inicial de la muestra seleccionada.
- Colocamos la muestra en la máquina de Los Ángeles y la rotamos a una velocidad entre 30rpm y 33rpm por 500 revoluciones.
- Retiramos el material de la máquina y separamos la muestra mediante el tamiz N°12.
- Finalmente pesamos el material retenido en la malla N°12.
- Para eliminar las impurezas, el material puede ser lavado y secado al horno a una temperatura de 110°C ± 5°C.

d) Resultados

$$\% \text{abrasión} = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

Donde:

P_i= Peso inicial de la muestra (g)

P_f= Peso final de la muestra (g)

e) Panel fotográfico del proceso de ensayo

Figura 65: Muestra para el ensayo de abrasión



Figura 66: Máquina de Los Ángeles



Figura 67: Ingreso de muestra a la máquina de Los Angeles



Figura 68: Muestra junto a las esferas dentro de la máquina de Los Angeles



Figura 69: Tamizado de la muestra resultante por la malla N°12



Figura 70: Peso final de la muestra



Ensayo para determinar el contenido de cloruros y sulfatos (NTP 400.042)

Ensayo para determinar el contenido de cloruros

Este ensayo tiene como objetivo la determinación del contenido del ion cloruro soluble en agua en los agregados.

Se empieza con una muestra de 3000 g y mediante el cuarteo se reduce a 300g de agregado fino o grueso, los cuales se muelen hasta que pasen el tamiz N°50. Para este ensayo, el reactivo a usar es el nitrato de plata (AgNO_3). Mediante ensayos secuenciados de pasos en laboratorio se obtiene la cantidad de cloruro en mg/kg de muestra en base seca. Finalmente, se reporta el resultado como porcentaje para comparar con el límite estipulado en la norma NTP 400.042.

Ensayo para determinar el contenido de sulfatos

Este ensayo tiene como objetivo la determinación del contenido del ion sulfato soluble en agua en los agregados.

Para este ensayo se usa solución de cloruro de bario y ácido nítrico. La muestra para usar será de 300 g luego de realizar el cuarteo. El agregado grueso se tritura hasta que pase el tamiz N°4 y el fino debe pasar el tamiz N°50 después de triturado.

Mediante ensayos secuenciados de pasos en laboratorio se obtiene la cantidad de sulfato en mg/kg de muestra en base seca. Finalmente, se reporta el resultado como porcentaje para comparar con el límite estipulado en la norma NTP 400.042.

Figura 71: Reposo de la muestra de agregado fino reciclado para el ensayo de cloruros y sulfatos



Elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio (NTP 339.183)

Aplicaremos la norma para el mezclado del concreto, elaboración y curado de probetas de concreto bajo condiciones de laboratorio [33].

a) Equipos de laboratorio

- Balanzas
- Varilla lisa de 5/8'' con una longitud de 60 cm
- Moldes cilíndricos
- Martillo de goma
- Mezcladora de concreto

b) Procedimiento

- Pesar los agregados, el cemento y el agua según la dosificación obtenida para la tanda, después de corregir por slump.
- Prendemos la mezcladora y la humedecemos. Luego, añadimos una parte del agua de diseño, el agregado grueso, el agregado fino, cemento y el resto del agua de diseño.
- Cuando todos los materiales estén dentro de la mezcladora, dejamos mezclar el concreto durante 3 min, seguidos de 3 min de reposo y finalmente 2 min de remezclado.
- Seguidamente, medimos el slump, peso unitario y temperatura.
- A continuación, llenamos el molde en 3 capas. Cada capa es un tercio del volumen aproximadamente.

- Compactamos cada capa mediante 25 golpes con la varilla lisa y mediante el martillo de goma golpeamos alrededor 15 veces y en la última capa enrasamos el molde.
- Después de llenar todos los moldes, los dejamos sobre una superficie plana.
- Transcurridas 24±8 h. desmoldamos y ponemos a curar las probetas en agua.

c) Panel fotográfico

Figura 72: Materiales para tanda de muestra patrón usando cemento GU



Figura 73: Materiales para tanda de muestra con reemplazo del 25% de AR usando cemento GU



Figura 74: Materiales para tanda de muestra con reemplazo del 50% de AR usando cemento GU

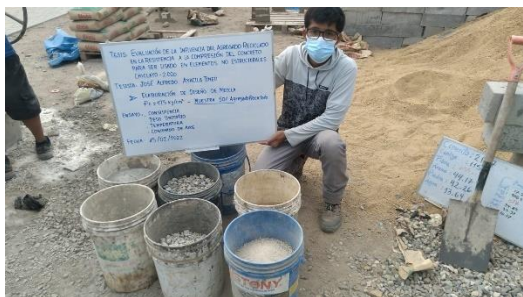


Figura 75: Materiales para tanda de muestra con reemplazo del 75% de AR usando cemento GU



Figura 76: Materiales para tanda de muestra con reemplazo del 100% de AR usando cemento GU



Figura 77: Materiales para tanda de muestra patrón usando cemento MS



Figura 78: Materiales para tanda de muestra con reemplazo del 25% de AR usando cemento MS



Figura 79: Materiales para tanda de muestra con reemplazo del 50% de AR usando cemento MS



Figura 80: Materiales para tanda de muestra con reemplazo del 75% de AR usando cemento MS



Figura 81: Materiales para tanda de muestra con reemplazo del 100% de AR usando cemento MS



Figura 82: Elaboración de concreto en mezcladora



Figura 83: Secado y codificación de probetas



Figura 84: Curado de probetas



Ensayo para determinar el asentamiento del concreto (ASTM C143 o NTP 339.035)

El objetivo del ensayo es determinar el asentamiento del concreto fresco [34].

a) Equipos de laboratorio

- Cono de Abrams: Diámetro superior: 100 mm, diámetro inferior 200mm, altura 300mm
- Varilla lisa de 5/8'' con una longitud de 60 cm
- Wincha
- Cucharón
- Bandeja metálica

b) Procedimiento

- Humedecemos el cono de Abrams, la varilla, el cucharón y la bandeja metálica antes de iniciar el ensayo.
- Llenamos el molde en 3 capas moviendo el cucharón alrededor del perímetro para evitar segregación. Cada capa es un tercio del volumen aproximadamente.
- Compactamos cada capa mediante 25 golpes con la varilla lisa.
- Cuando colocamos la última capa que se llena por exceso, varillamos y luego enrasamos la parte superior del molde.
- Levantamos el molde con un movimiento ascendente firme, en 5 ± 2 segundos.
- Finalmente medimos el asentamiento del concreto.

c) Resultados

Asentamiento del concreto medido en mm con una aproximación a los 5 mm

d) Panel fotográfico del proceso de ensayo

Figura 85: SLUMP de la muestra patrón usando cemento GU



Figura 86: SLUMP de la muestra con reemplazo del 25% de AR usando cemento GU



Figura 87: SLUMP de la muestra con reemplazo del 50% de AR usando cemento GU



Figura 88: SLUMP de la muestra con reemplazo del 75% de AR usando cemento GU



Figura 89: SLUMP de la muestra con reemplazo del 100% de AR usando cemento GU



Figura 90: SLUMP de la muestra con diseño del 100% de AR usando cemento GU



Figura 91: SLUMP de la muestra patrón usando cemento MS



Figura 92: SLUMP de la muestra con reemplazo del 25% de AR usando cemento MS



Figura 93: SLUMP de la muestra con reemplazo del 50% de AR usando cemento MS



Figura 94: SLUMP de la muestra con reemplazo del 75% de AR usando cemento MS



Figura 95: SLUMP de la muestra con reemplazo del 100% de AR usando cemento MS



Figura 96: SLUMP de la muestra con diseño del 100% de AR usando cemento MS



Ensayo para determinar el peso unitario del concreto (NTP 339.046 o ASTM C238)

El objetivo del ensayo es determinar el peso unitario del concreto fresco [35].

a) Equipos de laboratorio

- Olla Washington
- Varilla lisa de 5/8'' con una longitud de 60 cm

- Placa rectangular para remover exceso de concreto
- Cucharón
- Mazo con cabeza de goma

b) Procedimiento

- Humedecemos la olla Washington antes de iniciar el ensayo.
- Llenamos el molde en 3 capas moviendo el cucharón alrededor del perímetro para evitar segregación. Cada capa es un tercio del volumen aproximadamente.
- Compactamos cada capa mediante 25 golpes con la varilla lisa y 15 golpes alrededor de la olla con el mazo con cabeza de goma.
- Cuando colocamos la última capa que se llena por exceso, varillamos y luego enrasamos la parte superior de la olla con la placa rectangular.
- Finalmente, pesamos el contenido de la olla.

c) Resultados

Peso unitario del concreto (D)

$$D = \frac{Pc - Pm}{Vm}$$

Donde:

Pc: Peso del concreto + olla

Pm: Peso de la olla

Vm: Volumen de la olla

d) Panel fotográfico del proceso de ensayo

Figura 97: Peso unitario de la muestra patrón usando cemento GU



Figura 98: Peso unitario de la muestra con reemplazo del 25% de AR usando cemento GU



Figura 99: Peso unitario de la muestra con reemplazo del 50% de AR usando cemento GU



Figura 100: Peso unitario de la muestra con reemplazo del 75% de AR usando cemento GU



Figura 101: Peso unitario de la muestra con reemplazo del 100% de AR usando cemento GU



Figura 102: Peso unitario de la muestra con diseño del 100% de AR usando cemento GU



Figura 103: Peso unitario de la muestra patrón usando cemento MS



Figura 104: Peso unitario de la muestra con reemplazo del 25% de AR usando cemento MS



Figura 105: Peso unitario de la muestra con reemplazo del 50% de AR usando cemento MS



Figura 106: Peso unitario de la muestra con reemplazo del 75% de AR usando cemento MS



Figura 107: Peso unitario de la muestra con reemplazo del 100% de AR usando cemento MS



Figura 108: Peso unitario de la muestra con diseño del 100% de AR usando cemento MS



Ensayo para determinar el contenido de aire – método de presión (ASTM C231)

El objetivo del ensayo es determinar el contenido de aire del concreto fresco [36].

a) Equipos de laboratorio

- Olla Washington
- Varilla lisa de 5/8'' con una longitud de 60 cm
- Placa rectangular para remover exceso de concreto
- Cucharón
- Mazo con cabeza de goma

b) Procedimiento

- Humedecemos la olla Washington antes de iniciar el ensayo.
- Llenamos el molde en 3 capas moviendo el cucharón alrededor del perímetro para evitar segregación. Cada capa es un tercio del volumen aproximadamente.
- Compactamos cada capa mediante 25 golpes con la varilla lisa y 15 golpes alrededor de la olla con el mazo con cabeza de goma.
- Cuando colocamos la última capa que se llena por exceso, varillamos y luego enrasamos la parte superior de la olla con la placa rectangular.
- Sujetamos las mordazas de la tapa de la olla Washington con la base de la olla.
- Abrimos ambas llaves de purga, luego añadimos agua por una de ellas hasta que salga agua por la otra. Seguidamente cerramos las válvulas y bombeamos aire dentro hasta que el manómetro esté en la línea de presión inicial
- Finalmente, abrimos la válvula principal entre la cámara de aire y la olla, y medimos el contenido de aire.

c) Resultados

Contenido de aire expresado en porcentaje

d) Panel fotográfico del proceso de ensayo

Figura 109: Contenido de aire de la muestra patrón usando cemento GU



Figura 110: Contenido de aire de la muestra con reemplazo del 25% de AR usando cemento GU



Figura 111: Contenido de aire de la muestra con reemplazo del 50% de AR usando cemento GU



Figura 112: Contenido de aire de la muestra con reemplazo del 75% de AR usando cemento GU



Figura 113: Contenido de aire de la muestra con reemplazo del 100% de AR usando cemento GU



Figura 114: Contenido de aire de la muestra con diseño del 100% de AR usando cemento GU



Figura 115: Contenido de aire de la muestra patrón usando cemento MS



Figura 116: Contenido de aire de la muestra con reemplazo del 25% de AR usando cemento MS



Figura 117: Contenido de aire de la muestra con reemplazo del 50% de AR usando cemento MS



Figura 118: Contenido de aire de la muestra con reemplazo del 75% de AR usando cemento MS



Figura 119: Contenido de aire de la muestra con reemplazo del 100% de AR usando cemento MS



Figura 120: Contenido de aire de la muestra con diseño del 100% de AR usando cemento MS



Determinación de la Temperatura de una Mezcla de Concreto (ASTM C1064)

El objetivo del ensayo es determinar la temperatura del concreto fresco [37].

a) Equipos de laboratorio

- Termómetro de 0°C a 50°C con una precisión de 0.5 °C

b) Procedimiento

- Colocamos la sonda del termómetro en la mezcla a una profundidad de 3” durante 2 minutos o hasta que la lectura sea estable y registramos la temperatura.

c) Resultados

Temperatura del concreto en estado fresco

d) Panel fotográfico del proceso de ensayo

Figura 121: Temperatura de la muestra patrón usando cemento GU



Figura 122: Temperatura de la muestra con reemplazo del 25% de AR usando cemento GU



Figura 123: Temperatura de la muestra con reemplazo del 50% de AR usando cemento GU



Figura 124: Temperatura de la muestra con reemplazo del 75% de AR usando cemento GU



Figura 125: Temperatura de la muestra con reemplazo del 100% de AR usando cemento GU



Figura 126: Temperatura de la muestra con diseño del 100% de AR usando cemento GU



Figura 127: Temperatura de la muestra patrón usando cemento MS



Figura 128: Temperatura de la muestra con reemplazo del 25% de AR usando cemento MS



Figura 129: Temperatura de la muestra con reemplazo del 50% de AR usando cemento MS



Figura 130: Temperatura de la muestra con reemplazo del 75% de AR usando cemento MS



Figura 131: Temperatura de la muestra con reemplazo del 100% de AR usando cemento MS



Figura 132: Temperatura de la muestra con diseño del 100% de AR usando cemento GU



Ensayo de resistencia a la compresión del concreto (ASTM C 39 o NTP 339.034)

El objetivo del ensayo es determinar la resistencia a la compresión del concreto en probetas cilíndricas, preparadas y curadas con anterioridad [38].

a) Equipos de laboratorio

- Máquina de ensayo a la compresión
- Almohadillas de neopreno

b) Muestra para el ensayo

- Las probetas no serán ensayadas si la diferencia entre diámetros de una misma probeta excede en más de 2%.

- El diámetro usado para calcular el área transversal del espécimen será el promedio de 2 diámetros medidos en 2 ángulos distintos, perpendiculares entre sí, y con aproximación de 0.25mm.

c) Procedimiento

- Retiramos las probetas del almacenaje de humedad y tan pronto como sea posible las ensayamos. Las probetas son ensayadas en estado húmedo.
- Todos especímenes deben romperse dentro del tiempo permisible de las tolerancias mostradas a continuación:

Tabla 12: Tolerancia de tiempo para ensayo de resistencia a la compresión

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	± 0.5 h
3 d	± 2 h
7 d	± 6 h
28 d	± 20 h
90 d	± 48 h

Fuente: Extraída de [38]

- Colocar la probeta en la máquina y aplicar una carga sobre la probeta hasta que alcance la rotura y se toma lectura de lo registrado por la máquina.

d) Resultados

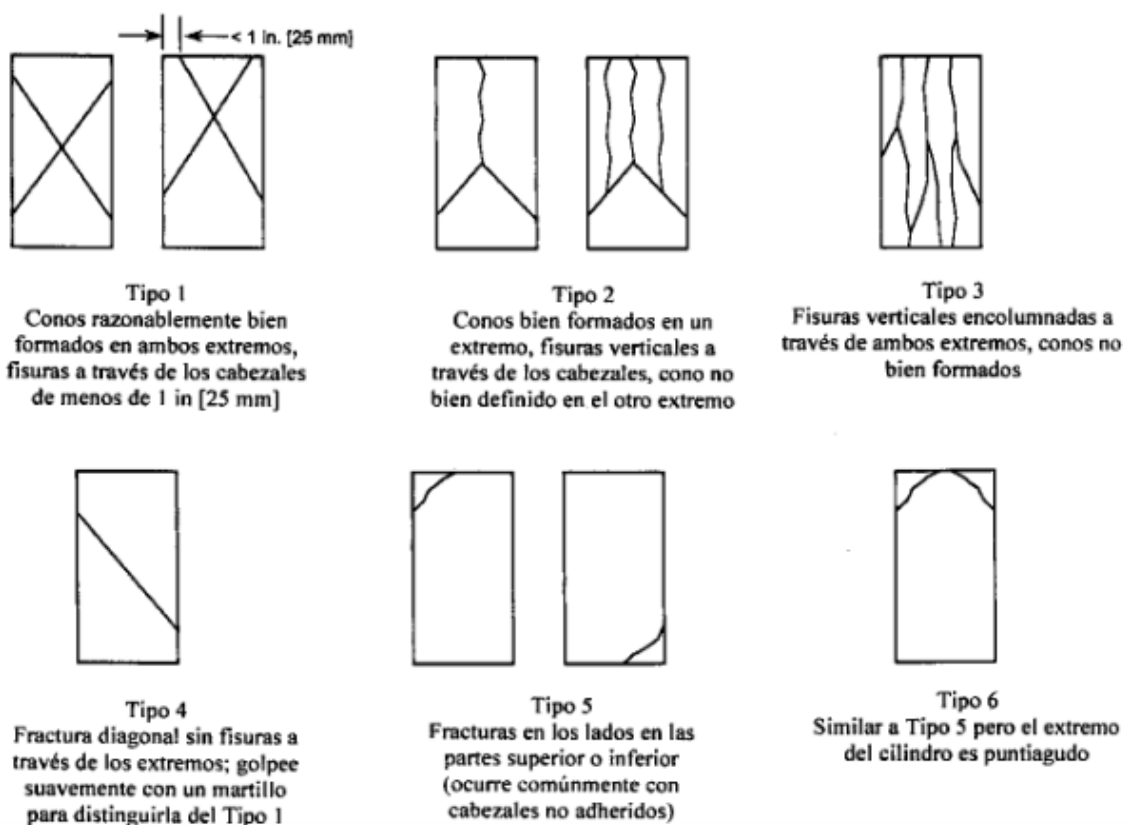
Donde:

R= Esfuerzo a la compresión (kg/cm²)

P= Máxima carga aplicada (kg)

A= Área transversal de la probeta sometida a la carga (cm²)

Figura 133: Tipo de falla de ensayo de resistencia a la compresión



Fuente: Extraído de [38]

e) Panel fotográfico del proceso de ensayo

Figura 134: Medición del diámetro de una probeta



Figura 135: Máquina para el ensayo de resistencia a la compresión



Figura 136: Rotura de una probeta con reemplazo del 75% de AR a los 28 días de curado



Figura 137: Rotura de probetas con reemplazo de 0%,25%, 50%, 75% y 100%AR usando cemento GU a los 7 días de curado



Figura 138: Rotura de probetas con reemplazo de 0%,25%, 50%, 75% y 100%AR usando cemento GU a los 14 días de curado



Figura 139: Rotura de probetas con reemplazo de 0%,25%, 50%, 75% y 100%AR usando cemento GU a los 28 días de curado



Figura 140: Rotura de probetas con reemplazo de 0%,25%, 50%, 75% y 100%AR usando cemento MS a los 7 días de curado



Figura 141: Rotura de probetas con reemplazo de 0%,25%, 50%, 75% y 100%AR usando cemento MS a los 14 días de curado



Figura 142: Rotura de probetas con reemplazo de 0%,25%, 50%, 75% y 100%AR usando cemento MS a los 28 días de curado



Figura 143: Rotura de probetas con diseño de 100%AR usando cemento GU y MS a los 7 días de curado



Figura 144: Rotura de probetas con diseño de 100%AR usando cemento GU y MS a los 14 días de curado



Figura 145: Rotura de probetas con diseño de 100%AR usando cemento GU y MS a los 28 días de curado



Plan de procesamiento y análisis de datos

Fase I: Recopilación de la información

- Visita a la zona de estudio
- Revisión bibliográfica
- Revisión de la normativa nacional vigente
- Redacción del marco teórico
- Redacción de materiales y métodos
- Revisión parcial por parte del asesor

Fase II: Trabajo de campo

- Estimación del volumen de desmonte y basura encontrados en la zona de estudio
- Selección y trituración del RCD

Fase III: Trabajo de laboratorio

- Ensayos para determinar propiedades físicas de los agregados naturales y reciclados
- Ensayos para determinar propiedades químicas de los agregados reciclados
- Ensayos para determinar propiedades mecánicas de los agregados reciclados
- Ensayos para el concreto fresco y endurecido

Fase IV: Análisis de resultados

- Resultados de los ensayos realizados
- Discusión de los resultados obtenidos
- Análisis económico de la utilización de agregados reciclados frente a los naturales
- Conclusiones y Recomendaciones
- Revisión parcial por parte del asesor del asesor

Fase V: Presentación y sustentación final de tesis

- Presentación del informe de tesis
- Levantamiento de observaciones
- Sustentación final de tesis

Matriz de consistencia

Tabla 13: Matriz de consistencia

TÍTULO	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		INDICADORES
Evaluación de la influencia del agregado reciclado en la resistencia a la compresión del concreto para ser usado en elementos no estructurales, Chiclayo-2020	¿De qué manera influye el agregado reciclado en la resistencia a la compresión del concreto para ser usado en elementos no estructurales, Chiclayo-2020?	<u>Objetivo general:</u> Evaluar la influencia del agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175$ kg/cm ² con reemplazos del 25%, 50%, 75% y 100% en la mezcla, para ser usado en elementos no estructurales, Chiclayo-2020.	<u>Objetivos específicos:</u> •Estimar el volumen de desmonte y basura encontrados en la zona de estudio •Determinar las propiedades físicas del agregado grueso reciclado •Determinar las propiedades químicas del agregado grueso reciclado (cantidad de sales y contenido de impurezas orgánicas). •Determinar la dureza del agregado grueso reciclado mediante el método de Los Ángeles. •Realizar diseños de mezcla usando agregados convencionales y reciclados mediante el método del ACI. •Evaluar el comportamiento del asentamiento y el peso unitario del concreto en estado fresco al reemplazar el agregado reciclado. •Evaluar la resistencia a la compresión del concreto para los cuatro reemplazos en porcentaje de agregados usando dos tipos de cemento •Evaluar el análisis económico de un diseño de mezcla con agregado reciclado frente a un diseño de mezcla con agregados convencionales. •Evaluar dos tipos de cementos y encontrar el mejor en función a la resistencia a la compresión y al análisis económico.	El uso de agregado reciclado no afecta significativamente en la resistencia a la compresión del concreto para ser usado en elementos no estructurales.	Independiente	Agregados reciclados	•Peso del agregado fino •Peso del agregado grueso
					Dependiente	Resistencia a la compresión del concreto	Resistencia a la compresión del concreto
					Intervinientes	Propiedades del agregado reciclado	•Granulometría •Porcentaje de finos •Contenido de humedad •Grado de absorción •Peso específico •Peso unitario •Impurezas orgánicas •Dureza •Contenido de cloruros •Contenido de sulfatos
							Tipo de cemento	•Tipo GU •Tipo MS

Consideraciones éticas

La presente investigación muestra información verídica extraída de distintas fuentes, respetando el derecho de autor. Respecto a los ensayos, se realizarán conforme a la normativa nacional respetando los procedimientos estipulados con el fin de que los resultados sean confiables y tener la certeza del impacto de estos agregados reciclados en el concreto.

