

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS:

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'_{C}=210$
KG/CM², PARA DIFERENTES RELACIONES A/C, CON AGREGADOS
DE RÍO Y DE CERRO**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Presentada por:

Bachiller: JORGE EDISON MOSQUEIRA RAMÍREZ

Asesora:

Dra. ROSA HAYDEE LLIQUE MONDRAGÓN

Cajamarca, Perú

2021

COPYRIGHT © 2021 by
JORGE EDISON MOSQUEIRA RAMÍREZ
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS APROBADA:

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f'c=210$
KG/CM², PARA DIFERENTES RELACIONES A/C, CON AGREGADOS
DE RÍO Y DE CERRO**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Presentada por:

Bachiller: JORGE EDISON MOSQUEIRA RAMÍREZ

JURADO EVALUADOR

Dra. Rosa Haydee Llique Mondragón
Asesor

M.Cs. Marco Antonio Silva Silva
Jurado Evaluador

Dra. Yvonne Katherine Fernández León
Jurado Evaluador

M.Cs. José Luis Marchena Araujo
Jurado Evaluador

Cajamarca, Perú

2021



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



PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS
ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL PÚBLICA DE TESIS

Siendo las 17 horas del día 20 de octubre de dos mil veintiuno, reunidos a través de Gmeet meet.google.com/boh-bwcc-vtp, creado por la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, los integrantes del Jurado Evaluador presidido por el **M.Cs. MARCO ANTONIO SILVA SILVA, Dra. YVONNE KHATERINE FERNÁNDEZ LEÓN, M.Cs. JOSÉ LUIS MARCHENA ARAUJO**, y en calidad de Asesora la **Dra. ROSA HAYDEE LLIQUE MONDRAGÓN**; Actuando de conformidad con el Reglamento Interno de la Escuela de Posgrado y la Directiva para la Sustentación de Proyectos de Tesis, Seminarios de Tesis, Sustentación de Tesis y Actualización de Marco Teórico de los Programas de Maestría y Doctorado, se dio inicio a la **SUSTENTACIÓN PÚBLICA** de la tesis titulada: **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f'c=210$ KG/CM², PARA DIFERENTES RELACIONES A/C, CON AGREGADOS DE RÍO Y DE CERRO**, presentada por el **Bach. en Ingeniería Civil JORGE EDISON MOSQUEIRA RAMÍREZ**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó **aprobar** la mencionada Tesis con la calificación de **17 (Diecisiete) - EXCELENTE**; en tal virtud el **Bach. en Ingeniería Civil JORGE EDISON MOSQUEIRA RAMÍREZ**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, en la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, con Mención en **INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Siendo las 18 y 20 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

.....
Dra. Rosa Haydee Llique Mondragón
Asesora

.....
M.Cs. Marco Antonio Silva Silva
Jurado Evaluador

.....
Dra. Yvonne Katherine Fernández León
Jurado Evaluador

.....
M. Cs. José Luis Marchena Araujo
Jurado Evaluador

Dedicatoria

A Dios, María y Jesús

Con humildad dedico este pequeño trabajo a mi creador por haberme dado la vida, a la Madre María por haber guiado mi camino y Jesús por darme el ejemplo de amor, entrega y sabiduría.

A la Memoria de mis padres María Jesús Aurelia y Roberto Pelayo

Por el hogar lleno de amor y ternura que nos dieron, a mi Madre que puso todo su esfuerzo, sacrificio, comprensión para lograr hacerme un profesional de bien.

A la Memoria de mi Abuelita Aurelia y Hermana Lady

Por haber forjado en mi la fe a Dios todo poderoso y a mi Ladita por su ejemplo de trabajo, sacrificio y desprendimiento para lograr que sus hermanos lleguen a ser profesionales.

A mis hermanos; Roberto, Enrique y César

A Roberto por ser ejemplo de sabiduría al lograr confluir el éxito profesional con el crecimiento espiritual dotándolo de humildad para contribuir con el mejoramiento de los que lo rodean.

A Enrique por ser el soñador que con esfuerzo y sacrificio logra cumplir sus sueños y por su fe en Dios en cada una de sus acciones para lograr el bien de su prójimo.

A César por su tenacidad, su desprendimiento, altruismo, optimismo y generosidad para el bien de su hogar, de sus hermanos, familiares y compañeros de trabajo.

A mis hijos Jorge Roberto, Walter Enrique y Cesar Alexis.

Por ser el regalo más grande que Dios me dio, dotándoles de amor a Jesús y María, sabiduría, bondad, humildad, superación y respeto hacia los demás, aliciente para mi superación.

Agradecimiento

A Dios por permitirme terminar este trabajo con salud y poderlo ofrecer a la comunidad, en esta época tan difícil para la humanidad.

A mis Docentes y compañeros de aula por los conocimientos nuevos recibidos, los gestos de amistad, fraternidad y humildad como medios de superación personal.

A mi asesora Dra. Rosa Haydee Llique Mondragón por sus valiosos y oportunos aportes en el desarrollo de este trabajo de investigación.

Al Ingeniero Marco Silva Silva por su apoyo incondicional, aliento y motivación en la consecución de esta investigación.

A mis hermanos: Roberto, Enrique, Cesar por su participación en el desarrollo de esta investigación, en especial a mi Hermano César por su ahínco para que este trabajo de investigación se terminara, ante mi frustración y decaimiento espiritual; dándome fortaleza, acompañamiento y soporte tanto intelectual como económico, Dios los bendiga.

A mis hijos y familia que siempre estuvieron pendientes alentándome y dándome sus muestras de afecto incentivándome en todo momento para concluir con mi objetivo final.

Índice general

Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice general	vii
Lista de tablas	ix
Lista de figuras	xiii
Lista de abreviaturas y siglas	xviii
Resumen	xx
Abstract	xxi
CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Justificación e importancia	3
1.3. Delimitación de la investigación	4
1.4. Limitaciones	5
1.5. Objetivos	5
CAPITULO II	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial	7
2.2. Bases teóricas	11
2.3. Marco conceptual	18
2.4. Definición de términos básicos	20
CAPITULO III	22
PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES	22
3.1. Hipótesis	22
3.2. Variables/categorías	22
3.3. Operacionalización/categorización de los componentes de las hipótesis	23
CAPITULO IV	24
MARCO METODOLÓGICO	24
4.1. Ubicación geográfica (de acuerdo a la naturaleza de la investigación)	24
4.2. Diseño de la investigación	25
4.3. Métodos de investigación	25
4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación	25
4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información	26
4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información	27
4.7. Equipos, materiales, insumos, etc.	27
4.8. Matriz de consistencia metodológica	29
CAPITULO V	30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
5.1. Características físicas y mecánicas de los agregados de río y de cerro	30
5.2. Materiales complementarios a utilizar	33
5.3. Diseño de mezcla	33
5.4. Unidades de estudio	36
5.5. Resistencia a compresión de muestras de concreto	37
CAPITULO VI	61
CONCLUSIONES	61

