

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

## **ESCUELA DE POSGRADO**



**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**

### **TESIS:**

**COMPORTAMIENTO MECÁNICO Y FÍSICO EN LA UTILIZACIÓN DE  
AGREGADOS NATURALES Y RECICLADOS EN EL DISEÑO DE  
CONCRETO F´C: 210 KG/CM<sup>2</sup> PARA SU USO EN PAVIMENTOS  
RÍGIDOS - CAJAMARCA 2022**

Para optar el Grado Académico de

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL**

Presentado por:

**MONICA ROSMERI NAVARRO ALMONACID**

Asesor:

**Dr. WILFREDO RENÁN FERNANDEZ MUÑOZ**

Cajamarca, Perú

2024

## CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador: MÓNICA ROSMERI NAVARRO ALMONACID  
DNI: 42188854.  
Escuela Profesional/Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias Mención  
Gestión Ambiental.
2. Asesor: Dr. WILFREDO RENÁN FERNÁNDEZ MUÑOZ
3. Grado académico o título profesional  
 Bachiller  Título profesional  Segunda especialidad  
 Maestro  Doctor
4. Tipo de Investigación:  
 Tesis  Trabajo de investigación  Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:  
COMPORTAMIENTO MECÁNICO Y FÍSICO EN LA UTILIZACIÓN DE AGREGADOS NATURALES Y  
RECICLADOS EN EL DISEÑO DE CONCRETO F' C: 210 KG/CM<sup>2</sup> PARA SU USO EN PAVIMENTOS  
RÍGIDOS - CAJAMARCA 2022
6. Fecha de evaluación: 10 de abril del 2024
7. Software antiplagio:  TURNITIN  URKUND (OURIGINAL) (\*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 8%
9. Código Documento: 3117:346124927
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:  
 APROBADO  PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 11 de julio del 2024

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 <b>Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz</b> Firma del Asesor DNI: 26630585

\* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

COPYRIGHT © 2024 by  
**MONICA ROSMERI NAVARRO ALMONACID**  
Todos los derechos reservados



**Universidad Nacional de Cajamarca**  
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD  
**Escuela de Posgrado**  
CAJAMARCA - PERÚ



**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

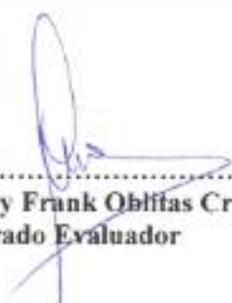
Siendo las 17:25 horas, del día 15 de marzo del dos mil veinticuatro, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. JOSÉ FRANCISCO HUAMÁN VIDAURRE, M.Cs. JIMY FRNK OBLITAS CRUZ, M.Cs. EDGAR DARWIN DÍAZ MORI**, y en calidad de Asesor el **Dr. WILFREDO RENÁN FERNÁNDEZ MUÑOZ**, actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada **COMPORTAMIENTO MECÁNICO Y FÍSICO EN LA UTILIZACIÓN DE AGREGADOS NATURALES Y RECICLADOS EN EL DISEÑO DE CONCRETO F<sup>c</sup>: 210 KG/CM<sup>2</sup> PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS - CAJAMARCA 2022**, presentada por la **Bachiller en Ingeniería Química, MONICA ROSMERI NAVARRO ALMONACID**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó UNANIMIDAD con la calificación de DIE CICCO (18) la mencionada Tesis; en tal virtud, la **Bachiller en Ingeniería Química MONICA ROSMERI NAVARRO ALMONACID**, está apta para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias con Mención en **GESTIÓN AMBIENTAL**.

Siendo las 18:25 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

  
.....  
**Dr. Wilfredo Renán Fernández Muñoz**  
Asesor

  
.....  
**Dr. José Francisco Huamán Vidaurre**  
Jurado Evaluador

  
.....  
**M.Cs. Jimy Frank Oblitas Cruz**  
Jurado Evaluador

  
.....  
**M.Cs. Edgar Darwin Díaz Mori**  
Jurado Evaluador

## **DEDICATORIA**

A Dios todo poderoso por haberme dado la oportunidad de seguir creciendo profesionalmente y hacerme un instrumento de ayuda a la sociedad.

Con mucho amor y gratitud dedico este trabajo a mi amado esposo Hernán e hijos Andrea y Alonso; quienes son mi fuente de vida. A mis queridos padres Cesar y Natividad quienes motivan y ayudan en cada proyecto que emprendo. A mis suegros Wilfredo y Judith, por su ejemplo de superación.

A mis hermanos: Giovanna y Henry por el apoyo moral que me brindan cada momento, y a Walter que desde el cielo me cuida.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Dr. Ing. Wilfredo Fernández Muñoz, asesor de la presente investigación, por sus importantes y oportunas orientaciones y consejos que me permitieron culminar con éxito el presente trabajo de tesis.

Al laboratorio de suelos “WRFM” y todos sus colaboradores por las facilidades prestadas en sus instalaciones.

A cada uno de mis docentes de la maestría por impartirnos su conocimiento, a mis compañeros de maestría por enriquecer con sus experiencias cada clase y hacerlas más amenas y divertidas.

## CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
CAPITULO I .....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.2. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN .....	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos específicos .....	3
1.3. Hipótesis de la Investigación.....	4
CAPITULO II.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. ANTECEDENTES .....	5
2.2. BASES TEÓRICAS.....	8
2.2.1. Concreto Reciclado .....	8
2.2.2. Clasificación del concreto reciclado .....	9
2.2.3. Concreto .....	10
2.2.3.1. Cemento.....	10
2.2.3.2. Agregados .....	15
2.2.3.3. Agua (NTP 334.088) .....	23
2.2.4. Diseño de mezclas método ACI 211.1.....	25
2.2.5. Propiedades del Concreto en estado Endurecido.....	29
2.2.5.1. Propiedades Físicas .....	29
2.2.5.2. Propiedades Mecánicas.....	30
2.2.6. Pavimento rígido.....	33
2.2.7. Normatividad técnica peruana de los procedimientos de propiedades. ....	34

CAPÍTULO III.....	36
MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
3.1.  UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA INVESTIGACIÓN .....	36
3.2.  TIEMPO DE REALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	38
3.3.  DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	38
3.3.1.  Tipo de investigación.....	38
3.3.2.  Tipo de variables.....	38
3.3.3.  Población, muestra y unidad de análisis .....	38
3.3.3.1.  Población de estudio:.....	38
3.3.3.2.  Muestra de estudio: .....	38
3.3.3.3.  Unidad de Análisis: .....	39
3.4.  MATERIALES .....	39
3.4.1.  Agregados.....	39
3.4.1.1.  Agregados naturales: .....	39
3.4.1.2.  Agregados reciclados: .....	39
3.4.2.  Cemento: .....	39
3.5.  EQUIPOS .....	39
3.6.  MÉTODOS.....	40
3.6.1.  Procedimiento en Agregados:.....	41
3.6.1.1.  Extracción y preparación de muestras:.....	41
3.6.1.2.  Análisis Granulométrico:.....	41
3.6.1.3.  Determinación del Tamaño Máximo Nominal (TMN): .....	42
3.6.1.4.  Módulo de Fineza:.....	42
3.6.1.5.  Determinación del peso específico y absorción del agregado fino: .....	43
3.6.1.6.  Determinación del peso específico y absorción del agregado grueso: .....	44
3.6.1.7.  Peso Unitario:.....	45
3.6.1.8.  Materiales más finos que pasan el tamiz normalizado N° 200: .....	46
3.6.1.9.  Contenido de Humedad: .....	47
3.6.1.10. Resistencia a la degradación en agregados gruesos por abrasión: .....	47
3.6.2.  Diseño de Mezclas de concreto Método ACI 211.1. ....	48

3.6.3.	Procedimiento con el concreto: .....	51
3.6.3.1.	Elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio:.....	51
3.6.3.2.	Determinación del Peso Unitario: .....	51
3.6.3.3.	Determinación de la Resistencia a la compresión:.....	53
3.6.3.4.	Determinación de la Resistencia a la compresión Indirecta: .....	54
3.6.4.	Procedimiento del Análisis Estadístico:.....	56
CAPÍTULO IV .....		58
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		58
4.1	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	58
4.1.1.	Propiedades físicas de los agregados naturales y reciclados .....	58
4.1.2.	Diseño Mezcla: .....	62
4.1.3.	Ensayos de la Resistencia a la Compresión:.....	66
4.1.4.	Módulo de Elasticidad .....	85
4.1.5.	Resistencia a la Tracción.....	86
4.1.6.	Análisis Estadísticos .....	88
4.1.7.	Análisis de Costos.....	88
CAPÍTULO V.....		92
CONCLUSIONES .....		92
CAPITULO VI .....		94
REFERENCIAS.....		94
CAPITULO VII .....		99
ANEXOS.....		99

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	<i>Formas de Obtención de Concreto Reciclado</i> .....	8
<b>Tabla 2</b>	<i>Porcentaje de Variación de los Compuestos del Cemento</i> .....	11
<b>Tabla 3</b>	<i>Calor de Hidratación para cada Tipo de Cemento Portland</i> .....	13
<b>Tabla 4</b>	<i>Características Físico-Mecánicas del Cemento Pacasmayo Tipo I</i> .....	14
<b>Tabla 5</b>	<i>Características Químicas del Cemento Pacasmayo Tipo I</i> .....	15
<b>Tabla 6</b>	<i>Granulometría del Agregado Fino</i> .....	16
<b>Tabla 7</b>	<i>Requisitos Granulométricos del Agregado Grueso</i> .....	19
<b>Tabla 8</b>	<i>Fórmulas Para el Cálculo del Peso Específico Aparente</i> .....	20
<b>Tabla 9</b>	<i>Fórmula Para el Cálculo del Peso Unitario Seco Compactado y Suelto</i> .....	20
<b>Tabla 10</b>	<i>Fórmula Para el Cálculo del Contenido de Humedad</i> .....	21
<b>Tabla 11</b>	<i>Fórmulas para el Cálculo de la Absorción de los Agregados</i> .....	22
<b>Tabla 12</b>	<i>Fórmula para el Cálculo de la Resistencia a la Abrasión</i> .....	23
<b>Tabla 13</b>	<i>Muestra de Estudio</i> .....	38
<b>Tabla 14</b>	<i>Propiedades Físicas del Agregado Natural Grueso y Fino</i> .....	59
<b>Tabla 15</b>	<i>Propiedades Físicas del Agregado Grueso Reciclado</i> .....	61
<b>Tabla 16</b>	<i>Diseño de Mezcla Patrón</i> .....	62
<b>Tabla 17</b>	<i>Diseño de Mezcla con 20% de Agregado Reciclado</i> .....	63
<b>Tabla 18</b>	<i>Diseño de Mezcla con 50% de Agregado Reciclado</i> .....	64
<b>Tabla 19</b>	<i>Diseño de Mezcla con 70% de Agregado Reciclado</i> .....	65
<b>Tabla 20</b>	<i>Ensayo a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla Patrón a los 7 días</i> .....	66
<b>Tabla 21</b>	<i>Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla Patrón a los 14 días de Edad.</i> .....	67

<b>Tabla 22</b> <i>Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla Patrón a los 21 días de Edad.</i> .....	68
<b>Tabla 23</b> <i>Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla Patrón a los 28 días de Edad.</i> .....	69
<b>Tabla 24</b> <i>Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla con 20% de Concreto Reciclado a los 7 Días de Edad.</i> .....	70
<b>Tabla 25</b> <i>Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla con 20% de Concreto Reciclado a los 14 Días de Edad.</i> .....	71
<b>Tabla 26</b> <i>Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla con 20% de Concreto Reciclado a los 21 Días de Edad.</i> .....	72
<b>Tabla 27</b> <i>Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla con 20% de Concreto Reciclado a los 28 Días de Edad.</i> .....	73
<b>Tabla 28</b> <i>Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla con 50% de Concreto Reciclado a los 07 Días de Edad.</i> .....	74
<b>Tabla 29</b> <i>Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla con 50% de Concreto Reciclado a los 14 Días de Edad.</i> .....	75
<b>Tabla 30</b> <i>Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla con 50% de Concreto Reciclado a los 21 Días de Edad.</i> .....	76
<b>Tabla 31</b> <i>Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla con 50% de Concreto Reciclado a los 28 Días de Edad.</i> .....	77
<b>Tabla 32</b> <i>Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla con 70% de Concreto Reciclado a los 7 Días de Edad.</i> .....	78
<b>Tabla 33</b> <i>Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla con 70% de Concreto Reciclado a los 14 Días de Edad.</i> .....	79

<b>Tabla 34</b> <i>Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla con 70% de Concreto Reciclado a los 21 Días de Edad.</i> .....	80
<b>Tabla 35</b> <i>Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla con 70% de Concreto Reciclado a los 28 Días de Edad.</i> .....	81
<b>Tabla 36</b> <i>Resumen de Resultados de Especímenes de Concreto</i> .....	82
<b>Tabla 37</b> <i>Resumen del Módulo de Elasticidad Promedio</i> .....	85
<b>Tabla 38</b> <i>Resistencia a la Tracción</i> .....	86
<b>Tabla 39</b> <i>Análisis estadístico a los 28 días</i> .....	88
<b>Tabla 43</b> <i>Análisis de costos para la obtención de agregado grueso reciclado</i> .....	88
<b>Tabla 44</b> <i>Análisis de costos para producir 1 m<sup>3</sup> de concreto con agregados naturales</i> .....	89
<b>Tabla 45</b> <i>Análisis de costos para producir 1m<sup>3</sup> de concreto con 20% de agregado grueso reciclado</i> .....	89
<b>Tabla 46</b> <i>Análisis de costos para concreto con 50% de agregado grueso reciclado</i> .....	89
<b>Tabla 47</b> <i>Análisis de costos para concreto con 70% de agregado grueso reciclado</i> .....	90

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Clasificación y Opciones de Manejo de los Residuos de la Actividad de la Construcción</i> .....	9
<b>Figura 2</b> <i>Tipos de Contenido de Humedad</i> .....	21
<b>Figura 3</b> <i>Valores Característicos y Límites Máximos Tolerables de Sales e Impurezas en el Agua para la Elaboración del Concreto</i> .....	25
<b>Figura 4</b> <i>Tabla de Asentamientos Recomendados para Diversos Tipos de Estructuras</i> .....	26
<b>Figura 5</b> <i>Tabla de Contenido de Aire Atrapado</i> .....	26
<b>Figura 6</b> <i>Tabla de Contenido de Aire Atrapado</i> .....	27
<b>Figura 7</b> <i>Tabla de Relación Agua/Cemento por Resistencia</i> .....	27
<b>Figura 8</b> <i>Tabla de Contenido de Aire Incorporado y Total</i> .....	28
<b>Figura 9</b> <i>Tabla del Peso de Agregados Gruesos por Unidad de Volumen y Concreto</i> .....	28
<b>Figura 10</b> <i>Tipos de Falla</i> .....	31
<b>Figura 11</b> <i>Grafica de Esfuerzo – Deformación Unitaria del Concreto</i> .....	33
<b>Figura 12</b> <i>Ubicación Geográfica de la Investigación</i> .....	37
<b>Figura 13</b> <i>Tamices a Utilizar para Realizar el Análisis Granulométrico</i> .....	42
<b>Figura 14</b> <i>Ensayo de Resistencia al corte</i> .....	55
<b>Figura 15</b> <i>Resistencia a la comprensión Vs Tiempo</i> .....	83
<b>Figura 16</b> <i>Resistencia Vs. Diseño de Mezcla y Edad</i> .....	84
<b>Figura 17</b> <i>Resistencia a la Tracción Vs. Diseño de Mezcla</i> .....	87
<b>Figura 18</b> <i>Diseño de Mezcla Vs. Costo de Producción</i> .....	90

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación ha sido estudiar el comportamiento mecánico y físico en la utilización de agregados naturales y reciclados en el diseño de concreto  $f'c: 210 \text{ kg/cm}^2$  para su uso en pavimentos rígidos, con ese propósito se utilizó agregado grueso reciclado obtenido de la trituración de residuos de demolición de concreto mientras que los agregados naturales fueron de cantera de río, es importante mencionar que el agregado fino utilizado ha sido exclusivamente natural. Calculadas las propiedades físicas- mecánicas de los agregados, se realizó el diseño de mezcla del concreto a una resistencia de  $f'c: 210 \text{ kg/cm}^2$ , usando el método ACI comité 211-1-9 con sustituciones de 20%, 50% y 70% de agregado natural por agregado reciclado, la elaboración de 164 especímenes cilíndricos de concreto para los ensayos de resistencia a la compresión y resistencia a la tracción indirecta.

Los resultados de la resistencia a la compresión son:  $219.95 \text{ kg/cm}^2$  para un concreto elaborado con agregados naturales; mientras que  $217.97 \text{ kg/cm}^2$ ;  $212.26 \text{ kg/cm}^2$  y  $207.44 \text{ kg/cm}^2$  para concreto con sustituciones de 20%, 50% y 70% de agregado grueso reciclado. En cuanto al ensayo de tracción los resultados fueron de  $27 \text{ kg/cm}^2$  para la muestra patrón,  $26.3 \text{ kg/cm}^2$ ,  $24.5 \text{ kg/cm}^2$  y  $21.8 \text{ kg/cm}^2$  para concreto con sustituciones de 20%, 50% y 70% de agregado reciclado respectivamente. Concluyéndose que la resistencia a la compresión y tracción de un concreto de  $f'c: 210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado con agregados residuales disminuye conforme se incrementa el agregado grueso reciclado en la mezcla.

**Palabras claves:** Concreto reciclado, agregados de concreto reciclado.

## ABSTRACT

The objective of this research was to study the mechanical and physical behavior in the use of natural and recycled aggregates in the design of concrete  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup> for use in rigid pavements, for this purpose recycled coarse aggregate obtained from the crushing of concrete demolition waste was used while the natural aggregates were from river quarry, it is important to mention that the fine aggregate used was exclusively natural. Once the physical-mechanical properties of the aggregates were calculated, the concrete mix design was carried out at a strength of  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, using the ACI committee 211-1-9 method with substitutions of 20%, 50% and 70% of natural aggregate for recycled aggregate, the elaboration of 164 cylindrical concrete specimens for the compressive strength and indirect tensile strength tests.

The compressive strength results are: 219.95 kg/cm<sup>2</sup> for concrete made with natural aggregates; while 217.97 kg/cm<sup>2</sup>; 212.26 kg/cm<sup>2</sup> and 207.44 kg/cm<sup>2</sup> for concrete with 20%, 50% and 70% recycled coarse aggregate substitutions. As for the tensile test, the results were 27 kg/cm<sup>2</sup> for the standard sample, 26.3 kg/cm<sup>2</sup>, 24.5 kg/cm<sup>2</sup> and 21.8 kg/cm<sup>2</sup> for concrete with 20%, 50% and 70% recycled aggregate substitutions, respectively. It was concluded that the compressive and tensile strength of a concrete of  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup> made with residual aggregates decreases as the recycled coarse aggregate in the mix increases.

**Key words:** Recycled concrete, recycled concrete aggregates.

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y sus 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS), aprobada en septiembre del 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, establece una visión transformadora orientada a la sostenibilidad económica, social y ambiental de los Estados que la suscribieron, entre ellos, Perú. Los ODS 11 y ODS 12 se propone para el 2030 reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades en cuanto a la calidad del aire y la gestión de los desechos generados (Naciones Unidas, 2018).

Se pretende lograr ciudades sostenibles a través de la innovación tecnológica, ciudades en las que se sustituya la “economía lineal” por una “economía circular” que reincorpore los residuos una y otra vez en los procesos de producción de nuevos productos y materiales con miras al objetivo de “cero residuos”, ciudades que respondan al cambio climático con una economía baja en carbono para alcanzar la sostenibilidad (Mejía-de-Gutierrez R., 2023, p.506).

Los residuos de construcción y demolición (RCD), en particular, representan un problema de contaminación ambiental grave en la mayoría de los países, sobre todo los subdesarrollados, debido a su inadecuada gestión y a los bajos índices de reciclaje o aprovechamiento. En efecto, la generación de RCD a nivel mundial representa aproximadamente 25 a 30 % del total de residuos sólidos generados, superando la cifra de 3 billones de toneladas anuales. (European Comisión, 2016 citado por Mejía-de-Gutiérrez R, 2023, p.507)

La puesta en marcha de estrictas políticas de regulación, manejo, gestión y aprovechamiento en diferentes países ha impulsado el desarrollo de sistemas y tecnologías de reciclaje para este tipo de residuos que hoy se reconocen como modelos eficientes y ejemplares. En Estados Unidos, Dinamarca, Corea del Sur, Singapur y Japón, el aprovechamiento de RCD alcanza entre el 70 y el 95 % mientras que en la Unión Europea el reciclaje de RCD se sitúa entre el 10 y el 90 % (Mejía-de-Gutierrez R., 2023, p. 507). Algunos de los instrumentos económicos implementados son, por ejemplo, el pago de una “tasa por vertimiento” en Holanda y el cobro de un “impuesto por utilizar material virgen” en la República Checa. Estos instrumentos y la normalización han sido elementos clave para impulsar la reutilización de los RCD pétreos, en particular en la producción de agregados (Mejía-de-Gutierrez R., 2023, p. 507)

A nivel nacional no existen datos de las cantidades de residuos de construcción generados, sin embargo, se estima que la economía peruana seguirá recuperándose y crecería 1.1% en el 2023 y más de 3% entre el 2024 y 2027, siendo el mayor crecimiento en inversiones de infraestructura, incremento de la producción minera, recuperación de sectores asociados al turismo y mejora de la demanda externa. (Diario El Peruano, 2023, párrafo 1).

Por las razones expuestas es importante plantear alternativas para la gestión y minimización de la carga de escombros de las ciudades siguiendo los modelos implementados en otros países desarrollados, puesto que la tendencia mundial va encaminada hacia la construcción sostenible. En esa línea, el concreto juega un papel importante, ya que en él se puede incorporar los agregados de concreto reciclado (ACR). Sin embargo, es muy importante evaluar las propiedades mecánicas y de durabilidad de estos concretos para garantizar un comportamiento adecuado en las diferentes estructuras a construir.

En este sentido, la presente tesis de investigación analiza el comportamiento mecánico y físico en la utilización de agregados naturales y reciclados en el diseño de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> para su uso en pavimentos rígidos.

### **1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

El problema materia de la presente tesis de investigación se puede sintetizar en la siguiente interrogante

¿Cuál es el comportamiento mecánico y físico en la utilización de agregados naturales y reciclados en el diseño de concreto  $f'c: 210$  kg/cm<sup>2</sup> para su uso en pavimentos rígidos?

### **1.2. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN**

#### ***1.2.1. Objetivo general***

Determinar cuál será el comportamiento mecánico y físico en utilización de agregados naturales y reciclados en el diseño de concreto  $f'c: 210$ kg/cm<sup>2</sup> para su uso en pavimentos rígidos?

#### ***1.2.2. Objetivos específicos***

- Determinar las propiedades físico mecánicas de los agregados para el diseño del concreto  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>
- Comparar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> con una proporción de agregados reciclados en 20, 50 y 70 % en peso del agregado grueso.

- Comparar la resistencia a la tracción del concreto  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$  con una proporción de agregados reciclados en 20, 50 y 70 % en peso del agregado grueso.

### **1.3.Hipótesis de la Investigación**

La utilización de agregados naturales y reciclados en el diseño de concreto  $f'c: 210 \text{ kg/cm}^2$  para su uso en pavimentos rígidos - Cajamarca 2022, aumenta la resistencia del concreto hasta un 30%.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES

Martinez-Molina et al. (2015) en su investigación titulada **Concreto reciclado: una revisión**, indica que la generación de residuos sólidos de concreto hidráulico, considerados como desecho, está convirtiéndose en un problema medioambiental. El material de construcción mayormente fabricado es el cemento Portland (CP), el problema es su alta temperatura de fabricación, que genera contaminantes. El uso de agregados triturados provenientes de demolición de concreto hidráulico se aprovecha para generar Concreto Hidráulico Reciclado, un material que puede abatir costos, disminuir la contaminación y abaratar la edificación. Sin embargo, Para un reciclado exitoso, deben considerarse diversas variables en el diseño de las nuevas mezclas de concreto: porcentaje de material reciclado, porcentaje de gruesos reciclados, de material fino, relación agua/cemento, densidad del material reciclado, empleo de fluidificantes, revenimiento (trabajabilidad), resistencia mecánica, homogeneidad (Chang et al, 2011).

Pacheco-Fuentes et al. (2017) en su investigación titulada **Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su modelo de gestión**, entregan una visión amplia del estado actual de la ciudad de Barranquilla en cuanto al manejo, tratamiento y aprovechamiento que se está dando a los Residuos Sólidos de Construcción y Demolición (RCD) y los ajustes pertinentes que deben tenerse en cuenta para la elaboración de un

adecuado plan de gestión. La cantidad de residuos del concreto, la madera, el ladrillo y los materiales cerámicos es mayor con respecto a los otros que componen los RCD en la ciudad de Barranquilla, lo que les da ventaja para las prácticas de aprovechamiento, además de contar con un grado de avance en la investigación efectuada sobre estos a nivel mundial. La informalidad que se presenta en la recolección de los RCD y el desinterés por parte del gremio constructor acerca de la disposición final de los mismos, está fomentando la aparición de lugares de disposición ilegal, tal como se evidenció en este documento, por lo que las entidades ambientales deben ejercer un mejor control, para su pronto control, puesto que se pueden convertir en potenciales focos generadores de enfermedades, contaminación y mala disposición.

Muñoz-Terán et al. (2018) en su investigación titulada **Evaluación de las propiedades de residuos de construcción y demolición de concreto para su uso en la elaboración de sub-bases granulares. Una alternativa al manejo de residuos en el Valle de Aburrá**, hacen una evaluación del uso de residuos de construcción y demolición (RCD) de concreto obtenidos en obras de construcción de la ciudad de Medellín como materia prima para la elaboración de bases y sub-bases granulares, como alternativa para la reducción de la problemática ambiental asociada a los residuos de demolición. La caracterización de parámetros físico - mecánicos se obtuvo por medio de ensayos de laboratorio basados en la normatividad del Instituto Nacional de Vías (INVÍAS), aplicando las normas descritas en el artículo 300-13, 320-13 y 330-13, con el fin de lograr unos resultados acordes con la reglamentación colombiana. Con base en los resultados obtenidos se encontró que la muestra de base y sub-base granular fabricada con este tipo de residuos tiene un comportamiento similar y en algunos casos mejor que los obtenidos con áridos naturales, arrojando una densidad de 96,2% mediante compactación manual.

Díaz González (2022). En su tesis doctoral "Estudio de propiedades mecánicas de Eco-hormigones, fabricados con áridos reciclados mixtos españoles, provenientes de Residuos de la Construcción y Demolición (RCD) y su potencial uso en Chile" muestra el análisis de las propiedades mecánicas de los eco hormigones fabricados con agregados reciclado mixtos (fracción fina y gruesa en conjunto). Para tener un conocimiento técnico y aplicando la normativa, se realizaron diversos ensayos a estos eco hormigones, en el Laboratorio de la Escuela Politécnica de la Universidad de Extremadura, relacionados con las propiedades mecánicas (resistencias a la compresión, tracción, flexo tracción, densidad, aire ocluido) y propiedades durables (penetración de agua bajo presión). Dentro de los resultados más importantes obtenidos en laboratorio, se evidenció una igualdad en la consistencia entre las diferentes muestras realizadas con diferentes porcentajes de reemplazo. A la vez se observó un aumento de la resistencia a la compresión, en aquellos hormigones con un 25% de reemplazo en la fracción gruesa, con respecto a la mezcla patrón, como también una disminución en la absorción de agua bajo presión.

Silupu, Franco, Gutiérrez, & Pary, (2020) lograron determinar el efecto de utilizar los agregados de concreto reciclado (ACR) como materia prima en la elaboración de concreto para la construcción de viviendas en la ciudad de Huamachuco, para ello se utilizó cemento Portland Tipo I, gravilla de 1/2" y 3/4", arena gruesa y los agregados de concreto reciclado, estos últimos sustituyeron a la arena gruesa y a la gravilla en los porcentajes en volumen de 50%, 75% y 100% respectivamente. Se elaboraron probetas de concreto simple y concreto conteniendo ACR, luego se realizó el ensayo de compresión a las probetas, después de 7, 14 y 28 días de curado, según la Norma ASTM C39, así se pudo determinar que el concreto conteniendo 50% ACR presento la mejor resistencia a la compresión, alcanzando 200.18 kg/cm<sup>2</sup>. Además, se pudo

observar que la resistencia a la compresión del concreto conteniendo 100% ACR después de 14 días presenta una tendencia casi lineal.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. Concreto Reciclado

#### 2.2.1.1. Definición:

Para empezar, se debe tomar en cuenta la descripción sobre residuo o desecho, el cual viene a ser material que se desecha después de que haya realizado un trabajo o cumplido con su misión, por lo tanto, no tiene un aparente valor económico, a excepción de como sea el resultado final de algunos desechos que puedan ser reciclables; por ello los residuos pueden eliminarse (cuando se destinan a vertederos o se entierran) o reciclarse (obteniendo un nuevo uso).

Profundizando más en el tema del reciclado del concreto, diremos que el uno de los materiales con fines de reciclaje, es al escombros, productos de los RCD y RP, residuos de construcción y demolición; y residuos de procesos, respectivamente.

**Tabla 1**

*Formas de Obtención de Concreto Reciclado*

ACTIVIDAD	TIPO DE OBRA	COMPONENTES PRINCIPALES
Demolición	Vivienda antiguas	Mampostería, ladrillo, madera, yeso
	Edificios	Ladrillos, hormigón, hierro, acero, metales, escombros
	Obras publicas	Hormigos, acero, ladrillo, mampostería
Construcción	Excavación	Tierra
	Edificación y obras publicas	Fierro, acero, ladrillos, bloques, tejas y materiales no férreos.
	Reconstrucción otros	Suelo roca hormigón cal tesos pavimentos ladrillos, escombros Madera, plásticos, etc.

*Nota.* Fuente: (National Ready Mixed Concrete Association, 2009)

El concreto reciclado ya ha sido utilizado útilmente en otro país de una manera satisfactoria como agregado de sub - bases granulares, suelo – cemento y como reemplazo parcial de agregado nuevo.

La demolición de pavimentos es una buena fuente de acumulación de concreto reciclado, el cual será utilizado como agregado grueso en esta oportunidad para la elaboración de concreto. En teoría, una gran cantidad de los residuos de construcción y demolición pueden reciclarse o reutilizarse fácilmente. Por ello cada vez se ve la importancia de poder conocer más a fondo las propiedades del concreto reciclado y así poder ser aplicados en Sector Construcción. Debe implementarse paulatinamente una cultura de progreso económico, social y cultural; y conseguir una aceptabilidad futura del material reciclado.

### 2.2.2. Clasificación del concreto reciclado

Según la norma peruana (NTP 400.050, 1999): Manejo de Residuos de la actividad de la construcción, el concreto reciclado se clasifica como se indica en la figura 1:

**Figura 1**

*Clasificación y Opciones de Manejo de los Residuos de la Actividad de la Construcción.*



Nota. Fuente: NTP 400.050-1999.

### **2.2.3. Concreto**

El concreto se ha convertido en el material de construcción más utilizado a nivel mundial, en razón a su extraordinaria versatilidad en cuanto a las formas que se pueden obtener gracias a que se puede moldear y por sus propiedades para ser usado como elemento estructural y no estructural; además por su economía, razones que hacen de éste, un material de mejor calidad frente a construcciones de madera, mampostería o acero. Es entonces importante realizar una descripción general sobre el concreto, sus materiales constitutivos y métodos de análisis.

#### **2.2.3.1. Cemento.**

(Rivva López, 2000, p. 30), define como cemento a los materiales pulverizados que poseen la propiedad que, por adición de una cantidad conveniente de agua, forman una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como al aire y formar compuestos estables.

##### ***Cemento portland (ASTM C 150)***

Según la Norma Técnica Peruana NTP 334.009, el cemento Pórtland es un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker compuesto esencialmente por silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas sulfato de calcio como adición durante la molienda, es decir:

$$\text{Cemento Pórtland} = \text{Clinker Pórtland} + \text{Yeso}$$

El cemento Pórtland es un polvo muy fino de color verdoso. Al mezclarlo con agua forma una masa (pasta) muy plástica y moldeable que luego de fraguar y endurecer, adquiere gran resistencia y durabilidad.

##### ***Materias primas del cemento Portland***

Las principales materias primas necesarias para la fabricación de un cemento Pórtland son:

- a) Materiales calcáreos: Deben tener un adecuado contenido de carbonato de calcio ( $\text{Co}_3\text{Ca}$ ) que será entre 60% a 80%, y no deberá tener más de 1.5% de magnesia. Aquí tenemos a las margas, cretas v calizas en general estos materiales suministran el óxido de calcio o cal.
- b) Materiales arcillosos: Deben contener sílice en cantidad entre 60% y 70%. Estos materiales proveen el dióxido de silicio o sílice y también el óxido de aluminio o alúmina, aquí tenemos a las pizarras, esquistos y arcillas en general.
- c) Minerales de fierro: Suministran el óxido férrico en pequeñas cantidades. En algunos casos éstos vienen con la arcilla.
- d) Yeso: Aporta el sulfato de calcio.

Nota: El yeso se añade al Clinker para controlar (retardar y regular) la fragua. Sin el eso, el cemento fraguaría muy rápidamente debido a la hidratación violenta del aluminato tricálcico y el ferro aluminato tetracálcico.

**Tabla 2**

*Porcentaje de Variación de los Compuestos del Cemento*

NOMBRE DEL COMPUESTO	NOMENCLATURA	% DE VARIACION
Silicato Tricálcico	C3S	40 - 60
Silicato Dicálcico	C2S	15 - 30
Aluminato Tricálcico	C3A	2 - 14
Ferro aluminato Tetracálcico	C4AF	8 - 12

Nota. Fuente: Norma NTP 334.002

### ***Propiedades físicas del cemento portland***

- Superficie específica o finura del cemento (NTP 334.002, ASTM C 150): La finura es el tamaño de las partículas que componen el cemento; llamada también superficie específica, se expresa en  $\text{cm}^2/\text{gr}$  y se dice que a mayor superficie específica, mejor y más rápido el tiempo de fraguado.

Entre mayor sea la superficie de contacto, mayor será la superficie del cemento. La superficie específica del cemento está comprendida entre los valores de 2500 a 4500 cm<sup>2</sup>/gr.

- Peso específico (NTP 334.005, ASTM C 150): El peso específico o densidad aparente expresa la relación entre el peso de una muestra de cemento y el volumen absoluto del mismo; se expresa en gr/cm<sup>3</sup>. El peso específico del cemento es el valor usado en el diseño de mezclas; el cual debería estar comprendido entre los valores de 3.10 a 3.15 gr/cm<sup>3</sup>. Cabe resaltar que un valor bajo de peso específico, nos indica poca presencia de Clínker y alta de yeso.
- Consistencia normal del cemento (NTP 334.003, ASTM C 150): La consistencia normal del cemento se expresa como: un porcentaje en peso o volumen de agua con relación al peso seco de del cemento, necesario para obtener una pasta con fluidez. Lo que determina la consistencia normal de cemento es la viscosidad de la pasta (Cemento), la lubricación de los agregados (concretos), entre otros factores. Siendo sus valores normales los comprendidos entre 24% y 32%.
- Tiempo de fraguado (NTP 334.056, ASTM C 150): Fraguado Inicial, es el transcurrido desde la adición de agua hasta alcanzar el estado de plasticidad y dureza, en éste tiempo la pasta se deforma por la acción de pequeñas cargas. Es el tiempo que disponemos para fabricar, transportar, vibrar y colocar el concreto en las obras. Fraguado Final, Va desde el fraguado inicial hasta que la pastas se endurezca se vuelva indeformable. En éste caso se produce la unión con los agregados en una mezcla de concreto.
- Calor de hidratación (NTP 334.064, ASTM C 150): Al reaccionar el agua con el cemento, genera un calor de hidratación en los procesos de fraguado y endurecimiento, incrementándose la temperatura del concreto originando una

rápida evaporación del agua, que lleva a la contracción del material y un ocasional agrietamiento.

**Tabla 3**

*Calor de Hidratación para cada Tipo de Cemento Portland*

<b>TIPO</b>	<b>CARACTERISTICA</b>	<b>% DE CALOR GENERADO</b>
<b>I</b>	Uso general	100
<b>II</b>	Moderada resistencia a los sulfatos	80 a 85
<b>III</b>	Desarrollo de altas resistencias iniciales	150
<b>IV</b>	Desarrollo de Bajo calor hidratación	40 a 60
<b>V</b>	Alta resistencia a los sulfatos	60 <sup>a</sup> 95

*Nota.* Fuente: Norma Técnica Peruana 334.064

### ***Tipos de cemento Portland (NTP 334.009)***

Los cementos portland por lo general, se fabrican en cinco tipos, cuyas propiedades se han normalizado sobre la base de las especificaciones de la norma ASTM C 150.

- Cemento portland tipo I: para usos que no requieran propiedades especiales de cualquier otro tipo.
- Cemento portland tipo II: para uso general, y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.
- Cemento portland tipo III: para utilizarse cuando se requiere altas resistencias iniciales.
- Cemento portland tipo IV: para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación.
- Cemento portland tipo V: para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

### ***Usos y aplicaciones del cemento Pórtland Estándar (Sin adición)***

Entre sus principales usos tenemos:

- Para construcciones en general y de gran envergadura cuando no se requiera características especiales o no se especifique otro tipo de cemento.
- Elementos Pre-fabricados de concreto (hormigón).
- En la fabricación de bloques, tubos para acueductos y alcantarillados, terrazos, adoquines, etc.
- Mortero para asentado de ladrillos, tarrajeos, enchapes de mayólicas y otros materiales.

En las tablas 4 y 5 se da a conocer las características físicas, químicas y mecánicas del cemento Pacasmayo tipo I, utilizado en la presente investigación.

**Tabla 4**

*Características Físico-Mecánicas del Cemento Pacasmayo Tipo I*

<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>CEMENTO TIPO I</b>
Peso Específico (gr/cm <sup>3</sup> )	3.11
Finura: Malla N° 100 (%)	
Finura: Malla N° 200 (%)	
Superficie Específica BLAINE (cm <sup>2</sup> /gr)	3200
Contenido de Aire (%)	10.10
Expansión Autoclave (%)	0.80
Fragua Inicial (vicat) (hrs : min)	2 : 40
Fragua Final (vicat) (hrs: min)	5 : 30
Resistencia a Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	
f'c = 3 días	150
f'c = 7 días	201
f'c = 28 días	267

*Nota. Fuente: (Alvares Barrantes M. A., 2007)*

**Tabla 5***Características Químicas del Cemento Pacasmayo Tipo I*

ELEMENTO	CEMENTO TIPO I (%)
CaO	62.70
SiO <sub>2</sub>	20.8
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.70
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.60
K <sub>2</sub> O	0.68
Na <sub>2</sub> O	0.22
SO <sub>3</sub>	2.2
MgO	2.40
C.L	1.10
P.Ign.	1.93
R.I.	0.68

Nota. Fuente: (Alvares Barrantes M. A., 2007)

### 2.2.3.2. Agregados

(Rivera, G 2009, citado por Alarcon, 2018, p.22) Se menciona que los agregados llamados también áridos, son aquellos materiales inertes, de forma granular, naturales, artificiales o reciclados, que aglomerados por el cemento Portland en presencia de agua forman un todo compacto, al que se le llama Concreto.

Los agregados constituyen un alto porcentaje del concreto, entre 50 – 80 % en volumen; por lo que no son menos importante de otros componentes, sino por el contrario, gran parte de las características de la mezcla de concreto, tanto en estado plástico como endurecido dependen de las características y propiedades de los agregados; por ejemplo, la durabilidad del concreto depende de la porosidad, la dureza, del módulo de elasticidad de los agregados; además la resistencia del concreto depende de la calidad, limpieza, textura y granulometría que tenga el agregado. Es así que los factores que tienen mayor influencia en la calidad del concreto son: la presencia de impurezas, la granulometría y la densidad de los agregados.

### ***Agregado fino***

La norma NTP 400.011 o la norma ASTM C 33, define como agregado fino al proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa el tamiz 9.51 mm (3/8”) y queda retenido en el tamiz 0.074 mm (N°200).

Según la norma NTP 400.011 o la norma ASTM C 33, el agregado fino deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- Puede estar constituido de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular, duro, compacto y resistente.
- Deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.
- El agregado no deberá retener más del 45% en dos tamices consecutivos cualesquiera.
- En general, es recomendable que la granulometría se encuentre dentro de los límites de la norma NTP 400.037 o la norma ASTM C 33, según la tabla 6.

**Tabla 6**

*Granulometría del Agregado Fino*

TAMIZ	PORCENTAJE DE PESO (MASA) QUE PASA			
	LÍMITES TOTALES	C*	M	F
9.50 mm 3/8”	100	100	100	100
4.75 mm N°4	95-100	95 – 100	89 – 100	89 – 100
2.36 mm N°8	80-100	80 – 100	65 – 100	80 – 100
1.18 mm N°16	50-85	50 – 85	45 – 100	70 – 100
0.60 mm N°30	25-60	25 – 60	25 – 80	55 – 100
0.30 mm N°50	10-30	10 – 30	5 – 48	5 – 70
0.15 mm N°100	2-10	2 – 10	0 - 12*	0 – 12

\* Incrementar a 5% para agregado fino triturado, excepto cuando se use para pavimentos.

*Nota.* Fuente: NTP 400.037

- El módulo de fineza del agregado fino se mantendrá dentro del límite de  $\pm 0.2$  del valor asumido para la selección de las proporciones del concreto, siendo recomendable que el valor asumido esté entre 2.30 y 3.10.
- El agregado fino no deberá indicar presencia de materia orgánica cuando ella es determinada de acuerdo a los requisitos de la norma NTP 400.013 o la norma ASTM C 40.
- La coloración del agregado fino a usar en el ensayo se deba a la presencia de pequeñas partículas de carbón, lignito u otras partículas similares.
- Realizado el ensayo, la resistencia a los siete días de morteros preparados con dicho agregado no sea menor del 95% de la resistencia de morteros similares preparados con otra porción de la misma muestra de agregado fino previamente lavada con una solución al 3% de hidróxido de sodio (Rivva López, 2000, p.182)

### ***Agregado grueso***

La norma NTP 400.011 o la norma ASTM C 33, define como agregado grueso al material retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4). El agregado grueso podrá consistir de grava o piedra partida de origen natural o artificial. El agregado grueso empleado en la preparación de concretos livianos podrá ser natural o artificial.

Según La norma NTP 400.011 o la norma ASTM C 33, el agregado grueso deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- Deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferentemente angular, duras, compactas, resistentes, y de textura preferentemente rugosa.
- Las partículas deberán ser químicamente estables y deberán estar libres de escamas, tierra, polvo, limo, humus, incrustaciones superficiales, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

- La granulometría seleccionada deberá ser de preferencia continua.
- La granulometría seleccionada deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto, con una adecuada trabajabilidad y consistencia en función de las condiciones de colocación de la mezcla.
- La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 ½” y no más del 6% del agregado que pasa la malla de ¼”.
- Las Normas de Diseño Estructural recomiendan que el tamaño nominal máximo del agregado grueso sea el mayor que pueda ser económicamente disponible, siempre que él sea compatible con las dimensiones y características de la estructura. Se considera que, en ningún caso el tamaño nominal máximo del agregado no deberá ser mayor de un quinto de la menor dimensión entre caras de encofrados; o un tercio del peralte de las losas; o
- El agregado grueso empleado en concreto para pavimentos, en estructuras sometidas a procesos de erosión, abrasión o cavitación, no deberá tener una pérdida mayor del 50% en el ensayo de abrasión realizado de acuerdo a la norma NTP 400.019 y norma NTP 400.020, o la norma ASTM C 131.
- El lavado de las partículas de agregado grueso se deberá hacer con agua preferentemente potable. De no ser así, el agua empleada deberá estar libre de sales, materia orgánica, o sólidos en suspensión.
- Volviendo a la granulometría, en general el agregado grueso debe estar gradado dentro de los límites especificados en la norma NTP 400.037 o la norma ASTM C 33., tal como se detalla a continuación en la tabla 7:

**Tabla 7**

*Requisitos Granulométricos del Agregado Grueso*

N° A.S.T.M	TAMAÑO NOMINAL	% QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS												
		100 mm 4"	90 mm 3.5"	75 mm 3"	63 mm 2.5"	50 mm 2"	37,5 mm 1.5"	25 mm 1"	19 mm ¾"	12,5 mm ½"	9,5 mm 3/8"	4,75 mm N°4	2,36 mm N°8	1,18 mm N°16
1	90 a 37.5 mm (3 ½ a 1 ½")	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5					
2	63 a 37.5 mm (2 ½ a 1 ½")			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
3	50 a 25 mm (2" a 1")				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5				
357	50 a 25 mm (2" a N°4)				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 A 5		
4	37.5 a 19 mm (1 ½" a ¾")					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5			
467	37.5 a 4.75 mm (1 ½" a N°4)					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 A 5		
5	25 a 12.5 mm (1" a ½")						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5			
56	25 a 9.5 mm (1" a 3/8")						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 A 5		
57	25 a 4.75 mm (1" a N°4)						100	95 a 100		25 a 60		0 A 10	0 a 5	
6	19 a 9.5 mm (¾" a 3/8")							100	90 a 10	20 a 55	0 a 15	0 a 5		
67	19 a 4.75 mm (¾" a N°4)							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5	
7	12.5 a 4.75 mm (½" a N°4)								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
8	9.5 a 2.36 mm (3/8" a N°8)									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5

Nota. Fuente: NTP 400.037

**Propiedades de Los Agregados**

- Peso Específico (NTP 400.021 – NTP 400.022): Es la relación entre el peso y el volumen del material sólido. El peso específico de muchos de los agregados de origen natural ronda alrededor de 2,65gr/cm<sup>3</sup>, tal como en los agregados silíceos, calcáreos y granitos, con las excepciones del basalto que está en 2,90 gr/cm<sup>3</sup>, areniscas en 2,55 gr/cm<sup>3</sup> y la cuarcita en 2,50 gr/cm<sup>3</sup>.

- Generalmente el peso específico es usado para calcular el volumen ocupado por el agregado en varias mezclas que contengan agregados como los son el concreto de cemento portland, el concreto bituminoso, u otras mezclas que están proporcionales o analizadas sobre un volumen básico, el peso específico es también usado en el cálculo de vacíos en el agregado.

**Tabla 8**

*Fórmulas Para el Cálculo del Peso Específico Aparente*

Agregado Fino	Agregado Grueso
$Pe = \frac{W_o}{V - V_a}$	$Pe = \frac{A}{B - C}$

*Pe: Peso Específico*

*V: Volumen del frasco utilizado en ensayo*

*Wo: Peso en el aire de la muestra secada en estufa*

*Va: Peso en gr o volumen en cm<sup>3</sup> del agua añadida en frasco*

*A: Peso en el aire de la muestra seca al horno (gr)*

*B: Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr)*

*C: Peso en el agua de la muestra saturada (gr)*

- **Peso Unitario Seco Compactado y Peso Unitario Seco Suelto (ASTM C138):** El peso unitario de un agregado es la relación entre el peso de una determinada cantidad de este material y el volumen ocupado por el mismo, considerando como volumen al que ocupan las partículas del agregado y sus correspondientes espacios ínter granulares, realizándose de manera compactada y suelta.

**Tabla 9**

*Fórmula Para el Cálculo del Peso Unitario Seco Compactado y Suelto*

Para el Agregado Fino y Agregado Grueso
$PU = f * \text{Peso de la muestra(suelta o compactada)}$

*PU: Peso Unitario*

*Factor f: f*

- Contenido de Humedad (NTP 339.185): Por aquellos poros o capilares que están interconectados con la superficie puede ingresar el agua, hasta saturar los mismos, para luego quedar retenida en la superficie de las partículas formando una película adherida a las mismas.
- Con estas descripciones pudieron hacerse los ensayos correspondientes a las propiedades de los agregados

**Tabla 10**

*Fórmula Para el Cálculo del Contenido de Humedad*

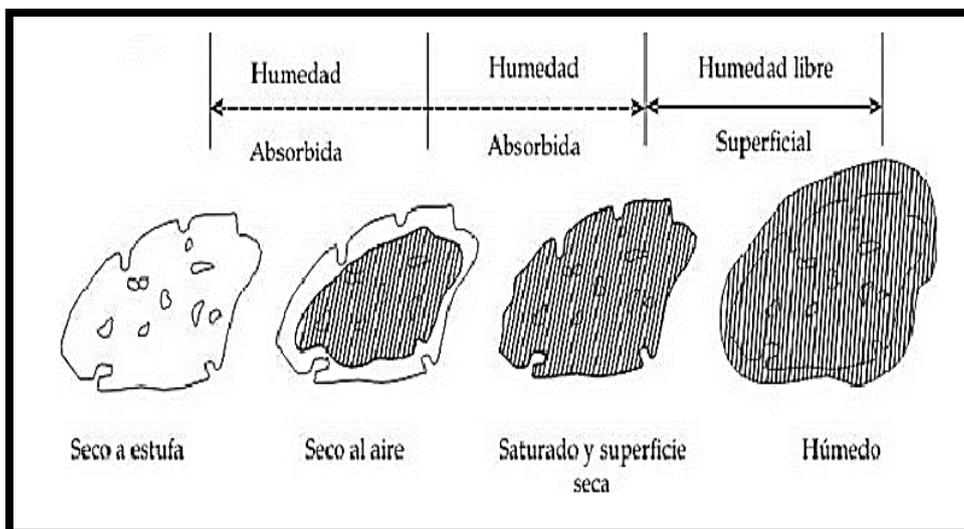
Para el Agregado Fino y Agregado Grueso
$W\% = \frac{H}{MS} \times 100$

*H: Peso del agua evaporada (MS - MH)*

*MS: Peso de la muestra seca*

**Figura 2**

*Tipos de Contenido de Humedad*



*Nota. Fuente: (Fernandez Gálvez, 2019)*

- Porcentaje de Absorción: Se define como el incremento de peso de un árido poroso seco, hasta lograr su condición de saturación con la superficie seca, debido a la penetración de agua a sus poros permeables. La absorción es el valor de la humedad

del agregado cuando tiene todos sus poros llenos de agua, pero su superficie se encuentra seca. Si la humedad del agregado es inferior a la absorción, se deberá agregar más agua al hormigón para compensar la que absorberán los agregados.

**Tabla 11**

*Fórmulas para el Cálculo de la Absorción de los Agregados*

Agregado Fino	Agregado Grueso
$Ab = \frac{500 - W_o}{W_o} \times 100$	$Ab = \frac{B - A}{A}$

*V: Volumen del frasco utilizado en ensayo*

*W<sub>o</sub>: Peso en el aire de la muestra secada en estufa*

*V<sub>a</sub>: Peso en gr o volumen en cm<sup>3</sup> del agua añadida en frasco*

*A: Peso en el aire de la muestra seca al horno (gr)*

*B: Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr)*

*C: Peso en el agua de la muestra saturada (gr)*

- Porosidad (NTP 400.034) : La palabra porosidad viene de poro que significa espacio no ocupado por materia sólida en la partícula de agregado es una de las más importantes propiedades del agregado por su influencia en las otras propiedades de éste, puede influir en la estabilidad química, resistencia a la abrasión, resistencias mecánicas, propiedades elásticas, gravedad específica, absorción y permeabilidad.
- Resistencia a la Abrasión (NTP 400.019): En los agregados gruesos una de las propiedades físicas en los cuales su importancia y su conocimiento son indispensables en el diseño de mezclas es la resistencia a la abrasión o desgaste de los agregados.
  - Con ella se conoce la durabilidad y la resistencia que tendrá el concreto para estructuras simples o estructuras que requieran que la resistencia del concreto sea la adecuada para ellas.

- Da a conocer del agregado grueso el porcentaje de desgaste que este sufrirá en condiciones de roce continuo de las partículas y las esferas de acero. Esto nos indica si el agregado grueso a utilizar es el adecuado para el diseño de mezcla.
- Este método cubre el procedimiento para ensayos de agregado grueso menores de 1½ pulgadas (37,5 milímetros), para determinar su resistencia al desgaste en la máquina de Los Ángeles.

**Tabla 12**

*Fórmula para el Cálculo de la Resistencia a la Abrasión*

---

Para el Agregado Grueso

---

$$De = \frac{W_o - W_f}{W_o} \times 100$$


---

*De: Porcentaje de resistencia a la abrasión*

*Wo: Peso original*

*Wf: Peso final*

### **2.2.3.3. Agua (NTP 334.088)**

En concreto el agua es el elemento por cual el cemento experimenta reacciones que le dan la propiedad de fraguar y endurecer para producir un material sólido con los agregados.

#### ***Requisitos de calidad***

Básicamente se refieren a sus características físico-químicas y a sus efectos sobre el comportamiento y las propiedades del concreto. Si el agua es potable, se supone que sus características físico-químicas son adecuadas para hacer concreto, excepto por la posibilidad de que contenga alguna sustancia saborizante.

### ***Agua de mezclado***

Corresponde al volumen de agua por metro cúbico de concreto en el diseño, tiene dos fases:

- Agua de Hidratación: Es la que reacciona químicamente con el cemento, lo hidrata formando el gel o pasta hidratada. Recibe el nombre de no evaporable porque a una temperatura de 110°C no se produce evaporación.

- Agua Evaporable: Es la parte de agua de mezclado que es capaz de agitarse a 110°C.

Se divide en tres fases:

Agua de Absorción: Es una capa molecular de agua que es atraída por el gel del cemento.

Agua Capilar: Es la que ocupa los poros entre los granos del cemento. Las aguas de absorción y capilar ocupan un 77% de estas aguas.

Agua Libre: Es la que realmente evapora, o sea la que se pierde dentro del agua de mezclado en " Condiciones de Secado".

### ***Agua de curado***

Es el agua que necesita el concreto para hidratar eficientemente el cemento. El agua en el concreto debe de ser mínimo del 48%, hay tres factores que influyen en la cantidad de agua en una mezcla: la relación A/C, la humedad ambiental y la diferencia de densidades de los materiales.

**Figura 3**

*Valores Característicos y Límites Máximos Tolerables de Sales e Impurezas en el Agua para la Elaboración del Concreto*

IMPUREZAS	Tipos de cemento	
	Cementos ricos en calcio	Cementos resistentes a los sulfatos (RS)
Sólidos en suspensión en aguas naturales (limos y arcillas), máximo	2000	2000
Sólidos en suspensión en aguas recicladas (finos de cemento y agregados), máximo	50000	35000
Cloruros como Cl:		
Para concreto con acero de presfuerzo y piezas de puentes, máximo	400	600
Para concreto reforzados que están en ambiente humedo o en contacto con metles como el aluminio, fierro galvanizado y otros similares, máximo	700	1000
Sulfatos como SO <sub>2</sub> , máximo	3000	3500
Magnesio como Mg, máximo	100	150
Carbonatos como CO <sub>3</sub> , máximo	600	600
Bióxido de carbono disuelto como CO <sub>2</sub> , máximo	5	3
Alcalis totales como Na, máximo	300	450
Total de impurezas en solución, máximo	3500	4000
Grasas o aceites	0	0
Materia orgánica (oxígeno consumido en medio ácido, máximo)	150	150
Potencial de hidrogeno (PH), mínimo	6	6.5

#### **2.2.4. Diseño de mezclas método ACI 211.1.**

Este procedimiento propuesto por el comité ACI 211.1., está basado en el empleo de tablas confeccionadas por el Comité ACI 211.1 ; la secuencia de diseño es la siguiente:

- a. Selección de la resistencia requerida ( $f'_{cr}$ )
- b. Selección del TMN del agregado grueso.
- c. Selección del asentamiento, ver figura 4.

**Figura 4***Tabla de Asentamientos Recomendados para Diversos Tipos de Estructuras*

<b>TIPO DE ESTRUCTURA</b>	<b>SLUMP MÁXIMO</b>	<b>SLUMP MÍNIMO</b>
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Muros y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

*Nota.* Fuente: ACI 211.1.

- d. Seleccionar el contenido de aire atrapado, ver figura 5.

**Figura 5***Tabla de Contenido de Aire Atrapado*

<b>TNM del agregado Grueso</b>	<b>Aire Atrapado %</b>
3/8"	3.0
1/2"	2.5
3/4"	2.0
1"	1.5
1 1/2"	1.0
2"	0.5
3"	0.3
4"	0.2

*Nota.* Fuente: ACI 211.1.

- e. Seleccionar el contenido de agua, ver figura 6.

**Figura 6***Tabla de Contenido de Aire Atrapado*

Asentamiento	Agua en lt/m <sup>3</sup> , para TNM agregados y consistencia indicadas							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	--
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	187	184	174	166	154	--

Nota. Fuente: ACI 211.1.

- f. Selección de la relación agua/cemento sea por resistencia a compresión o por durabilidad, ver figuras 7 y 8.

**Figura 7***Tabla de Relación Agua/Cemento por Resistencia*

f'c Kg/cm <sup>2</sup>	Relación a/c en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Nota. Fuente: ACI 211.1.

**Figura 8***Tabla de Contenido de Aire Incorporado y Total*

TNM del agregado Grueso	Contenido de aire total ( % )		
	Exposición Suave	Exposición Moderada	Exposición Severa
3/8"	4.5	6.0	7.5
1/2"	4.0	5.5	7.0
3/4"	3.5	5.0	6.5
1"	3.0	4.5	6.0
1 1/2"	2.5	4.0	5.5
2"	2.0	3.5	5.0
3"	1.5	3.0	4.5
6"	1.0	2.5	4.0

*Nota.* Fuente: ACI 211.1.

- g. Cálculo del contenido de cemento (e)/(f)
- h. Seleccionar el peso del agregado grueso ( Ver tabla 09) proporciona el valor de  $b/b_0$ , donde  $b_0$  y  $b$  son los pesos unitarios secos con y sin compactar respectivamente del agregado grueso).

**Figura 9***Tabla del Peso de Agregados Gruesos por Unidad de Volumen y Concreto*

TNM del agregado Grueso	Volumen del agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diversos Módulos de fineza del fino ( $b/b_0$ )			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

*Nota.* Fuente: ACI 211.1.

- i. Calcular la suma de los volúmenes absolutos de todos los materiales sin considerar el agregado fino.
- j. Cálculo del volumen del agregado fino.
- k. Cálculo del peso en estado seco del agregado fino.
- l. Presentación del diseño en estado seco.
- m. Corrección del diseño por el aporte de humedad de los agregados.
- n. Presentación del diseño en estado húmedo.

### ***2.2.5. Propiedades del Concreto en estado Endurecido***

#### **2.2.5.1. Propiedades Físicas**

**Impermeabilidad.** El concreto es un sistema poroso y nunca va a ser totalmente impermeable. Se entiende por permeabilidad como la capacidad que tiene un material de dejar pasar a través de sus poros un fluido. Para lograr una mayor impermeabilidad se pueden utilizar aditivos impermeabilizantes, así como mantener una relación agua cemento muy baja; La permeabilidad se corrige con una buena puesta en obra. La permeabilidad depende de:

- Finura del cemento.
- Cantidad de agua.
- Compacidad.

**Durabilidad.** Depende de los agentes agresivos, que pueden ser mecánicos, químicos o físicos. Los que más influyen negativamente son:

- Sales.
- Calor.
- Agente contaminante.
- Humedad.

El efecto producido es un deterioro:

- **Mecánico.** Vibraciones, sobrecargas, impactos, choques.
- **Físico.** Oscilaciones térmicas, ciclos de hielo y deshielo, fuego, etc.

#### **2.2.5.2.Propiedades Mecánicas**

Las características mecánicas son aquellas propiedades de los materiales que muestran el tipo y conjunto de esfuerzo mecánico que sobrelleva un material, resistencia o carga (s), se precisa como la fuerza que se produce sobre un material por unidad de área perpendicular a la fuerza aplicada. (Manrique, 2017, p. 154)

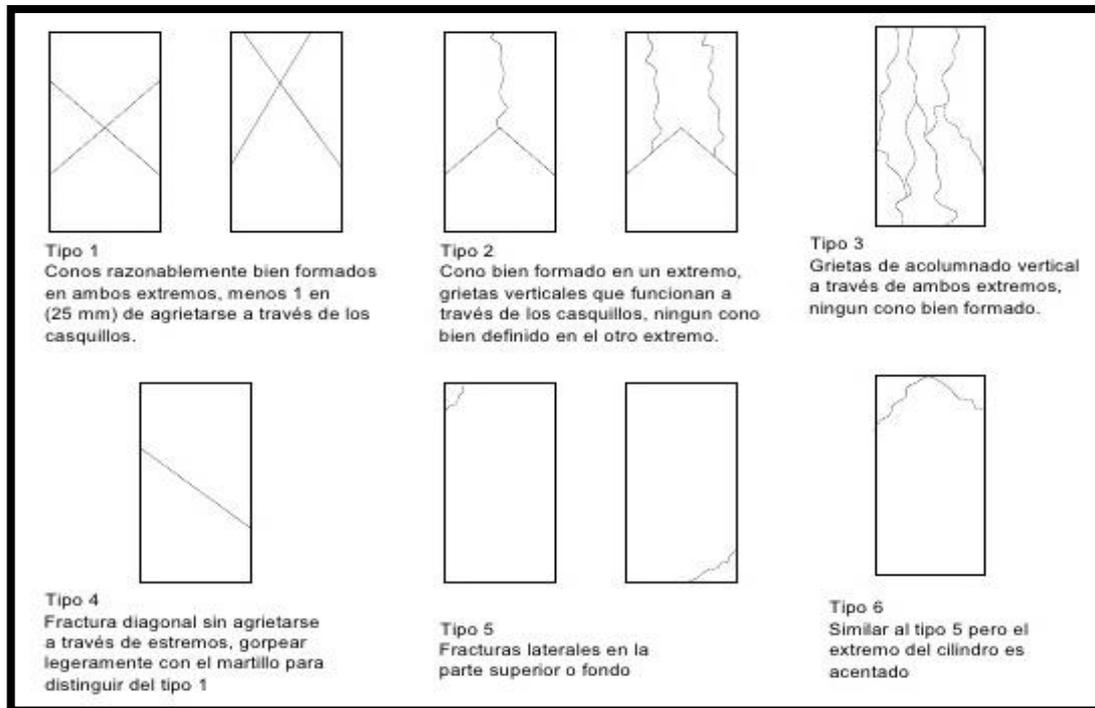
#### **Resistencia a la compresión**

Es el esfuerzo máximo que resiste el concreto hidráulico ante una carga axial, se calcula dividiendo la carga máxima entre el área transversal original de la probeta.

La resistencia a la compresión del concreto generalmente se obtiene de un cilindro con una relación altura-diámetro igual a 2. Un cilindro estándar típico mide 12 pulgadas de alto y 6 pulgadas de diámetro y normalmente alcanza una resistencia a la compresión de 140-560 kg/cm<sup>2</sup> en 28 días. Los cilindros o cubos más pequeños también se utilizan para el control de la producción, especialmente cuando la resistencia a la compresión de estas unidades es alta. Los resultados se pueden convertir a valores de resistencia de cilindro estándar equivalentes utilizando factores de conversión apropiados obtenidos de las pruebas. La máquina de ensayo probará el espécimen con una carga conectada axialmente al factor de carga indicado hasta la falla. La resistencia a la compresión de la muestra se obtiene dividiendo la carga máxima soportada por la muestra durante el ensayo entre el área media de la sección transversal. (Manrique, 2017, p.154)

**Figura 10**

*Tipos de Falla*



*Nota.* Fuente: ASTM C39. Prueba de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.

### **Resistencia a la tracción indirecta**

Máxima resistencia a compresión a lo largo de un espécimen cilíndrico de concreto, puesto en posición horizontal, hasta que este falle por la longitud de su diámetro.

La resistencia a la tracción del concreto está entre el 8% y el 15% de su resistencia a la compresión. La razón principal de esta poca resistencia es que el concreto está lleno de grietas de línea fina. Las grietas tienen poco efecto cuando el hormigón se somete a cargas de compresión, ya que las tensiones hacen que las grietas se cierran y transmiten la presión.