IV. Resultados

En esta sección se muestran los resultados obtenidos en base a los objetivos específicos planteados:

Volumen estimado de desmonte y basura encontrados en las zonas de estudio

Para la presente investigación se tomaron 2 zonas principales de extracción y 1 botadero puntual de pequeña extensión.

A continuación, se detallarán los volúmenes encontrados de desmonte y basura en cada zona de extracción:

Zona de extracción 1: ZE1

Figura	Cono		
	D(m)	h(m)	V (m3)
V1-ZE1	3.3	0.9	7.70
V2-ZE1	2.5	1	4.91
V4-ZE1	3.4	1.6	14.53
V12-ZE1	7	2.2	84.67
V13-ZE1	3.5	1.6	15.39
V15-ZE1	1.8	0.6	1.53
Total, Parcial 1			128.72

Figura	Paralelepípedo			
	L(m)	A(m)	h (m)	V (m3)
V3-ZE1	4.66	3.3	0.5	7.69
V6-ZE1	4.2	1	0.4	1.68
V7-ZE1	1.6	1.2	0.2	0.38
V9-ZE1	16.6	6.9	1.3	148.90
V10-ZE1	1.5	1.7	0.8	2.04
V11-ZE1	4.2	2.9	1	12.18
V14-ZE1	10.9	2.4	0.7	18.31
V16-ZE1	2.7	1.3	0.5	1.76
Total, Parcial 2				192.94

Figura	Tronco de cono			
	D(m)	d(m)	h(m)	V (m3)
V5-ZE1	7.2	2.8	1.5	29.45
V8-ZE1	2	1.2	0.5	1.01
Total, Parcial 3				30.46

V total = 352.12 m3

Debido a una mayor cantidad de ladrillos se asume $D \text{ prom} = 1.8 \text{ Ton/m}^3$, con lo cual se obtiene un peso de 633.81 Ton

Material	V (m3)	% estimado
Desmante	317.56	90.18%
Basura	34.562	9.82%
Total	352.12	100.00%

Zona de extracción 2: ZE2

Figura	Paralelepípedo			
	L(m)	A(m)	h (m)	V (m3)
V1-ZE2	5	2.5	0.4	5.00
V2-ZE2	7	3	0.5	10.50
V3-ZE2	12	6	1.2	86.40
Total, Parcial 1				101.90

Figura	Tronco de cono			
	D(m)	d(m)	h(m)	V (m3)
V4-ZE2	5	2.5	1	11.04
V5-ZE2	4.5	2	0.8	6.64
V6-ZE2	4	2	0.7	4.95
V7-ZE2	3	2	0.5	2.45
Total, Parcial 2				25.08

Figura	Cono		
	D(m)	h(m)	V (m3)
V8-ZE2	4.5	1.5	23.86
V9-ZE2	3.5	1.5	14.43
V10-ZE2	4	2	25.13
V11-ZE2	5	1.8	35.34
V12-ZE3	4.5	2	31.81
V13-ZE3	4	1.5	18.85
V14-ZE3	4.5	1.8	28.63
V15-ZE3	4	1.5	18.85

V16-ZE3	4.5	1.8	28.63
V17-ZE3	4	1.5	18.85
V18-ZE3	4.5	1.8	28.63
V19-ZE3	4	1.5	18.85
Total, Parcial 3			291.85

V total = 418.84 m3

Debido a una mayor cantidad de material de concreto y tierra, se asume $D_{prom} = 2.05$ Ton/m³, con lo cual se obtiene un peso de 858.62 Ton

Material	V (m3)	% estimado
Desmote	404.44	96.56%
Basura	14.4	3.44%
Total	418.84	100.00%

Zona de extracción 3: ZE3

Figura	Cono		
	D(m)	h(m)	V (m3)
V1-ZE3	3.5	2	19.24
Total			19.24

V total = 19.24 m3

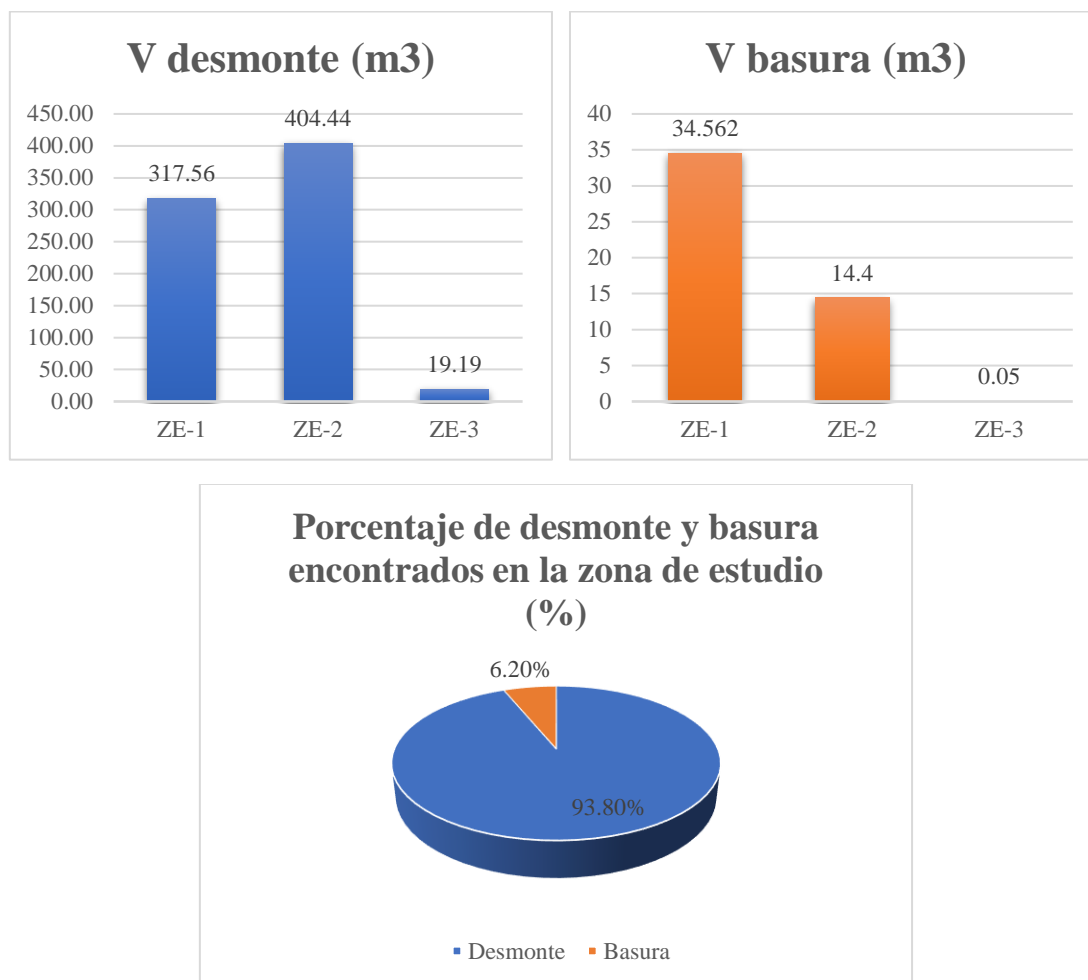
Debido a una mayor cantidad de tierra se asume $D_{prom} = 1.8$ Ton/m³, con lo cual se obtiene un peso de 34.64 Ton

Material	V (m3)	% estimado
Desmote	19.19	99.74%
Basura	0.05	0.26%
Total	19.24	100.00%

Finalmente se tiene:

Zona de extracción	V desmote (m3)	V basura (m3)
ZE-1	317.56	34.562
ZE-2	404.44	14.4
ZE-3	19.19	0.05
TOTAL	741.19	49.01

Figura 146: Volumen de desmonte y basura encontrados en la zona de estudio:



Podemos notar que del total de RCD encontrados en la carretera a Ferreñafe, el 93.80% es desmonte, el cual puede ser reutilizado para la producción de concreto o usado como relleno en estabilización de taludes. Sin embargo, debido a los antecedentes encontrados y para los fines de la investigación solo se recolectó el concreto reciclado, el cual representa 15.09% (111.86 m³) respecto al total de desmonte encontrado. Este dato es un valor estimado de lo que se observó en campo (ver tabla 14).

Tabla 14: Volumen de restos de concreto encontrados en las 3 zonas de recolección

Código	V desmonte (m3)	%restos de concreto	V restos de concreto (m3)
V5-ZE1	26.56	100%	26.56
V8-ZE1	0.91	100%	0.91
V3-ZE2	83.43	100%	83.43
V1-ZE3	19.19	5%	0.96
TOTAL	130.09		111.86

Propiedades físicas de los agregados

Tabla 15: Propiedades físicas de los agregados naturales

Propiedades de los agregados	Agregados naturales	
	Fino	Grueso
Peso específico de masa (gr/cm ³)	2.552	2.663
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1535.18	1327.86
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1675.65	1451.37
Absorción (%)	0.61	1.18
Contenido de humedad (%)	0.57	0.17
Módulo de fineza	3.25	-
Tamaño máximo (pulg)	-	1"
Tamaño máximo nominal (pulg)	-	3/4"

Figura 147: Curva granulométrica del agregado fino natural

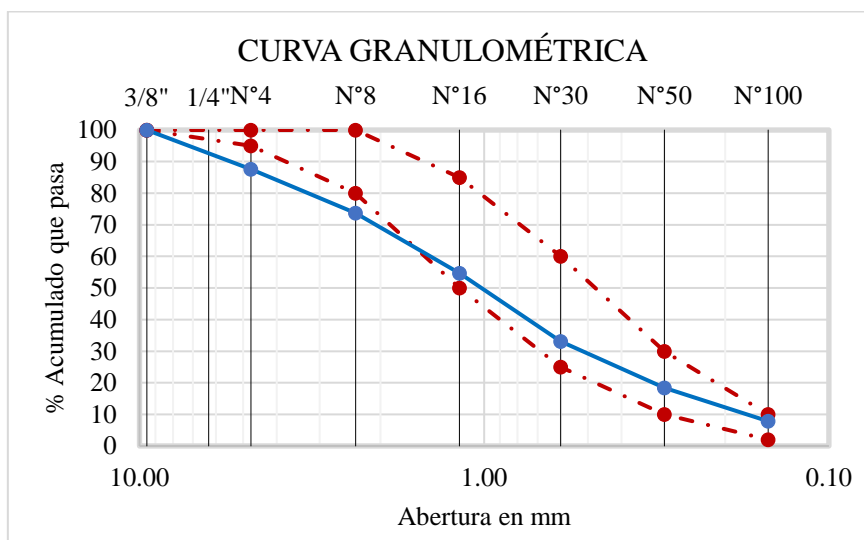


Figura 148: Curva granulométrica del agregado grueso natural

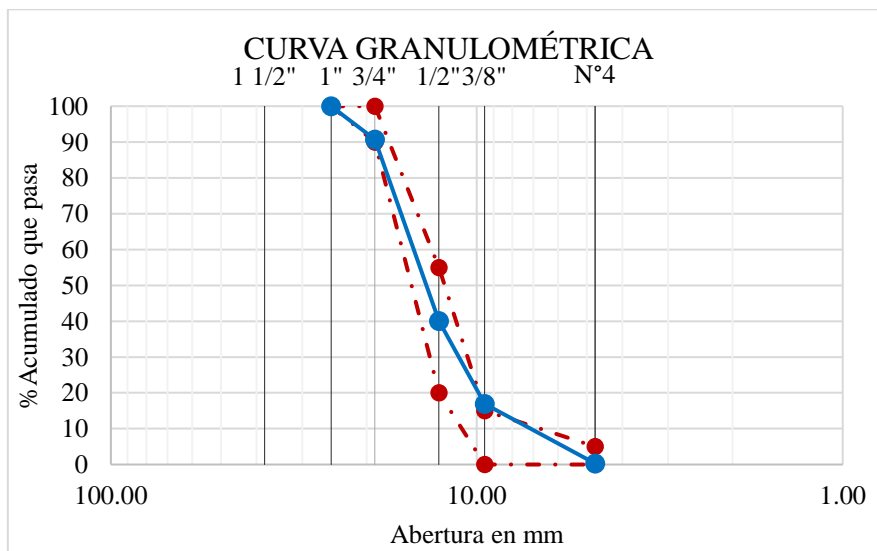


Tabla 16: Propiedades físicas de los agregados reciclados

Propiedades de los agregados	Agregados reciclados	
	Fino	Grueso
Peso específico de masa (gr/cm ³)	2.301	2.215
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1160.49	1122.63
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1413.77	1317.97
Absorción (%)	6.02	7.81
Contenido de humedad (%)	1.70	1.60
Módulo de fineza	3.53	-
Tamaño máximo (pulg)	-	1"
Tamaño máximo nominal (pulg)	-	3/4"
Porcentaje de finos (%)	9.91	-

Figura 149: Curva granulométrica del agregado fino reciclado

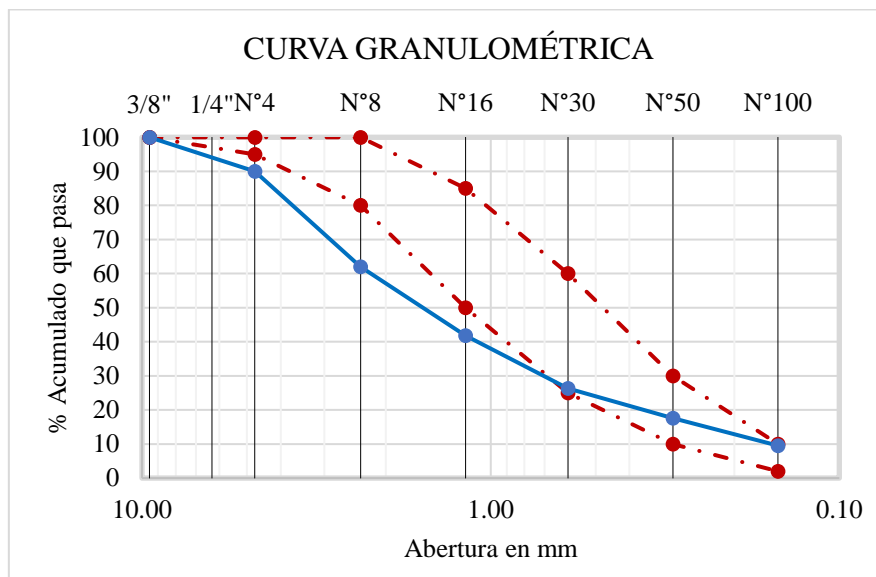
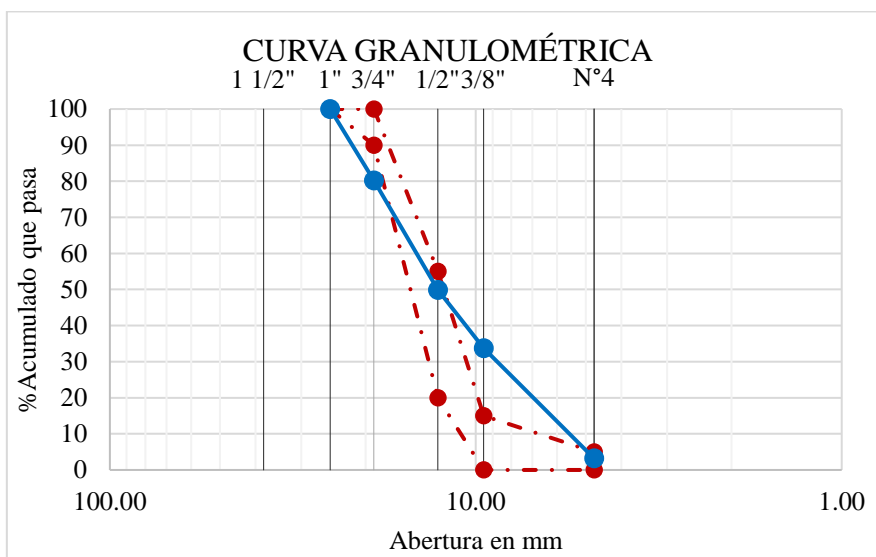


Figura 150: Curva granulométrica del agregado grueso reciclado



Evaluando las propiedades físicas del agregado fino natural, podemos observar que el módulo de fineza está ligeramente elevado respecto a lo estipulado en la NTP 400.037 (2.3 a 3.1). Además, en la figura 147 se puede apreciar que la curva granulométrica está fuera de los límites establecidos desde el tamiz 3/8" hasta N°16; sin embargo, esto no es una limitante para la elaboración de concreto siempre y cuando se demuestre que a los 28 días llegue a la resistencia de diseño.

Respecto al agregado grueso natural (ver Fig. 148), podemos decir que cumple con los parámetros estipulados por la NTP 400.037 para la curva granulométrica y que presenta un tamaño máximo de 3/4".

Evaluando las propiedades físicas del agregado fino reciclado, podemos observar que el módulo de fineza está elevado respecto a lo estipulado en la NTP 400.037 (2.3 a 3.1) e incluso es mayor al módulo de finura del agregado fino natural, lo cual nos quiere decir que es un poco pedregoso. Además, en la figura 149 se puede apreciar que la curva granulométrica está fuera de los límites establecidos desde el tamiz 3/8" hasta N°30. También podemos analizar el porcentaje de finos presente en el agregado reciclado, cuyo valor es mayor al establecido por la NTP 400.037 (máx. 7% para agregado fino reciclado); sin embargo, estos resultados no son limitante para la elaboración de concreto siempre y cuando se demuestre que a los 28 días llegue a la resistencia de diseño.


Respecto al agregado grueso reciclado (ver Fig. 150), podemos decir que no cumple con los parámetros estipulados por la NTP 400.037 para la curva granulométrica y que presenta un tamaño máximo de 3/4", pero puede ser utilizado si se sustenta lo mencionado líneas atrás.

Comparando las tablas 15 y 16 podemos notar que los agregados reciclados, tanto fino y grueso presentan un grado de absorción elevado respecto al agregado natural, lo cual implicará una mayor cantidad de agua de diseño. Esto se explica por el alto nivel de porosidad del agregado reciclado; además, una partícula porosa es menos dura que una partícula compacta según refiere [39]. En tal sentido, es lógico pensar que los pesos unitarios resulten más bajos al igual que el peso específico de masa, lo cual es cierto (ver tabla 16); esto conlleva a tener un mayor volumen de agregado reciclado por kg respecto al agregado natural.

Propiedades químicas de los agregados reciclados

Impurezas orgánicas

Tabla 17: Resultado del ensayo colorimétrico de impurezas orgánicas en el agregado fino reciclado

No. de color en placa orgánica		Fotografía
1		
2	x	
3 (estándar)		
4		
5		

Según la tabla 17, al comparar el color de la solución con el de la placa orgánica vemos que resulta el N°2, el cual es menor al estándar (N°3). En consecuencia, podemos asegurar que el agregado reciclado no es perjudicial para el concreto porque tiene un contenido de materia orgánica bajo.

Contenido de cloruros y sulfatos

Tabla 18: Resultado de ensayo de cloruros y sulfatos en el agregado fino realizado por la FIQIA

Tipo de análisis	Resultados		Especificaciones NTP 400.037	Observaciones
	mg/kg	%		
Sulfatos (SO ₄ -2)	474.871	0.047	1.200	Ok
Cloruros (Cl-)	1276.4025	0.128	0.10	No cumple

De la tabla 18, podemos verificar que el contenido de sulfatos cumple con lo establecido con la NTP 400.037. Por otro lado, vemos que el contenido de cloruros sobrepasa lo estipulado en dicha norma. Sin embargo, debido a que su aplicación es en elementos no estructurales como veredas y sardineles que no contienen acero de refuerzo, no será una limitante para el diseño.

Propiedades mecánicas de los agregados reciclados

Tabla 19: Granulometría para el ensayo de abrasión del agregado grueso reciclado

Mallas		Gradación A
Pasa	Retiene	Peso (gr)
1 1/2"	1"	0.0
1"	3/4"	1252.0
3/4"	1/2"	2502.0
1/2"	3/8"	1251.0
3/8"	Nº4	0.0
Total		5005.0

- Peso inicial antes del ensayo 5005.00 gr

- Peso final después de las 500 revoluciones 3198.00 gr

- % de desgaste por abrasión **36.10**

Según la NTP 400.039, el porcentaje de abrasión realizado mediante el método de Los Ángeles debe ser menor a 50%. El resultado obtenido de 36.10%, por lo cual se acepta el agregado reciclado grueso.