CAPITULO VII	62
RECOMENDACIONES	62
CAPITULO VIII	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
CAPITULO IX	65
APÉNDICES	65
8.1. Características físicas y mecánicas de los agregados de río	65
8.2. Características físicas y mecánicas de los agregados de cerro	71
8.3. Diseño de mezclas	77
A. Resistencia a compresión testigos elaborados con agregados del río Chonta	91
B. Resistencia a compresión de testigos elaborados con agregados de cerro El Gavilán	127
C. Panel fotográfico	163
ANEXO	166
Hoja técnica de cementos portland tipo I	166

Lista de tablas

Tabla 1. Operacionalización de Componentes	23
Tabla 2. Diseño de Investigación	25
Tabla 3. Distribución de la población muestral	26
Tabla 4. Matriz de Consistencia Metodológica	29
Tabla 5. Características físicas de los agregados de río y de cerro	30
Tabla 6. Proporcionamiento de materiales de las muestras patrón, elaboradas con agregados de río	33
Tabla 7. Proporcionamiento de materiales de las muestras con A/C=0,6; elaboradas con agregados de río	34
Tabla 8. Proporcionamiento de materiales de las muestras con A/C=0,5; elaboradas con agregados de río	34
Tabla 9. Proporcionamiento de materiales de las muestras con A/C=0,4; elaboradas con agregados de río	35
Tabla 10. Proporcionamiento de materiales de las muestras patrón, elaboradas con agregados de cerro	35
Tabla 11. Proporcionamiento de materiales de las muestras con A/C=0,6; elaboradas con Agregados de cerro	35
Tabla 12. Proporcionamiento de materiales de las muestras con A/C=0,5; elaboradas con agregados de cerro	36
Tabla 13. Proporcionamiento de materiales de las con muestras A/C=0,4; elaboradas con Agregados de cerro	36
Tabla 14. Número de muestras para cada etapa de estudio	36
Tabla 15. Valores característicos del concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, promedio de la muestra patrón	37
Tabla 16. Valores probabilísticos de la resistencia a compresión de muestras patrón	38
Tabla 17. Valores de “Z” para las resistencias a la compresión de 15 muestras patrón con agregados de río	38
Tabla 18. Parámetros estadísticos para los testigos padrón elaborados con agregados de río	39
Tabla 19. Valores característicos promedio del concreto con relación A/C = 0,6	40
Tabla 20. Valores característicos promedio del concreto con relación A/C = 0,5	40
Tabla 21. Valores característicos promedio del concreto con relación A/C = 0,4	41
Tabla 22. Valores probabilísticos de la resistencia a compresión de testigos elaborados con material de río y diferentes relaciones A/C	42
Tabla 23. Valores de “Z” de resistencias a la compresión, de testigos con relación A/C= 0,6 y materiales de río	43
Tabla 24. Valores de “Z” de resistencias a la compresión, de testigos con relación A/C= 0,5 materiales de río	43
Tabla 25. Valores de “Z” de resistencias a la compresión, de testigos con relación A/C= 0,4 y materiales de río	43
Tabla 26. Parámetros estadísticos de la resistencia a compresión de las muestras	45
Tabla 27. Valores característicos del concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, promedio de la muestra patrón	48
Tabla 28. Valores probabilísticos de la resistencia a compresión de muestras patrón	49

Tabla 29. Valores de “Z” para las resistencias a la compresión de 15 muestras patrón con agregados de cerro El Gavilán	49
Tabla 30. Parámetros estadísticos para los testigos padrón, elaborados con agregados de cerro	50
Tabla 31. Valores característicos promedio del concreto con relación A/C = 0,6	51
Tabla 32. Valores característicos promedio del concreto con relación A/C = 0,5	51
Tabla 33. Valores característicos promedio del concreto con relación A/C = 0,4	52
Tabla 34. Valores probabilísticos de la resistencia a compresión de testigos elaborados con material de cerro El Gavilán y diferentes relaciones A/C	53
Tabla 35. Valores de “Z” de resistencias a la compresión, de testigos con relación A/C= 0,6, y materiales de cerro El Gavilán	53
Tabla 36. Valores de “Z” de resistencias a la compresión, de testigos con relación A/C=0,5, y materiales de cerro El Gavilán	53
Tabla 37. Valores de “Z” de resistencias a la compresión, de testigos con relación A/C= 0,4, y materiales de cerro El Gavilán	54
Tabla 38. Parámetros estadísticos de resistencia a compresión de muestras elaboradas con agregados de cerro El Gavilán con diferentes relaciones A/C	56
Tabla 39. Resistencia a compresión del concreto en las diferentes relaciones A/C de muestras elaboradas con agregados del río Chonta y del cerro El Gavilán	59
Tabla 40. Agua requerida del concreto en las diferentes relaciones A/C de muestras elaboradas con agregados del río Chonta y del cerro El Gavilán.	60
Tabla 41. Contenido de humedad del agregado fino	65
Tabla 42. Contenido de humedad del agregado grueso	65
Tabla 43. Ensayo granulométrico por tamizado del agregado fino de río, primera muestra	65
Tabla 44. Ensayo granulométrico por tamizado del agregado fino de río, segunda muestra	66
Tabla 45. Ensayo granulométrico por tamizado del agregado fino de río, tercera muestra	66
Tabla 46. Ensayo granulométrico por tamizado del agregado grueso de río, primera muestra	67
Tabla 47. Ensayo granulométrico por tamizado del agregado grueso de río, segunda muestra	67
Tabla 48. Ensayo granulométrico por tamizado del agregado grueso de río, tercera muestra	68
Tabla 49. Módulo de Fineza del agregado fino	68
Tabla 50. Módulo de Fineza del agregado grueso	68
Tabla 51. Peso específico del agua para el agregado fino	68
Tabla 52. Factor f	68
Tabla 53. Peso unitario suelto	69
Tabla 54. Peso unitario compactado	69
Tabla 55. Peso específico	69
Tabla 56. Peso específico del agua para el agregado grueso	69
Tabla 57. Factor f	69
Tabla 58. Peso unitario suelto	70
Tabla 59. Peso unitario compactado	70
Tabla 60. Peso específico	70
Tabla 61. Absorción del agregado fino	70
Tabla 62. Absorción del agregado grueso	70
Tabla 63. Porcentaje de material más fino del agregado fino	70
Tabla 64. Porcentaje de material más fino del agregado grueso	71
Tabla 65. Abrasión del agregado grueso	71