Claramente, este no es el caso de las cargas de tracción. No obstante, a menudo se ignora en los cálculos de ingeniería, la resistencia a la tracción sigue siendo una propiedad significativa que influye en el tamaño y la propagación de las grietas. Además, la resistencia a la tracción de los elementos de concreto tiene una cierta reducción en su flecha. A causa de la baja

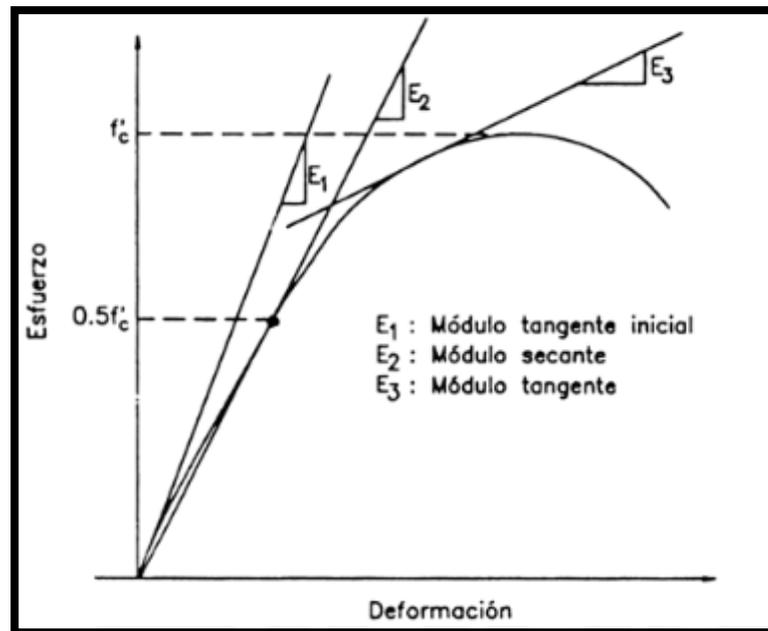
resistencia a la tracción del concreto, se han realizado pocos esfuerzos para fijar sus módulos de elasticidad a la tracción (Manrique, 2017, p.155).

### **Módulo de elasticidad del Concreto**

Las Normas ASTM (C469-94) indica que este método de ensayo proporciona un valor de la relación esfuerzo a deformación y una relación de deformación lateral a longitudinal para el concreto endurecido a cualquier edad y condiciones de curado que pueden ser establecidas. Los valores del módulo de elasticidad y relación de Poisson, aplicables dentro del rango de esfuerzos de trabajo (0 a 40% de la resistencia última del concreto), puede ser usada en el dimensionamiento de miembros estructurales reforzados y no reforzados para establecer la cantidad del refuerzo y calcular los esfuerzos para las deformaciones observadas. Los valores del módulo de elasticidad obtenido serán usualmente menores que el módulo derivado de aplicación de carga rápida (por ejemplo, ratas dinámicas o sísmicas), y usualmente serán mayores que los valores obtenidos bajo aplicación de carga lenta o extendiendo la duración de la carga, manteniendo las otras condiciones de ensayo. Las Normas ASTM (C469-94) especifican la manera de calcular el módulo secante a partir de los ensayos de compresión en probetas estándar de concreto.

**Figura 11**

*Grafica de Esfuerzo – Deformación Unitaria del Concreto*



El módulo de elasticidad del concreto depende de muchas variables, entre las principales están:

**El módulo de elasticidad de la pasta de cemento (matriz).** Un incremento en la relación  $w/c$  aumenta la porosidad de la pasta reduciendo el módulo de elasticidad ( $E_c$ ) en consecuencia hay dependencia entre  $E_c$  y  $f'_c$ .

**El módulo de elasticidad de los agregados.** Los agregados de peso normal tienen un módulo que varía entre 1.5 a 5 veces el módulo de elasticidad de la pasta. Por lo tanto el tipo de agregado y la cantidad presente en la mezcla influyen fuertemente en el valor de  $E_c$ .

#### **2.2.6. Pavimento rígido.**

El Pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la sub rasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las

siguientes capas: base, subbase y capa de rodadura. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, p.26)

El pavimento rígido es una estructura de pavimento compuesta específicamente por una capa de subbase granular, no obstante, esta capa puede ser de base granular, o puede ser estabilizada con cemento, asfalto o cal, y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregados y de ser el caso aditivos. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, p.27)

### ***2.2.7. Normatividad técnica peruana de los procedimientos de propiedades.***

#### **- Agregados:**

NTP 400.010-2011 (Revisada 2016): AGREGADOS, extracción y preparación de muestras.

NTP 400.037-2018: AGREGADOS, Especificaciones normalizadas para agregados en concreto.

NTP 400.012-2013 (Revisada 2018): AGREGADOS, Análisis granulométrico del agregado fino, agregado grueso y agregado global.

NTP 400.022-2013: AGREGADOS, métodos de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

NTP 400.021 -2013 (Revisada 2018): AGREGADOS, método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.

NTP 400.017-2011 (Revisada 2016): AGREGADOS, método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en el agregado.

NTP 400.018-2013: AGREGADOS, método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75  $\mu\text{m}$  (N° 200) por lavado en agregados.

NTP 339.185-2013 (Revisada 2018): AGREGADOS, método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

NTP 400.019-2014: 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.

- Agua:

NTP 339.088-2014: CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos.

- Cemento:

NTP 334.009-2016: CEMENTOS. Cemento Portland. Requisitos.

- Concreto:

NTP 339.183-2013: CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio

NTP 339.046-2008: HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)

NTP 339.034-2015: CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

## **CAPÍTULO III**

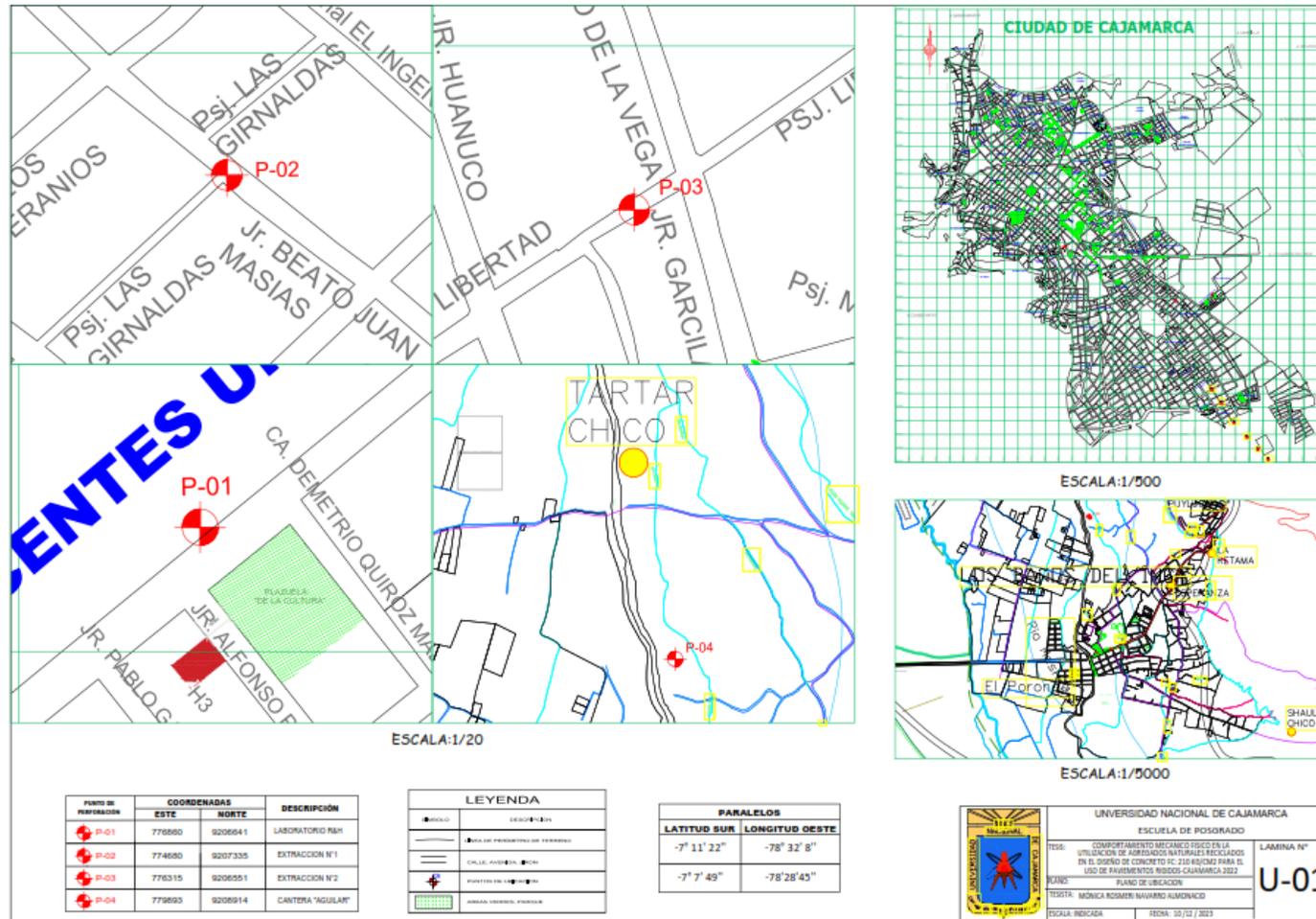
### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación se realizó en el departamento de Cajamarca, ubicado entre los paralelos  $4^{\circ}33'7''$  y  $8^{\circ}2'12''$  latitud sur, y entre los meridianos  $78^{\circ}42'27''$  y  $77^{\circ}44'20''$  longitud oeste. La recolección de los residuos de concreto y la realización de ensayos se realizó en el distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca; la trituración del concreto reciclado y la obtención del agregado reciclado y natural se realizó en la cantera “Aguilar” el distrito de Baños del Inca, provincia de Cajamarca.

**Figura 12**

*Ubicación Geográfica de la Investigación*



*Nota.* Ubicación de la cantera Aguilar y puntos de recolección de los residuos de concreto.

## 3.2. TIEMPO DE REALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se ha desarrollado en el periodo comprendido entre marzo – diciembre 2023 con una duración de 9 meses.

## 3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.3.1. Tipo de investigación

La investigación ha sido de tipo experimental, ya que se manipuló de forma intencional la variable independiente (agregado grueso reciclado) por medio de ensayos para analizar la influencia que tiene en el as propiedades físicas y mecánicas.

### 3.3.2. Tipo de variables

Variable Independiente: Porcentaje de agregado reciclado

Variable Dependiente: Resistencia a la compresión

### 3.3.3. Población, muestra y unidad de análisis

#### 3.3.3.1. Población de estudio:

Especímenes de concreto de alta resistencia  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>

#### 3.3.3.2. Muestra de estudio:

**Tabla 13**

*Muestra de Estudio*

Especímenes	Cantidad
Especímenes elaborados de concreto natural	41
Especímenes elaborados con 20% de agregado reciclado y 80% de agregado natural	41
Especímenes elaborados con 50% de agregado reciclado y 50% de agregado natural	41
Especímenes elaborados con 70% de agregado reciclado y 30% de agregado natural	41
TOTAL	164

*Nota.* Se utilizó ciento sesenta especímenes para las pruebas de resistencia a la compresión y cuatro muestras para las pruebas de resistencia a la tracción.

### **3.3.3.3. Unidad de Análisis:**

Especímenes de concreto

## **3.4.MATERIALES**

### **3.4.1. Agregados**

#### **3.4.1.1. Agregados naturales:**

Para el presente estudio se utilizó los agregados naturales de la cantera “Aguilar”, la misma que extrae material del Rio Cajamarquino, en la ciudad de Cajamarca.

#### **3.4.1.2. Agregados reciclados:**

Se utilizaron agregados reciclados de varias fuentes, como demolición de veredas y residuos de probetas adquiridas en laboratorios de suelos de la ciudad de Cajamarca

### **3.4.2. Cemento:**

Tipo I de la marca Pacasmayo

## **3.5.EQUIPOS**

- Maquina Universal de compresión
- Maquina universal de Los Ángeles
- 01 mezcladora de  $\frac{1}{2}$  pie<sup>3</sup>.
- Moldes de concreto
- 01 carretilla.
- Probetas.
- Balanza.
- Juego Taras.
- Juego de tamices.
- Mortero.
- Espátula.

- Varillas de 5/8 con una longitud de 50cm
- Balanzas Electrónicas.
- Molde de peso unitario
- Equipo para peso específico y absorción.
- Estufa (110 °C)
- Cono de Abrams

### **3.6. MÉTODOS**

Se utilizó el método experimental, para el cual se siguió el procedimiento siguiente:

- Revisión de bibliografía especializada en el tema.
- Compra de agregados naturales.
- Obtención de agregados reciclados.
- Determinación de propiedades físicas y mecánicas de los agregados naturales y reciclados.
- Compra de cemento.
- Elaboración de diseño de mezclas.
- Elaboración de especímenes de concreto.
- Determinación de las propiedades del concreto en estado fresco.
- Curado de especímenes de concreto.
- Determinación de las propiedades del concreto en estado endurecido.
- Ensayo a compresión de especímenes de concreto a la edad de 7, 14, 21 y 28 días
- Análisis de datos y presentación de resultados.
- Conclusiones y recomendaciones.

### **3.6.1. Procedimiento en Agregados:**

#### **3.6.1.1. Extracción y preparación de muestras:**

De acuerdo a la NTP 400.010, se realiza la extracción y preparación de la muestra mediante la toma de una muestra representativa. La masa de la muestra para el agregado fino es de 10 kg y para el agregado grueso de TMN = 1/2'' es de 15 kg.

#### **3.6.1.2. Análisis Granulométrico:**

Este ensayo se aplica para determinar la gradación de materiales propuestos para su uso como agregados o los que están siendo utilizados como tales. Esto consiste en separar a través de una serie de tamices una muestra de agregado seco y de masa conocida. Los tamices van progresivamente de una abertura mayor a una menor, para determinar la distribución del tamaño de partículas. Según la NTP 400.012, el análisis granulométrico se realiza mediante el siguiente procedimiento:

- Se pesaron los agregados, tanto el agregado fino y el agregado grueso.
- Se secó la muestra a peso constante usando la estufa a una temperatura de 110° C.
- Se zarandó el agregado por los tamices normados en la NTP 400.037, según el tipo de agregado.
- Se pesó el agregado retenido en cada tamiz y se determina el porcentaje retenido y porcentaje que pasa.
- Los tamices que se utilizarán para realizar el análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso según la NTP 400.011 son los siguientes (Ver figura 13)

**Figura 13**

*Tamices a Utilizar para Realizar el Análisis Granulométrico*

Agregado	Tamices normalizados
FINO	150 $\mu\text{m}$ (N° 100)
	300 $\mu\text{m}$ (N° 50)
	600 $\mu\text{m}$ (N° 30)
	1.18 mm (N° 16)
	2.36 mm (N° 8)
	4.75 mm (N° 4)
GRUESO	9.50 mm ( 3/8 )
	12.5 mm ( 1/2 )
	19.0 mm ( 3/4 )
	25.0 mm ( 1 )
	37.5 mm ( 1 1/2 )
	50.0 mm ( 2 )
	63.0 mm ( 2 1/2 )
	75.0 mm ( 3 )
	90.0 mm ( 3 1/2 )
	100.0 mm ( 4 )

*Nota.* Fuente: NTP 400.011 Agregados

### 3.6.1.3. Determinación del Tamaño Máximo Nominal (TMN):

Del procedimiento anterior, y según la NTP 400.037, se obtuvo el diámetro del menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido entre 5% y 10%.

### 3.6.1.4. Módulo de Fineza:

Se obtuvo reemplazando los valores obtenidos del análisis granulométrico en la siguiente fórmula:

$$MF = \frac{\sum \text{Porcentajes retenidos acumulados (3'', 1\frac{1}{2}'', \frac{3}{8}'', \frac{3}{4}'', \frac{1}{2}'', N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

### 3.6.1.5. Determinación del peso específico y absorción del agregado fino:

El siguiente ensayo busca es determinar el peso específico seco, peso específico saturado superficialmente seco, peso específico aparente y el porcentaje de absorción del agregado fino

De acuerdo a la NTP 400.022, se realiza el siguiente procedimiento:

- Se pesó 500 gr de agregado fino.
- Se realizó la prueba de humedad superficial.
- Se llenó el picnómetro con la muestra y agua, y se agita para eliminar las burbujas.
- Se determinó los pesos del picnómetro, la muestra y el agua.
- Se retiró la muestra del picnómetro y se seca al horno a una temperatura de 100° C.
- Se determinó el peso del picnómetro lleno a su capacidad de calibración con agua.
- Se determinó el peso de la muestra seca al horno.
- Se realizó los cálculos mediante las fórmulas:

$$\text{Peso Específico de Masa} \quad Pe = \frac{w}{V-Va}$$

$$\text{Peso Específico de Masa Saturada con Superficie Seca} \quad P_{esss} = \frac{500}{V-Va}$$

$$\text{Peso Específico Aparente} \quad Pea = \frac{w}{(V-Va)-(500-w)}$$

$$\text{Porcentaje de Absorción} \quad Ab (\%) = \frac{500-w}{w}$$

$w = \text{Masa de muestra secada en estufa en g.}$

$V = \text{Volumen del frasco, cm}^3$

$Va = \text{Peso del agua añadida al frasco en g.}$

### 3.6.1.6. Determinación del peso específico y absorción del agregado grueso:

El siguiente ensayo lo que busca es determinar el peso específico seco, peso específico saturado superficialmente seco, peso específico aparente y el porcentaje de absorción del agregado grueso. De acuerdo a la NTP 400.021, se realiza el siguiente procedimiento:

- Se realiza el cuarteo al total de la muestra para obtener un peso mínimo de 2000 gr de agregado grueso en la condición de saturado superficialmente seco.
- Se sumergió la muestra colocada en la cesta de alambre y se determina el peso en el agua.
- Se retiró y secó la muestra en el horno a una temperatura de 100° C.
- Se determinó el peso de la muestra seca al horno.
- Se realizaron los cálculos mediante las fórmulas:

$$\text{Peso Específico de Masa} \quad Pe = \frac{A}{(B-C)} \times 100$$

$$\text{Peso Específico de Masa Saturada con Superficie Seca} \quad Pe_{SSS} = \frac{B}{(B-C)} \times 100$$

$$\text{Peso Específico Aparente} \quad Pea = \frac{A}{(A-C)} \times 100$$

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

*A = Peso de la muestra seca en el aire, gramos.*

*B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos*

*C = Peso en el agua de la muestra saturada.*

### **3.6.1.7.Peso Unitario:**

El siguiente ensayo lo que busca es determinar el peso unitario suelto y compactado en el agregado fino y agregado grueso. Según la NTP 400.017, se realiza los siguientes procedimientos:

- **Determinación del Factor del recipiente:**
  - Determinación del peso específico del agua: Se llenó el picnómetro de agua hasta su marca de calibración (500 cm<sup>3</sup>), luego se determinó el peso del picnómetro con agua y la masa del picnómetro vacío.
  - En el recipiente: Se llenó el recipiente completamente con agua, se determina el peso del recipiente con agua y se determinó el peso del recipiente vacío.
- **Procedimiento para peso unitario suelto:**
  - Se llenó el agregado, con una cucharón de mano y a una altura no mayor de 50mm del recipiente hasta el reboce.
  - El material sobrante se elimina con una regla.
  - Se determinó la masa del recipiente más su contenido.
- **Procedimiento para peso unitario compactado:**
  - Se llenó el recipiente a un tercio del total, se nivela la superficie se apisona la capa de agregado con 25 golpes con la varilla de apisonado uniformemente distribuido sobre la superficie. Seguidamente se llenó los 2/3 del total se realiza el procedimiento anterior. Finalmente, se llenó el recipiente a sobre volumen y se realizó el procedimiento anterior y el agregado sobrante se elimina usando el acero liso como regla.
  - Se determinó la masa del recipiente más su contenido, y la masa del recipiente vacío.
  - Se realizó los cálculos siguientes:

Peso Específico del Agua

$$Pe = \frac{A-B}{C}$$

*A = Peso del picnometro con agua, kg.*

*B = Peso del picnometro vacío, kg.*

*C = Volumen del Picnómetro, m3*

Factor del Recipiente

$$f = \frac{Pe}{W-M}$$

*Pe = Peso especifico del agua, kg/m3*

*W = Peso del recipiente lleno de agua, kg.*

*M = Peso del recipiente vacío, kg.*

Peso Unitario

$$PU = (G - M) \times f$$

*f = factor del recipiente, 1/m3*

*G = Peso del recipiente con agregado, kg.*

*M = Peso del recipiente vacío, kg.*

### **3.6.1.8. Materiales más finos que pasan el tamiz normalizado N° 200:**

La NTP 400.018, establece el procedimiento:

- Se pesó una muestra de 2500 gr. Secada a peso constante.
- Mediante el proceso de lavado, se adicionó agua hasta separar los finos que pasaran el tamiz N° 200.
- Se secó al horno el agregado retenido en el tamiz y se determinó su peso.
- Se realizó el cálculo siguiente:

Porcentaje del material más fino que pasa por el tamiz  
normalizado de 75 µm (N° 200)

$$A = \frac{(P_1 - P_2)}{P_1} \times 100$$

$P_1$  = *Peso seco de la muestra original, gramos.*

$P_2$  = *Peso seco de la muestra ensayada, gramos.*

### **3.6.1.9. Contenido de Humedad:**

El siguiente ensayo busca determinar el porcentaje total de contenido de humedad en el agregado fino o grueso por el método de secado. De acuerdo a la NTP 339.185, el contenido de humedad se determina mediante el procedimiento:

- Se pesó una muestra de 2000 gr.
- Se secó la muestra completamente en el recipiente en el horno a  $110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ .
- Se determinó la masa de la muestra seca.
- Se realizó el cálculo mediante la fórmula:

Contenido de Humedad (%)  $w = \frac{M - S}{S} \times 100$

$M$  = *Masa de la muestra húmeda, gramos.*

$S$  = *Masa de la muestra seca, gramos.*

### **3.6.1.10. Resistencia a la degradación en agregados gruesos por abrasión:**

Según la NTP 400.019, este ensayo se aplica ampliamente como un indicador de la calidad relativa o sobre la competencia de agregados de varias fuentes teniendo una composición mineral similar, para lo cual se realizó el siguiente procedimiento:

- Se registró el peso de la muestra según la gradación dada en la norma.

- Se colocó la muestra de ensayo y la carga en la máquina de Los Ángeles y rotarla a una velocidad entre 30 rpm a 33 rpm por aproximadamente 16 minutos o su equivalente de 500 vueltas. Luego del número prescrito de revoluciones, se descargó el material de la máquina y se realizó una separación preliminar de la muestra sobre un tamiz de mayor abertura que el tamiz normalizado de 1.70 mm (N° 12).
- Se tamizó la porción fina por el tamiz 1,70 mm.
- Se realizó el lavado del material más grueso que la malla de 1.70 mm y se secó al horno a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , hasta peso constante y se determinó la masa.
- Se realizó el cálculo mediante la fórmula:

$$\text{Porcentaje de desgaste} \qquad \% \text{ desgaste} = \frac{C-Y}{C} \times 100$$

$C = \text{Masa original de la muestra, gramos.}$

$S = \text{Masa de la muestra después del ensayo, gramos.}$

### **3.6.2. Diseño de Mezclas de concreto Método ACI 211.1.**

Antes de realizar el diseño de mezcla se tiene que conocer:

- El tipo de cemento a utilizar y sus propiedades.
- Las propiedades físicas de los agregados finos y gruesos, como pesos específicos y pesos unitarios secos, análisis granulométrico, % de humedad y % de absorción.

Una vez conocido estos datos, se seguirán los siguientes pasos para realizar el diseño de mezcla:

- Obtenemos el volumen en m<sup>3</sup> de agua en función del asentamiento y el TM (tamaño máximo).

- Con la resistencia  $f'c$  que requerimos se obtiene la relación a/c en peso, teniendo en cuenta que el diseño será sin aire incorporado.
- De acuerdo con los datos obtenidos en los dos puntos anteriores calculamos la cantidad de cemento.

$$Cemento = \frac{Agua}{a/c} (kg)$$

- Procedemos a calcular los volúmenes de cemento y agua dividiendo los pesos obtenidos entre sus respectivos pesos específicos.
- Con el TM de los agregados y teniendo en cuenta que se está trabajando sin aire incorporado, calculamos el % de aire por m<sup>3</sup>.
- Con los volúmenes de cemento, agua y aire calculados, obtendremos el volumen absoluto de agregados solo restando los volúmenes a 1m<sup>3</sup>.
- El volumen de agregado grueso compactado en seco se obtiene de los valores del módulo de fineza y el tamaño máximo de los agregados.
- El volumen absoluto del grueso se obtiene multiplicando el volumen de agregado grueso compactado en seco por el peso unitario compactado y se divide entre su peso específico.
- El volumen absoluto de agregado fino se obtiene restando el volumen absoluto de agregados y el volumen absoluto del agregado grueso.
- El peso del agregado grueso se obtiene de multiplicar el volumen absoluto del agregado grueso por su peso específico, de la misma manera ocurre con el agregado fino.
- Todo el diseño realizado debemos de corregirlo por absorción y humedad:

- $W_{ag. grueso húmedo} (kg) = W_{ag. grueso seco} (kg) \times (1 + \text{humedad del ag. grueso})$
- $W_{ag. fino húmedo} (kg) = W_{ag. fino seco} (kg) \times (1 + \text{humedad del ag. fino})$
- $\text{Balance de agua en el ag. grueso (puede ser + o -)} = \text{Humedad ag. grueso} - \text{Absorción ag. grueso (Valores absolutos)}$
- $\text{Balance de agua en el ag. fino (puede ser + o -)} = \text{Humedad ag. fino} - \text{Absorción ag. fino (Valores absolutos)}$
- $\text{Contribución de agua por ag. grueso (se puede agregar o retirar agua)} = \text{Balance de agua en ag. grueso} \times W_{ag. grueso húmedo} (kg)$
- $\text{Contribución de agua por ag. fino (se puede agregar o retirar agua)} = \text{Balance de agua en ag. fino} \times W_{ag. fino húmedo}$
- $\text{Agua efectiva} = \text{Agua de diseño (lt)} - \text{Contribución agua ag. grueso (lt)} - \text{Contribución agua ag. fino (lt)}$
- En el diseño final se obtendría:
  - Peso del Cemento (Kg)
  - Peso húmedo Ag. Fino (kg)
  - Peso húmedo Ag. Grueso (kg)
  - Agua efectiva (litros)

### **3.6.3. Procedimiento con el concreto:**

#### **3.6.3.1. Elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio:**

De acuerdo a la NTP 339.183, el procedimiento es el siguiente:

- Se prepararon los materiales cemento, agregados y agua según el diseño de mezcla calculado.
- Antes de encender la mezcladora se añade el agregado grueso, una parte del agua de mezcla, luego el agregado fino y el cemento. Una vez que la mezcladora entra en funcionamiento se agrega el resto del agua de mezcla.
- Se mezcla durante 3 minutos hasta obtener homogeneidad y consistencia.
- Según la NTP 339.035, se toma una muestra para obtener el slump (mediante el método del Cono de Abrams) y así obtener el asentamiento del concreto
- Se colocó el concreto en moldes cilíndricos (diámetro de 150mm y altura de 300mm), en 3 capas de aproximadamente igual volumen, varillando 25 golpes por capa, a fin de lograr la uniformidad y después de cada varillada golpear los lados del molde suavemente de 10 a 15 veces con el martillo de goma.
- Se dejó fraguar el concreto en un lugar plano.
- Se desmoldó los especímenes después de 24 horas después del vaciado.
- Se realizó el curado de los especímenes, sumergiéndolos en un pozo de almacenamiento según la NTP 339.183

#### **3.6.3.2. Determinación del Peso Unitario:**

La Norma Técnica Peruana NTP 339.046 proporciona el procedimiento siguiente:

##### **Determinación del peso unitario del concreto fresco:**

- Colocamos el concreto fresco en un recipiente con la cuchara en 3 capas de aproximadamente igual volumen, apisonamos con 25 golpes cada capa, para ello

usaremos una varilla compactadora. Luego de apisonar cada capa concluir golpeando unas 15 veces con el mazo de goma los lados del recipiente, con el fin de eliminar las burbujas de aire que pudieran existir atrapadas.

- Alisar el borde superior del recipiente con una placa plana a fin de dejar el recipiente nivelado y lleno.
- Limpiar todo el concreto en exceso adherido a las paredes exteriores del recipiente y pesar la masa del concreto fresco.
- Determinar el peso del molde vacío.
- Medir las dimensiones del molde, y se calculó el volumen de éste.
- Se realizó el cálculo mediante la fórmula:

$$PU = \frac{Mc - Mm}{Vm}$$

*PU = Peso Unitario del concreto fresco*

*Mc = Masa del molde lleno con concreto, kg.*

*Mm = Masa del molde vacío, kg.*

*Vm = Volúmen del molde, m<sup>3</sup>*

#### **Determinación del Peso Unitario del Concreto Endurecido:**

- Se desmontaron con mucho cuidado las probetas
- Se determinó el peso de cada probeta en estado endurecido.
- Se toman las medidas de diámetro y altura de cada probeta para determinar su volumen.
- Se determina el peso específico del concreto dividiendo el peso de la probeta en kg entre el volumen en m<sup>3</sup>

$$PU = \frac{Me}{Ve}$$

*PU = Peso Unitario del concreto fresco*

*Me = Masa del espécimen, kg.*

*Vm = Volúmen del espécimen, m<sup>3</sup>*

### **3.6.3.3. Determinación de la Resistencia a la compresión:**

De acuerdo a la NTP 339.034 se realiza el siguiente procedimiento:

- Los ensayos a la compresión deben realizarse inmediatamente después de que las probetas son retiradas de la poza de curación.
- Se pesan las probetas en la balanza electrónica, luego son medidas en diámetro y altura.
- Colocar el bloque de rotura inferior, sobre el cabezal de la máquina de ensayo, el bloque de rotura superior directamente bajo la rótula del cabezal.
- Limpiar las caras de contacto de los bloques superior e inferior y la cara de la probeta a ensayar y colocar el cilindro sobre el bloque inferior de rotura, alineando los ejes de la probeta con el centro de empuje de la rótula del bloque asentado.
- Aplicar la carga continuamente y sin detenimiento, a una velocidad de movimiento correspondiente a una velocidad de esfuerzo sobre la probeta de  $0.25 \pm 0.05$  Mpa/s
- Medir la deformación producida por la aplicación de la carga.
- Se analizó el tipo de falla.
- La resistencia a la compresión se calcula de la siguiente manera:

$$f'c = \frac{Q}{A}$$

$$f'c = \text{Resistencia la compresión} \left( \frac{kg}{cm^2} \right)$$

$$Q = \text{Carga máxima de rotura (kg.)}$$

$$A = \text{Área de la probeta sobre la cual se aplica la carga (cm}^2\text{)}$$

#### **3.6.3.4. Determinación de la Resistencia a la compresión Indirecta:**

##### **Ensayo de resistencia a la tracción (Norma ASTM C496)**

Este método se aplicará una fuerza compresiva diametral al extremo del cilindro de un espécimen con una carga hasta que la falla ocurra. La carga provoca esfuerzos de tensión en el plano conteniendo la carga aplicada y esfuerzos de compresión en el área alrededor de la carga aplicada. (American Society for Testing and Materials, 2003, p. 1)

Medición de la probeta.

- Se coloca en plano vertical las probetas cilíndricas.
- Luego en las caras laterales de la probeta se miden en el eje horizontal
- Se miden las alturas de los 2 lados de la probeta en el eje vertical
- Se realizan las medidas con un vernier de a 0.01 mm.

Posición de las probetas en el equipo.

En el plano perpendicular se colocan las probetas a la placa inferior y superior de la máquina compresora, para poder registrar e identificar las fracturas de las probetas en las caras, con esa información realizar los cálculos

Expresión de resultados.

Se calculó la resistencia a la Tracción Indirecta del concreto mediante la

siguiente fórmula:

$$St = \frac{2 * p}{\pi * t * d}$$

Donde:

St = Resistencia a la Tracción Indirecta (Kg/cm<sup>2</sup>)

P = Carga máxima (Kg).

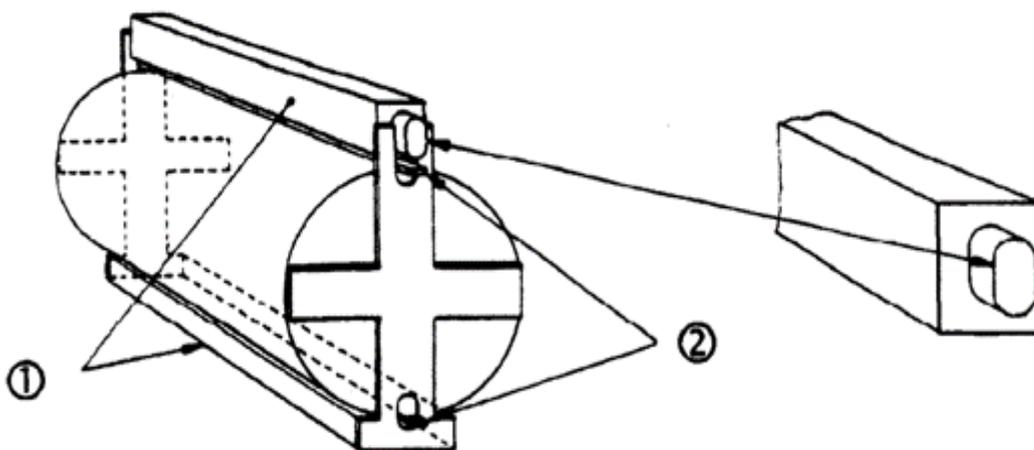
t = Altura de la probeta (cm).

d = Diámetro de la probeta (cm).

π = Pi, número adimensional con valor de 3.1416.

**Figura 14**

*Ensayo de Resistencia al corte*



*Nota.* Fuente: Norma ASTM C496

#### **3.6.4. Procedimiento del Análisis Estadístico:**

##### **Prueba de Tukey**

Este método se basa en utilizar el cuadrado medio del error, que se obtiene de un ANOVA. Para calcular un valor  $\omega$  que se compara con las diferencias de cada par de medias, si el resultado es mayor de  $\omega$  se asumen medias diferentes; en caso contrario se consideran semejantes o iguales. La fórmula de cálculo es:

$$HSD = q * \sqrt{\frac{CME}{n}}$$

donde:

HSD = número de tratamientos o niveles

q = Multiplicador obtenido en la Tabla de Tukey

CME= Cuadrado medio de error (media cuadrática dentro de los grupos)

n= Tamaño de la muestra en los grupos

TABLA 8: Cuantiles de la distribución de Tukey  $q(n, m)$

$\alpha = 0.05$	$n$														
$m$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2	6.08	8.33	9.80	10.88	11.73	12.43	13.03	13.54	13.99	14.40	14.76	15.09	15.39	15.67	
3	4.50	5.91	6.82	7.50	8.04	8.48	8.85	9.18	9.46	9.72	9.95	10.15	10.35	10.52	
4	3.93	5.04	5.76	6.29	6.71	7.05	7.35	7.60	7.83	8.03	8.21	8.37	8.52	8.66	
5	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99	7.17	7.32	7.47	7.60	7.72	
6	3.46	4.34	4.90	5.30	5.63	5.90	6.12	6.32	6.49	6.65	6.79	6.92	7.03	7.14	
7	3.34	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16	6.30	6.43	6.55	6.66	6.76	
8	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05	6.18	6.29	6.39	6.48	
9	3.20	3.95	4.41	4.76	5.02	5.24	5.43	5.59	5.74	5.87	5.98	6.09	6.19	6.28	
10	3.15	3.88	4.33	4.65	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60	5.72	5.83	5.93	6.03	6.11	
11	3.11	3.82	4.26	4.57	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49	5.61	5.71	5.81	5.90	5.98	
12	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.39	5.51	5.61	5.71	5.80	5.88	
13	3.06	3.73	4.15	4.45	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32	5.43	5.53	5.63	5.71	5.79	
14	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36	5.46	5.55	5.64	5.71	
15	3.01	3.67	4.08	4.37	4.59	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31	5.40	5.49	5.57	5.65	
16	3.00	3.65	4.05	4.33	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15	5.26	5.35	5.44	5.52	5.59	
17	2.98	3.63	4.02	4.30	4.52	4.70	4.86	4.99	5.11	5.21	5.31	5.39	5.47	5.54	
18	2.97	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.82	4.96	5.07	5.17	5.27	5.35	5.43	5.50	
19	2.96	3.59	3.98	4.25	4.47	4.65	4.79	4.92	5.04	5.14	5.23	5.31	5.39	5.46	
20	2.95	3.58	3.96	4.23	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01	5.11	5.20	5.28	5.36	5.43	
21	2.94	3.56	3.94	4.21	4.42	4.60	4.74	4.87	4.98	5.08	5.17	5.25	5.33	5.40	
22	2.93	3.55	3.93	4.20	4.41	4.58	4.72	4.85	4.96	5.06	5.14	5.23	5.30	5.37	
23	2.93	3.54	3.91	4.18	4.39	4.56	4.70	4.83	4.94	5.03	5.12	5.20	5.27	5.34	
24	2.92	3.53	3.90	4.17	4.37	4.54	4.68	4.81	4.92	5.01	5.10	5.18	5.25	5.32	
25	2.91	3.52	3.89	4.15	4.36	4.53	4.67	4.79	4.90	4.99	5.08	5.16	5.23	5.30	
26	2.91	3.51	3.88	4.14	4.35	4.51	4.65	4.77	4.88	4.98	5.06	5.14	5.21	5.28	
27	2.90	3.51	3.87	4.13	4.33	4.50	4.64	4.76	4.86	4.96	5.04	5.12	5.19	5.26	
28	2.90	3.50	3.86	4.12	4.32	4.49	4.62	4.74	4.85	4.94	5.03	5.11	5.18	5.24	
29	2.89	3.49	3.85	4.11	4.31	4.47	4.61	4.73	4.84	4.93	5.01	5.09	5.16	5.23	
30	2.89	3.49	3.85	4.10	4.30	4.46	4.60	4.72	4.82	4.92	5.00	5.08	5.15	5.21	
31	2.88	3.48	3.84	4.09	4.29	4.45	4.59	4.71	4.81	4.90	4.99	5.06	5.13	5.20	
32	2.88	3.48	3.83	4.09	4.28	4.45	4.58	4.70	4.80	4.89	4.98	5.05	5.12	5.18	
33	2.88	3.47	3.83	4.08	4.28	4.44	4.57	4.69	4.79	4.88	4.97	5.04	5.11	5.17	
34	2.87	3.47	3.82	4.07	4.27	4.43	4.56	4.68	4.78	4.87	4.96	5.03	5.10	5.16	
35	2.87	3.46	3.81	4.07	4.26	4.42	4.56	4.67	4.77	4.86	4.95	5.02	5.09	5.15	
36	2.87	3.46	3.81	4.06	4.25	4.41	4.55	4.66	4.76	4.85	4.94	5.01	5.08	5.14	
37	2.87	3.45	3.80	4.05	4.25	4.41	4.54	4.66	4.76	4.85	4.93	5.00	5.07	5.13	
38	2.86	3.45	3.80	4.05	4.24	4.40	4.53	4.65	4.75	4.84	4.92	4.99	5.06	5.12	
39	2.86	3.45	3.79	4.04	4.24	4.39	4.53	4.64	4.74	4.83	4.91	4.98	5.05	5.11	
40	2.86	3.44	3.79	4.04	4.23	4.39	4.52	4.63	4.73	4.82	4.90	4.98	5.04	5.11	
41	2.86	3.44	3.79	4.03	4.23	4.38	4.51	4.63	4.73	4.82	4.90	4.97	5.04	5.10	
42	2.85	3.44	3.78	4.03	4.22	4.38	4.51	4.62	4.72	4.81	4.89	4.96	5.03	5.09	
43	2.85	3.43	3.78	4.03	4.22	4.37	4.50	4.62	4.72	4.80	4.88	4.96	5.02	5.08	
44	2.85	3.43	3.78	4.02	4.21	4.37	4.50	4.61	4.71	4.80	4.88	4.95	5.02	5.08	
45	2.85	3.43	3.77	4.02	4.21	4.36	4.49	4.61	4.70	4.79	4.87	4.94	5.01	5.07	
46	2.85	3.42	3.77	4.01	4.20	4.36	4.49	4.60	4.70	4.79	4.87	4.94	5.00	5.06	
47	2.85	3.42	3.77	4.01	4.20	4.36	4.48	4.60	4.69	4.78	4.86	4.93	5.00	5.06	
48	2.84	3.42	3.76	4.01	4.20	4.35	4.48	4.59	4.69	4.78	4.86	4.93	4.99	5.05	
49	2.84	3.42	3.76	4.00	4.19	4.35	4.48	4.59	4.69	4.77	4.85	4.92	4.99	5.05	
50	2.84	3.42	3.76	4.00	4.19	4.34	4.47	4.58	4.68	4.77	4.85	4.92	4.98	5.04	

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

##### ***4.1.1. Propiedades físicas de los agregados naturales y reciclados***

Según los ensayos realizados acorde con las normas y reglamentos que se han indicado, se obtuvo las siguientes características de los agregados grueso y fino:

**Tabla 14***Propiedades Físicas del Agregado Natural Grueso y Fino*

<b>AGREGADOS NATURALES CANTERA “AGUILAR”</b>		
<b>AGREGADO GRUESO NATURAL</b>		
1	Contenido de humedad (ASTM D 2216)	0.96%
2	Absorción (ASTM C 127)	1.070%
3	Peso Específico Base Seca (ASM C-127)	2.61 gr/c <sup>3</sup>
4	Peso Específico Base Saturada (ASM C-127)	2.64 gr/c <sup>3</sup>
5	Peso Específico Aparente (ASM C-127)	2.69 gr/c <sup>3</sup>
6	Peso Unitario Suelto (ASTM C 29)	1.464 gr/c <sup>3</sup>
7	Peso Unitario Varillado (ASTM C 29) A. Grueso	1.685 gr/c <sup>3</sup>
8	Abrasión (ASMT C-131)	22.9%
9	Módulo de finura, obtenido del análisis granulométrico (A.S.T.M. C 136/ NTP 400.012)	6.5
10	Material más fino que el tamiz N° 200 (A.S.T.M. C 117 /	0.29
<b>AGREGADO FINO NATURAL</b>		
1	Contenido de humedad (ASTM D 2216)	3.40%
2	Absorción (ASTM C 128)	1.217%
3	Peso Específico Base Seca (ASM C-127)	2.58 gr/c <sup>3</sup>
4	Peso Específico Base Saturada (ASM C-127)	2.61 gr/c <sup>3</sup>
5	Peso Específico Aparente (ASM C-127) NTP 400.022)	2.66 gr/c <sup>3</sup>
6	Peso Unitario Suelto (ASTM C 29)	1.610 gr/c <sup>3</sup>
7	Peso Unitario varillado (ASTM C 29)	1.749 gr/c <sup>3</sup>
8	Módulo de finura, obtenido del análisis granulométrico (C 136/ NTP 400.012)	2.76 %
9	Material más fino que el tamiz N° 200 (A.S.T.M. C 117 / NTP 400.018)	3.21

*Nota.* Los resultados fueron obtenidos en el laboratorio de suelos

De la tabla N° 14, Propiedades físicas del agregado natural grueso y fino se afirma que:

- **Agregado Grueso:** Los resultados de este agregado cumplieron con los parámetros establecido en las Normas Técnicas Peruanas; posee una gradación dentro de los límites establecidos en los husos granulométricos; el porcentaje de material fino que pasa la malla N° 200 es 0.29% menor al 1% establecido en la normatividad; y referido al porcentaje de abrasión es de 22.9%, menor al valor máximo de 50%.
- **Agregado Fino:** Los resultados de las propiedades físicas cumplieron con los parámetros establecidos en las Normas Técnicas Peruana; así tenemos que el módulo de finura es de 2.76, que se encuentra dentro de los límites establecidos (2.3 – 3.1); posee una gradación que cumplieron con los requerimientos granulométricos; y referido al porcentaje de finos que pasa la malla N° 200, es de 3.21%, menor al valor máximo admisible de 5%.

## *Propiedades físicas del agregado grueso reciclado*

**Tabla 15**

*Propiedades Físicas del Agregado Grueso Reciclado*

<b>AGREGADO GRUESO RECICLADO</b>		
1	Contenido de humedad (ASTM D 2216)	0.61%
2	Absorción (ASTM C 128)	5.67%
3	Peso Específico Base Seca (ASM C-127)	2.29 gr/c <sup>3</sup>
4	Peso Específico Base Saturada (ASM C-127)	2.42 gr/c <sup>3</sup>
5	Peso Específico Aparente (ASM C-127)	2.63 gr/c <sup>3</sup>
6	Peso Unitario Suelto (ASTM C 29)	1.231 gr/c <sup>3</sup>
7	Peso Unitario varillado (ASTM C 29)	1.422 gr/c <sup>3</sup>
8	Abrasión (ASMT C-131)	44.7%
9	Módulo de finura, obtenido del análisis granulométrico (ASTM D6913)	6.33

#### 4.1.2. Diseño Mezcla:

En la elaboración de la mezcla, se consideró un concreto de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  sin aditivo, ni aire incorporado para ser evaluado a la compresión a los 7, 14, 21 y 28 días.

#### *Diseño Mezcla Patrón*

Se ha realizado el diseño de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con los agregados naturales para ser evaluado a la resistencia a la compresión a los 7,14,21 y 28 días de edad.

**Tabla 16**

*Diseño de Mezcla Patrón*

MATERIALES DE DISEÑO POR m3	
Cemento	376 kg.
Agua de Diseño	205 Lts.
Agregado Fino Seco	808.9 kg.
Agregado Grueso Seco	952 kg.
Aire Atrapado	1.5 %
MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR m3	
Cemento	376 kg.
Agua Efectiva	186 Lts.
Agregado fino Húmedo	836.38 kg.
Agregado Grueso Húmedo	960.7 kg.
Aire Atrapado	1.5 %

*Nota.* Los resultados fueron obtenidos en el laboratorio de suelos

### ***Diseño Mezcla con 20% de Agregado Reciclado***

Se ha realizado el diseño de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con una proporción del 20% de concreto reciclado para ser evaluado a la resistencia a la compresión a los 7,14,21 y 28 días de edad.

**Tabla 17**

*Diseño de Mezcla con 20% de Agregado Reciclado*

MATERIALES DE DISEÑO POR m3	
Cemento	376 kg.
Agua de Diseño	205 Lts.
Agregado Fino Seco Natural	808.9 kg.
Agregado Grueso Seco Natural	761.6 kg.
Agregado Grueso Seco Reciclado	190.4 kg.
Aire Atrapado	1.5 %
MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR m3	
Cemento	376 kg.
Agua Efectiva	186 Lts.
Agregado fino Húmedo Natural	836.38 kg.
Agregado Grueso Húmedo Natural	768.56 kg.
Agregado Grueso Húmedo Reciclado	192.14 kg.
Aire Atrapado	1.5 %

*Nota.* Los resultados fueron obtenidos en el laboratorio de suelos

### ***Diseño Mezcla con 50% de Agregado Reciclado***

Se ha realizado el diseño de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con una proporción del 50% de concreto reciclado para ser evaluado a la resistencia a la compresión a los 7,14,21 y 28 días de edad.

**Tabla 18**

*Diseño de Mezcla con 50% de Agregado Reciclado*

MATERIALES DE DISEÑO POR m3	
Cemento	376 kg.
Agua de Diseño	205 Lts.
Agregado Fino Seco Natural	808.9 kg.
Agregado Grueso Seco Natural	476 kg.
Agregado Grueso Seco Reciclado	476 kg.
Aire Atrapado	1.5 %

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR m3	
Cemento	376 kg.
Agua Efectiva	186 Lts.
Agregado Fino Húmedo Natural	836.38 kg.
Agregado Grueso Húmedo Natural	480.35 kg.
Agregado Grueso Húmedo Reciclado	482.78 kg.
Aire Atrapado	1.5 %

*Nota.* Los resultados fueron obtenidos en el laboratorio de suelos

### ***Diseño Mezcla con 70% de Agregado Reciclado***

Se ha realizado el diseño de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con una proporción del 70% de concreto reciclado para ser evaluado a la resistencia a la compresión a los 7,14,21 y 28 días de edad.

**Tabla 19**

*Diseño de Mezcla con 70% de Agregado Reciclado*

MATERIALES DE DISEÑO POR m3	
Cemento	376 kg.
Agua de Diseño	205 Lts.
Agregado Fino Seco Natural	808.9 kg.
Agregado Grueso Seco Natural	285.6 kg.
Agregado Grueso Seco Reciclado	666.4 kg.
Aire Atrapado	1.5 %

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR m3	
Cemento	376 kg.
Agua Efectiva	186 Lts.
Agregado Fino Húmedo Natural	836.38 kg.
Agregado Grueso Húmedo Natural	288.20 kg.
Agregado Grueso Húmedo Reciclado	672.49 kg.
Aire Atrapado	1.5 %

*Nota.* Los resultados fueron obtenidos en el laboratorio de suelos

Los resultados de las tablas N° 16, 17, 18 y y 19: Dosificaciones de mezcla de los diseños de muestra patrón y los diseños de mezcla con 20%, 50% y 70% de agregado reciclado respectivamente; muestran el contenido de cemento, agua efectiva, agregado fino natural, agregado grueso natural, agregado grueso reciclado y aire atrapado por metro cubico.

#### 4.1.3. Ensayos de la Resistencia a la Compresión:

##### Diseño Mezcla Patrón (Edad a los 7 días)

Tabla 20

Ensayo a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla Patrón a los 7 días

PROB. N°	Fecha de fabricación	Fecha de Rotura	N° días	Ø	Identificación	Area secc. Probeta C² Cm2	Lectura del Dial	Resistencia máxima Kg/cm2	Peso en gr.	F'c Kg/cm2	% a la Compresión	Tipo de falla
1	08/09/2022	15/09/2022	7	15,1	M-P- 01	179,079	30110	168,138	12,725	210	80,07	6
2	08/09/2022	15/09/2022	7	15,1	M-P- 02	179,079	29750	166,128	12.650	210	79,11	3
3	08/09/2022	15/09/2022	7	15,1	M-P- 03	179,079	30310	169,255	12.690	210	80,60	2
4	08/09/2022	15/09/2022	7	15,2	M-P- 04	181,458	30250	166,705	12.588	210	79,38	3
5	08/09/2022	15/09/2022	7	15,2	M-P- 05	181,458	29900	164,776	12.760	210	78,46	3
6	08/09/2022	15/09/2022	7	15,1	M-P- 06	179,079	29890	166,910	12.705	210	79,48	6
7	08/09/2022	15/09/2022	7	15	M-P- 07	176,715	29800	168,634	12.674	210	80,30	5
8	08/09/2022	15/09/2022	7	15,2	M-P- 08	181,458	30455	167,835	12.682	210	79,92	6
9	08/09/2022	15/09/2022	7	15,1	M-P- 09	179,079	29915	167,050	12.577	210	79,55	3
10	08/09/2022	15/09/2022	7	15,2	M-P- 10	181,458	29240	161,139	12.692	210	76,73	3

Nota. Los resultados fueron obtenidos en el laboratorio de suelos

Se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 166.66 Kg/cm², correspondiente al 79.36% de la resistencia a la compresión de diseño.

## Diseño Mezcla Patrón (Edad a los 14 días)

**Tabla 21**

*Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla Patrón a los 14 días de Edad.*

PROB. N°	Fecha de fabricación	Fecha de Rotura	N° días	Ø	Identificación	Area secc. Probeta C <sup>2</sup> Cm2	Lectura del Dial	Resistencia máxima Kg/cm2	Peso en gr.	F'c Kg/cm2	% a la Compresión	Tipo de falla
1	08/09/2022	22/09/2022	14	15,1	M-P- 01	179,079	33810	188,800	12,670	210	89,90	2
2	08/09/2022	22/09/2022	14	15,1	M-P- 02	179,079	33895	189,274	12.539	210	90,13	3
3	08/09/2022	22/09/2022	14	15,1	M-P- 03	179,079	33550	187,348	12.611	210	89,21	3
4	08/09/2022	22/09/2022	14	15,2	M-P- 04	181,458	33970	187,205	12.646	210	89,15	5
5	08/09/2022	22/09/2022	14	15,2	M-P- 05	181,458	33900	186,820	12.591	210	88,96	5
6	08/09/2022	22/09/2022	14	15,1	M-P- 06	179,079	33640	187,850	12.710	210	89,45	2
7	08/09/2022	22/09/2022	14	15,1	M-P- 07	179,079	33800	188,744	12.520	210	89,88	3
8	08/09/2022	22/09/2022	14	15,2	M-P- 08	181,458	33455	184,367	12.614	210	87,79	5
9	08/09/2022	22/09/2022	14	15,1	M-P- 09	179,079	33315	186,036	12.498	210	88,59	3
10	08/09/2022	22/09/2022	14	15,2	M-P- 10	181,458	33940	187,040	12.580	210	89,07	2

*Nota.* Los resultados fueron obtenidos en el laboratorio de suelos

Se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 187.348 Kg/cm<sup>2</sup>, correspondiente al 89.21% de la resistencia a la compresión de diseño.

## Diseño Mezcla Patrón (Edad a los 21 días)

Tabla 22

Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla Patrón a los 21 días de Edad.

PROB. N°	Fecha de fabricación	Fecha de Rotura	N° días	Ø	Identificación	Area secc. Probeta C <sup>o</sup> Cm2	Lectura del Dial	Resistencia máxima Kg/cm2	Peso en gr.	F'c Kg/cm2	% a la Compresión	Tipo de falla
1	08/09/2022	22/09/2022	14	15,1	M-P- 01	179,791	36415	202,541	13.089	210	96,45	3
2	08/09/2022	22/09/2022	14	15,1	M-P- 02	179,079	36900	206,055	13.012	210	98,12	3
3	08/09/2022	22/09/2022	14	15,1	M-P- 03	179,316	36200	201,878	13.095	210	96,13	5
4	08/09/2022	22/09/2022	14	15,1	M-P- 04	179,079	35800	199,912	13.140	210	95,20	2
5	08/09/2022	22/09/2022	14	15,1	M-P- 05	179,079	35370	197,511	12.948	210	94,05	2
6	08/09/2022	22/09/2022	14	15,2	M-P- 06	180,267	36100	200,259	13.227	210	95,36	5
7	08/09/2022	22/09/2022	14	15,1	M-P- 07	179,791	35090	195,171	13.068	210	92,94	5
8	08/09/2022	22/09/2022	14	15,1	M-P- 08	179,079	35640	199,019	12.993	210	94,77	3
9	08/09/2022	22/09/2022	14	15,1	M-P- 09	178,842	36980	206,775	13.083	210	98,46	6
10	08/09/2022	22/09/2022	14	14,9	M-P- 10	174,366	36400	208,756	13.197	210	99,41	3

Nota. Los resultados fueron obtenidos en el laboratorio de suelos

Se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 201.788 Kg/cm<sup>2</sup>, correspondiente al 96.09% de la resistencia a la compresión de diseño

## Diseño Mezcla Patrón (Edad a los 28 días)

Tabla 23

Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla Patrón a los 28 días de Edad.

PROB. N°	Fecha de fabricación	Fecha de Rotura	N° días	Ø	Identificación	Area secc. Probeta C <sup>2</sup> Cm2	Lectura del Dial	Resistencia máxima Kg/cm2	Peso en gr.	F'c Kg/cm2	% a la Compresión	Tipo de falla
1	08/09/2022	06/10/2022	28	15,1	M-P- 01	179,079	39135	218,535	12.650	210	104,06	5
2	08/09/2022	06/10/2022	28	15	M-P- 02	176,715	39270	222,223	12.615	210	105,82	3
3	08/09/2022	06/10/2022	28	15,2	M-P- 03	181,458	39400	217,130	12.584	210	103,40	2
4	08/09/2022	06/10/2022	28	15,1	M-P- 04	179,079	39360	219,792	12.698	210	104,66	5
5	08/09/2022	06/10/2022	28	15	M-P- 05	176,715	39650	224,373	12.573	210	106,84	5
6	08/09/2022	06/10/2022	28	15,2	M-P- 06	181,458	39470	217,515	12.522	210	103,58	2
7	08/09/2022	06/10/2022	28	15,1	M-P- 07	179,079	39320	219,568	12.580	210	104,56	3
8	08/09/2022	06/10/2022	28	15,2	M-P- 08	181,458	39975	220,298	12.490	210	104,90	2
9	08/09/2022	06/10/2022	28	15,2	M-P- 09	181,458	40210	221,593	12.532	210	105,52	5
10	08/09/2022	06/10/2022	28	15,2	M-P- 10	181,458	39650	218,507	12.611	210	104,05	5

Nota. Los resultados fueron obtenidos en el laboratorio de suelos

Se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 219.954 Kg/cm<sup>2</sup>, correspondiente al 104.74% de la resistencia a la compresión de diseño

**Diseño Mezcla Con Concreto Reciclado 20% (Edad a los 7 días)**

**Tabla 24**

*Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla con 20% de Concreto Reciclado a los 7 Días de Edad.*

PROB. N°	Fecha de fabricación	Fecha de Rotura	N° días	Ø	Identificación	Area secc. Probeta C <sup>2</sup> Cm2	Lectura del Dial	Resistencia máxima Kg/cm2	Peso en gr.	F'c Kg/cm2	% a la Compresión	Tipo de falla
1	12/09/2022	19/09/2022	7	15,2	M-P- 01 .01	181,458	30020	165,437	12.474	210	78,78	3
2	12/09/2022	19/09/2022	7	15,2	M-P- 01- 02	181,458	30470	167,917	12.398	210	79,96	5
3	12/09/2022	19/09/2022	7	15	M-P- 01- 03	176,715	29310	165,861	12.536	210	78,98	5
4	12/09/2022	19/09/2022	7	15,1	M-P- 01- 04	179,079	29710	165,905	12.594	210	79,00	3
5	12/09/2022	19/09/2022	7	15,2	M-P- 01- 05	181,458	29450	162,296	12.706	210	77,28	2
6	12/09/2022	19/09/2022	7	15	M-P- 01- 06	176,715	29790	168,577	12.569	210	80,27	3
7	12/09/2022	19/09/2022	7	15,1	M-P- 01- 07	179,079	29520	164,844	12.649	210	78,50	6
8	12/09/2022	19/09/2022	7	14,8	M-P- 01- 08	172,034	27615	160,521	12.611	210	76,44	5
9	12/09/2022	19/09/2022	7	15	M-P- 01- 09	176,715	28465	161,079	12.735	210	76,70	5
10	12/09/2022	19/09/2022	7	15,2	M-P-01- 10	181,458	29770	164,060	12.498	210	78,12	3

*Nota.* Los resultados fueron obtenidos en el laboratorio de suelos

Se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 164.650 Kg/cm<sup>2</sup>, correspondiente al 78.40% de la resistencia a la compresión de diseño

**Diseño Mezcla Con Concreto Reciclado 20% (Edad a los 14 días)**

**Tabla 25**

*Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla con 20% de Concreto Reciclado a los 14 Días de Edad.*

PROB. N°	Fecha de fabricación	Fecha de Rotura	N° días	Ø	Identificación	Area secc. Probeta C <sup>2</sup> Cm2	Lectura del Dial	Resistencia máxima Kg/cm2	Peso en gr.	F'c Kg/cm2	% a la Compresión	Tipo de falla
1	12/09/2022	26/09/2022	14	15,1	M - P - 02-01	179,079	32082	179,150	12,350	210	85,31	5
2	12/09/2022	26/09/2022	14	15,2	M - P - 02-02	181,458	33956	187,128	12.480	210	89,11	2
3	12/09/2022	26/09/2022	14	15,2	M - P - 02-03	181,458	32865	181,116	12.240	210	86,25	5
4	12/09/2022	26/09/2022	14	15,2	M - P - 02-04	181,458	33900	186,820	12.611	210	88,96	3
5	12/09/2022	26/09/2022	14	15,1	M - P - 02-05	179,079	33800	188,744	12.495	210	89,88	5
6	12/09/2022	26/09/2022	14	15	M - P - 02-06	176,479	32910	186,481	12.510	210	88,80	2
7	12/09/2022	26/09/2022	14	15	M - P - 02-07	176,715	32890	186,119	12.632	210	88,63	3
8	12/09/2022	26/09/2022	14	15,2	M - P - 02-08	181,458	32320	178,112	12.288	210	84,82	3
9	12/09/2022	26/09/2022	14	15,1	M - P - 02-09	179,079	33280	185,840	12.400	210	88,50	5
10	12/09/2022	26/09/2022	14	15,2	M - P - 02-10	181,458	33875	186,682	12.539	210	88,90	5

*Nota.* Los resultados fueron obtenidos en el laboratorio de suelos

Se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 184.619 Kg/cm<sup>2</sup>, correspondiente al 87.91% de la resistencia a la compresión de diseño

*Diseño Mezcla Con Concreto Reciclado 20% (Edad a los 21 días)*

**Tabla 26**

*Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla con 20% de Concreto Reciclado a los 21 Días de Edad.*

<b>PROB. N°</b>	<b>Fecha de fabricación</b>	<b>Fecha de Rotura</b>	<b>N° días</b>	<b>∅</b>	<b>Identificación</b>	<b>Area secc. Probeta C<sup>2</sup> Cm2</b>	<b>Lectura del Dial</b>	<b>Resistencia máxima Kg/cm2</b>	<b>Peso en gr.</b>	<b>F'c Kg/cm2</b>	<b>% a la Compresión</b>	<b>Tipo de falla</b>
1	12/09/2022	03/10/2022	21	15,1	M - P - 03-01	179,079	35150	196,282	13.184	210	93,47	3
2	12/09/2022	03/10/2022	21	15,2	M - P - 03-02	181,458	36810	202,856	12.920	210	96,60	2
3	12/09/2022	03/10/2022	21	15,1	M - P - 03-03	179,316	36125	201,460	13.251	210	95,93	2
4	12/09/2022	03/10/2022	21	15,1	M - P - 03-04	179,079	36400	203,263	12.820	210	96,79	3
5	12/09/2022	03/10/2022	21	15,2	M - P - 03-05	180,267	36100	200,259	13.240	210	95,36	6
6	12/09/2022	03/10/2022	21	15,2	M - P - 03-06	180,267	34870	193,436	13.112	210	92,11	5
7	12/09/2022	03/10/2022	21	15,1	M - P - 03-07	179,079	35240	196,785	13.040	210	93,71	2
8	12/09/2022	03/10/2022	21	15,2	M - P - 03-08	180,267	36180	200,703	13.268	210	95,57	5
9	12/09/2022	03/10/2022	21	15,1	M - P - 03-09	179,079	35700	199,354	13.195	210	94,93	3
10	12/09/2022	03/10/2022	21	15,1	M - P - 03-10	179,079	36530	203,989	12.570	210	97,14	3

*Nota.* Los resultados fueron obtenidos en el laboratorio de suelos

Se pudo obtener una resistencia a la compresión promedio de 199.839 Kg/cm<sup>2</sup>, correspondiente al 95.16% de la resistencia a la compresión de diseño

**Diseño Mezcla Con Concreto Reciclado 20% (Edad a los 28 días)**

**Tabla 27**

*Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla con 20% de Concreto Reciclado a los 28 Días de Edad.*

PROB. N°	Fecha de fabricación	Fecha de Rotura	N° días	Ø	Identificación	Area secc. Probeta C <sup>2</sup> Cm2	Lectura del Dial	Resistencia máxima Kg/cm2	Peso en gr.	F'c Kg/cm2	% a la Compresión	Tipo de falla
1	12/09/2022	10/10/2022	28	15,2	M- P- 04-01	181,458	39380	217,019	13.079	210	103,34	5
2	12/09/2022	10/10/2022	28	15,2	M-P- 04-02	181,458	39145	215,724	13.188	210	102,73	3
3	12/09/2022	10/10/2022	28	15,2	M-P- 04-03	181,458	39590	218,177	13.196	210	103,89	6
4	12/09/2022	10/10/2022	28	15,2	M-P- 04-04	181,458	39800	219,334	12.964	210	104,44	6
5	12/09/2022	10/10/2022	28	15,2	M-P- 04-05	181,458	39125	215,614	12.956	210	102,67	5
6	12/09/2022	10/10/2022	28	15,1	M-P- 04-06	179,079	39000	217,781	13.053	210	103,71	5
7	12/09/2022	10/10/2022	28	15,1	M-P- 04-07	179,079	39160	218,675	13.099	210	104,13	6
8	12/09/2022	10/10/2022	28	15,1	M-P- 04-08	179,079	39130	218,507	13.027	210	104,05	3
9	12/09/2022	10/10/2022	28	15	M-P- 04-09	176,715	38900	220,129	13.016	210	104,82	6
10	12/09/2022	10/10/2022	28	15,1	M-P- 04-10	179,079	39170	218,731	12.944	210	104,16	3

*Nota.* Los resultados fueron obtenidos en el laboratorio de suelos

Se pudo obtener una resistencia a la compresión promedio de 217.969Kg/cm<sup>2</sup>, correspondiente al 103.79% de la resistencia a la compresión de diseño

**Diseño Mezcla Con Concreto Reciclado 50% (Edad a los 7 días)**

**Tabla 28**

*Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla con 50% de Concreto Reciclado a los 07 Días de Edad.*

PROB. N°	Fecha de fabricación	Fecha de Rotura	N° días	∅	Identificación	Area sec. Probeta C <sup>2</sup> Cm2	Lectura del Dial	Resistencia máxima Kg/cm2	Peso en gr.	F'c Kg/cm2	% a la Compresión	Tipo de falla
1	14/09/2022	21/09/2022	7	15,2	M-P- 01	181,458	28110	154,912	12.710	210	73,77	5
2	14/09/2022	21/09/2022	7	15,1	M-P- 02	179,079	27245	152,140	12.655	210	72,45	3
3	14/09/2022	21/09/2022	7	15,2	M-P- 03	181,458	26690	147,086	12.640	210	70,04	5
4	14/09/2022	21/09/2022	7	15,2	M-P- 04	181,458	28980	159,706	12.498	210	76,05	3
5	14/09/2022	21/09/2022	7	15,2	M-P- 05	181,458	29300	161,470	12.514	210	76,89	6
6	14/09/2022	21/09/2022	7	15,2	M-P- 06	181,458	27370	150,833	12.673	210	71,83	6
7	14/09/2022	21/09/2022	7	15,2	M-P- 07	181,458	26110	143,890	12.439	210	68,52	3
8	14/09/2022	21/09/2022	7	15	M-P- 08	176,715	27200	153,921	12.511	210	73,30	2
9	14/09/2022	21/09/2022	7	14,9	M-P- 09	174,366	26000	149,111	12.594	210	71,01	3
10	14/09/2022	21/09/2022	7	15,2	M-P- 10	181,458	28050	154,581	12.481	210	73,61	3

*Nota.* Los resultados fueron obtenidos en el laboratorio de suelos

Se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 152.765Kg/cm<sup>2</sup>, correspondiente al 72.5% de la resistencia a la compresión de diseño

***Diseño Mezcla Con Concreto Reciclado 50% (Edad a los 14 días)***

**Tabla 29**

*Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla con 50% de Concreto Reciclado a los 14 Días de Edad.*

<b>PROB. N°</b>	<b>Fecha de fabricación</b>	<b>Fecha de Rotura</b>	<b>N° días</b>	<b>Ø</b>	<b>Identificación</b>	<b>Area sec. Probeta C² Cm2</b>	<b>Lectura del Dial</b>	<b>Resistencia máxima Kg/cm2</b>	<b>Peso en gr.</b>	<b>F'c Kg/cm2</b>	<b>% a la Compresión</b>	<b>Tipo de falla</b>
1	14/09/2022	28/09/2022	14	15,2	M-P- 01	181,458	30562	168,424	12.792	210	80,20	2
2	14/09/2022	28/09/2022	14	15,2	M-P- 02	181,458	31915	175,881	12.764	210	83,75	6
3	14/09/2022	28/09/2022	14	15,2	M-P- 03	181,458	33060	182,191	12.680	210	86,76	6
4	14/09/2022	28/09/2022	14	15,2	M-P- 04	181,458	33230	183,127	12.880	210	87,20	5
5	14/09/2022	28/09/2022	14	15,1	M-P- 05	179,079	32780	183,048	12.930	210	87,17	3
6	14/09/2022	28/09/2022	14	15,2	M-P- 06	181,458	32355	178,305	12.961	210	84,91	3
7	14/09/2022	28/09/2022	14	15	M-P- 07	176,715	31200	176,556	13.057	210	84,07	2
8	14/09/2022	28/09/2022	14	14,8	M-P- 08	172,034	32090	186,533	12.712	210	88,83	3
9	14/09/2022	28/09/2022	14	15	M-P- 09	176,715	32815	185,695	12.670	210	88,43	6
10	14/09/2022	28/09/2022	14	15,2	M-P- 10	181,458	31030	171,003	13.105	210	81,43	3

*Nota.* Los resultados fueron obtenidos en el laboratorio de suelos

Se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 179.076Kg/cm², correspondiente al 85.27% de la resistencia a la compresión de diseño.