Diseños de mezcla usando agregado natural y agregado reciclado

Se realizaron dos diseños de mezcla. El primero está en función de las propiedades del agregado natural, a partir del cual se obtendrá la muestra patrón y las muestras con los 4 porcentajes de reemplazo. El segundo está en función de las propiedades del agregado reciclado.

La dosificación para el diseño de mezcla elaborado con agregados naturales y cemento GU se muestra a continuación:

	Cemento	Arena	Piedra	Agua
Proporción en peso:	1.0:	1.95:	2.09/	27.8 Lts/bls
Proporción en volumen:	1.0:	1.91:	2.37/	27.8 Lts/bls

La dosificación para el diseño de mezcla elaborado con agregados naturales y cemento MS se muestra a continuación:

	Cemento	Arena	Piedra	Agua
Proporción en peso:	1.0:	1.93:	2.07/	27.8 Lts/bls
Proporción en volumen:	1.0:	1.89:	2.35/	27.8 Lts/bls

La dosificación para el diseño de mezcla elaborado con agregados reciclados y cemento GU se muestra a continuación:

	Cemento	Arena	Piedra	Agua
Proporción en peso:	1.0:	1.96:	2.13/	37.0 Lts/bls
Proporción en volumen:	1.0:	2.54:	2.86/	37.0 Lts/bls

La dosificación para el diseño de mezcla elaborado con agregados reciclados y cemento MS se muestra a continuación:

	Cemento	Arena	Piedra	Agua
Proporción en peso:	1.0:	1.93:	2.11/	37.0 Lts/bls
Proporción en volumen:	1.0:	2.50:	2.82/	37.0 Lts/bls

Lo más relevante en las dosificaciones presentadas, independientemente del tipo de cemento, es el mayor requerimiento de agua por bolsa del diseño elaborado con agregados reciclados. Numéricamente, estaríamos hablando de 33% más de agua aproximadamente.

Los informes de diseños de mezcla se presentan en el anexo 09

Propiedades del concreto en estado fresco

Tabla 20: Propiedades del concreto en estado fresco del diseño patrón, los cuatro reemplazos y el diseño con agregados reciclados para los cementos GU y MS

Muestra	AGUA AÑADIDA* (mL/0.0520125m ³)	AGUA AÑADIDA* (L/m ³)	SLUMP (pulg)	PESO CONCRETO + REC. (gr)	PESO UNITARIO (kg/m ³)	CONT. AIRE (%)	T (°C)
CEMENTO GU							
0% AR (Patrón)	0.00	0.00	4.00	18666	2306.16	1.10	27.0
25% AR	0.00	0.00	2.00	18383	2266.10	2.00	29.5
50% AR	1700.00	32.68	2.00	18168	2235.67	1.60	30.5
75% AR	2200.00	42.30	0.50	17894	2196.89	3.80	28.5
100% AR	3700.00	71.14	1.00	17460	2135.46	2.50	26.5
100% AR DISEÑO	0.00	0.00	4.00	17704	2169.99	2.40	23.5
CEMENTO MS							
0% AR (Patrón)	0.00	0.00	3.50	18776	2321.73	1.30	30.0
25% AR	0.00	0.00	2.00	18408	2269.64	1.70	29.5
50% AR	1700.00	32.68	1.50	18109	2227.32	1.75	28.0
75% AR	2500.00	48.07	2.75	17499	2140.98	2.50	26.0
100% AR	3700.00	71.14	1.50	17306	2113.66	2.50	25.5
100% AR DISEÑO	0.00	0.00	4.00	17538	2146.50	1.00	25.0

*Agua incrementada al agua de diseño por motivo de trabajabilidad de la mezcla

En la tabla 20 se ve reflejada la porosidad de agregado reciclado, ya que a medida que aumenta el porcentaje de reemplazo requiere mayor cantidad de agua para que la mezcla sea trabajable. Además, se observa que el peso unitario del concreto es inversamente proporcional al porcentaje de reemplazo de agregados reciclados, ya que disminuye al aumentar los porcentajes.

Resistencia a la compresión del concreto

En las siguientes tablas se muestran los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de las muestras evaluadas: muestra patrón (elaborada con agregados naturales), muestras con reemplazo del 25%, 50%, 75, 100% de agregado reciclado y muestra elaborada con agregados reciclados al 100%. Todas las muestras mencionadas se ensayaron a la edad de 7, 14 y 28 días de curado.

Tabla 21: Resistencia promedio a la compresión del diseño patrón usando agregados naturales y cemento GU

0%AR (Patrón)-GU		
Días	f'c (kg/cm2)	%
7	181.57	103.76
14	201.25	115.00
28	218.04	124.60

Tabla 22: Resistencia promedio a la compresión del diseño patrón con reemplazo del 25% de agregados reciclados usando cemento GU

25%AR-GU		
Días	f'c (kg/cm2)	%
7	163.50	93.43
14	174.49	99.71
28	196.68	112.39

Tabla 23: Resistencia promedio a la compresión del diseño patrón con reemplazo del 50% de agregados reciclados usando cemento GU

50%AR-GU		
Días	f'c (kg/cm2)	%
7	145.59	83.19
14	152.88	87.36
28	172.58	98.62

Tabla 24: Resistencia promedio a la compresión del diseño patrón con reemplazo del 75% de agregados reciclados usando cemento GU

75%AR-GU		
Días	f'c (kg/cm²)	%
7	149.25	85.29
14	158.92	90.81
28	172.86	98.78

Tabla 25: Resistencia promedio a la compresión del diseño patrón con reemplazo del 100% de agregados reciclados usando cemento GU

100%AR-GU		
Días	f'c (kg/cm²)	%
7	132.64	75.80
14	147.55	84.31
28	166.35	95.06

Tabla 26: Resistencia promedio a la compresión del diseño usando agregados reciclados y cemento GU

100%AR (Diseño)-GU		
Días	f'c (kg/cm²)	%
7	115.56	66.04
14	131.65	75.23
28	143.54	82.02

Tabla 27: Resistencia promedio a la compresión del diseño patrón usando agregados naturales y cemento MS

0%AR (Patrón)-MS		
Días	f'c (kg/cm²)	%
7	195.60	111.77
14	222.79	127.31
28	247.08	141.19

Tabla 28: Resistencia promedio a la compresión del diseño patrón con reemplazo del 25% de agregados reciclados usando cemento MS

25%AR-MS		
Días	f'c (kg/cm²)	%
7	192.25	109.86
14	210.04	120.02
28	239.99	137.14

Tabla 29: Resistencia promedio a la compresión del diseño patrón con reemplazo del 50% de agregados reciclados usando cemento MS

50%AR-MS		
Días	f'c (kg/cm²)	%
7	177.61	101.49
14	193.53	110.59
28	221.91	126.81

Tabla 30: Resistencia promedio a la compresión del diseño patrón con reemplazo del 75% de agregados reciclados usando cemento MS

75%AR-MS		
Días	f'c (kg/cm²)	%
7	153.50	87.71
14	172.32	98.47
28	198.21	113.26

Tabla 31: Resistencia promedio a la compresión del diseño patrón con reemplazo del 100% de agregados reciclados usando cemento MS

100%AR-MS		
Días	f'c (kg/cm²)	%
7	159.12	90.92
14	176.31	100.75
28	189.21	108.12

Tabla 32: Resistencia promedio a la compresión del diseño usando agregados reciclados y cemento MS

100%AR (Diseño)-MS		
Días	f'c (kg/cm²)	%
0	0	0
7	121.64	69.51
14	141.20	80.69
28	150.65	86.09

El desarrollo de las curvas de edad vs resistencia a la compresión de las diferentes muestras evaluadas se muestra en los siguientes gráficos:

Figura 151: Curva edad (días) vs resistencia a la compresión (%) de las muestras elaborados con cemento GU

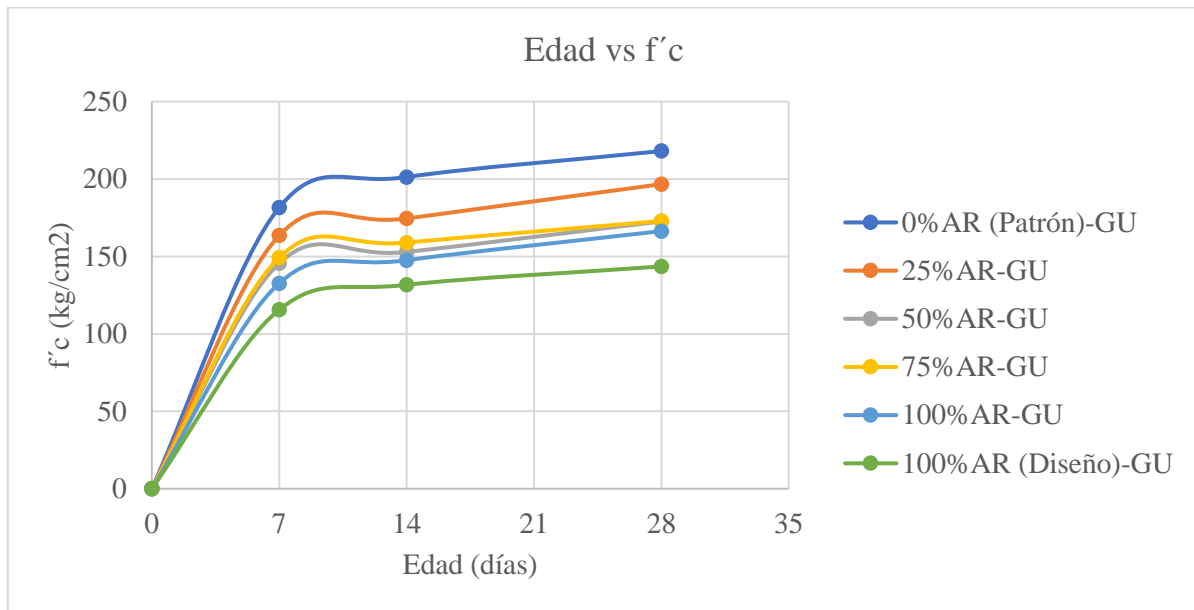
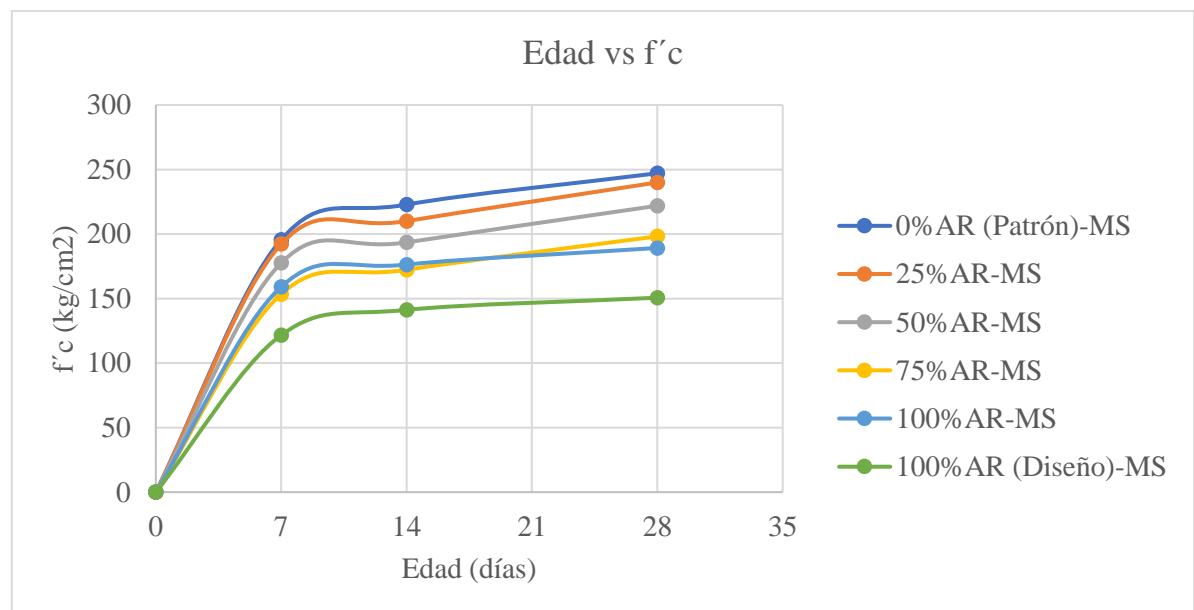


Figura 152: Curva edad (días) vs resistencia a la compresión (%) de las muestras elaborados con cemento MS



De manera general, en los siguientes gráficos, se puede apreciar en ambos tipos de cemento que a medida que aumenta el reemplazo del agregado reciclado, disminuye la resistencia a la compresión.

Figura 153: Resistencia a la compresión a los 28 días de ensayo de las muestras evaluadas usando cemento GU

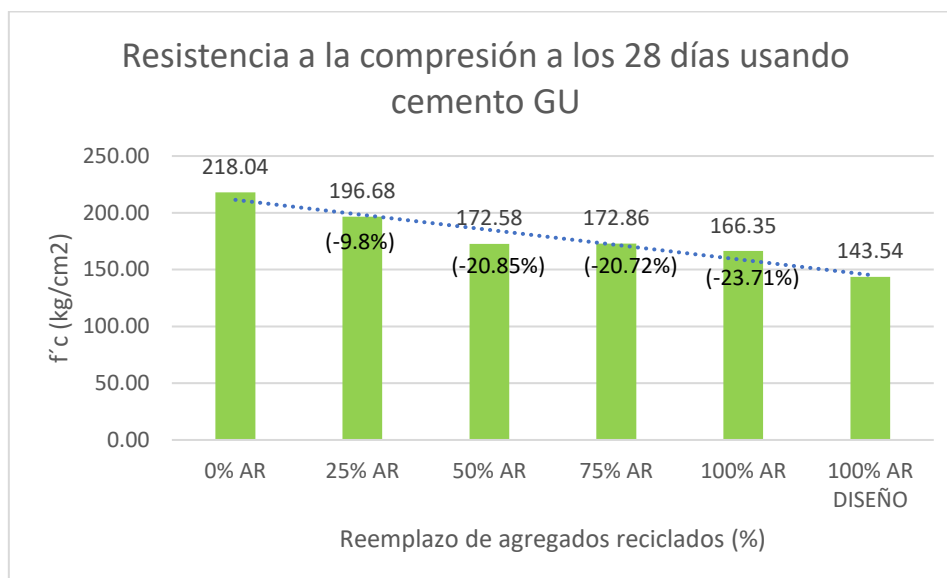
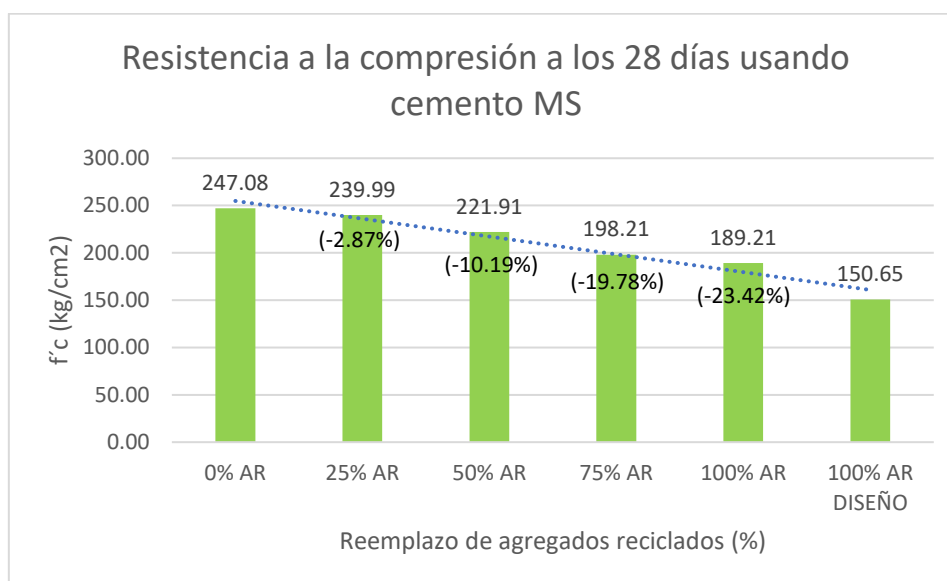


Figura 154: Resistencia a la compresión a los 28 días de ensayo de las muestras evaluadas usando cemento MS



Las resistencias alcanzadas a los 28 días de ensayo para las muestras diseñadas con cemento GU son 218.04 kg/cm², 196.68 kg/cm², 172.58 kg/cm², 172.86 kg/cm², 166.35 kg/cm², 143.54 kg/cm² para la muestra patrón, muestras elaboradas con 25%, 50%, 75%, 100% de reemplazo de agregado reciclado y muestra diseñada con agregados reciclados, respectivamente. Además, para los cuatro porcentajes de reemplazo podemos ver que la resistencia a la compresión disminuye en 9.8%, 20.85%, 20.72% y 23.71% respecto a la muestra patrón.

Las resistencias alcanzadas a los 28 días de ensayo para las muestras diseñadas con cemento MS son 247.08 kg/cm², 239.99 kg/cm², 221.91 kg/cm², 198.21 kg/cm², 189.21 kg/cm²,

150.65 kg/cm² para la muestra patrón, muestras elaboradas con 25%, 50%, 75%, 100% de reemplazo de agregado reciclado y muestra diseñada con agregados reciclados, respectivamente. Además, para los cuatro porcentajes de reemplazo podemos ver que la resistencia a la compresión disminuye en 2.87%, 10.19%, 19.78% y 23.42% respecto a la muestra patrón.

Si comparamos entre los tipos de cemento, vemos que el cemento MS nos da mejores resultados que el cemento GU. Con el primero, tanto la muestra patrón como las muestras con reemplazo de agregado reciclado sobrepasan la resistencia de diseño haciendo viable su uso. Por otro lado, usando el cemento GU solo alcanzan la resistencia de diseño la muestra patrón y la muestra con reemplazo del 25% de agregado reciclado.

Respecto a los diseños realizados con 100% de agregado reciclado, vemos que su resistencia final a los 28 días llegó a 82.02% y 86.09% respecto al f_c de diseño para los cementos GU y MS, respectivamente.

Análisis económico de los agregados naturales frente a los reciclados

Para realizar un análisis económico de un concreto elaborado con agregados naturales frente a uno que contenga agregados reciclados en su composición, primero se calculó el coste de la obtención de 1m³ de concreto reciclado (ver tabla 33) y finalmente el coste de 1m³ de agregado reciclado (ver tabla 34), el cual usaremos en el análisis de costos unitarios para la fabricación de 1m³ de concreto.

Cabe indicar que los precios del alquiler de equipos y mano de obra fueron extraídos de la revista Costos del mes de mayo del 2022.

Tabla 33: Costo unitario del carguío y transporte del material reciclado

COSTO UNITARIO DEL CARGUÍO Y TRANSPORTE DEL MATERIAL RECICLADO						
Subpartida	Unidad	Cantidad	P. Unit.	Unidad:	Subtotal	Total S/
A) Carguío de material reciclado a volquete	m ³	1.000	2.38	m ³	2.38	
B) Transporte de material reciclado a chancadora	m ³	1.000	10.86		10.86	
						13.24
			COSTO DIRECTO:			13.24

Subpartida:	A) Carguío de material reciclado a volquete							
Descripción del recurso	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	Rdmto:	P. Unit.	Unidad:	Subtotal	Total S/
Equipo				694.51 m ³ /día		m ³		
Cargador frontal S/LL 2.50Y3 100-125HP	1	hm	0.012		206.32		2.38	
								2.38
					COSTO DIRECTO:			2.01

Subpartida:		B) Transporte de material reciclado a chancadora				
		Rdmto:	252.88 m3/día	Unidad:	m3	
Descripción del recurso	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	P. Unit.	Subtotal	Total S/
Equipo						
Camión volquete 12 m3	1	hm	0.032	343.34	10.86	
						10.86
					COSTO DIRECTO:	10.86

Tabla 34: Costo unitario de agregado reciclado

COSTO UNITARIO DE AGREGADO RECICLADO						
		Rdmto:	188.00 m3/día	Unidad:	m3	
Descripción del recurso	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	P. Unit.	Subtotal	Total S/
Mano de obra						
Operario	1	hh	0.043	24.23	1.03	
Peón	1	hh	0.043	17.29	0.74	
Materiales						
Material reciclado		m3	1.200	13.24	15.89	
Equipo						
Chancadora secundaria 75HP	1	hm	0.043	99.83	4.25	
Zaranda vibratoria 15HP	1	hm	0.043	53.56	2.28	
Petróleo		gal	0.249	13.69	3.41	
						27.59
					COSTO DIRECTO:	27.59

A continuación, se muestra el análisis de costos unitarios de un concreto convencional $f'c=175$ kg/cm², frente a una concreto con reemplazo de agregados reciclados. Cabe indicar que, en función a los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión, solo se evaluará la factibilidad económica de aquellos porcentajes que hayan superado la resistencia de diseño de 175 kg/cm². En este sentido se hará el análisis económico para la muestra patrón usando cemento GU y para la muestra con reemplazo del 25% de agregado reciclado de ese tipo de cemento. También se realizará para la muestra patrón usando cemento MS y para todos los porcentajes de reemplazo evaluados, en vista de que todos cumplen lo requerido.