Tabla 66. Contenido de humedad del agregado fino	71
Tabla 67. Contenido de humedad del agregado grueso	71
Tabla 68. Ensayo granulométrico por tamizado del agregado fino de cerro, primera muestra	72
Tabla 69. Ensayo granulométrico por tamizado del agregado fino de cerro, segunda muestra	72
Tabla 70. Ensayo granulométrico por tamizado del agregado fino de cerro, tercera muestra	73
Tabla 71. Ensayo granulométrico por tamizado del agregado grueso de cerro, primera muestra	73
Tabla 72. Ensayo granulométrico por tamizado del agregado grueso de cerro, segunda muestra	74
Tabla 73. Ensayo granulométrico por tamizado del agregado grueso de cerro, tercera muestra	74
Tabla 74. Módulo de Fineza del agregado fino	75
Tabla 75. Módulo de Fineza del agregado grueso	75
Tabla 76. Peso específico del agua para el agregado fino	75
Tabla 77. Factor f	75
Tabla 78. Peso unitario suelto	75
Tabla 79. Peso unitario compactado	75
Tabla 80. Peso específico	75
Tabla 81. Peso específico del agua para el agregado grueso	76
Tabla 82. Determinación de factor f	76
Tabla 83. Determinación del peso unitario suelto	76
Tabla 84. Determinación del peso unitario compactado	76
Tabla 85. Determinación del peso específico	76
Tabla 86. Absorción del agregado fino	76
Tabla 87. Absorción del agregado grueso	77
Tabla 88. Determinación porcentaje de material más fino del agregado fino	77
Tabla 89. Determinación porcentaje de material más fino del agregado grueso	77
Tabla 90. Abrasión del agregado grueso	77
Tabla 91. Dosificación de materiales en peso y en volumen para concreto de residencia a la compresión de $f'c=210\text{kg/cm}^2$, con agregados del río Chonta	80
Tabla 92. Dosificación de materiales en peso como en volumen para concreto con relación A/C=0,6	81
Tabla 93. Dosificación de materiales en peso como en volumen para concreto con relación A/C=0,5	82
Tabla 94. Dosificación de materiales en peso como en volumen para concreto con relación A/C=0,4	84
Tabla 95. Dosificación de materiales en peso y en volumen para concreto de residencia a la compresión de $f'c=210\text{kg/cm}^2$, con agregados de cerro El Gavilán	86
Tabla 96. Dosificación de materiales en peso como en volumen para concreto con relación A/C=0,6	88
Tabla 97. Dosificación de materiales en peso como en volumen para concreto con relación A/C=0,5	89
Tabla 98. Dosificación de materiales en peso como en volumen para concreto con relación A/C=0,4	90
Tabla 99. Resumen de las particularidades del concreto de los 15 testigos patrón en estado endurecido, elaborados con agregados de río, prueba a compresión	99
Tabla 100. Resumen de las particularidades del concreto de los 15 testigos con relación A/C=0,6; en estado endurecido, prueba a compresión	108

Tabla 101. Resumen de las particularidades del concreto de los 15 testigos con relación A/C=0,5; en estado endurecido, prueba a compresión	117
Tabla 102. Resumen de las particularidades del concreto de los 15 testigos con relación A/C=0,4; en estado endurecido, prueba a compresión	126
Tabla 103. Resumen de las particularidades del concreto de los 15 testigos patrón en estado endurecido, prueba a compresión.	135
Tabla 104. Resumen de las particularidades del concreto de los 15 testigos con relación A/C=0,6; en estado endurecido, prueba a compresión	144
Tabla 105. Resumen de las particularidades del concreto de los 15 testigos con relación A/C=0,5; en estado endurecido, prueba a compresión	153
Tabla 106. Resumen de las particularidades del concreto de los 15 testigos con relación A/C=0,4; en estado endurecido, prueba a compresión	162

Lista de figuras

Figura 1.	Curva esfuerzo – deformación del concreto en compresión	15
Figura 2.	Efecto de la velocidad de carga en la resistencia a la compresión concreto	15
Figura 3.	Módulo tangente y secante del concreto	16
Figura 4.	Fotografía satelital de la ubicación de canteras y lugar de estudio	24
Figura 5.	Curva de distribución granulométrica promedio de 3 ensayos del agregado fino de río	31
Figura 6.	Curva de distribución granulométrica promedio de 3 ensayos del agregado grueso de río	31
Figura 7.	Curva de distribución granulométrica promedio de 3 ensayos del agregado fino de cerro	32
Figura 8.	Curva de distribución granulométrica promedio de 3 ensayos del agregado grueso	32
Figura 9.	Gráfico esfuerzo – deformación promedio del lote de 15 muestras patrón con agregados de río	37
Figura 10.	Diagrama de dispersión de los valores “Z” para los testigos de concreto con agregado de río	38
Figura 11.	Histograma de frecuencias para la resistencia a la compresión de testigos patrón con agregado de río	39
Figura 12.	Gráfico esfuerzo –deformación promedio de 15 muestras con relación A/C = 0,6	40
Figura 13.	Gráfico esfuerzo –deformación promedio de 15 muestras con relación A/C = 0,5	40
Figura 14.	Gráfico esfuerzo – deformación promedio de 15 muestras con relación A/C = 0,4	41
Figura 15.	Diagrama de dispersión de los valores “Z”, concreto, con relación A/C = 0,6 y material de río	43
Figura 16.	Diagrama de dispersión de los valores “Z”, concreto, con relación A/C = 0,5 y material de río	44
Figura 17.	Diagrama de dispersión de los valores “Z”, concreto, con relación A/C = 0,4 y material de río	44
Figura 18.	Histograma de frecuencias para la resistencia a la compresión de testigos con relación A/C=0,6 y materiales de río	44
Figura 19.	Histograma de frecuencias para la resistencia a la compresión de testigos con relación A/C=0,5 y materiales de río	44
Figura 20.	Histograma de frecuencias para la resistencia a la compresión de testigos con relación A/C=0,4 y materiales de río	45
Figura 21.	Curvas esfuerzo-deformación promedio máxima de muestras fabricadas con agregado de río y diferentes relaciones A/C	46
Figura 22.	Comparativo de resistencia a compresión de la muestra elaboradas con agregados de río Chonta con diferentes relaciones A/C (0,7; 0,6; 0,5; 0,4).	47
Figura 23.	Gráfico esfuerzo – deformación promedio del lote de 15 muestras patrón con agregados de cerro El Gavilán	48
Figura 24.	Diagrama de dispersión de los valores “Z” para los testigos de concreto con agregados de cerro	49