**Diseño Mezcla Con Concreto Reciclado 50% (Edad a los 21 días)**

**Tabla 30**

*Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla con 50% de Concreto Reciclado a los 21 Días de Edad.*

PROB. N°	Fecha de fabricación	Fecha de Rotura	N° días	Ø	Identificación	Area secc. Probeta C² Cm2	Lectura del Dial	Resistencia máxima Kg/cm2	Peso en gr.	F'c Kg/cm2	% a la Compresión	Tipo de falla
1	14/09/2022	05/10/2022	21	15,2	M-P- 03- 01	181,458	36100	198,944	12,792	210	94,74	3
2	14/09/2022	05/10/2022	21	15,1	M-P- 03- 02	179,791	36050	200,511	13.075	210	95,48	5
3	14/09/2022	05/10/2022	21	15,1	M-P- 03- 03	179,079	34600	193,211	12.837	210	92,01	6
4	14/09/2022	05/10/2022	21	15,1	M-P- 03- 04	179,079	34880	194,775	13.132	210	92,75	5
5	14/09/2022	05/10/2022	21	15,1	M-P- 03- 05	179,791	32990	183,491	13.204	210	87,38	3
6	14/09/2022	05/10/2022	21	15,1	M-P- 03- 06	179,316	33975	189,470	13.148	210	90,22	3
7	14/09/2022	05/10/2022	21	15,2	M-P- 03- 07	180,267	33995	188,582	13.179	210	89,80	5
8	14/09/2022	05/10/2022	21	15,1	M-P- 03- 08	179,553	35400	197,156	12.955	210	93,88	2
9	14/09/2022	05/10/2022	21	15,1	M-P- 03- 09	179,079	34300	191,536	13.136	210	91,21	6
10	14/09/2022	05/10/2022	21	15,2	M-P-03- 10	181,458	35630	196,354	13.105	210	93,50	5

*Nota.* Los resultados fueron obtenidos en el laboratorio de suelos

Se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 193.403Kg/cm², correspondiente al 92.10% de la resistencia a la compresión de diseño.

**Diseño Mezcla Con Concreto Reciclado 50% (Edad a los 28 días)**

**Tabla 31**

*Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla con 50% de Concreto Reciclado a los 28 Días de Edad.*

PROB. N°	Fecha de fabricación	Fecha de Rotura	N° días	Ø	Identificación	Area secc. Probeta C <sup>2</sup> Cm <sup>2</sup>	Lectura del Dial	Resistencia máxima Kg/cm <sup>2</sup>	Peso en gr.	F'c Kg/cm <sup>2</sup>	% a la Compresión	Tipo de falla
1	14/09/2022	12/10/2022	28	15	M-P- 01	176,715	38100	215,602	12.640	210	102,67	3
2	14/09/2022	12/10/2022	28	15	M-P- 02	176,715	38600	218,431	12.736	210	104,01	3
3	14/09/2022	12/10/2022	28	15,1	M-P- 03	179,079	36720	205,050	12.790	210	97,64	2
4	14/09/2022	12/10/2022	28	15,1	M-P- 04	179,079	38660	215,883	13.140	210	102,80	5
5	14/09/2022	12/10/2022	28	15,2	M-P- 05	181,458	38150	210,241	12.911	210	100,11	3
6	14/09/2022	12/10/2022	28	15,2	M-P- 06	181,458	38470	212,005	12.619	210	100,95	6
7	14/09/2022	12/10/2022	28	15,1	M-P- 07	179,079	38320	213,984	13.068	210	101,90	5
8	14/09/2022	12/10/2022	28	15,2	M-P- 08	181,458	38175	210,379	12.600	210	100,18	2
9	14/09/2022	12/10/2022	28	15,2	M-P- 09	181,458	37210	205,061	12.964	210	97,65	2
10	14/09/2022	12/10/2022	28	14,9	M-P- 10	174,366	37650	215,925	12.956	210	102,82	3

*Nota.* Los resultados fueron obtenidos en el laboratorio de suelos

Se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 112.256Kg/cm<sup>2</sup>, correspondiente al 101.07% de la resistencia a la compresión de diseño

***Diseño Mezcla Con Concreto Reciclado 70% (Edad a los 7 días)***

**Tabla 32**

*Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla con 70% de Concreto Reciclado a los 7 Días de Edad.*

<b>PROB. N°</b>	<b>Fecha de fabricación</b>	<b>Fecha de Rotura</b>	<b>N° días</b>	<b>Ø</b>	<b>Identificación</b>	<b>Area secc. Probeta C² Cm2</b>	<b>Lectura del Dial</b>	<b>Resistencia máxima Kg/cm2</b>	<b>Peso en gr.</b>	<b>F'c Kg/cm2</b>	<b>% a la Compresión</b>	<b>Tipo de falla</b>
1	08/09/2022	15/09/2022	7	15,2	M-P- 01	181,458	27250	150,172	12,725	210	71,51	6
2	08/09/2022	15/09/2022	7	15,2	M-P- 02	181,458	26050	143,559	12.650	210	68,36	3
3	08/09/2022	15/09/2022	7	15,2	M-P- 03	181,458	26370	145,323	12.690	210	69,20	2
4	08/09/2022	15/09/2022	7	15,2	M-P- 04	181,458	26155	144,138	12.588	210	68,64	3
5	08/09/2022	15/09/2022	7	15,2	M-P- 05	181,458	26620	146,700	12.760	210	69,86	3
6	08/09/2022	15/09/2022	7	15,2	M-P- 06	181,458	27190	149,842	12.705	210	71,35	6
7	08/09/2022	15/09/2022	7	15,2	M-P- 07	181,458	26100	143,835	12.674	210	68,49	5
8	08/09/2022	15/09/2022	7	15,2	M-P- 08	181,458	25345	139,674	12.682	210	66,51	6
9	08/09/2022	15/09/2022	7	15,1	M-P- 09	179,079	26015	145,271	12.577	210	69,18	3
10	08/09/2022	15/09/2022	7	15,2	M-P- 10	181,458	27040	149,015	12.692	210	70,96	3

*Nota.* Los resultados fueron obtenidos en el laboratorio de suelos

Se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 145.753Kg/cm², correspondiente al 69.41% de la resistencia a la compresión de diseño

### Diseño Mezcla Con Concreto Reciclado 70% (Edad a los 14 días)

**Tabla 33**

*Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla con 70% de Concreto Reciclado a los 14 Días de Edad.*

PROB. N°	Fecha de fabricación	Fecha de Rotura	N° días	Ø	Identificación	Area secc. Probeta C <sup>2</sup> Cm2	Lectura del Dial	Resistencia máxima Kg/cm2	Peso en gr.	F'c Kg/cm2	% a la Compresión	Tipo de falla
1	08/09/2022	22/09/2022	14	14,9	M-P- 01	174,366	30130	172,797	12,670	210	82,28	2
2	08/09/2022	22/09/2022	14	15	M-P- 02	176,715	30598	173,149	12.539	210	82,45	3
3	08/09/2022	22/09/2022	14	15,2	M-P- 03	181,458	31550	173,869	12.611	210	82,79	3
4	08/09/2022	22/09/2022	14	15,2	M-P- 04	181,458	30370	167,366	12.646	210	79,70	5
5	08/09/2022	22/09/2022	14	15	M-P- 05	176,715	30500	172,595	13.020	210	82,19	5
6	08/09/2022	22/09/2022	14	15,2	M-P- 06	181,458	30980	170,728	12.710	210	81,30	2
7	08/09/2022	22/09/2022	14	15,2	M-P- 07	181,458	31275	172,354	12.520	210	82,07	2
8	08/09/2022	22/09/2022	14	15,1	M-P- 08	179,079	30900	172,550	12.614	210	82,17	5
9	08/09/2022	22/09/2022	14	15,2	M-P- 09	181,458	30165	166,236	12.498	210	79,16	5
10	08/09/2022	22/09/2022	14	15,2	M-P- 10	181,458	30405	167,559	12.580	210	79,79	3

*Nota.* Los resultados fueron obtenidos en el laboratorio de suelos

Se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 170.920Kg/cm<sup>2</sup>, correspondiente al 81.39% de la resistencia a la compresión de diseño

**Diseño Mezcla Con Concreto Reciclado 70% (Edad a los 21 días)**

**Tabla 34**

*Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla con 70% de Concreto Reciclado a los 21 Días de Edad.*

PROB. N°	Fecha de fabricación	Fecha de Rotura	N° días	Ø	Identificación	Area secc. Probeta C <sup>a</sup> Cm <sup>2</sup>	Lectura del Dial	Resistencia máxima Kg/cm <sup>2</sup>	Peso en gr.	F'c Kg/cm <sup>2</sup>	% a la Compresión	Tipo de falla
1	08/09/2022	29/09/2022	21	15,1	M-P- 01	179,079	35180	196,450	13.357	210	93,55	2
2	08/09/2022	29/09/2022	21	15,1	M-P- 02	179,079	33890	189,246	13.348	210	90,12	2
3	08/09/2022	29/09/2022	21	15,2	M-P- 03	180,267	31720	175,962	13.329	210	83,79	2
4	08/09/2022	29/09/2022	21	15,1	M-P- 04	179,553	33605	187,159	13.052	210	89,12	5
5	08/09/2022	29/09/2022	21	15,1	M-P- 05	179,079	32400	180,926	13.217	210	86,16	5
6	08/09/2022	29/09/2022	21	15,1	M-P- 06	179,079	33800	188,744	13.187	210	89,88	3
7	08/09/2022	29/09/2022	21	15,1	M-P- 07	179,079	31655	176,766	13.122	210	84,17	2
8	08/09/2022	29/09/2022	21	15,1	M-P- 08	179,791	31950	177,706	13.003	210	84,62	6
9	08/09/2022	29/09/2022	21	15,2	M-P- 09	180,267	32395	179,706	12.986	210	85,57	6
10	08/09/2022	29/09/2022	21	15,2	M-P- 10	181,458	35215	194,067	12.900	210	92,41	3

*Nota.* Los resultados fueron obtenidos en el laboratorio de suelos

Se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 184.673Kg/cm<sup>2</sup>, correspondiente al 87.94% de la resistencia a la compresión de diseño

**Diseño Mezcla Con Concreto Reciclado 70% (Edad a los 28 días)**

**Tabla 35**

*Ensayos a la Compresión Uniaxial de Especímenes de Concreto de la Mezcla con 70% de Concreto Reciclado a los 28 Días de Edad.*

<b>PROB. N°</b>	<b>Fecha de fabricación</b>	<b>Fecha de Rotura</b>	<b>N° días</b>	<b>Ø</b>	<b>Identificación</b>	<b>Area secc. Probeta C² Cm2</b>	<b>Lectura del Dial</b>	<b>Resistencia máxima Kg/cm2</b>	<b>Peso en gr.</b>	<b>F'c Kg/cm2</b>	<b>% a la Compresión</b>	<b>Tipo de falla</b>
1	08/09/2022	06/10/2022	28	15,1	M-P- 01	179,079	37225	207,870	13.090	210	98,99	5
2	08/09/2022	06/10/2022	28	15	M-P- 02	176,715	36225	204,992	13.090	210	97,62	5
3	08/09/2022	06/10/2022	28	15,2	M-P- 03	181,458	37400	206,108	12.918	210	98,15	2
4	08/09/2022	06/10/2022	28	15,1	M-P- 04	179,079	37010	206,669	13.132	210	98,41	5
5	08/09/2022	06/10/2022	28	15,2	M-P- 05	181,458	38060	209,745	12.859	210	99,88	6
6	08/09/2022	06/10/2022	28	15,2	M-P- 06	181,458	37170	204,840	12.900	210	97,54	3
7	08/09/2022	06/10/2022	28	15,2	M-P- 07	181,458	38320	211,178	12.782	210	100,56	5
8	08/09/2022	06/10/2022	28	15,2	M-P- 08	181,458	37080	204,344	12.963	210	97,31	2
9	08/09/2022	06/10/2022	28	15,2	M-P- 09	181,458	37805	208,340	13.090	210	99,21	2
10	08/09/2022	06/10/2022	28	15,2	M-P- 10	181,458	38170	210,351	13	210	100,17	6

*Nota.* Los resultados fueron obtenidos en el laboratorio de suelos

Se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 207.444Kg/cm², correspondiente al 98.78% de la resistencia a la compresión de diseño.

### **Resumen de Resultados de Especímenes de Concreto**

En la tabla 36 se presenta el cuadro resumen de resultados, en el que se muestra la resistencia promedio a la compresión y su respectivo porcentaje con respecto a la resistencia de diseño ( $f^c=210 \text{ Kg/cm}^2$ ). (ver Anexo 1)

**Tabla 36**

*Resumen de Resultados de Especímenes de Concreto*

Tipo de Mezcla	7 días de edad		14 días de edad		21 días de edad		28 días de edad	
	Resistencia promedio obtenido (Kg/cm <sup>2</sup> )	% Obtenido	Resistencia promedio obtenido (Kg/cm <sup>2</sup> )	% Obtenido	Resistencia promedio obtenido (Kg/cm <sup>2</sup> )	% Obtenido	Resistencia promedio obtenido (Kg/cm <sup>2</sup> )	% Obtenido
Mezcla Patron	166.657	79.36	187.348	89.21	201.788	96.09	219.954	104.74
Mezcla con 20% de concreto reciclado	164.65	78.4	184.619	87.91	199.839	95.16	217.969	103.79
Mezcla con 50% de concreto reciclado	152.765	72.5	179.076	85.27	193.403	92.1	212.256	101.07
Mezcla con 70% de concreto reciclado	145.753	69.41	170.92	81.34	184.673	87.94	207.44	98.78

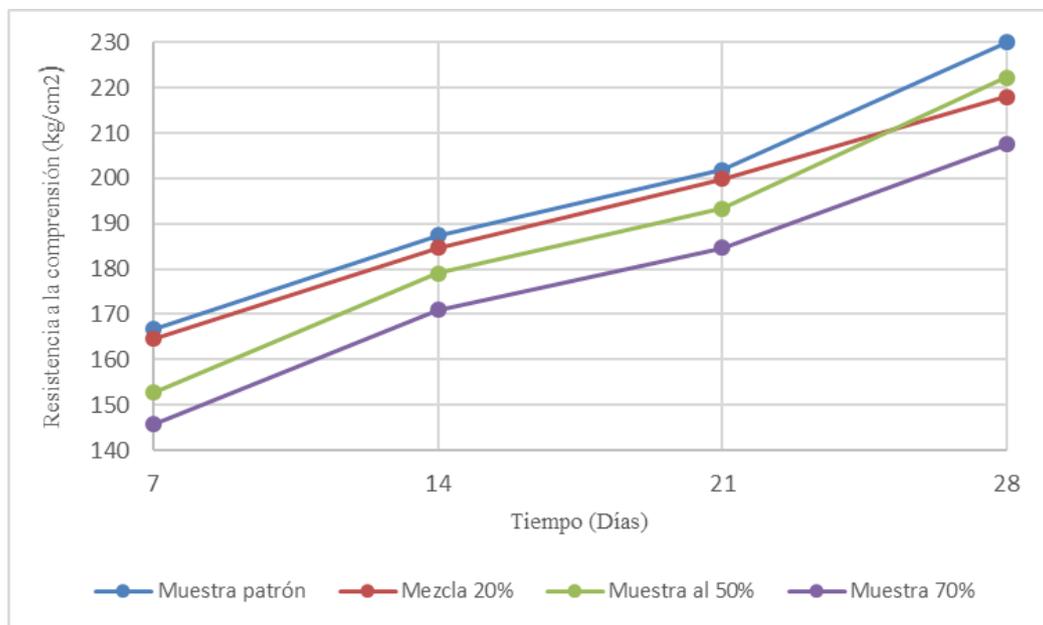
La tabla N° 36, muestra los valores promedio de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto a la edad de 7 días, 14 días, 21 días y 28 días, con su respectivo porcentaje de resistencia obtenido, para cada diseño de mezcla realizado en la investigación. A los 28 días de edad, la mezcla patrón ha superado el 100% de la resistencia de diseño ( $210 \text{ kg/cm}^2$ ), de la misma manera las mezclas con 20% y 50% de concreto reciclado; sin embargo, la mezcla con 70% de concreto reciclado no superó la resistencia de diseño.

Los resultados para la edad de 28 días muestran que, el concreto elaborado con una sustitución de 20% de agregado reciclado alcanzó una resistencia de  $217.959 \text{ kg/cm}^2$ , menor en 0.95 % con respecto al concreto elaborado con agregados naturales; el

concreto elaborado con una sustitución de 50% de agregado reciclado alcanzó una resistencia de 212.256 kg/cm<sup>2</sup>, menor en 3.67% respecto al concreto elaborado con agregados naturales; en cambio el concreto elaborado con una sustitución de 70% de agregados reciclados tuvo una resistencia de 207.44 kg/cm<sup>2</sup>, disminuyendo en 5.96% con respecto al concreto elaborado con agregados naturales.

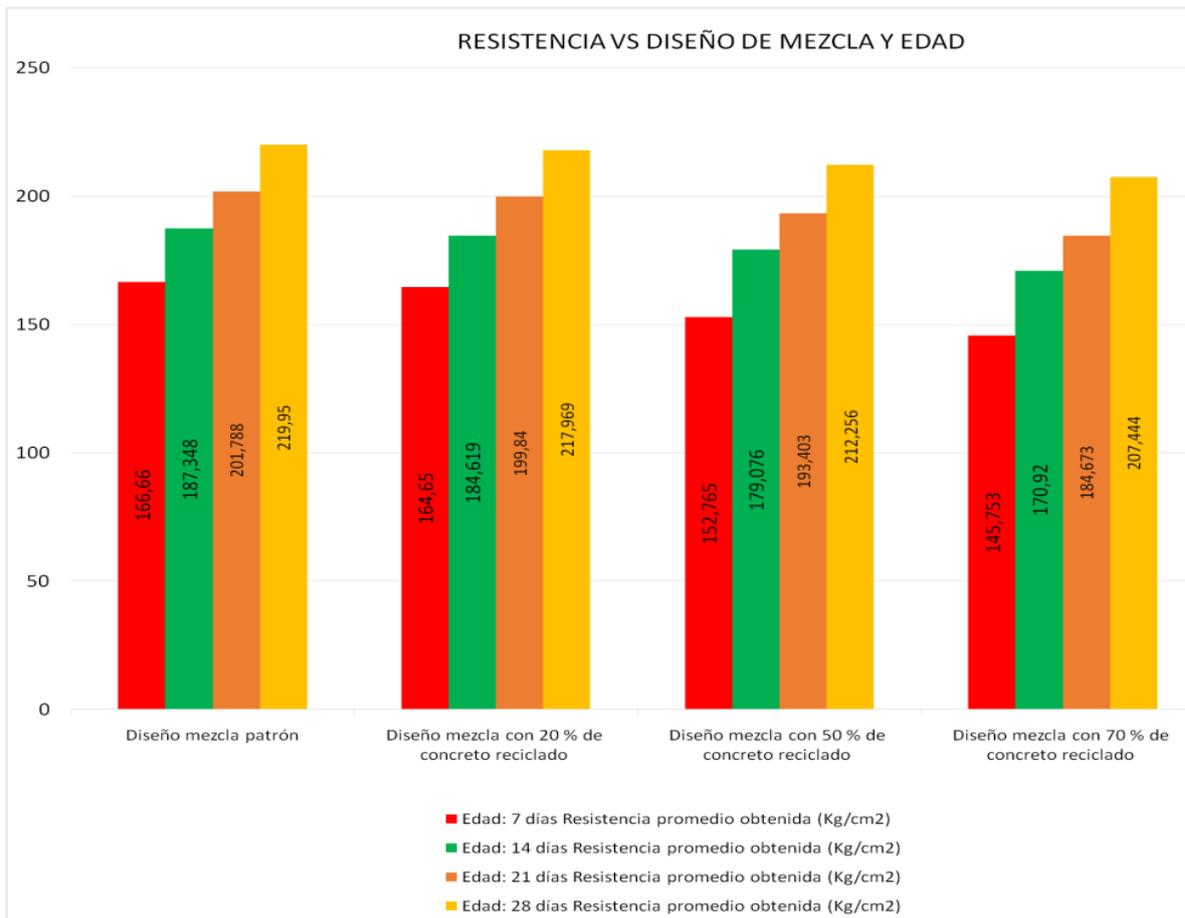
**Figura 15**

*Resistencia a la compresión Vs Tiempo*



**Figura 16**

*Resistencia Vs. Diseño de Mezcla y Edad*



Los gráficos N° 15 y N° 16, muestra el comportamiento de la resistencia del concreto, a diferentes edades y de los diferentes tipos de diseño; de donde se deduce que el concreto elaborado con agregados naturales tiene un crecimiento optimo en la resistencia a la edad de 7 días, alcanzando el 79.36% de la resistencia especificada (210 kg/cm<sup>2</sup>) mientras que los concretos elaborados con sustituciones de 20%, 50% y 70% de agregado grueso reciclado alcanzaron un promedio del 73.4% de la resistencia especificada. Para la edad de 14 días el concreto elaborado con agregados naturales tiene un crecimiento optimo en la resistencia, alcanzando el 89.21% de la resistencia especificada, mientras que los concretos elaborados con

sustituciones de 20%, 50% y 70% de agregado grueso reciclado alcanzaron un promedio del 84.84 % de la resistencia de diseño. Para la edad de 21 días el concreto elaborado con agregados naturales tiene un crecimiento optimo en la resistencia, alcanzando el 96.09% de la resistencia especificada, mientras que los concretos elaborados con sustituciones de 20%, 50% y 70% de agregado grueso reciclado alcanzaron un promedio del 91.73 % de la resistencia de diseño.

Para la edad de 28 días el concreto elaborado con agregados naturales tiene un crecimiento optimo en la resistencia, alcanzando el 104.74% de la resistencia especificada, mientras que los concretos elaborados con sustituciones de 20%, 50% y 70% de agregado grueso reciclado alcanzaron un promedio del 91.73 % de la resistencia de diseño, lo cual se debe a que la mezcla con 70% de agregado reciclado no llegó al mínimo de 100%

#### 4.1.4. *Módulo de Elasticidad*

**Tabla 37**

*Resumen del Módulo de Elasticidad Promedio*

Tipo de mezcla	Edad: 7 días		Edad: 14 días		Edad: 21 días		Edad: 28 días	
	Módulo de Elasticidad Promedio	% obtenido						
Mezcla Patrón	193458.10	79.36%	205416.84	89.21%	213201.63	96.09%	222717.57	104.74%
Mezcla con 20 % de concreto reciclado	193432.88	78.40%	203757.67	87.91%	211960.37	95.16%	221537.69	103.79%
Mezcla con 50 % de concreto reciclado	185780.60	72.50%	200702.53	85.27%	208280.62	92.10%	218228.83	101.07%
Mezcla con 70 % de concreto reciclado	181081.91	69.41%	196098.79	81.39%	203804.86	87.94%	216040.22	98.78%

#### 4.1.5. Resistencia a la Tracción

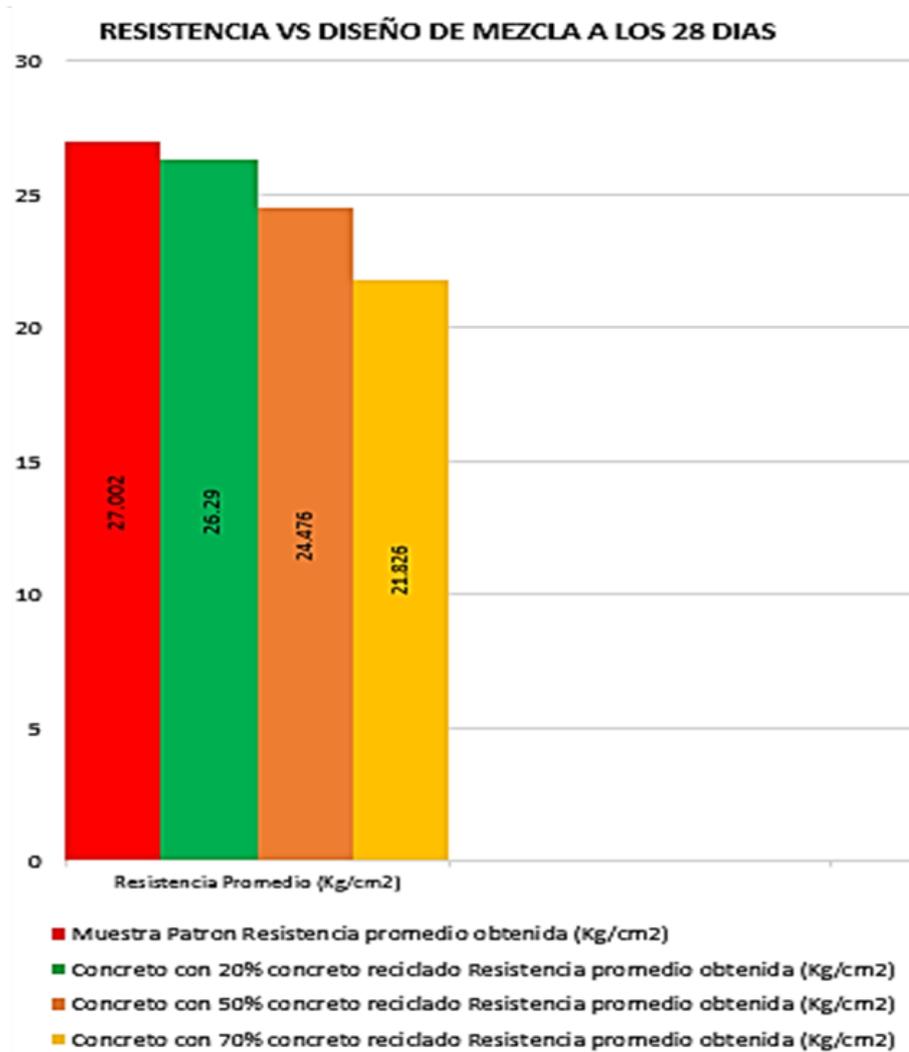
**Tabla 38**

*Resistencia a la Tracción*

MUESTRA	Fecha de fabricación	Fecha de Rotura	N° días	Ø (cm)	Resistencia f'c (Compresion) Kg/cm <sup>2</sup>	Altura (cm)	Lectura del Dial	Resistencia máxima Kg/cm <sup>2</sup>	Peso (gr.)	f'c (Traccion) Kg/cm <sup>2</sup>	% a la Traccion	Tipo de falla
PATRON	11/12/23	08/01/24	28	15.1	210	30.06	19252	27.002	12,250	<b>25.91</b>	<b>104.20</b>	2
20% AGREGADO RECICLADO	11/12/23	08/01/24	28	14.96	210	30.14	18620	26.290	11,353	<b>25.91</b>	<b>101.45</b>	3
50% AGREGADO RECICLADO	11/12/23	08/01/24	28	15.04	210	29.96	17324	24.476	11,680	<b>25.91</b>	<b>94.45</b>	2
70% AGREGADO RECICLADO	11/12/23	08/01/24	28	15.12	210	30.14	15624	21.826	11,836	<b>25.91</b>	<b>84.22</b>	3

**Figura 17**

*Resistencia a la Tracción Vs. Diseño de Mezcla*



De la tabla 38 podemos observar que la resistencia a la tracción indirecta hallada a través de la resistencia a la compresión 210 Kg/cm<sup>2</sup> es de 25.91 kg/cm<sup>2</sup> además se calculan las medidas de resistencia máxima a la tracción, conforme al ensayo de tracción indirecta, donde se evidencia que la muestra patrón y la muestra de concreto al 20% de concreto reciclado logran más del 100% de la resistencia a la tracción indirecta.

#### 4.1.6. *Análisis Estadísticos*

Se realizó el análisis estadístico HSD Tukey ( Ver anexo 2)

**Tabla 39**

*Análisis estadístico a los 28 días*

<b>28 días</b>			
HSD Tukey <sup>a</sup>			
Porcentaje	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
70%	10	37446.50	
50%	10	38005.50	
20%	10		39270.00
Patrón	10		39544.00
Sig.		.075	.612

Estadísticamente la mayor resistencia a la compresión del concreto se refleja a los 28 días y, la mayor resistencia del concreto se consigue cuando se realiza un porcentaje de agregado grueso reciclado de 20% con una estadística igual al patrón.

#### 4.1.7. *Análisis de Costos*

Análisis de costos para la obtención de agregado grueso reciclado

**Tabla 40**

*Análisis de costos para la obtención de agregado grueso reciclado*

Actividad	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S./.)	Precio Total (S./.)
Recojo y Transporte RCD	m <sup>3</sup>	1	30	30
Trituración y Tamizado	m <sup>3</sup>	1	14	14
<b>COSTO POR M<sup>3</sup> DE AGREGADO GRUESO RECICLADO</b>				<b>44</b>

**Tabla 41***Análisis de costos para producir 1 m<sup>3</sup> de concreto con agregados naturales*

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
Cemento Portland	Bolsa	8.85	23	203.55
Agua	litro	186	0.0023	0.4278
Agregado Fino	m <sup>3</sup>	0.324	80	25.92
Agregado Grueso	m <sup>3</sup>	0.368	85	31.28
<b>COSTO POR M<sup>3</sup> DE CONCRETO NATURAL</b>				<b>261.18</b>

**Tabla 42***Análisis de costos para producir 1m<sup>3</sup> de concreto con 20% de agregado grueso reciclado*

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
Cemento Portland	Bolsa	8.85	23	203.55
Agua	m	186	0.0023	0.4278
Agregado Fino	m <sup>3</sup>	0.324	80	25.92
Agregado Grueso	m <sup>3</sup>	0.294	85	24.99
Agregado Grueso Reciclado	m <sup>3</sup>	0.084	44	3.696
<b>COSTO POR M<sup>3</sup> DE CONCRETO RECICLADO AL 20%</b>				<b>258.58</b>

**Tabla 43***Análisis de costos para concreto con 50% de agregado grueso reciclado*

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
Cemento Portland	Bolsa	8.85	23	203.55
Agua	litro	186	0.0023	0.4278
Agregado Fino	m <sup>3</sup>	0.324	80	25.92
Agregado Grueso	m <sup>3</sup>	0.184	85	15.64
Agregado Grueso Reciclado	m <sup>3</sup>	0.185	44	8.14
<b>COSTO POR M<sup>3</sup> DE CONCRETO RECICLADO AL 50%</b>				<b>253.68</b>

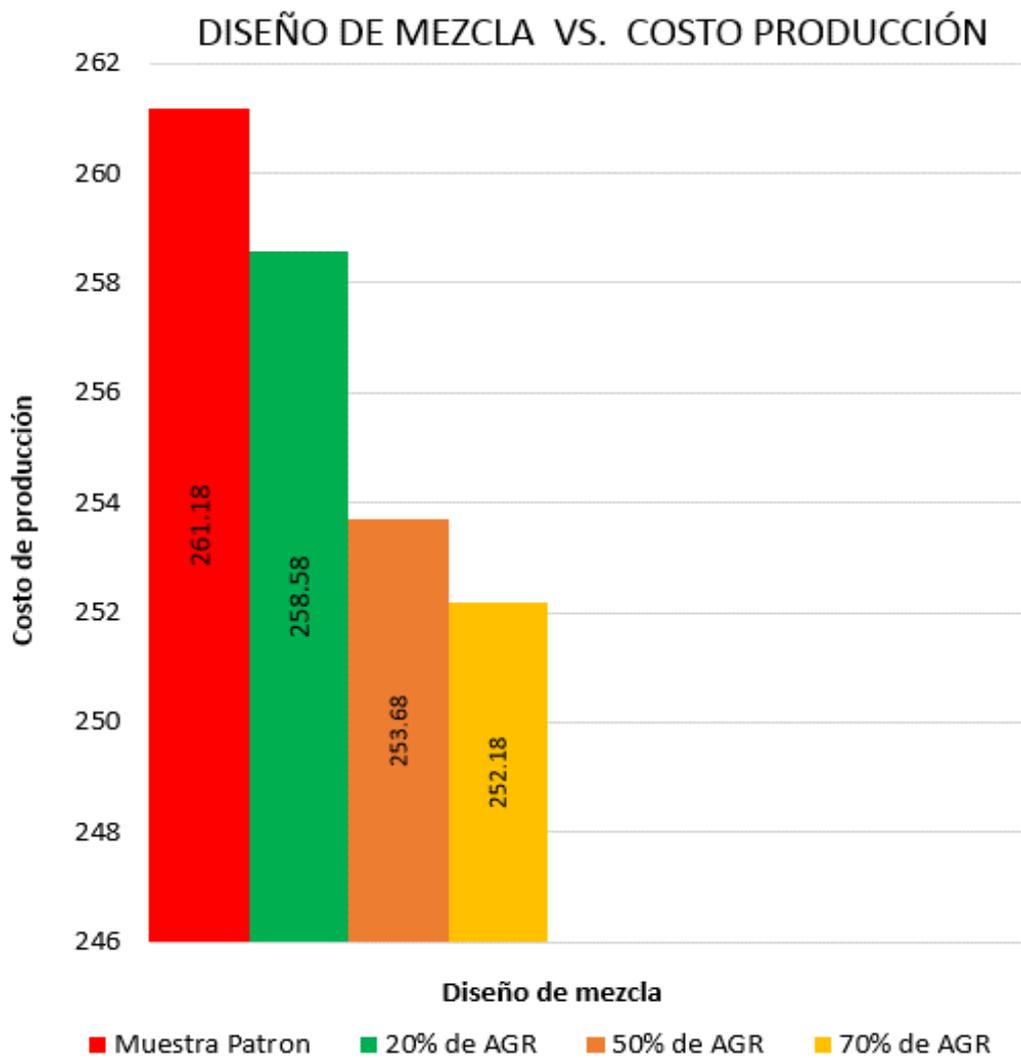
**Tabla 44**

*Análisis de costos para concreto con 70% de agregado grueso reciclado*

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
Cemento Portland	Bolsa	8.85	23	203.55
Agua	litro	186	0.0023	0.4278
Agregado Fino	m <sup>3</sup>	0.324	80	25.92
Agregado Grueso	m <sup>3</sup>	0.110	85	9.35
Agregado Grueso Reciclado	m <sup>3</sup>	0.294	44	12.936
<b>COSTO POR M<sup>3</sup> DE CONCRETO RECICLADO AL 70%</b>				<b>252.18</b>

**Figura 18**

*Diseño de Mezcla Vs. Costo de Producción*



Los costos de producción de un m<sup>3</sup> de concreto natural y reciclado se puede observar según las tablas 39, 40, 41 42 y 43 que el costo de producción de un m<sup>3</sup> de agregado grueso es de S/ 44 en comparación de S/85 de agregado natural. En cuanto a la producción de concreto natural el costo de producción es de 261.18 siendo S/0.99, S/2.9, S/3.4 soles menos el producir concreto reciclado al 20%, 50 y 70%; la reducción de precios para fabricar un m<sup>3</sup> de concreto reciclado está en función directa al mayor uso de agregado grueso reciclado.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES**

1. La influencia de los agregados en las propiedades del concreto tiene un efecto importante en sus propiedades físico mecánicas ya que estos ocupan las tres cuartas partes de su volumen de ahí la justificación de su adecuada selección. En cuanto los agregados de concreto residual utilizados, estos cumplieron lo estipulado en la NTP 400.037, sin embargo, estos tenían un mayor porcentaje de absorción y mayor porcentaje de abrasión lo cual se podía observar en la textural del material comprobándose luego con los resultados de laboratorio. La textura superficial depende de la dureza, tamaño del grano y características de la roca original, la cual influye altamente en la resistencia ala flexión del concreto. (Rivva Lopez, 1992).
2. En cuanto a la resistencia a la compresión tras realizar los análisis de laboratorio, concluimos que la resistencia a la compresión del concreto con agregado grueso reciclado alcanza la resistencia requerida por el diseño de mezcla a los 28 días y para mezclas de 50% y 20%, sin embargo, luego de realizar las pruebas estadísticas se concluye que únicamente la mezcla con 20% de agregado reciclado tiene una resistencia estadísticamente igual a la muestra patrón (Ver Anexo 2).

3. En cuanto a la resistencia a la tracción tras realizar los análisis de laboratorio, concluimos que la resistencia a la tracción del concreto con agregado grueso reciclado alcanza la resistencia requerida por el diseño de mezcla a los 28 días únicamente para la mezcla de 20% en peso de agregado reciclado (Ver tabla 38).
  
4. La diferencia de costos de fabricación de 1 m<sup>3</sup> de agregados gruesos reciclados en comparación al costo de compra de un 1m<sup>3</sup> de agregado natural es de cuarenta y un soles, lo que lo hace atractivo para la industrialización del mismo, añadido el factor ambiental, de imagen y social para la región.

## CAPITULO VI

### REFERENCIAS

- Akhtar, A., & Sarmah, A. (2018). Construction and demolition waste generation and properties of recycled aggregate concrete: A global perspective. *Journal Cleaner production*, 186, 262.
- Alarcon Alarcon, K. L. (2018). *Estudio del comportamiento del concreto de alta resistencia  $F'_{C}= 420\text{kg/cm}^2$  elaborado con agregados reciclados* ( Tesis profesional, Universidad Nacional de Cajamarca). Repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca.
- American Society for Testing and Materials. (2003). ASTM Designación: C 496 -96. En *Metodo de ensayo Estandar para Esfuerzo de Tensión por Partidura en especímenes Cilindricos de Voncreto* (pág. 1).
- Diario El Peruano. (29 de Agosto de 2023). *Perú liderará crecimiento en la región entre el 2024 y el 2027 con expansión de 3.1%*. Obtenido de <https://www.elperuano.pe/noticia/221755-peru-liderara-crecimiento-en-la-region-entre-el-2024-y-el-2027-con-expansion-de-31>
- Díaz González, M. A. (2022). *Estudio de propiedades mecánicas de Eco-hormigones fabricados con áridos reciclados mixtos españoles, provenientes de Residuos de la Construcción y Demolición (RCD) y su potencial uso en Chile*( Tesis de Doctorado, Universidad Miguel Hernández de Elche) . Repositorio RediUMH . Obtenido de <https://hdl.handle.net/11000/29192>

- Fernandez Gálvez, I. (2019). Efecto de la Incorporación del Aditivo Air Mix 200 en el Contenido Total de Aire y en la Resistencia a Compresión de Concreto Reciclados  $f'c:210\text{kg/cm}^2$ . ( *Tesis de maestría*). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.
- Manrique, A. A. (2017). En *Ensayos y propiedades de los materiales*. (pág. 154). Bogota, Colombia: Pontifica Universidad Javeriana.
- Martínez, W. T. (Diciembre de 2015). Concreto reciclado: una revisión. *ALCONPAT*, 5(3), 235-248. Obtenido de <https://doi.org/10.2104/ra.v5i3.91>
- Mejía-de-Gutierrez R., R. S. (Setiembre de 2023). Residuos de construcción y demolición como materia prima de concretos y elementos de construcción obtenidos mediante activación alcalina. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y naturales.*, 47(184)505-519.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnica y Pavimentos*. Lima.
- Naciones Unidas. (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para America Latina y el Caribe.
- National Ready Mixed Concrete Association. (2009). CIP30 - Adiciones al Cemento. *El Concreto en la Práctica, ¿Qué, Por qué y cómo?*, 59-60.
- Organismo Peruano de Normalización. (2011) Método de ensayo normalizado para determinar la densidad del Cemento Pórtland (NTP 334.005)
- Organismo Peruano de Normalización. (2016) CEMENTOS. Cemento Portland. Requisitos. (NTP 334.009)
- Organismo Peruano de Normalización. (2008) Metodo de Ensayo Normalizado para La Determinacion de La Resistencia A La Compresion Del Concreto en Muestras Cilindricas. ( NTP 339.034.)

Organismo Peruano de Normalización. (2014) CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos. ( NTP 339.088.)

Organismo Peruano de Normalización. (2013) AGREGADOS, método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado ( NTP 339.185.)

Organismo Peruano de Normalización. (2016) Agregados, extracción y preparación de muestras ( NTP 400.010.)

Organismo Peruano de Normalización. (2013) AGREGADOS, Análisis granulométrico del agregado fino, agregado grueso y agregado global. ( NTP 400.012.)

Organismo Peruano de Normalización. (2013) AGREGADOS, método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en el agregado ( NTP 400.017.)

Organismo Peruano de Normalización. (2013) AGREGADOS, método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75  $\mu\text{m}$  (N° 200) por lavado en agregados. ( NTP 400.018.)

Organismo Peruano de Normalización. (2014) 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. ( NTP 400.019.)

Organismo Peruano de Normalización. (2018) AGREGADOS, método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. ( NTP 400.021.)

Organismo Peruano de Normalización. (2013) AGREGADOS, métodos de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. ( NTP 400.022.)

Organismo Peruano de Normalización. (2018) AGREGADOS, Especificaciones normalizadas para agregados en concreto. ( NTP 400.037.)

- Organismo Peruano de Normalización. (1999) Manejo de Residuos de la actividad de la construcción. ( NTP 400.050.)
- Organismo Peruano de Normalización. (2017) Manejo de Residuos de la actividad de la construcción. ( NTP 400.050.)
- Organismo Peruano de Normalización. (2003) CEMENTOS Determinación de la Finura. ( NTP 334.002.)
- Organismo Peruano de Normalización. (1999) Metodo Para la Medicion del Asentamient del Concreto con el Cono de Abrams. ( NTP 339.035.)
- Pacheco Bustos, C. A. (2017). Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su modelo de gestión. *Ingeniería y Desarrollo*, 35(2), 533-555.
- Pauw, A. (1960). *Static Modulus of Elasticity of Concrete as Affected by Density*. Michigan, United of States: American Concrete Institute Journal.
- Pavón, E., Etxeberria, M., & Martínez, I. (2011). *Propiedades del hormigón de árido reciclado fabricado con adiciones, activa e inerte*. Obtenido de SciELO: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2011000300002>
- Peña Muñoz, S. T.-J. (2018). Evaluación de las propiedades de residuos de construcción y demolición de concreto. *Cuaderno Activa*, 10(2), 79-90. Obtenido de <https://biblat.unam.mx/hevila/Cuadernoactiva/2018/no10/6.pdf>
- Rivva Lopez, E. (1992). *Tecnología del concreto - Diseño de Mezclas*. Lima: Hozlo S.C.R.L.
- Rivva Lopéz, E. (2000). *Naturaleza y Materiales del concreto*. Lima: Capitulo Peruano ACI.
- Silupu, E., Franco, F., Gutiérrez, B., & Pary, R. (Enero-Abril de 2020). Efecto de la Utilización de Concreto Reciclado sobre el Ambiente y la Construcción de Viviendas en la Ciudad de Huamachuco. *PURIQ*, 2(1), 16-27. Obtenido de <https://doi.org/10.37073/puriq.2.1.68>

UNEP. (2011). *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication - A Synthesis for Policy Makers*. Obtenido de [www.unep.org/greeneconomy](http://www.unep.org/greeneconomy)

Zambrano Meza, M. I. (2019). Materiales granulares tratados con emulsión asfáltica para su empleo en bases o subbases de pavimentos flexibles. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 13(3), 1-11. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193961007002>

## CAPITULO VII

### ANEXOS

#### Anexo 1

### CURVAS DE ESFUERZO VS DEFORMACIÓN UNITARIA

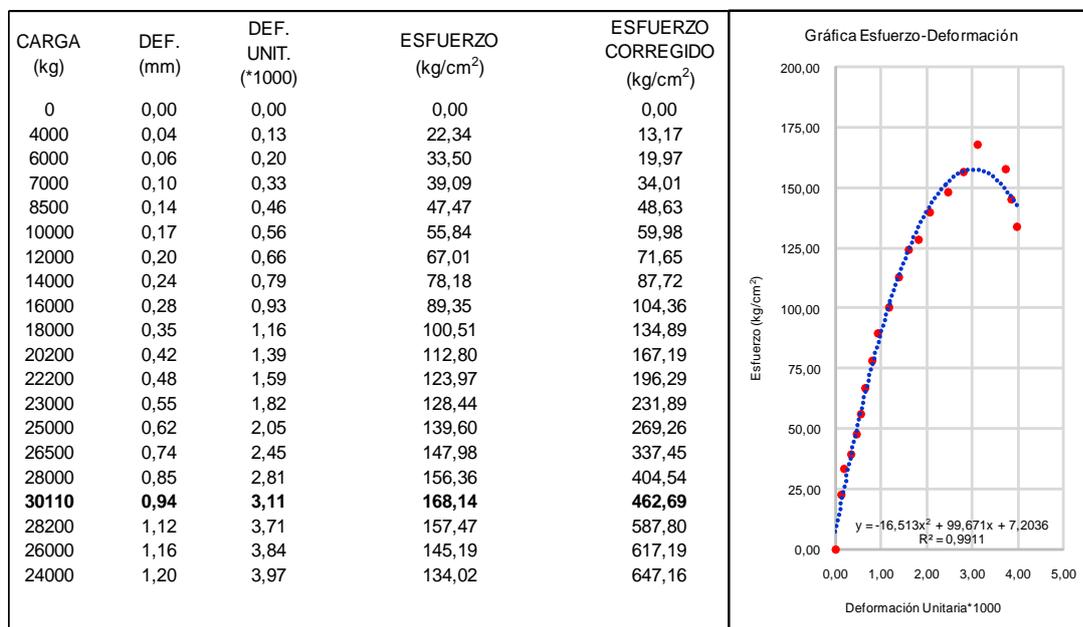
#### DISEÑO MEZCLA PATRÓN

EDAD DE 7 DIAS

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

##### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-01-01
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	7 DÍAS
DIÁMETRO (cm):	15,10
ALTURA (mm):	302
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079



ECUACIÓN (ESFUERZO):	16,51 X <sup>2</sup>	+	99,671	X+	7,2036
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9911				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	168,14				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	194502,303				
ECUACIÓN CORREGIDA:	16,51 X <sup>2</sup>	+	97,25	X+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-01-02
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	7 DÍAS
DIÁMETRO (cm):	15,10
ALTURA (mm):	300
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3500	0,05	0,17	19,54	18,90
5000	0,07	0,23	27,92	26,12
6500	0,09	0,30	36,30	33,13
8000	0,11	0,37	44,67	39,94
9200	0,15	0,50	51,37	52,97
10500	0,18	0,60	58,63	62,22
13000	0,20	0,67	72,59	68,14
15000	0,25	0,83	83,76	82,05
17000	0,30	1,00	94,93	94,72
19000	0,35	1,17	106,10	106,15
21000	0,42	1,40	117,27	120,04
23000	0,48	1,60	128,44	130,01
24200	0,52	1,73	135,14	135,66
25000	0,58	1,93	139,60	142,63
26500	0,68	2,27	147,98	150,27
<b>29750</b>	<b>0,80</b>	<b>2,67</b>	<b>166,13</b>	<b>152,84</b>
26000	0,95	3,17	145,19	145,96
24000	1,05	3,50	134,02	135,14
22000	1,12	3,73	122,85	124,60
20000	1,18	3,93	111,68	113,62

Gráfica Esfuerzo-Deformación

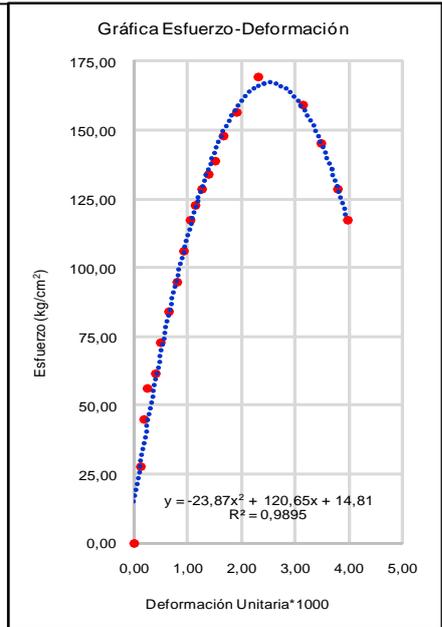
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-22,4 X <sup>2</sup>	+	116,78 X	+	1,0135
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9942				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	166,13				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	193336,057				
ECUACIÓN CORREGIDA:	-22,4 X <sup>2</sup>	+	117,17 X	+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-01-03
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	7 DÍAS
DIÁMETRO (cm):	15,10
ALTURA (mm):	302
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (ka/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
5000	0,04	0,13	27,92	16,32
8000	0,06	0,20	44,67	24,17
10000	0,08	0,26	55,84	31,80
11000	0,12	0,40	61,43	46,45
13000	0,15	0,50	72,59	56,88
15000	0,20	0,66	83,76	73,22
17000	0,24	0,79	94,93	85,35
19000	0,28	0,93	106,10	96,65
21000	0,32	1,06	117,27	107,11
22000	0,35	1,16	122,85	114,40
23000	0,38	1,26	128,44	121,22
24000	0,42	1,39	134,02	129,58
24800	0,46	1,52	138,49	137,11
26500	0,50	1,66	147,98	143,80
28000	0,58	1,92	156,36	154,66
<b>30310</b>	<b>0,70</b>	<b>2,32</b>	<b>169,26</b>	<b>164,68</b>
28500	0,95	3,15	159,15	161,33
26000	1,05	3,48	145,19	150,83
23000	1,15	3,81	128,44	135,10
21000	1,20	3,97	117,27	125,27



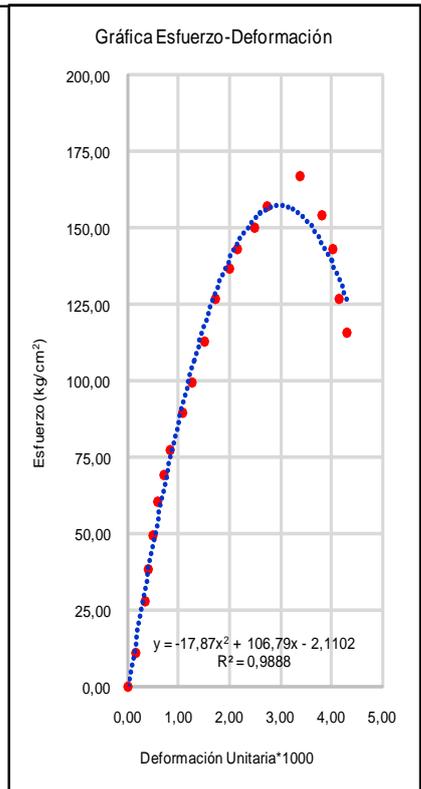
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-23,9 X^2$	+	120,65	X +	14,81
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9895$				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	169,26				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	195147,207				
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-23,9 X^2$	+	126,37	X +	0

# ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

## Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-01-04
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	7 DÍAS
DIÁMETRO (cm):	15,20
ALTURA (mm):	301
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,05	0,17	11,02	17,36
5000	0,10	0,33	27,55	33,74
7000	0,12	0,40	38,58	40,01
9000	0,15	0,50	49,60	49,13
11000	0,18	0,60	60,62	57,89
12500	0,21	0,70	68,89	66,30
14000	0,25	0,83	77,15	76,95
16200	0,32	1,06	89,28	94,08
18000	0,38	1,26	99,20	107,23
20500	0,45	1,50	112,97	120,76
23000	0,52	1,73	126,75	132,37
24800	0,60	1,99	136,67	143,27
26000	0,65	2,16	143,28	148,80
27200	0,75	2,49	149,90	156,90
28500	0,82	2,72	157,06	160,22
<b>30250</b>	<b>1,02</b>	<b>3,39</b>	<b>166,70</b>	<b>159,06</b>
28000	1,15	3,82	154,31	149,84
26000	1,21	4,02	143,28	143,34
23000	1,25	4,15	126,75	138,22
21000	1,30	4,32	115,73	130,93



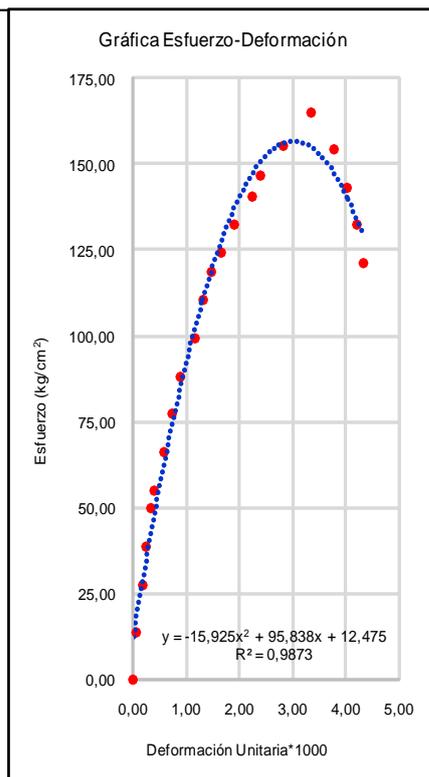
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-17,9 X^2 + 106,79 X + 2,1102$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9988$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	166,70
MÓD. DE ELASTICIDAD:	193671,368
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-17,9 X^2 + 107,49 X + 0$

# ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

## Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN: M-P-01-05  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 305  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2500	0,02	0,07	13,78	6,48
5000	0,05	0,16	27,55	15,95
7000	0,07	0,23	38,58	22,09
9000	0,10	0,33	49,60	31,04
10000	0,12	0,39	55,11	36,84
12000	0,18	0,59	66,13	53,41
14000	0,22	0,72	77,15	63,77
16000	0,27	0,89	88,17	75,95
18000	0,35	1,15	99,20	93,67
20000	0,40	1,31	110,22	103,62
21500	0,45	1,48	118,48	112,72
22500	0,50	1,64	124,00	120,97
24000	0,58	1,90	132,26	132,38
25500	0,68	2,23	140,53	143,56
26600	0,73	2,39	146,59	147,87
28200	0,86	2,82	155,41	155,07
<b>29900</b>	<b>1,02</b>	<b>3,34</b>	<b>164,78</b>	<b>155,98</b>
28000	1,15	3,77	154,31	150,26
26000	1,23	4,03	143,28	143,87
24000	1,28	4,20	132,26	138,76
22000	1,32	4,33	121,24	134,06



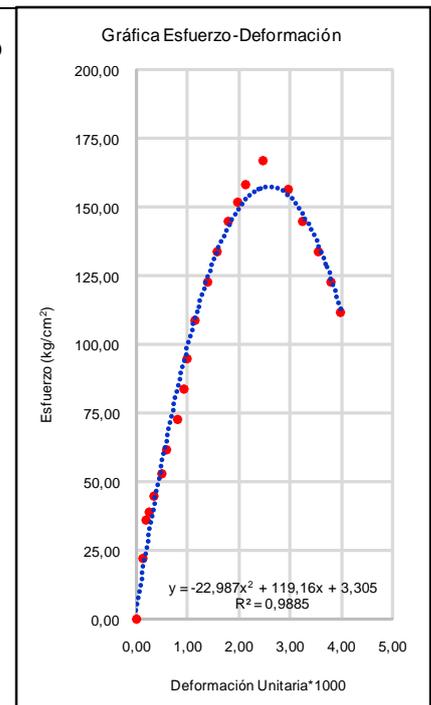
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-15,9 X <sup>2</sup>	+	95,838 X	+	12,475
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0.9886				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	164,78				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	192547,695				
ECUACIÓN CORREGIDA:	-15,9 X <sup>2</sup>	+	99,90 X	+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-01-06
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	7 DÍAS
DIÁMETRO (cm):	15,10
ALTURA (mm):	303
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4000	0,04	0,13	22,34	15,50
6500	0,06	0,20	36,30	22,95
7000	0,08	0,26	39,09	30,19
8000	0,10	0,33	44,67	37,24
9500	0,15	0,50	53,05	53,98
11000	0,18	0,59	61,43	63,43
13000	0,24	0,79	72,59	80,97
15000	0,28	0,92	83,76	91,66
17000	0,30	0,99	94,93	96,70
19500	0,35	1,16	108,89	108,44
22000	0,42	1,39	122,85	122,76
24000	0,48	1,58	134,02	133,09
26000	0,54	1,78	145,19	141,61
27200	0,60	1,98	151,89	148,34
28400	0,65	2,15	158,59	152,56
<b>29890</b>	<b>0,75</b>	<b>2,48</b>	<b>166,91</b>	<b>157,25</b>
28000	0,90	2,97	156,36	154,90
26000	0,98	3,23	145,19	149,04
24000	1,08	3,56	134,02	137,21
22000	1,15	3,80	122,85	125,95
20000	1,21	3,99	111,68	114,34



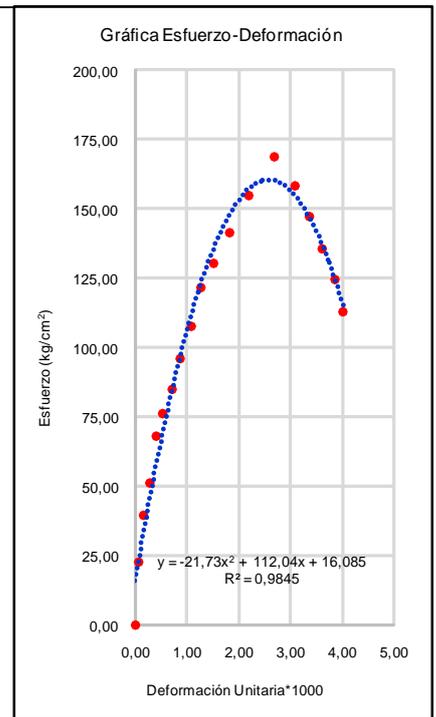
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-23	X <sup>2</sup>	+	119,16	X	+	3,305
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9885						
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	166,91						
MÓD. DE ELASTICIDAD:	193790,431						
ECUACIÓN CORREGIDA:	-23	X <sup>2</sup>	+	120,43	X	+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-01-07
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	7 DÍAS
DIÁMETRO (cm):	15,00
ALTURA (mm):	298
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	176,715

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4000	0,02	0,07	22,64	7,83
7000	0,05	0,17	39,61	19,21
9000	0,08	0,27	50,93	30,14
12000	0,12	0,40	67,91	44,04
13500	0,16	0,54	76,39	57,15
15000	0,21	0,70	84,88	72,44
17000	0,26	0,87	96,20	86,51
19000	0,32	1,07	107,52	101,78
21500	0,38	1,28	121,67	115,28
23000	0,45	1,51	130,15	128,81
25000	0,54	1,81	141,47	142,68
27400	0,65	2,18	155,05	154,25
<b>29800</b>	<b>0,80</b>	<b>2,68</b>	<b>168,63</b>	<b>160,48</b>
28000	0,92	3,09	158,45	157,54
26000	1,00	3,36	147,13	151,66
24000	1,08	3,62	135,81	142,65
22000	1,15	3,86	124,49	132,20
20000	1,20	4,03	113,18	123,27