Tabla 35: Costo unitario de un concreto convencional usando cemento GU

Descripción del recurso	Cuadrilla	Unidad	Rdmtó: 10.00 m ³ /día		Unidad: m ³	
			Cantidad	P. Unit.	Subtotal	Total S/
Mano de obra						
Operario	1	hh	0.800	24.23	19.38	
Oficial	1	hh	0.800	19.13	15.30	
Peón	4	hh	3.200	17.29	55.33	
Materiales						
Cemento Portland Tipo GU		bls	8.118	21.86	177.50	
Agregado fino natural		m ³	0.563	46.61	26.24	
Agregado grueso natural		m ³	0.649	72.03	46.75	
Agregado fino reciclado		m ³	0.000	27.59	0.00	
Agregado grueso reciclado		m ³	0.000	27.59	0.00	
Agua		m ³	0.269	5.00	1.35	
Gasolina		gal	0.480	19.31	9.27	
Equipo						
Mezcladora de concreto de 18HP 11-12p3	1	hm	0.800	12.38	9.90	
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	0.5	hm	0.400	6.25	2.50	
Desgaste de herramientas		%MO	0.030	90.02	2.70	
						366.22
COSTO DIRECTO:						366.22

Tabla 36: Costo unitario de un concreto con reemplazo del 25% de agregados reciclados usando cemento GU

Descripción del recurso	Cuadrilla	Unidad	Rdmtó: 10.00 m ³ /día		Unidad: m ³	
			Cantidad	P. Unit.	Subtotal	Total S/
Mano de obra						
Operario	1	hh	0.800	24.23	19.38	
Oficial	1	hh	0.800	19.13	15.30	
Peón	4	hh	3.200	17.29	55.33	
Materiales						
Cemento Portland Tipo GU		bls	8.118	21.86	177.50	
Agregado fino natural		m ³	0.422	46.61	19.68	
Agregado grueso natural		m ³	0.487	72.03	35.06	
Agregado fino reciclado		m ³	0.186	27.59	5.14	
Agregado grueso reciclado		m ³	0.192	27.59	5.29	
Agua		m ³	0.269	5.00	1.35	
Gasolina		gal	0.480	19.31	9.27	
Equipo						
Mezcladora de concreto de 18HP 11-12p3	1	hm	0.800	12.38	9.90	
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	0.5	hm	0.400	6.25	2.50	
Desgaste de herramientas		%MO	0.030	90.02	2.70	
						358.40
COSTO DIRECTO:						358.40

Tabla 37: Costo unitario de un concreto convencional usando cemento MS

COSTO UNITARIO DE CONCRETO $f'c=175$ kg/cm² EN MARTILLOS (0%AR Muestra patrón-MS)						
Descripción del recurso	Cuadrilla	Unidad	Rdmtó:	10.00 m ³ /día	Unidad:	m ³
			Cantidad	P. Unit.	Subtotal	Total S/
Mano de obra						
Operario	1	hh	0.800	24.23	19.38	
Oficial	1	hh	0.800	19.13	15.30	
Peón	4	hh	3.200	17.29	55.33	
Materiales						
Cemento Portland Tipo MS		bls	8.173	23.14	189.09	
Agregado fino natural		m ³	0.560	46.61	26.12	
Agregado grueso natural		m ³	0.647	72.03	46.62	
Agregado fino reciclado		m ³	0.000	27.59	0.00	
Agregado grueso reciclado		m ³	0.000	27.59	0.00	
Agua		m ³	0.271	5.00	1.35	
Gasolina		gal	0.480	19.31	9.27	
Equipo						
Mezcladora de concreto de 18HP 11-12p3	1	hm	0.800	12.38	9.90	
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	0.5	hm	0.400	6.25	2.50	
Desgaste de herramientas		%MO	0.030	90.02	2.70	
						377.57
COSTO DIRECTO:						377.57

Tabla 38: Costo unitario de un concreto con reemplazo del 25% de agregados reciclados usando cemento MS

COSTO UNITARIO DE CONCRETO $f'c=175$ kg/cm² EN MARTILLOS (25%AR-MS)						
Descripción del recurso	Cuadrilla	Unidad	Rdmtó:	10.00 m ³ /día	Unidad:	m ³
			Cantidad	P. Unit.	Subtotal	Total S/
Mano de obra						
Operario	1	hh	0.800	24.23	19.38	
Oficial	1	hh	0.800	19.13	15.30	
Peón	4	hh	3.200	17.29	55.33	
Materiales						
Cemento Portland Tipo MS		bls	8.173	23.14	189.09	
Agregado fino natural		m ³	0.420	46.61	19.59	
Agregado grueso natural		m ³	0.485	72.03	34.97	
Agregado fino reciclado		m ³	0.185	27.59	5.11	
Agregado grueso reciclado		m ³	0.191	27.59	5.28	
Agua		m ³	0.271	5.00	1.35	
Gasolina		gal	0.480	19.31	9.27	
Equipo						
Mezcladora de concreto de 18HP 11-12p3	1	hm	0.800	12.38	9.90	
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	0.5	hm	0.400	6.25	2.50	
Desgaste de herramientas		%MO	0.030	90.02	2.70	
						369.78
COSTO DIRECTO:						369.78

Tabla 39: Costo unitario de un concreto con reemplazo del 50% de agregados reciclados usando cemento MS

COSTO UNITARIO DE CONCRETO $f'c=175$ kg/cm² EN MARTILLOS (50%AR-MS)						
Descripción del recurso	Cuadrilla	Unidad	Rdmtó:	10.00 m ³ /día	Unidad:	m ³
			Cantidad	P. Unit.	Subtotal	Total S/
Mano de obra						
Operario	1	hh	0.800	24.23	19.38	
Oficial	1	hh	0.800	19.13	15.30	
Peón	4	hh	3.200	17.29	55.33	
Materiales						
Cemento Portland Tipo MS		bls	8.173	23.14	189.09	
Agregado fino natural		m ³	0.280	46.61	13.06	
Agregado grueso natural		m ³	0.324	72.03	23.31	
Agregado fino reciclado		m ³	0.371	27.59	10.23	
Agregado grueso reciclado		m ³	0.383	27.59	10.56	
Agua		m ³	0.304	5.00	1.52	
Gasolina		gal	0.480	19.31	9.27	
Equipo						
Mezcladora de concreto de 18HP 11-12p3	1	hm	0.800	12.38	9.90	
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	0.5	hm	0.400	6.25	2.50	
Desgaste de herramientas		%MO	0.030	90.02	2.70	
						362.15
COSTO DIRECTO:						362.15

Tabla 40: Costo unitario de un concreto con reemplazo del 75% de agregados reciclados usando cemento MS

COSTO UNITARIO DE CONCRETO $f'c=175$ kg/cm² EN MARTILLOS (75%AR-MS)						
Descripción del recurso	Cuadrilla	Unidad	Rdmtó:	10.00 m ³ /día	Unidad:	m ³
			Cantidad	P. Unit.	Subtotal	Total S/
Mano de obra						
Operario	1	hh	0.800	24.23	19.38	
Oficial	1	hh	0.800	19.13	15.30	
Peón	4	hh	3.200	17.29	55.33	
Materiales						
Cemento Portland Tipo MS		bls	8.173	23.14	189.09	
Agregado fino natural		m ³	0.140	46.61	6.53	
Agregado grueso natural		m ³	0.162	72.03	11.66	
Agregado fino reciclado		m ³	0.556	27.59	15.34	
Agregado grueso reciclado		m ³	0.574	27.59	15.84	
Agua		m ³	0.319	5.00	1.59	
Gasolina		gal	0.480	19.31	9.27	
Equipo						
Mezcladora de concreto de 18HP 11-12p3	1	hm	0.800	12.38	9.90	
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	0.5	hm	0.400	6.25	2.50	
Desgaste de herramientas		%MO	0.030	90.02	2.70	
						354.44
COSTO DIRECTO:						354.44

Tabla 41: Costo unitario de un concreto con reemplazo del 100% de agregados reciclados usando cemento MS

COSTO UNITARIO DE CONCRETO f'c=175 kg/cm2 EN MARTILLOS (100%AR-MS)						
Descripción del recurso	Cuadrilla	Unidad	Rdmtó:	10.00 m3/día	Unidad:	m3
			Cantidad	P. Unit.	Subtotal	Total S/
Mano de obra						
Operario	1	hh	0.800	24.23	19.38	
Oficial	1	hh	0.800	19.13	15.30	
Peón	4	hh	3.200	17.29	55.33	
Materiales						
Cemento Portland Tipo MS		bls	8.173	23.14	189.09	
Agregado fino natural		m3	0.000	46.61	0.00	
Agregado grueso natural		m3	0.000	72.03	0.00	
Agregado fino reciclado		m3	0.741	27.59	20.45	
Agregado grueso reciclado		m3	0.766	27.59	21.12	
Agua		m3	0.342	5.00	1.71	
Gasolina		gal	0.480	19.31	9.27	
Equipo						
Mezcladora de concreto de 18HP 11-12p3	1	hm	0.800	12.38	9.90	
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	0.5	hm	0.400	6.25	2.50	
Desgaste de herramientas		%MO	0.030	90.02	2.70	
						346.76
COSTO DIRECTO:						346.76

Tabla 42: Diferencia de costos de un concreto elaborado con reemplazo de agregado reciclado frente a un concreto convencional elaborado con cemento GU

	Patrón-GU	25%AR
Diferencia por m3 (S/)	0.00	-7.82
%	0.00	-2.13

Tabla 43: Diferencia de costos de un concreto elaborado con reemplazo de agregado reciclado frente a un concreto convencional elaborado con cemento MS

	Patrón-MS	25%AR	50%AR	75%AR	100%AR
Diferencia por m3 (S/)	0.00	-7.79	-15.42	-23.13	-30.81
%	0.00	-2.06	-4.08	-6.13	-8.16

Como podemos apreciar en las tablas 42 y 43, el precio en la elaboración de 1m3 de concreto disminuye a medida que aumentamos el porcentaje de reemplazo de agregado reciclado. Para el concreto elaborado con cemento GU con reemplazo del 25% de agregado reciclado, el costo es 1.93% menor que el precio de un concreto convencional. En cambio, para un concreto elaborado con cemento MS con reemplazo del 25%, 50%, 75% y 100% de agregado reciclado, los costos son más bajos en 2.06%, 4.08%, 6.13% y 8.16% respectivamente frente a un concreto convencional.

Por otro lado, si comparamos entre tipos de cemento vemos que el concreto con 25% de agregado reciclado usando cemento MS es 3.17% (S/11.38) más caro que uno elaborado con cemento GU. En este sentido, se puede utilizar este cemento como una buena opción técnica,

económica y ambiental para este porcentaje de reemplazo. En cuanto a los demás porcentajes de reemplazo, el cemento MS es la mejor opción técnica, económica y ambiental.

V. Discusión

En esta sección se muestra la comparación de los resultados de la presente investigación con aquellos obtenidos en tesis y artículos de los antecedentes.

Volumen estimado de desmonte y basura encontrados en las zonas de estudio

Tabla 44: Comparación de % de concreto reciclado en zonas de estudio de investigaciones

	Mis datos	Investigación
		[11]
% restos de concreto	15.09	12.92

La investigación [11] no evalúa la cantidad de desmonte y basura encontradas en su zona de estudio; sin embargo, menciona la cantidad de residuos de concreto producidos en su ciudad. Esta investigación nos refiere que de los 48.2 m³ semanales de RCD que se producen en Barranquilla, el 12.92% corresponde a residuos de concreto. Podemos apreciar que el dato encontrado se aproxima a este valor, por lo cual vemos que es un porcentaje considerable que puede ser reaprovechado.

Propiedades físicas de los agregados

Tabla 45: Comparación de propiedades físicas del agregado reciclado grueso en diversas investigaciones

Propiedades físicas	Mis datos	Investigación			
		[10]	[13]	[14]	[15]
Peso específico de masa (gr/cm³)	2.21	2.53	2.52	2.25	2.42
Peso unitario suelto (kg/m³)	1122.63	NE	1266.99	1018.93	1073.00
Peso unitario compactado (kg/m³)	1317.97	NE	1385.66	1052.83	1196.00
Absorción (%)	7.81	4.2	3.65	6.47	8.35
Contenido de humedad (%)	1.60	NE	1.43	4.14	2.72
Tamaño máximo nominal (pulg)	3/4"	3/4"	1"	1"	3/4"

Comparando las propiedades físicas del agregado reciclado grueso, podemos observar los resultados encontrados en las investigaciones varían, pero no en demasía. En relación con el TMN, vemos que las investigaciones [10] y [15] usan el mismo empleado en nuestra investigación.

Tabla 46: Comparación de propiedades físicas del agregado reciclado fino en diversas investigaciones

Propiedades físicas	Mis datos	Investigación	
		[10]	[14]
Peso específico de masa (gr/cm³)	2.30	2.52	2.19
Peso unitario suelto (kg/m³)	1160.49	NE	1318.96
Peso unitario compactado (kg/m³)	1413.77	NE	1454.33
Absorción (%)	6.02	3.2	8.32
Contenido de humedad (%)	1.70	NE	10.56
Módulo de fineza	3.53	3.30	3.36

Respecto al agregado fino reciclado, observamos que no es muy empleado en las investigaciones, a diferencia del agregado grueso. Asimismo, se puede apreciar que el módulo de fineza de nuestro agregado fino reciclado es mayor a las investigaciones presentadas en la tabla 58.

En cuanto al porcentaje de absorción, podemos decir que en todas las investigaciones es alto en agregados grueso y fino reciclados.

Propiedades mecánicas de los agregados reciclados

Tabla 47: Comparación de %abrazión del agregado grueso reciclado con otras investigaciones

Propiedades mecánicas	Mis datos	Investigación
		[13]
Abración (%)	36.10	29.70

Podemos observar que el porcentaje de abrasión del agregado grueso reciclado de la investigación [13] es menor en relación la nuestra, y podría dar mejores resultados en el ensayo de resistencia a la compresión.

Propiedades del concreto en estado fresco

Tabla 48: Comparación de asentamientos con los obtenidos en otras investigaciones

Propiedades del concreto en estado fresco-Slump	Mis datos (cm)			Investigación (cm)		
	GU	MS	[11]	[12]	[13]	[15]
Slump esperado	7.5-10cm	7.5-10cm	5-7.5cm	16-20cm	7.5-10cm	7.5-10cm
Patrón (0%AR)	10.00	8.75	6.84*	18.00	9.00*	8.75
25%AR	5.00	5.00	6.50*	14.20	9.25*	6.50
50%AR	5.00	4.00	6.35*	12.50	10.25*	
75%AR	1.25	6.88		10.00		
100%AR	2.50	3.75		6.00		
100%AR DISEÑO	10.00	10.00	6.05		7.50	

*Asentamientos resultantes de un diseño de mezcla en esas proporciones de reemplazo

Primero, cabe indicar que todas las investigaciones presentadas en la tabla 60 reemplazan solo agregado grueso reciclado. Luego, observamos el asentamiento obtenido en las diferentes investigaciones y vemos que a medida que aumenta el porcentaje de agregado reciclado disminuye el slump, lo cual es lógico porque la absorción en este agregado es elevada como ya se mostró en cuadros anteriores y se corrobora con investigación [12]. Aunque según vemos, en esta investigación por la gran absorción del material reciclado, el slump esperado estuvo en el rango de 16 a 20cm (6 a 8 pulg), en este sentido vemos que en su primer reemplazo de 25% de agregado grueso reciclado, el asentamiento disminuye en 3.8cm (1.5”), que comparado con nuestros datos vemos que es similar ya que disminuye 5cm (2”) usando cemento GU y 3.75cm (1.5”) con cemento MS.

La investigación [15] también corrobora la idea de que a medida que aumenta el agregado reciclado, disminuye el asentamiento, dando una diferencia de asentamientos de 2.25cm (0.9”).

Ahora bien, en nuestra investigación a medida que se incrementaba el porcentaje de reemplazo, el requerimiento era mucho mayor. En dicho sentido, a partir de la muestra 50%AR se necesitó agregar agua a la tanda, disminuyendo la resistencia a la compresión.

Por otro lado, en vista que las investigaciones [11] y [13] realizaron un diseño de mezcla con los porcentajes de reemplazo empleados en sus estudios, no necesariamente tienen que disminuir a medida que se haga el reemplazo. A pesar de ello, vemos que en el trabajo realizados por [11], disminuye el slump, aunque en menor medida.

Tabla 49: Comparación de pesos unitarios de concreto en estado fresco con otras investigaciones

Propiedades del concreto en estado fresco-Peso unitario	Mis datos (kg/m ³)		Investigación (kg/m ³)	
	GU	MS	[13]	[15]
Patrón (0%AR)	2306.16	2321.73	2368.67*	2328.00
25%AR	2266.10	2269.64	2323.29*	2295.50
50%AR	2235.67	2227.32	2347.61*	
100%AR DISEÑO	2169.99	2146.50	2291.49	

*Pesos unitarios resultantes de un diseño de mezcla en esas proporciones de reemplazo

En relación con los pesos unitarios, vemos que en la investigación [15] también disminuyen a medida que se aumenta el porcentaje de reemplazo. En la investigación [13] sucede algo similar; aunque en 50% de reemplazo aumenta respecto al reemplazo anterior.

Resistencia a la compresión del concreto

Tabla 50: Comparación de resultados de resistencia a la compresión con la investigación [13]

Resistencia a la compresión del concreto	Mis datos (kg/cm ²)	Investigación (kg/cm ²)
		[13]
Cemento usado	GU	Tipo I
f'c o fcr	fcr=245 kg/cm ²	f'c=175 kg/cm ² **
Patrón (0%AR)	218.04	200.42*
25%AR	196.68	196.02*
50%AR	172.58	199.93*
100%AR DISEÑO	143.54	195.93

*Resistencia a la compresión de un diseño de mezcla en esas proporciones de reemplazo
 **Está diseñado incluyendo el factor de seguridad

En la tabla 50 podemos observar que empleando 25% de agregado reciclado tanto como diseño como reemplazo nos da resultados aproximados. El resto son diferentes ya que la investigación [13] realiza un diseño de mezcla por cada porcentaje empleado y usa un factor de seguridad (valor no especificado en la investigación), por lo cual está elaborado para que cumpla la misma.

Teniendo en cuenta que la investigación [13] solo emplea agregado grueso reciclado, vemos que presenta mejores resultados que la nuestra con cemento GU.

Tabla 51: Comparación de resultados de resistencia a la compresión con la investigación [14]

Resistencia a la compresión del concreto	Mis datos (kg/cm ²)	Investigación (kg/cm ²)
		[14]
Cemento usado	MS	MS
f'c o f'cr	f'cr=245 kg/cm ²	f'cr=245 kg/cm ³
Patrón (0%AR)	247.08	252.59
50%AR	221.91	205.88
75%AR	198.21	191.24
100%AR DISEÑO	150.65	186.35

En la tabla 51 podemos ver que los resultados son similares, excepto el diseño realizado con el 100% de agregados reciclados. Esta cercanía en los valores de resistencia a la compresión se debe a que se empleó el mismo tipo de cemento. A pesar de que el método empleado por la investigación [14] es la combinación de agregados y en la nuestra es el ACI, vemos que los resultados no varían mucho, lo cual es satisfactorio para el uso de este agregado en elementos no estructurales.

Tabla 52: Comparación de resultados de resistencia a la compresión con la investigación [15]

Resistencia a la compresión del concreto	Mis datos (kg/cm²)	Investigación (kg/cm²)
		[15]
Cemento usado	GU	Tipo I
f'c o f'cr	f'cr=245 kg/cm ²	f'c=175 kg/cm ² *
Patrón (0%AR)	218.04	175.50
25%AR	196.68	145.78

*Está diseñado sin incluir el factor de seguridad

En la tabla 52 podemos observar que la resistencia a la compresión con 25% de reemplazo agregado grueso reciclado de la investigación [13] no cumple la resistencia de diseño lo que vuelve el agregado reciclado inviable. Cabe mencionar que en esta investigación no se aplicó el factor de seguridad por lo que al usarlo podría cumplir con el porcentaje de reemplazo mencionado, así como en nuestra investigación que sobrepasa los 175 kg/cm². En este sentido no debemos descartar a la ligera este agregado que tiene gran potencial para su empleo en elementos no estructurales.

Análisis económico de los agregados naturales frente a los reciclados

Tabla 53: Comparación de diferencia de costo por m³ en % con la investigación [13]

Diferencia por m³ (%)	Mis datos (%)	Investigación (%)
		[13]
Cemento usado	MS	Tipo I
25%AR	-2.96	5.64
50%AR	-5.86	12.11

Podemos observar el precio por m³ al aumentar el porcentaje de reemplazo, en nuestro caso disminuye 2.96% y 5.86% para los 25%AR y 50%AR respectivamente. En cambio, en la investigación [13] vemos que estos precios aumentan. Cabe recalcar que dicha investigación no realizó un análisis de costos unitarios para hallar el precio de 1m³ de agregado reciclado, por lo que nuestra investigación se aproxima más a la realidad en dicho sentido.

En consecuencia, al disminuir el precio del agregado reciclado hace viable su uso en elementos no estructurales como veredas y sardineles.