Figura 25	Histograma de frecuencias para la resistencia a la compresión de los testigos patrón, elaborados con agregados de cerro El Gavilán	50
Figura 26.	Gráfico esfuerzo –deformación promedio de 15 muestras con relación A/C = 0,6	51
Figura 27.	Gráfico esfuerzo –deformación promedio de 15 muestras con relación A/C = 0,5	51
Figura 28.	Gráfico esfuerzo – deformación promedio de 15 muestras con relación A/C = 0,4	52
Figura 29.	Diagrama de dispersión de los valores “Z”, de concreto, con relación A/C = 0,6 y material de cerro	54
Figura 30.	Diagrama de dispersión de los valores “Z” de concreto, con relación A/C = 0,5 y material de cerro El Gavilán	54
Figura 31.	Diagrama de dispersión de los valores “Z” de concreto, con relación A/C = 0,4 y material de cerro El Gavilán	55
Figura 32.	Histograma de frecuencias para la resistencia a la compresión de testigos con relación A/C=0.6 y materiales del cerro El Gavilán	55
Figura 33.	Histograma de frecuencias para la resistencia a la compresión de testigos con relación A/C=0.5 y materiales de cerro El Gavilán	55
Figura 34.	Histograma de frecuencias para la resistencia a la compresión de testigos con relación A/C=0.4 y materiales de cerro El Gavilán	55
Figura 35.	Curvas esfuerzo-deformación promedio máximo de muestras fabricadas con agregado de cerro y diferentes relaciones A/C	57
Figura 36.	Comparativo de la resistencia a compresión de las muestras elaboradas con Agregados de cerro el Gavilán con diferentes relaciones agua cemento (0,7; 0,6; 0,5 y 0,4)	58
Figura 37.	Comparativo de la resistencia a compresión de las muestras elaboradas con agregados de río y cerro en las diferentes relaciones A/C (0,7; 0,6; 0,5 y 0,4)	59
Figura 38.	Comparativo de la cantidad de agua requerida en la elaboración del concreto con agregados de río y cerro para las diferentes relaciones A/C	60
Figura 39.	Curva de distribución granulométrica del agregado fino primera muestra	65
Figura 40.	Curva de distribución granulométrica del agregado fino segunda muestra	66
Figura 41.	Curva de distribución granulométrica del agregado fino tercera muestra	66
Figura 42.	Curva de distribución granulométrica del agregado grueso primera muestra	67
Figura 43.	Curva de distribución granulométrica del agregado grueso segunda muestra	67
Figura 44.	Curva de distribución granulométrica del agregado grueso tercera muestra	68
Figura 45.	Curva de distribución granulométrica del agregado fino primera muestra	72
Figura 46.	Curva de distribución granulométrica del agregado fino segunda muestra	72
Figura 47.	Curva de distribución granulométrica del agregado fino tercera muestra	73
Figura 48.	Curva de distribución granulométrica del agregado grueso primera muestra	73
Figura 49.	Curva de distribución granulométrica del agregado grueso segunda muestra	74
Figura 50.	Curva de distribución granulométrica del agregado grueso tercera muestra	74
Figura 51.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (TP-1-R corregida)	91
Figura 52.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (TP-2-R corregida)	91
Figura 53.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (TP-3-R corregida)	92
Figura 54.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (TP-4-R corregida)	92
Figura 55.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (TP-5-R corregida)	93

Figura 56.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (TP-6-R corregida)	93
Figura 57.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (TP-7-R corregida)	94
Figura 58.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (TP-8-R corregida)	94
Figura 59.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (TP-9-R corregida)	95
Figura 60.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (TP-10-R corregida)	95
Figura 61.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (TP-11-R corregida)	96
Figura 62.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (TP-12-R corregida)	96
Figura 63.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (TP-13-R corregida)	97
Figura 64.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (TP-14-R corregida)	97
Figura 65.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (TP-15-R corregida)	98
Figura 66.	Gráfico esfuerzo – deformación muestra (P-1-15 corregida)	98
Figura 67.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-16-R corregida)	100
Figura 68.	Gráfico esfuerzo– deformación muestra (T-17-R corregida)	100
Figura 69.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-18-R corregida)	101
Figura 70.	Gráfico esfuerzo– deformación muestra (T-19-R corregida)	101
Figura 71.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-20-R corregida)	102
Figura 72.	Gráfico esfuerzo– deformación muestra (T-21-R corregida)	102
Figura 73.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-22-R corregida)	103
Figura 74.	Gráfico esfuerzo– deformación muestra (T-23-R corregida)	103
Figura 75.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-24-R corregida)	104
Figura 76.	Gráfico esfuerzo– deformación muestra (T-25-R corregida)	104
Figura 77.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-26-R corregida)	105
Figura 78.	Gráfico esfuerzo– deformación muestra (T-27-R corregida)	105
Figura 79.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-28-R corregida)	106
Figura 80.	Gráfico esfuerzo– deformación muestra (T-29-R corregida)	106
Figura 81.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-30-R corregida)	107
Figura 82.	Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-P-R corregida)	107
Figura 83.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-31-R corregida)	109
Figura 84.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-32-R corregida)	109
Figura 85.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-33-R corregida)	110
Figura 86.	Gráfico esfuerzo– deformación muestra (T-34-R corregida)	110
Figura 87.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-35-R corregida)	111
Figura 88.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-36-R corregida)	111
Figura 89.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-37-R corregida)	112
Figura 90.	Gráfico esfuerzo– deformación muestra (T-38-R corregida)	112
Figura 91.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-39-R corregida)	113
Figura 92.	Gráfico esfuerzo– deformación muestra (T-40-R corregida)	113
Figura 93.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-41-R corregida)	114
Figura 94.	Gráfico esfuerzo– deformación muestra (T-42-R corregida)	114
Figura 95.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-43-R corregida)	115
Figura 96.	Gráfico esfuerzo– deformación muestra (T-44-R corregida)	115
Figura 97.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-45-R corregida)	116
Figura 98.	Gráfico esfuerzo –deformación muestra (T-P-R corregida)	116
Figura 99.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-46-R corregida)	118
Figura 100.	Gráfico esfuerzo– deformación muestra (T-47-R corregida)	118
Figura 101.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-48-R corregida)	119

Figura 148.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-32-C corregida)	145
Figura 149.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-33-C corregida)	146
Figura 150.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-34-C corregida)	146
Figura 151.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-35-C corregida)	147
Figura 152.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-36-C corregida)	147
Figura 153.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-37-C corregida)	148
Figura 154.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-38-C corregida)	148
Figura 155.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-39-C corregida)	149
Figura 156.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-40-C corregida)	149
Figura 157.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-41-C corregida)	150
Figura 158.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-42-C corregida)	150
Figura 159.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-43-C corregida)	151
Figura 160.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-44-C corregida)	151
Figura 161.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-45-C corregida)	152
Figura 162.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-P-C corregida)	152
Figura 163.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-46-C corregida)	154
Figura 164.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-47-C corregida)	154
Figura 165.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-48-C corregida)	155
Figura 166.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-49-C corregida)	155
Figura 167.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-50-C corregida)	156
Figura 168.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-51-C corregida)	156
Figura 169.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-52-C corregida)	157
Figura 170.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-53-C corregida)	157
Figura 171.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-54-C corregida)	158
Figura 172.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-55-C corregida)	158
Figura 173.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-56-C corregida)	159
Figura 174.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-57-C corregida)	159
Figura 175.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-58-C corregida)	160
Figura 176.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-59-C corregida)	160
Figura 177.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-60-C corregida)	161
Figura 178.	Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-P-C corregida)	161
Figura 179 – 196	Panel fotográfico	163