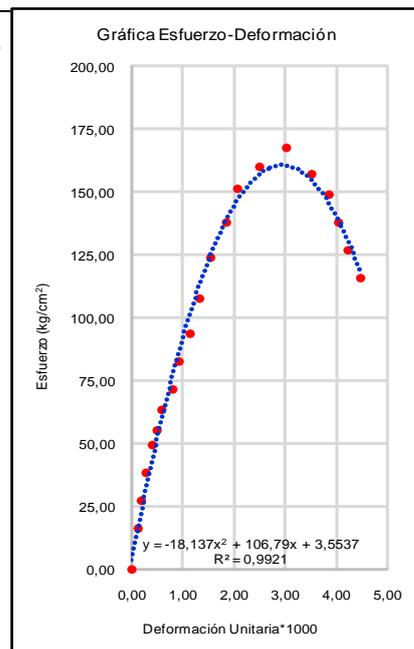
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-21,7 X^2$	+	112,04	X +	16,085
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9845$				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	168,63				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	194788,445				
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-21,7 X^2$	+	118,11	X +	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-01-08
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	7 DÍAS
DIÁMETRO (cm):	15,20
ALTURA (mm):	298
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3000	0,04	0,13	16,53	14,17
5000	0,06	0,20	27,55	21,01
7000	0,08	0,27	38,58	27,68
9000	0,12	0,40	49,60	40,55
10000	0,15	0,50	55,11	49,76
11500	0,18	0,60	63,38	58,61
13000	0,24	0,81	71,64	75,21
15000	0,28	0,94	82,66	85,46
17000	0,34	1,14	93,69	99,60
19500	0,40	1,34	107,46	112,28
22500	0,46	1,54	124,00	123,48
25000	0,55	1,85	137,77	137,53
27500	0,62	2,08	151,55	146,17
29000	0,75	2,52	159,82	156,90
<b>30455</b>	<b>0,90</b>	<b>3,02</b>	<b>167,83</b>	<b>160,71</b>
28500	1,05	3,52	157,06	155,33
27000	1,15	3,86	148,79	146,64
25000	1,21	4,06	137,77	139,46
23000	1,26	4,23	126,75	132,36
21000	1,33	4,46	115,73	120,70



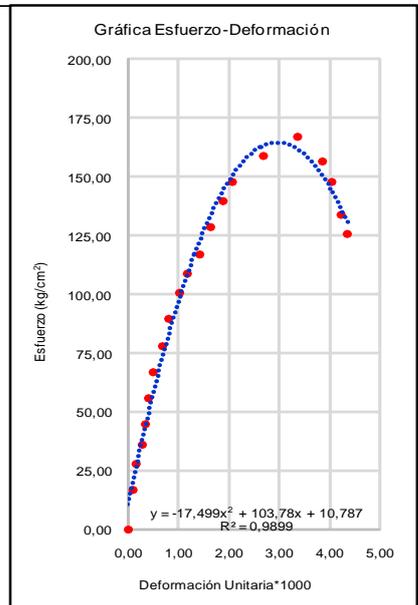
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-18,1 X <sup>2</sup>	+	106,79	X +	3,5537
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9921				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	167,83				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	194326,502				
ECUACIÓN CORREGIDA:	-18,1 X <sup>2</sup>	+	107,99	X +	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-01-09
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	7 DÍAS
DIÁMETRO (cm):	15,10
ALTURA (mm):	298
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3000	0,03	0,10	16,75	10,63
5000	0,05	0,17	27,92	17,52
6500	0,08	0,27	36,30	27,56
8000	0,10	0,34	44,67	34,06
10000	0,12	0,40	55,84	40,39
12000	0,15	0,50	67,01	49,60
14000	0,20	0,67	78,18	64,17
16000	0,24	0,81	89,35	75,11
18000	0,30	1,01	100,51	90,34
19500	0,35	1,17	108,89	101,95
21000	0,42	1,41	117,27	116,55
23000	0,49	1,64	128,44	129,21
25000	0,56	1,88	139,60	139,95
26500	0,62	2,08	147,98	147,61
28500	0,80	2,68	159,15	162,09
<b>29915</b>	<b>1,00</b>	<b>3,36</b>	<b>167,05</b>	<b>163,20</b>
28000	1,15	3,86	156,36	153,69
26500	1,21	4,06	147,98	147,41
24000	1,26	4,23	134,02	141,08
22500	1,30	4,36	125,64	135,31

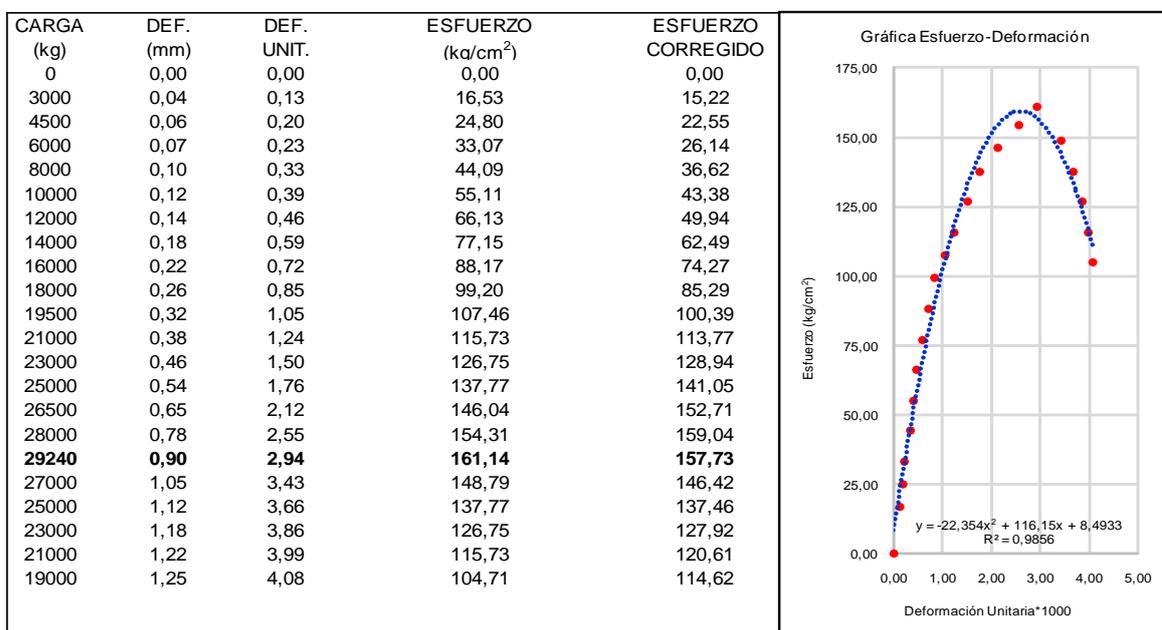


ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-17,5 X^2 + 103,78 X + 10,787$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9899$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	167,05
MÓD. DE ELASTICIDAD:	193871,457
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-17,5 X^2 + 107,36 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-01-10
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	7 DÍAS
DIÁMETRO (cm):	15,20
ALTURA (mm):	306
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458



ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-22,4 X^2 + 116,15 X + 8,4933$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9856$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	161,14
MÓD. DE ELASTICIDAD:	190410,728
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-22,4 X^2 + 119,37 X + 0$

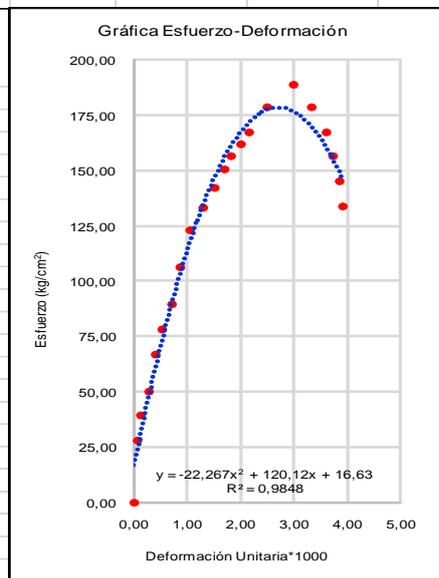
EDAD DE 14 DIAS

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

**Diseño mezcla Patron**

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-02-01
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	14 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,10
ALTURA (mm):	301
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0,00	0,00	0,00	0,00
5000	0,02	0,07	27,92	8,28
7000	0,04	0,13	39,09	16,37
9000	0,08	0,27	50,26	31,95
12000	0,12	0,40	67,01	46,75
14000	0,16	0,53	78,18	60,76
16000	0,21	0,70	89,35	77,16
19000	0,26	0,86	106,10	92,34
22000	0,32	1,06	122,85	108,93
23800	0,39	1,30	132,90	126,05
25500	0,45	1,50	142,40	138,81
27000	0,51	1,69	150,77	149,79
28000	0,55	1,83	156,36	156,13
29000	0,60	1,99	161,94	162,95
30000	0,65	2,16	167,52	168,55
32000	0,75	2,49	178,69	176,04
<b>33810</b>	<b>0,90</b>	<b>2,99</b>	<b>188,80</b>	<b>178,07</b>
32000	1,00	3,32	178,69	173,28
30000	1,08	3,59	167,52	165,91
28000	1,12	3,72	156,36	161,05
26000	1,16	3,85	145,19	155,39
24000	1,18	3,92	134,02	152,27



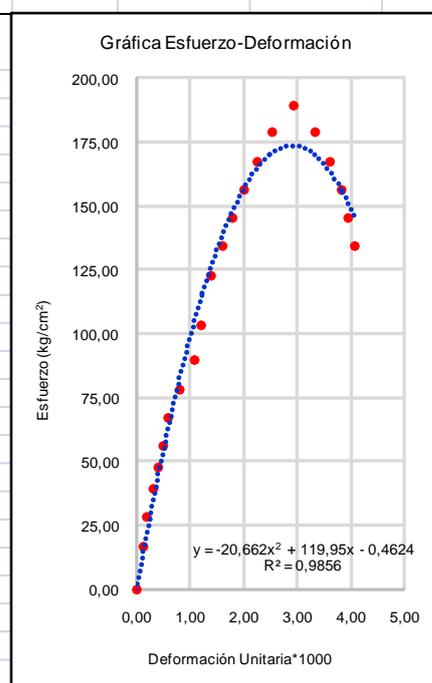
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-22,3 X <sup>2</sup>	+	120,12	X+	16,63
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0.9848				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	188,80				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	206106,627				
ECUACIÓN CORREGIDA:	-22,3 X <sup>2</sup>	+	126,13	X+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-02-02		
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I		
EDAD:	14 DIAS		
DIÁMETRO (cm):	15,10		
ALTURA (mm):	300		
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079		

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3000	0,04	0,13	16,75	15,60
5000	0,06	0,20	27,92	23,13
7000	0,09	0,30	39,09	34,08
8500	0,12	0,40	47,47	44,61
10000	0,15	0,50	55,84	54,73
12000	0,18	0,60	67,01	64,44
14000	0,24	0,80	78,18	82,61
16000	0,32	1,07	89,35	104,27
18500	0,36	1,20	103,31	114,00
22000	0,42	1,40	122,85	127,21
24000	0,48	1,60	134,02	138,77
26000	0,54	1,80	145,19	148,68
28000	0,60	2,00	156,36	156,93
30000	0,68	2,27	167,52	165,37
32000	0,76	2,53	178,69	170,87
<b>33895</b>	<b>0,88</b>	<b>2,93</b>	<b>189,27</b>	<b>173,60</b>
32000	1,00	3,33	178,69	169,72
30000	1,08	3,60	167,52	163,47
28000	1,15	3,83	156,36	155,58
26000	1,18	3,93	145,19	151,51
24000	1,22	4,07	134,02	145,44



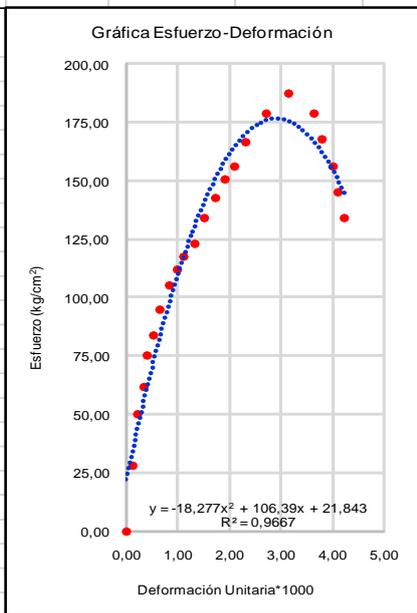
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-20,7	X <sup>2</sup>	+	119,95	X	-	0,4624
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9856						
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	189,27						
MÓD. DE ELASTICIDAD:	206365,546						
ECUACIÓN CORREGIDA:	-20,7	X <sup>2</sup>	+	119,79	X	+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-02-03
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	14 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,10
ALTURA (mm):	302
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
5000	0,04	0,13	27,92	14,73
9000	0,07	0,23	50,26	25,36
11000	0,10	0,33	61,43	35,63
13500	0,12	0,40	75,39	42,27
15000	0,16	0,53	83,76	55,08
17000	0,20	0,66	94,93	67,25
18800	0,25	0,83	104,98	81,55
20000	0,30	0,99	111,68	94,86
21000	0,34	1,13	117,27	104,78
22000	0,40	1,32	122,85	118,46
24000	0,46	1,52	134,02	130,70
25500	0,52	1,72	142,40	141,50
27000	0,58	1,92	150,77	150,85
28000	0,63	2,09	156,36	157,54
29800	0,70	2,32	166,41	165,23
32000	0,82	2,72	178,69	173,83
<b>33550</b>	<b>0,95</b>	<b>3,15</b>	<b>187,35</b>	<b>176,64</b>
32000	1,10	3,64	178,69	171,47
30000	1,15	3,81	167,52	167,74
28000	1,21	4,01	156,36	161,94
26000	1,24	4,11	145,19	158,50
24000	1,28	4,24	134,02	153,35



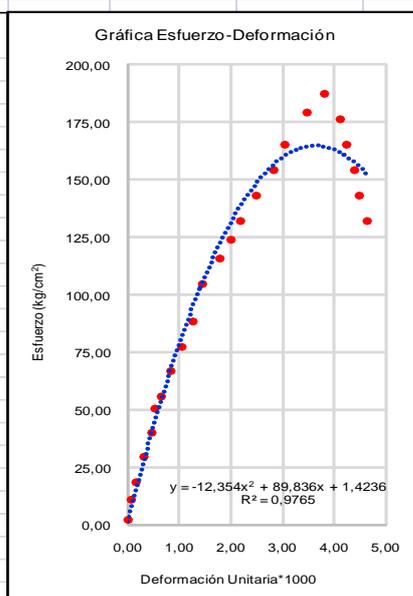
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-18,3 X <sup>2</sup>	+	106,39	X+	21,843
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9667				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	187,35				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	205312,614				
ECUACIÓN CORREGIDA:	-18,3 X <sup>2</sup>	+	113,65	X+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-02-04			
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I			
EDAD:	14 DIAS			
DIÁMETRO (cm):	15,20			
ALTURA (mm):	302			
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458			

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
430	0,00	0,00	2,37	0,00
2000	0,02	0,07	11,02	5,92
3400	0,05	0,17	18,74	14,60
5400	0,09	0,30	29,76	25,79
7300	0,14	0,46	40,23	39,17
9180	0,16	0,53	50,59	44,33
10130	0,20	0,66	55,83	54,33
12150	0,25	0,83	66,96	66,23
14000	0,32	1,06	77,15	81,73
16000	0,38	1,26	88,17	93,97
19000	0,44	1,46	104,71	105,23
21000	0,54	1,79	115,73	121,83
22500	0,60	1,99	124,00	130,49
24000	0,66	2,19	132,26	138,18
26000	0,75	2,48	143,28	147,88
28000	0,85	2,81	154,31	156,08
30000	0,92	3,05	165,33	160,21
32500	1,05	3,48	179,10	164,36
<b>33970</b>	<b>1,15</b>	<b>3,81</b>	<b>187,21</b>	<b>164,44</b>
32000	1,24	4,11	176,35	162,19
30000	1,28	4,24	165,33	160,49
28000	1,33	4,40	154,31	157,75
26000	1,36	4,50	143,28	155,78
24000	1,40	4,64	132,26	152,78



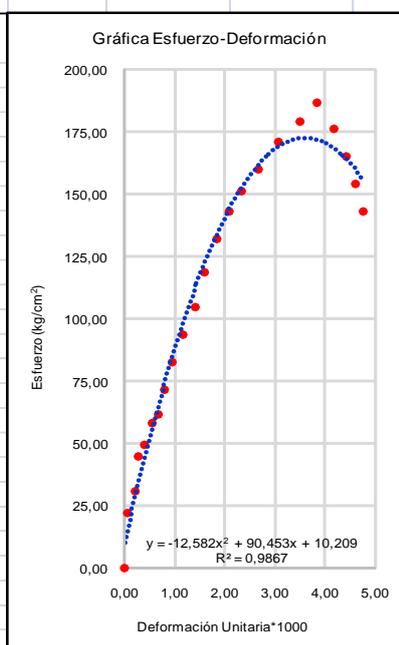
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-12,4 X <sup>2</sup>	+	89,836 X	+	1,4236
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9765				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	187,21				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	205234,564				
ECUACIÓN CORREGIDA:	-12,4 X <sup>2</sup>	+	90,23 X	+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-02-05
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	14 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,20
ALTURA (mm):	299
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4000	0,02	0,07	22,04	6,18
5560	0,06	0,20	30,64	18,21
8100	0,08	0,27	44,64	24,05
9000	0,12	0,40	49,60	35,40
10500	0,16	0,54	57,86	46,30
11200	0,20	0,67	61,72	56,75
13000	0,24	0,80	71,64	66,74
15000	0,28	0,94	82,66	76,29
17000	0,35	1,17	93,69	91,92
19000	0,42	1,40	104,71	106,16
21500	0,48	1,61	118,48	117,27
24000	0,55	1,84	132,26	128,96
26000	0,62	2,07	143,28	139,26
27500	0,70	2,34	151,55	149,35
29000	0,80	2,68	159,82	159,43
31000	0,92	3,08	170,84	167,80
32500	1,05	3,51	179,10	172,30
<b>33900</b>	<b>1,15</b>	<b>3,85</b>	<b>186,82</b>	<b>172,53</b>
32000	1,25	4,18	176,35	169,94
30000	1,32	4,41	165,33	166,45
28000	1,38	4,62	154,31	162,37
26000	1,42	4,75	143,28	159,08



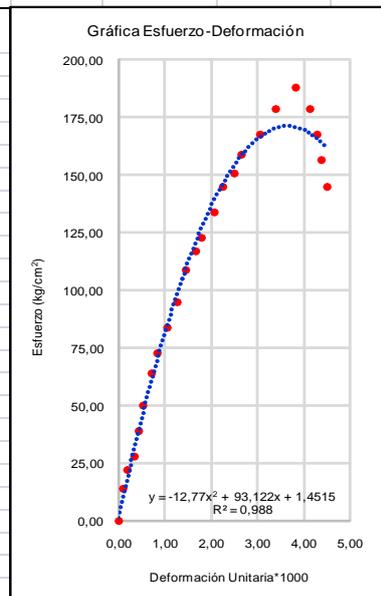
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-12,6 X <sup>2</sup>	+	90,453 X	+	10,209
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9856				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	186,82				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	205022,998				
ECUACIÓN CORREGIDA:	-12,6 X <sup>2</sup>	+	93,25 X	+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-02-06
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	14 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,10
ALTURA (mm):	301
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2500	0,03	0,10	13,96	9,19
4000	0,06	0,20	22,34	18,13
5000	0,10	0,33	27,92	29,66
7000	0,13	0,43	39,09	38,01
9000	0,16	0,53	50,26	46,10
11500	0,21	0,70	64,22	59,03
13000	0,25	0,83	72,59	68,86
15000	0,32	1,06	83,76	84,99
17000	0,38	1,26	94,93	97,71
19500	0,44	1,46	108,89	109,42
21000	0,50	1,66	117,27	120,11
22000	0,54	1,79	122,85	126,68
24000	0,62	2,06	134,02	138,45
26000	0,68	2,26	145,19	146,10
27000	0,75	2,49	150,77	153,74
28500	0,80	2,66	159,15	158,35
30000	0,92	3,06	167,52	166,54
32000	1,02	3,39	178,69	170,27
<b>33640</b>	<b>1,15</b>	<b>3,82</b>	<b>187,85</b>	<b>170,90</b>
32000	1,25	4,15	178,69	168,14
30000	1,29	4,29	167,52	166,25
28000	1,32	4,39	156,36	164,53
26000	1,36	4,52	145,19	161,85



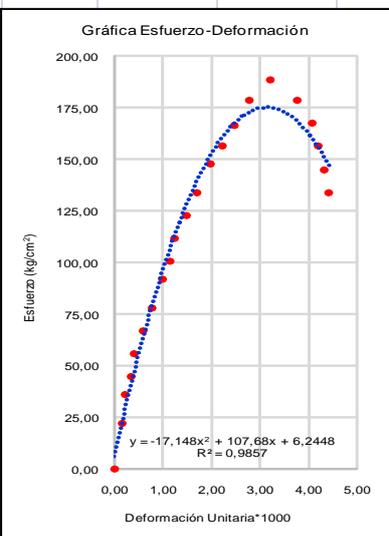
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-12,8	X <sup>2</sup>	+	93,122	X	+	1,4515
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0.988						
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	187,85						
MÓD. DE ELASTICIDAD:	205587,812						
ECUACIÓN CORREGIDA:	-12,8	X <sup>2</sup>	+	93,52	X	+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-02-07
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	14 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,10
ALTURA (mm):	305
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4000	0,05	0,16	22,34	17,51
6500	0,07	0,23	36,30	24,26
8000	0,10	0,33	44,67	34,11
10000	0,12	0,39	55,84	40,49
12000	0,18	0,59	67,01	58,74
14000	0,24	0,79	78,18	75,66
16500	0,30	0,98	92,14	91,26
18000	0,35	1,15	100,51	103,25
20000	0,38	1,25	111,68	110,00
22000	0,45	1,48	122,85	124,45
24000	0,52	1,70	134,02	137,10
26500	0,60	1,97	147,98	149,35
28000	0,68	2,23	156,36	159,23
29800	0,75	2,46	166,41	165,94
32000	0,85	2,79	178,69	172,40
<b>33800</b>	<b>0,98</b>	<b>3,21</b>	<b>188,74</b>	<b>175,28</b>
32000	1,15	3,77	178,69	169,65
30000	1,24	4,07	167,52	162,36
28000	1,28	4,20	156,36	158,16
26000	1,32	4,33	145,19	153,37
24000	1,35	4,43	134,02	149,38



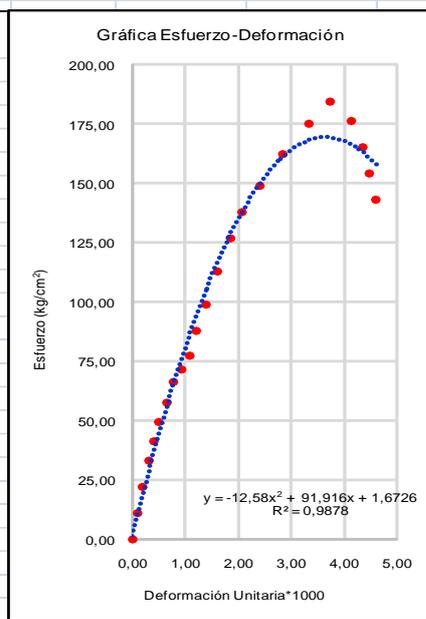
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-17,1 X <sup>2</sup>	+	107,68	X+	6,2448
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9857				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	188,74				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	206076,145				
ECUACIÓN CORREGIDA:	-17,1 X <sup>2</sup>	+	109,65	X+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-02-08
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	14 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,20
ALTURA (mm):	299
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,03	0,10	11,02	9,37
4000	0,06	0,20	22,04	18,48
6000	0,09	0,30	33,07	27,31
7500	0,12	0,40	41,33	35,87
9000	0,15	0,50	49,60	44,17
10500	0,19	0,64	57,86	54,81
12000	0,23	0,77	66,13	64,97
13000	0,28	0,94	71,64	77,00
14000	0,32	1,07	77,15	86,09
16000	0,36	1,20	88,17	94,69
18000	0,42	1,40	99,20	106,71
20500	0,48	1,61	112,97	117,64
23000	0,55	1,84	126,75	129,04
25000	0,62	2,07	137,77	138,96
27000	0,72	2,41	148,79	150,61
29500	0,85	2,84	162,57	161,27
31800	1,00	3,34	175,25	167,28
<b>33455</b>	<b>1,12</b>	<b>3,75</b>	<b>184,37</b>	<b>167,25</b>
32000	1,24	4,15	176,35	162,90
30000	1,30	4,35	165,33	159,11
28000	1,34	4,48	154,31	155,99
26000	1,38	4,62	143,28	152,39



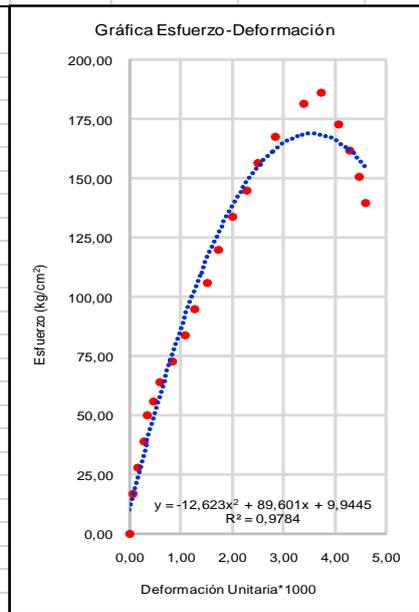
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-13,4	X <sup>2</sup>	+	94,62	X	+	0,4702
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0.9823						
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	184,37						
MÓD. DE ELASTICIDAD:	203672,900						
ECUACIÓN CORREGIDA:	-13,4	X <sup>2</sup>	+	94,75	X	+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-02-09
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	14 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,10
ALTURA (mm):	299
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3000	0,02	0,07	16,75	6,12
5000	0,05	0,17	27,92	15,09
7000	0,08	0,27	39,09	23,81
9000	0,10	0,33	50,26	29,48
10000	0,14	0,47	55,84	40,48
11500	0,18	0,60	64,22	51,03
13000	0,25	0,84	72,59	68,40
15000	0,32	1,07	83,76	84,39
17000	0,38	1,27	94,93	96,99
19000	0,45	1,51	106,10	110,41
21500	0,52	1,74	120,06	122,45
24000	0,60	2,01	134,02	134,51
26000	0,68	2,27	145,19	144,76
28000	0,75	2,51	156,36	152,25
30000	0,85	2,84	167,52	160,55
32500	1,02	3,41	181,48	168,18
<b>33315</b>	<b>1,12</b>	<b>3,75</b>	<b>186,04</b>	<b>168,85</b>
31000	1,22	4,08	173,11	166,70
29000	1,28	4,28	161,94	164,05
27000	1,34	4,48	150,77	160,39
25000	1,38	4,62	139,60	157,39



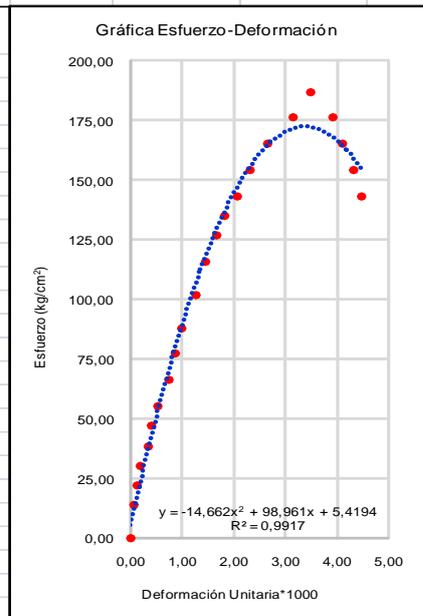
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-12,6 X <sup>2</sup>	+	89,601 X	+	9,9445
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9784				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	186,04				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	204592,298				
ECUACIÓN CORREGIDA:	-12,6 X <sup>2</sup>	+	92,36 X	+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-02-10
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	14 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,20
ALTURA (mm):	301
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2500	0,02	0,07	13,78	6,53
4000	0,04	0,13	22,04	13,19
5500	0,06	0,20	30,31	19,99
7000	0,10	0,33	38,58	33,96
8500	0,12	0,40	46,84	41,14
10000	0,16	0,53	55,11	55,89
12000	0,22	0,73	66,13	78,98
14000	0,26	0,86	77,15	95,02
16000	0,30	1,00	88,17	111,58
18500	0,38	1,26	101,95	146,26
21000	0,44	1,46	115,73	173,62
23000	0,50	1,66	126,75	202,16
24500	0,55	1,83	135,02	226,82
26000	0,62	2,06	143,28	262,71
28000	0,70	2,33	154,31	305,67
30000	0,80	2,66	165,33	362,29
32000	0,95	3,16	176,35	453,28
<b>33940</b>	<b>1,05</b>	<b>3,49</b>	<b>187,04</b>	<b>517,98</b>
32000	1,18	3,92	176,35	606,94
30000	1,24	4,12	165,33	649,84
28000	1,30	4,32	154,31	693,91
26000	1,35	4,49	143,28	731,52



ECUACIÓN (ESFUERZO):	14,66 X <sup>2</sup>	+	98,961	X +	5,4194
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9917$				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	187,04				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	205143,920				
ECUACIÓN CORREGIDA:	14,66 X <sup>2</sup>	+	97,34	X +	0

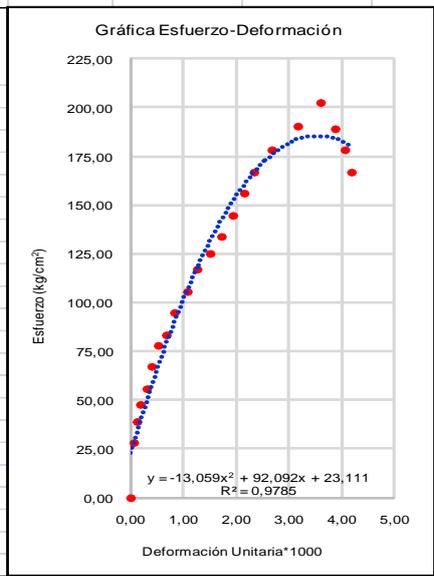
EDAD 21 DIAS

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

**Diseño mezcla Patron**

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-03-01
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	21 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,13
ALTURA (mm):	300
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,791

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0,00	0,00	0,00	0,00
5000	0,02	0,07	27,81	6,52
7000	0,04	0,13	38,93	12,92
8500	0,06	0,20	47,28	19,19
10000	0,09	0,30	55,62	28,38
12000	0,12	0,40	66,74	37,30
14000	0,16	0,53	77,87	48,76
15000	0,20	0,67	83,43	59,75
17000	0,25	0,83	94,55	72,79
19000	0,32	1,07	105,68	89,79
21000	0,38	1,27	116,80	103,19
22500	0,45	1,50	125,15	117,44
24000	0,52	1,73	133,49	130,21
26000	0,58	1,93	144,61	139,98
28000	0,65	2,17	155,74	150,00
30000	0,70	2,33	166,86	156,26
32000	0,80	2,67	177,98	166,50
34200	0,95	3,17	190,22	176,20
<b>36415</b>	<b>1,08</b>	<b>3,60</b>	<b>202,54</b>	<b>179,11</b>
34000	1,16	3,87	189,11	178,37
32000	1,22	4,07	177,98	176,54
30000	1,26	4,20	166,86	174,72



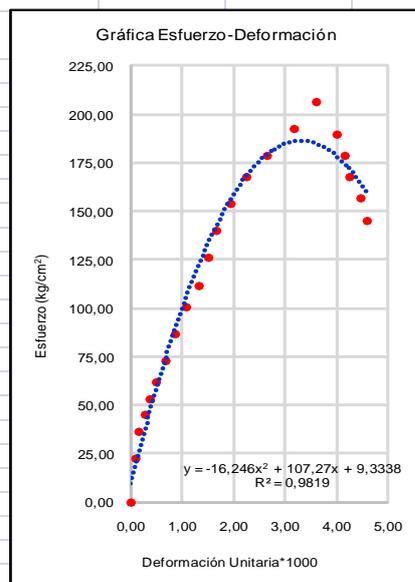
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-13,6 X <sup>2</sup>	+	92,092	X+	23,111
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0.9785				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	202,54				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	213475,258				
ECUACIÓN CORREGIDA:	-13,6 X <sup>2</sup>	+	98,68	X+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-03-02
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	21 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,10
ALTURA (mm):	300
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4000	0,03	0,10	22,34	10,84
6500	0,05	0,17	36,30	17,89
8000	0,08	0,27	44,67	28,19
9500	0,11	0,37	53,05	38,17
11000	0,15	0,50	61,43	50,97
13000	0,20	0,67	72,59	66,15
15500	0,26	0,87	86,55	83,18
18000	0,32	1,07	100,51	98,91
20000	0,40	1,33	111,68	117,87
22500	0,45	1,50	125,64	128,54
25000	0,50	1,67	139,60	138,31
27500	0,58	1,93	153,56	152,06
30000	0,68	2,27	167,52	166,00
32000	0,80	2,67	178,69	177,97
34500	0,95	3,17	192,65	185,61
<b>36900</b>	<b>1,08</b>	<b>3,60</b>	<b>206,05</b>	<b>185,67</b>
34000	1,20	4,00	189,86	180,31
32000	1,25	4,17	178,69	176,54
30000	1,28	4,27	167,52	173,84
28000	1,34	4,47	156,36	167,48
26000	1,38	4,60	145,19	162,51



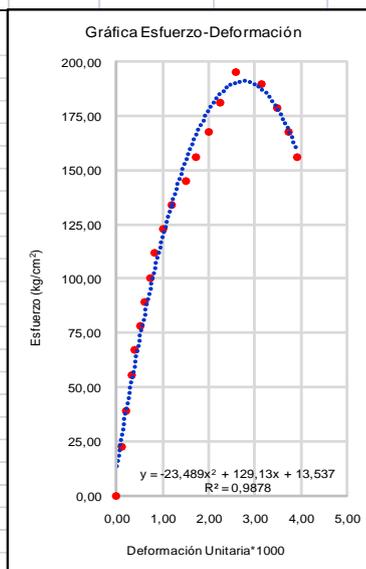
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-16,2 X <sup>2</sup>	+	107,27	X+	9,3328
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9869				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	206,05				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	215319,099				
ECUACIÓN CORREGIDA:	-16,2 X <sup>2</sup>	+	110,06	X+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-03-03		
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I		
EDAD:	21 DIAS		
DIÁMETRO (cm):	15,11		
ALTURA (mm):	301		
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,316		

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4000	0,03	0,10	22,31	13,12
7000	0,06	0,20	39,04	25,77
10000	0,10	0,33	55,77	41,91
12000	0,12	0,40	66,92	49,67
14000	0,15	0,50	78,07	60,93
16000	0,18	0,60	89,23	71,71
18000	0,22	0,73	100,38	85,37
20000	0,25	0,83	111,54	95,06
22000	0,30	1,00	122,69	110,19
24000	0,36	1,20	133,84	126,62
26000	0,45	1,50	145,00	147,78
28000	0,52	1,73	156,15	161,33
30000	0,60	1,99	167,30	173,71
32500	0,68	2,26	181,24	182,76
35000	0,78	2,59	195,19	189,42
<b>36200</b>	<b>0,88</b>	<b>2,92</b>	<b>201,88</b>	<b>190,89</b>
34000	0,95	3,16	189,61	188,83
32000	1,05	3,49	178,46	181,49
30000	1,12	3,72	167,30	173,26
28000	1,18	3,92	156,15	164,19



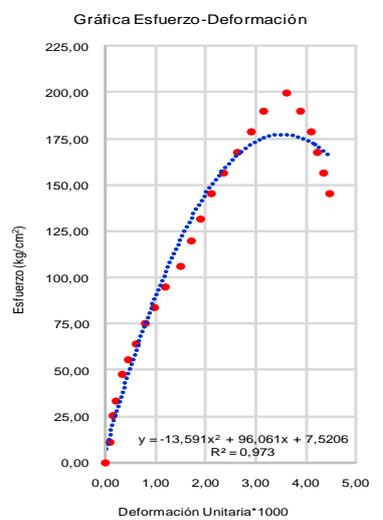
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-23,5	x <sup>2</sup>	+	129,13	x	+	13,537
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0.9878						
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	201,88						
MÓD. DE ELASTICIDAD:	213125,855						
ECUACIÓN CORREGIDA:	-23,5	x <sup>2</sup>	+	133,96	x	+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-03-04
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	21 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,10
ALTURA (mm):	304
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,02	0,07	11,17	6,40
4500	0,04	0,13	25,13	12,68
6000	0,06	0,20	33,50	18,85
8500	0,10	0,33	47,47	30,82
10000	0,14	0,46	55,84	42,33
11500	0,18	0,59	64,22	53,36
13500	0,24	0,79	75,39	69,03
15000	0,30	0,99	83,76	83,64
17000	0,36	1,18	94,93	97,19
19000	0,45	1,48	106,10	115,53
21500	0,52	1,71	120,06	128,15
23500	0,58	1,91	131,23	137,82
26000	0,64	2,11	145,19	146,43
28000	0,72	2,37	156,36	156,26
30000	0,80	2,63	167,52	164,21
32000	0,88	2,89	178,69	170,28
34000	0,96	3,16	189,86	174,46
<b>35800</b>	<b>1,10</b>	<b>3,62</b>	<b>199,91</b>	<b>177,26</b>
34000	1,18	3,88	189,86	176,27
32000	1,25	4,11	178,69	173,86
30000	1,29	4,24	167,52	171,83
28000	1,32	4,34	156,36	170,00
26000	1,36	4,47	145,19	167,16



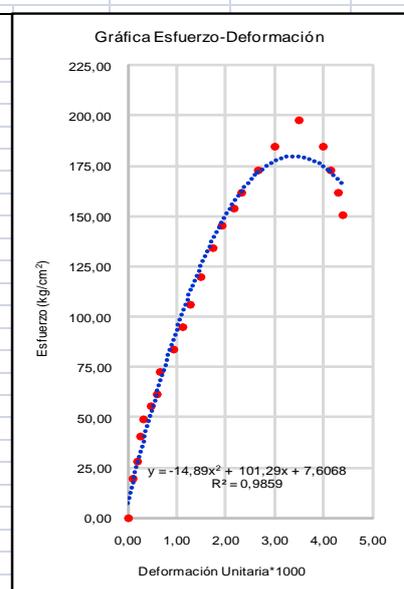
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-13,6 X <sup>2</sup>	+	96,061 X	+	7,5206
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,973				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	199,91				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	212085,455				
ECUACIÓN CORREGIDA:	-13,6 X <sup>2</sup>	+	98,17 X	+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-03-05
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	21 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,10
ALTURA (mm):	301
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3500	0,03	0,10	19,54	10,17
5000	0,06	0,20	27,92	20,04
7200	0,08	0,27	40,21	26,46
8800	0,10	0,33	49,14	32,74
10000	0,14	0,47	55,84	44,92
11000	0,18	0,60	61,43	56,57
13000	0,20	0,66	72,59	62,20
15000	0,28	0,93	83,76	83,40
17000	0,34	1,13	94,93	97,91
19000	0,38	1,26	106,10	106,94
21500	0,45	1,50	120,06	121,46
24000	0,52	1,73	134,02	134,37
26000	0,58	1,93	145,19	144,15
27500	0,65	2,16	153,56	154,07
29000	0,70	2,33	161,94	160,17
31000	0,80	2,66	173,11	169,91
33000	0,90	2,99	184,28	176,35
<b>35370</b>	<b>1,05</b>	<b>3,49</b>	<b>197,51</b>	<b>179,86</b>
33000	1,20	3,99	184,28	175,97
31000	1,25	4,15	173,11	173,03
29000	1,29	4,29	161,94	170,09
27000	1,32	4,39	150,77	167,54



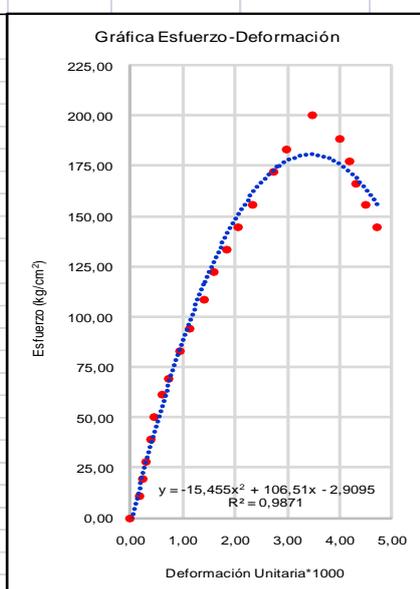
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-14,9	X <sup>2</sup>	+	101,29	X	+	7,6068
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0.9859						
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	197,51						
MÓD. DE ELASTICIDAD:	210807,909						
ECUACIÓN CORREGIDA:	-14,9	X <sup>2</sup>	+	103,50	X	+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-03-06		
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I		
EDAD:	21 DIAS		
DIÁMETRO (cm):	15,15		
ALTURA (mm):	301		
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	180,267		

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,05	0,17	11,09	17,13
3500	0,07	0,23	19,42	23,74
5000	0,09	0,30	27,74	30,21
7000	0,12	0,40	38,83	39,67
9000	0,14	0,47	49,93	45,80
11000	0,18	0,60	61,02	57,66
12500	0,22	0,73	69,34	68,97
15000	0,28	0,93	83,21	84,92
17000	0,34	1,13	94,30	99,63
19500	0,42	1,40	108,17	117,34
22000	0,48	1,59	122,04	129,20
24000	0,55	1,83	133,14	141,47
26000	0,62	2,06	144,23	152,07
28000	0,70	2,33	155,33	162,14
31000	0,82	2,72	171,97	173,15
33000	0,90	2,99	183,06	177,76
<b>36100</b>	<b>1,05</b>	<b>3,49</b>	<b>200,26</b>	<b>180,52</b>
34000	1,20	3,99	188,61	175,61
32000	1,26	4,19	177,51	171,49
30000	1,30	4,32	166,42	168,06
28000	1,35	4,49	155,33	163,01
26000	1,42	4,72	144,23	154,51



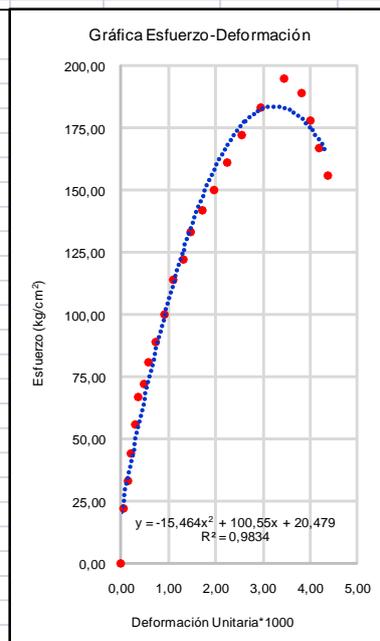
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-15,5	x <sup>2</sup>	+	106,51	x	-	2,9095
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9871						
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	200,26						
MÓD. DE ELASTICIDAD:	212269,348						
ECUACIÓN CORREGIDA:	-15,5	x <sup>2</sup>	+	105,66	x	+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-03-07
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	21 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,13
ALTURA (mm):	305
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,791

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4000	0,02	0,07	22,25	6,93
6000	0,04	0,13	33,37	13,72
8000	0,06	0,20	44,50	20,38
10000	0,09	0,30	55,62	30,13
12000	0,11	0,36	66,74	36,46
13000	0,15	0,49	72,31	48,72
14500	0,18	0,59	80,65	57,56
16000	0,22	0,72	88,99	68,89
18000	0,28	0,92	100,12	84,89
20500	0,34	1,11	114,02	99,69
22000	0,40	1,31	122,36	113,29
24000	0,45	1,48	133,49	123,71
25500	0,52	1,70	141,83	136,90
27000	0,60	1,97	150,17	149,98
29000	0,68	2,23	161,30	160,94
31000	0,78	2,56	172,42	171,64
33000	0,90	2,95	183,55	180,09
<b>35090</b>	<b>1,05</b>	<b>3,44</b>	<b>195,17</b>	<b>183,93</b>
34000	1,16	3,80	189,11	181,98
32000	1,22	4,00	177,98	179,23
30000	1,28	4,20	166,86	175,28
28000	1,33	4,36	155,74	171,07



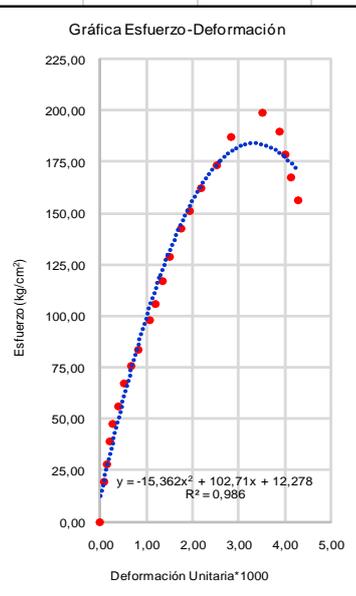
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-15,5 X^2$	+	100,55	X+	20,479
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,986$				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	195,17				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	209555,505				
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-15,5 X^2$	+	106,66	X+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-03-08				
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I				
EDAD:	21 DIAS				
DIÁMETRO (cm):	15,10				
ALTURA (mm):	299				
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079				

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3500	0,02	0,07	19,54	7,04
5000	0,04	0,13	27,92	13,95
7000	0,06	0,20	39,09	20,72
8500	0,08	0,27	47,47	27,35
10000	0,12	0,40	55,84	40,20
12000	0,15	0,50	67,01	49,47
13500	0,20	0,67	75,39	64,24
15000	0,25	0,84	83,76	78,16
17500	0,32	1,07	97,72	96,19
19000	0,36	1,20	106,10	105,74
21000	0,40	1,34	117,27	114,74
23000	0,45	1,51	128,44	125,22
25500	0,52	1,74	142,40	138,44
27000	0,58	1,94	150,77	148,43
29000	0,65	2,17	161,94	158,53
31000	0,75	2,51	173,11	170,03
33500	0,85	2,84	187,07	178,10
<b>35640</b>	<b>1,05</b>	<b>3,51</b>	<b>199,02</b>	<b>183,92</b>
34000	1,16	3,88	189,86	181,26
32000	1,20	4,01	178,69	179,26
30000	1,24	4,15	167,52	176,71
28000	1,28	4,28	156,36	173,62



ECUACIÓN (ESFUERZO):	-15,4 X <sup>2</sup>	+	102,71 X	+	12,278
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,986				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	199,02				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	211610,990				
ECUACIÓN CORREGIDA:	-15,4 X <sup>2</sup>	+	106,32 X	+	0

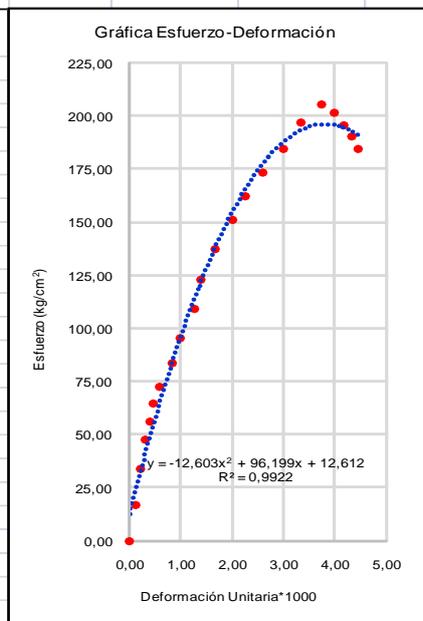
EDAD 28 DIAS

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-03-09
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	21 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,09
ALTURA (mm):	300
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	178,842

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3000	0,04	0,13	16,77	12,96
6000	0,06	0,20	33,55	19,27
8500	0,09	0,30	47,53	28,52
10000	0,12	0,40	55,92	37,52
11500	0,14	0,47	64,30	43,39
13000	0,18	0,60	72,69	54,77
15000	0,25	0,83	83,87	73,62
17000	0,30	1,00	95,06	86,25
19500	0,38	1,27	109,04	104,99
22000	0,42	1,40	123,01	113,69
24500	0,50	1,67	136,99	129,74
27000	0,60	2,00	150,97	147,29
29000	0,68	2,27	162,15	159,31
31000	0,78	2,60	173,34	171,81
33000	0,90	3,00	184,52	183,12
35200	1,00	3,33	196,82	189,47
<b>36690</b>	<b>1,12</b>	<b>3,73</b>	<b>205,15</b>	<b>193,38</b>
36000	1,20	4,00	201,30	193,75
35000	1,25	4,17	195,70	193,07
34000	1,30	4,33	190,11	191,69
33000	1,34	4,47	184,52	190,09



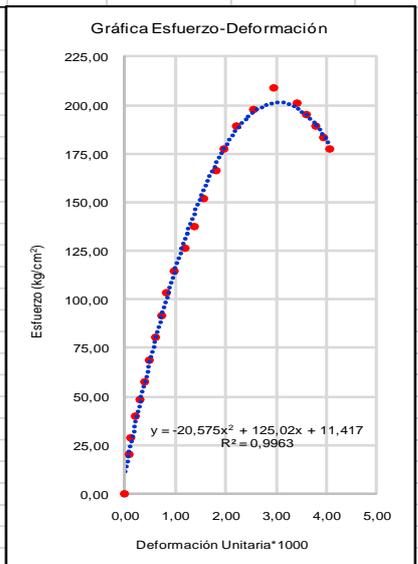
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-12,6 X <sup>2</sup>	+	96,199	X+	10,256
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9861				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	205,15				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	214847,812				
ECUACIÓN CORREGIDA:	-12,6 X <sup>2</sup>	+	98,85	X+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-03-10			
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I			
EDAD:	21 DIAS			
DIÁMETRO (cm):	14,90			
ALTURA (mm):	306			
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	174,366			

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3500	0,02	0,07	20,07	8,33
5000	0,03	0,10	28,68	12,42
7000	0,06	0,20	40,15	24,45
8500	0,09	0,29	48,75	36,08
10000	0,12	0,39	57,35	47,32
12000	0,15	0,49	68,82	58,16
14000	0,18	0,59	80,29	68,60
16000	0,22	0,72	91,76	81,91
18000	0,25	0,82	103,23	91,43
20000	0,30	0,98	114,70	106,42
22000	0,36	1,18	126,17	122,96
24000	0,42	1,37	137,64	137,92
26500	0,48	1,57	151,98	151,29
29000	0,55	1,80	166,32	164,90
31000	0,60	1,96	177,79	173,29
33000	0,68	2,22	189,26	184,45
34500	0,78	2,55	197,86	194,43
<b>36400</b>	<b>0,90</b>	<b>2,94</b>	<b>208,76</b>	<b>200,61</b>
35000	1,04	3,40	200,73	199,83
34000	1,10	3,59	194,99	196,85
33000	1,16	3,79	189,26	192,30
32000	1,20	3,92	183,52	188,38
31000	1,24	4,05	177,79	183,76



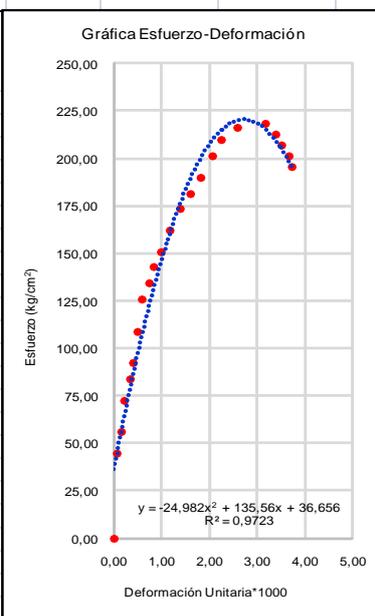
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-20,6  x <sup>2</sup>	+	125,02	X+	11,417
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9916				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	208,76				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	216725,863				
ECUACIÓN CORREGIDA:	-20,6  x <sup>2</sup>	+	128,72	X+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-04-01
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	28 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,10
ALTURA (mm):	301
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0,00	0,00	0,00	0,00
8000	0,02	0,07	44,67	9,75
10000	0,05	0,17	55,84	23,97
13000	0,07	0,23	72,59	33,17
15000	0,10	0,33	83,76	46,56
16500	0,12	0,40	92,14	55,21
19500	0,15	0,50	108,89	67,78
22500	0,18	0,60	125,64	79,84
24000	0,22	0,73	134,02	95,16
25500	0,25	0,83	142,40	106,07
27000	0,30	1,00	150,77	123,15
29000	0,35	1,16	161,94	138,85
31000	0,42	1,40	173,11	158,51
32500	0,48	1,59	181,48	173,21
34000	0,55	1,83	189,86	187,86
36000	0,62	2,06	201,03	199,80
37500	0,68	2,26	209,41	207,88
38700	0,78	2,59	216,11	216,95
<b>39135</b>	<b>0,95</b>	<b>3,16</b>	<b>218,54</b>	<b>219,70</b>
38000	1,02	3,39	212,20	216,20
37000	1,06	3,52	206,61	212,99
36000	1,10	3,65	201,03	208,89
35000	1,12	3,72	195,44	206,51

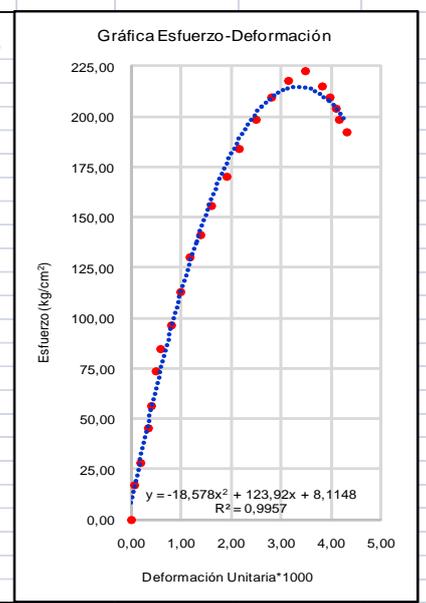


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-25	X <sup>2</sup>	+	135,56	X	+	36,656
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,984						
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	218,54						
MÓD. DE ELASTICIDAD:	221744,083						
ECUACIÓN CORREGIDA:	-25	X <sup>2</sup>	+	148,46	X	+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-04-02
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	28 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,00
ALTURA (mm):	302
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	176,715

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3000	0,02	0,07	16,98	8,28
5000	0,06	0,20	28,29	24,37
8000	0,10	0,33	45,27	39,79
10000	0,12	0,40	56,59	47,26
13000	0,15	0,50	73,56	58,16
15000	0,18	0,60	84,88	68,70
17000	0,24	0,79	96,20	88,66
20000	0,30	0,99	113,18	107,16
23000	0,35	1,16	130,15	121,46
25000	0,42	1,39	141,47	139,76
27500	0,48	1,59	155,62	153,86
30000	0,58	1,92	169,77	174,10
32500	0,65	2,15	183,91	185,84
35000	0,75	2,48	198,06	199,15
37000	0,85	2,81	209,38	208,39
38500	0,95	3,15	217,87	213,56
<b>39270</b>	<b>1,05</b>	<b>3,48</b>	<b>222,22</b>	<b>214,65</b>
38000	1,15	3,81	215,04	211,67
37000	1,20	3,97	209,38	208,65
36000	1,24	4,11	203,72	205,50
35000	1,26	4,17	198,06	203,68
34000	1,30	4,30	192,40	199,56



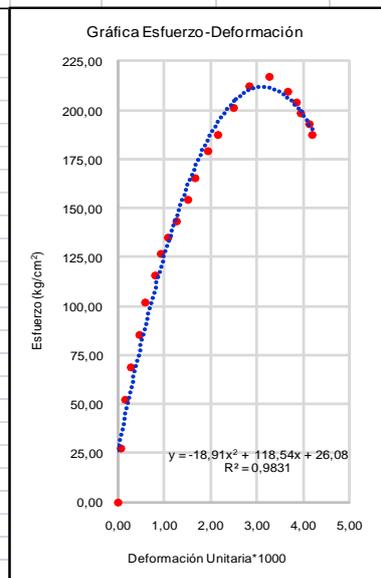
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-18,6 X <sup>2</sup>	+	123,92 X	+	8,1148
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0.9957				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	222,22				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	223607,059				
ECUACIÓN CORREGIDA:	-18,6 X <sup>2</sup>	+	126,33 X	+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-04-03
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	28 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,20
ALTURA (mm):	299
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
5000	0,02	0,07	27,55	8,38
9500	0,05	0,17	52,35	20,64
12500	0,08	0,27	68,89	32,52
15500	0,14	0,47	85,42	55,13
18500	0,18	0,60	101,95	69,35
21000	0,24	0,80	115,73	89,43
23000	0,28	0,94	126,75	101,96
24500	0,32	1,07	135,02	113,82
26000	0,38	1,27	143,28	130,34
28000	0,45	1,51	154,31	147,68
30000	0,50	1,67	165,33	158,81
32500	0,58	1,94	179,10	174,40
34000	0,65	2,17	187,37	185,82
36500	0,75	2,51	201,15	198,55
38500	0,85	2,84	212,17	207,04
<b>39400</b>	<b>0,98</b>	<b>3,28</b>	<b>217,13</b>	<b>211,76</b>
38000	1,10	3,68	209,41	209,77
37000	1,15	3,85	203,90	207,14
36000	1,18	3,95	198,39	205,06
35000	1,24	4,15	192,88	199,75
34000	1,26	4,21	187,37	197,64



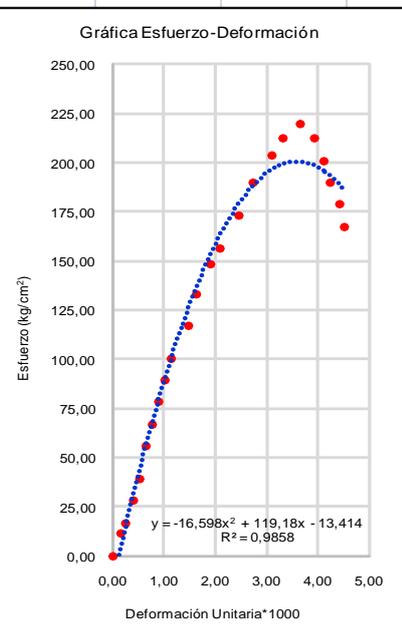
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-18,9 X <sup>2</sup> + 118,54 X + 26,08
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9831
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	217,13
MÓD. DE ELASTICIDAD:	221029,805
ECUACIÓN CORREGIDA:	-18,9 X <sup>2</sup> + 126,59 X + 0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-04-04
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	28 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,10
ALTURA (mm):	306
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,05	0,16	11,17	18,41
3000	0,08	0,26	16,75	29,03
5000	0,12	0,39	27,92	42,70
7000	0,16	0,52	39,09	55,79
10000	0,20	0,65	55,84	68,32
12000	0,24	0,78	67,01	80,29
14000	0,27	0,88	78,18	88,89
16000	0,31	1,01	89,35	99,86
18000	0,35	1,14	100,51	110,26
21000	0,45	1,47	117,27	133,79
23800	0,50	1,63	132,90	144,22
26500	0,58	1,90	147,98	159,07
28000	0,64	2,09	156,36	168,72
31000	0,75	2,45	173,11	183,09
34000	0,84	2,75	189,86	191,66
36500	0,95	3,10	203,82	198,24
38000	1,02	3,33	212,20	200,19
<b>39360</b>	<b>1,12</b>	<b>3,66</b>	<b>219,79</b>	<b>199,96</b>
38000	1,20	3,92	212,20	197,23
36000	1,26	4,12	201,03	193,69
34000	1,30	4,25	189,86	190,62
32000	1,35	4,41	178,69	185,99
30000	1,38	4,51	167,52	182,78



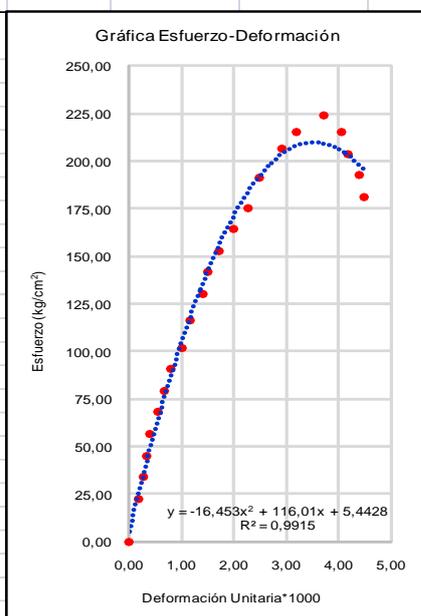
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-16,6 X <sup>2</sup>	+	119,18	X+	-13,414
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9789				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	219,79				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	222380,609				
ECUACIÓN CORREGIDA:	-16,6 X <sup>2</sup>	+	115,38	X+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-04-05
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	28 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,00
ALTURA (mm):	301
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	176,715

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4000	0,05	0,17	22,64	19,60
6000	0,08	0,27	33,95	30,89
8000	0,10	0,33	45,27	38,23
10000	0,12	0,40	56,59	45,40
12000	0,16	0,53	67,91	59,29
14000	0,20	0,66	79,22	72,55
16000	0,24	0,80	90,54	85,19
18000	0,30	1,00	101,86	102,97
20500	0,35	1,16	116,01	116,72
23000	0,42	1,40	130,15	134,32
25000	0,45	1,50	141,47	141,28
27000	0,52	1,73	152,79	156,16
29000	0,60	1,99	164,11	170,81
31000	0,68	2,26	175,42	182,97
33800	0,75	2,49	191,27	191,56
36500	0,88	2,92	206,55	202,44
38000	0,96	3,19	215,04	205,85
<b>39650</b>	<b>1,12</b>	<b>3,72</b>	<b>224,37</b>	<b>205,18</b>
38000	1,22	4,05	215,04	199,69
36000	1,26	4,19	203,72	196,40
34000	1,32	4,39	192,40	190,30
32000	1,35	4,49	181,08	186,72



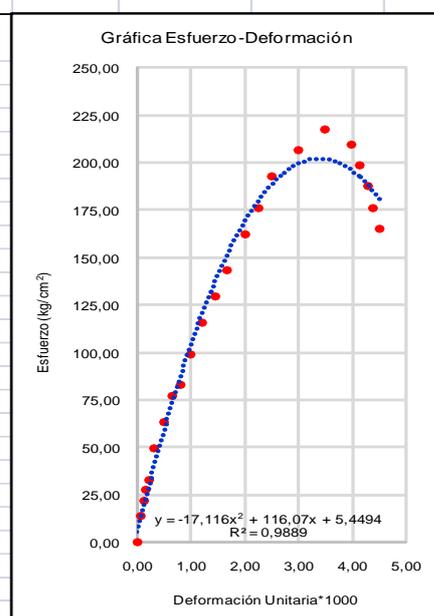
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-17,7 X <sup>2</sup>	+	119,81 X	+	3,8458
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9869$				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	224,37				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	224686,332				
ECUACIÓN CORREGIDA:	-17,7 X <sup>2</sup>	+	120,94 X	+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-04-06		
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I		
EDAD:	28 DIAS		
DIÁMETRO (cm):	15,20		
ALTURA (mm):	301		
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458		

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2500	0,02	0,07	13,78	7,74
4000	0,04	0,13	22,04	15,33
5000	0,05	0,17	27,55	19,07
6000	0,07	0,23	33,07	26,44
9000	0,09	0,30	49,60	33,65
11500	0,15	0,50	63,38	54,39
14000	0,20	0,66	77,15	70,63
15000	0,24	0,80	82,66	82,94
18000	0,30	1,00	99,20	100,27
21000	0,36	1,20	115,73	116,25
23500	0,44	1,46	129,51	135,43
26000	0,50	1,66	143,28	148,23
29500	0,60	1,99	162,57	166,54
32000	0,68	2,26	176,35	178,47
35000	0,75	2,49	192,88	186,92
37500	0,90	2,99	206,66	198,80
<b>39470</b>	<b>1,05</b>	<b>3,49</b>	<b>217,52</b>	<b>202,18</b>
38000	1,20	3,99	209,41	197,06
36000	1,25	4,15	198,39	193,47
34000	1,29	4,29	187,37	189,91
32000	1,32	4,39	176,35	186,84
30000	1,36	4,52	165,33	182,23