VI. Conclusiones

- Respecto a la hipótesis planteada, concluimos que no cumple ya que el agregado reciclado sí influye significativamente en la resistencia a la compresión.
- En la zona de estudio, del total de RCD encontrados, se estimó un volumen de 741.19 m³ (93.80%) de desmonte y 49.01 m³ (6.20%) de basura. Del desmonte, 15.09% es concreto reciclado y puede ser usado en la elaboración de nuevo concreto.
- Respecto a las propiedades físicas de los agregados reciclados, se concluye que la curva granulométrica tanto del agregado grueso como fino no se encuentra dentro del rango estipulado por la NTP 400.037. En adición, debido a su alta porosidad, la absorción es elevada con valores de 6.02% y 7.81% para los agregados fino y grueso respectivamente. Además, el peso unitario suelto es menor respecto a los agregados naturales, resultando valores de 1160.49 kg/m³ y 1122.63 kg/m³ para agregados fino y grueso respectivamente. Asimismo, el peso específico de masa también baja por la porosidad reflejado en los valores de 2.301 gr/cm³ y 2.215 gr/cm³ para los agregados fino y grueso respectivamente.
- Las propiedades químicas analizadas para el agregado fino reciclado son el contenido de impurezas orgánicas y contenido de sales (cloruros y sulfatos). Con relación a lo primero, en el análisis colorimétrico nos resulta un color N°2, por lo que se concluye que presenta un bajo contenido de impurezas orgánicas. En cuanto al contenido de cloruros y sulfatos, resultó 0.047% (<1.2%) y 0.128% (>0.10%) respectivamente; solo el primero de ellos es satisfactorio a lo contemplado en la NTP 400.037. A pesar de ello, el agregado puede ser usado en la elaboración de concreto simple.
- Con relación al porcentaje de abrasión del agregado grueso reciclado, nos resultó un valor de 36.10% (<50%), por lo cual se concluye que es satisfactorio su uso en veredas.
- Las dosificaciones en volumen obtenidas en el diseño de mezcla usando agregados naturales con cemento GU y MS son 1: 1.91: 2.37 / 27.8 Lts/bls y 1: 1.89: 2.35 / 27.8 Lts/bls, respectivamente. Por otro lado, las dosificaciones en volumen obtenidas en el diseño de mezcla usando agregados reciclados con cemento GU y MS son 1: 2.54: 2.86 / 37 Lts/bls y 1: 2.50: 2.82 / 37 Lts/bls, respectivamente. En este sentido se concluye que un diseño de mezclas con agregados reciclados requiere una mayor cantidad de agua que un diseño usando agregados naturales.
- Respecto a las muestras con porcentajes de reemplazo, se concluye que, al aumentar los porcentajes de reemplazo incrementa la cantidad de agua para mantener la trabajabilidad

y el slump disminuye; simultáneamente, el peso unitario del concreto en estado fresco disminuye.

- Para el ensayo a compresión a los 28 días del concreto elaborado con cemento GU se registraron los resultados de 218.04 kg/cm², 196.68 kg/cm², 172.58 kg/cm², 172.86 kg/cm² y 166.35 kg/cm² para la muestra patrón y las muestras elaboradas con 25%, 50%, 75% y 100% de reemplazo de agregado reciclado, respectivamente. En el caso de las muestras diseñadas con agregado reciclado, resulta una resistencia a la compresión de 143.54 kg/cm². Por consiguiente, para un $f'c=175$ kg/cm² se concluye que el único reemplazo que cumple es el que presenta un 25% de reemplazo de agregado reciclado haciéndolo viable técnica y ambientalmente.
- Para el ensayo a compresión a los 28 días del concreto elaborado con cemento MS se registraron los resultados de 247.08 kg/cm², 239.99 kg/cm², 221.91 kg/cm², 198.21 kg/cm² y 189.21 kg/cm² para la muestra patrón y muestras elaboradas con 25%, 50%, 75% y 100% de reemplazo de agregado reciclado, respectivamente. En el caso de las muestras diseñadas con agregado reciclado, resulta una resistencia a la compresión de 150.65 kg/cm². En consecuencia, para un $f'c=175$ kg/cm², se concluye que cumplen todos los reemplazos de agregado reciclado haciéndolo técnica y ambientalmente viable.
- En relación con el análisis económico, se concluye que en relación de un concreto convencional, el concreto elaborado con cemento GU con reemplazo del 25% de agregado reciclado, el costo es 2.13% menor. En cambio, para un concreto elaborado con cemento MS con reemplazo del 25%, 50% y 75% de agregado reciclado, los costos disminuyen en 2.06%, 4.08% y 6.13% respectivamente. Asimismo, para un concreto elaborado con cemento MS con reemplazo del 100% de agregado reciclado, el costo disminuye en 8.16%. En resumidas cuentas, en base a los resultados anteriores, concluimos que el empleo del agregado reciclado es económicamente viable.
- En función a la resistencia a la compresión, se concluye que el cemento MS provee mejores resultados para los reemplazos de agregados reciclados. Por otro lado, en función al costo, se concluye que el cemento GU provee mejores resultados para los reemplazos de agregados reciclados. De ambos, y en función a los resultados obtenidos, concluimos que el cemento GU es recomendable técnica y económicamente hasta un reemplazo máximo del 25%AR; y el cemento MS es recomendable técnica y económicamente para los reemplazos de 50%AR, 75%AR y 100%AR.

- Finalmente, a modo de conclusión general, podemos afirmar que el agregado reciclado influye significativamente en la resistencia a la compresión. A pesar de ello, es técnica, económica y ambientalmente viable para ser usado en elementos no estructurales como veredas y sardineles.

VII. Recomendaciones

- En relación con la trituración del agregado reciclado, se recomienda el empleo de una chancadora para obtener una gradación más uniforme.
- En futuras investigaciones, se recomienda el uso de aditivos superplastificantes para reducir la demanda de agua en la mezcla y mantener la trabajabilidad al emplear reemplazos de agregados reciclados. Cabe indicar que estos pueden aumentar o disminuir el costo del concreto de una mezcla convencional sin aditivos como se muestra en el anexo 8.
- No se recomienda el reemplazo de agregados reciclados en agregados naturales, sino se recomienda realizar diseños de mezcla con estos agregados. Asimismo, en base a ello, se recomienda emplear distintas relaciones a/c y encontrar la óptima.
- En futuras investigaciones se recomienda el empleo de cemento MS por proveer de mejores resistencias. En base a esto, se recomienda realizar diseños de mezcla con agregados reciclados para emplearlos en elementos estructurales con $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.
- Finalmente, se exhorta al sector privado a basarse en investigaciones relacionadas al tema de los agregados reciclados y realizar las suyas para una futura implementación de una planta de elaboración de adoquines para veredas, bloques de concreto, etc., elaborados y diseñados exclusivamente con agregados reciclados.

VIII. Referencias

- [1] B. González Fonteboa, S. Seara Paz, J. de Brito, I. González Taboada, F. Martínez Abella y R. Vasco Silva, «Recycled concrete with coarse recycled aggregate. An overview,» *Materiales de construcción*, vol. 68, n° 330, pp. 1-29, 2018.
- [2] L. M. Jimenez Bolaños, N. F. Trochez Sánchez y Y. D. Díaz Rosero, «Estudio para aprovechamiento de RCD en Santiago de Cali como agregado en materiales de construcción,» *Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, vol. 17, n° 1, pp. 87-93, 2019.

- [3] EUROSTAT, «Energy, transport and environment statistics,» 2019. [En línea]. Available: <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-statistical-books/-/KS-DK-19-001>.
- [4] O. R. p. M. y. I. I. C. UICN, Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción., San José, 2011.
- [5] Dirección General de Asuntos Ambientales, MVCS (2015), *Manejo de residuos de la construcción y demolición [Presentación de Power Point]*, Disponible en <https://bit.ly/2ImWD2b>.
- [6] Municipalidad Provincial de Arequipa, *Plan de gestión de los residuos de construcción y demolición y de obras menores depositados en espacios públicos del distrito de Arequipa 2013*, Arequipa, 20 de diciembre del 2013.
- [7] Municipalidad provincial de Chiclayo, *Plan de gestión de los residuos de construcción y demolición depositados en espacios públicos y de obras menores*, Chiclayo, 28 de abril del 2014.
- [8] PerúInforma, «Limpieza de desmonte y basura en carretera Ferreñafe – Chiclayo,» *PerúInforma*, 8 Diciembre 2017.
- [9] Y. Vega, «Chiclayo: erradican 270 toneladas de basura en primer día de limpieza,» *La República*, 25 Enero 2021.
- [10] C. Bedoya y L. Dzul, «Concrete with recycled aggregates as urban sustainability project,» *Revista Ingeniería de Construcción*, vol. 30, n° 2, pp. 99-108, 2015.
- [11] C. A. Pacheco Bustos, L. G. Fuentes Pumarejo, É. H. Sánchez Cotte y H. A. Rondón Quintana, «Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su modelo de gestión,» *Ingeniería y Desarrollo*, vol. 35, n° 2, pp. 533-555, 2017.
- [12] K. A. K. K. Falek, «Effect Of Recycled Aggregates On The Mechanical And Rheological Properties Of Concrete,» *Actas de Ingeniería*, vol. 24, n° 3, pp. 159-170, 2017.
- [13] R. A. Carbonel Macedo y B. M. Quinteros Vásquez, «Uso de agregados reciclados proveniente del concreto de edificaciones en Lima Metropolitana para su aplicación en veredas con $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$,» Lima, 2020.
- [14] G. Rodríguez Cabanillas, «Resistencia a la compresión del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ con tres porcentajes de reemplazo de agregados con concreto reciclado,» Cajamarca, 2018.
- [15] W. A. Sánchez Carranza, «Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto reciclado para el diseño de mezclas ($f'c=175\text{kg/Cm}^2$) distrito José L,» Chiclayo, 2019.
- [16] Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, Reglamento nacional de edificaciones (RNE), 2018, Décima segunda ed., Lima: Megabyte SAC., 2018.
- [17] A. Torre Carrillo, Curso básico de tecnología del concreto, Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2004.
- [18] E. P. Carbajal, Tópicos de tecnología del concreto en el Perú, Segunda ed., Lima, 1998.
- [19] *AGREGADOS. Agregados para concreto. Requisitos*, INACAL NTP 400.037, 2018.
- [20] Comisión Permanente del Hormigón, «EHE-08 Instrucción de hormigón estructural,» España, 2010.
- [21] Diario El Peruano, *Decreto Supremo N°003-2013-Vivienda*, Perú, 8 de febrero del 2013.
- [22] CEDEX, Centro de estudios y experimentación de obras públicas, «Catalógo de residuos reutilizables en construcción,» Gobierno de España, 2014. [En línea].

Available: <http://www.cedexmateriales.es/catalogo-de-residuos/35/residuos-de-construccion-y-demolicion/>.

- [23] Diario El Peruano, *Decreto de urgencia N°022-2020*, Lima, 2020.
- [24] M. Borja Suárez, *Metodología de la investigación científica para ingenieros*, Chiclayo, 2012.
- [25] AGREGADOS. *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*, INDECOPI NTP 400.012, 2001.
- [26] AGREGADOS. *Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μ m (N° 200) por lavado en agregados*, INDECOPI NTP 400.018, 2013.
- [27] AGREGADOS. *Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*, INDECOPI NTP 339.185, 2013.
- [28] AGREGADOS. *Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso*, INDECOPI NTP 400.021, 2002.
- [29] AGREGADOS. *Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*, INDECOPI NTP 400.022, 2013.
- [30] AGREGADOS. *Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados*, INDECOPI NTP 400.017, 2011.
- [31] AGREGADOS. *Método de ensayo normalizado para determinar las impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto*, INDECOPI NTP 400.024, 2011.
- [32] AGREGADOS. *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles*, INDECOPI NTP 400.019, 2002.
- [33] CONCRETO. *Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio*, INDECOPI NTP 339.183, 2013.
- [34] HORMIGÓN (CONCRETO). *Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland*, INDECOPI NTP 339.035, 2009.
- [35] HORMIGÓN (CONCRETO). *Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)*, INDECOPI NTP 339.046, 2008.
- [36] *Método de prueba estándar para el contenido de aire del concreto recién mezclado por el método de presión*, Norma ASTM C231, 2010.
- [37] *Método de Ensayo Normalizado para determinar la temperatura del hormigón fresco con Cemento Portland*, Norma ASTM C1064, 2017.
- [38] HORMIGÓN (CONCRETO). *Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas*, INDECOPI NTP 339.034, 2008.
- [39] D. Sánchez De Guzmán, *Tecnología del concreto y del mortero*, Quinta ed., Bogotá: Bhandar Editores, 2001.

IX. Anexos

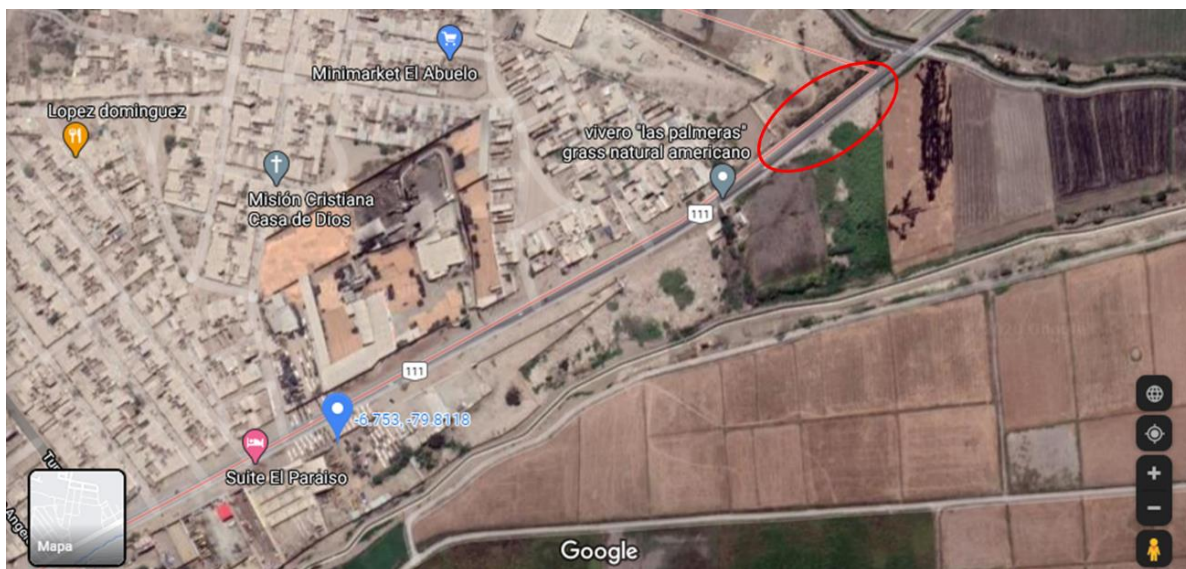
Anexo 01: Ubicación y estado actual de la zona de extracción 1 de RCD

Figura 155: Macro ubicación de la zona de extracción 1.



Fuente: Google Earth

Figura 156: Vista aérea de la zona de extracción 1



Fuente: Google Maps

Figura 157: Zona de extracción 1 (Carretera Chiclayo - Ferreñafe) 1.



Figura 158: Zona de extracción 1 (Carretera Chiclayo - Ferreñafe) 2.



Figura 159: Zona de extracción 1 (Carretera Chiclayo Ferreñafe) 3.



Figura 160: Zona de extracción 1 (Carretera Chiclayo Ferreñafe) 4.



Figura 161: Montículo 1 de RCD de zona de extracción 1



Figura 162: Montículo 2 de RCD de zona de extracción 1

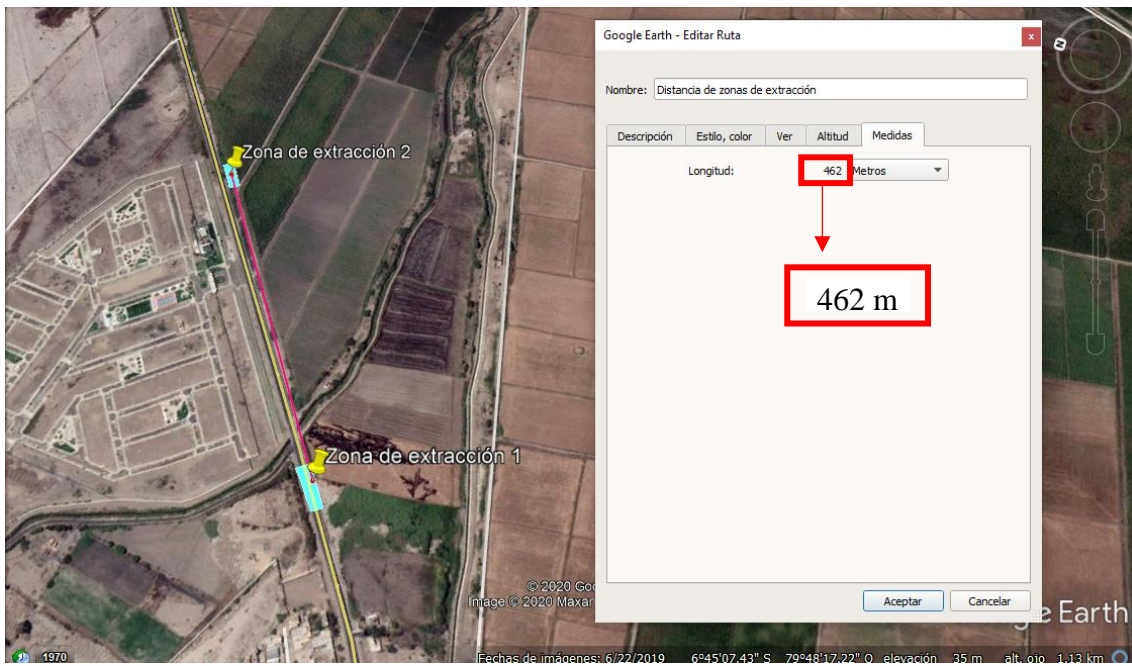


Figura 163: Montículo 3 de RCD de zona de extracción 1



Anexo 02: Ubicación y estado actual de la zona de extracción 2 de RCD

Figura 164: Distancia entre zonas de extracción 1 y 2.



Fuente: Google Earth

Figura 165: Ruta hacia la zona de extracción 2.



Figura 166: Camino junto a la zona de extracción 2.



Figura 167: Montículo 1 de RCD de zona de extracción 2.



Figura 168: Montículo 2 de RCD de zona de extracción 2.



Figura 169: Montículo 3 de RCD de zona de extracción 2.



Figura 170: Montículo 4 de RCD de zona de extracción 2.



Anexo 03: Zona de extracción 3

Figura 171: Montículo único de RCD de zona de extracción 3.



Anexo 04: Volúmenes encontrados de RCD en las zonas de extracción 1 y 2

En el año 2020, en la zona de extracción 1 se encontraron 352 m³ aproximadamente entre desmonte y basura en tan solo 80 m de la carretera Chiclayo-Ferreñafe, y en la zona de extracción 2 se contabilizaron 419 m³ aproximadamente. Cabe mencionar que en el primer tramo se encontró en su mayoría cascote de ladrillo y en el segundo tramo, residuos de concreto (de pisos mayormente). En este segundo tramo de carretera se encuentran tierra de excavaciones, basura, residuos de ladrillo y concreto separado de la basura.

Anexo 05: Matriz FODA del proyecto

<p style="text-align: center;">Fortalezas</p> <p>-Aumento en el uso de RCD como alternativa sostenible para la elaboración de concreto en el mercado internacional.</p>	<p style="text-align: center;">Oportunidades</p> <p>-Aumento del sector construcción y con ello sus residuos generados que son materia prima para la obtención de agregado reciclado.</p> <p>-Incremento de la conciencia ambiental por parte de las empresas constructoras, a base de incentivos.</p>
<p style="text-align: center;">Debilidades</p> <p>-Cantidad excesiva de agua en el diseño de mezcla de concreto sin aditivo según las investigaciones realizadas.</p> <p>-Contiene elevado contenido de materia orgánica que puede perjudicar las propiedades del concreto endurecido por encontrarse en botaderos.</p> <p>-Desconocimiento de las propiedades de estos materiales en el Perú, lo cual genera un temor en su empleo.</p>	<p style="text-align: center;">Amenazas</p> <p>-El material se encuentra mezclado con residuos domiciliarios, lo cual dificulta su extracción.</p> <p>-No se cuenta con una normativa para el empleo de agregados reciclados en el Perú.</p>

Anexo 06: Cálculo de rendimientos de cargador frontal y volquete**CALCULO DE RENDIMIENTO PARA EL VOLQUETE**

Cap. Volquete:	12	m ³
Distancia media:	5.000	Km
Velocidad cargado:	30	Km./H
Velocidad descargado:	40	Km./H

Cálculo del ciclo de trabajo:

Tiempo Recorrido Cargado	10.00	'	
Tiempo Recorrido Descargado	7.50	'	
Tiempo de Carga y Descarga	<u>3</u>	'	... (Tiempo de maniobra)
Tiempo total de un ciclo de trabajo:	20.50	'	

Tiempo Efectivo (90%) 8hx60' 432.00 Min. Netos diarios

Número de Ciclos por Día: 21.07 viajes

	Nro. ciclos	Cap.Volq	Rdmtó:	
Vol. Transportado x día -->	21.07	x 12	252.88	m ³ /día

CALCULO DE RENDIMIENTO PARA EL CARGADOR FRONTAL

Cap. Volquete:	12	m ³
Cap. Pala cargador	1.91	m ³
Distancia media:	0.050	Km
Velocidad cargado:	10	Km./H
Velocidad descargado:	15	Km./H
Espera por estacionamiento de volq.	1.5	min

Cálculo del ciclo de trabajo:

Tiempo Recorrido Cargado	0.30	'
Tiempo Recorrido Descargado	0.20	'
Tiempo de espera por volquete	0.24	'
Tiempo posic. y carga de pala	15	seg
Tiempo posic. y descarga de pala	<u>12</u>	seg
Tiempo total de un ciclo de trabajo:	1.19	'

Tiempo Efectivo (90%) 8hx60' 432.00 Min. Netos diarios

Número de Ciclos por Día: 363.35 viajes

	Nro. ciclos	Cap.Pala	Rdmtó:	
Vol. Transportado x día -->	363.35	x 1.91	694.51	m ³ /día

Anexo 07: Ensayo de agregados - cálculos

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)

AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
NTP 339.185:2013

Muestra : Arena gruesa

Cantera : La Victoria-Pátapo

1.- PESO UNITARIO SUELTO

		A	B	C
01.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	30890	31020	30940
02.- Peso del recipiente	(gr.)	8384	8384	8384
03.- Peso de muestra (01-02)	(gr.)	22528	22658	22578
04.- Constante \hat{Q} Volumen	(m ³)	0.01463	0.01463	0.01463
05.- Peso unitario suelto húmedo (03/04)	(kg/m ³)	1540	1549	1543
06.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1544		
07.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1535		

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

08.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	32930	33120	33000
09.- Peso del recipiente	(gr.)	8384	8384	8384
10.- Peso de muestra	(gr.)	24588	24758	24638
11.- Constante \hat{Q} Volumen	(m ³)	0.01463	0.01463	0.01463
12.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1679	1692	1684
13.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1685		
14.- Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m ³)	1676		

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-535 \hat{Q} N.T.P. 339.185

15.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1270.40
16.- Peso de muestra seca	(gr.)	1264.22
17.- Peso de recipiente	(gr.)	174.80
18.- Contenido de humedad	(%)	0.57

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)

AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
NTP 339.185:2013

Muestra : Piedra chancada **Cantera**: Pacherras-Pacherras

1.- PESO UNITARIO SUELTO

		A	B	C
01.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	27780	27680	28010
02.- Peso del recipiente	(gr.)	8384	8384	8384
03.- Peso de muestra (01-02)	(gr.)	19416	19316	19646
04.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.01463	0.01463	0.01463
05.- Peso unitario suelto húmedo (03/04)	(kg/m ³)	1327	1320	1343
06.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1330		
07.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1328		

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

08.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	29620	29560	29720
09.- Peso del recipiente	(gr.)	8384	8384	8384
10.- Peso de muestra	(gr.)	21256	21196	21356
11.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.01463	0.01463	0.01463
12.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1453	1449	1460
13.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1454		
14.- Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m ³)	1451		

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

15.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	5086.60
16.- Peso de muestra seca	(gr.)	5077.80
17.- Peso de recipiente	(gr.)	0.00
18.- Contenido de humedad	(%)	0.17

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)

AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
NTP 339.185:2013

Muestra : Agregado fino reciclado **Cantera**: Concreto reciclado extraído de botaderos

1.- PESO UNITARIO SUELTO

		A	B	C
01.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	25625	25630	25635
02.- Peso del recipiente	(gr.)	8364	8364	8364
03.- Peso de muestra (01-02)	(gr.)	17261	17266	17271
04.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.01463	0.01463	0.01463
05.- Peso unitario suelto húmedo (03/04)	(kg/m ³)	1180	1180	1181
06.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1180		
07.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1160		

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

08.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	29400	29355	29440
09.- Peso del recipiente	(gr.)	8364	8364	8364
10.- Peso de muestra	(gr.)	21036	20991	21076
11.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.01463	0.01463	0.01463
12.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1438	1435	1441
13.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1438		
14.- Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m ³)	1414		

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

15.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1045.00
16.- Peso de muestra seca	(gr.)	1030.45
17.- Peso de recipiente	(gr.)	175.00
18.- Contenido de humedad	(%)	1.70

- Ensayo** : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
- AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.
- Referencia** : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
NTP 339.185:2013
- Muestra**: Agregado grueso reciclado **Cantera**: Concreto reciclado extraído de botaderos

1.- PESO UNITARIO SUELTO

		A	B	C
01.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	25010	25100	25040
02.- Peso del recipiente	(gr.)	8384	8384	8384
03.- Peso de muestra (01-02)	(gr.)	16646	16736	16676
04.- Constante ó Volumen	(m ³)	0,01463	0,01463	0,01463
05.- Peso unitario suelto húmedo (03/04)	(kg/m ³)	1138	1144	1140
06.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1141		
07.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1123		

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

08.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	27930	28000	27930
09.- Peso del recipiente	(gr.)	8384	8384	8384
10.- Peso de muestra	(gr.)	19566	19636	19566
11.- Constante ó Volumen	(m ³)	0,01463	0,01463	0,01463
12.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1337	1342	1337
13.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1339		
14.- Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m ³)	1318		

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

15.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	5590.00
16.- Peso de muestra seca	(gr.)	5502.00
17.- Peso de recipiente	(gr.)	0.00
18.- Contenido de humedad	(%)	1.60

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Arena gruesa **Cantera :** Pátapo-La Victoria

I. DATOS

		A	B
1.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua	(gr)	987.4	992.0
2.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco	(gr)	679.8	686.7
3.- Peso del agua	(gr)	307.6	305.3
4.- Peso de la arena secada al horno + peso del frasco	(gr)	677.3	683.7
5.- Peso del frasco	(gr)	179.8	186.7
6.- Peso de la arena secada al horno	(gr)	497.5	497.0
7.- Volumen del frasco	(cm ³)	500.0	500.0

II.- RESULTADOS

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.586	2.552
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm ³)	2.599	2.568
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm ³)	1.131	1.125
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.50	0.61

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.569
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.56

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: Piedra chancada **Cantera:** Pacherras-Pacherras

I. DATOS

1.- Masa de la muestra secada al horno	(gr)	1860.00	1859.00
2.- Masa de la muestra saturada superficialmente seca	(gr)	1881.00	1881.00
3.- Masa de la muestra saturada dentro del agua + peso <u>dela</u> canastilla	(gr)	2204.00	2205.00
4.- Masa de la canastilla	(gr)	1021.00	1022.00
5.- Masa de la muestra saturada dentro del agua	(gr)	1183	1183

II.- RESULTADOS

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.665	2.663
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm ³)	2.695	2.695
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm ³)	2.747	2.750
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.129	1.183

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.664
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.16

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Agregado fino reciclado **Cantera :** Concreto reciclado extraído de botaderos

I. DATOS

		A	B
1.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua	(gr)	975.0	980.0
2.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco	(gr)	680.0	685.0
3.- Peso del agua	(gr)	295.0	295.0
4.- Peso de la arena secada al horno + peso del frasco	(gr)	651.4	656.6
5.- Peso del frasco	(gr)	180.0	185.0
6.- Peso de la arena secada al horno	(gr)	471.4	471.6
7.- Volumen del frasco	(cm ³)	500.0	500.0

II.- RESULTADOS

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.300	2.301
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm ³)	2.439	2.439
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm ³)	1.106	1.105
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	6.06	6.02

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.300
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	6.04

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: Agregado grueso reciclado

Cantera: Concreto reciclado extraído de botaderos

I. DATOS

1.- Masa de la muestra secada al horno	(gr)	1333.00	1331.00
2.- Masa de la muestra saturada superficialmente seca	(gr)	1435.00	1435.00
3.- Masa de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	(gr)	1855.00	1855.00
4.- Masa de la canastilla	(gr)	1021.00	1021.00
5.- Masa de la muestra saturada dentro del agua	(gr)	834	834

II.- RESULTADOS

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.218	2.215
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm ³)	2.388	2.388
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm ³)	2.671	2.678
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	7.652	7.814

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.216
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	7.73

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 ~~um~~ (Nº 200) por lavado en agregados

Referencia : NTP 400.018

Muestra : Agregado fino reciclado **Cantera**: Concreto reciclado extraído de botaderos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	454.45
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	413.47
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.00
D.- Porcentaje de finos	(%)	9.91

ENSAYO : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar las impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 400.024

Muestra : Agregado Fino Reciclado

Cantera : Concreto reciclado extraído de botaderos

I.- Fotografía de ensayo



II.- Color en la carta de colores de impurezas orgánicas

No. de color en placa orgánica	
1	
2	x
3 (estándar)	
4	
5	

ENSAYO : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 400.019

Muestra : Agregado Grueso Reciclado

Cantera : Concreto reciclado extraído de botaderos

I.- Granulometría global

Mallas Pasa	Retiene	Gradación A
1 1/2"	1"	0.0
1"	3/4"	1252.0
3/4"	1/2"	2502.0
1/2"	3/8"	1251.0
3/8"	Nº4	0.0
Total		5005.0

II.- Ensayo de Abrasión

- Peso inicial antes del ensayo	5005.00
- Peso final después de las 500 revoluciones	3198.00

III.- Cálculos

- % de desgaste por abrasión	36.10
------------------------------	--------------

Anexo 08: Análisis de costos unitarios usando un aditivo superplastificante

Tabla 54: Costo unitario de un concreto con reemplazo del 25% de agregados reciclados usando cemento GU y aditivo superplastificante

COSTO UNITARIO DE CONCRETO $f'c=175$ kg/cm ² EN MARTILLOS (25%AR-GU) con aditivo superplastificante						
Descripción del recurso	Cuadrilla	Unidad	Rdmtó:	10.00 m ³ /día	Unidad:	m ³
			Cantidad	P. Unit.	Subtotal	Total S/
Mano de obra						
Operario	1	hh	0.800	24.23	19.38	
Oficial	1	hh	0.800	19.13	15.30	
Peón	4	hh	3.200	17.29	55.33	
Materiales						
Cemento Portland Tipo GU		bls	8.118	21.86	177.50	
Agregado fino natural		m ³	0.422	46.61	19.68	
Agregado grueso natural		m ³	0.487	72.03	35.06	
Agregado fino reciclado		m ³	0.186	27.59	5.14	
Agregado grueso reciclado		m ³	0.192	27.59	5.29	
Agua		m ³	0.215	5.00	1.08	
Aditivo Sikament-290N		L	2.013	8.90	17.91	
Gasolina		gal	0.480	19.31	9.27	
Equipo						
Mezcladora de concreto de 18HP 11-12p3	1	hm	0.800	12.38	9.90	
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	0.5	hm	0.400	6.25	2.50	
Desgaste de herramientas		%MO	0.030	90.02	2.70	
						376.04
COSTO DIRECTO:						376.04

Tabla 55: Costo unitario de un concreto con reemplazo del 25% de agregados reciclados usando cemento MS y aditivo superplastificante

COSTO UNITARIO DE CONCRETO $f'c=175$ kg/cm ² EN MARTILLOS (25%AR-MS) con aditivo superplastificante						
Descripción del recurso	Cuadrilla	Unidad	Rdmtó:	10.00 m ³ /día	Unidad:	m ³
			Cantidad	P. Unit.	Subtotal	Total S/
Mano de obra						
Operario	1	hh	0.800	24.23	19.38	
Oficial	1	hh	0.800	19.13	15.30	
Peón	4	hh	3.200	17.29	55.33	
Materiales						
Cemento Portland Tipo MS		bls	8.173	23.14	189.09	
Agregado fino natural		m ³	0.420	46.61	19.59	
Agregado grueso natural		m ³	0.485	72.03	34.97	
Agregado fino reciclado		m ³	0.185	27.59	5.11	
Agregado grueso reciclado		m ³	0.191	27.59	5.28	
Agua		m ³	0.217	5.00	1.08	
Aditivo Sikament-290N		L	2.026	8.90	18.03	
Gasolina		gal	0.480	19.31	9.27	
Equipo						
Mezcladora de concreto de 18HP 11-12p3	1	hm	0.800	12.38	9.90	
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	0.5	hm	0.400	6.25	2.50	
Desgaste de herramientas		%MO	0.030	90.02	2.70	
						387.54
COSTO DIRECTO:						387.54

Tabla 56: Costo unitario de un concreto con reemplazo del 50% de agregados reciclados usando cemento MS y aditivo superplastificante

COSTO UNITARIO DE CONCRETO $f'c=175$ kg/cm² EN MARTILLOS (50%AR-MS) con aditivo superplastificante							
Descripción del recurso	Cuadrilla	Unidad	Rdmtó:	10.00 m ³ /día	Unidad:	m ³	Total S/
			Cantidad	P. Unit.	Subtotal		
Mano de obra							
Operario	1	hh	0.800	24.23	19.38		
Oficial	1	hh	0.800	19.13	15.30		
Peón	4	hh	3.200	17.29	55.33		
Materiales							
Cemento Portland Tipo MS		bls	8.173	23.14	189.09		
Agregado fino natural		m ³	0.280	46.61	13.06		
Agregado grueso natural		m ³	0.324	72.03	23.31		
Agregado fino reciclado		m ³	0.371	27.59	10.23		
Agregado grueso reciclado		m ³	0.383	27.59	10.56		
Agua		m ³	0.249	5.00	1.25		
Aditivo Sikament-290N		L	2.026	8.90	18.03		
Gasolina		gal	0.480	19.31	9.27		
Equipo							
Mezcladora de concreto de 18HP 11-12p3	1	hm	0.800	12.38	9.90		
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	0.5	hm	0.400	6.25	2.50		
Desgaste de herramientas		%MO	0.030	90.02	2.70		
							379.91
COSTO DIRECTO:							379.91

Tabla 57: Costo unitario de un concreto con reemplazo del 75% de agregados reciclados usando cemento MS y aditivo superplastificante

COSTO UNITARIO DE CONCRETO $f'c=175$ kg/cm² EN MARTILLOS (75%AR-MS) con aditivo superplastificante							
Descripción del recurso	Cuadrilla	Unidad	Rdmtó:	10.00 m ³ /día	Unidad:	m ³	Total S/
			Cantidad	P. Unit.	Subtotal		
Mano de obra							
Operario	1	hh	0.800	24.23	19.38		
Oficial	1	hh	0.800	19.13	15.30		
Peón	4	hh	3.200	17.29	55.33		
Materiales							
Cemento Portland Tipo MS		bls	8.173	23.14	189.09		
Agregado fino natural		m ³	0.140	46.61	6.53		
Agregado grueso natural		m ³	0.162	72.03	11.66		
Agregado fino reciclado		m ³	0.556	27.59	15.34		
Agregado grueso reciclado		m ³	0.574	27.59	15.84		
Agua		m ³	0.265	5.00	1.32		
Aditivo Sikament-290N		L	2.026	8.90	18.03		
Gasolina		gal	0.480	19.31	9.27		
Equipo							
Mezcladora de concreto de 18HP 11-12p3	1	hm	0.800	12.38	9.90		
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	0.5	hm	0.400	6.25	2.50		
Desgaste de herramientas		%MO	0.030	90.02	2.70		
							372.20
COSTO DIRECTO:							372.20

Tabla 58: Costo unitario de un concreto con reemplazo del 100% de agregados reciclados usando cemento MS y aditivo superplastificante

COSTO UNITARIO DE CONCRETO $f'c=175$ kg/cm² (100%AR-MS) EN MARTILLOS con aditivo superplastificante						
Descripción del recurso	Cuadrilla	Unidad	Rdmt:	10.00 m ³ /día	Unidad:	m ³
			Cantidad	P. Unit.	Subtotal	Total S/
Mano de obra						
Operario	1	hh	0.800	24.23	19.38	
Oficial	1	hh	0.800	19.13	15.30	
Peón	4	hh	3.200	17.29	55.33	
Materiales						
Cemento Portland Tipo MS		bls	8.173	23.14	189.09	
Agregado fino natural		m ³	0.000	46.61	0.00	
Agregado grueso natural		m ³	0.000	72.03	0.00	
Agregado fino reciclado		m ³	0.741	27.59	20.45	
Agregado grueso reciclado		m ³	0.766	27.59	21.12	
Agua		m ³	0.288	5.00	1.44	
Aditivo Sikament-290N		L	2.026	8.90	18.03	
Gasolina		gal	0.480	19.31	9.27	
Equipo						
Mezcladora de concreto de 18HP 11-12p3	1	hm	0.800	12.38	9.90	
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	0.5	hm	0.400	6.25	2.50	
Desgaste de herramientas		%MO	0.030	90.02	2.70	
						364.52
COSTO DIRECTO:						364.52

A continuación, se muestra la variación de costos del concreto con reemplazo de agregados reciclados y empleo de un aditivo superplastificante respecto a un concreto convencional.

	Patrón-GU	25%AR
Diferencia por m³ (S/)	0.00	9.82
%	0.00	2.68

	Patrón-MS	25%AR	50%AR	75%AR	100%AR
Diferencia por m³ (S/)	0.00	9.97	2.34	-5.38	-13.05
%	0.00	2.64	0.62	-1.42	-3.46

Como se puede observar en las tablas mostradas, la presencia del aditivo hace aumentar los costos del concreto con reemplazo del 25%AR-GU Y 50 %AR-MS. Sin embargo, en las muestras con el reemplazo del 75%AR-MS y 100%AR-MS disminuye el costo.

Cabe indicar que se empleó 0.7% del peso del cemento (dosificación mínima para que se comporte como superplastificante), como lo especifica la ficha técnica del aditivo Sikament-290N y se asumió un 20% de reducción de agua de mezcla. Pero, debido a que la dosificación recomendada por el fabricante se da en condiciones de laboratorio, estas cantidades deben ser ensayadas en obra y con los materiales a ser empleados. En dicho sentido, se recomienda

realizar ensayos y encontrar la dosificación óptima que nos brinde buena trabajabilidad, el asentamiento adecuado y una reducción de agua para que este nuevo agregado sea viable técnica y económicamente.

Anexo 09: Informes de ensayos de agregados, diseños de mezclas, ensayos al concreto en estado fresco y ensayos a la compresión del concreto


LEMS W&C EIRL

RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

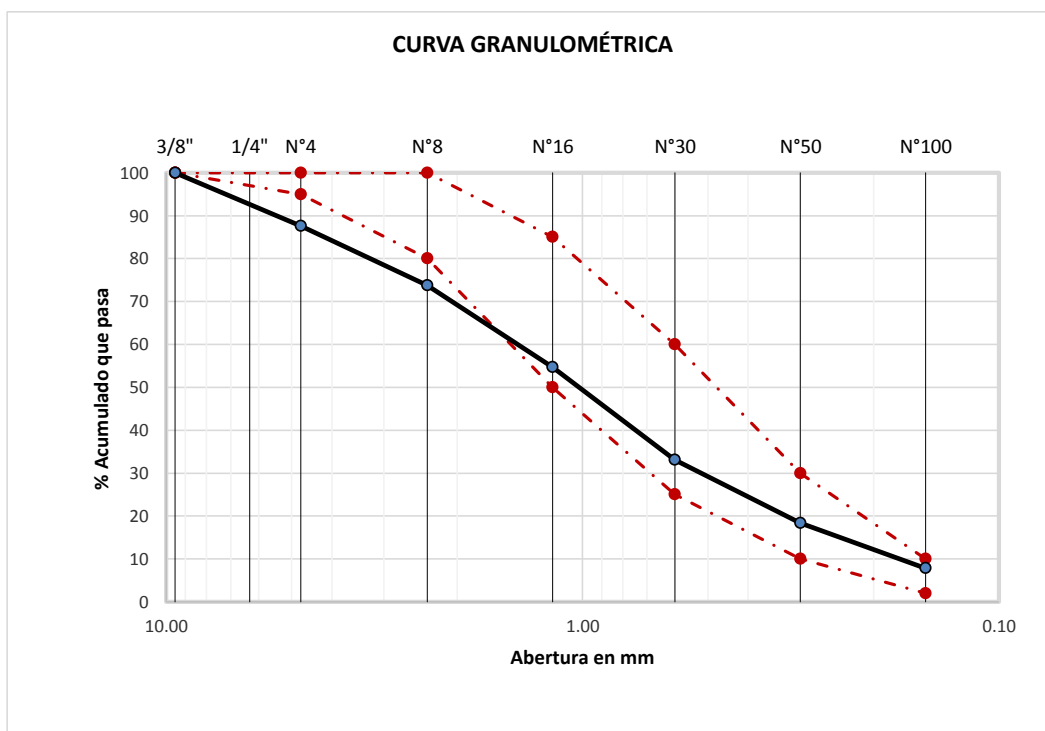
Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5
Fecha de ensayo : 20/01/2022
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
NORMA : N.T.P. 400.012
Muestra : Arena Gruesa **Cantera** : La Victoria - Patapo

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	GRADACIÓN "C"		
Pulg.	(mm.)				100	-	100
3/8"	9.520	0.00	0.00	100.00	100	-	100
Nº 4	4.750	12.35	12.35	87.65	95	-	100
Nº 8	2.360	13.91	26.26	73.74	80	-	100
Nº 16	1.180	19.09	45.35	54.65	50	-	85
Nº 30	0.600	21.60	66.95	33.05	25	-	60
Nº 50	0.300	14.67	81.62	18.38	10	-	30
Nº 100	0.150	10.57	92.18	7.82	2	-	10
Fondo		7.82	100.00	0.00			

MÓDULO DE FINEZA
3.25

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



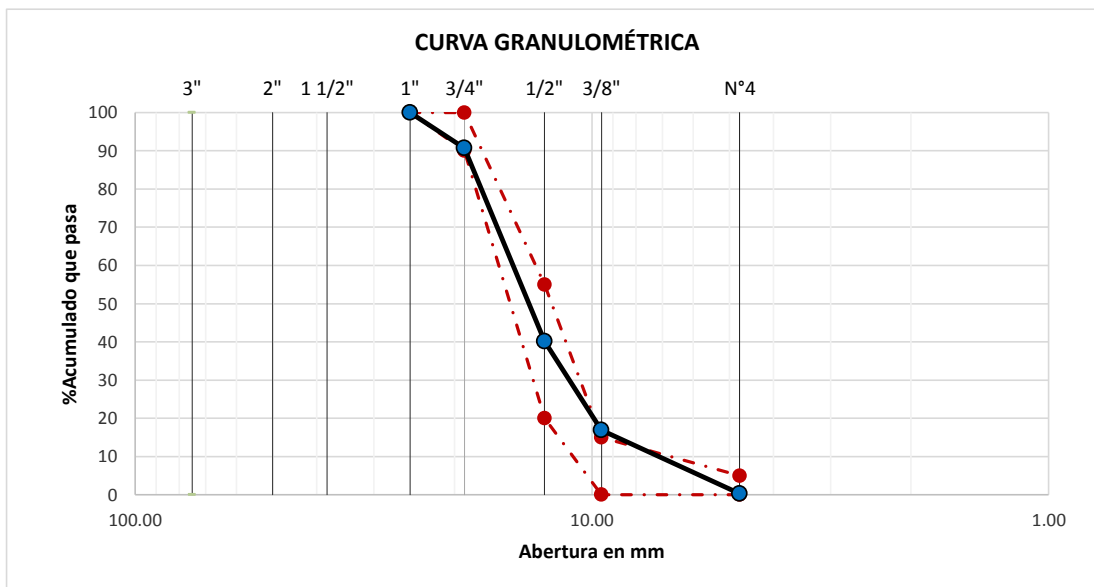
Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5
Fecha de ensayo : 20/01/2022
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra chancada **Cantera** : Pacherres-Pacherres