Lista de abreviaturas y siglas

A.	: Área promedio del espécimen de concreto en metros cuadrados.
A. Fino.	: Agregado fino.
A. Grueso.	: Agregado grueso.
A.	: Masa de la muestra secada al horno en el aire en gramos.
A/C o W/C.	: Relación agua – cemento.
ACI.	: American Concrete Institute (Instituto Americano del Concreto).
ALT.	: Altura.
ASTM.	: American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales).
B.	: Masa de la muestra de ensayo de superficie saturada seca al aire en gramos.
C.	: Masa aparente de la muestra de ensayo saturada en agua en gramos.
°C.	: Grados Celsius.
Cc.	: Coeficiente de curvatura.
CEM.	: Cemento.
Cemento (pp-250)	: Cemento puzolánico.
cm.	: Centímetros.
cm ²	: Centímetros cuadrados.
CORRIG.	: Corregido.
Cu.	: Coeficiente de uniformidad.
DIÁM.	: Diámetro.
EC.	: Ecuación.
<i>Ec.</i>	: Módulo de elasticidad del concreto en kg/cm ² .
ESF.	: Esfuerzo.
f.	: Factor de calibración del recipiente para el ensayo.
f'c.	: Resistencia especificada a la compresión del concreto.
f'cr.	: Resistencia promedio a la compresión requerida del concreto.
FORM.	: Fórmula.
g.	: Gramos.
g/cm ³	: Gramos por centímetro cúbico.
HAC	: Hormigón autocompactante.
IP.	: Índice de plasticidad.
ISO	: Organización Internacional de Estandarización.
Kg.	: Kilogramos.
kg/cm ²	: Kilogramos por centímetro al cuadrado.
kg/m ³	: Kilogramos por metro cúbico.
lt/m ³	: Litros por metro cúbico.
m.	: Metro.
m ³	: Metro cúbico.
Mf.	: Módulo de fineza.

ml.	: Metro lineal.
mm.	: Milímetros.
MOD. ELAST	: Módulo de elasticidad.
MP.	: Muestra patrón.
<i>n</i> .	: Número de ensayos consecutivos de resistencia.
NTE.	: Norma técnica de edificaciones.
NTP.	: Norma técnica peruana.
P.	: Carga aplicada al espécimen de concreto en kilogramos.
(P).	: Valor Probabilístico.
P.U.	: Peso unitario.
P_1	: Masa seca de la muestra original en gramos.
P_2	: Masa seca de la muestra luego del lavado en gramos.
pie ³	: Pie cúbico.
PROM.	: Promedio.
ROT.	: Rotura.
S.	: Masa de la muestra saturada superficialmente seca en gramos.
SS.	: Desviación estándar de la muestra.
T-□-C	: Testigo N° elaborados con agregados de río.
T-□-R	: Testigo N° elaborados con agregados de río.
Tc.	: Tiempo de curado inicial.
Tm.	: Tonelada.
TP-□-C	: Testigo patrón N° elaborados con agregados de cerro.
TP-□-R	: Testigo patrón N° elaborados con agregados de río.
VOL.	: Volumen.
W%	: Contenido de humedad en porcentaje.
<i>W</i> .	: Peso unitario del concreto en kg/m ³ .
(W).	: Estadístico de contraste Shapiro-Wilk.
\bar{X} .	: Promedio de <i>n</i> resultados de ensayos de resistencia.
X_i .	: Ensayo individual de resistencia.
<i>Z</i> .	: Distribución Normal Tipificada.
μ .	: Población como tal o medida del conjunto de datos.
μm .	: Micrómetro, micrón o micra (equivalente a una milésima parte de un milímetro).
σ .	: Varianza de la población o desviación estándar.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar la resistencia a la compresión del concreto diseñado para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ fabricado usando diferentes relaciones agua/cemento (A/C de: 0,7; 0,6; 0,5; 0,4) y con agregados del río Chonta y de cerro El Gavilán, con la finalidad de poder determinar la variación de la resistencia a compresión, la que se obtuvo usando lo establecido por la (ASTM-C-39/C39M-03, 2005). Para lo cual se efectuó el análisis de las propiedades físicas y mecánicas de los dos tipos de agregados. La resistencia a compresión del concreto se determinó mediante la aplicación de cargas en la maquina universal y se ensayó 120 testigos: 15 unidades correspondientes a cada una de las relaciones agua cemento A/C (0,7; 0,6; 0,5; 0,4) y para cada tipo de agregado. Comparando resultados de los ensayos de testigos patrón con los de diferentes relaciones A/C para los dos tipos de agregados; las muestras de concreto elaboradas con agregados del río, mostraron mejor resistencia a compresión alcanzando una valor de $430,62 \text{ kg/cm}^2$ mayor a la obtenida con agregado de cerro de $290,02 \text{ kg/cm}^2$ para una relación A/C de 0,4. Disminuyendo mas del 9% la resistencia a compresión por cada aumento en la relación A/C de 0,1 para el concreto fabricado con agregado de río y de más del 6% para concreto fabricado con agregado de cerro.

Palabras Claves: Relación agua/cemento, resistencia a compresión del concreto, agregados de río, agregados de cerro.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the compressive strength of concrete designed for $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ manufactured using different water / cement ratios (A / C of: 0,7; 0,6; 0,5; 0,4) and with aggregates from the Chonta river and El Gavilán hill, in order to determine the variation in compressive strength, which was obtained using the provisions of (ASTM-C-39 / C39M – 03, 2005). For which the analysis of the physical and mechanical properties of the two types of aggregates was carried out. The compressive strength of the concrete was determined by applying loads on the universal machine and 120 controls were tested: 15 units corresponding to each of the water-cement A / C ratios (0,7; 0,6; 0,5; 0,4) and for each type of aggregate. Comparing results of the standard control tests with those of different A / C ratios for the two types of aggregates; the concrete samples made with aggregates from the river, showed better compressive strength reaching a value of $430,62 \text{ kg / cm}^2$ higher than that obtained with aggregate of hill of $290,02 \text{ kg / cm}^2$ for an A / C ratio of 0,4 . Decreasing more than 9% the compressive strength for each increase in the A / C ratio of 0.1 for concrete manufactured with river aggregate and of more than 6% for concrete manufactured with hill aggregate.

Keywords: Water/cement ratio, compressive strength of concrete, river aggregates, hill aggregates.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Contextualización.

El concreto es un material muy utilizado en el área de la construcción, debe tenerse un claro entendimiento de sus propiedades, por su naturaleza, es un material durable, constituido principalmente por cemento, que según la última estadística brindada por Index Mundi, en su reporte Hydraulic Cement: World Production, By Country la producción anual de cemento en el mundo es de 2 310 millones de toneladas de cemento (Cementos-Inka, 2017) .

La calidad del concreto en resistencia y durabilidad depende de los materiales empleados y de la experiencia del profesional que lo elabora, el concreto como material base para la construcción es desconocido en algunas de sus propiedades mecánicas, proporciones y puesta en obras, es por esto que continuamente se estudian nuevos métodos, componentes, materiales para la mejora en el comportamiento del concreto, que refuercen su resistencia y ductilidad (Orozco, Avila, & Restrepo, 2018).