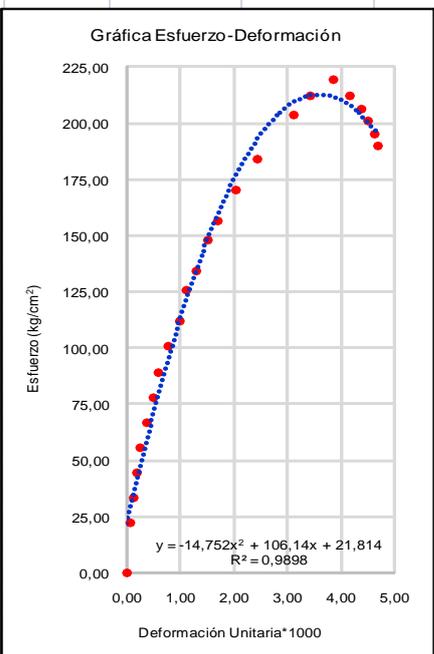
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-17,1	X <sup>2</sup>	+	116,07	X	+	5,4494
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9593						
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	217,52						
MÓD. DE ELASTICIDAD:	221226,065						
ECUACIÓN CORREGIDA:	-17,1	X <sup>2</sup>	+	117,67	X	+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-04-07
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	28 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,10
ALTURA (mm):	306
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4000	0,02	0,07	22,34	7,26
6000	0,04	0,13	33,50	14,39
8000	0,06	0,20	44,67	21,40
10000	0,08	0,26	55,84	28,28
12000	0,11	0,36	67,01	38,37
14000	0,15	0,49	78,18	51,38
16000	0,18	0,59	89,35	60,80
18000	0,24	0,78	100,51	78,80
20000	0,30	0,98	111,68	95,66
22500	0,34	1,11	125,64	106,28
24000	0,40	1,31	134,02	121,25
26500	0,46	1,50	147,98	135,09
28000	0,52	1,70	156,36	147,79
30500	0,62	2,03	170,32	166,45
33000	0,75	2,45	184,28	185,99
36500	0,95	3,10	203,82	205,65
38000	1,05	3,43	212,20	210,76
<b>39320</b>	<b>1,18</b>	<b>3,86</b>	<b>219,57</b>	<b>212,68</b>
38000	1,28	4,18	212,20	210,54
37000	1,34	4,38	206,61	207,74
36000	1,38	4,51	201,03	205,25
35000	1,42	4,64	195,44	202,25
34000	1,44	4,71	189,86	200,56



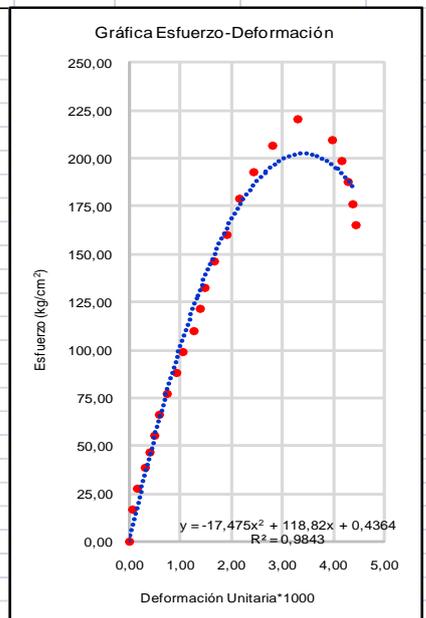
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-14,8 X <sup>2</sup>	+	106,14 X	+	21,814
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0.986				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	219,57				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	222267,582				
ECUACIÓN CORREGIDA:	-14,8 X <sup>2</sup>	+	112,04 X	+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-04-08			
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I			
EDAD:	28 DIAS			
DIÁMETRO (cm):	15,20			
ALTURA (mm):	302			
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458			

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3000	0,02	0,07	16,53	7,80
5000	0,05	0,17	27,55	19,21
7000	0,09	0,30	38,58	33,90
8500	0,12	0,40	46,84	44,51
10000	0,15	0,50	55,11	54,77
12000	0,18	0,60	66,13	64,69
14000	0,22	0,73	77,15	77,38
16000	0,28	0,93	88,17	95,26
18000	0,32	1,06	99,20	106,42
20000	0,38	1,26	110,22	122,00
22000	0,42	1,39	121,24	131,63
24000	0,45	1,49	132,26	138,44
26500	0,50	1,66	146,04	149,03
29000	0,58	1,92	159,82	163,99
32500	0,65	2,15	179,10	175,06
35000	0,74	2,45	192,88	186,54
37500	0,85	2,81	206,66	196,35
<b>39975</b>	<b>1,00</b>	<b>3,31</b>	<b>220,30</b>	<b>202,27</b>
38000	1,20	3,97	209,41	196,73
36000	1,26	4,17	198,39	192,08
34000	1,30	4,30	187,37	188,22
32000	1,32	4,37	176,35	186,06
30000	1,34	4,44	165,33	183,74



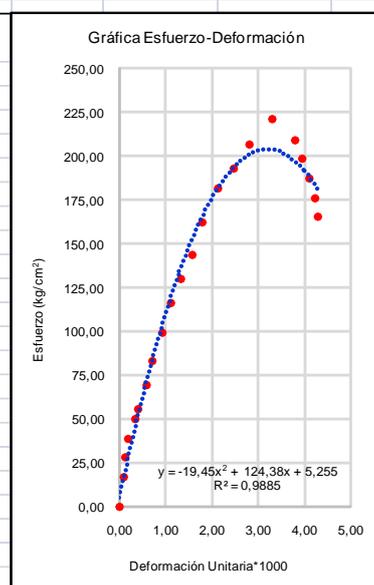
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-17,5 X <sup>2</sup>	+	118,82	X+	0,4364
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9763				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	220,30				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	222636,808				
ECUACIÓN CORREGIDA:	-17,5 X <sup>2</sup>	+	118,95	X+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla Patron

COD. ESPÉCIMEN:	M-P-04-09
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	28 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,20
ALTURA (mm):	303
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3000	0,03	0,10	16,53	12,29
5000	0,04	0,13	27,55	16,30
7000	0,06	0,20	38,58	24,19
9000	0,10	0,33	49,60	39,47
10000	0,12	0,40	55,11	46,86
12500	0,18	0,59	68,89	68,00
15000	0,22	0,73	82,66	81,24
18000	0,28	0,92	99,20	99,84
21000	0,34	1,12	115,73	116,91
23500	0,40	1,32	129,51	132,46
26000	0,48	1,58	143,28	150,81
29500	0,54	1,78	162,57	162,80
33000	0,65	2,15	181,86	180,82
35000	0,75	2,48	192,88	192,75
37500	0,85	2,81	206,66	200,44
<b>40210</b>	<b>1,00</b>	<b>3,30</b>	<b>221,59</b>	<b>204,03</b>
38000	1,15	3,80	209,41	198,09
36000	1,20	3,96	198,39	193,99
34000	1,24	4,09	187,37	189,95
32000	1,28	4,22	176,35	185,23
30000	1,30	4,29	165,33	182,62



ECUACIÓN (ESFUERZO):	-19,5	X <sup>2</sup>	+	124,38	X	+	5,255
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9861						
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	221,59						
MÓD. DE ELASTICIDAD:	223290,254						
ECUACIÓN CORREGIDA:	-19,5	X <sup>2</sup>	+	126,01	X	+	0

## DISEÑO MEZCLA CON CONCRETO RECICLADO 20%

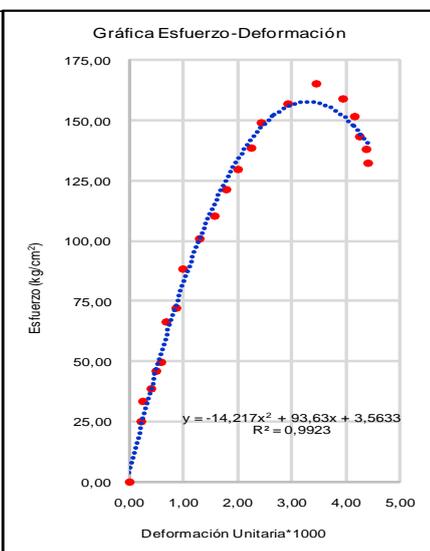
EDAD 7 DIAS

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN: M-20%-01-01  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4500	0,07	0,23	24,80	21,05
6000	0,08	0,26	33,07	23,94
7000	0,12	0,39	38,58	35,17
8300	0,15	0,49	45,74	43,27
9000	0,18	0,59	49,60	51,09
12000	0,21	0,69	66,13	58,64
13100	0,26	0,86	72,19	70,60
16000	0,30	0,99	88,17	79,61
18300	0,39	1,28	100,85	98,10
20000	0,48	1,58	110,22	114,09
22000	0,54	1,78	121,24	123,37
23500	0,61	2,01	129,51	132,79
25100	0,68	2,24	138,32	140,71
27000	0,74	2,43	148,79	146,29
28500	0,89	2,93	157,06	155,41
<b>30020</b>	<b>1,05</b>	<b>3,45</b>	<b>165,44</b>	<b>157,50</b>
28800	1,20	3,95	158,71	152,31
27500	1,26	4,14	151,55	148,30
26000	1,29	4,24	143,28	145,88
25000	1,33	4,38	137,77	142,22
24000	1,34	4,41	132,26	141,22

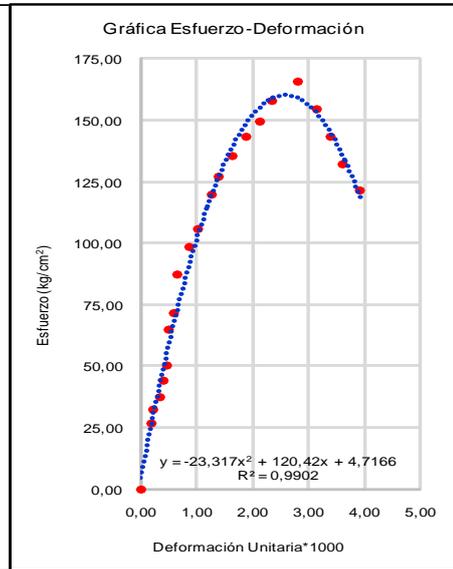


ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-14,2 X^2 + 93,63 X + 3,5633$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9823$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	165,44
MÓD. DE ELASTICIDAD:	192933,687
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-14,2 X^2 + 94,71 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN: M-20%-01-02  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 301  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4800	0,06	0,20	26,45	23,44
5900	0,07	0,23	32,51	27,17
6800	0,10	0,33	37,47	38,04
8000	0,12	0,40	44,09	45,02
9100	0,14	0,47	50,15	51,81
11800	0,15	0,50	65,03	55,12
13000	0,18	0,60	71,64	64,76
15800	0,20	0,66	87,07	70,92
17900	0,26	0,86	98,65	88,19
19200	0,31	1,03	105,81	101,16
21700	0,38	1,26	119,59	117,15
23000	0,42	1,40	126,75	125,16
24600	0,49	1,63	135,57	137,19
26000	0,57	1,89	143,28	147,85
27100	0,64	2,13	149,35	154,48
28600	0,71	2,36	157,61	158,59
<b>30040</b>	<b>0,84</b>	<b>2,79</b>	<b>165,55</b>	<b>159,52</b>
28000	0,95	3,16	154,31	153,52
26000	1,02	3,39	143,28	146,45
24000	1,09	3,62	132,26	136,87
22000	1,18	3,92	121,24	120,84



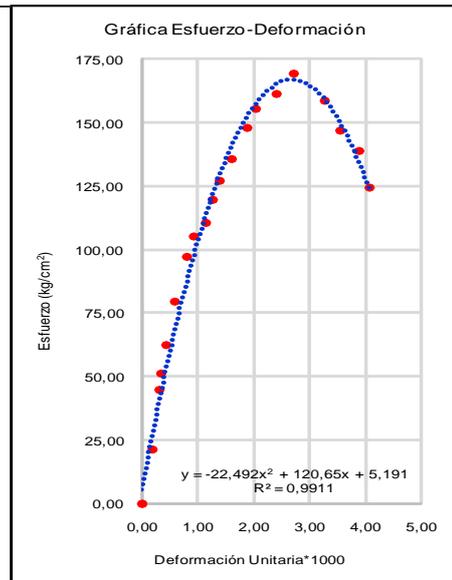
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-23,3 X^2 + 120,42 X + 4,7166$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9902$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	165,55
MÓD. DE ELASTICIDAD:	192997,945
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-23,3 X^2 + 122,23 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN: M-20%-01-03  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,00  
 ALTURA (mm): 299  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 176,715

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3780	0,06	0,20	21,39	23,69
7900	0,09	0,30	44,70	34,86
9000	0,10	0,33	50,93	38,48
11000	0,13	0,43	62,25	49,04
14000	0,18	0,60	79,22	65,64
17200	0,24	0,80	97,33	83,89
18600	0,28	0,94	105,25	95,06
19500	0,34	1,14	110,35	110,29
21100	0,38	1,27	119,40	119,45
22500	0,42	1,40	127,32	127,79
24000	0,48	1,61	135,81	138,80
26100	0,56	1,87	147,70	150,67
27500	0,61	2,04	155,62	156,44
28500	0,72	2,41	161,28	164,73
<b>29940</b>	<b>0,81</b>	<b>2,71</b>	<b>169,43</b>	<b>166,98</b>
28000	0,98	3,28	158,45	160,11
26000	1,06	3,55	147,13	151,85
24500	1,16	3,88	138,64	136,99
22000	1,22	4,08	124,49	125,66
0	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00

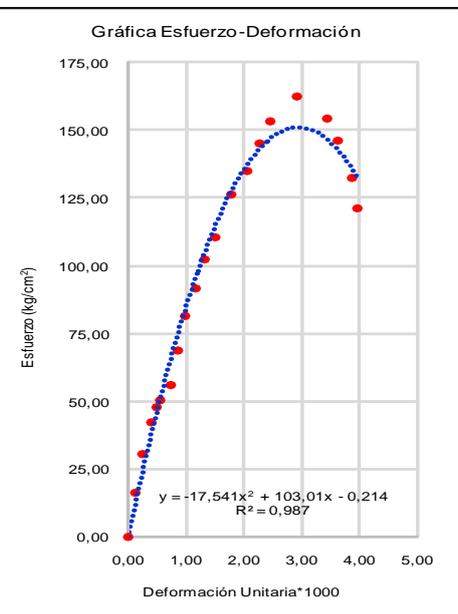


ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-22,5 X^2 + 120,65 X + 5,191$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9711$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	169,43
MÓD. DE ELASTICIDAD:	195245,459
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-22,5 X^2 + 122,57 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN: M-20%-01-05  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 305  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2970	0,04	0,13	16,37	13,20
5560	0,07	0,23	30,64	22,70
7680	0,12	0,39	42,32	37,78
8660	0,15	0,49	47,72	46,38
9140	0,17	0,56	50,37	51,93
10150	0,22	0,72	55,94	65,12
12500	0,26	0,85	68,89	75,00
14800	0,30	0,98	81,56	84,28
16600	0,35	1,15	91,48	95,03
18600	0,40	1,31	102,50	104,83
20000	0,46	1,51	110,22	115,35
22900	0,54	1,77	126,20	127,26
24500	0,63	2,07	135,02	137,78
26300	0,69	2,26	144,94	143,10
27800	0,75	2,46	153,20	147,06
<b>29450</b>	<b>0,89</b>	<b>2,92</b>	<b>162,30</b>	<b>151,01</b>
28000	1,05	3,44	154,31	146,48
26500	1,10	3,61	146,04	143,09
24000	1,18	3,87	132,26	135,69
22000	1,21	3,97	121,24	132,30



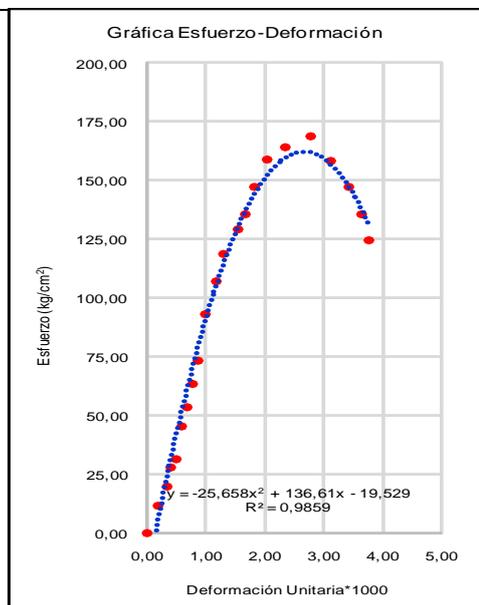
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-17,5 X^2 + 103,01 X + -0,214$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,987$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	162,30
MÓD. DE ELASTICIDAD:	191093,260
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-17,5 X^2 + 102,94 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN: M-20%-01-06  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,00  
 ALTURA (mm): 305  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 176,715

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2100	0,06	0,20	11,88	24,40
3500	0,10	0,33	19,81	39,56
4900	0,12	0,39	27,73	46,81
5600	0,15	0,49	31,69	57,27
8000	0,18	0,59	45,27	67,23
9500	0,21	0,69	53,76	76,70
11200	0,24	0,79	63,38	85,67
13000	0,26	0,85	73,56	91,38
16500	0,30	0,98	93,37	102,13
18900	0,36	1,18	106,95	116,59
21000	0,40	1,31	118,84	125,14
22800	0,47	1,54	129,02	137,96
24000	0,51	1,67	135,81	144,07
26000	0,56	1,84	147,13	150,48
28100	0,62	2,03	159,01	156,34
29000	0,72	2,36	164,11	161,70
<b>29790</b>	<b>0,85</b>	<b>2,79</b>	<b>168,58</b>	<b>160,41</b>
28000	0,95	3,11	158,45	153,08
26000	1,05	3,44	147,13	140,24
24000	1,11	3,64	135,81	129,88
22000	1,15	3,77	124,49	121,87



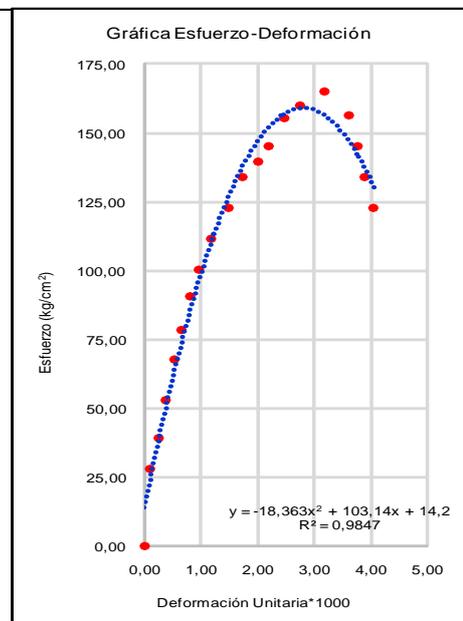
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-25,7 X^2 + 136,61 X + -19,529$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9859$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	168,58
MÓD. DE ELASTICIDAD:	194755,753
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-25,7 X^2 + 129,07 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN:	M-20%-01-07
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	7 DÍAS
DIÁMETRO (cm):	15,10
ALTURA (mm):	298
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
5000	0,03	0,10	27,92	10,69
7000	0,07	0,23	39,09	24,37
9500	0,11	0,37	53,05	37,39
12100	0,16	0,54	67,57	52,73
14000	0,19	0,64	78,18	61,44
16200	0,24	0,81	90,46	75,13
18000	0,29	0,97	100,51	87,79
20000	0,35	1,17	111,68	101,61
22000	0,44	1,48	122,85	119,55
24000	0,52	1,74	134,02	132,68
25000	0,60	2,01	139,60	143,17
26000	0,65	2,18	145,19	148,38
27800	0,74	2,48	155,24	155,15
28600	0,82	2,75	159,71	158,36
<b>29520</b>	<b>0,95</b>	<b>3,19</b>	<b>164,84</b>	<b>157,92</b>
28000	1,08	3,62	156,36	150,50
26000	1,12	3,76	145,19	146,81
24000	1,16	3,89	134,02	142,46
22000	1,21	4,06	122,85	136,09

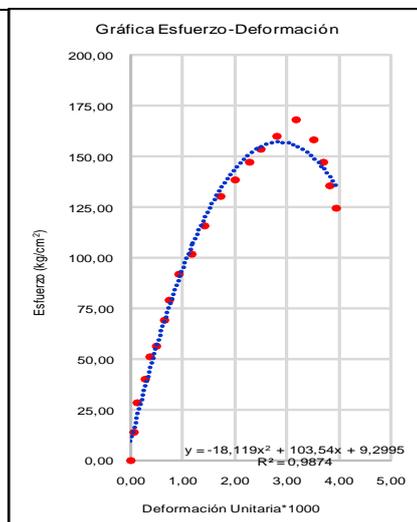


ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-18,4 X^2 + 103,14 X + 14,2$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9847$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	164,84
MÓD. DE ELASTICIDAD:	192587,276
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-18,4 X^2 + 108,08 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN: M-20%-01-09  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,00  
 ALTURA (mm): 298  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 176,715

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2500	0,02	0,07	14,15	7,08
5000	0,04	0,13	28,29	14,00
7100	0,08	0,27	40,18	27,35
9000	0,11	0,37	50,93	36,93
10000	0,15	0,50	56,59	49,14
12200	0,19	0,64	69,04	60,69
14000	0,22	0,74	79,22	68,93
16300	0,28	0,94	92,24	84,30
18000	0,35	1,17	101,86	100,38
20500	0,42	1,41	116,01	114,45
23000	0,52	1,74	130,15	131,10
24500	0,60	2,01	138,64	141,47
26000	0,68	2,28	147,13	149,23
27200	0,75	2,52	153,92	153,88
28300	0,84	2,82	160,15	156,93
<b>29770</b>	<b>0,95</b>	<b>3,19</b>	<b>168,46</b>	<b>156,15</b>
28000	1,05	3,52	158,45	151,17
26000	1,10	3,69	147,13	147,14
24000	1,14	3,83	135,81	143,19
22000	1,18	3,96	124,49	138,59

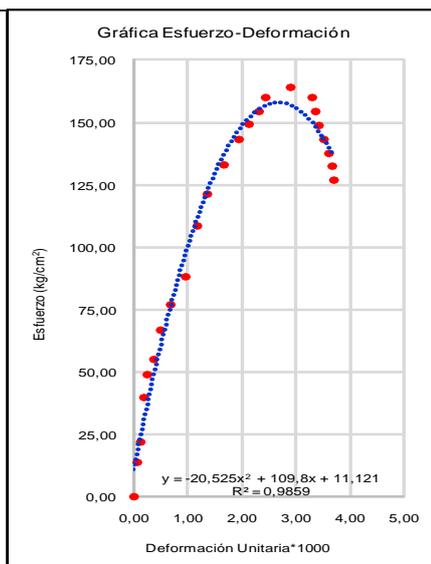


ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-18,1 X^2 + 103,54 X + 9,2995$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9874$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	168,46
MÓD. DE ELASTICIDAD:	194690,365
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-18,1 X^2 + 106,75 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN: M-20%-01-10  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 7 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 306  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2500	0,02	0,07	13,78	7,36
4000	0,04	0,13	22,04	14,54
7200	0,06	0,20	39,68	21,54
8900	0,08	0,26	49,05	28,37
10000	0,11	0,36	55,11	38,29
12100	0,15	0,49	66,68	50,89
14000	0,21	0,69	77,15	68,49
16000	0,29	0,95	88,17	89,49
19700	0,36	1,18	108,56	105,57
22000	0,42	1,37	121,24	117,64
24100	0,51	1,67	132,81	132,79
26000	0,60	1,96	143,28	144,39
27100	0,65	2,12	149,35	149,29
28000	0,71	2,32	154,31	153,74
29000	0,75	2,45	159,82	155,82
<b>29770</b>	<b>0,89</b>	<b>2,91</b>	<b>164,06</b>	<b>157,60</b>
29000	1,01	3,30	159,82	152,28
28000	1,03	3,37	154,31	150,78
27000	1,05	3,43	148,79	149,10
26000	1,08	3,53	143,28	146,26
25000	1,11	3,63	137,77	143,02
24000	1,12	3,66	132,26	141,86
23000	1,13	3,69	126,75	140,65



ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-20,5 X^2 + 109,8 X + 11,121$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9859$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	164,06
MÓD. DE ELASTICIDAD:	192128,653
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-20,5 X^2 + 113,88 X + 0$

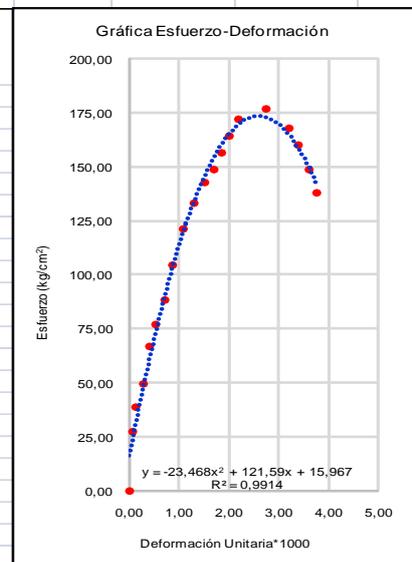
## EDAD 14 DIAS

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

#### Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN:	M-20%-02-01
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	14 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,20
ALTURA (mm):	300
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0,00	0,00	0,00	0,00
5000	0,02	0,07	27,55	8,40
7000	0,04	0,13	38,58	16,60
9000	0,08	0,27	49,60	32,36
12100	0,12	0,40	66,68	47,29
14000	0,16	0,53	77,15	61,38
16000	0,21	0,70	88,17	77,82
18900	0,26	0,87	104,16	92,96
22000	0,32	1,07	121,24	109,41
24200	0,39	1,30	133,36	126,23
25900	0,45	1,50	142,73	138,60
27000	0,51	1,70	148,79	149,11
28400	0,55	1,83	156,51	155,06
29800	0,60	2,00	164,22	161,34
31200	0,66	2,20	171,94	167,15
32082	0,82	2,73	176,80	173,45
<b>30500</b>	<b>0,96</b>	<b>3,20</b>	<b>168,08</b>	<b>168,02</b>
29000	1,02	3,40	159,82	162,57
27000	1,08	3,60	148,79	155,23
25000	1,13	3,77	137,77	147,69



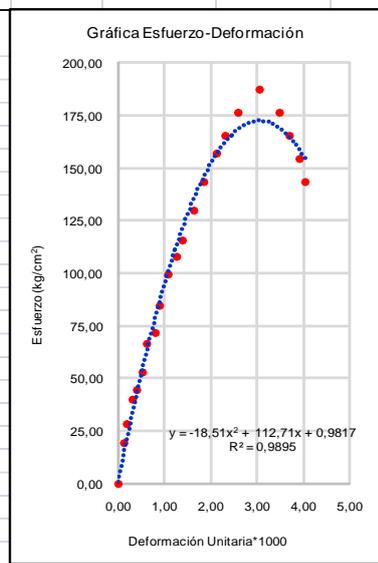
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-23,5 X <sup>2</sup>	+	121,59	X+	15,967
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0.9914				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	176,80				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	199449,723				
ECUACIÓN CORREGIDA:	-23,5 X <sup>2</sup>	+	127,60	X+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN:	M-20%-02-02
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	14 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,20
ALTURA (mm):	302
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3500	0,04	0,13	19,29	14,65
5100	0,06	0,20	28,11	21,73
7200	0,09	0,30	39,68	32,04
8000	0,12	0,40	44,09	41,99
9600	0,16	0,53	52,90	54,69
12000	0,19	0,63	66,13	63,79
13000	0,24	0,79	71,64	78,14
15300	0,27	0,89	84,32	86,26
18000	0,33	1,09	99,20	101,41
19600	0,38	1,26	108,01	112,92
21000	0,42	1,39	115,73	121,40
23500	0,49	1,62	129,51	134,67
26000	0,56	1,85	143,28	145,95
28500	0,64	2,12	157,06	156,41
30000	0,70	2,32	165,33	162,55
32000	0,78	2,58	176,35	168,46
<b>33956</b>	<b>0,92</b>	<b>3,05</b>	<b>187,13</b>	<b>172,56</b>
32000	1,05	3,48	176,35	169,24
30000	1,12	3,71	165,33	164,61
28000	1,18	3,91	154,31	159,06
26000	1,22	4,04	143,28	154,55



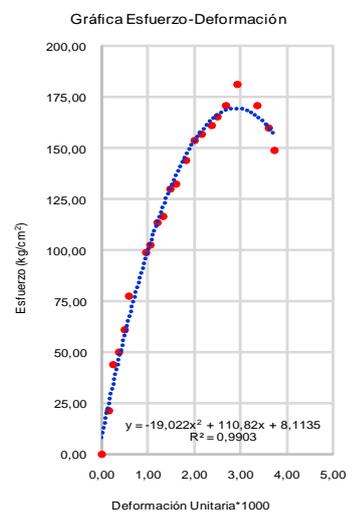
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-18,5 X <sup>2</sup>	+	112,71 X	+	0,9817
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9895				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	187,13				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	205192,264				
ECUACIÓN CORREGIDA:	-18,5 X <sup>2</sup>	+	113,03 X	+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN:	M-20%-02-03				
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I				
EDAD:	14 DIAS				
DIÁMETRO (cm):	15,20				
ALTURA (mm):	302				
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458				

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3780	0,05	0,17	20,83	18,28
7900	0,08	0,26	43,54	28,75
9000	0,11	0,36	49,60	38,84
11000	0,15	0,50	60,62	51,72
14000	0,18	0,60	77,15	60,93
17900	0,29	0,96	98,65	91,52
18600	0,32	1,06	102,50	98,98
20600	0,36	1,19	113,52	108,35
21100	0,40	1,32	116,28	117,05
23600	0,45	1,49	130,06	126,99
24000	0,49	1,62	132,26	134,19
26100	0,55	1,82	143,83	143,74
27900	0,61	2,02	153,75	151,79
28500	0,65	2,15	157,06	156,32
29200	0,72	2,38	160,92	162,65
30000	0,76	2,52	165,33	165,34
31000	0,81	2,68	170,84	167,77
<b>32865</b>	<b>0,89</b>	<b>2,95</b>	<b>181,12</b>	<b>169,49</b>
31000	1,02	3,38	170,84	166,59
29000	1,09	3,61	159,82	162,11
27000	1,13	3,74	148,79	158,63



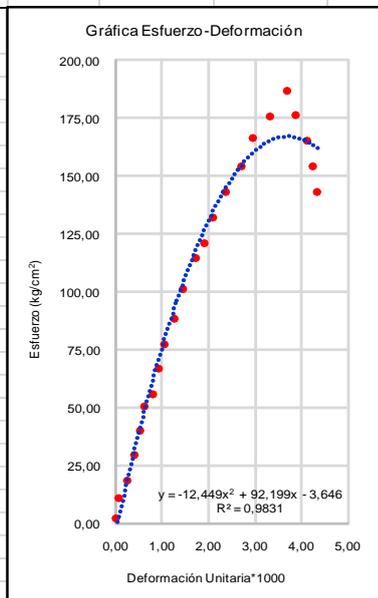
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-19 X <sup>2</sup>	+	110,82	X+	8,1135
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0.9903				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	181,12				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	201868,957				
ECUACIÓN CORREGIDA:	-19 X <sup>2</sup>	+	113,57	X+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN:	M-20%-02-04		
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I		
EDAD:	14 DIAS		
DIÁMETRO (cm):	15,20		
ALTURA (mm):	304		
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458		

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
430	0,00	0,00	2,37	0,00
2000	0,02	0,07	11,02	5,95
3400	0,08	0,26	18,74	23,14
5400	0,12	0,39	29,76	34,06
7300	0,16	0,53	40,23	44,56
9180	0,19	0,63	50,59	52,14
10130	0,24	0,79	55,83	64,25
12150	0,28	0,92	66,96	73,45
14000	0,32	1,05	77,15	82,22
16000	0,38	1,25	88,17	94,56
18400	0,44	1,45	101,40	105,93
20800	0,52	1,71	114,63	119,59
22000	0,58	1,91	121,24	128,70
24000	0,64	2,11	132,26	136,84
26000	0,72	2,37	143,28	146,19
28000	0,82	2,70	154,31	155,45
30200	0,90	2,96	166,43	160,91
31900	1,01	3,32	175,80	165,62
<b>33900</b>	<b>1,12</b>	<b>3,68</b>	<b>186,82</b>	<b>167,06</b>
32000	1,18	3,88	176,35	166,47
30000	1,25	4,11	165,33	164,56
28000	1,29	4,24	154,31	162,87
26000	1,32	4,34	143,28	161,33



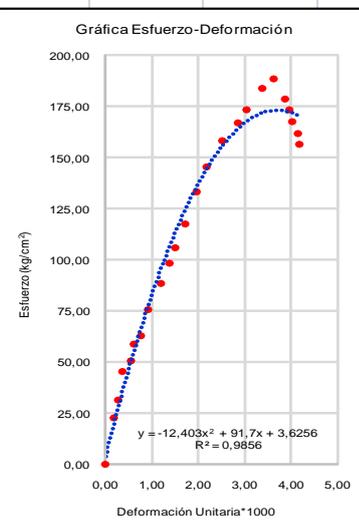
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-12,4	X <sup>2</sup>	+	92,199	X	+	-3,646
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9831						
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	186,82						
MÓD. DE ELASTICIDAD:	205022,993						
ECUACIÓN CORREGIDA:	-12,4	X <sup>2</sup>	+	91,21	X	+	0

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

#### Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN:	M-20%-02-05
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	14 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,10
ALTURA (mm):	299
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4000	0,05	0,17	22,34	15,15
5560	0,08	0,27	31,05	23,91
8100	0,11	0,37	45,23	32,41
9000	0,16	0,54	50,26	46,04
10500	0,18	0,60	58,63	51,29
11200	0,23	0,77	62,54	63,94
13500	0,27	0,90	75,39	73,56
15800	0,36	1,20	88,23	93,58
17600	0,41	1,37	98,28	103,73
19000	0,45	1,51	106,10	111,35
21000	0,51	1,71	117,27	121,95
23900	0,59	1,97	133,46	134,52
26000	0,65	2,17	145,19	142,79
28300	0,75	2,51	158,03	154,33
29900	0,85	2,84	166,97	163,11
31000	0,91	3,04	173,11	167,03
32900	1,01	3,38	183,72	171,36
<b>33800</b>	<b>1,08</b>	<b>3,61</b>	<b>188,74</b>	<b>172,74</b>
32000	1,16	3,88	178,69	172,64
31000	1,18	3,95	173,11	172,34
30000	1,20	4,01	167,52	171,93
29000	1,24	4,15	161,94	170,77
28000	1,25	4,18	156,36	170,41



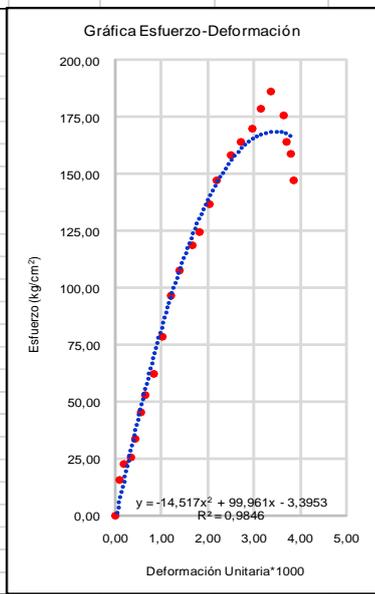
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-12,4	X <sup>2</sup>	+	91,7	X	+	3,6256
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9856						
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	188,74						
MÓD. DE ELASTICIDAD:	206076,165						
ECUACIÓN CORREGIDA:	-12,4	X <sup>2</sup>	+	92,68	X	+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN:	M-20%-02-06		
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I		
EDAD:	14 DIAS		
DIÁMETRO (cm):	14,99		
ALTURA (mm):	301		
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	176,479		

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2800	0,03	0,10	15,87	9,72
4000	0,06	0,20	22,67	19,15
4500	0,10	0,33	25,50	31,28
6000	0,13	0,43	34,00	40,04
8000	0,17	0,56	45,33	51,27
9300	0,20	0,66	52,70	59,35
11000	0,25	0,83	62,33	72,19
13900	0,31	1,03	78,76	86,53
17000	0,36	1,20	96,33	97,60
19000	0,42	1,40	107,66	109,83
21000	0,50	1,66	118,99	124,34
22000	0,55	1,83	124,66	132,37
24100	0,61	2,03	136,56	140,95
26000	0,66	2,19	147,33	147,21
27900	0,75	2,49	158,09	156,47
29000	0,82	2,72	164,33	161,88
30000	0,89	2,96	169,99	165,72
31500	0,95	3,16	178,49	167,76
<b>32910</b>	<b>1,01</b>	<b>3,36</b>	<b>186,48</b>	<b>168,64</b>
31000	1,10	3,65	175,66	167,81
29000	1,12	3,72	164,33	167,27
28000	1,14	3,79	158,66	166,60
26000	1,16	3,85	147,33	165,81



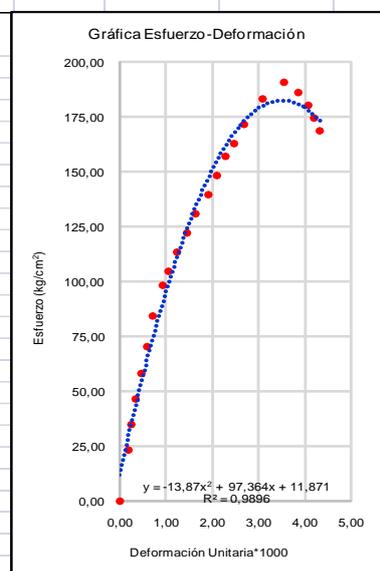
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-14,5 X <sup>2</sup>	+	99,961	X+	-3,3953
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9846				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	186,48				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	204837,130				
ECUACIÓN CORREGIDA:	-14,5 X <sup>2</sup>	+	98,97	X+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN:	M-20%-02-07
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	14 DIAS
DIÁMETRO (cm):	14,80
ALTURA (mm):	305
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	172,034

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4000	0,06	0,20	23,25	19,27
6000	0,08	0,26	34,88	25,46
8000	0,10	0,33	46,50	31,52
10000	0,14	0,46	58,13	43,30
12100	0,18	0,59	70,34	54,59
14500	0,22	0,72	84,29	65,41
16900	0,28	0,92	98,24	80,75
18000	0,32	1,05	104,63	90,37
19500	0,38	1,25	113,35	103,92
21000	0,44	1,44	122,07	116,39
22500	0,50	1,64	130,79	127,79
24000	0,58	1,90	139,51	141,32
25500	0,64	2,10	148,23	150,21
27000	0,70	2,30	156,95	158,03
28000	0,75	2,46	162,76	163,73
29500	0,82	2,69	171,48	170,45
31500	0,94	3,08	183,10	178,58
<b>32890</b>	<b>1,08</b>	<b>3,54</b>	<b>191,18</b>	<b>182,63</b>
32000	1,18	3,87	186,01	181,95
31000	1,24	4,07	180,20	180,10
30000	1,28	4,20	174,38	178,28
29000	1,32	4,33	168,57	175,98



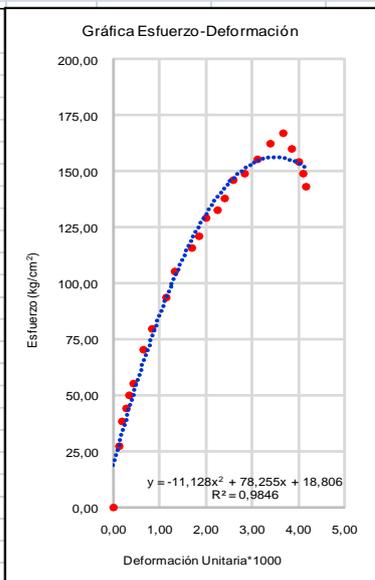
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-13,9 x^2$	+	97,364	X+	11,871
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9896$				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	191,18				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	207403,727				
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-13,9 x^2$	+	100,69	X+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN:	M-20%-02-08
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	14 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,20
ALTURA (mm):	299
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
5000	0,04	0,13	27,55	10,96
7000	0,06	0,20	38,58	16,30
8000	0,08	0,27	44,09	21,53
9100	0,10	0,33	50,15	26,66
10000	0,13	0,43	55,11	34,18
12800	0,19	0,64	70,54	48,53
14500	0,25	0,84	79,91	61,99
17000	0,34	1,14	93,69	80,50
19100	0,40	1,34	105,26	91,72
21000	0,51	1,71	115,73	109,96
22000	0,55	1,84	121,24	115,84
23500	0,60	2,01	129,51	122,64
24100	0,67	2,24	132,81	131,11
25000	0,72	2,41	137,77	136,41
26500	0,78	2,61	146,04	141,96
27000	0,85	2,84	148,79	147,29
28200	0,93	3,11	155,41	151,89
29500	1,02	3,41	162,57	155,17
<b>30320</b>	<b>1,10</b>	<b>3,68</b>	<b>167,09</b>	<b>156,38</b>
29000	1,15	3,85	159,82	156,33
28000	1,20	4,01	154,31	155,66
27000	1,23	4,11	148,79	154,96
26000	1,25	4,18	143,28	154,37



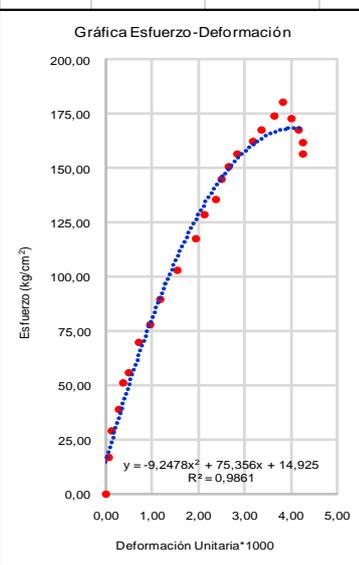
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-11,1 X <sup>2</sup>	+	78,255	X+	18,86
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9846				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	167,09				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	193895,317				
ECUACIÓN CORREGIDA:	-11,1 X <sup>2</sup>	+	83,45	X+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN:	M-20%-02-09
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	14 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,10
ALTURA (mm):	300
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3000	0,02	0,07	16,75	5,22
5200	0,04	0,13	29,04	10,36
7000	0,08	0,27	39,09	20,39
9200	0,11	0,37	51,37	27,70
10000	0,15	0,50	55,84	37,16
12500	0,21	0,70	69,80	50,72
14000	0,29	0,97	78,18	67,66
16000	0,35	1,17	89,35	79,50
18400	0,46	1,53	102,75	99,29
21100	0,58	1,93	117,83	118,04
23000	0,64	2,13	128,44	126,31
24300	0,71	2,37	135,69	135,01
26000	0,75	2,50	145,19	139,54
27000	0,80	2,67	150,77	144,73
28000	0,85	2,83	156,36	149,41
29100	0,95	3,17	162,50	157,22
30000	1,01	3,37	167,52	160,93
31200	1,09	3,63	174,23	164,71
<b>32280</b>	<b>1,15</b>	<b>3,83</b>	<b>180,26</b>	<b>166,69</b>
31000	1,20	4,00	173,11	167,77
30000	1,25	4,17	167,52	168,34
29000	1,28	4,27	161,94	168,44
28000	1,28	4,27	156,36	168,44



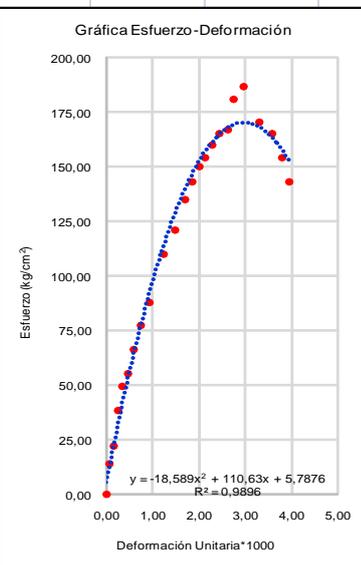
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-9,25 X <sup>2</sup>	+	75,356	X+	14,925
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9861$				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	180,26				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	201389,200				
ECUACIÓN CORREGIDA:	-9,25 X <sup>2</sup>	+	78,93	X+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN:	M-20%-02-10		
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I		
EDAD:	14 DIAS		
DIÁMETRO (cm):	15,20		
ALTURA (mm):	306		
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458		

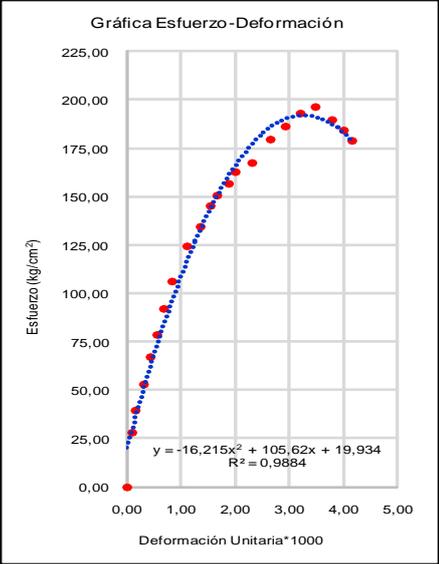
CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2500	0,02	0,07	13,78	7,28
4000	0,05	0,16	22,04	17,90
7000	0,08	0,26	38,58	28,16
9000	0,10	0,33	49,60	34,80
10000	0,14	0,46	55,11	47,61
12000	0,18	0,59	66,13	59,78
14000	0,23	0,75	77,15	74,10
16000	0,28	0,92	88,17	87,43
20000	0,38	1,24	110,22	111,11
22000	0,45	1,47	121,24	125,33
24500	0,52	1,70	135,02	137,59
26000	0,57	1,86	143,28	145,17
27300	0,61	1,99	150,45	150,51
28000	0,65	2,12	154,31	155,22
29000	0,70	2,29	159,82	160,21
30000	0,75	2,45	165,33	164,21
30300	0,80	2,61	166,98	167,21
32900	0,84	2,75	181,31	168,90
<b>33875</b>	<b>0,91</b>	<b>2,97</b>	<b>186,68</b>	<b>170,33</b>
31000	1,01	3,30	170,84	169,00
30000	1,10	3,59	165,33	164,41
28000	1,16	3,79	154,31	159,56
26000	1,21	3,95	143,28	154,42



ECUACIÓN (ESFUERZO):	-18,6 X <sup>2</sup>	+	110,63	X+	5,7876
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9851				
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	186,68				
MÓD. DE ELASTICIDAD:	204947,381				
ECUACIÓN CORREGIDA:	-18,6 X <sup>2</sup>	+	112,56	X+	0

**EDAD 21 DIAS**

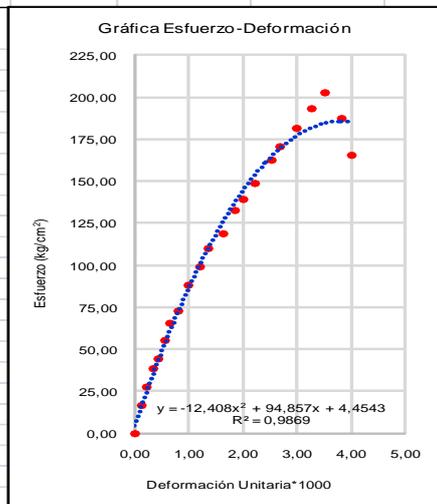
<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION</b>				
<b>Diseño mezcla con concreto reciclado 20%</b>				
COD. ESPÉCIMEN:	M-20%-03-01			
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I			
EDAD:	21 DIAS			
DIÁMETRO (cm):	15,10			
ALTURA (mm):	300			
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079			
CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0,00	0,00	0,00	0,00
5000	0,03	0,10	27,92	11,00
7000	0,05	0,17	39,09	18,15
9500	0,09	0,30	53,05	32,01
12000	0,13	0,43	67,01	45,30
14000	0,17	0,57	78,18	58,02
16500	0,20	0,67	92,14	67,18
19000	0,25	0,83	106,10	81,72
22200	0,33	1,10	123,97	103,11
24000	0,41	1,37	134,02	122,20
26000	0,46	1,53	145,19	132,96
27000	0,50	1,67	150,77	140,91
28000	0,56	1,87	156,36	151,77
29100	0,60	2,00	162,50	158,29
30000	0,69	2,30	167,52	170,84
32100	0,79	2,63	179,25	181,37
33400	0,88	2,93	186,51	187,76
34500	0,96	3,20	192,65	190,99
<b>35150</b>	<b>1,04</b>	<b>3,47</b>	<b>196,28</b>	<b>191,92</b>
34000	1,14	3,80	189,86	189,83
33000	1,20	4,00	184,28	186,85
32000	1,25	4,17	178,69	183,38
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-16,2 X^2 + 105,62 X + 19,934$			
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9884$			
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	196,28			
MÓD. DE ELASTICIDAD:	210151,064			
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-16,2 X^2 + 111,57 X + 0$			



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**  
**Diseño mezcla con concreto reciclado 20%**

COD. ESPÉCIMEN:	M-20%-03-02
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	21 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,20
ALTURA (mm):	302
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3000	0,04	0,13	16,53	12,50
5000	0,07	0,23	27,55	21,59
7000	0,10	0,33	38,58	30,43
8000	0,13	0,43	44,09	39,03
10000	0,17	0,56	55,11	50,12
11900	0,20	0,66	65,58	58,14
13200	0,24	0,79	72,74	68,47
16000	0,30	0,99	88,17	83,14
18000	0,36	1,19	99,20	96,82
20000	0,41	1,36	110,22	107,48
21600	0,49	1,62	119,04	123,12
24000	0,56	1,85	132,26	135,38
25200	0,61	2,02	138,87	143,32
27000	0,67	2,22	148,79	151,94
29500	0,76	2,52	162,57	163,05
31000	0,81	2,68	170,84	168,26
33000	0,90	2,98	181,86	175,94
35000	0,99	3,28	192,88	181,41
<b>36810</b>	<b>1,06</b>	<b>3,51</b>	<b>202,86</b>	<b>184,15</b>
34000	1,15	3,81	187,37	185,70
30000	1,21	4,01	165,33	185,51



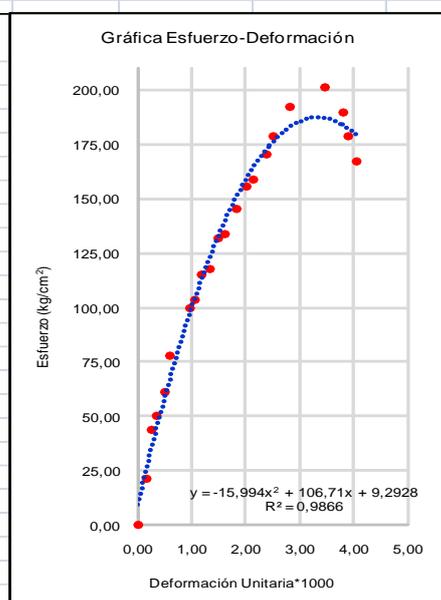
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-12,4 X <sup>2</sup> + 94,857 X + 4,4543
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9869
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	202,86
MÓD. DE ELASTICIDAD:	213641,505
ECUACIÓN CORREGIDA:	-12,4 X <sup>2</sup> + 96,02 X + 0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN:	M-20%-03-03
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	21 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,11
ALTURA (mm):	302
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,316

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3780	0,05	0,17	21,08	17,68
7900	0,08	0,26	44,06	27,87
9000	0,11	0,36	50,19	37,75
11000	0,15	0,50	61,34	50,42
14000	0,18	0,60	78,07	59,56
17900	0,29	0,96	99,82	90,36
18600	0,32	1,06	103,73	98,03
20600	0,36	1,19	114,88	107,76
21100	0,40	1,32	117,67	116,92
23600	0,45	1,49	131,61	127,59
24000	0,49	1,62	133,84	135,50
26100	0,55	1,82	145,55	146,30
27900	0,61	2,02	155,59	155,84
28500	0,65	2,15	158,94	161,50
30500	0,72	2,38	170,09	170,06
32000	0,76	2,52	178,46	174,17
34500	0,85	2,81	192,40	181,38
<b>36100</b>	<b>1,05</b>	<b>3,48</b>	<b>201,32</b>	<b>187,23</b>
34000	1,15	3,81	189,61	184,90
32000	1,18	3,91	178,46	183,51
30000	1,22	4,04	167,30	181,18



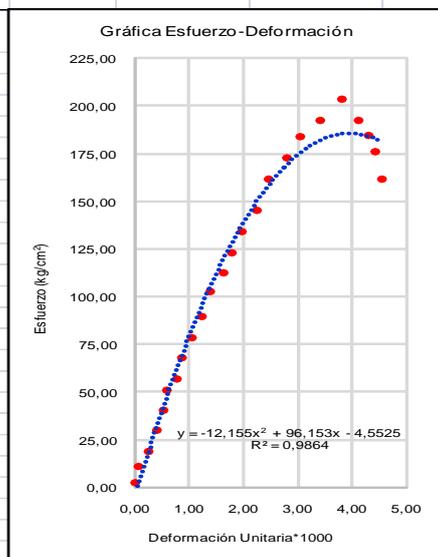
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-16	X <sup>2</sup>	+	106,71	X	+	9,2928
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9866$						
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	201,32						
MÓD. DE ELASTICIDAD:	212831,222						
ECUACIÓN CORREGIDA:	-16	X <sup>2</sup>	+	109,46	X	+	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN:	M-20%-03-04
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	21 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,10
ALTURA (mm):	304
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
430	0,00	0,00	2,40	0,00
2000	0,02	0,07	11,17	6,20
3400	0,08	0,26	18,99	24,16
5400	0,12	0,39	30,15	35,60
7300	0,16	0,53	40,76	46,63
9180	0,18	0,59	51,26	51,99
10130	0,23	0,76	56,57	64,91
12150	0,26	0,86	67,85	72,35
14000	0,32	1,05	78,18	86,53
16000	0,37	1,22	89,35	97,61
18400	0,42	1,38	102,75	108,04
20200	0,50	1,64	112,80	123,36
22000	0,54	1,78	122,85	130,39
24000	0,60	1,97	134,02	140,14
26000	0,68	2,24	145,19	151,67
28900	0,75	2,47	161,38	160,38
31000	0,85	2,80	173,11	170,58
32900	0,93	3,06	183,72	176,85
34500	1,04	3,42	192,65	182,73
<b>36400</b>	<b>1,16</b>	<b>3,82</b>	<b>203,26</b>	<b>185,50</b>
34500	1,25	4,11	192,65	185,10
33000	1,31	4,31	184,28	183,64
31500	1,35	4,44	175,90	182,15
29000	1,38	4,54	161,94	180,75



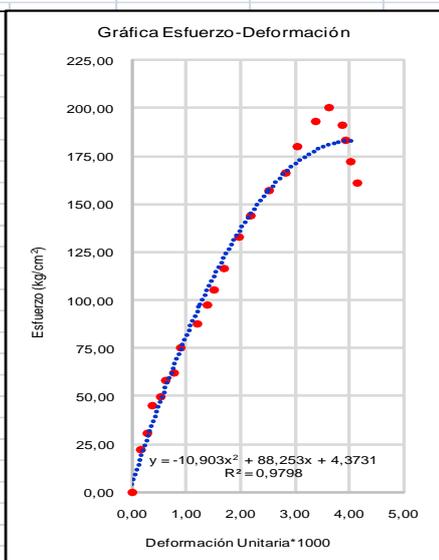
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-12,2 X^2 + 96,153 X - 4,5525$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0.9864$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	203,26
MÓD. DE ELASTICIDAD:	213855,104
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-12,2 X^2 + 95,00 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN:	M-20%-03-05
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	21 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,15
ALTURA (mm):	299
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	180,267

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4000	0,05	0,17	22,19	14,63
5560	0,08	0,27	30,84	23,12
8100	0,11	0,37	44,93	31,39
9000	0,16	0,54	49,93	44,68
10500	0,18	0,60	58,25	49,82
11200	0,23	0,77	62,13	62,26
13500	0,27	0,90	74,89	71,77
15800	0,36	1,20	87,65	91,75
17600	0,41	1,37	97,63	101,99
19000	0,45	1,51	105,40	109,74
21000	0,51	1,71	116,49	120,64
23900	0,59	1,97	132,58	133,81
26000	0,65	2,17	144,23	142,66
28300	0,75	2,51	156,99	155,46
30000	0,85	2,84	166,42	165,83
32500	0,91	3,04	180,29	170,87
34800	1,01	3,38	193,05	177,33
<b>36100</b>	<b>1,08</b>	<b>3,61</b>	<b>200,26</b>	<b>180,40</b>
34500	1,16	3,88	191,38	182,45
33000	1,18	3,95	183,06	182,72
31000	1,20	4,01	171,97	182,89
29000	1,24	4,15	160,87	182,93



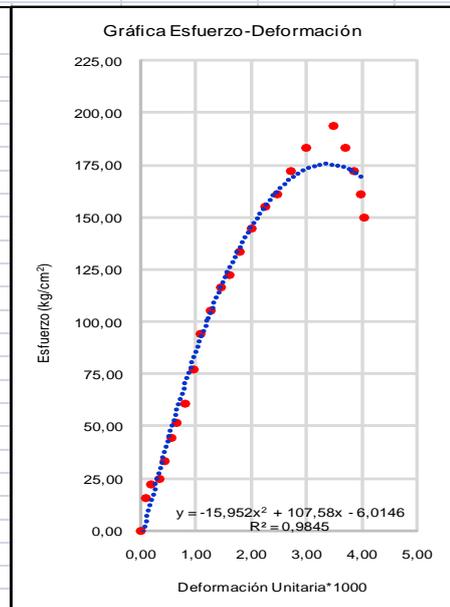
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-10,9 X <sup>2</sup> + 88,253 X + 4,3731
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9798
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	200,26
MÓD. DE ELASTICIDAD:	212269,083
ECUACIÓN CORREGIDA:	-10,9 X <sup>2</sup> + 89,33 X + 0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN:	M-20%-03-06		
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I		
EDAD:	21 DIAS		
DIÁMETRO (cm):	15,15		
ALTURA (mm):	301		
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	180,267		

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2800	0,03	0,10	15,53	10,38
4000	0,06	0,20	22,19	20,45
4500	0,10	0,33	24,96	33,38
6000	0,13	0,43	33,28	42,71
8000	0,17	0,56	44,38	54,66
9300	0,20	0,66	51,59	63,24
11000	0,24	0,80	61,02	74,20
13900	0,29	0,96	77,11	87,11
17000	0,33	1,10	94,30	96,80
19000	0,38	1,26	105,40	108,12
21000	0,44	1,46	116,49	120,54
22000	0,48	1,59	122,04	128,12
24100	0,54	1,79	133,69	138,43
26000	0,60	1,99	144,23	147,47
27900	0,68	2,26	154,77	157,56
29000	0,74	2,46	160,87	163,65
31000	0,82	2,72	171,97	169,79
33000	0,90	2,99	183,06	173,67
<b>34870</b>	<b>1,05</b>	<b>3,49</b>	<b>193,44</b>	<b>174,89</b>
33000	1,12	3,72	183,06	172,74
31000	1,16	3,85	171,97	170,74
29000	1,20	3,99	160,87	168,18
27000	1,22	4,05	149,78	166,69



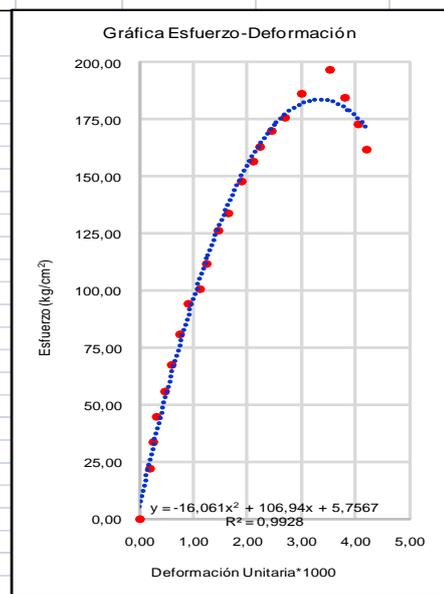
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-16 X <sup>2</sup> + 107,58 X + -6,0146
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9845
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	193,44
MÓD. DE ELASTICIDAD:	208621,526
ECUACIÓN CORREGIDA:	-16 X <sup>2</sup> + 105,78 X + 0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN:	M-20%-03-07
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	21 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,10
ALTURA (mm):	305
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4000	0,06	0,20	22,34	20,75
6000	0,08	0,26	33,50	27,39
8000	0,10	0,33	44,67	33,90
10000	0,14	0,46	55,84	46,49
12100	0,18	0,59	67,57	58,53
14500	0,23	0,75	80,97	72,80
16900	0,28	0,92	94,37	86,21
18000	0,34	1,11	100,51	101,17
20000	0,38	1,25	111,68	110,44
22600	0,45	1,48	126,20	125,35
24000	0,50	1,64	134,02	134,96
26500	0,58	1,90	147,98	148,54
28000	0,64	2,10	156,36	157,28
29200	0,68	2,23	163,06	162,41
30400	0,75	2,46	169,76	170,07
31500	0,82	2,69	175,90	176,03
33400	0,92	3,02	186,51	181,61
<b>35240</b>	<b>1,08</b>	<b>3,54</b>	<b>196,78</b>	<b>183,37</b>
33000	1,16	3,80	184,28	180,93
31000	1,24	4,07	173,11	176,28
29000	1,28	4,20	161,94	173,12



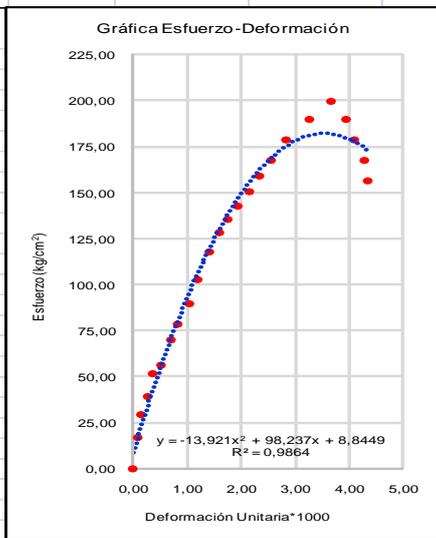
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-16,1 X^2 + 106,94 X + 5,7567$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9928$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	196,78
MÓD. DE ELASTICIDAD:	210419,933
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-16,1 X^2 + 108,66 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN:	M-20%-03-09
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	21 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,10
ALTURA (mm):	300
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079

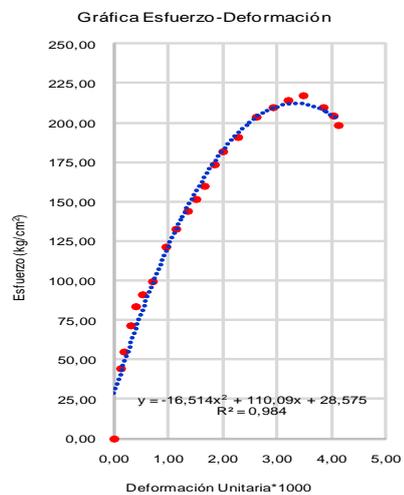
CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3000	0,02	0,07	16,75	6,65
5200	0,04	0,13	29,04	13,18
7000	0,08	0,27	39,09	25,87
9200	0,11	0,37	51,37	35,06
10000	0,15	0,50	55,84	46,88
12500	0,21	0,70	69,80	63,68
14000	0,25	0,83	78,18	74,26
16000	0,31	1,03	89,35	89,21
18400	0,36	1,20	102,75	100,81
21100	0,42	1,40	117,83	113,71
23000	0,48	1,60	128,43	125,50
24300	0,52	1,73	135,69	132,74
25500	0,58	1,93	142,40	142,68
27000	0,64	2,13	150,77	151,50
28500	0,70	2,33	159,15	159,20
30000	0,76	2,53	167,52	165,80
32000	0,85	2,83	178,69	173,60
34000	0,98	3,27	189,86	180,44
<b>35700</b>	<b>1,10</b>	<b>3,67</b>	<b>199,35</b>	<b>182,12</b>
34000	1,18	3,93	189,86	180,76
32000	1,23	4,10	178,69	178,91
30000	1,28	4,27	167,52	176,28
28000	1,30	4,33	156,36	175,02



ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-13,9 X^2 + 98,237 X + 8,8449$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9864$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	199,35
MÓD. DE ELASTICIDAD:	211788,823
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-13,9 X^2 + 100,71 X + 0$