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO 6
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	100 - 100
3/4"	19.00	9.3	9.3	90.7	90 - 100
1/2"	12.70	50.6	59.9	40.1	20 - 55
3/8"	9.52	23.2	83.1	16.9	0 - 15
N°4	4.75	16.6	99.7	0.3	0 - 5
Fondo		0.3	100.0	0.0	

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4"
-----------------------	------



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL

WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904


LEMS W&C EIRL

RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

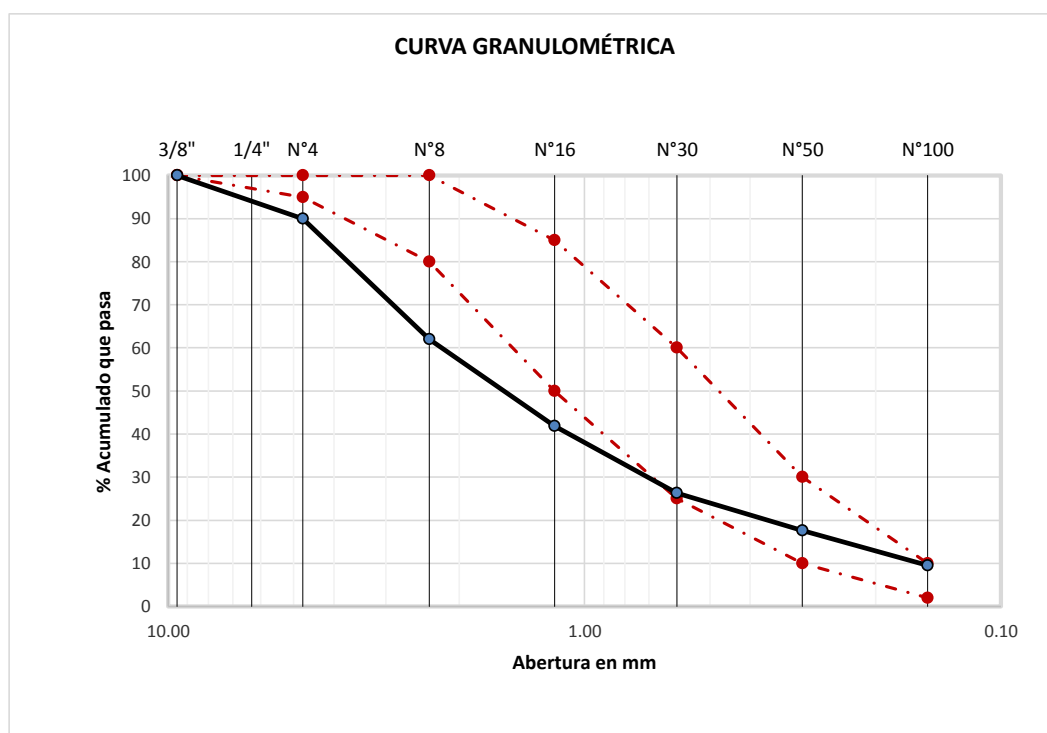
Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5
Fecha de ensayo : 10/02/2022
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
NORMA : N.T.P. 400.012
Muestra : Agregado fino reciclado **Cantera** : Concreto reciclado extraído de botaderos

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	GRADACIÓN "C"		
Pulg.	(mm.)				100	-	100
3/8"	9.520	0.00	0.00	100.00	100	-	100
Nº 4	4.750	10.00	10.00	90.00	95	-	100
Nº 8	2.360	27.99	37.98	62.02	80	-	100
Nº 16	1.180	20.18	58.17	41.83	50	-	85
Nº 30	0.600	15.50	73.67	26.33	25	-	60
Nº 50	0.300	8.77	82.44	17.56	10	-	30
Nº 100	0.150	8.04	90.47	9.53	2	-	10
Fondo		9.53	100.00	0.00			

MÓDULO DE FINEZA
3.53

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



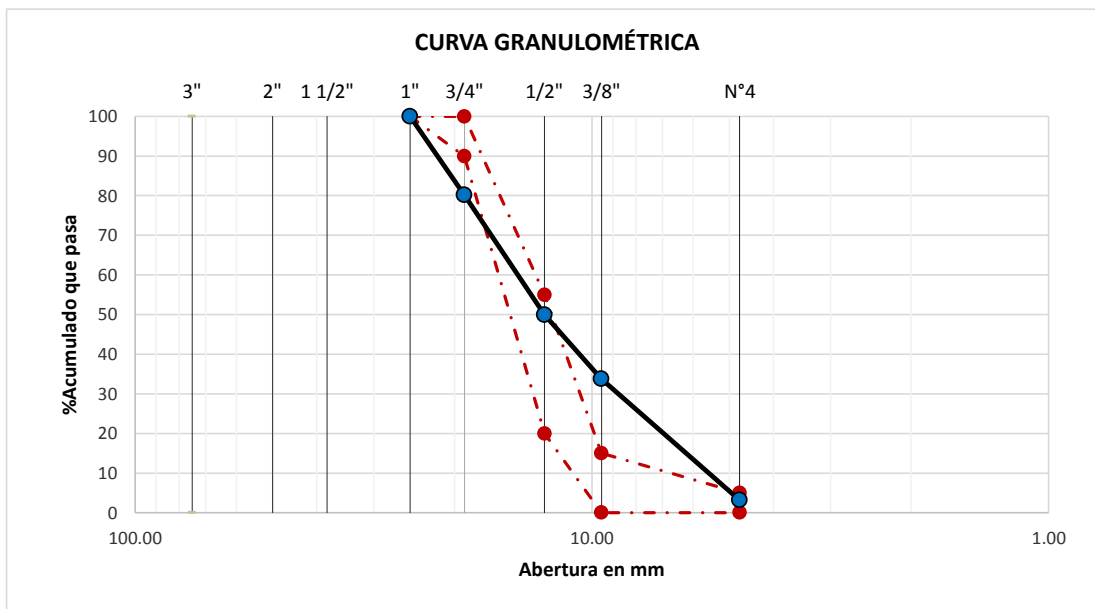
Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5
Fecha de ensayo : 20/01/2022
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Agregado grueso reciclado **Cantera** : Concreto reciclado extraído de botaderos

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO 6
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	100 - 100
3/4"	19.00	19.8	19.8	80.2	90 - 100
1/2"	12.70	30.3	50.1	49.9	20 - 55
3/8"	9.52	16.2	66.3	33.7	0 - 15
N°4	4.75	30.5	96.8	3.2	0 - 5
Fondo		3.1	99.9	99.9	

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4"
------------------------------	-------------


OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5
Fecha de ensayo : 22/01/2022
Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (N° 200) por lavado en agregados
Referencia : NTP 400.018

Muestra : Agregado fino reciclado

Cantera: Concreto reciclado extraído de botaderos

Material más fino que pasa tamis normalizado 75 μm (No 200)	9.91%
--	-------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL

WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5
 Fecha de ensayo : 18/01/2022

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
 NTP 339.185:2013

Muestra :

Cantera:

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1544
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1535
Contenido de Humedad	(%)	0.57

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1685
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1676
Contenido de Humedad	(%)	0.57

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5
 Fecha de ensayo : 18/01/2022

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
 NTP 339.185:2013

Muestra :

Cantera:

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1330
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1328
Contenido de Humedad	(%)	0.17
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1454
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1451
Contenido de Humedad	(%)	0.17

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5
 Fecha de ensayo : 22/01/2022

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
 NTP 339.185:2013

Muestra :

Cantera:

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1180
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1160
Contenido de Humedad	(%)	1.70

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1438
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1414
Contenido de Humedad	(%)	1.70

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



 **Miguel Angel Ruiz Perales**
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5
 Fecha de ensayo : 22/01/2022

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
 NTP 339.185:2013

Muestra :

Cantera:

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1141
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1123
Contenido de Humedad	(%)	1.60

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1339
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1318
Contenido de Humedad	(%)	1.60

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



 **Miguel Angel Ruiz Perales**
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5
Fecha de ensayo : 23/01/2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Arena gruesa

Cantera : Pátapo-La Victoria

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.569
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.56

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL

WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



 **Miguel Angel Ruiz Perales**
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
 Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5
 Fecha de ensayo : 23/01/2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra:

Cantera:

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.664
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.156

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5
Fecha de ensayo : 10/02/2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Agregado fino reciclado

Cantera : Concreto reciclado extraído de botaderos

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.300
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	6.04

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5
Fecha de ensayo : 10/02/2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: Agregado grueso reciclado **Cantera:** Concreto reciclado extraído de botaderos

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.216
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	7.73

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN
Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5
Fecha de ensayo : 13/03/2022

ENSAYO : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 400.019

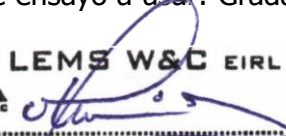
Muestra : Agregado Grueso Reciclado

Cantera : Concreto reciclado extraído de botaderos

- % de desgaste por abrasión	36.10
------------------------------	--------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- Método de ensayo a usar: Gradación "A", Nº de esferas : 12, Revoluciones : total 500


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN
Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5
Fecha de ensayo : 26/03/2022

ENSAYO : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar las impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 400.024

Muestra : Agregado Fino Reciclado

Cantera : Concreto reciclado extraído de botaderos

II.- Color en la carta de colores de impurezas orgánicas

NO. DE COLOR EN PLACA ORGÁNICA
2

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

 **LEMS W&C** EIRL

WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904



REPORTE DE ANALISIS N° 020 -FIQIA

1. DATOS DE CLIENTE

Tesista: José Alfredo Ayacila Tineo

Tesis: Evaluación de la influencia del agregado reciclado en la resistencia a la compresión del concreto para ser usado en elementos no estructurales, Chiclayo-2020.

2. DATOS DE LA MUESTRA



Número de Muestras	Fecha de entrega	Tipo	Matriz
01	22/03/2022	Suelo	Agregado Fino

3. RESULTADOS DE ANÁLISIS

Tipo de Análisis	Resultado	Método	Observaciones
Sulfatos (mg SO ₄ ⁻² /Kg)	474.871	NTP 339.178 NTP 400.042	Se trabajo la muestra ácida
Cloruros (mg Cl ⁻ /Kg)	1276.4025	NTP 339.177 NTP 400.042	pH=11 Se agrego HNO ₃ hasta pH=7

4. CONCLUSIONES

- Los análisis fueron realizados según la NTP 400.042
- Los controles de calidad que se tomaron en cuenta para la realización de los análisis fueron los establecidos según norma, como blancos, estándares y duplicados, los cuales estuvieron dentro del % RSD establecidos por el Laboratorio.

Firma		Firma	
Analista	Marilyn Catherine Quinteros Vílchez	V°B°	Dr. César Augusto Monteza Arbulú
Fecha del Análisis	24 / 29 de marzo del 2022		

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto / Obra : **Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"**
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Martes, 15 de febrero del 2022

 DISEÑO DE MEZCLA FINAL $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo GU - MOCHICA
 2.- Peso específico : 2890 Kg/m³

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	2.552	gr/cm ³
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.568	gr/cm ³
3.- Peso unitario suelto	1535.18	Kg/m ³
4.- Peso unitario compactado	1675.65	Kg/m ³
5.- % de absorción	0.61	%
6.- Contenido de humedad	0.6	%
7.- Módulo de fineza	3.25	

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa	2.663	gr/cm ³
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.695	gr/cm ³
3.- Peso unitario suelto	1327.86	Kg/m ³
4.- Peso unitario compactado	1451.37	Kg/m ³
5.- % de absorción	1.18	%
6.- Contenido de humedad	0.2	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	3/4"	Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	12.4	87.6
Nº 08	13.9	73.7
Nº 16	19.1	54.7
Nº 30	21.6	33.0
Nº 50	14.7	18.4
Nº 100	10.6	7.8
Fondo	7.8	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	9.3	90.7
1/2"	50.6	40.1
3/8"	23.2	16.9
Nº 04	16.6	0.3
Fondo	0.3	0.0

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto / Obra : **Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"**
 Fecha de vaciado : Martes, 15 de febrero del 2022
 DISEÑO DE MEZCLA FINAL $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas
 Peso unitario del concreto fresco : 2340 Kg/m³
 Resistencia promedio a los 7 días : 182 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 7 días : 104 %
 Factor cemento por M³ de concreto : 9.7 bolsas/m³
 Relación agua cemento de diseño : 0.653

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	411	Kg/m ³	:	Tipo GU - MOCHICA
Agua	268	L	:	Potable de la zona.
Agregado fino	801	Kg/m ³	:	Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	860	Kg/m ³	:	Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

Proporción en peso :

Cemento	Arena	Piedra	Agua	
1.0	1.95	2.09	27.8	Lts/pie ³

Proporción en volumen :

1.0	1.91	2.37	27.8	Lts/pie ³
-----	------	------	------	----------------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto / Obra : **Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"**
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Domingo, 24 de abril del 2022

 DISEÑO DE MEZCLA FINAL $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo GU - MOCHICA
 2.- Peso específico : 2890 Kg/m³

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Agregado fino reciclado

1.- Peso específico de masa	2.301	gr/cm ³
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.439	gr/cm ³
3.- Peso unitario suelto	1160.49	Kg/m ³
4.- Peso unitario compactado	1413.77	Kg/m ³
5.- % de absorción	6.02	%
6.- Contenido de humedad	1.7	%
7.- Módulo de fineza	3.53	

Agregado grueso :

: Agregado grueso reciclado

1.- Peso específico de masa	2.215	gr/cm ³
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.388	gr/cm ³
3.- Peso unitario suelto	1122.63	Kg/m ³
4.- Peso unitario compactado	1317.97	Kg/m ³
5.- % de absorción	7.81	%
6.- Contenido de humedad	1.6	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	3/4"	Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	10.0	90.0
Nº 08	28.0	62.0
Nº 16	20.2	41.8
Nº 30	15.5	26.3
Nº 50	8.8	17.6
Nº 100	8.0	9.5
Fondo	9.5	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	19.8	80.2
1/2"	30.3	49.9
3/8"	16.2	33.6
Nº 04	30.5	3.1
Fondo	3.1	0.0

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO

Proyecto / Obra : **Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"**

Fecha de vaciado : Domingo, 24 de abril del 2022

DISEÑO DE MEZCLA FINAL $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas
 Peso unitario del concreto fresco : 2245 Kg/m³
 Resistencia promedio a los 7 días : 116 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 7 días : 66 %
 Factor cemento por M³ de concreto : 8.9 bolsas/m³
 Relación agua cemento de diseño : 0.870

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	376	Kg/m ³	: Tipo GU - MOCHICA
Agua	327	L	: Potable de la zona.
Agregado fino	738	Kg/m ³	: Agregado fino reciclado
Agregado grueso	803	Kg/m ³	: Agregado grueso reciclado

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
	1.0	1.96	2.13	37.0	Lts/pie ³

Proporción en volumen :	1.0	2.54	2.86	37.0	Lts/pie ³
-------------------------	-----	------	------	------	----------------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto / Obra : **Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"**
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Jueves, 17 de febrero del 2022

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

 $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo MS - MOCHICA
 2.- Peso específico : 2940 Kg/m³

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	2.552	gr/cm ³
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.568	gr/cm ³
3.- Peso unitario suelto	1535.18	Kg/m ³
4.- Peso unitario compactado	1675.65	Kg/m ³
5.- % de absorción	0.61	%
6.- Contenido de humedad	0.6	%
7.- Módulo de fineza	3.25	

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pachterres - Pachterres

1.- Peso específico de masa	2.663	gr/cm ³
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.695	gr/cm ³
3.- Peso unitario suelto	1327.86	Kg/m ³
4.- Peso unitario compactado	1451.37	Kg/m ³
5.- % de absorción	1.18	%
6.- Contenido de humedad	0.2	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	3/4"	Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	12.4	87.6
Nº 08	13.9	73.7
Nº 16	19.1	54.7
Nº 30	21.6	33.0
Nº 50	14.7	18.4
Nº 100	10.6	7.8
Fondo	7.8	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	9.3	90.7
1/2"	50.6	40.1
3/8"	23.2	16.9
Nº 04	16.6	0.3
Fondo	0.3	0.0

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto / Obra : **Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"**
 Fecha de vaciado : Jueves, 17 de febrero del 2022
 DISEÑO DE MEZCLA FINAL $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :


Asentamiento obtenido : 3 1/2 Pulgadas
 Peso unitario del concreto fresco : 2338 Kg/m³
 Resistencia promedio a los 7 días : 196 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 7 días : 112 %
 Factor cemento por M³ de concreto : 9.7 bolsas/m³
 Relación agua cemento de diseño : 0.653

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	414	Kg/m ³	: Tipo MS - MOCHICA		
Agua	270	L	: Potable de la zona.		
Agregado fino	797	Kg/m ³	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo		
Agregado grueso	857	Kg/m ³	: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras		
Proporción en peso :		Cemento	Arena	Piedra	Agua
		1.0	1.93	2.07	27.8 Lts/pie ³
Proporción en volumen :		1.0	1.89	2.35	27.8 Lts/pie ³

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto / Obra : **Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"**
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Domingo, 24 de abril del 2022

 DISEÑO DE MEZCLA FINAL $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo MS - MOCHICA
 2.- Peso específico : 2940 Kg/m³

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Agregado fino reciclado

1.- Peso específico de masa	2.301	gr/cm ³
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.439	gr/cm ³
3.- Peso unitario suelto	1160.49	Kg/m ³
4.- Peso unitario compactado	1413.77	Kg/m ³
5.- % de absorción	6.02	%
6.- Contenido de humedad	1.7	%
7.- Módulo de fineza	3.53	

Agregado grueso :

: Agregado grueso reciclado

1.- Peso específico de masa	2.215	gr/cm ³
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.388	gr/cm ³
3.- Peso unitario suelto	1122.63	Kg/m ³
4.- Peso unitario compactado	1317.97	Kg/m ³
5.- % de absorción	7.81	%
6.- Contenido de humedad	1.6	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	3/4"	Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	10.0	90.0
Nº 08	28.0	62.0
Nº 16	20.2	41.8
Nº 30	15.5	26.3
Nº 50	8.8	17.6
Nº 100	8.0	9.5
Fondo	9.5	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	19.8	80.2
1/2"	30.3	49.9
3/8"	16.2	33.6
Nº 04	30.5	3.1
Fondo	3.1	0.0

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
 T. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto / Obra : **Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"**
 Fecha de vaciado : Domingo, 24 de abril del 2022
 DISEÑO DE MEZCLA FINAL $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas
 Peso unitario del concreto fresco : 2215 Kg/m³
 Resistencia promedio a los 7 días : 122 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 7 días : 70 %
 Factor cemento por M³ de concreto : 8.8 bolsas/m³
 Relación agua cemento de diseño : 0.871

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	375	Kg/m ³	: Tipo MS - MOCHICA
Agua	327	L	: Potable de la zona.
Agregado fino	723	Kg/m ³	: Agregado fino reciclado
Agregado grueso	791	Kg/m ³	: Agregado grueso reciclado

Proporción en peso :

Cemento	Arena	Piedra	Agua	
1.0	1.93	2.11	37.0	Lts/pe ³

Proporción en volumen :

1.0	2.50	2.82	37.0	Lts/pe ³
-----	------	------	------	---------------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



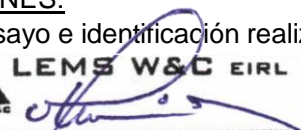
Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Ensayo : Martes, 15 de febrero del 2022.
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.
 Referencia : N.T.P. 339.035:2009

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
01	Concreto Patrón, f'c = 175 usando cemento GU	175	15/02/2022	4.00	10.16
02	Reemplazando 25% de agregado reciclado en el diseño de mezcla patrón usando cemento GU	175	15/02/2022	2.00	5.08
03	Reemplazando 50% de agregado reciclado en el diseño de mezcla patrón usando cemento GU	175	15/02/2022	2.00	5.08
04	Reemplazando 75% de agregado reciclado en el diseño de mezcla patrón usando cemento GU	175	15/02/2022	0.50	1.27
03	Reemplazando 100% de agregado reciclado en el diseño de mezcla patrón usando cemento GU	175	15/02/2022	1.00	2.54
04	Concreto diseñado con agregados reciclados usando cemento GU	175	24/04/2022	4.00	10.16

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Ensayo : Jueves, 17 de febrero del 2022.
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.
 Referencia : N.T.P. 339.035:2009

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
01	Concreto Patrón, f'c = 175 usando cemento MS	175	17/02/2022	3.50	8.89
02	Reemplazando 25% de agregado reciclado en el diseño de mezcla patrón usando cemento MS	175	17/02/2022	2.00	5.08
03	Reemplazando 50% de agregado reciclado en el diseño de mezcla patrón usando cemento MS	175	17/02/2022	1.50	3.81
04	Reemplazando 75% de agregado reciclado en el diseño de mezcla patrón usando cemento MS	175	17/02/2022	2.75	6.99
03	Reemplazando 100% de agregado reciclado en el diseño de mezcla patrón usando cemento MS	175	17/02/2022	1.50	3.81
04	Concreto diseñado con agregados reciclados usando cemento MS	175	24/04/2022	4.00	10.16

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



 **Miguel Angel Ruiz Perales**
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 15 de febrero del 2022.
 Ensayo : HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas.
 Referencia : NTP 339.080

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire - Método por presión (%)		
				Hora del ensayo (Hr)	Tipo de medidor	Contenido de aire (%)
01	Concreto Patrón, f'c = 175 usando cemento GU	175	15/02/2022	10:30 a.m.	Medidor "B"	1.1
02	Reemplazando 25% de agregado reciclado en el diseño de mezcla patrón usando cemento GU	175	15/02/2022	11:30 a.m.	Medidor "B"	2.0
03	Reemplazando 50% de agregado reciclado en el diseño de mezcla patrón usando cemento GU	175	15/02/2022	02:30 p.m.	Medidor "B"	1.6
04	Reemplazando 75% de agregado reciclado en el diseño de mezcla patrón usando cemento GU	175	15/02/2022	03:30 p.m.	Medidor "B"	3.8
05	Reemplazando 100% de agregado reciclado en el diseño de mezcla patrón usando cemento GU	175	15/02/2022	04:30 p.m.	Medidor "B"	2.5
06	Concreto diseñado con agregados reciclados usando cemento GU	175	24/04/2022	09:30 a.m.	Medidor "B"	2.4

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto : Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Jueves, 17 de febrero del 2022.
 Ensayo : HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas.
 Referencia : NTP 339.080

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire - Método por presión (%)		
				Hora del ensayo (Hr)	Tipo de medidor	Contenido de aire (%)
01	Concreto Patrón, f'c = 175 usando cemento MS	175	17/02/2022	02:00 p.m.	Medidor "B"	1.3
02	Reemplazando 25% de agregado reciclado en el diseño de mezcla patrón usando cemento MS	175	17/02/2022	03:00 p.m.	Medidor "B"	1.7
03	Reemplazando 50% de agregado reciclado en el diseño de mezcla patrón usando cemento MS	175	17/02/2022	04:00 p.m.	Medidor "B"	1.8
04	Reemplazando 75% de agregado reciclado en el diseño de mezcla patrón usando cemento MS	175	17/02/2022	05:00 p.m.	Medidor "B"	2.5
05	Reemplazando 100% de agregado reciclado en el diseño de mezcla patrón usando cemento MS	175	17/02/2022	06:00 p.m.	Medidor "B"	2.5
06	Concreto diseñado con agregados reciclados usando cemento MS	175	24/04/2022	09:30 a.m.	Medidor "B"	1.0

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

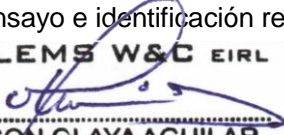
Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 15 de febrero del 2022.

Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.
 Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
01	Concreto Patrón, f'c = 175 usando cemento GU	175	15/02/2022	27.0
02	Reemplazando 25% de agregado reciclado en el diseño de mezcla patrón usando cemento GU	175	15/02/2022	29.5
03	Reemplazando 50% de agregado reciclado en el diseño de mezcla patrón usando cemento GU	175	15/02/2022	30.5
04	Reemplazando 75% de agregado reciclado en el diseño de mezcla patrón usando cemento GU	175	15/02/2022	28.5
05	Reemplazando 100% de agregado reciclado en el diseño de mezcla patrón usando cemento GU	175	15/02/2022	26.5
06	Concreto diseñado con agregados reciclados usando cemento GU	175	24/04/2022	23.5

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



 **Miguel Angel Ruiz Perales**
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto / Obra : Tesis: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Jueves, 17 de febrero del 2022.

Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.
 Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
01	Concreto Patrón, f'c = 175 usando cemento MS	175	17/02/2022	30.0
02	Reemplazando 25% de agregado reciclado en el diseño de mezcla patrón usando cemento MS	175	17/02/2022	29.5
03	Reemplazando 50% de agregado reciclado en el diseño de mezcla patrón usando cemento MS	175	17/02/2022	28.0
04	Reemplazando 75% de agregado reciclado en el diseño de mezcla patrón usando cemento MS	175	17/02/2022	26.0
05	Reemplazando 100% de agregado reciclado en el diseño de mezcla patrón usando cemento MS	175	17/02/2022	25.5
06	Concreto diseñado con agregados reciclados usando cemento MS	175	24/04/2022	25.0

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



 **Miguel Angel Ruiz Perales**
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Sábado, 15 de febrero del 2022.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - D.P-GU-175	175	15/02/2022	22/02/2022	7	32932	15.28	183	180
02	Testigo 2 - D.P-GU-175	175	15/02/2022	22/02/2022	7	34259	15.28	183	187
03	Testigo 3 - D.P-GU-175	175	15/02/2022	22/02/2022	7	32426	15.22	182	178
04	Testigo 4 - D.P-GU-175	175	15/02/2022	01/03/2022	14	36896	15.28	183	201
05	Testigo 5 - D.P-GU-175	175	15/02/2022	01/03/2022	14	37267	15.27	183	204
06	Testigo 6 - D.P-GU-175	175	15/02/2022	01/03/2022	14	36519	15.29	184	199
07	Testigo 7 - D.P-GU-175	175	15/02/2022	15/03/2022	28	40082	15.32	184	217
08	Testigo 8 - D.P-GU-175	175	15/02/2022	15/03/2022	28	39524	15.26	183	216
09	Testigo 9 - D.P-GU-175	175	15/02/2022	15/03/2022	28	40236	15.25	183	220

D.P -GU-175 = Diseño Patrón usando cemento GU - 175 Kg/cm²

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Martes, 15 de febrero del 2022.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - D. 25%AR-GU-175	175	15/02/2022	22/02/2022	7	30427	15.33	184	165
02	Testigo 2 - D. 25%AR-GU-175	175	15/02/2022	22/02/2022	7	29567	15.29	184	161
03	Testigo 3 - D. 25%AR-GU-175	175	15/02/2022	22/02/2022	7	30226	15.29	184	165
04	Testigo 4 - D. 25%AR-GU-175	175	15/02/2022	01/03/2022	14	32337	15.29	184	176
05	Testigo 5 - D. 25%AR-GU-175	175	15/02/2022	01/03/2022	14	31307	15.33	184	170
06	Testigo 6 - D. 25%AR-GU-175	175	15/02/2022	01/03/2022	14	32627	15.29	184	178
07	Testigo 7 - D. 25%AR-GU-175	175	15/02/2022	15/03/2022	28	36743	15.28	183	200
08	Testigo 8 - D. 25%AR-GU-175	175	15/02/2022	15/03/2022	28	34009	15.30	184	185
09	Testigo 9 - D. 25%AR-GU-175	175	15/02/2022	15/03/2022	28	37893	15.35	185	205

D. 25%AR-GU-175 = Diseño patrón con reemplazo del 25%AR usando cemento GU - 175 Kg/cm²

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.





WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS





Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Sábado, 15 de febrero del 2022.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - D. 50%AR-GU-175	175	15/02/2022	22/02/2022	7	25997	15.28	183	142
02	Testigo 2 - D. 50%AR-GU-175	175	15/02/2022	22/02/2022	7	27358	15.30	184	149
03	Testigo 3 - D. 50%AR-GU-175	175	15/02/2022	22/02/2022	7	26518	15.19	181	146
04	Testigo 4 - D. 50%AR-GU-175	175	15/02/2022	01/03/2022	14	27189	15.24	182	149
05	Testigo 5 - D. 50%AR-GU-175	175	15/02/2022	01/03/2022	14	28329	15.36	185	153
06	Testigo 6 - D. 50%AR-GU-175	175	15/02/2022	01/03/2022	14	28847	15.32	184	157
07	Testigo 7 - D. 50%AR-GU-175	175	15/02/2022	15/03/2022	28	31996	15.31	184	174
08	Testigo 8 - D. 50%AR-GU-175	175	15/02/2022	15/03/2022	28	30761	15.33	185	167
09	Testigo 9 - D. 50%AR-GU-175	175	15/02/2022	15/03/2022	28	32717	15.33	185	177

D. 50%AR-GU-175 = Diseño patrón con reemplazo del 50%AR usando cemento GU - 175 Kg/cm²

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Sábado, 15 de febrero del 2022.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - D. 75%AR-GU-175	175	15/02/2022	22/02/2022	7	26554	15.22	182	146
02	Testigo 2 - D. 75%AR-GU-175	175	15/02/2022	22/02/2022	7	26670	15.22	182	147
03	Testigo 3 - D. 75%AR-GU-175	175	15/02/2022	22/02/2022	7	28483	15.28	183	155
04	Testigo 4 - D. 75%AR-GU-175	175	15/02/2022	01/03/2022	14	28710	15.34	185	155
05	Testigo 5 - D. 75%AR-GU-175	175	15/02/2022	01/03/2022	14	28863	15.34	185	156
06	Testigo 6 - D. 75%AR-GU-175	175	15/02/2022	01/03/2022	14	30459	15.32	184	165
07	Testigo 7 - D. 75%AR-GU-175	175	15/02/2022	15/03/2022	28	32032	15.27	183	175
08	Testigo 8 - D. 75%AR-GU-175	175	15/02/2022	15/03/2022	28	31027	15.27	183	169
09	Testigo 9 - D. 75%AR-GU-175	175	15/02/2022	15/03/2022	28	32360	15.38	186	174

D. 75%AR-GU-175 = Diseño patrón con reemplazo del 75%AR usando cemento GU - 175 Kg/cm²

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Sábado, 15 de febrero del 2022.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - D. 100%AR-GU-175	175	15/02/2022	22/02/2022	7	23802	15.41	187	128
02	Testigo 2 - D. 100%AR-GU-175	175	15/02/2022	22/02/2022	7	24626	15.34	185	133
03	Testigo 3 - D. 100%AR-GU-175	175	15/02/2022	22/02/2022	7	25096	15.26	183	137
04	Testigo 4 - D. 100%AR-GU-175	175	15/02/2022	01/03/2022	14	27527	15.26	183	150
05	Testigo 5 - D. 100%AR-GU-175	175	15/02/2022	01/03/2022	14	27056	15.38	186	146
06	Testigo 6 - D. 100%AR-GU-175	175	15/02/2022	01/03/2022	14	26822	15.26	183	147
07	Testigo 7 - D. 100%AR-GU-175	175	15/02/2022	15/03/2022	28	29361	15.32	184	159
08	Testigo 8 - D. 100%AR-GU-175	175	15/02/2022	15/03/2022	28	31067	15.31	184	169
09	Testigo 9 - D. 100%AR-GU-175	175	15/02/2022	15/03/2022	28	31502	15.31	184	171

D. 100%AR-GU-175 = Diseño patrón con reemplazo del 100%AR usando cemento GU - 175 Kg/cm²

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Domingo, 24 de abril del 2022.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - D. 100%AR DISEÑO- GU-175	175	24/04/2022	01/05/2022	7	20451	15.32	184	111
02	Testigo 2 - D. 100%AR DISEÑO- GU-175	175	24/04/2022	01/05/2022	7	22808	15.30	184	124
03	Testigo 3 - D. 100%AR DISEÑO- GU-175	175	24/04/2022	01/05/2022	7	20299	15.21	182	112
04	Testigo 4 - D. 100%AR DISEÑO- GU-175	175	24/04/2022	08/05/2022	14	24179	15.34	185	131
05	Testigo 5 - D. 100%AR DISEÑO- GU-175	175	24/04/2022	08/05/2022	14	23336	15.31	184	127
06	Testigo 6 - D. 100%AR DISEÑO- GU-175	175	24/04/2022	08/05/2022	14	25297	15.31	184	137
07	Testigo 7 - D. 100%AR DISEÑO- GU-175	175	24/04/2022	22/05/2022	28	26745	15.32	184	145
08	Testigo 8 - D. 100%AR DISEÑO- GU-175	175	24/04/2022	22/05/2022	28	25917	15.27	183	142
09	Testigo 9 - D. 100%AR DISEÑO- GU-175	175	24/04/2022	22/05/2022	28	26402	15.28	183	144

D. 100%AR DISEÑO-GU-175 = Diseño usando el 100%AR y cemento GU - 175 Kg/cm²

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Sábado, 17 de febrero del 2022.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - D.P-MS-175	175	17/02/2022	24/02/2022	7	35115	15.34	185	190
02	Testigo 2 - D.P-MS-175	175	17/02/2022	24/02/2022	7	36974	15.29	184	201
03	Testigo 3 - D.P-MS-175	175	17/02/2022	24/02/2022	7	35901	15.29	184	195
04	Testigo 4 - D.P-MS-175	175	17/02/2022	03/03/2022	14	40880	15.28	183	223
05	Testigo 5 - D.P-MS-175	175	17/02/2022	03/03/2022	14	40942	15.29	184	223
06	Testigo 6 - D.P-MS-175	175	17/02/2022	03/03/2022	14	40744	15.27	183	223
07	Testigo 7 - D.P-MS-175	175	17/02/2022	17/03/2022	28	44608	15.42	187	239
08	Testigo 8 - D.P-MS-175	175	17/02/2022	17/03/2022	28	47472	15.42	187	254
09	Testigo 9 - D.P-MS-175	175	17/02/2022	17/03/2022	28	45776	15.33	184	248

D.P -MS-175 = Diseño Patrón usando cemento MS - 175 Kg/cm²

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Sábado, 17 de febrero del 2022.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - D. 25%AR-MS-175	175	17/02/2022	24/02/2022	7	35319	15.39	186	190
02	Testigo 2 - D. 25%AR-MS-175	175	17/02/2022	24/02/2022	7	35630	15.35	185	193
03	Testigo 3 - D. 25%AR-MS-175	175	17/02/2022	24/02/2022	7	36106	15.39	186	194
04	Testigo 4 - D. 25%AR-MS-175	175	17/02/2022	03/03/2022	14	38671	15.31	184	210
05	Testigo 5 - D. 25%AR-MS-175	175	17/02/2022	03/03/2022	14	38095	15.28	183	208
06	Testigo 6 - D. 25%AR-MS-175	175	17/02/2022	03/03/2022	14	38901	15.28	183	212
07	Testigo 7 - D. 25%AR-MS-175	175	17/02/2022	17/03/2022	28	44566	15.42	187	239
08	Testigo 8 - D. 25%AR-MS-175	175	17/02/2022	17/03/2022	28	44873	15.37	185	242
09	Testigo 9 - D. 25%AR-MS-175	175	17/02/2022	17/03/2022	28	44269	15.34	185	239

D. 25%AR-MS-175 = Diseño patrón con reemplazo del 25%AR usando cemento MS - 175 Kg/cm²

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Sábado, 17 de febrero del 2022.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - D. 50%AR-MS-175	175	17/02/2022	24/02/2022	7	33023	15.32	184	179
02	Testigo 2 - D. 50%AR-MS-175	175	17/02/2022	24/02/2022	7	31962	15.34	185	173
03	Testigo 3 - D. 50%AR-MS-175	175	17/02/2022	24/02/2022	7	33287	15.31	184	181
04	Testigo 4 - D. 50%AR-MS-175	175	17/02/2022	03/03/2022	14	34905	15.25	183	191
05	Testigo 5 - D. 50%AR-MS-175	175	17/02/2022	03/03/2022	14	36424	15.33	185	197
06	Testigo 6 - D. 50%AR-MS-175	175	17/02/2022	03/03/2022	14	35424	15.31	184	192
07	Testigo 7 - D. 50%AR-MS-175	175	17/02/2022	17/03/2022	28	41511	15.36	185	224
08	Testigo 8 - D. 50%AR-MS-175	175	17/02/2022	17/03/2022	28	40561	15.32	184	220
09	Testigo 9 - D. 50%AR-MS-175	175	17/02/2022	17/03/2022	28	40634	15.28	183	222

D. 50%AR-MS-175 = Diseño patrón con reemplazo del 50%AR usando cemento MS - 175 Kg/cm²

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Sábado, 17 de febrero del 2022.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - D. 75%AR-MS-175	175	17/02/2022	24/02/2022	7	28978	15.31	184	157
02	Testigo 2 - D. 75%AR-MS-175	175	17/02/2022	24/02/2022	7	28547	15.33	184	155
03	Testigo 3 - D. 75%AR-MS-175	175	17/02/2022	24/02/2022	7	27268	15.30	184	148
04	Testigo 4 - D. 75%AR-MS-175	175	17/02/2022	03/03/2022	14	32645	15.32	184	177
05	Testigo 5 - D. 75%AR-MS-175	175	17/02/2022	03/03/2022	14	31376	15.35	185	170
06	Testigo 6 - D. 75%AR-MS-175	175	17/02/2022	03/03/2022	14	31382	15.32	184	170
07	Testigo 7 - D. 75%AR-MS-175	175	17/02/2022	17/03/2022	28	36645	15.28	183	200
08	Testigo 8 - D. 75%AR-MS-175	175	17/02/2022	17/03/2022	28	35852	15.33	185	194
09	Testigo 9 - D. 75%AR-MS-175	175	17/02/2022	17/03/2022	28	37053	15.34	185	201

D. 75%AR-MS-175 = Diseño patrón con reemplazo del 75%AR usando cemento MS - 175 Kg/cm²

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Sábado, 17 de febrero del 2022.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - D. 100%AR-MS-175	175	17/02/2022	24/02/2022	7	28731	15.31	184	156
02	Testigo 2 - D. 100%AR-MS-175	175	17/02/2022	24/02/2022	7	30005	15.30	184	163
03	Testigo 3 - D. 100%AR-MS-175	175	17/02/2022	24/02/2022	7	29204	15.33	185	158
04	Testigo 4 - D. 100%AR-MS-175	175	17/02/2022	03/03/2022	14	32177	15.34	185	174
05	Testigo 5 - D. 100%AR-MS-175	175	17/02/2022	03/03/2022	14	31927	15.39	186	172
06	Testigo 6 - D. 100%AR-MS-175	175	17/02/2022	03/03/2022	14	33664	15.30	184	183
07	Testigo 7 - D. 100%AR-MS-175	175	17/02/2022	17/03/2022	28	36540	15.36	185	197
08	Testigo 8 - D. 100%AR-MS-175	175	17/02/2022	17/03/2022	28	33302	15.38	186	179
09	Testigo 9 - D. 100%AR-MS-175	175	17/02/2022	17/03/2022	28	35209	15.31	184	191

D. 100%AR-MS-175 = Diseño patrón con reemplazo del 100%AR usando cemento MS - 175 Kg/cm²

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : AYACILA TINEO JOSÉ ALFREDO
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AGREGADO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, CHICLAYO-2020"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Domingo, 24 de abril del 2022.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - D. 100%AR DISEÑO- MS-175	175	24/04/2022	01/05/2022	7	24041	15.32	184	130
02	Testigo 2 - D. 100%AR DISEÑO- MS-175	175	24/04/2022	01/05/2022	7	21513	15.32	184	117
03	Testigo 3 - D. 100%AR DISEÑO- MS-175	175	24/04/2022	01/05/2022	7	21677	15.31	184	118
04	Testigo 4 - D. 100%AR DISEÑO- MS-175	175	24/04/2022	08/05/2022	14	25080	15.27	183	137
05	Testigo 5 - D. 100%AR DISEÑO- MS-175	175	24/04/2022	08/05/2022	14	27020	15.31	184	147
06	Testigo 6 - D. 100%AR DISEÑO- MS-175	175	24/04/2022	08/05/2022	14	25915	15.36	185	140
07	Testigo 7 - D. 100%AR DISEÑO- MS-175	175	24/04/2022	22/05/2022	28	27456	15.35	185	148
08	Testigo 8 - D. 100%AR DISEÑO- MS-175	175	24/04/2022	22/05/2022	28	27921	15.35	185	151
09	Testigo 9 - D. 100%AR DISEÑO- MS-175	175	24/04/2022	22/05/2022	28	28276	15.36	185	153

D. 100%AR DISEÑO-MS-175 = Diseño usando el 100%AR y cemento MS - 175 Kg/cm²

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sikament[®]-290 N

ADITIVO POLIFUNCIONAL E IMPERMEABILIZANTE PARA CONCRETO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sikament[®]-290N es un aditivo polifuncional (plastificante o superplastificante) e impermeabilizante. Sikament[®]-290N no contiene cloruros y no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras.

USOS

- Sikament[®]-290N está particularmente indicado para:
- Todo tipo de concretos fabricados en plantas concretas con la ventaja de poder utilizarse como plastificante o superplastificante con sólo variar la dosificación.
 - En concretos bombeados porque permite obtener consistencias adecuadas sin aumentar la relación agua/cemento.
 - Transporte a largas distancias sin pérdidas de trabajabilidad.
 - Concretos fluidos que no presentan segregación ni exudación.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Aumento de las resistencias mecánicas.
- Terminación superficial de alta calidad.
- Mayor adherencia a las armaduras.
- Permite obtener mayores tiempos de manejabilidad de la mezcla a cualquier temperatura.
- Permite reducir hasta el 20% del agua de la mezcla.
- Aumenta considerablemente la impermeabilidad y durabilidad del concreto.
- Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.
- Proporciona una gran manejabilidad de la mezcla evitando segregación y la formación de cangrejeras.
- Reductor de agua.

CERTIFICADOS / NORMAS

Como plastificante cumple con la Norma ASTM C 494, tipo D y como superplastificante con la Norma ASTM C 494, tipo G.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dispenser x 1000 L ▪ Cilindro x 200 L ▪ Balde x 20 L ▪ PET x 4 L
Apariencia / Color	Líquido pardo oscuro
Vida Útil	1 año
Condiciones de Almacenamiento	El producto debe de ser almacenado en su envase original bien cerrado y bajo techo en lugar fresco resguardado de heladas. Para el transporte debe tomarse las precauciones normales para el manejo de un producto químico.
Densidad	1.20 +/- 0.02

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

Como Plastificante impermeabilizante

Debe incorporarse junto con el agua de amasado.

Como Superplastificante impermeabilizante

Debe incorporarse preferentemente una vez amasado el concreto y haciendo un re-amasado de al menos 1 minuto por cada m³ de carga de la amasadora o camión concretero.

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe. La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.