La relación agua/cemento, en la producción de concreto juega un papel trascendente pues está ligado a una gran gama de propiedades mecánicas de este, al adicionar más agua aumenta la fluidez de la mezcla y, por lo tanto, su trabajabilidad y plasticidad, lo que genera grandes beneficios para la mano de obra, pero disminuye la resistencia debido al mayor volumen de espacios creados por el agua libre. (Guevara, Hidalgo, Pizarro, Rodríguez, Rojas & Segura, 2011).

En la ciudad de Cajamarca gran parte de las construcciones se las ejecuta de manera empírica, sin un adecuado estudio de las características técnicas del concreto; en varias de estas, para concretos de resistencia considerable utilizan agregados de canteras

provenientes de cerro que hasta la fecha su comportamiento estructural no ha sido investigado, es por ello la inquietud del Maestrante de efectuar un análisis comparativo de la resistencia a la compresión del concreto elaborado con materiales provenientes de canteras de río como de cerro ante el incremento de la relación A/C.

1.1.2. Descripción del problema

El concreto como material de construcción ha sido ampliamente utilizado en el mundo debido a su relativo bajo costo, gran resistencia a compresión y capacidad de moldearse. (Martinez, 2010).

Según Norma E060 en el ítem 21.3.2.1, referida al concreto en elementos que soportan fuerzas sísmicas la resistencia a compresión del concreto, f'_c , no debe ser menor que 21 MPa (aprox. 210kg/cm²) ni mayor a 55 MPa (aprox. 550 kg/cm²),. Es por ello que es el concreto más usado en edificaciones.

La relación A/C constituye un parámetro importante de la composición del concreto. Tiene influencia sobre la resistencia, la durabilidad y la retracción del concreto. La relación agua /cemento (Se lo llama también “factor agua/cemento” o “coeficiente agua/cemento”) es el valor característico más importante del concreto. (Abrams, 2016).

Como los materiales provenientes de canteras de cerro contienen gran cantidad de limos, arcillas de los revestimientos y las de la matriz que los rodea (mineralogías, granulometrías y morfologías), entre otros. (Dorronsoro, Aguilar, Stoops, Sierra & Fdez, 2010), que son perjudiciales para el buen desempeño del concreto estructural, los que sin mayor consideración son utilizados en gran magnitud en las construcciones de la ciudad de Cajamarca, especialmente en el llenado de columnas, vigas y losas de los techos, parte fundamental del sistema estructural de edificaciones, empeorando más esta situación debido a que se fabrican también los ladrillos de pared y de techo con material proveniente de canteras de cerro llamado confitillo.

1.1.3. Formulación del problema

Expuesta la problemática existente de la construcción en Cajamarca en lo referente a la utilización de materiales de la zona, los mismos que son proveniente tanto de canteras de río como de cerro, además de variación en la relación agua/cemento y el desconocimiento de la influencia de estos factores sobre la resistencia a compresión del concreto, se propuso la siguiente interrogante de investigación:

¿En cuánto varía la resistencia a la compresión del concreto diseñado para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para diferentes relaciones agua/cemento (A/C de: 0,7; 0,6; 0,5; 0,4), fabricado con agregados del río Chonta y del cerro El Gavilán?

1.2. Justificación e importancia

El estudio de la resistencia del concreto frente a diferentes relaciones A/C en agregados de las canteras provenientes del río Chonta y del cerro El Gavilán, en especial esta última, no han sido estudiadas desde el punto de vista de variabilidad de la relación agua/cemento y especialmente de manera comparativa, lo que motivó a realizar el presente trabajo de investigación para realizar un análisis comparativo de ambos componentes del concreto respecto a un diseño base ($f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$), utilizando materiales de canteras de río y de cerro.

La utilidad de la presente investigación se reflejó en los resultados obtenidos en laboratorio luego de realizados los ensayos para determinar las propiedades físicas de los materiales y la prueba mecánica a las probetas de concreto correspondientes.

El desarrollo de la presente investigación permitió conocer el efecto real de la resistencia del concreto al utilizar material proveniente de canteras tanto de cerro como de río, bajo las condiciones variables de la relación A/C.

La Universidad Nacional de Cajamarca, específicamente en la Facultad de Ingeniería y la Escuela de Posgrado como centros de generación de conocimiento científico y tecnológico promueve a través de sus estudiantes generar alternativas y proponer solución a problemas estructurales presentados en edificaciones de concreto existentes en la ambiente regional y local, como es el caso de la variación de la resistencia mecánica del concreto ante el uso de materiales de canteras tanto de río como de cerro y con diferentes relaciones A/C, con lo que el investigador logró un aporte en el conocimiento para la ingeniería estructural de la ciudad de Cajamarca. Así, mismo cumplir la meta de obtener el grado de Maestro en Ciencias, mención Ingeniería y Gerencia de la Construcción.

1.3. Delimitación de la investigación

La presente investigación estudió sólo el valor de la resistencia del concreto diseñado para $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para diferentes relaciones A/C (0,7; 0,6; 0,5; 0,4) con agregados de río y cerro.

Los agregados han sido tomados de la cantera del río Chonta y de la cantera de cerro El Gavilán, en virtud a que son materiales de mayor uso en nuestra localidad para la construcción de viviendas.

Con respecto al tiempo y espacio:

- Temporal: la investigación se realizó entre los meses de agosto del 2018 a marzo del 2020.
- Espacial: La investigación se situó en el distrito de Cajamarca perteneciente a la provincia y región con el mismo nombre, los ensayos fueron realizados en el Laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Nacional de Cajamarca y laboratorio certificado particular Guersan – Ingenieros SRL.

Con respecto a los materiales:

- Los materiales fueron propios y representativos de la región Cajamarca:

- Procedentes de proveedores del distrito de Cajamarca, de las canteras del río Chonta y cerro El Gavilán.
- Para el diseño de mezclas se utilizó agua potable.
- Se utilizó cemento portland tipo I- Pacasmayo - La Libertad.

Con respecto a los ensayos físicos:

- Ensayos para la determinación de las características de los agregados, slump, peso unitario, volumétrico del concreto, apariencia.

Con respecto a los ensayos mecánicos:

- Ensayo de compresión axial de testigos de 10 x 30 cm., elaborados con diferentes relaciones A/C (0,7; 0,6; 0,5; 0,4) y con agregados de río Chonta
- Ensayo de compresión axial de testigos de 10 x 30 cm.; elaborados con diferentes relaciones A/C (0,7; 0,6; 0,5; 0,4) y con agregados del cerro El Gavilán.