## EDAD 28 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
Diseño mezcla con concreto reciclado 20%				
COD. ESPÉCIMEN:	M-20%-04-01			
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I			
EDAD:	28 DIAS			
DIÁMETRO (cm):	15,20			
ALTURA (mm):	301			
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458			
CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0,00	0,00	0,00	0,00
8000	0,04	0,13	44,09	15,39
10000	0,06	0,20	55,11	22,86
13000	0,09	0,30	71,64	33,80
15100	0,12	0,40	83,21	44,42
16500	0,16	0,53	90,93	58,07
18000	0,21	0,70	99,20	74,31
22000	0,29	0,96	121,24	98,42
24000	0,34	1,13	132,26	112,31
26100	0,41	1,36	143,83	130,23
27500	0,45	1,50	151,55	139,68
29000	0,50	1,66	159,82	150,67
31500	0,56	1,86	173,59	162,67
33000	0,60	1,99	181,86	169,94
34600	0,69	2,29	190,68	184,19
36900	0,79	2,62	203,35	196,58
38000	0,88	2,92	209,41	204,63
38900	0,96	3,19	214,37	209,33
<b>39380</b>	<b>1,05</b>	<b>3,49</b>	<b>217,02</b>	<b>211,85</b>
38000	1,16	3,85	209,41	210,93
37000	1,21	4,02	203,90	209,07
36000	1,24	4,12	198,39	207,52
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-16,4 X^2 + 109,72 X + 28,575$			
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,984$			
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	217,02			
MÓD. DE ELASTICIDAD:	220973,699			
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-16,4 X^2 + 117,96 X + 0$			

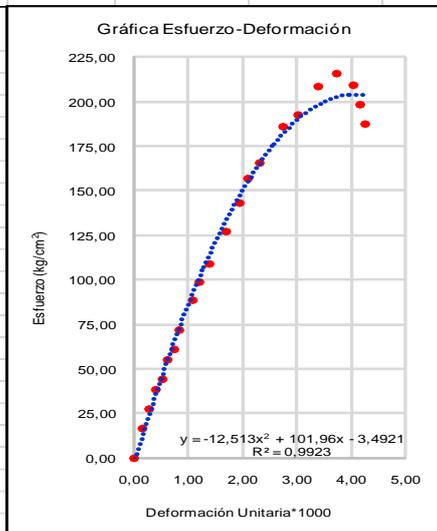


## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN:	M-20%-04-02
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	28 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,20
ALTURA (mm):	300
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3000	0,05	0,17	16,53	16,50
5000	0,08	0,27	27,55	26,07
7000	0,12	0,40	38,58	38,44
8000	0,16	0,53	44,09	50,36
10000	0,19	0,63	55,11	59,01
11000	0,22	0,73	60,62	67,41
13000	0,25	0,83	71,64	75,56
16000	0,32	1,07	88,17	93,60
17900	0,36	1,20	98,65	103,30
19800	0,42	1,40	109,12	117,01
23000	0,51	1,70	126,75	135,71
26000	0,58	1,93	143,28	148,69
28500	0,63	2,10	157,06	157,13
30000	0,69	2,30	165,33	166,33
33800	0,82	2,73	186,27	182,85
35000	0,91	3,03	192,88	191,53
37900	1,02	3,40	208,86	199,09
<b>39145</b>	<b>1,12</b>	<b>3,73</b>	<b>215,72</b>	<b>203,03</b>
38000	1,21	4,03	209,41	204,21
36000	1,25	4,17	198,39	204,01
34000	1,28	4,27	187,37	203,56



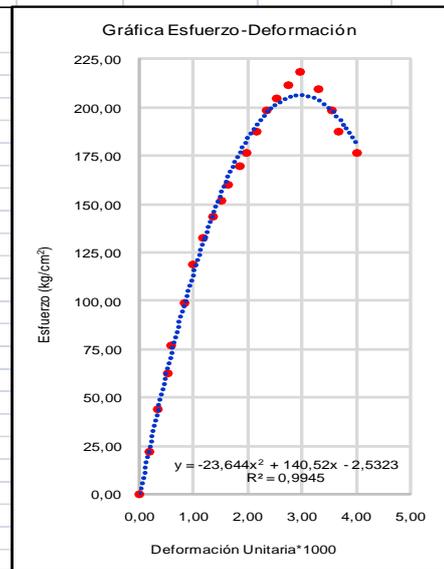
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-12,5 X^2 + 101,96 X - 3,4921$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9923$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	215,72
MÓD. DE ELASTICIDAD:	220313,383
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-12,5 X^2 + 101,10 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN:	M-20%-04-03
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	28 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,20
ALTURA (mm):	299
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4000	0,06	0,20	22,04	27,38
8000	0,10	0,33	44,09	44,54
11300	0,16	0,54	62,27	68,61
14000	0,18	0,60	77,15	76,20
18000	0,25	0,84	99,20	101,00
21500	0,30	1,00	118,48	117,07
24000	0,35	1,17	132,26	131,76
26100	0,41	1,37	143,83	147,56
27500	0,45	1,51	151,55	157,00
29000	0,49	1,64	159,82	165,55
30800	0,55	1,84	169,74	176,72
32000	0,59	1,97	176,35	183,07
34000	0,65	2,17	187,37	190,94
36000	0,70	2,34	198,39	195,98
37100	0,76	2,54	204,45	200,21
38400	0,82	2,74	211,62	202,45
<b>39590</b>	<b>0,89</b>	<b>2,98</b>	<b>218,18</b>	<b>202,56</b>
38000	0,99	3,31	209,41	198,03
36000	1,06	3,55	198,39	191,58
34000	1,10	3,68	187,37	186,68
32000	1,20	4,01	176,35	170,57



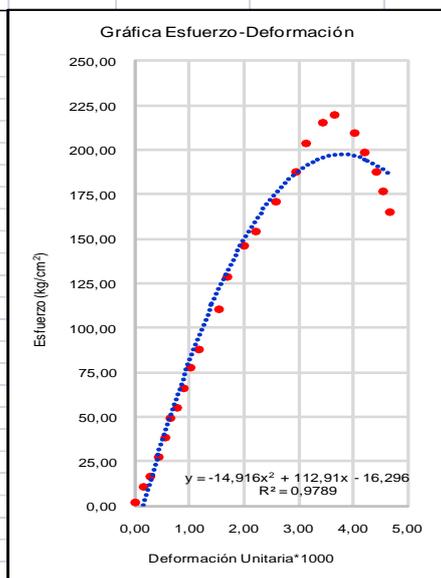
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-24,6 X^2 + 140,52 X + 2,5323$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9945$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	218,18
MÓD. DE ELASTICIDAD:	221562,104
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-24,6 X^2 + 141,41 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN:	M-20%-04-04
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	28 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,20
ALTURA (mm):	306
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
430	0,00	0,00	2,37	0,00
2000	0,05	0,16	11,02	17,33
3000	0,09	0,29	16,53	30,63
5000	0,13	0,42	27,55	43,41
7000	0,17	0,56	38,58	55,68
9000	0,20	0,65	49,60	64,56
10000	0,24	0,78	55,11	75,94
12000	0,27	0,88	66,13	84,14
14100	0,31	1,01	77,70	94,63
16000	0,36	1,18	88,17	107,02
20000	0,47	1,54	110,22	131,49
23400	0,52	1,70	128,96	141,34
26500	0,61	1,99	146,04	157,05
28000	0,68	2,22	154,31	167,49
31000	0,79	2,58	170,84	180,75
34000	0,90	2,94	187,37	190,14
36900	0,96	3,14	203,35	193,64
39000	1,05	3,43	214,93	196,74
<b>39800</b>	<b>1,12</b>	<b>3,66</b>	<b>219,33</b>	<b>197,37</b>
38000	1,23	4,02	209,41	195,20
36000	1,29	4,22	198,39	192,39
34000	1,35	4,41	187,37	188,44
32000	1,39	4,54	176,35	185,17
30000	1,43	4,67	165,33	181,38



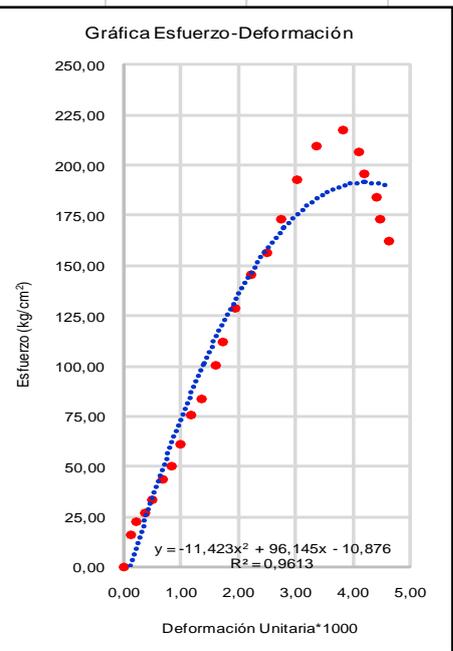
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-14,9 X^2 + 112,91 X - 16,296$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9789$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	219,33
MÓD. DE ELASTICIDAD:	222148,951
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-14,9 X^2 + 108,52 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN:	M-20%-04-06
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	28 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,10
ALTURA (mm):	304
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2800	0,04	0,13	15,64	12,27
4000	0,07	0,23	22,34	21,21
4800	0,11	0,36	26,80	32,78
6000	0,15	0,49	33,50	43,95
7800	0,21	0,69	43,56	59,95
9000	0,25	0,82	50,26	70,11
11000	0,30	0,99	61,43	82,26
13600	0,36	1,18	75,94	96,00
15000	0,41	1,35	83,76	106,77
18000	0,49	1,61	100,51	122,69
20000	0,53	1,74	111,68	130,05
23000	0,59	1,94	128,44	140,34
26000	0,68	2,24	145,19	154,08
28000	0,76	2,50	156,36	164,59
31000	0,84	2,76	173,11	173,50
34500	0,92	3,03	192,65	180,81
37500	1,02	3,36	209,41	187,68
<b>39000</b>	<b>1,16</b>	<b>3,82</b>	<b>217,78</b>	<b>193,10</b>
37000	1,25	4,11	206,61	193,99
35000	1,28	4,21	195,44	193,84
33000	1,34	4,41	184,28	192,85
31000	1,36	4,47	173,11	192,32
29000	1,41	4,64	161,94	190,56



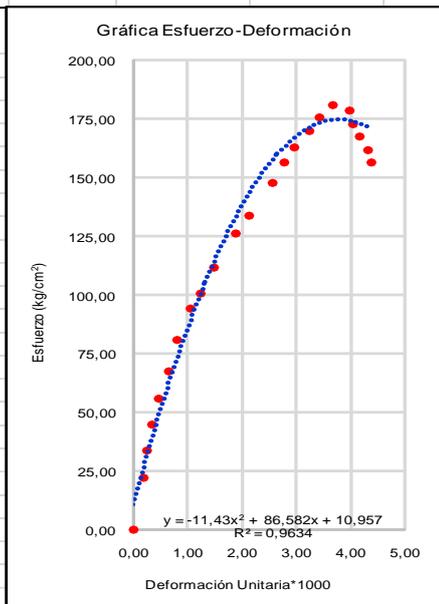
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-11,6 X <sup>2</sup> +	97,432 X +	-11,021
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0.9613		
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	217,78		
MÓD. DE ELASTICIDAD:	221361,289		
ECUACIÓN CORREGIDA:	-11,6 X <sup>2</sup> +	94,78 X +	0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN:	M-20%-04-07
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	28 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,10
ALTURA (mm):	306
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (mm/cm)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4000	0,06	0,20	22,34	17,69
6000	0,08	0,26	33,50	23,38
8000	0,10	0,33	44,67	28,97
10000	0,14	0,46	55,84	39,84
12100	0,20	0,65	67,57	55,38
14500	0,25	0,82	80,97	67,63
16900	0,32	1,05	94,37	83,71
18000	0,38	1,24	100,51	96,49
20000	0,45	1,47	111,68	110,25
22600	0,58	1,90	126,20	132,47
24000	0,65	2,12	134,02	142,64
26500	0,78	2,55	147,98	158,22
28000	0,85	2,78	156,36	164,82
29200	0,91	2,97	163,06	169,49
30400	0,99	3,24	169,76	174,27
31500	1,05	3,43	175,90	176,79
32400	1,12	3,66	180,93	178,56
<b>39160</b>	<b>1,16</b>	<b>3,79</b>	<b>218,67</b>	<b>179,02</b>
32000	1,22	3,99	178,69	178,93
31000	1,24	4,05	173,11	178,70
30000	1,28	4,18	167,52	177,92
29000	1,32	4,31	161,94	176,74
28000	1,34	4,38	156,36	175,99



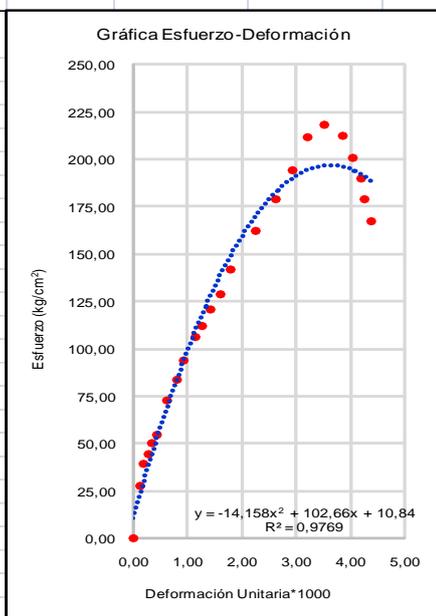
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-12 X <sup>2</sup> + 89,443 X + 11,825
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0.986
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	218,67
MÓD. DE ELASTICIDAD:	221814,898
ECUACIÓN CORREGIDA:	-12 X <sup>2</sup> + 92,55 X + 0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN:	M-20%-04-08		
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I		
EDAD:	28 DIAS		
DIÁMETRO (cm):	15,10		
ALTURA (mm):	300		
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079		

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
5000	0,04	0,13	27,92	13,83
7000	0,06	0,20	39,09	20,56
8000	0,08	0,27	44,67	27,16
9000	0,10	0,33	50,26	33,63
9800	0,13	0,43	54,72	43,10
13000	0,19	0,63	72,59	61,21
15000	0,24	0,80	83,76	75,42
16800	0,28	0,93	93,81	86,23
19000	0,34	1,13	106,10	101,50
20000	0,38	1,27	111,68	111,05
21600	0,43	1,43	120,62	122,28
23000	0,48	1,60	128,44	132,73
25400	0,54	1,80	141,84	144,22
29000	0,68	2,27	161,94	166,64
32000	0,79	2,63	178,69	179,92
34800	0,88	2,93	194,33	187,96
37900	0,96	3,20	211,64	192,97
<b>39130</b>	<b>1,06</b>	<b>3,53</b>	<b>218,51</b>	<b>196,39</b>
38000	1,16	3,87	212,20	196,67
36000	1,21	4,03	201,03	195,63
34000	1,26	4,20	189,86	193,80
32000	1,28	4,27	178,69	192,85
30000	1,32	4,40	167,52	190,57



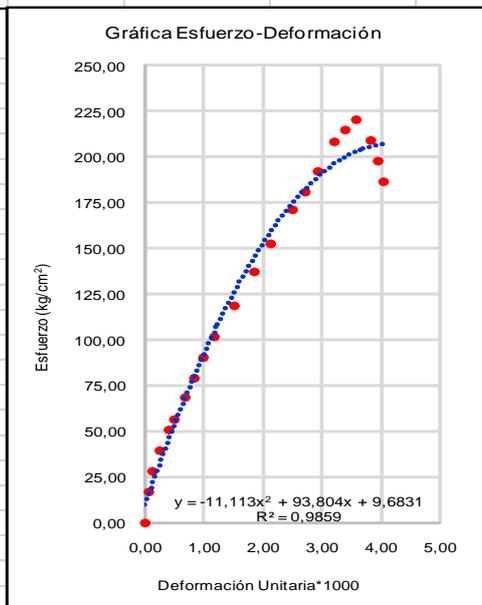
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-14,2 X^2 + 102,66 X + 10,84$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9769$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	218,51
MÓD. DE ELASTICIDAD:	221729,917
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-14,2 X^2 + 105,61 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 20%

COD. ESPÉCIMEN:	M-20%-04-09
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	28 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,00
ALTURA (mm):	303
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	176,715

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (ka/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3000	0,02	0,07	16,98	6,29
5000	0,04	0,13	28,29	12,49
6900	0,08	0,26	39,05	24,59
9000	0,12	0,40	50,93	36,30
10000	0,15	0,50	56,59	44,84
12100	0,21	0,69	68,47	61,25
14000	0,25	0,83	79,22	71,70
16000	0,30	0,99	90,54	84,23
18000	0,36	1,19	101,86	98,46
21000	0,46	1,52	118,84	120,24
24300	0,56	1,85	137,51	139,60
27000	0,65	2,15	152,79	154,95
30200	0,76	2,51	170,90	171,05
32000	0,82	2,71	181,08	178,60
34000	0,89	2,94	192,40	186,31
36800	0,97	3,20	208,25	193,66
38000	1,03	3,40	215,04	198,16
<b>38900</b>	<b>1,09</b>	<b>3,60</b>	<b>220,13</b>	<b>201,79</b>
37000	1,16	3,83	209,38	204,92
35000	1,20	3,96	198,06	206,17
33000	1,23	4,06	186,74	206,86



ECUACIÓN (ESFUERZO):	-11,1 X <sup>2</sup> + 93,804 X + 9,6831
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9859
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	220,13
MÓD. DE ELASTICIDAD:	222551,159
ECUACIÓN CORREGIDA:	-11,1 X <sup>2</sup> + 96,07 X + 0

## DISEÑO MEZCLA CON CONCRETO RECICLADO 50%

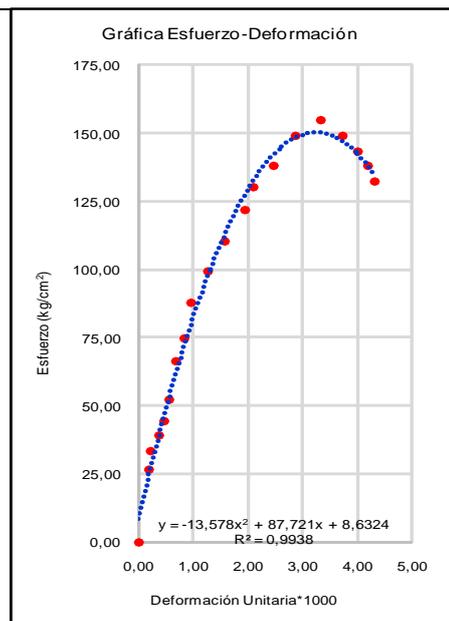
EDAD DE 7 DIAS

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

#### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN:	M-50%-01-01
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	7 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,20
ALTURA (mm):	301
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4800	0,06	0,20	26,45	17,47
6000	0,07	0,23	33,07	20,28
7100	0,11	0,37	39,13	31,21
8000	0,14	0,47	44,09	39,09
9500	0,17	0,56	52,35	46,70
12000	0,20	0,66	66,13	54,04
13500	0,25	0,83	74,40	65,68
15900	0,29	0,96	87,62	74,45
18000	0,38	1,26	99,20	92,43
20000	0,47	1,56	110,22	107,98
22100	0,58	1,93	121,79	123,69
23600	0,63	2,09	130,06	129,63
25000	0,74	2,46	137,77	140,07
27000	0,86	2,86	148,79	147,31
<b>28110</b>	<b>1,00</b>	<b>3,32</b>	<b>154,91</b>	<b>150,31</b>
27000	1,12	3,72	148,79	148,21
26000	1,20	3,99	143,28	144,41
25000	1,26	4,19	137,77	140,30
24000	1,30	4,32	132,26	136,96

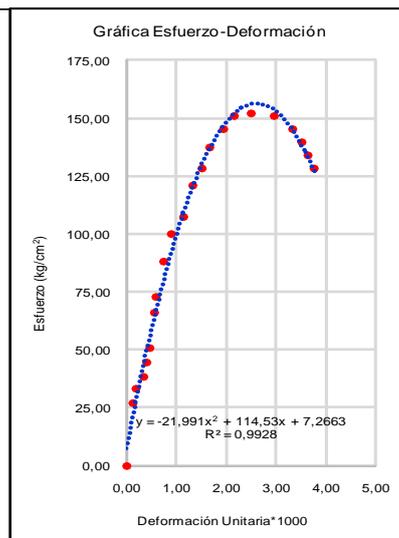


ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-13,6 X^2 + 87,72 X + 8,6324$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9838$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	154,91
MÓD. DE ELASTICIDAD:	186695,200
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-13,6 X^2 + 90,35 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-01-02  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 7 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,10  
 ALTURA (mm): 300  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4800	0,04	0,13	26,80	15,25
5900	0,06	0,20	32,95	22,58
6800	0,10	0,33	37,97	36,65
8000	0,12	0,40	44,67	43,40
9100	0,14	0,47	50,82	49,94
11800	0,17	0,57	65,89	59,40
13000	0,18	0,60	72,59	62,46
15800	0,22	0,73	88,23	74,18
17900	0,27	0,90	99,96	87,75
19200	0,34	1,13	107,22	104,68
21700	0,40	1,33	121,18	117,29
23000	0,45	1,50	128,44	126,45
24600	0,50	1,67	137,37	134,39
26000	0,58	1,93	145,19	144,56
27000	0,65	2,17	150,77	150,89
<b>27245</b>	<b>0,75</b>	<b>2,50</b>	<b>152,14</b>	<b>155,77</b>
27000	0,89	2,97	150,77	154,41
26000	1,00	3,33	145,19	146,61
25000	1,05	3,50	139,60	141,12
24000	1,09	3,63	134,02	135,84
23000	1,13	3,77	128,44	129,78



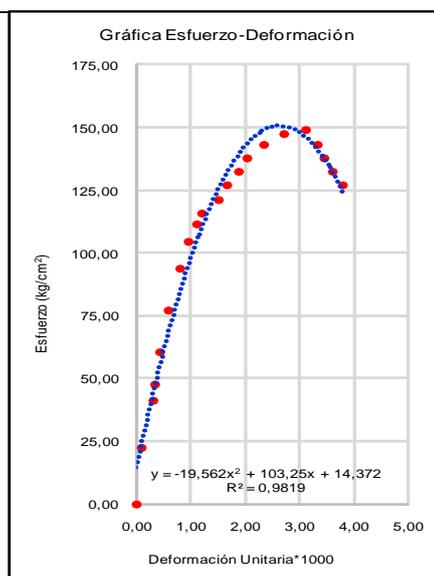
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-22 X^2 + 114,5 X + 7,2663$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0.9928$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	152,14
MÓD. DE ELASTICIDAD:	185017,487
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-22 X^2 + 117,29 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-01-03  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 7 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 299  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4000	0,03	0,10	22,04	10,70
7500	0,09	0,30	41,33	30,90
8600	0,10	0,33	47,39	34,12
11000	0,13	0,43	60,62	43,50
14000	0,18	0,60	77,15	58,26
17000	0,24	0,80	93,69	74,53
18900	0,29	0,97	104,16	86,89
20200	0,33	1,10	111,32	95,99
21000	0,36	1,20	115,73	102,35
22000	0,45	1,51	121,24	119,07
23000	0,50	1,67	126,75	126,83
24000	0,56	1,87	132,26	134,70
25000	0,61	2,04	137,77	140,06
26000	0,70	2,34	143,28	146,93
<b>26690</b>	<b>0,81</b>	<b>2,71</b>	<b>147,09</b>	<b>150,53</b>
27000	0,93	3,11	148,79	148,41
26000	1,00	3,34	143,28	144,26
25000	1,03	3,44	137,77	141,83
24000	1,08	3,61	132,26	136,90
23000	1,14	3,81	126,75	129,54



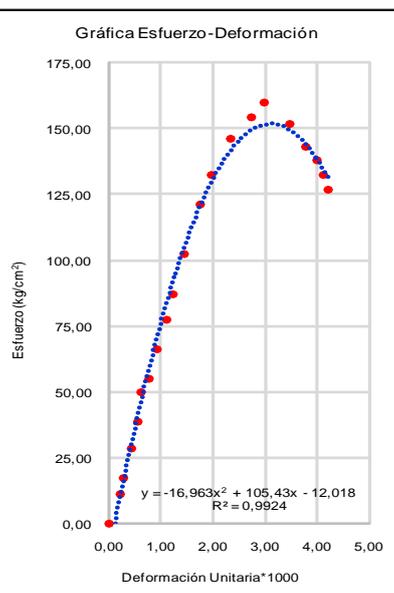
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-19,6 X^2 + 103,3 X + 14,372$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9819$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	148,79
MÓD. DE ELASTICIDAD:	182971,990
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-19,6 X^2 + 108,56 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-01-04  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 7 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 306  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,07	0,23	11,02	22,33
3100	0,09	0,29	17,08	28,38
5200	0,13	0,42	28,66	40,05
7000	0,17	0,56	38,58	51,15
9000	0,19	0,62	49,60	56,48
10000	0,24	0,78	55,11	69,16
12000	0,28	0,92	66,13	78,66
14000	0,34	1,11	77,15	91,82
15800	0,38	1,24	87,07	99,87
18600	0,44	1,44	102,50	110,86
22000	0,54	1,76	121,24	126,27
24000	0,60	1,96	132,26	133,78
26500	0,72	2,35	146,04	144,89
28000	0,84	2,75	154,31	150,77
<b>28980</b>	<b>0,91</b>	<b>2,97</b>	<b>159,71</b>	<b>151,80</b>
27500	1,06	3,46	151,55	148,01
26000	1,16	3,79	143,28	140,96
25000	1,22	3,99	137,77	134,99
24000	1,26	4,12	132,26	130,29
23000	1,29	4,22	126,75	126,38



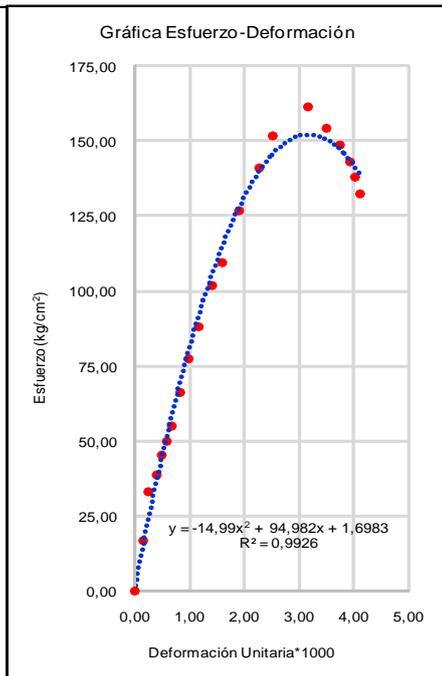
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-17 X^2 + 105,4 X + -12,018$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9924$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	159,71
MÓD. DE ELASTICIDAD:	189562,279
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-17 X^2 + 101,49 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-01-05  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 7 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 301  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3000	0,04	0,13	16,53	12,43
6000	0,07	0,23	33,07	21,40
7000	0,12	0,40	38,58	35,70
8200	0,15	0,50	45,19	43,88
9000	0,17	0,56	49,60	49,16
10000	0,20	0,66	55,11	56,85
12000	0,25	0,83	66,13	68,99
14000	0,29	0,96	77,15	78,11
16000	0,35	1,16	88,17	90,80
18500	0,42	1,40	101,95	104,09
19900	0,48	1,59	109,67	114,20
23000	0,57	1,89	126,75	127,12
25600	0,68	2,26	141,08	139,28
27500	0,76	2,52	151,55	145,61
<b>29300</b>	<b>0,95</b>	<b>3,16</b>	<b>161,47</b>	<b>152,14</b>
28000	1,05	3,49	154,31	150,79
27000	1,13	3,75	148,79	147,32
26000	1,18	3,92	143,28	144,08
25000	1,21	4,02	137,77	141,73
24000	1,24	4,12	132,26	139,09



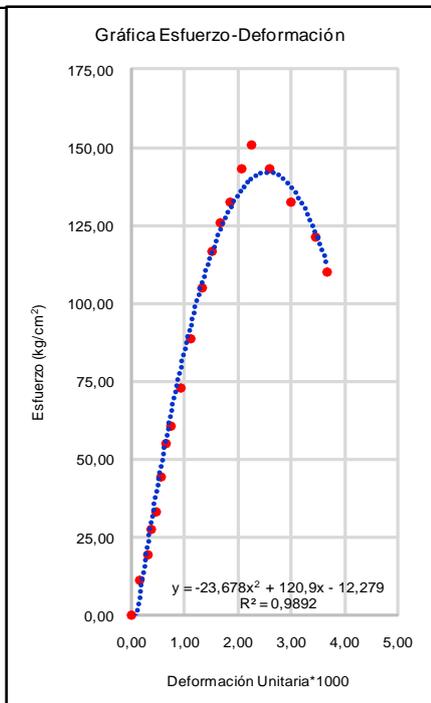
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-15 X^2 + 94,98 X + 1,6983$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9926$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	161,47
MÓD. DE ELASTICIDAD:	190605,988
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-15 X^2 + 95,52 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-01-06  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 7 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,05	0,16	11,02	18,44
3500	0,09	0,30	19,29	32,26
5000	0,11	0,36	27,55	38,87
6000	0,14	0,46	33,07	48,40
8000	0,17	0,56	44,09	57,46
10000	0,20	0,66	55,11	66,06
11000	0,23	0,76	60,62	74,20
13200	0,28	0,92	72,74	86,75
16100	0,34	1,12	88,73	100,11
19000	0,40	1,32	104,71	111,63
21200	0,46	1,51	116,83	121,30
22800	0,51	1,68	125,65	127,95
24000	0,56	1,84	132,26	133,32
26000	0,63	2,07	143,28	138,69
<b>27370</b>	<b>0,69</b>	<b>2,27</b>	<b>150,83</b>	<b>141,29</b>
26000	0,79	2,60	143,28	141,52
24000	0,91	2,99	132,26	135,04
22000	1,05	3,45	121,24	118,15
20000	1,12	3,68	110,22	105,94



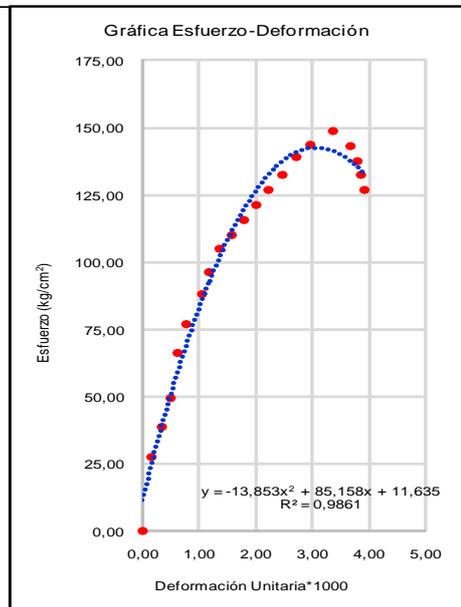
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-23,7 X^2 + 120,9 X + -12,279$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9892$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	150,83
MÓD. DE ELASTICIDAD:	184221,422
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-23,7 X^2 + 115,99 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-01-07  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 7 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 306  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
5000	0,05	0,16	27,55	14,15
7000	0,10	0,33	38,58	27,56
9000	0,15	0,49	49,60	40,23
12000	0,19	0,62	66,13	49,84
14000	0,24	0,78	77,15	61,17
16000	0,32	1,05	88,17	77,78
17500	0,36	1,18	96,44	85,37
19000	0,42	1,37	104,71	95,87
20000	0,48	1,57	110,22	105,31
21000	0,55	1,80	115,73	114,97
22000	0,61	1,99	121,24	122,09
23000	0,68	2,22	126,75	129,06
24000	0,76	2,48	132,26	135,25
25200	0,83	2,71	138,87	139,11
<b>26110</b>	<b>0,91</b>	<b>2,97</b>	<b>143,89</b>	<b>141,75</b>
27000	1,03	3,37	148,79	142,16
26000	1,12	3,66	143,28	139,67
25000	1,16	3,79	137,77	137,79
24000	1,18	3,86	132,26	136,67
23000	1,20	3,92	126,75	135,44



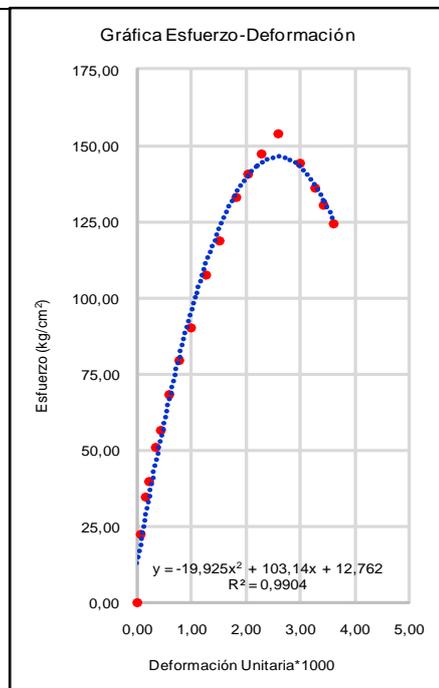
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-13,9 X^2 + 85,16 X + 11,635$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9861$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	148,79
MÓD. DE ELASTICIDAD:	182971,990
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-13,9 X^2 + 88,86 X + 0$

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-01-08  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 7 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,00  
 ALTURA (mm): 300  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 176,715

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4000	0,02	0,07	22,64	7,11
6100	0,05	0,17	34,52	17,44
7000	0,07	0,23	39,61	24,11
9000	0,10	0,33	50,93	33,77
10000	0,13	0,43	56,59	43,04
12100	0,18	0,60	68,47	57,60
14000	0,23	0,77	79,22	71,06
15900	0,30	1,00	89,98	88,03
19000	0,38	1,27	107,52	104,78
21000	0,45	1,50	118,84	117,11
23500	0,55	1,83	132,98	130,95
24800	0,61	2,03	140,34	137,14
26000	0,69	2,30	147,13	142,90
<b>27200</b>	<b>0,78</b>	<b>2,60</b>	<b>153,92</b>	<b>146,00</b>
25500	0,90	3,00	144,30	144,55
24000	0,98	3,27	135,81	140,04
23000	1,03	3,43	130,15	135,79
22000	1,08	3,60	124,49	130,42

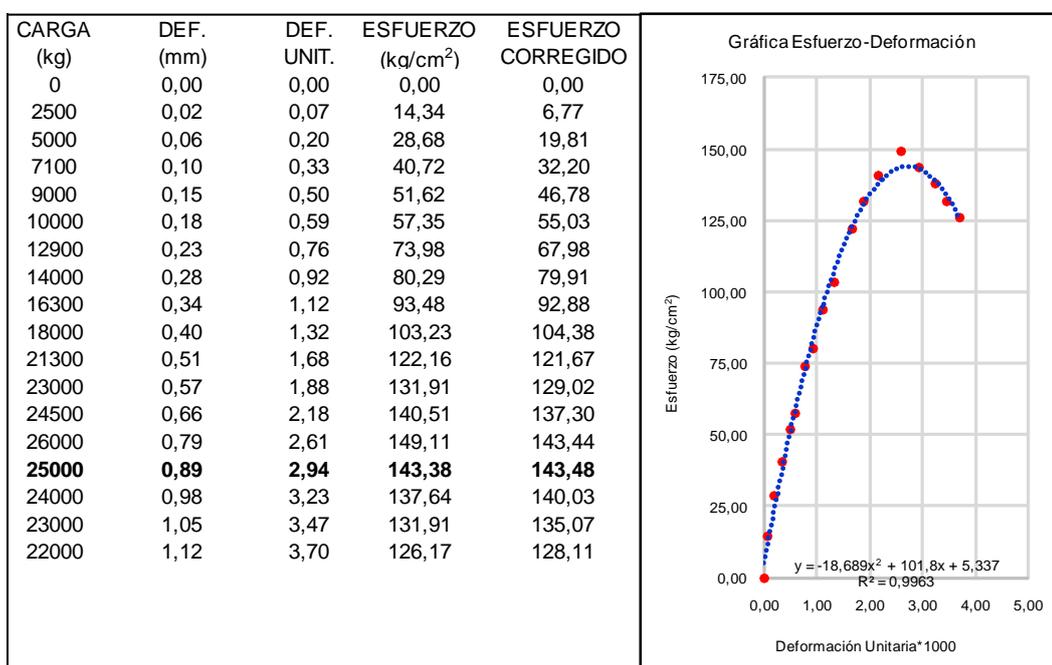


ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-19,9 X^2 + 103,1 X + 12,762$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9904$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	153,92
MÓD. DE ELASTICIDAD:	186097,060
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-19,9 X^2 + 107,96 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-01-09  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 7 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 14,90  
 ALTURA (mm): 303  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 174,366



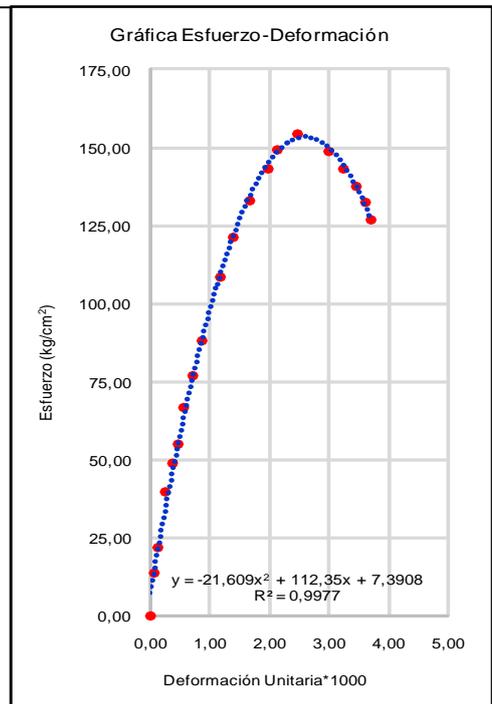
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-18,7 X^2 + 101,8 X + 5,337$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9963$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	149,11
MÓD. DE ELASTICIDAD:	183166,786
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-18,7 X^2 + 103,74 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-01-10  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 7 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2500	0,02	0,07	13,78	7,58
4000	0,04	0,13	22,04	14,98
7200	0,08	0,26	39,68	29,19
8900	0,11	0,36	49,05	39,36
10000	0,14	0,46	55,11	49,10
12100	0,17	0,56	66,68	58,41
14000	0,22	0,72	77,15	72,98
16000	0,26	0,86	88,17	83,79
19700	0,36	1,18	108,56	107,49
22000	0,42	1,38	121,24	119,43
24100	0,51	1,68	132,81	134,15
26000	0,60	1,97	143,28	145,02
27100	0,65	2,14	149,35	149,41
<b>28050</b>	<b>0,75</b>	<b>2,47</b>	<b>154,58</b>	<b>154,63</b>
27000	0,91	2,99	148,79	153,12
26000	0,99	3,26	143,28	147,81
25000	1,05	3,45	137,77	141,84
24000	1,10	3,62	132,26	135,57
23000	1,13	3,72	126,75	131,23



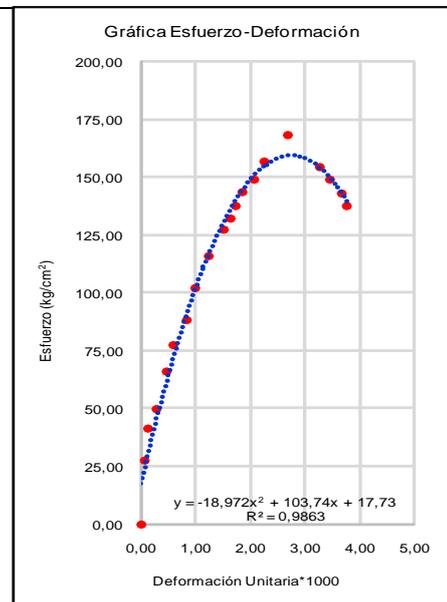
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-21,9 X^2 + 113,9 X + 7,489$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9977$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	154,58
MÓD. DE ELASTICIDAD:	186495,846
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-21,9 X^2 + 116,70 X + 0$

EDAD DE 14 DIAS

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
**Diseño mezcla con concreto reciclado 50%**

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-02-01  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 14 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 300  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0,00	0,00	0,00	0,00
5000	0,02	0,07	27,55	7,25
7500	0,04	0,13	41,33	14,33
9000	0,08	0,27	49,60	27,99
12000	0,14	0,47	66,13	47,22
14000	0,18	0,60	77,15	59,19
16000	0,25	0,83	88,17	78,52
18500	0,30	1,00	101,95	91,06
21000	0,37	1,23	115,73	106,85
23100	0,45	1,50	127,30	122,36
24000	0,49	1,63	132,26	129,11
25000	0,52	1,73	137,77	133,73
26100	0,55	1,83	143,83	137,96
27000	0,62	2,07	148,79	146,37
28500	0,67	2,23	157,06	151,11
<b>30562</b>	<b>0,80</b>	<b>2,67</b>	<b>168,42</b>	<b>158,51</b>
28000	0,98	3,27	154,31	156,99
27000	1,03	3,43	148,79	154,15
26000	1,10	3,67	143,28	148,39
25000	1,13	3,77	137,77	145,29

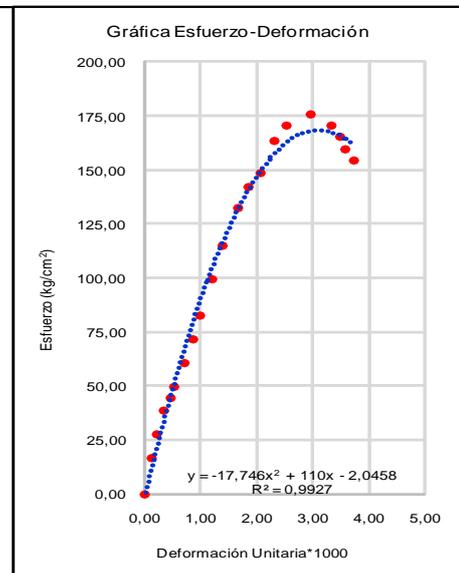


ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-19 X^2 + 103,74 X + 17,73$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9877$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	168,42
MÓD. DE ELASTICIDAD:	194667,574
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-19 X^2 + 110,03 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-02-02  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 14 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 301  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3000	0,04	0,13	16,53	14,22
5000	0,07	0,23	27,55	24,47
7000	0,10	0,33	38,58	34,37
8000	0,14	0,47	44,09	47,02
9000	0,16	0,53	49,60	53,11
11000	0,21	0,70	60,62	67,64
13000	0,26	0,86	71,64	81,20
15000	0,30	1,00	82,66	91,35
18000	0,36	1,20	99,20	105,38
20800	0,42	1,40	114,63	118,01
24000	0,50	1,66	132,26	132,66
25800	0,56	1,86	142,18	141,99
27000	0,62	2,06	148,79	149,92
29600	0,70	2,33	163,12	158,30
31000	0,76	2,52	170,84	162,93
<b>31915</b>	<b>0,89</b>	<b>2,96</b>	<b>175,88</b>	<b>168,14</b>
31000	1,00	3,32	170,84	167,38
30000	1,05	3,49	165,33	165,46
29000	1,08	3,59	159,82	163,85
28000	1,12	3,72	154,31	161,14



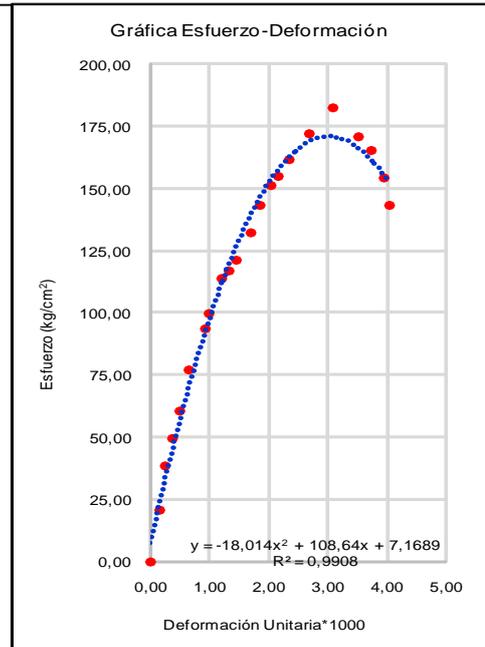
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-17,7 X^2 + 110 X + -2,0458$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9927$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	175,88
MÓD. DE ELASTICIDAD:	198929,941
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-17,7 X^2 + 109,34 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN:	M-50%-02-03
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	14 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,20
ALTURA (mm):	302
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3780	0,05	0,17	20,83	17,88
7000	0,08	0,26	38,58	28,14
9000	0,11	0,36	49,60	38,04
11000	0,15	0,50	60,62	50,68
14000	0,20	0,66	77,15	65,60
17000	0,28	0,93	93,69	87,42
18100	0,30	0,99	99,75	92,48
20600	0,36	1,19	113,52	106,71
21200	0,40	1,32	116,83	115,41
22000	0,44	1,46	121,24	123,47
24000	0,51	1,69	132,26	136,06
26000	0,56	1,85	143,28	143,87
27400	0,62	2,05	151,00	151,94
28100	0,65	2,15	154,86	155,44
29300	0,71	2,35	161,47	161,37
31200	0,81	2,68	171,94	168,11
<b>33060</b>	<b>0,93</b>	<b>3,08</b>	<b>182,19</b>	<b>170,97</b>
31000	1,06	3,51	170,84	167,65
30000	1,13	3,74	165,33	163,10
28000	1,19	3,94	154,31	157,65
26000	1,22	4,04	143,28	154,40



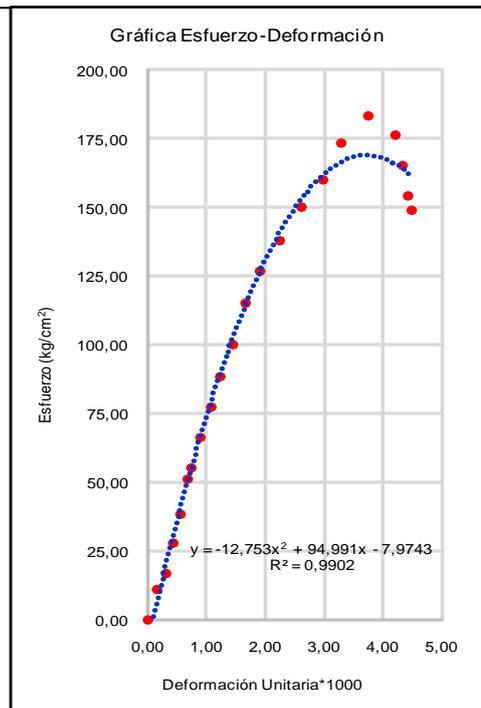
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-18 x^2 + 108,64 X + 7,1689$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0.9908$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	182,19
MÓD. DE ELASTICIDAD:	202466,957
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-18 x^2 + 110,99 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-02-04  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 14 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 299  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,05	0,17	11,02	15,17
3000	0,09	0,30	16,53	26,79
5000	0,13	0,43	27,55	37,95
7000	0,17	0,57	38,58	48,65
9300	0,20	0,67	51,25	56,38
10000	0,22	0,74	55,11	61,40
12000	0,27	0,90	66,13	73,42
14000	0,32	1,07	77,15	84,74
16000	0,37	1,24	88,17	95,34
18200	0,43	1,44	100,30	107,12
20900	0,50	1,67	115,18	119,56
23000	0,57	1,91	126,75	130,61
25000	0,67	2,24	137,77	143,97
27200	0,78	2,61	149,90	155,36
29000	0,89	2,98	159,82	163,31
31500	0,98	3,28	173,59	167,24
<b>33230</b>	<b>1,12</b>	<b>3,75</b>	<b>183,13</b>	<b>168,77</b>
32000	1,26	4,21	176,35	164,70
30000	1,30	4,35	165,33	162,51
28000	1,32	4,41	154,31	161,24
27000	1,34	4,48	148,79	159,86



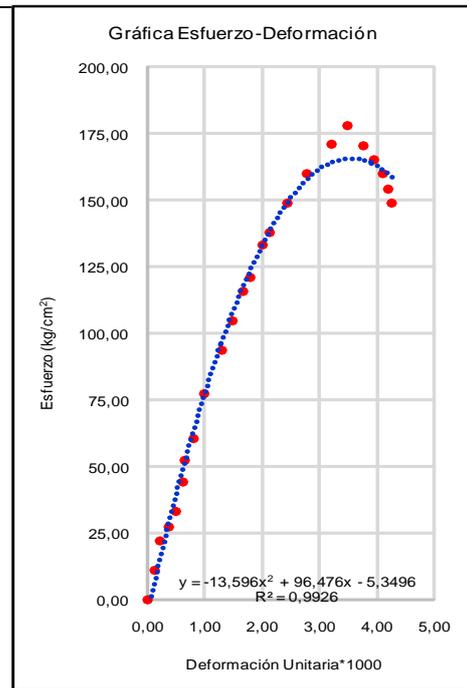
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-12,8 X^2 + 94,991 X + -7,9743$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9902$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	183,13
MÓD. DE ELASTICIDAD:	202986,849
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-12,8 X^2 + 92,83 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-02-06  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 14 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 305  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,04	0,13	11,02	12,19
4000	0,07	0,23	22,04	21,03
5000	0,11	0,36	27,55	32,40
6000	0,15	0,49	33,07	43,31
8000	0,19	0,62	44,09	53,74
9500	0,20	0,66	52,35	56,28
11000	0,25	0,82	60,62	68,52
14000	0,30	0,98	77,15	80,02
17000	0,40	1,31	93,69	100,84
19000	0,45	1,48	104,71	110,15
21000	0,51	1,67	115,73	120,35
22000	0,55	1,80	121,24	126,57
24200	0,61	2,00	133,36	135,01
25000	0,65	2,13	137,77	140,06
27000	0,74	2,43	148,79	149,70
29000	0,85	2,79	159,82	158,26
31100	0,98	3,21	171,39	163,80
<b>32355</b>	<b>1,06</b>	<b>3,48</b>	<b>178,31</b>	<b>164,75</b>
31000	1,15	3,77	170,84	163,58
30000	1,21	3,97	165,33	161,48
29000	1,25	4,10	159,82	159,50
28000	1,28	4,20	154,31	157,70
27000	1,30	4,26	148,79	156,36



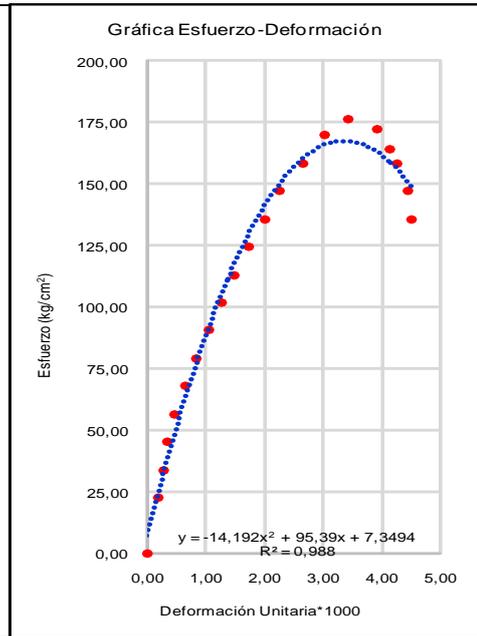
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-13,6 X^2 + 96,218 X + -5,1178$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9926$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	178,31
MÓD. DE ELASTICIDAD:	200296,533
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-13,6 X^2 + 94,76 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-02-07  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 14 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,00  
 ALTURA (mm): 301  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 176,715

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4000	0,06	0,20	22,64	18,88
6000	0,08	0,27	33,95	24,93
8000	0,10	0,33	45,27	30,84
10000	0,14	0,47	56,59	42,30
12000	0,20	0,66	67,91	58,55
14000	0,25	0,83	79,22	71,23
16000	0,32	1,06	90,54	87,67
18000	0,38	1,26	101,86	100,54
20000	0,45	1,50	113,18	114,12
22000	0,52	1,73	124,49	126,17
24000	0,60	1,99	135,81	138,07
26000	0,68	2,26	147,13	147,95
28000	0,80	2,66	158,45	159,02
30000	0,91	3,02	169,77	165,21
<b>31200</b>	<b>1,03</b>	<b>3,42</b>	<b>176,56</b>	<b>167,63</b>
30500	1,18	3,92	172,59	164,32
29000	1,25	4,15	164,11	160,36
28000	1,28	4,25	158,45	158,20
26000	1,34	4,45	147,13	153,02
24000	1,36	4,52	135,81	151,04



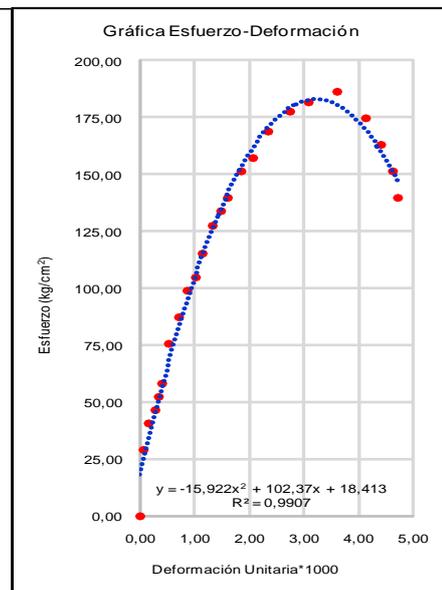
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-14,2 X^2 + 95,39 X + 7,3494$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0.988$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	176,56
MÓD. DE ELASTICIDAD:	199311,499
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-14,2 X^2 + 97,55 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-02-08  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 14 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 14,80  
 ALTURA (mm): 298  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 172,034

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
5000	0,02	0,07	29,06	7,17
7000	0,05	0,17	40,69	17,66
8000	0,08	0,27	46,50	27,83
9000	0,10	0,34	52,32	34,43
10000	0,12	0,40	58,13	40,89
13000	0,16	0,54	75,57	53,37
15000	0,21	0,70	87,19	68,16
17000	0,26	0,87	98,82	82,06
18000	0,30	1,01	104,63	92,53
19800	0,34	1,14	115,09	102,43
21900	0,40	1,34	127,30	116,21
23000	0,44	1,48	133,69	124,67
24000	0,48	1,61	139,51	132,56
26000	0,55	1,85	151,13	144,99
27000	0,62	2,08	156,95	155,66
29000	0,70	2,35	168,57	165,71
30500	0,82	2,75	177,29	176,48
31200	0,92	3,09	181,36	181,50
<b>32090</b>	<b>1,08</b>	<b>3,62</b>	<b>186,53</b>	<b>182,08</b>
30000	1,23	4,13	174,38	174,29
28000	1,32	4,43	162,76	165,75
26000	1,38	4,63	151,13	158,44
24000	1,41	4,73	139,51	154,30



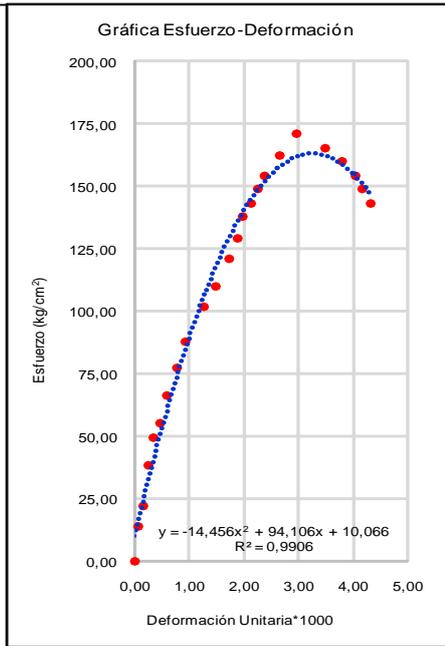
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-15,9 X^2 + 102,37 X + 18,413$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9907$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	186,53
MÓD. DE ELASTICIDAD:	204865,799
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-15,9 X^2 + 107,95 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-02-10  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 14 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 302  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2500	0,02	0,07	13,78	6,37
4000	0,05	0,17	22,04	15,69
7000	0,08	0,26	38,58	24,72
9000	0,10	0,33	49,60	30,58
10000	0,14	0,46	55,11	41,93
12000	0,18	0,60	66,13	52,77
14000	0,23	0,76	77,15	65,60
16000	0,28	0,93	88,17	77,65
18500	0,38	1,26	101,95	99,35
20000	0,45	1,49	110,22	112,66
22000	0,52	1,72	121,24	124,42
23500	0,57	1,89	129,51	131,86
25000	0,60	1,99	137,77	135,95
26000	0,64	2,12	143,28	140,96
27000	0,68	2,25	148,79	145,46
28000	0,72	2,38	154,31	149,45
29500	0,80	2,65	162,57	155,91
<b>31030</b>	<b>0,90</b>	<b>2,98</b>	<b>171,00</b>	<b>161,13</b>
30000	1,05	3,48	165,33	163,02
29000	1,15	3,81	159,82	160,32
28000	1,22	4,04	154,31	156,54
27000	1,26	4,17	148,79	153,69
26000	1,31	4,34	143,28	149,40



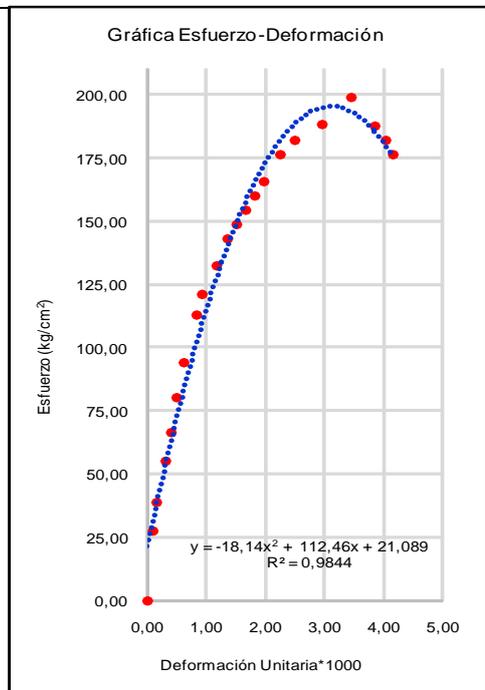
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-14,5 X^2 + 94,106 X + 10,066$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9906$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	171,00
MÓD. DE ELASTICIDAD:	196152,396
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-14,5 X^2 + 97,15 X + 0$

## EDAD 21 DIAS

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-03-01  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 21 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 301  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0,00	0,00	0,00	0,00
5000	0,03	0,10	27,55	11,69
7000	0,05	0,17	38,58	19,28
10000	0,09	0,30	55,11	33,98
12000	0,12	0,40	66,13	44,59
14500	0,15	0,50	79,91	54,83
17000	0,19	0,63	93,69	67,93
20500	0,25	0,83	112,97	86,38
22000	0,28	0,93	121,24	95,06
24000	0,35	1,16	132,26	113,93
26000	0,41	1,36	143,28	128,53
27000	0,45	1,50	148,79	137,47
28000	0,50	1,66	154,31	147,73
29000	0,55	1,83	159,82	157,00
30000	0,59	1,96	165,33	163,70
32000	0,68	2,26	176,35	176,41
33000	0,75	2,49	181,86	184,06
34200	0,89	2,96	188,47	193,47
<b>36100</b>	<b>1,04</b>	<b>3,46</b>	<b>198,94</b>	<b>194,85</b>
34000	1,16	3,85	187,37	189,46
33000	1,21	4,02	181,86	185,51
32000	1,25	4,15	176,35	181,63

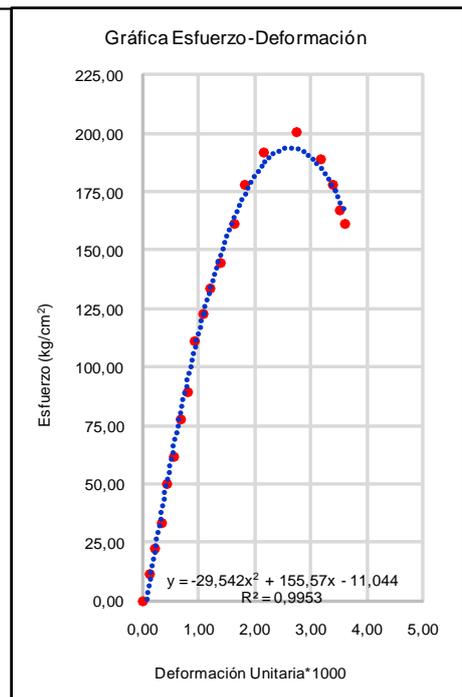


ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-18,1 X^2 + 112,46 X + 21,089$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9844$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	198,94
MÓD. DE ELASTICIDAD:	211571,094
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-18,1 X^2 + 119,07 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-03-02  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 21 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,13  
 ALTURA (mm): 300  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 179,791

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,04	0,13	11,12	19,65
4000	0,07	0,23	22,25	33,70
6000	0,10	0,33	33,37	47,16
9000	0,13	0,43	50,06	60,02
11000	0,17	0,57	61,18	76,26
14000	0,20	0,67	77,87	87,75
16000	0,24	0,80	88,99	102,15
19900	0,28	0,93	110,68	115,50
22000	0,32	1,07	122,36	127,79
24000	0,36	1,20	133,49	139,04
26000	0,42	1,40	144,61	153,94
29000	0,49	1,63	161,30	168,34
32000	0,55	1,83	177,98	178,12
34500	0,65	2,17	191,89	189,17
<b>36050</b>	<b>0,82</b>	<b>2,73</b>	<b>200,51</b>	<b>192,89</b>
34000	0,95	3,17	189,11	182,93
32000	1,02	3,40	177,98	172,97
30000	1,05	3,50	166,86	167,72
29000	1,08	3,60	161,30	161,88



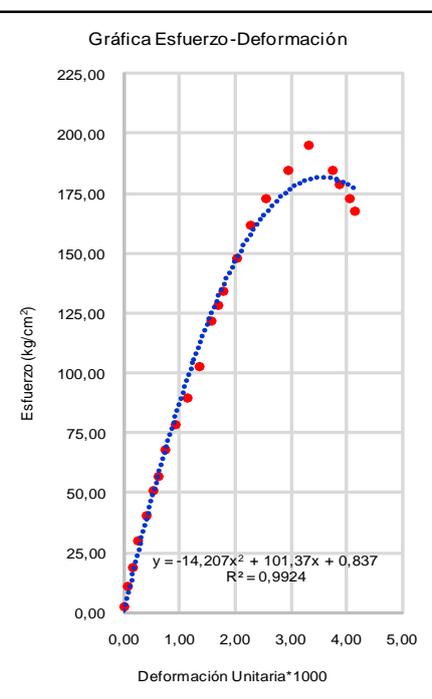
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-29,5 X^2 + 155,57 X + -11,044$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0.9953$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	200,51
MÓD. DE ELASTICIDAD:	212402,696
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-29,5 X^2 + 151,32 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-03-04  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 21 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,10  
 ALTURA (mm): 306  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
430	0,00	0,00	2,40	0,00
2000	0,02	0,07	11,17	15,66
3400	0,05	0,16	18,99	38,92
5400	0,08	0,26	30,15	61,91
7300	0,12	0,39	40,76	92,13
9180	0,16	0,52	51,26	121,87
10130	0,19	0,62	56,57	143,85
12150	0,23	0,75	67,85	172,74
14000	0,28	0,92	78,18	208,17
16000	0,35	1,14	89,35	256,50
18400	0,41	1,34	102,75	296,74
21800	0,48	1,57	121,73	342,30
23000	0,52	1,70	128,44	367,67
24000	0,55	1,80	134,02	386,38
26500	0,62	2,03	147,98	428,97
29000	0,70	2,29	161,94	475,82
31000	0,78	2,55	173,11	520,73
33000	0,90	2,94	184,28	584,46
<b>34880</b>	<b>1,02</b>	<b>3,33</b>	<b>194,77</b>	<b>643,82</b>
33000	1,15	3,76	184,28	703,19
32000	1,19	3,89	178,69	720,42
31000	1,24	4,05	173,11	741,29
30000	1,27	4,15	167,52	753,44



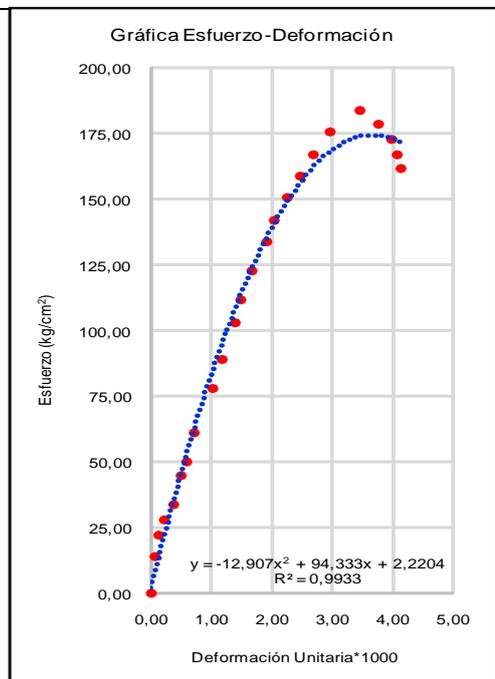
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-14,2 X^2 + 101,37 X + 837$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9924$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	194,77
MÓD. DE ELASTICIDAD:	209342,598
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-14,2 X^2 + 240,50 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-03-06  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 21 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,11  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 179,316

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2500	0,02	0,07	13,94	6,19
4000	0,04	0,13	22,31	12,27
5000	0,07	0,23	27,88	21,18
6000	0,11	0,36	33,46	32,66
8000	0,15	0,49	44,61	43,70
9000	0,18	0,59	50,19	51,69
11000	0,22	0,72	61,34	61,95
14000	0,31	1,02	78,07	83,39
16000	0,36	1,18	89,23	94,33
18500	0,42	1,38	103,17	106,53
20000	0,45	1,48	111,54	112,25
22000	0,51	1,68	122,69	122,95
24000	0,58	1,91	133,84	134,15
25500	0,62	2,04	142,21	139,94
27000	0,69	2,27	150,57	148,99
28500	0,75	2,47	158,94	155,66
30000	0,82	2,70	167,30	162,18
31500	0,90	2,96	175,67	167,94
<b>32975</b>	<b>1,05</b>	<b>3,45</b>	<b>183,89</b>	<b>173,94</b>
32000	1,15	3,78	178,46	174,44
31000	1,21	3,98	172,88	173,40
30000	1,24	4,08	167,30	172,51
29000	1,26	4,14	161,73	171,77



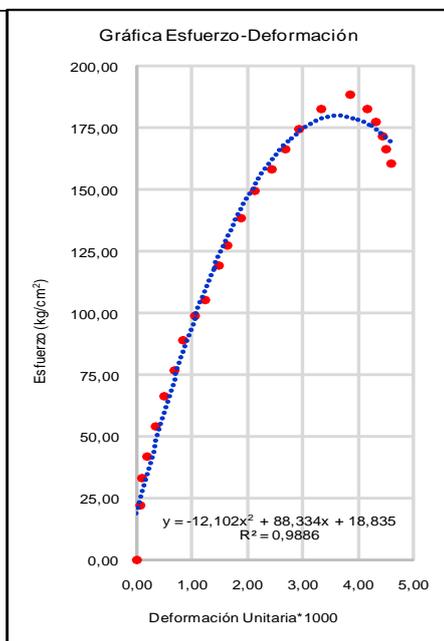
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-12,9 X^2 + 94,333 X + 2,2204$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9933$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	183,89
MÓD. DE ELASTICIDAD:	203410,916
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-12,9 X^2 + 94,94 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-03-07  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 21 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,15  
 ALTURA (mm): 306  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 180,267

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (mm/cm)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4000	0,02	0,07	22,19	6,05
6000	0,03	0,10	33,28	9,04
7500	0,06	0,20	41,61	17,84
9800	0,10	0,33	54,36	29,21
12000	0,15	0,49	66,57	42,85
13900	0,21	0,69	77,11	58,37
16000	0,26	0,85	88,76	70,58
17800	0,32	1,05	98,74	84,39
19000	0,38	1,24	105,40	97,26
21500	0,45	1,47	119,27	111,11
23000	0,50	1,63	127,59	120,23
25000	0,58	1,90	138,68	133,46
27000	0,65	2,12	149,78	143,69
28500	0,75	2,45	158,10	156,10
30000	0,82	2,68	166,42	163,26
31500	0,90	2,94	174,74	169,88
33000	1,02	3,33	183,06	176,71
<b>33995</b>	<b>1,18</b>	<b>3,86</b>	<b>188,58</b>	<b>180,03</b>
33000	1,28	4,18	183,06	178,74
32000	1,32	4,31	177,51	177,50
31000	1,36	4,44	171,97	175,85
30000	1,38	4,51	166,42	174,87
29000	1,41	4,61	160,87	173,20



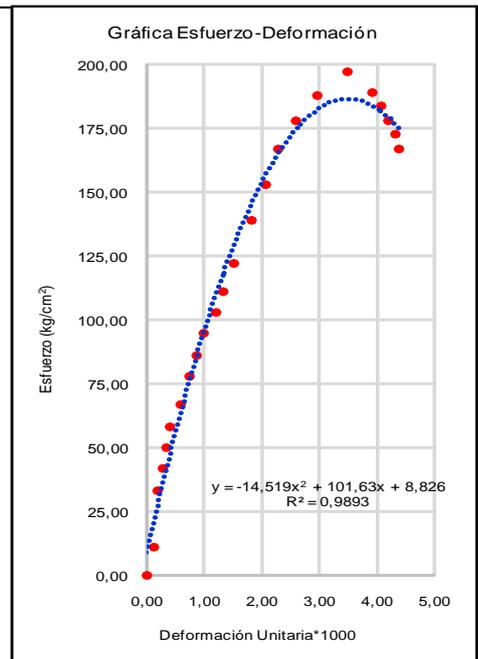
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-12,1 X^2 + 88,334 X + 18,835$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9886$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	188,58
MÓD. DE ELASTICIDAD:	205987,662
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-12,1 X^2 + 93,35 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-03-08  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 21 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,12  
 ALTURA (mm): 300  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 179,553

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,04	0,13	11,14	13,62
6000	0,06	0,20	33,42	20,24
7500	0,08	0,27	41,77	26,73
9000	0,10	0,33	50,12	33,09
10500	0,12	0,40	58,48	39,33
12000	0,18	0,60	66,83	57,25
14000	0,22	0,73	77,97	68,55
15500	0,26	0,87	86,33	79,33
17000	0,30	1,00	94,68	89,60
18500	0,36	1,20	103,03	104,04
20000	0,40	1,33	111,39	113,02
22000	0,45	1,50	122,53	123,51
25000	0,55	1,83	139,23	142,09
27500	0,62	2,07	153,16	153,17
30000	0,69	2,30	167,08	162,67
32000	0,78	2,60	178,22	172,57
33800	0,89	2,97	188,24	181,11
<b>35400</b>	<b>1,05</b>	<b>3,50</b>	<b>197,16</b>	<b>186,57</b>
34000	1,18	3,93	189,36	184,92
33000	1,22	4,07	183,79	183,31
32000	1,26	4,20	178,22	181,19
31000	1,30	4,33	172,65	178,56
30000	1,32	4,40	167,08	177,05



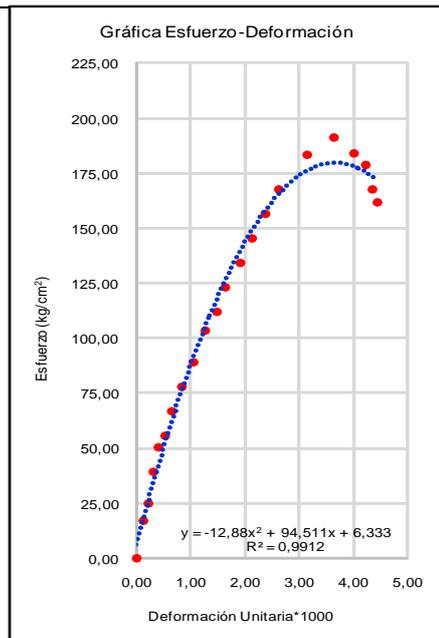
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-14,5 X^2 + 101,63 X + 8,826$
COEF. CORRELACIÓN:	0,9893
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	197,16
MÓD. DE ELASTICIDAD:	210618,327
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-14,5 X^2 + 104,12 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-03-09  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 21 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,10  
 ALTURA (mm): 303  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3000	0,04	0,13	16,75	12,66
4500	0,07	0,23	25,13	21,86
7000	0,09	0,30	39,09	27,85
9000	0,12	0,40	50,26	36,62
10000	0,16	0,53	55,84	47,92
12000	0,20	0,66	67,01	58,76
14000	0,25	0,83	78,18	71,68
16000	0,32	1,06	89,35	88,56
18500	0,38	1,25	103,31	101,93
20000	0,45	1,49	111,68	116,22
22000	0,50	1,65	122,85	125,58
24000	0,58	1,91	134,02	139,08
26000	0,65	2,15	145,19	149,40
28000	0,72	2,38	156,36	158,32
30000	0,80	2,64	167,52	166,82
32800	0,95	3,14	183,16	177,84
<b>34300</b>	<b>1,10</b>	<b>3,63</b>	<b>191,54</b>	<b>182,46</b>
33000	1,22	4,03	184,28	181,55
32000	1,28	4,22	178,69	179,56
30000	1,32	4,36	167,52	177,66
29000	1,35	4,46	161,94	175,94



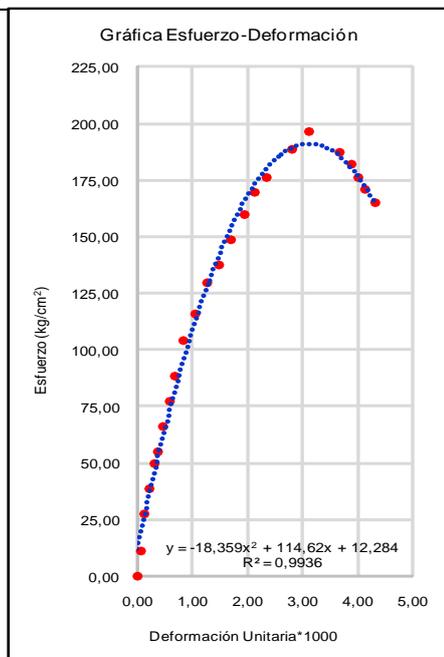
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-13,1 X^2 + 95,931 X + 6,3448$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9912$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	191,54
MÓD. DE ELASTICIDAD:	207594,781
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-13,1 X^2 + 97,64 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-03-10  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 21 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,02	0,07	11,02	7,72
5000	0,04	0,13	27,55	15,27
7000	0,07	0,23	38,58	26,31
9000	0,09	0,30	49,60	33,47
10000	0,11	0,36	55,11	40,47
12000	0,14	0,46	66,13	50,67
14000	0,18	0,59	77,15	63,72
16000	0,21	0,69	88,17	73,09
18900	0,25	0,82	104,16	85,03
21000	0,32	1,05	115,73	104,38
23500	0,39	1,28	129,51	121,79
25000	0,45	1,48	137,77	135,17
27000	0,52	1,71	148,79	148,96
29000	0,59	1,94	159,82	160,81
30800	0,65	2,14	169,74	169,42
32000	0,71	2,34	176,35	176,59
34200	0,85	2,80	188,47	187,77
<b>35630</b>	<b>0,95</b>	<b>3,13</b>	<b>196,35</b>	<b>190,99</b>
34000	1,12	3,68	187,37	187,35
33000	1,18	3,88	181,86	183,32
32000	1,22	4,01	176,35	179,84
31000	1,26	4,14	170,84	175,72
30000	1,31	4,31	165,33	169,68



ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-18,4 X^2 + 114,62 X + 12,284$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9936$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	196,35
MÓD. DE ELASTICIDAD:	210189,318
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-18,4 X^2 + 118,49 X + 0$

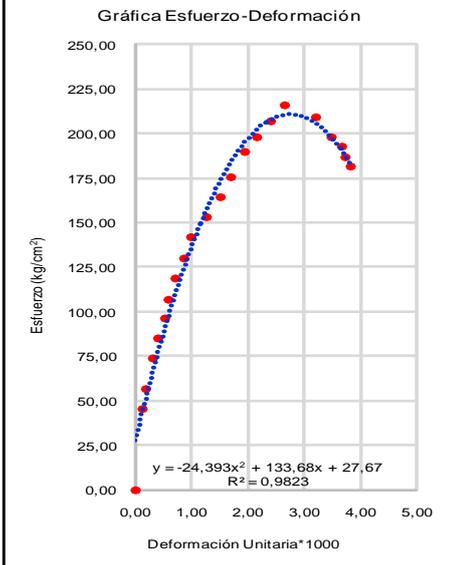
## EDAD 28 DIAS

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

#### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-04-01  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 28 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,00  
 ALTURA (mm): 301  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 176,715

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0,00	0,00	0,00	0,00
8000	0,04	0,13	45,27	18,63
10000	0,06	0,20	56,59	27,62
13000	0,09	0,30	73,56	40,70
15000	0,12	0,40	84,88	53,30
17000	0,16	0,53	96,20	69,35
18900	0,18	0,60	106,95	77,04
21000	0,21	0,70	118,84	88,19
23000	0,26	0,86	130,15	105,69
25000	0,30	1,00	141,47	118,72
27000	0,38	1,26	152,79	142,19
29000	0,45	1,50	164,11	159,90
31000	0,51	1,69	175,42	172,98
33500	0,58	1,93	189,57	185,79
35000	0,65	2,16	198,06	195,97
36500	0,72	2,39	206,55	203,50
<b>38100</b>	<b>0,80</b>	<b>2,66</b>	<b>215,60</b>	<b>208,88</b>
37000	0,96	3,19	209,38	209,30
35000	1,05	3,49	198,06	203,48
34000	1,10	3,65	192,40	198,36
33000	1,12	3,72	186,74	195,94
32000	1,15	3,82	181,08	191,90

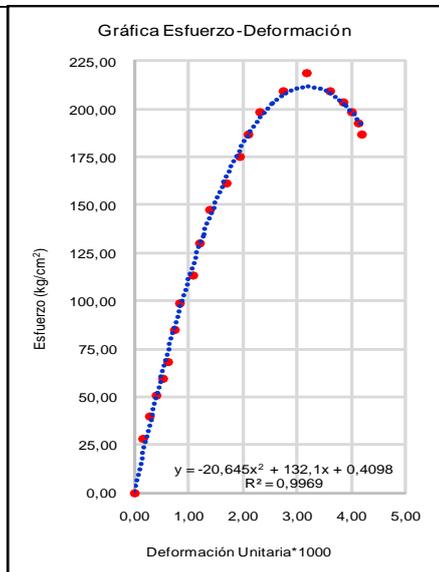


ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-24,4 x^2 + 133,68 x + 27,67$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9823$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	215,60
MÓD. DE ELASTICIDAD:	220250,827
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-24,4 x^2 + 143,42 x + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-04-02  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 28 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,00  
 ALTURA (mm): 300  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 176,715

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
5000	0,05	0,17	28,29	21,46
7000	0,08	0,27	39,61	33,79
9000	0,12	0,40	50,93	49,59
10500	0,16	0,53	59,42	64,65
12000	0,19	0,63	67,91	75,46
15000	0,22	0,73	84,88	85,86
17500	0,25	0,83	99,03	95,85
20000	0,32	1,07	113,18	117,55
23000	0,36	1,20	130,15	128,94
26000	0,42	1,40	147,13	144,66
28500	0,51	1,70	161,28	165,12
31000	0,58	1,93	175,42	178,47
33000	0,63	2,10	186,74	186,63
35000	0,69	2,30	198,06	194,91
37000	0,82	2,73	209,38	207,18
<b>38600</b>	<b>0,95</b>	<b>3,17</b>	<b>218,43</b>	<b>211,70</b>
37000	1,08	3,60	209,38	208,46
36000	1,16	3,87	203,72	202,62
35000	1,20	4,00	198,06	198,59
34000	1,24	4,13	192,40	193,83
33000	1,26	4,20	186,74	191,18



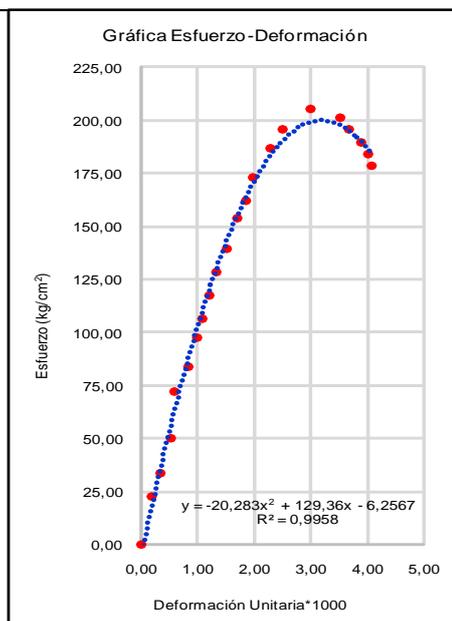
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-20,6 X^2 + 132,1 X + 0,4098$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9969$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	218,43
MÓD. DE ELASTICIDAD:	221691,331
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-20,6 X^2 + 132,23 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-04-03  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 28 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,10  
 ALTURA (mm): 299  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4000	0,06	0,20	22,34	25,53
6000	0,10	0,33	33,50	41,65
9000	0,16	0,54	50,26	64,46
12900	0,18	0,60	72,04	71,70
15000	0,25	0,84	83,76	95,61
17500	0,30	1,00	97,72	111,33
19000	0,32	1,07	106,10	117,30
21000	0,36	1,20	117,27	128,69
23000	0,40	1,34	128,44	139,36
25000	0,45	1,51	139,60	151,68
27500	0,51	1,71	153,56	164,96
29000	0,55	1,84	161,94	172,91
31000	0,59	1,97	173,11	180,13
33500	0,68	2,27	187,07	193,72
35000	0,75	2,51	195,44	201,75
<b>36720</b>	<b>0,90</b>	<b>3,01</b>	<b>205,05</b>	<b>211,47</b>
36000	1,05	3,51	201,03	210,98
35000	1,10	3,68	195,44	208,55
34000	1,16	3,88	189,86	204,13
33000	1,20	4,01	184,28	200,28
32000	1,22	4,08	178,69	198,09



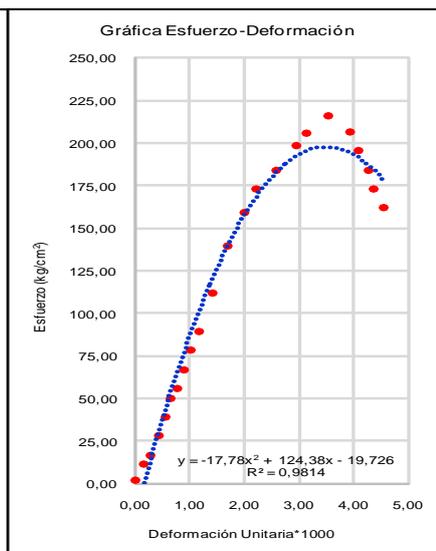
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-20,3 x^2 + 129,36 X + 6,2567$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9958$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	205,05
MÓD. DE ELASTICIDAD:	214793,289
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-20,3 x^2 + 131,31 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN:	M-50%-04-04
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	28 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,10
ALTURA (mm):	306
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
430	0,00	0,00	2,40	0,00
2000	0,05	0,16	11,17	18,91
3000	0,09	0,29	16,75	33,35
5000	0,13	0,42	27,92	47,18
7000	0,17	0,56	39,09	60,40
9000	0,20	0,65	50,26	69,93
10000	0,24	0,78	55,84	82,09
12000	0,27	0,88	67,01	90,81
14100	0,31	1,01	78,74	101,91
16000	0,36	1,18	89,35	114,93
20000	0,43	1,41	111,68	131,56
25000	0,52	1,70	139,60	150,21
28500	0,61	1,99	159,15	165,78
31000	0,68	2,22	173,11	175,77
33000	0,79	2,58	184,28	187,70
35500	0,90	2,94	198,24	195,04
36800	0,96	3,14	205,50	197,10
<b>38660</b>	<b>1,08</b>	<b>3,53</b>	<b>215,88</b>	<b>197,13</b>
37000	1,20	3,92	206,61	191,69
35000	1,25	4,08	195,44	187,81
33000	1,31	4,28	184,28	181,90
31000	1,34	4,38	173,11	178,43
29000	1,39	4,54	161,94	171,89



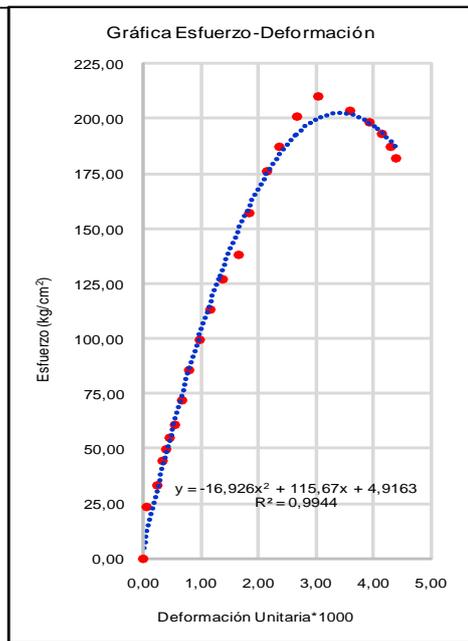
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-17,8 X^2 + 124,38 X + -19,726$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9814$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	215,88
MÓD. DE ELASTICIDAD:	220394,268
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-17,8 X^2 + 118,61 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-04-05  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 28 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 301  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4200	0,02	0,07	23,15	7,71
6000	0,07	0,23	33,07	26,32
8000	0,10	0,33	44,09	37,04
9000	0,12	0,40	49,60	43,99
10000	0,14	0,47	55,11	50,80
11000	0,16	0,53	60,62	57,46
13000	0,20	0,66	71,64	70,33
15500	0,24	0,80	85,42	82,61
18000	0,29	0,96	99,20	97,11
20500	0,35	1,16	112,97	113,28
23000	0,41	1,36	126,75	128,10
25000	0,50	1,66	137,77	147,81
28500	0,55	1,83	157,06	157,46
32000	0,65	2,16	176,35	173,94
34000	0,71	2,36	187,37	182,04
36500	0,80	2,66	201,15	191,66
38150	0,91	3,02	210,24	199,32
37000	1,08	3,59	203,90	202,25
36000	1,18	3,92	198,39	198,94
35000	1,25	4,15	192,88	194,39
34000	1,29	4,29	187,37	190,97
33000	1,32	4,39	181,86	188,01



ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-16,9 X^2 + 115,67 X + 4,9163$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9944$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	210,24
MÓD. DE ELASTICIDAD:	217495,363
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-16,9 X^2 + 117,10 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-04-06  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 28 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2200	0,02	0,07	12,12	7,82
4000	0,05	0,16	22,04	19,25
6500	0,09	0,30	35,82	33,97
8000	0,11	0,36	44,09	41,10
10000	0,14	0,46	55,11	51,51
12500	0,20	0,66	68,89	71,29
15000	0,25	0,82	82,66	86,73
17500	0,29	0,95	96,44	98,40
20000	0,35	1,15	110,22	114,75
22000	0,39	1,28	121,24	124,89
24000	0,45	1,48	132,26	138,96
27500	0,52	1,71	151,55	153,64
29000	0,56	1,84	159,82	161,18
31000	0,60	1,97	170,84	168,12
33500	0,68	2,24	184,62	180,17
36500	0,81	2,66	201,15	194,53
<b>38470</b>	<b>1,02</b>	<b>3,36</b>	<b>212,00</b>	<b>204,12</b>
36000	1,22	4,01	198,39	197,62
35000	1,26	4,14	192,88	194,49
34000	1,32	4,34	187,37	188,65
33000	1,36	4,47	181,86	184,00
32000	1,40	4,61	176,35	178,73

Gráfica Esfuerzo-Deformación

Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)

Deformación Unitaria\*1000

y = -17,621x<sup>2</sup> + 119,85x + 0,3734  
R<sup>2</sup> = 0,997

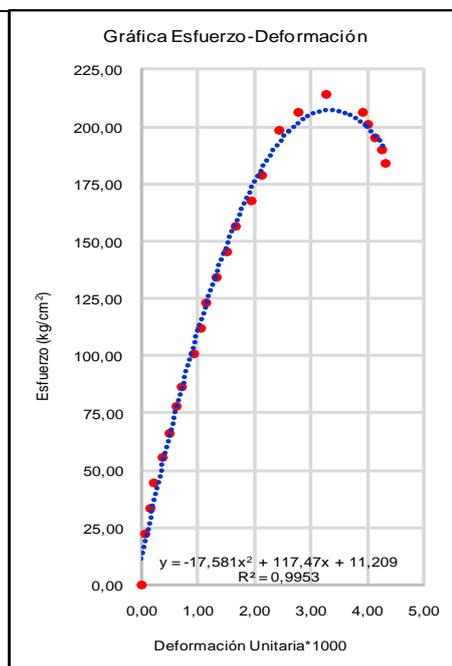
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-17,6 X^2 + 119,85 X + 0,3734$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,997$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	212,00
MÓD. DE ELASTICIDAD:	218405,627
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-17,6 X^2 + 119,96 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-04-07  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 28 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,10  
 ALTURA (mm): 306  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4000	0,02	0,07	22,34	7,82
6000	0,05	0,16	33,50	19,27
8000	0,07	0,23	44,67	26,71
10000	0,11	0,36	55,84	41,15
11800	0,15	0,49	65,89	54,98
14000	0,19	0,62	78,18	68,22
15500	0,22	0,72	86,55	77,75
18000	0,28	0,92	100,51	95,80
20000	0,32	1,05	111,68	107,08
22000	0,35	1,14	122,85	115,14
24000	0,41	1,34	134,02	130,27
26000	0,46	1,50	145,19	141,83
28000	0,51	1,67	156,36	152,46
30000	0,60	1,96	167,52	169,23
32000	0,65	2,12	178,69	177,23
35500	0,75	2,45	198,24	190,41
37000	0,85	2,78	206,61	199,84
<b>38320</b>	<b>1,00</b>	<b>3,27</b>	<b>213,98</b>	<b>206,94</b>
37000	1,20	3,92	206,61	203,27
36000	1,23	4,02	201,03	201,42
35000	1,27	4,15	195,44	198,43
34000	1,30	4,25	189,86	195,80
33000	1,32	4,31	184,28	193,85



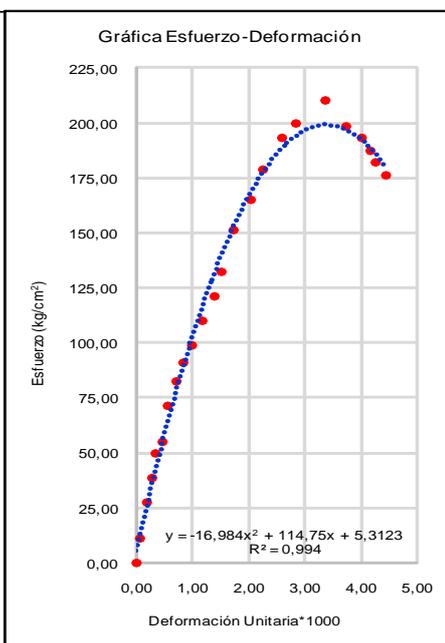
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-17,6 X^2 + 117,47 X + 11,209$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9876$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	213,98
MÓD. DE ELASTICIDAD:	219422,986
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-17,6 X^2 + 120,78 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN:	M-50%-04-08
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	28 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,20
ALTURA (mm):	300
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,02	0,07	11,02	7,68
5000	0,06	0,20	27,55	22,58
7000	0,08	0,27	38,58	29,81
9000	0,10	0,33	49,60	36,88
10000	0,14	0,47	55,11	50,58
13000	0,17	0,57	71,64	60,46
15000	0,21	0,70	82,66	73,10
16500	0,25	0,83	90,93	85,13
18000	0,30	1,00	99,20	99,33
20000	0,35	1,17	110,22	112,58
22000	0,42	1,40	121,24	129,55
24000	0,45	1,50	132,26	136,25
27500	0,52	1,73	151,55	150,58
30000	0,61	2,03	165,33	166,28
32500	0,68	2,27	179,10	176,38
35000	0,78	2,60	192,88	187,60
36200	0,85	2,83	199,49	193,21
<b>38175</b>	<b>1,01</b>	<b>3,37</b>	<b>210,38</b>	<b>199,08</b>
36000	1,12	3,73	198,39	197,51
35000	1,20	4,00	192,88	193,50
34000	1,25	4,17	187,37	189,77
33000	1,28	4,27	181,86	187,08
32000	1,33	4,43	176,35	181,84



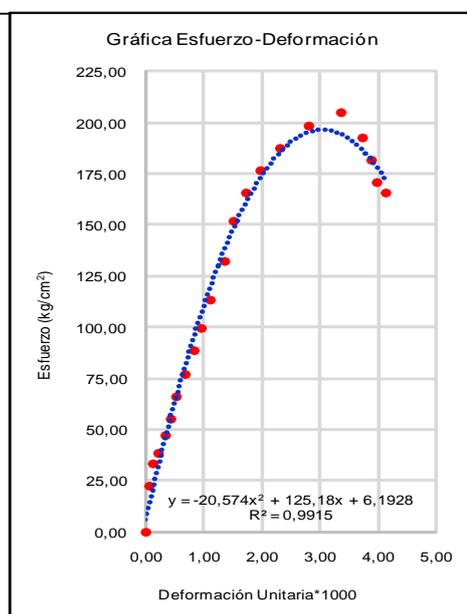
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-17 X^2 + 114,75 X + 5,3123$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,994$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	210,38
MÓD. DE ELASTICIDAD:	217566,614
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-17 X^2 + 116,31 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN:	M-50%-04-09
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	28 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,20
ALTURA (mm):	303
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4000	0,02	0,07	22,04	8,31
6000	0,04	0,13	33,07	16,43
7000	0,07	0,23	38,58	28,29
8500	0,10	0,33	46,84	39,74
10000	0,13	0,43	55,11	50,79
12000	0,16	0,53	66,13	61,43
14000	0,21	0,69	77,15	78,28
16000	0,25	0,83	88,17	90,94
18000	0,29	0,96	99,20	102,90
20500	0,34	1,12	112,97	116,83
24000	0,41	1,35	132,26	134,45
27500	0,46	1,52	151,55	145,69
30000	0,52	1,72	165,33	157,70
32000	0,60	1,98	176,35	171,21
34000	0,70	2,31	187,37	184,05
36000	0,85	2,81	198,39	194,92
<b>37210</b>	<b>1,02</b>	<b>3,37</b>	<b>205,06</b>	<b>195,05</b>
35000	1,13	3,73	192,88	188,23
33000	1,18	3,89	181,86	183,33
31000	1,21	3,99	170,84	179,86
30000	1,25	4,13	165,33	174,60



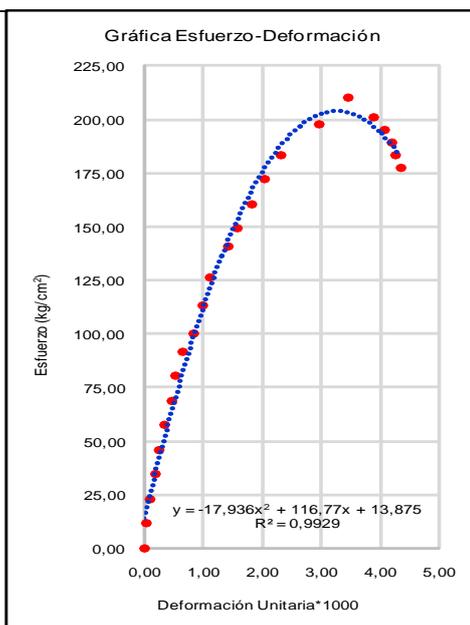
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-20,6 X^2 + 125,18 X + 6,1928$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9915$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	205,06
MÓD. DE ELASTICIDAD:	214799,153
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-20,6 X^2 + 127,20 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 50%

COD. ESPÉCIMEN: M-50%-04-10  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 28 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 14,90  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 174,366

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,01	0,03	11,47	3,96
4000	0,03	0,10	22,94	11,76
6000	0,06	0,20	34,41	23,18
8000	0,08	0,26	45,88	30,60
10000	0,10	0,33	57,35	37,86
12000	0,14	0,46	68,82	51,91
14000	0,16	0,53	80,29	58,71
16000	0,20	0,66	91,76	71,83
17500	0,25	0,82	100,36	87,37
19800	0,30	0,99	113,55	101,93
22000	0,34	1,12	126,17	112,88
24500	0,43	1,41	140,51	135,25
26000	0,48	1,58	149,11	146,32
28000	0,55	1,81	160,58	160,18
30000	0,62	2,04	172,05	172,15
32000	0,70	2,30	183,52	183,49
34500	0,90	2,96	197,86	200,98
<b>36650</b>	<b>1,05</b>	<b>3,45</b>	<b>210,19</b>	<b>203,91</b>
35000	1,18	3,88	200,73	199,39
34000	1,24	4,08	194,99	195,08
33000	1,28	4,21	189,26	191,44
32000	1,30	4,28	183,52	189,39
31000	1,32	4,34	177,79	187,18



ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-17,9 X^2 + 116,77 X + 13,975$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9929$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	210,19
MÓD. DE ELASTICIDAD:	217468,841
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-17,9 X^2 + 120,99 X + 0$

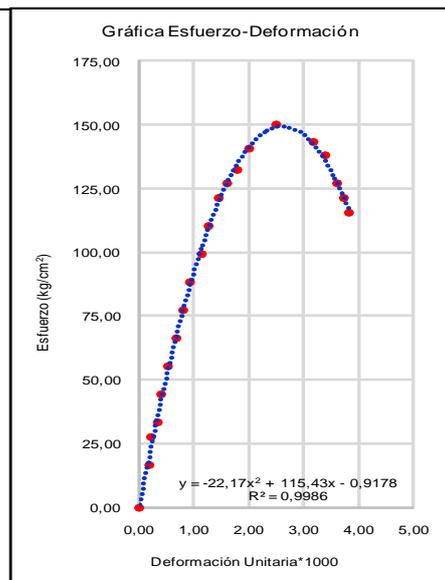
## DISEÑO MEZCLA CON CONCRETO RECICLADO 70%

EDAD 7 DIAS

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-01-01  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 7 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 301  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3000	0,06	0,20	16,53	22,06
5000	0,07	0,23	27,55	25,56
6000	0,10	0,33	33,07	35,78
8000	0,12	0,40	44,09	42,35
10000	0,16	0,53	55,11	54,91
12000	0,20	0,66	66,13	66,68
14000	0,24	0,80	77,15	77,66
16000	0,28	0,93	88,17	87,86
18000	0,34	1,13	99,20	101,70
20000	0,38	1,26	110,22	109,95
22000	0,44	1,46	121,24	120,84
23000	0,48	1,59	126,75	127,13
24000	0,54	1,79	132,26	135,10
25500	0,60	1,99	140,53	141,30
<b>27250</b>	<b>0,75</b>	<b>2,49</b>	<b>150,17</b>	<b>149,09</b>
26000	0,95	3,16	143,28	142,36
25000	1,02	3,39	137,77	135,38
23000	1,08	3,59	126,75	127,48
22000	1,12	3,72	121,24	121,24
21000	1,15	3,82	115,73	116,05

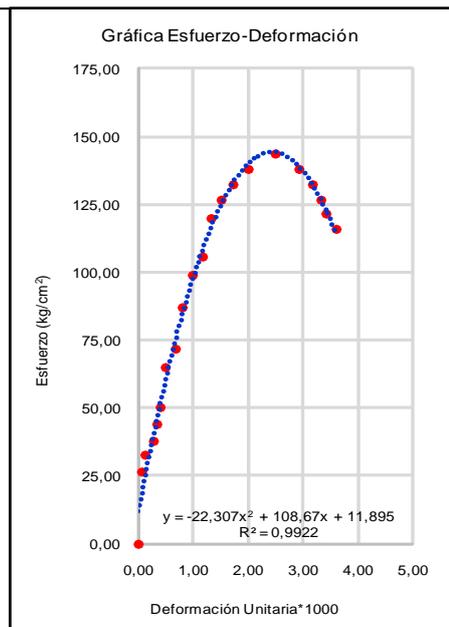


ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-22,2 x^2 + 115,43 x - 0,9178$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9986$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	150,17
MÓD. DE ELASTICIDAD:	183817,131
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-22,2 x^2 + 115,08 x + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-01-02  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 7 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 300  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4800	0,02	0,07	26,45	7,46
5900	0,04	0,13	32,51	14,73
6800	0,08	0,27	37,47	28,67
8000	0,10	0,33	44,09	35,34
9100	0,12	0,40	50,15	41,81
11800	0,15	0,50	65,03	51,15
13000	0,20	0,67	71,64	65,72
15800	0,24	0,80	87,07	76,48
17900	0,30	1,00	98,65	91,14
19200	0,35	1,17	105,81	101,99
21700	0,40	1,33	119,59	111,61
23000	0,45	1,50	126,75	119,98
24000	0,52	1,73	132,26	129,62
25000	0,60	2,00	137,77	137,67
<b>26050</b>	<b>0,75</b>	<b>2,50</b>	<b>143,56</b>	<b>144,20</b>
25000	0,88	2,93	137,77	140,84
24000	0,95	3,17	132,26	135,56
23000	1,00	3,33	126,75	130,31
22000	1,03	3,43	121,24	126,56
21000	1,08	3,60	115,73	119,32

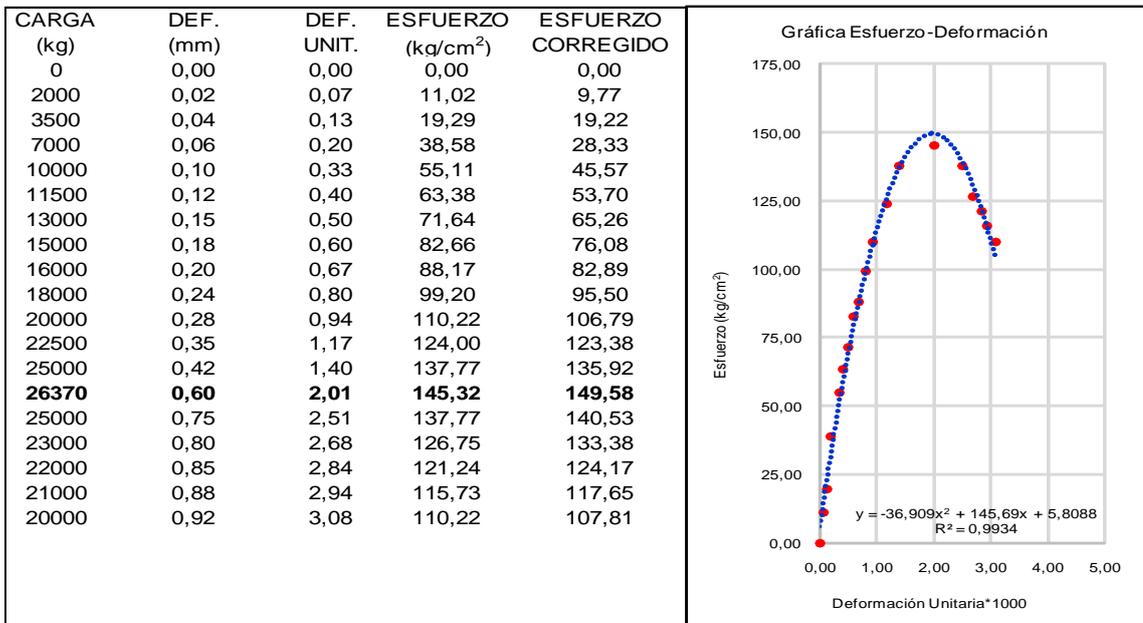


ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-22,3 X^2 + 108,67 X + 11,895$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9922$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	143,56
MÓD. DE ELASTICIDAD:	179724,215
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-22,3 X^2 + 113,45 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-01-03  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 7 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 299  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458



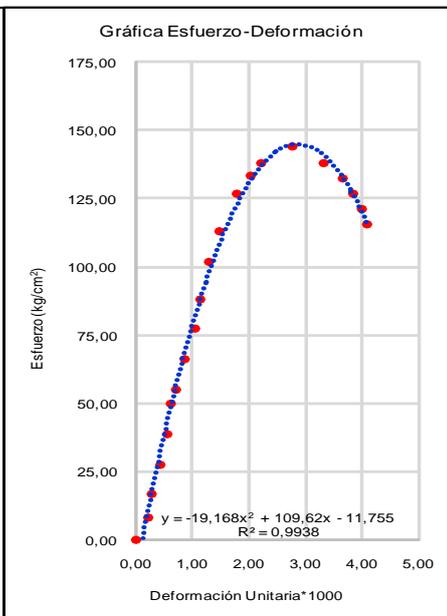
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-36,9 X^2 + 145,69 X + 5,8088$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9934$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	145,32
MÓD. DE ELASTICIDAD:	180824,718
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-36,9 X^2 + 148,60 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-01-04  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 7 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 306  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
1500	0,07	0,23	8,27	23,11
3000	0,09	0,29	16,53	29,35
5000	0,13	0,42	27,55	41,33
7000	0,17	0,56	38,58	52,66
9000	0,19	0,62	49,60	58,07
10000	0,22	0,72	55,11	65,89
12000	0,26	0,85	66,13	75,74
14000	0,32	1,05	77,15	89,29
16000	0,35	1,14	88,17	95,51
18500	0,40	1,31	101,95	105,06
20500	0,45	1,47	112,97	113,59
23000	0,55	1,80	126,75	127,57
24200	0,62	2,03	133,36	134,92
25000	0,68	2,22	137,77	139,63
<b>26155</b>	<b>0,85</b>	<b>2,78</b>	<b>144,14</b>	<b>144,96</b>
25000	1,02	3,33	137,77	138,45
24000	1,12	3,66	132,26	129,10
23000	1,18	3,86	126,75	121,52
22000	1,22	3,99	121,24	115,65
21000	1,25	4,08	115,73	110,82



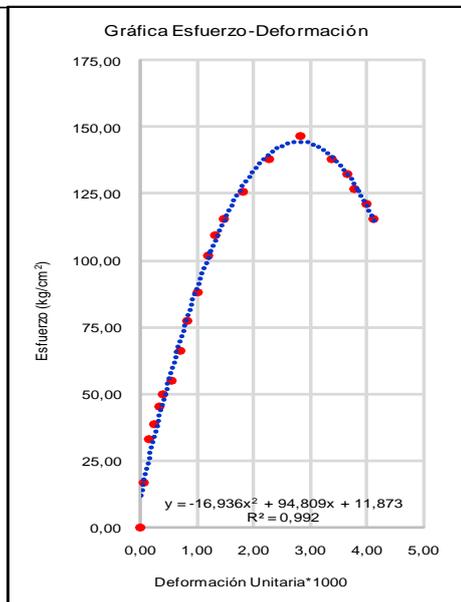
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-19,2 X^2 + 109,62 X - 11,755$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9938$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	144,14
MÓD. DE ELASTICIDAD:	180086,058
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-19,2 X^2 + 105,43 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-01-05  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 7 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 301  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3000	0,02	0,07	16,53	6,50
6000	0,04	0,13	33,07	12,85
7000	0,07	0,23	38,58	22,10
8200	0,10	0,33	45,19	31,01
9000	0,12	0,40	49,60	36,76
10000	0,16	0,53	55,11	47,82
12000	0,21	0,70	66,13	60,80
14000	0,25	0,83	77,15	70,51
16000	0,30	1,00	88,17	81,81
18500	0,36	1,20	101,95	94,13
19900	0,40	1,33	109,67	101,60
21000	0,44	1,46	115,73	108,47
22800	0,54	1,79	125,65	123,03
25000	0,68	2,26	137,77	137,13
<b>26620</b>	<b>0,85</b>	<b>2,82</b>	<b>146,70</b>	<b>144,40</b>
25000	1,02	3,39	137,77	140,86
24000	1,10	3,65	132,26	135,46
23000	1,14	3,79	126,75	131,86
22000	1,20	3,99	121,24	125,35
21000	1,24	4,12	115,73	120,25



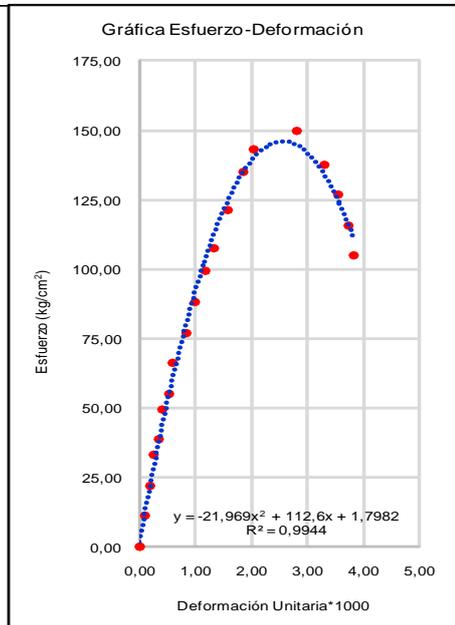
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-16,9 X^2 + 94,809 X + 11,873$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,992$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	146,70
MÓD. DE ELASTICIDAD:	181679,847
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-16,9 X^2 + 98,96 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-01-06  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 7 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,03	0,10	11,02	10,97
4000	0,06	0,20	22,04	21,51
6000	0,08	0,26	33,07	28,29
7000	0,10	0,33	38,58	34,89
9000	0,12	0,39	49,60	41,30
10000	0,16	0,53	55,11	53,55
12000	0,18	0,59	66,13	59,38
14000	0,25	0,82	77,15	78,32
16000	0,30	0,99	88,17	90,41
18000	0,36	1,18	99,20	103,36
19500	0,40	1,32	107,46	111,04
22000	0,48	1,58	121,24	124,12
24500	0,56	1,84	135,02	134,16
26000	0,62	2,04	143,28	139,69
<b>27190</b>	<b>0,85</b>	<b>2,80</b>	<b>149,84</b>	<b>145,04</b>
25000	1,00	3,29	137,77	134,98
23000	1,08	3,55	126,75	125,24
21000	1,14	3,75	115,73	115,93
19000	1,16	3,82	104,71	112,45
	0,00	0,00	0,00	0,00



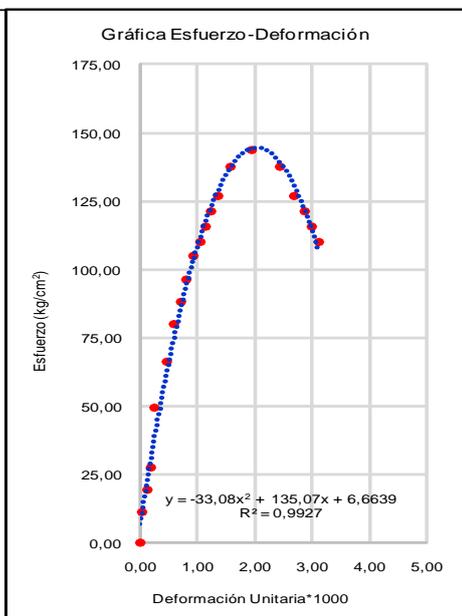
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-22 X <sup>2</sup> + 112,6 X + 1,7982
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9944
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	149,84
MÓD. DE ELASTICIDAD:	183614,652
ECUACIÓN CORREGIDA:	-22 X <sup>2</sup> + 113,30 X + 0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN:	M-70%-01-07
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	7 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,20
ALTURA (mm):	306
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,01	0,03	11,02	4,48
3500	0,04	0,13	19,29	17,51
5000	0,06	0,20	27,55	25,84
9000	0,08	0,26	49,60	33,89
12000	0,14	0,46	66,13	56,35
14500	0,18	0,59	79,91	69,90
16000	0,22	0,72	88,17	82,33
17500	0,25	0,82	96,44	90,91
19000	0,28	0,92	104,71	98,85
20000	0,32	1,05	110,22	108,45
21000	0,35	1,14	115,73	114,90
22000	0,38	1,24	121,24	120,73
23000	0,42	1,37	126,75	127,50
25000	0,48	1,57	137,77	135,54
<b>26100</b>	<b>0,60</b>	<b>1,96</b>	<b>143,83</b>	<b>143,99</b>
25000	0,75	2,45	137,77	140,24
23000	0,82	2,68	126,75	133,05
22000	0,88	2,88	121,24	124,13
21000	0,92	3,01	115,73	116,77
20000	0,95	3,10	110,22	110,51



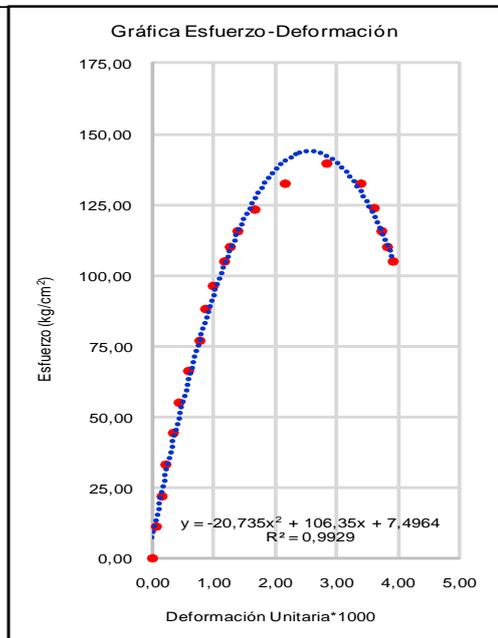
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-33,1 X^2 + 135,07 X + 6,6639$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9927$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	143,83
MÓD. DE ELASTICIDAD:	179896,612
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-33,1 X^2 + 138,30 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-01-08  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 7 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 300  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,02	0,07	11,02	7,19
4000	0,05	0,17	22,04	17,63
6000	0,07	0,23	33,07	24,36
8000	0,10	0,33	44,09	34,11
10000	0,13	0,43	55,11	43,44
12000	0,18	0,60	66,13	58,08
14000	0,23	0,77	77,15	71,56
16000	0,26	0,87	88,17	79,10
17500	0,30	1,00	96,44	88,50
19000	0,35	1,17	104,71	99,22
20000	0,38	1,27	110,22	105,09
21000	0,42	1,40	115,73	112,29
22400	0,50	1,67	123,44	124,46
24000	0,65	2,17	132,26	139,33
<b>25345</b>	<b>0,85</b>	<b>2,83</b>	<b>139,67</b>	<b>143,04</b>
24000	1,02	3,40	132,26	131,70
22500	1,08	3,60	124,00	124,52
21000	1,12	3,73	115,73	118,81
20000	1,15	3,83	110,22	114,04
19000	1,18	3,93	104,71	108,86



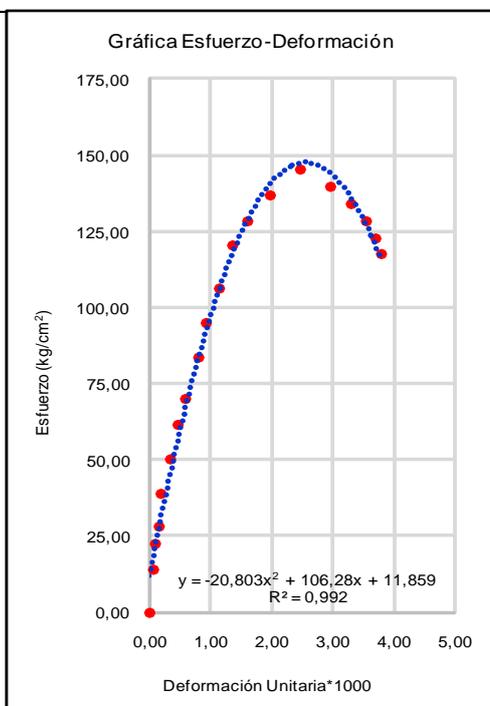
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-20,7 X^2 + 106,35 X + 7,4964$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9929$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	139,67
MÓD. DE ELASTICIDAD:	177275,565
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-20,7 X^2 + 109,23 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-01-09  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 7 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,10  
 ALTURA (mm): 303  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (mm)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2500	0,02	0,07	13,96	7,23
4000	0,03	0,10	22,34	10,77
5000	0,05	0,17	27,92	17,73
7000	0,06	0,20	39,09	21,14
9000	0,10	0,33	50,26	34,32
11000	0,14	0,46	61,43	46,78
12500	0,18	0,59	69,80	58,51
15000	0,24	0,79	83,76	74,75
17000	0,28	0,92	94,93	84,67
19000	0,35	1,16	106,10	100,29
21500	0,41	1,35	120,06	111,90
23000	0,49	1,62	128,44	124,85
24500	0,60	1,98	136,81	137,91
<b>26015</b>	<b>0,75</b>	<b>2,48</b>	<b>145,27</b>	<b>146,89</b>
25000	0,90	2,97	139,60	145,66
24000	1,00	3,30	134,02	139,18
23000	1,08	3,56	128,44	130,73
22000	1,12	3,70	122,85	125,41
21000	1,15	3,80	117,27	120,95



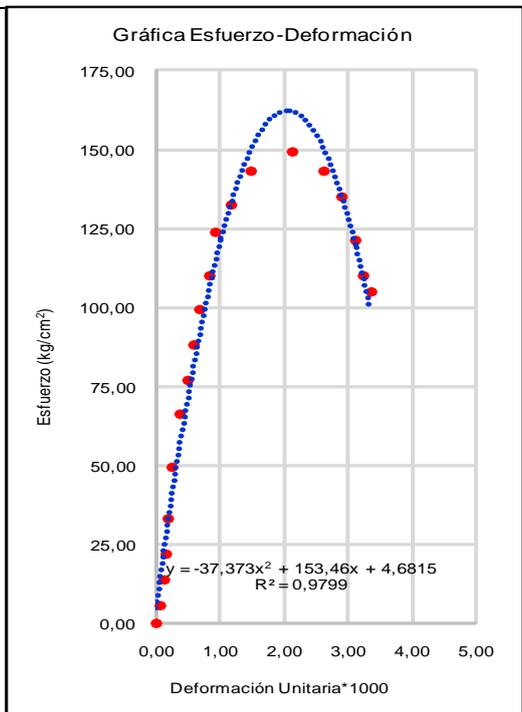
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-20,8 X^2 + 106,32 X + 11,846$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9886$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	145,27
MÓD. DE ELASTICIDAD:	180792,865
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-20,8 X^2 + 110,86 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-01-10  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 7 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
1000	0,02	0,07	5,51	10,08
2500	0,04	0,13	13,78	19,84
4000	0,05	0,16	22,04	24,60
6000	0,06	0,20	33,07	29,28
9000	0,08	0,26	49,60	38,39
12000	0,11	0,36	66,13	51,45
14000	0,15	0,49	77,15	67,74
16000	0,18	0,59	88,17	79,10
18000	0,21	0,69	99,20	89,74
20000	0,25	0,82	110,22	102,79
22500	0,28	0,92	124,00	111,72
24000	0,36	1,18	132,26	132,00
26000	0,45	1,48	143,28	148,62
<b>27040</b>	<b>0,65</b>	<b>2,14</b>	<b>149,01</b>	<b>162,10</b>
26000	0,80	2,63	143,28	150,98
24500	0,88	2,89	135,02	137,61
22000	0,95	3,13	121,24	121,67
20000	0,99	3,26	110,22	110,77
19000	1,02	3,36	104,71	101,76



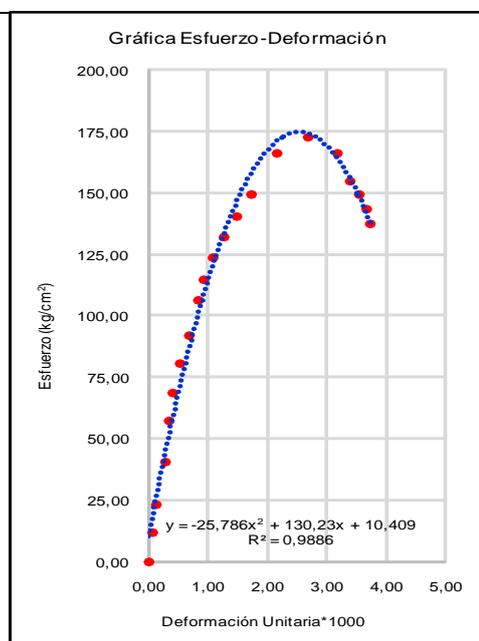
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-37,4 X^2 + 153,46 X + 4,6815$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9581$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	149,01
MÓD. DE ELASTICIDAD:	183107,475
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-37,4 X^2 + 155,72 X + 0$

## EDAD 14 DIAS

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-02-01  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 14 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 14,90  
 ALTURA (mm): 300  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 174,366

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,02	0,07	11,47	8,84
4000	0,04	0,13	22,94	17,45
7000	0,08	0,27	40,15	33,98
10000	0,10	0,33	57,35	41,90
12000	0,12	0,40	68,82	49,59
14000	0,16	0,53	80,29	64,29
16000	0,20	0,67	91,76	78,07
18500	0,25	0,83	106,10	94,00
20000	0,28	0,93	114,70	102,87
21500	0,32	1,07	123,30	113,90
23000	0,38	1,27	131,91	128,73
24500	0,44	1,47	140,51	141,49
26000	0,52	1,73	149,11	155,29
29000	0,65	2,17	166,32	169,91
<b>30130</b>	<b>0,80</b>	<b>2,67</b>	<b>172,80</b>	<b>174,74</b>
29000	0,95	3,17	166,32	166,67
27000	1,02	3,40	154,85	158,50
26000	1,06	3,53	149,11	152,56
25000	1,10	3,67	143,38	145,71
24000	1,12	3,73	137,64	141,95

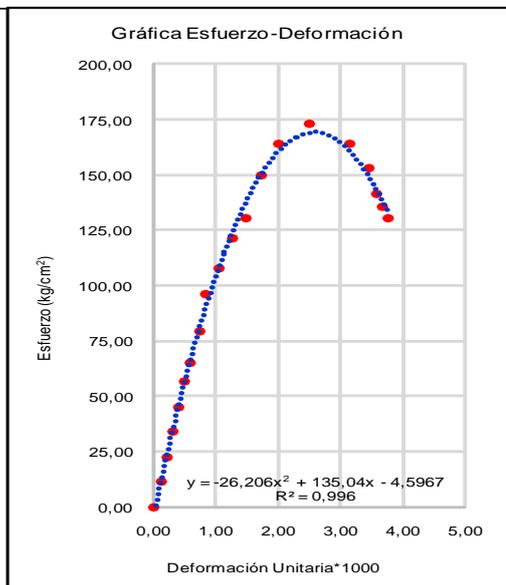


ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-25,8 X^2 + 130,2 X + 10,409$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9886$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	172,80
MÓD. DE ELASTICIDAD:	197178,526
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-25,8 X^2 + 134,29 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-02-02  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 14 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,00  
 ALTURA (mm): 301  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 176,715

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,04	0,13	11,32	17,24
4000	0,07	0,23	22,64	29,57
6000	0,09	0,30	33,95	37,50
8000	0,12	0,40	45,27	48,96
10000	0,15	0,50	56,59	59,89
11500	0,18	0,60	65,08	70,31
14000	0,22	0,73	79,22	83,39
17000	0,25	0,83	96,20	92,59
19000	0,32	1,06	107,52	112,04
21500	0,38	1,26	121,67	126,45
23000	0,45	1,50	130,15	140,63
26500	0,52	1,73	149,96	151,98
29000	0,60	1,99	164,11	161,47
<b>30598</b>	<b>0,75</b>	<b>2,49</b>	<b>173,15</b>	<b>169,30</b>
29000	0,95	3,16	164,11	159,49
27000	1,04	3,46	152,79	147,53
25000	1,08	3,59	141,47	140,71
24000	1,10	3,65	135,81	136,95
23000	1,13	3,75	130,15	130,88



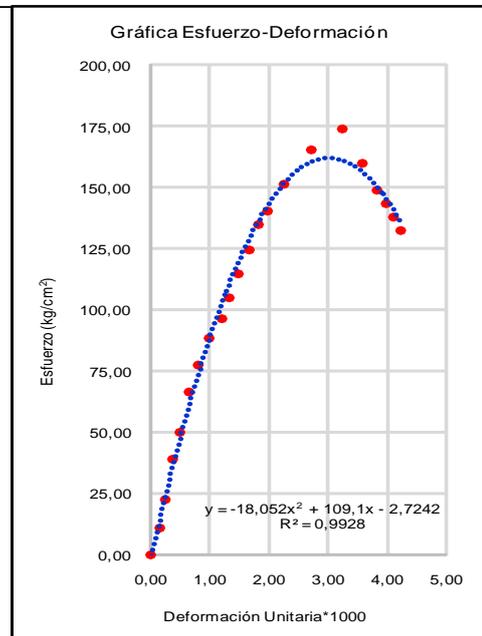
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-26,2 X^2 + 135 X + -4,5967$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,996$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	173,15
MÓD. DE ELASTICIDAD:	197379,289
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-26,2 X^2 + 133,24 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN:	M-70%-02-03
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	14 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,20
ALTURA (mm):	302
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUER ZO	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,05	0,17	11,02	17,42
4000	0,08	0,26	22,04	27,39
7000	0,11	0,36	38,58	37,01
9000	0,15	0,50	49,60	49,29
12000	0,20	0,66	66,13	63,73
14000	0,24	0,79	77,15	74,58
16000	0,30	0,99	88,17	89,66
17500	0,36	1,19	96,44	103,32
19000	0,40	1,32	104,71	111,64
20800	0,45	1,49	114,63	121,14
22600	0,50	1,66	124,55	129,65
24500	0,55	1,82	135,02	137,17
25500	0,60	1,99	140,53	143,70
27500	0,68	2,25	151,55	152,09
30000	0,82	2,72	165,33	160,69
<b>31550</b>	<b>0,98</b>	<b>3,25</b>	<b>173,87</b>	<b>161,00</b>
29000	1,08	3,58	159,82	156,06
27000	1,16	3,84	148,79	149,25
26000	1,20	3,97	143,28	144,89
25000	1,24	4,11	137,77	139,91
24000	1,28	4,24	132,26	134,29



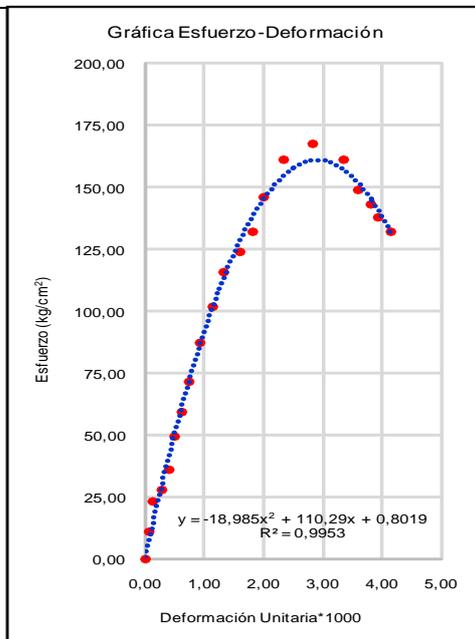
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-18,1 X^2 + 109,1 X + -2,7242$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0.9928$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	173,87
MÓD. DE ELASTICIDAD:	197789,126
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-18,1 X^2 + 108,19 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-02-04  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 14 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 299  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO ZO	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,02	0,07	11,02	7,31
4200	0,04	0,13	23,15	14,45
5000	0,08	0,27	27,55	28,22
6500	0,12	0,40	35,82	41,32
9000	0,15	0,50	49,60	50,69
10800	0,18	0,60	59,52	59,68
13000	0,22	0,74	71,64	71,07
15800	0,28	0,94	87,07	86,89
18500	0,34	1,14	101,95	101,18
21000	0,40	1,34	115,73	113,94
22500	0,48	1,61	124,00	128,57
24000	0,54	1,81	132,26	137,76
26500	0,60	2,01	146,04	145,42
29200	0,70	2,34	160,92	154,79
<b>30370</b>	<b>0,85</b>	<b>2,84</b>	<b>167,37</b>	<b>160,89</b>
29200	1,00	3,34	160,92	157,43
27000	1,08	3,61	148,79	151,67
26000	1,14	3,81	143,28	145,57
25000	1,18	3,95	137,77	140,66
24000	1,24	4,15	132,26	132,01