Por lo tanto, la investigación se centró en el estudio de la resistencia a compresión del concreto diseñado para $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, para diferentes relaciones de A/C (0,7; 0,6; 0,5; 0,4)

1.4. Limitaciones

Los resultados solo serán utilizados para los materiales provenientes de las canteras del río Chonta y cerro El Gavilán con resistencia de $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

- Determinar la variación de la resistencia a la compresión del concreto diseñado para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para diferentes relaciones A / C, elaborados con agregados del río Chonta y de cerro El Gavilán.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar la variación de la resistencia a compresión del concreto para las relaciones A/C (0,7; 0,6; 0,5 y 0,40) usando agregados de cantera del río Chonta.
- Determinar la variación de la resistencia a compresión del concreto para las relaciones A/C (0,7; 0,6; 0,5 y 0,40) usando agregados de cantera del cerro El Gavilán.
- Comparar la resistencia a compresión del concreto con relaciones A/C (0,7; 0,6; 0,5 y 0,40) tanto de la cantera del río Chonta como la del cerro El Gavilán.

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial

Antecedentes internacionales

En Cuba. (Rizo and Cabrera, 2002). El Centro Técnico para el Desarrollo de los Materiales de Construcción, desarrollaron el estudio: Influencia de la relación agua/cemento en la elaboración del mortero normalizado de los cementos con puzolana, el mismo que se basó en los enunciados normados por ISO y por ASTM, el estudio se centró en el comportamiento de cementos Portland Puzolánicos (PP-250) elaborados con una relación agua/ cemento fija y variable, lograda a partir de la fluidez de la pasta de cemento Portland puro (P-350). Los resultados obtenidos indican que se producen disminuciones en la resistencia mecánica en los morteros de cemento PP-250 elaborados con agua/cemento variable y recomienda la adopción de un procedimiento opcional para elaborar el mortero de calidad de los cementos con adiciones de puzolana.

En Coruña. España, Miriam *et al* (2009), en el II Congreso Internacional y IV Congreso Nacional sobre la Construcción Sostenible y la Soluciones eficientes, publicaron: Definición empírica de la relación agua / cemento efectiva en morteros con árido reciclado en función de la absorción, se desarrolló mediante un estudio experimental para hallar de forma empírica la cantidad de agua que reacciona con el cemento en varias mezclas de mortero con distintos porcentajes de sustitución de árido reciclado, en función de la absorción de los áridos, se analizó qué relaciones existen entre la cantidad de agua que no reacciona con el cemento y el agua total de absorción de los áridos de cada una de las mezclas.

Finalmente se propuso una definición de la relación agua/cemento efectivo en función de la absorción basada en este estudio empírico.

En Madrid, España, Fernandez, Vilanova and Agranati (2011), en el V Congreso de la Asociación Española de Ingeniería Estructural, publicaron el Estudio sobre la resistencia y las propiedades mecánicas del hormigón autocompactante, este trabajo ha creado una extensa base de datos que incluye las dosificaciones y los resultados experimentales de las características mecánicas del hormigón autocompactante (HAC), lo cual ha permitido analizar de forma generalizada la influencia de varias variables en la resistencia a compresión del HAC la relación agua/cemento, y la influencia del contenido de áridos. Llegando entre otras a las siguientes conclusiones: el empleo de los fillers utilizados para mejorar las características de autocompatibilidad incrementa la resistencia del hormigón para una misma relación agua/cemento, las dosificaciones del HAC presentan mayor contenido de arena y mayor relación arena/árido total que las de hormigones comunes. La resistencia a compresión se incrementa al disminuir esta última relación, para cualquier relación A/C, pero prácticamente estabilizándose por encima de 0,5.

En Buenos Aires, Argentina. Diaz,(2012), publicó: ¿Qué es la relación agua cemento y cómo influye en la resistencia, durabilidad y trabajabilidad del hormigón? Concluyendo que: a menor agua en relación al cemento, mayor su resistencia a la compresión, menor fluidez o trabajabilidad y mayor durabilidad, pues al poseer menos agua tiene también menor cantidad de poros y vasos capilares formados durante su evaporación, que constituyen los poros por donde pueden penetrar los agentes agresivos cuando el hormigón no está protegido de los factores climáticos, y atacar a las armaduras.

La Escuela de Ingeniería de los Materiales de Costa Rica,(Guevara *et al.*, 2012), efectuaron el estudio: Efecto de la variación agua/cemento en el concreto, para ello se hicieron varias pruebas cambiando el volumen del agua con relación a la cantidad de cemento. Con lo que se pudo concluir que es de mucha importancia la consistencia del concreto y sus propiedades, pues la resistencia es afectada directamente por dicha relación A/C.

En Castilla, España, Martínez (2017), la revista Hormigón Preparado, publicó el artículo Consideraciones sobre la Relación Agua/cemento en la Instrucción EHE, aseverando que en definitiva son criterios que, al margen de la reglamentación española, resultan ser más razonables y reales, habida cuenta que el agua absorbida por los áridos se considera que no interviene en la hidratación de los componentes del cemento, evaporándose en su momento al igual que el resto de agua sobrante.

En México, (Ramírez, 2018), en la revista Arquitectura 21, publicó Relación Óptima agua/cemento, en la que afirma que la resistencia a la compresión del concreto está inversamente relacionada con la relación A/C.

Antecedentes nacionales

En Lima Perú, López (1995), en su tesis de pregrado estudió: Relación Agua-Cemento-Resistencia en concretos preparados con cementos puzolánicos, siendo su objetivo determinar tablas que permitan obtener los mejores contenidos de agua para relaciones A/C de 0,4; 0,5; 0,6 y 0,7 especialmente en la resistencia a compresión, para ello elaboró una serie de especímenes de concreto, llegando a la conclusión que es de necesidad para este tipo de concretos Atlas tipo IP, tomar los valores indicados en el ACI

En Lima Perú, (Puchuri, 2010), en su tesis de grado estudió: Actualización de la correlación entre la relación agua-cemento y la resistencia a la compresión del concreto usando cemento andino tipo I, el estudio lo realizó utilizando arena fina de la cantera Santa Clara y la piedra de la cantera La Gloria, utilizando cemento tipo 1 (Andino), las relaciones agua- cemento (A/C) analizadas fueron de 0.40, 0.45, 0.50, 0.55. Concluyendo que los valores de las tablas del ACI, nos permite demostrar que existe una mayor resistencia real del orden de 3 % para $A/C = 0,40$ que se incrementa gradualmente hasta 20% para el $A/C= 0,70$.

En el Perú, Bustamante (2017), desarrolló el Estudio de la correlación entre la relación agua/cemento y la permeabilidad al agua de concretos en el Perú, él estudió contempló la implementación de la Norma Europea EN 12390-8, en el laboratorio LEDI-PUCP, en el que se elaboraron 60 especímenes de concreto, 5 para cada relación agua/cemento (0,45; 0,5; 0,6 y 0,7), concluyendo que la permeabilidad varia en forma exponencial respecto a la relación agua/cemento, que a menor relación agua/cemento menor permeabilidad y que el tiempo de curado húmedo es determinante para una baja permeabilidad.