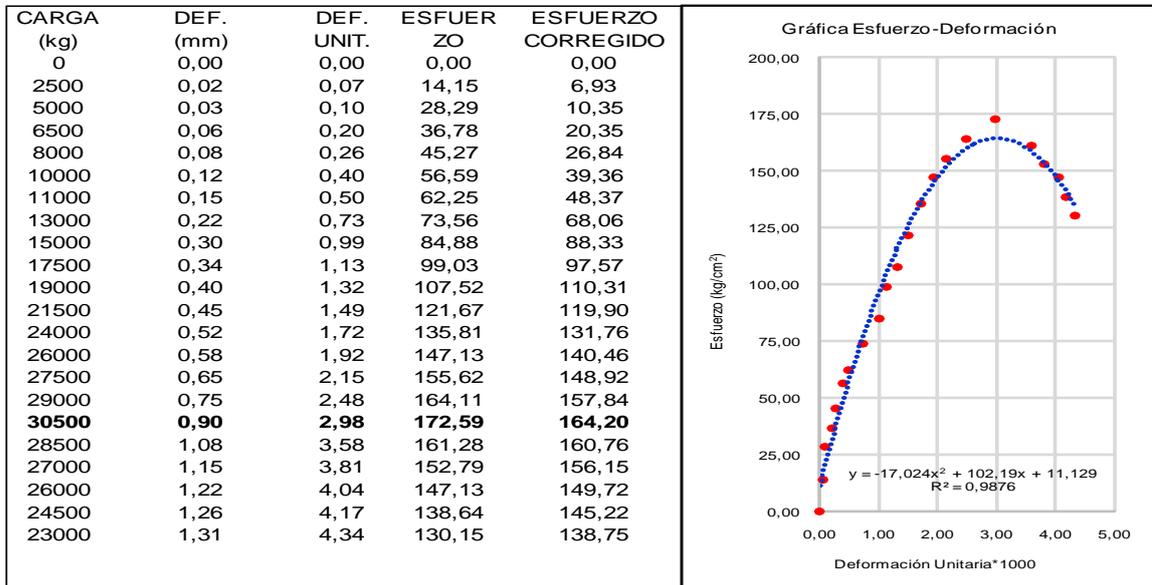


ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-19 X^2 + 110,3 X + 0,8019$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9953$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	167,37
MÓD. DE ELASTICIDAD:	194055,129
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-19 X^2 + 110,57 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-02-05  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 14 DÍAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,00  
 ALTURA (mm): 302  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 176,715



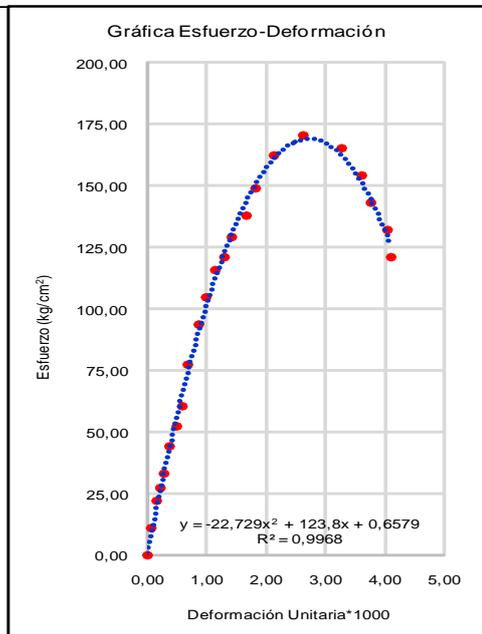
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-17 X^2 + 102,2 X + 11,129$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9876$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	172,59
MÓD. DE ELASTICIDAD:	197062,950
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-17 X^2 + 105,83 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN:	M-70%-02-06
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	14 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,20
ALTURA (mm):	305
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUER ZO	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,02	0,07	11,02	8,04
4000	0,05	0,16	22,04	19,72
5000	0,07	0,23	27,55	27,27
6000	0,09	0,30	33,07	34,62
8000	0,11	0,36	44,09	41,78
9500	0,15	0,49	52,35	55,51
11000	0,18	0,59	60,62	65,29
14000	0,21	0,69	77,15	74,63
17000	0,26	0,85	93,69	89,22
19000	0,30	0,98	104,71	100,02
21000	0,35	1,15	115,73	112,41
22000	0,40	1,31	121,24	123,58
23500	0,43	1,41	129,51	129,70
25000	0,51	1,67	137,77	143,86
27000	0,56	1,84	148,79	151,13
29500	0,65	2,13	162,57	161,12
<b>30980</b>	<b>0,80</b>	<b>2,62</b>	<b>170,73</b>	<b>168,98</b>
30000	1,00	3,28	165,33	162,36
28000	1,10	3,61	154,31	151,72
26000	1,15	3,77	143,28	144,57
24000	1,23	4,03	132,26	130,58
22000	1,25	4,10	121,24	126,60



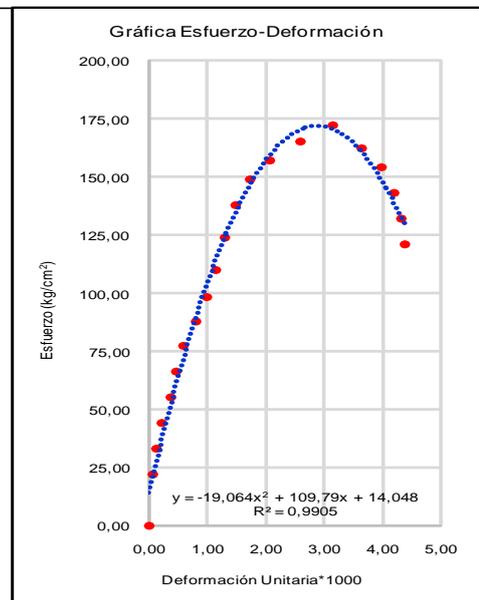
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-22,7 X^2 + 123,8 X + 0,6579$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9968$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	170,73
MÓD. DE ELASTICIDAD:	195994,298
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-22,7 X^2 + 124,04 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-02-07  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 14 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 301  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO ZO	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4000	0,02	0,07	22,04	7,53
6000	0,04	0,13	33,07	14,89
8000	0,07	0,23	44,09	25,61
10000	0,11	0,37	55,11	39,32
12000	0,14	0,47	66,13	49,16
14000	0,18	0,60	77,15	61,69
16000	0,24	0,80	88,17	79,23
17800	0,30	1,00	98,09	95,25
20000	0,34	1,13	110,22	105,08
22500	0,39	1,30	124,00	116,43
25000	0,45	1,50	137,77	128,67
27000	0,52	1,73	148,79	141,02
28500	0,62	2,06	157,06	155,10
30000	0,78	2,59	165,33	168,86
<b>31275</b>	<b>0,95</b>	<b>3,16</b>	<b>172,35</b>	<b>171,68</b>
29500	1,10	3,65	162,57	164,07
28000	1,20	3,99	154,31	153,74
26000	1,26	4,19	143,28	145,52
24000	1,30	4,32	132,26	139,19
22000	1,32	4,39	121,24	135,78



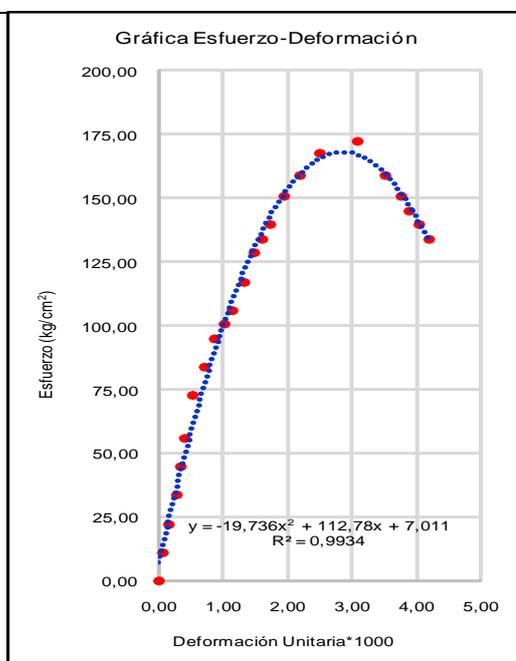
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-19,1 X^2 + 109,8 X + 14,048$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0.9905$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	172,35
MÓD. DE ELASTICIDAD:	196925,243
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-19,1 X^2 + 114,56 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN:	M-70%-02-08
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	14 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,10
ALTURA (mm):	298
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUER ZO	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,02	0,07	11,17	7,64
4000	0,05	0,17	22,34	18,77
6000	0,08	0,27	33,50	29,51
8000	0,10	0,34	44,67	36,44
10000	0,12	0,40	55,84	43,19
13000	0,16	0,54	72,59	56,17
15000	0,21	0,70	83,76	71,39
17000	0,26	0,87	94,93	85,49
18000	0,30	1,01	100,51	95,98
19000	0,34	1,14	106,10	105,75
21000	0,40	1,34	117,27	119,08
23000	0,44	1,48	128,44	127,08
24000	0,48	1,61	134,02	134,36
25000	0,52	1,74	139,60	140,94
27000	0,58	1,95	150,77	149,47
28500	0,65	2,18	159,15	157,39
30000	0,75	2,52	167,52	164,94
<b>30900</b>	<b>0,92</b>	<b>3,09</b>	<b>172,55</b>	<b>167,57</b>
28500	1,05	3,52	159,15	160,91
27000	1,12	3,76	150,77	154,21
26000	1,16	3,89	145,19	149,41
25000	1,21	4,06	139,60	142,40
24000	1,25	4,19	134,02	136,00



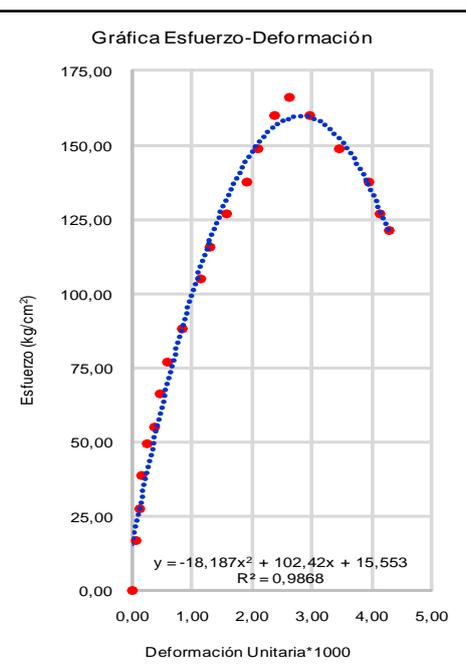
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-19,7 X^2 + 112,8 X + 7,011$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9934$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	172,55
MÓD. DE ELASTICIDAD:	197037,374
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-19,7 X^2 + 115,21 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-02-09  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 14 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 303  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3000	0,02	0,07	16,53	7,04
5000	0,04	0,13	27,55	13,91
7000	0,05	0,17	38,58	17,29
9000	0,08	0,26	49,60	27,19
10000	0,11	0,36	55,11	36,74
12000	0,14	0,46	66,13	45,93
14000	0,18	0,59	77,15	57,62
16000	0,25	0,83	88,17	76,56
19000	0,35	1,16	104,71	100,26
21000	0,39	1,29	115,73	108,62
23000	0,48	1,58	126,75	125,13
25000	0,58	1,91	137,77	139,71
27000	0,64	2,11	148,79	146,56
29000	0,72	2,38	159,82	153,47
<b>30165</b>	<b>0,80</b>	<b>2,64</b>	<b>166,24</b>	<b>157,84</b>
29000	0,90	2,97	159,82	159,75
27000	1,05	3,47	148,79	155,17
25000	1,20	3,96	137,77	141,68
23000	1,25	4,13	126,75	135,20
22000	1,30	4,29	121,24	127,74



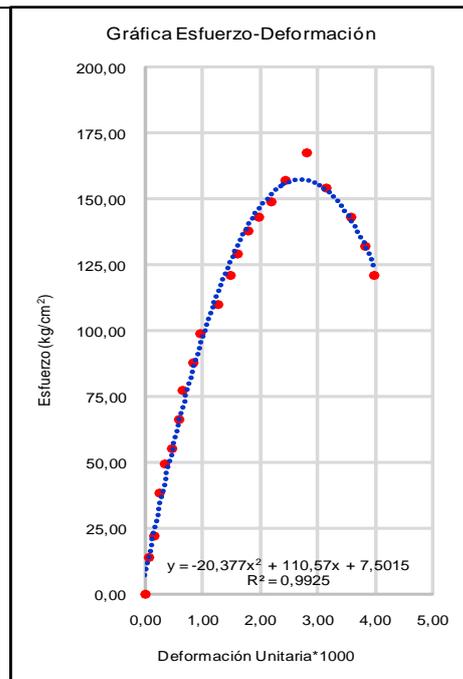
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-18,2 X^2 + 102,4 X + 15,553$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0.9868$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	166,24
MÓD. DE ELASTICIDAD:	193399,076
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-18,2 X^2 + 107,80 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-02-10  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 14 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 302  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2500	0,02	0,07	13,78	7,41
4000	0,05	0,17	22,04	18,20
7000	0,08	0,26	38,58	28,58
9000	0,10	0,33	49,60	35,28
10000	0,14	0,46	55,11	48,14
12000	0,18	0,60	66,13	60,29
14000	0,20	0,66	77,15	66,10
16000	0,25	0,83	88,17	79,83
18000	0,29	0,96	99,20	90,01
20000	0,38	1,26	110,22	110,30
22000	0,45	1,49	121,24	123,58
23500	0,49	1,62	129,51	130,19
25000	0,54	1,79	137,77	137,44
26000	0,60	1,99	143,28	144,67
27000	0,66	2,19	148,79	150,29
28500	0,74	2,45	157,06	155,28
30405	0,85	2,81	167,56	157,47
<b>28000</b>	<b>0,95</b>	<b>3,15</b>	<b>154,31</b>	<b>154,77</b>
26000	1,08	3,58	143,28	144,58
24000	1,16	3,84	132,26	134,56
22000	1,20	3,97	121,24	128,48



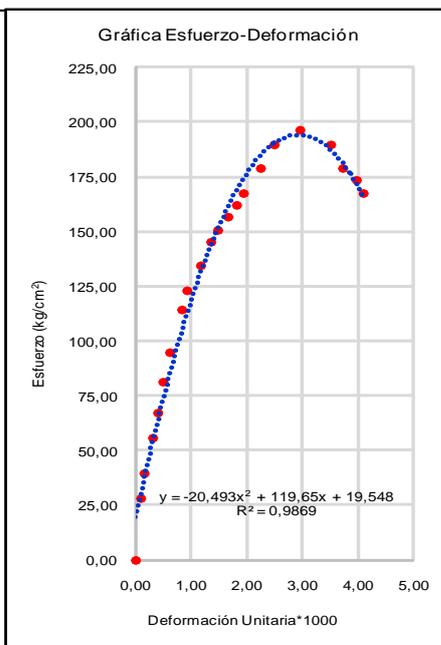
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-20,4 X^2 + 110,6 X + 7,5015$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9925$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	167,56
MÓD. DE ELASTICIDAD:	194166,917
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-20,4 X^2 + 113,30 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-03-01  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 21 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,10  
 ALTURA (mm): 302  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0,00	0,00	0,00	0,00
5000	0,03	0,10	27,92	12,33
7000	0,05	0,17	39,09	20,33
10000	0,09	0,30	55,84	35,78
12000	0,12	0,40	67,01	46,90
14500	0,15	0,50	80,97	57,61
17000	0,19	0,63	94,93	71,27
20500	0,25	0,83	114,47	90,40
22000	0,28	0,93	122,85	99,36
24000	0,35	1,16	134,02	118,70
26000	0,41	1,36	145,19	133,52
27000	0,45	1,49	150,77	142,50
28000	0,50	1,66	156,36	152,71
29000	0,55	1,82	161,94	161,81
30000	0,59	1,95	167,52	168,27
32000	0,68	2,25	178,69	180,19
34000	0,75	2,48	189,86	186,94
<b>35180</b>	<b>0,89</b>	<b>2,95</b>	<b>196,45</b>	<b>193,84</b>
34000	1,06	3,51	189,86	190,38
32000	1,12	3,71	178,69	186,05
31000	1,20	3,97	173,11	177,77
30000	1,24	4,11	167,52	172,55

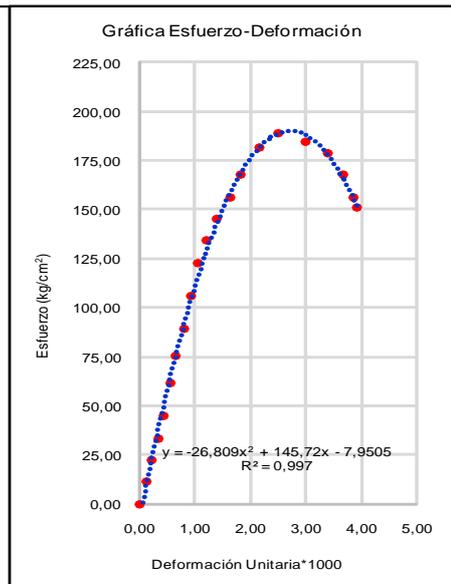


ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-20,5 X^2 + 119,65 X + 19,548$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9869$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	196,45
MÓD. DE ELASTICIDAD:	210240,940
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-20,5 X^2 + 126,17 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-03-02  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 21 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,10  
 ALTURA (mm): 301  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZ O	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,04	0,13	11,17	18,50
4000	0,07	0,23	22,34	31,75
6000	0,10	0,33	33,50	44,47
8000	0,13	0,43	44,67	56,66
11000	0,17	0,56	61,43	72,08
13500	0,20	0,66	75,39	83,02
16000	0,24	0,80	89,35	96,79
19000	0,28	0,93	106,10	109,61
22000	0,32	1,06	122,85	121,48
24000	0,36	1,20	134,02	132,40
26000	0,42	1,40	145,19	147,01
28000	0,49	1,63	156,36	161,36
30000	0,55	1,83	167,52	171,36
32500	0,65	2,16	181,48	183,28
<b>33890</b>	<b>0,75</b>	<b>2,49</b>	<b>189,25</b>	<b>189,28</b>
33000	0,90	2,99	184,28	187,19
32000	1,02	3,39	178,69	175,93
30000	1,10	3,65	167,52	163,69
28000	1,16	3,85	156,36	152,02
27000	1,18	3,92	150,77	147,66



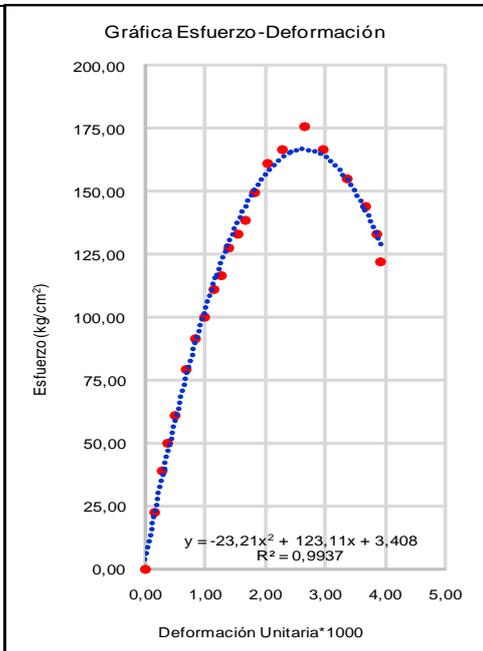
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-26,8 X^2 + 145,72 X + -7,9505$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,997$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	189,25
MÓD. DE ELASTICIDAD:	206350,324
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-26,8 X^2 + 142,76 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-03-03  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 21 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,15  
 ALTURA (mm): 300  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 180,267

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZ O	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4000	0,05	0,17	22,19	19,76
7000	0,08	0,27	38,83	30,99
9000	0,11	0,37	49,93	41,76
11000	0,15	0,50	61,02	55,40
14300	0,20	0,67	79,33	71,29
16500	0,25	0,83	91,53	85,89
18000	0,30	1,00	99,85	99,20
20000	0,34	1,13	110,95	108,92
21000	0,38	1,27	116,49	117,81
23000	0,42	1,40	127,59	125,88
24000	0,46	1,53	133,14	133,12
25000	0,50	1,67	138,68	139,54
27000	0,55	1,83	149,78	146,41
29000	0,61	2,03	160,87	152,94
30000	0,69	2,30	166,42	158,76
<b>31720</b>	<b>0,80</b>	<b>2,67</b>	<b>175,96</b>	<b>161,38</b>
30000	0,89	2,97	166,42	158,87
28000	1,01	3,37	155,33	149,04
26000	1,10	3,67	144,23	136,79
24000	1,16	3,87	133,14	126,30
22000	1,18	3,93	122,04	122,39



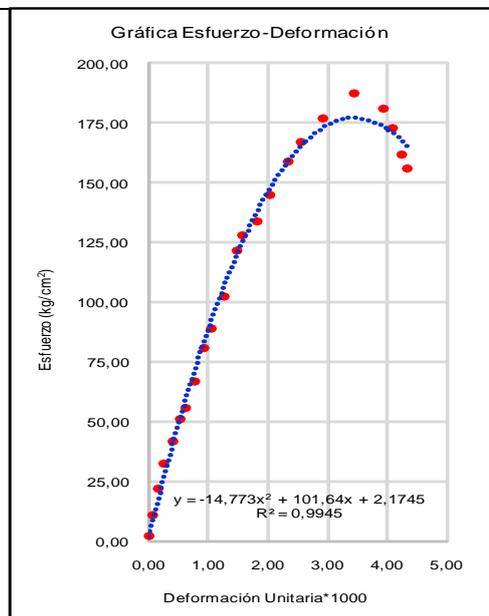
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-23,2 X^2 + 121,11 X + 3,408$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9937$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	175,96
MÓD. DE ELASTICIDAD:	198975,807
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-23,2 X^2 + 122,41 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-03-04  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 21 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,12  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 179,553

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZ O	ESFUERZO CORREGIDO
430	0,00	0,00	2,39	0,00
2000	0,02	0,07	11,14	6,66
4000	0,05	0,16	22,28	16,42
5800	0,08	0,26	32,30	25,89
7500	0,12	0,39	41,77	38,07
9180	0,16	0,53	51,13	49,73
10000	0,19	0,63	55,69	58,15
12000	0,23	0,76	66,83	68,92
14500	0,28	0,92	80,76	81,66
16000	0,32	1,05	89,11	91,28
18400	0,38	1,25	102,48	104,75
21800	0,45	1,48	121,41	119,02
23000	0,48	1,58	128,10	124,65
24000	0,55	1,81	133,67	136,67
26000	0,62	2,04	144,80	147,13
28500	0,71	2,34	158,73	158,27
30000	0,78	2,57	167,08	165,15
31800	0,89	2,93	177,11	172,79
<b>33605</b>	<b>1,05</b>	<b>3,45</b>	<b>187,16</b>	<b>177,00</b>
32500	1,20	3,95	181,00	173,51
31000	1,24	4,08	172,65	171,36
29000	1,29	4,24	161,51	167,96
28000	1,32	4,34	155,94	165,54



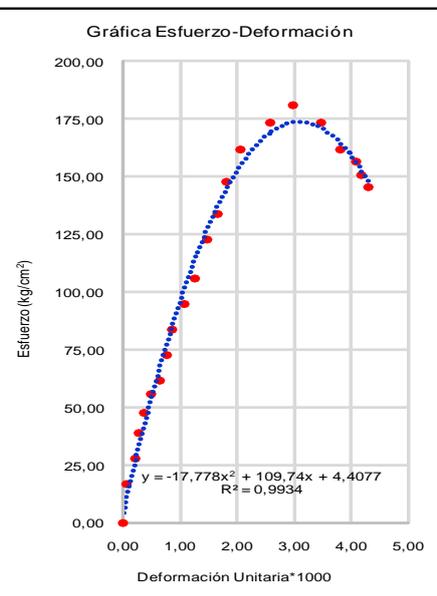
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-14,8 x^2 + 101,64 X + 2,1745$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9945$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	187,16
MÓD. DE ELASTICIDAD:	205209,035
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-14,8 x^2 + 102,27 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-03-05  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 21 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,10  
 ALTURA (mm): 302  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZ O	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3000	0,02	0,07	16,75	7,28
5000	0,06	0,20	27,92	21,38
7000	0,08	0,26	39,09	28,20
8500	0,11	0,36	47,47	38,13
10000	0,15	0,50	55,84	50,83
11000	0,19	0,63	61,43	62,90
13000	0,23	0,76	72,59	74,35
15000	0,26	0,86	83,76	82,52
17000	0,32	1,06	94,93	97,82
19000	0,38	1,26	106,10	111,72
22000	0,44	1,46	122,85	124,22
24000	0,50	1,66	134,02	135,31
26500	0,55	1,82	147,98	143,48
29000	0,62	2,05	161,94	153,28
31000	0,78	2,58	173,11	168,51
<b>32400</b>	<b>0,90</b>	<b>2,98</b>	<b>180,93</b>	<b>173,38</b>
31000	1,05	3,48	173,11	171,57
29000	1,15	3,81	161,94	165,50
28000	1,23	4,07	156,36	157,83
27000	1,26	4,17	150,77	154,31
26000	1,30	4,30	145,19	149,07



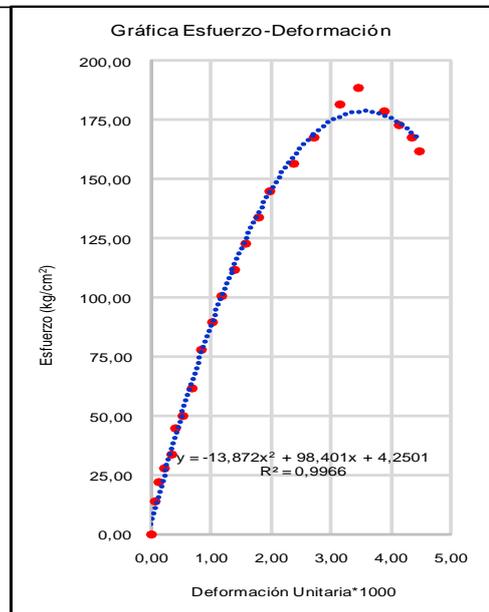
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-17,8 X^2 + 109,74 X + 4,4077$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9934$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	180,93
MÓD. DE ELASTICIDAD:	201763,162
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-17,8 X^2 + 111,16 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-03-06  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 21 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,10  
 ALTURA (mm): 303  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZ O	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2500	0,02	0,07	13,96	6,51
4000	0,04	0,13	22,34	12,91
5000	0,07	0,23	27,92	22,27
6000	0,10	0,33	33,50	31,36
8000	0,12	0,40	44,67	37,27
9000	0,16	0,53	50,26	48,72
11000	0,21	0,69	61,43	62,36
14000	0,25	0,83	78,18	72,73
16000	0,31	1,02	89,35	87,37
18000	0,36	1,19	100,51	98,75
20000	0,42	1,39	111,68	111,40
22000	0,48	1,58	122,85	122,96
24000	0,54	1,78	134,02	133,43
26000	0,60	1,98	145,19	142,82
28000	0,72	2,38	156,36	158,33
30000	0,82	2,71	167,52	167,93
32500	0,95	3,14	181,48	175,89
<b>33800</b>	<b>1,05</b>	<b>3,47</b>	<b>188,74</b>	<b>178,54</b>
32000	1,18	3,89	178,69	177,46
31000	1,25	4,13	173,11	174,77
30000	1,32	4,36	167,52	170,60
29000	1,36	4,49	161,94	167,55



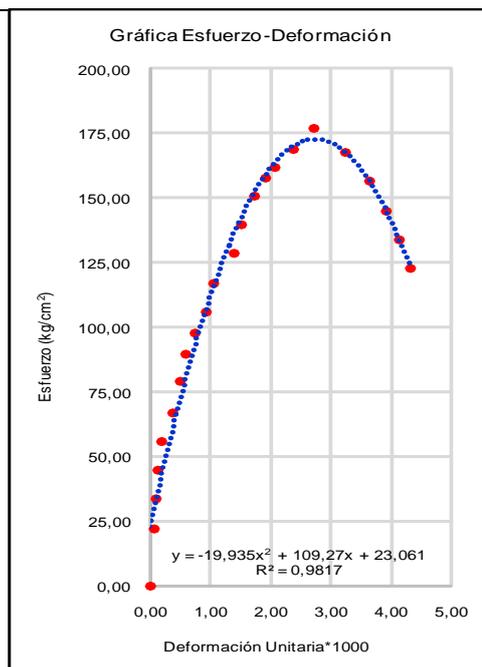
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-13,9 X^2 + 98,401 X + 4,2501$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9966$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	188,74
MÓD. DE ELASTICIDAD:	206076,145
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-13,9 X^2 + 99,59 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-03-07  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 21 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,10  
 ALTURA (mm): 301  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZ O	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4000	0,02	0,07	22,34	7,71
6000	0,03	0,10	33,50	11,50
8000	0,04	0,13	44,67	15,25
10000	0,06	0,20	55,84	22,61
12000	0,11	0,37	67,01	40,24
14200	0,15	0,50	79,29	53,55
16000	0,18	0,60	89,35	63,07
17500	0,22	0,73	97,72	75,15
19000	0,28	0,93	106,10	91,94
21000	0,32	1,06	117,27	102,26
23000	0,42	1,40	128,44	124,98
25000	0,46	1,53	139,60	132,83
27000	0,52	1,73	150,77	143,29
28200	0,58	1,93	157,47	152,17
29000	0,62	2,06	161,94	157,21
30200	0,72	2,39	168,64	166,72
<b>31655</b>	<b>0,82</b>	<b>2,72</b>	<b>176,77</b>	<b>171,83</b>
30000	0,98	3,26	167,52	170,86
28000	1,10	3,65	156,36	162,74
26000	1,18	3,92	145,19	153,80
24000	1,25	4,15	134,02	143,67
22000	1,30	4,32	122,85	135,12



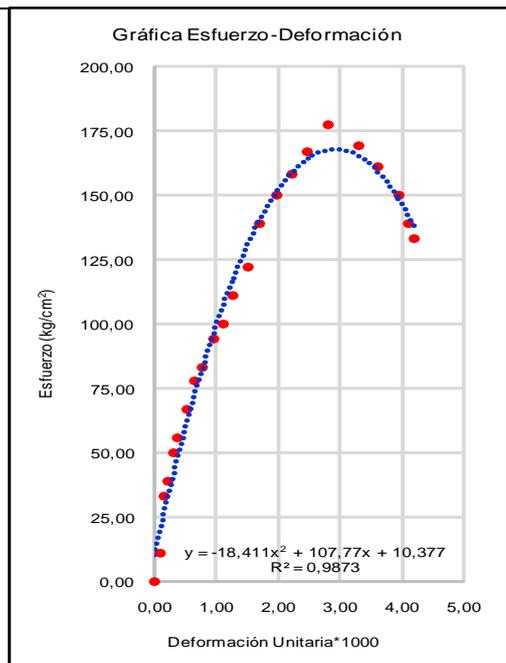
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-19,9 X^2 + 109,27 X + 23,061$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9817$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	176,77
MÓD. DE ELASTICIDAD:	199430,019
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-19,9 X^2 + 117,38 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

**COD. ESPÉCIMEN:** M-70%-03-08  
**CEMENTO:** PACASMAYO TIPO I  
**EDAD:** 21 DIAS  
**DIÁMETRO (cm):** 15,13  
**ALTURA (mm):** 304  
**ÁREA (cm<sup>2</sup>):** 179,791

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZ O	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,03	0,10	11,12	10,80
6000	0,05	0,16	33,37	17,80
7000	0,07	0,23	38,93	24,64
9000	0,09	0,30	50,06	31,32
10000	0,11	0,36	55,62	37,85
12000	0,16	0,53	66,74	53,46
14000	0,20	0,66	77,87	65,23
15000	0,24	0,79	83,43	76,36
17000	0,29	0,95	94,55	89,38
18000	0,34	1,12	100,12	101,40
20000	0,39	1,28	111,24	112,43
22000	0,46	1,51	122,36	126,20
25000	0,52	1,71	139,05	136,44
27000	0,60	1,97	150,17	147,87
28500	0,68	2,24	158,52	156,75
30000	0,75	2,47	166,86	162,43
<b>31950</b>	<b>0,85</b>	<b>2,80</b>	<b>177,71</b>	<b>167,15</b>
30500	1,00	3,29	169,64	166,76
29000	1,10	3,62	161,30	161,53
27000	1,20	3,95	150,17	152,31
25000	1,25	4,11	139,05	146,20
24000	1,28	4,21	133,49	142,06



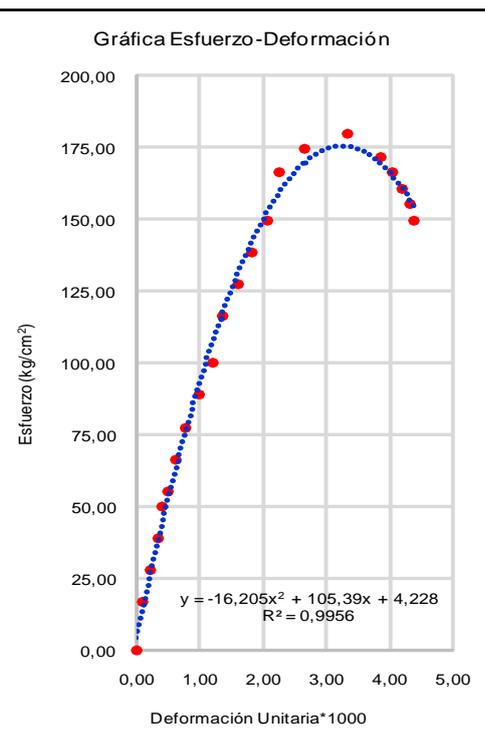
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-18,4 X^2 + 107,77 X + 10,377$
COEF. CORRELACIÓN:	0,9873
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	177,71
MÓD. DE ELASTICIDAD:	199959,859
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-18,4 X^2 + 111,26 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-03-09  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 21 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,15  
 ALTURA (mm): 300  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 180,267

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZ O	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3000	0,03	0,10	16,64	10,51
5000	0,07	0,23	27,74	24,01
7000	0,10	0,33	38,83	33,76
9000	0,12	0,40	49,93	40,08
10000	0,15	0,50	55,47	49,29
12000	0,19	0,63	66,57	61,07
14000	0,23	0,77	77,66	72,26
16000	0,30	1,00	88,76	90,48
18000	0,36	1,20	99,85	104,68
21000	0,41	1,37	116,49	115,53
23000	0,48	1,60	127,59	129,21
25000	0,55	1,83	138,68	141,12
27000	0,62	2,07	149,78	151,26
30000	0,68	2,27	166,42	158,56
31500	0,80	2,67	174,74	169,25
<b>32395</b>	<b>1,00</b>	<b>3,33</b>	<b>179,71</b>	<b>175,55</b>
31000	1,16	3,87	171,97	170,22
30000	1,21	4,03	166,42	166,67
29000	1,26	4,20	160,87	162,21
28000	1,30	4,33	155,33	158,00
27000	1,32	4,40	149,78	155,67



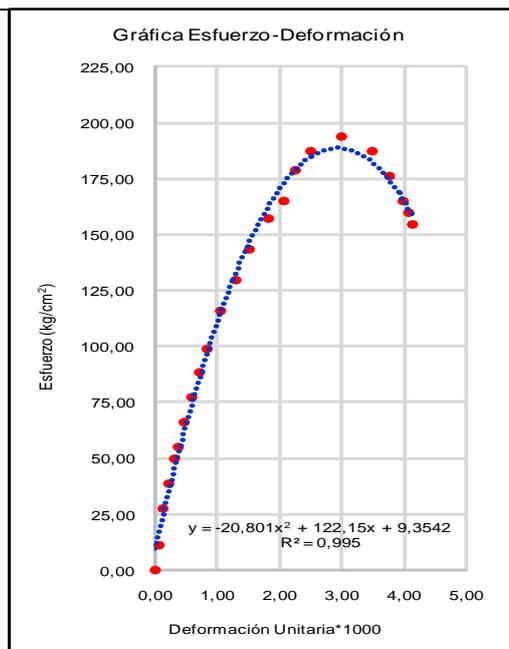
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-16,2 X^2 + 105,39 X + 4,228$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9956$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	179,71
MÓD. DE ELASTICIDAD:	201081,760
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-16,2 X^2 + 106,68 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-03-10  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 21 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 301  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZ O	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,02	0,07	11,02	8,23
5000	0,04	0,13	27,55	16,28
7000	0,07	0,23	38,58	28,01
9000	0,09	0,30	49,60	35,60
10000	0,11	0,37	55,11	43,01
12000	0,14	0,47	66,13	53,78
14000	0,18	0,60	77,15	67,49
16000	0,21	0,70	88,17	77,29
18000	0,25	0,83	99,20	89,72
21000	0,32	1,06	115,73	109,69
23500	0,39	1,30	129,51	127,42
26000	0,46	1,53	143,28	142,90
28500	0,55	1,83	157,06	159,49
30000	0,62	2,06	165,33	169,83
32500	0,68	2,26	179,10	176,90
34000	0,75	2,49	187,37	183,05
<b>35215</b>	<b>0,90</b>	<b>2,99</b>	<b>194,07</b>	<b>188,67</b>
34000	1,05	3,49	187,37	183,95
32000	1,13	3,75	176,35	177,22
30000	1,20	3,99	165,33	168,91
29000	1,23	4,09	159,82	164,66
28000	1,25	4,15	154,31	161,60



ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-20,8 X^2 + 122,15 X + 9,3542$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,995$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	194,07
MÓD. DE ELASTICIDAD:	208961,644
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-20,8 X^2 + 125,30 X + 0$

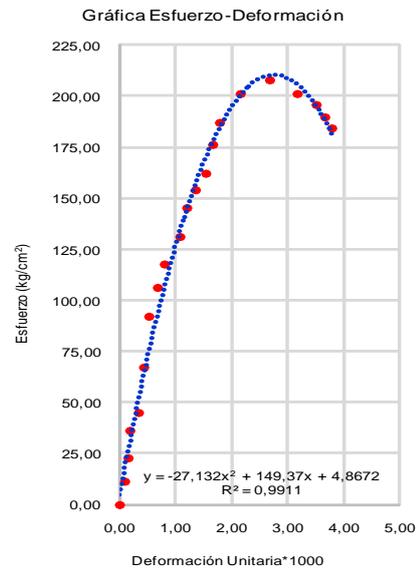
## EDAD 28 DIAS

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

#### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN:	M-70%-04-01
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	28 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,10
ALTURA (mm):	300
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,03	0,10	11,17	14,84
4000	0,05	0,17	22,34	24,43
6500	0,06	0,20	36,30	29,14
8000	0,10	0,33	44,67	47,36
12000	0,13	0,43	67,01	60,39
16500	0,16	0,53	92,14	72,88
19000	0,20	0,67	106,10	88,69
21000	0,24	0,80	117,27	103,54
23500	0,32	1,07	131,23	130,33
26000	0,36	1,20	145,19	142,28
27500	0,41	1,37	153,56	155,86
29000	0,46	1,53	161,94	167,94
31500	0,50	1,67	175,90	176,51
33500	0,54	1,80	187,07	184,12
36000	0,65	2,17	201,03	200,07
<b>37225</b>	<b>0,80</b>	<b>2,67</b>	<b>207,87</b>	<b>210,07</b>
36000	0,95	3,17	201,03	206,50
35000	1,05	3,50	195,44	196,58
34000	1,10	3,67	189,86	189,36
33000	1,14	3,80	184,28	182,50

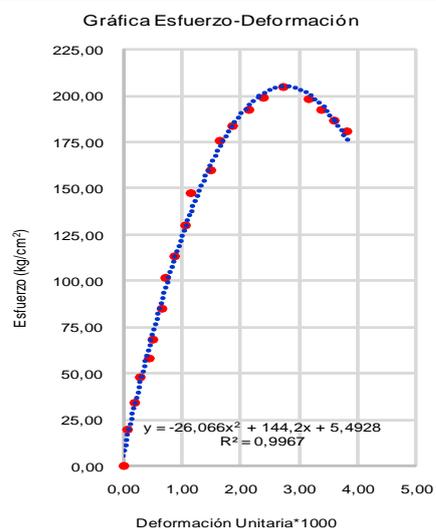


ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-27,1 X^2 + 149,37 X + 4,8672$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9911$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	207,87
MÓD. DE ELASTICIDAD:	216265,241
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-27,1 X^2 + 151,13 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-04-02  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 28 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,00  
 ALTURA (mm): 301  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 176,715

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3500	0,02	0,07	19,81	9,60
6000	0,06	0,20	33,95	28,10
8500	0,09	0,30	48,10	41,38
10200	0,13	0,43	57,72	58,27
12000	0,15	0,50	67,91	66,37
15000	0,20	0,66	84,88	85,62
18000	0,22	0,73	101,86	92,91
20000	0,26	0,86	113,18	106,81
23000	0,32	1,06	130,15	125,94
26000	0,35	1,16	147,13	134,72
28200	0,45	1,50	159,58	160,27
31000	0,50	1,66	175,42	170,89
32500	0,56	1,86	183,91	181,73
34000	0,65	2,16	192,40	194,10
35200	0,72	2,39	199,19	200,50
<b>36225</b>	<b>0,82</b>	<b>2,72</b>	<b>204,99</b>	<b>204,76</b>
35000	0,95	3,16	198,06	201,69
34000	1,02	3,39	192,40	196,01
33000	1,08	3,59	186,74	188,90
32000	1,15	3,82	181,08	177,98

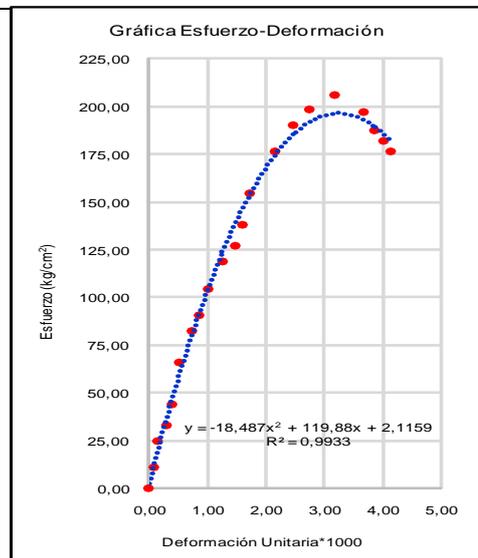


ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-26,1 X^2 + 144,2 X + 5,4928$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9967$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	204,99
MÓD. DE ELASTICIDAD:	214762,898
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-26,1 X^2 + 146,17 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-04-03  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 28 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 300  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,02	0,07	11,02	7,95
4500	0,04	0,13	24,80	15,74
6000	0,09	0,30	33,07	34,50
8000	0,12	0,40	44,09	45,26
12000	0,15	0,50	66,13	55,65
15000	0,22	0,73	82,66	78,45
16500	0,26	0,87	90,93	90,58
19000	0,30	1,00	104,71	102,05
21500	0,38	1,27	118,48	123,03
23000	0,44	1,47	126,75	137,03
25000	0,48	1,60	137,77	145,55
28000	0,52	1,73	154,31	153,40
32000	0,65	2,17	176,35	174,41
34500	0,74	2,47	190,13	184,88
36000	0,82	2,73	198,39	191,40
<b>37400</b>	<b>0,95</b>	<b>3,17</b>	<b>206,11</b>	<b>196,39</b>
35800	1,10	3,67	197,29	193,52
34000	1,16	3,87	187,37	189,78
33000	1,20	4,00	181,86	186,47
32000	1,24	4,13	176,35	182,51



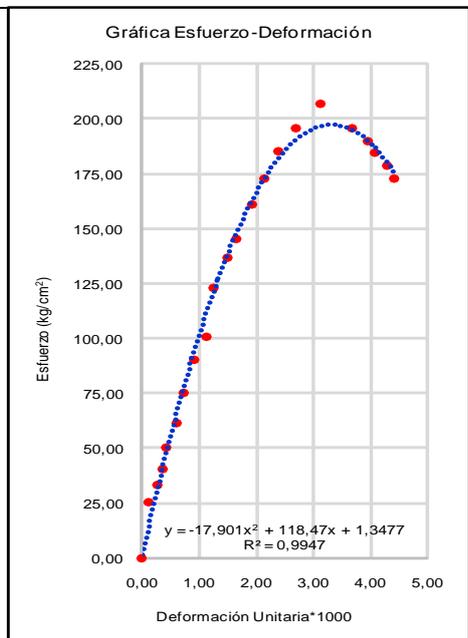
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-18,5 X^2 + 119,88 X + 2,1159$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9933$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	206,11
MÓD. DE ELASTICIDAD:	215346,854
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-18,5 X^2 + 120,53 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-04-04  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 28 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,10  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4500	0,03	0,10	25,13	11,56
6000	0,08	0,26	33,50	30,04
7200	0,11	0,36	40,21	40,67
9000	0,13	0,43	50,26	47,56
11000	0,18	0,59	61,43	64,11
13500	0,22	0,72	75,39	76,65
16200	0,28	0,92	90,46	94,31
18000	0,34	1,12	100,51	110,56
22000	0,38	1,25	122,85	120,63
24500	0,45	1,48	136,81	136,74
26000	0,50	1,64	145,19	147,10
28800	0,58	1,91	160,82	161,64
31000	0,65	2,14	173,11	172,34
33200	0,72	2,37	185,39	181,14
35000	0,82	2,70	195,44	190,41
<b>37010</b>	<b>0,95</b>	<b>3,13</b>	<b>206,67</b>	<b>196,67</b>
35000	1,12	3,68	195,44	194,99
34000	1,20	3,95	189,86	190,32
33000	1,24	4,08	184,28	187,06
32000	1,30	4,28	178,69	181,00
31000	1,34	4,41	173,11	176,19



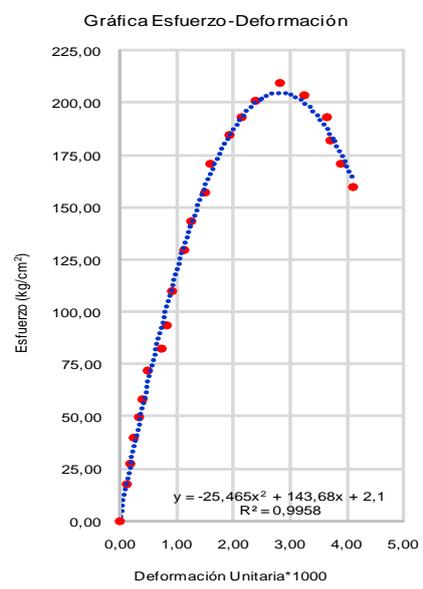
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-17,9 X^2 + 118,47 X + 1,3477$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9947$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	206,67
MÓD. DE ELASTICIDAD:	215639,797
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-17,9 X^2 + 118,88 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-04-05  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 28 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 302  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3200	0,03	0,10	17,63	14,10
5000	0,05	0,17	27,55	23,21
7200	0,07	0,23	39,68	32,11
9000	0,10	0,33	49,60	45,03
10500	0,12	0,40	57,86	53,37
13000	0,15	0,50	71,64	65,45
15000	0,22	0,73	82,66	91,69
17000	0,25	0,83	93,69	102,10
20000	0,28	0,93	110,22	112,01
23500	0,34	1,13	129,51	130,32
26000	0,38	1,26	143,28	141,41
28500	0,45	1,49	157,06	158,66
31000	0,48	1,59	170,84	165,22
33500	0,58	1,92	184,62	183,44
35000	0,65	2,15	192,88	192,88
36500	0,72	2,38	201,15	199,58
<b>38060</b>	<b>0,85</b>	<b>2,81</b>	<b>209,75</b>	<b>204,76</b>
37000	0,98	3,25	203,90	200,50
35000	1,10	3,64	192,88	188,20
33000	1,12	3,71	181,86	185,37
31000	1,18	3,91	170,84	175,53
29000	1,24	4,11	159,82	163,68



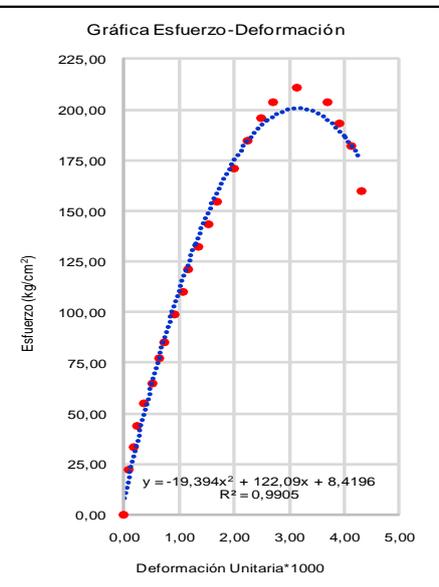
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-25,5 X^2 + 143,68 X + 2,1$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9958$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	209,75
MÓD. DE ELASTICIDAD:	217238,664
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-25,5 X^2 + 144,42 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN:	M-70%-04-07
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	28 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,20
ALTURA (mm):	303
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4000	0,02	0,07	22,04	8,15
6000	0,05	0,17	33,07	20,06
8000	0,07	0,23	44,09	27,78
10000	0,11	0,36	55,11	42,73
11800	0,15	0,50	65,03	57,00
14000	0,19	0,63	77,15	70,59
15500	0,22	0,73	85,42	80,34
18000	0,28	0,92	99,20	98,71
20000	0,32	1,06	110,22	110,10
22000	0,35	1,16	121,24	118,21
24000	0,41	1,35	132,26	133,28
26000	0,46	1,52	143,28	144,67
28000	0,51	1,68	154,31	155,01
31000	0,60	1,98	170,84	170,95
33500	0,68	2,24	184,62	182,26
35500	0,75	2,48	195,64	189,93
37000	0,82	2,71	203,90	195,53
<b>38320</b>	<b>0,95</b>	<b>3,14</b>	<b>211,18</b>	<b>200,44</b>
37000	1,12	3,70	203,90	196,09
35000	1,18	3,89	192,88	191,64
33000	1,25	4,13	181,86	184,52
29000	1,30	4,29	159,82	178,17

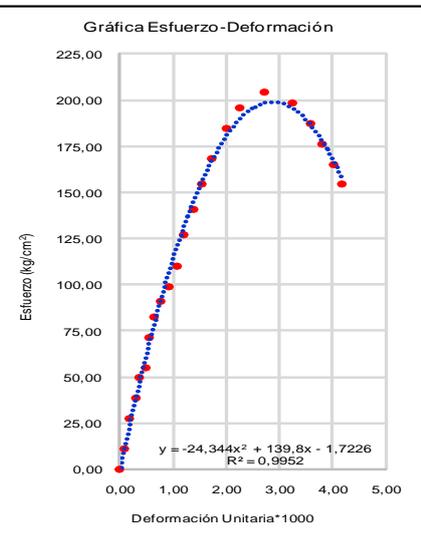


ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-19,4 X^2 + 122,09 X + 8,4196$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9905$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	211,18
MÓD. DE ELASTICIDAD:	217979,414
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-19,4 X^2 + 124,74 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-04-08  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 28 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 301  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,03	0,10	11,02	13,63
5000	0,05	0,17	27,55	22,45
7000	0,09	0,30	38,58	39,44
9000	0,11	0,37	49,60	47,62
10000	0,15	0,50	55,11	63,32
13000	0,17	0,56	71,64	70,85
15000	0,19	0,63	82,66	78,17
16500	0,23	0,76	90,93	92,15
18000	0,28	0,93	99,20	108,42
20000	0,32	1,06	110,22	120,47
23000	0,36	1,20	126,75	131,66
25500	0,42	1,40	140,53	146,83
28000	0,46	1,53	154,31	155,87
30500	0,52	1,73	168,08	167,82
33500	0,60	1,99	184,62	180,74
35500	0,68	2,26	195,64	190,22
<b>37080</b>	<b>0,82</b>	<b>2,72</b>	<b>204,34</b>	<b>198,54</b>
36000	0,98	3,26	198,39	195,15
34000	1,08	3,59	187,37	186,05
32000	1,14	3,79	176,35	178,00
30000	1,21	4,02	165,33	166,17
28000	1,26	4,19	154,31	156,11



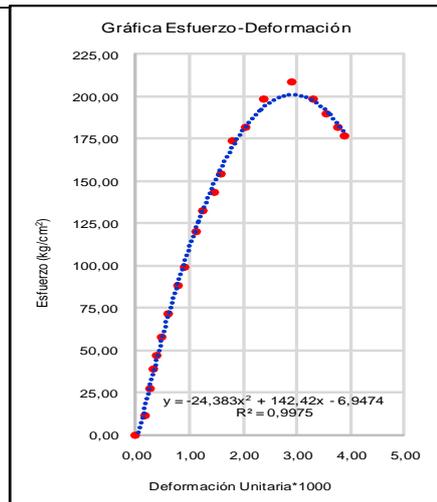
ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-24,3 X^2 + 139,8 X + -1,7226$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9952$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	204,34
MÓD. DE ELASTICIDAD:	214423,605
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-24,3 X^2 + 139,20 X + 0$

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN: M-70%-04-09  
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I  
 EDAD: 28 DIAS  
 DIÁMETRO (cm): 15,20  
 ALTURA (mm): 304  
 ÁREA (cm<sup>2</sup>): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT.	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO CORREGIDO
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,05	0,16	11,02	22,37
5000	0,08	0,26	27,55	35,16
7000	0,10	0,33	38,58	43,42
8500	0,12	0,39	46,84	51,47
10500	0,15	0,49	57,86	63,15
13000	0,18	0,59	71,64	74,36
16000	0,24	0,79	88,17	95,35
18000	0,28	0,92	99,20	108,28
21800	0,34	1,12	120,14	126,10
24000	0,38	1,25	132,26	136,93
26000	0,44	1,45	143,28	151,58
28000	0,48	1,58	154,31	160,30
31500	0,55	1,81	173,59	173,52
33000	0,62	2,04	181,86	184,15
36000	0,72	2,37	198,39	194,85
<b>37805</b>	<b>0,88</b>	<b>2,89</b>	<b>208,34</b>	<b>201,01</b>
36000	1,00	3,29	198,39	196,76
34500	1,08	3,55	190,13	189,70
33000	1,14	3,75	181,86	182,19
32000	1,18	3,88	176,35	176,13

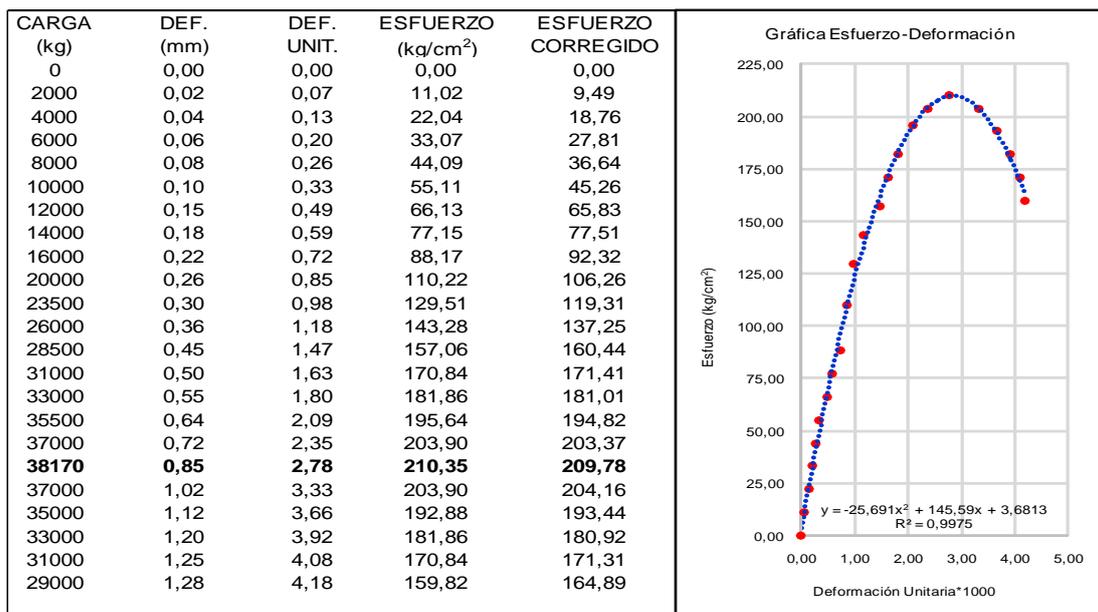


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-24,4 X <sup>2</sup> + 142,42 X + -6,9474
COEF. CORRELACIÓN:	R <sup>2</sup> = 0,9975
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	208,34
MÓD. DE ELASTICIDAD:	216509,697
ECUACIÓN CORREGIDA:	-24,4 X <sup>2</sup> + 140,02 X + 0

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### Diseño mezcla con concreto reciclado 70%

COD. ESPÉCIMEN:	M-70%-04-10
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	28 DIAS
DIÁMETRO (cm):	15,20
ALTURA (mm):	306
ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	181,458



ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-25,7 X^2 + 145,59 X + 3,6813$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0,9975$
ESF. ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> ):	210,35
MÓD. DE ELASTICIDAD:	217552,366
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-25,7 X^2 + 146,88 X + 0$

Anexo 2

ANALISIS ESTADÍSTICO

Base de Datos entre Porcentaje

<b>%</b>	<b>7 dias</b>	<b>14 dias</b>	<b>21 dias</b>	<b>28 dis</b>
<b>Patron</b>	30110	33810	36415	39135
<b>Patron</b>	29750	33895	36900	39270
<b>Patron</b>	30310	33550	36200	39400
<b>Patron</b>	30250	33970	35800	39360
<b>Patron</b>	29900	33900	35370	39650
<b>Patron</b>	29890	33640	36100	39470
<b>Patron</b>	29800	33800	35090	39320
<b>Patron</b>	30455	33455	35640	39975
<b>Patron</b>	29915	33315	36980	40210
<b>Patron</b>	29240	33940	36400	39650
<b>20</b>	29760	32082	35150	39380
<b>20</b>	29270	33956	36810	39145
<b>20</b>	29940	32865	36125	39590
<b>20</b>	29710	33900	36400	39800
<b>20</b>	29450	33800	36100	39125
<b>20</b>	29790	32910	34870	39300
<b>20</b>	29520	32890	35240	39160
<b>20</b>	29515	32320	36180	39130
<b>20</b>	29465	33280	35700	38900
<b>20</b>	29770	33075	36530	39170
<b>50</b>	28100	30562	35100	38100
<b>50</b>	27245	31915	36050	38600
<b>50</b>	26690	33060	34600	36720
<b>50</b>	28980	33230	34080	38660
<b>50</b>	29400	32780	32990	38150
<b>50</b>	27370	32355	33975	38470
<b>50</b>	26110	31200	33995	38320
<b>50</b>	27000	32090	35400	38175
<b>50</b>	26000	32815	34300	37210
<b>50</b>	28050	31030	35630	37650
<b>70</b>	27250	30130	35180	37225
<b>70</b>	26050	30598	33890	36225
<b>70</b>	26370	31550	31720	37400
<b>70</b>	26155	30370	33605	37010
<b>70</b>	26620	30500	32400	38060
<b>70</b>	27190	30980	33800	37170
<b>70</b>	26100	31275	31655	38320
<b>70</b>	25345	30900	31950	37080
<b>70</b>	26015	30165	32395	37805
<b>70</b>	27040	30405	35215	38170

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
7 días	.228	40	.000	.863	40	.000
14 días	.162	40	.009	.893	40	.001
21 días	.163	40	.009	.918	40	.007
28 días	.186	40	.001	.946	40	.054

a. Corrección de significación de Lilliefors

ANOVA							
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
7 días	Entre grupos	86888372.500	3	28962790.833	63.496	.000	menor 0,05
	Dentro de grupos	16420825.000	36	456134.028			
	Total	103309197.500	39				
14 días	Entre grupos	52841991.475	3	17613997.158	46.111	.000	
	Dentro de grupos	13751762.300	36	381993.397			
	Total	66593753.775	39				
21 días	Entre grupos	54646132.500	3	18215377.500	20.900	.000	
	Dentro de grupos	31375245.000	36	871534.583			
	Total	86021377.500	39				
28 días	Entre grupos	30195395.000	3	10065131.667	40.628	.000	
	Dentro de grupos	8918615.000	36	247739.306			
	Total	39114010.000	39				

Comparaciones múltiples

HSD Tukey

Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95%		
						Límite inferior	Límite superior	
7 días	Patrón	20%	343.000	302.038	.670	-470.46	1156.46	
		50%	2467,500*	302.038	.000	1654.04	3280.96	
		70%	3548,500*	302.038	.000	2735.04	4361.96	
	20%	Patrón	-343.000	302.038	.670	-1156.46	470.46	
		50%	2124,500*	302.038	.000	1311.04	2937.96	
		70%	3205,500*	302.038	.000	2392.04	4018.96	
	50%	Patrón	-2467,500*	302.038	.000	-3280.96	-1654.04	
		20%	-2124,500*	302.038	.000	-2937.96	-1311.04	
		70%	1081,000*	302.038	.005	267.54	1894.46	
	70%	Patrón	-3548,500*	302.038	.000	-4361.96	-2735.04	
		20%	-3205,500*	302.038	.000	-4018.96	-2392.04	
		50%	-1081,000*	302.038	.005	-1894.46	-267.54	
	14 días	Patrón	20%	619.700	276.403	.131	-124.72	1364.12
			50%	1623,800*	276.403	.000	879.38	2368.22
			70%	3040,200*	276.403	.000	2295.78	3784.62
20%		Patrón	-619.700	276.403	.131	-1364.12	124.72	
		50%	1004,100*	276.403	.005	259.68	1748.52	
		70%	2420,500*	276.403	.000	1676.08	3164.92	
50%		Patrón	-1623,800*	276.403	.000	-2368.22	-879.38	
		20%	-1004,100*	276.403	.005	-1748.52	-259.68	
		70%	1416,400*	276.403	.000	671.98	2160.82	
70%		Patrón	-3040,200*	276.403	.000	-3784.62	-2295.78	
		20%	-2420,500*	276.403	.000	-3164.92	-1676.08	
		50%	-1416,400*	276.403	.000	-2160.82	-671.98	
21 días		Patrón	20%	179.000	417.501	.973	-945.42	1303.42
			50%	1477,500*	417.501	.006	353.08	2601.92
			70%	2908,500*	417.501	.000	1784.08	4032.92
	20%	Patrón	-179.000	417.501	.973	-1303.42	945.42	
		50%	1298,500*	417.501	.018	174.08	2422.92	
		70%	2729,500*	417.501	.000	1605.08	3853.92	
	50%	Patrón	-1477,500*	417.501	.006	-2601.92	-353.08	
		20%	-1298,500*	417.501	.018	-2422.92	-174.08	
		70%	1431,000*	417.501	.008	306.58	2555.42	
	70%	Patrón	-2908,500*	417.501	.000	-4032.92	-1784.08	
		20%	-2729,500*	417.501	.000	-3853.92	-1605.08	
		50%	-1431,000*	417.501	.008	-2555.42	-306.58	
	28 días	Patrón	20%	274.000	222.593	.612	-325.49	873.49
			50%	1538,500*	222.593	.000	939.01	2137.99
			70%	2097,500*	222.593	.000	1498.01	2696.99
20%		Patrón	-274.000	222.593	.612	-873.49	325.49	
		50%	1264,500*	222.593	.000	665.01	1863.99	
		70%	1823,500*	222.593	.000	1224.01	2422.99	
50%		Patrón	-1538,500*	222.593	.000	-2137.99	-939.01	
		20%	-1264,500*	222.593	.000	-1863.99	-665.01	
		70%	559.000	222.593	.075	-40.49	1158.49	
70%		Patrón	-2097,500*	222.593	.000	-2696.99	-1498.01	
		20%	-1823,500*	222.593	.000	-2422.99	-1224.01	
		50%	-559.000	222.593	.075	-1158.49	40.49	

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

7 días				
HSD Tukey <sup>a</sup>				
Porcentaje	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
70%	10	26413.50		
50%	10		27494.50	
20%	10			29619.00
Patrón	10			29962.00
Sig.		1.000	1.000	.670

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.

14 días				
HSD Tukey <sup>a</sup>				
Porcentaje	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
70%	10	30687.30		
50%	10		32103.70	
20%	10			33107.80
Patrón	10			33727.50
Sig.		1.000	1.000	.131

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.

21 días				
HSD Tukey <sup>a</sup>				
Porcentaje	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
70%	10	33181.00		
50%	10		34612.00	
20%	10			35910.50
Patrón	10			36089.50
Sig.		1.000	1.000	.973

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.

28 días			
HSD Tukey <sup>a</sup>			
Porcentaje	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
70%	10	37446.50	
50%	10	38005.50	
20%	10		39270.00
Patrón	10		39544.00
Sig.		.075	.612

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.

Anexo3  
PANEL FOTOGRÁFICO



Foto 1: Recolectando el material reciclado de probetas



Foto 2: Recolectando el material reciclado de probetas



Foto 3: Recolectando el material reciclado de rotura de pistas y veredas



Foto 4: Preparando el material reciclado en la Planta de chancado Aguilar.



Foto 5: Material grueso reciclado.



Foto 6: Preparación y curado de probetas



Foto 7: Toma de medidas y pesos de probetas



Foto 8: Toma de medidas y pesos de probetas