Antecedentes locales

En Cajamarca, Riojas (2018), investigó: Las curvas de correlación entre la relación agua/cemento y la resistencia a compresión axial del mortero con materiales de las canteras El Gavilán y Bazán, lo hizo mediante la elaboración de muestras de concreto con dosificación cemento: arena 1:4 constante, con relaciones agua/cemento variables de 0,7, 0,8, 0,9, 1. y Cemento Portland Compuesto Tipo ICo tanto de cerro como de río llegando a la conclusión que la relación agua/cemento varía en forma no lineal respecto a la resistencia a compresión axial

del mortero, para ambas canteras, y es una ecuación cuadrática la que se ajusta a las curvas de correlación

En Cajamarca a la fecha no hay publicaciones de haber realizado este tipo de estudios con respecto a la variación de la relación A/C con agregados propios de la zona, sólo estudios concernientes a características físicas y mecánicas de los agregados, resistencia del concreto, concretos con remplazo porcentual de agregados entre otros.

2.2. Bases teóricas

Concreto

El concreto es un material artificial compuesto que consiste de un medio ligante denominado pasta, en el cual se encuentran embebidas partículas de un medio ligado llamado agregado (Rivva, 2016).

Las propiedades del concreto depende de las características de sus materiales, así como de los profesionales encargados de su elaboración, sin embargo este es desconocido en algunas de sus propiedades, proporciones, control de calidad y mantenimiento (Rivva, 2016).

Agregado

El agregado es el conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas en las normativas según los usos granulométricos (NTP-400.011, 2009). Los agregados ocupan entre el 62% y el 78% de la unidad cúbica del concreto.

Clasificación del agregado

“El agregado empleado en la preparación del concreto se clasifica en agregado fino, agregado grueso y hormigón, conocido este último como agregado integral” (Rivva, 2000).

El agregado fino también llamado arena es aquel que proviene de la desintegración de las rocas, que pasa el Tamiz de 3/8" y queda retenido en el tamiz N° 200. (Rivva, 2000).

Se define como agregado grueso a aquel material natural o artificial proveniente de la desintegración de las rocas que queda retenido en el Tamiz N° 4, suele clasificarse en: grava y piedra triturada o chancada. La grava generalmente se encuentra en canteras y lechos de ríos depositado en forma natural. La piedra chancada, o piedra triturada, es el agregado grueso que se obtiene por trituración artificial de rocas y gravas (Rivva, 2000).

El hormigón, o agregado integral, es el material conformado por la mezcla en proporciones arbitrarias de arena y grava el cual se presenta en forma natural en la corteza terrestre y se le emplea tal como se le extrae de la cantera (Rivva, 2000).

Funciones del agregado

Según Rivva (2002) las funciones del agregado en el concreto son:

- a) Reduce el contenido de la pasta por unidad de volumen, disminuyendo su costo.
- b) Proporciona resistencia a las acciones mecánicas de desgaste e intermerismo.
- c) Reduce el cambio volumétrico producido durante el fraguado y endurecimiento del concreto.

Cemento portland

El cemento portland es obtenido por la pulverización del clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio (yeso). Además se puede adicionar otros productos en un porcentaje menor al 1% en peso del total, los cuales deberán ser pulverizados conjuntamente con el clinker. (Sencico, 2020)

En el Perú existen diferentes tipos y marcas de cementos, los cuales son usados según el requerimiento de resistencia y exposiciones de las obras. Las

normativas que regulan los requisitos mínimos de los cementos son NTP 334.009 - 2014 o su equivalente ASTM C 150-07, 1994, y para los cementos adicionados NTP 334.090, 20014 o su equivalente, la norma ASTM-C-595/C595M-18, 2018.

La norma ACI 318 (2019) exige la utilización de cementos específicos, así como una relación agua / cemento y resistencias mínimas del concreto, según el tipo de exposición que tenga la obra con el fin de garantizar su durabilidad.

Agua.

Según Norma E060, Sencico (2020) El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá ser potable. Sólo en casos particulares se podrán utilizar aguas no potables, pero deben estar limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica y otras sustancias que puedan ser dañinas al concreto.

Las impurezas en el agua afectan el tiempo de fraguado y la resistencia del concreto, causando eflorescencia, ataque de sulfatos y corrosión del acero de refuerzo, afectando su durabilidad (Rivva, 2000).

Relación agua cemento

La relación agua/cemento se define como la proporción entre el contenido efectivo de agua y el contenido de cemento en la mezcla. Siendo, el contenido efectivo de agua la diferencia entre el agua total presente en el concreto fresco y el agua absorbida por los agregados. El concepto en sí de la relación agua-cemento fue desarrollado por el investigador norteamericano (Abrams, 2016) el mismísimo que nos trajo el Cono de Abrams para medir la consistencia del hormigón – estableciendo la razón existente entre la relación agua-cemento y la resistencia a compresión simple del hormigón endurecido (Miriam, V. *et al.*, 2009).

Resistencia a compresión

La resistencia a compresión del concreto es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. (Rivva, 2000). Matemáticamente se determina como el cociente entre la carga máxima que soporta entre el área de contacto del testigo.

Notaciones:

$f'c$: Resistencia a la compresión del concreto, utilizada para el diseño e indicado en los planos y especificaciones técnicas de obra, se expresa comúnmente en Kg/cm^2 o MPa.

$f'cr$: Resistencia en compresión promedio requerida, utilizada para la dosificación de los materiales que intervienen en la unidad cubica de concreto, se expresa comúnmente en Kg/cm^2 o MPa.

Curvas esfuerzo-deformación del esfuerzo a compresión

Las curvas esfuerzo deformación se obtienen del ensayo de testigos sometidos a carga axial uniformemente repartida en la sección transversal. en la figura N° 1 se observa diferentes curvas esfuerzo-deformación para concretos diversos. Las curva suele tener rama ascendente casi lineal aproximadamente hasta 0.45 de $f'c$, luego adoptan la forma de una parábola invertida cuyo vértice corresponde al esfuerzo máximo en compresión. La deformación correspondiente a este punto es mayor para los concretos más resistentes, para los de menor resistencia es de 0.002. (Harmsen, 2017).

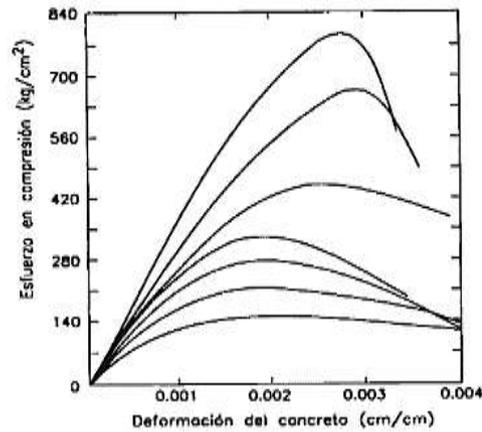


Figura 1. Curva esfuerzo – deformación del concreto en compresión.
Fuente: Tecnología del concreto (Harmsen, 2017)

La velocidad de aplicación de la carga varía la curva esfuerzo-deformación del concreto como se muestra en la Figura N° 2, LA resistencia a compresión aumenta cuando la velocidad de la cargas es mayor a las establecidas en las normativas (Harmsen, 2017).

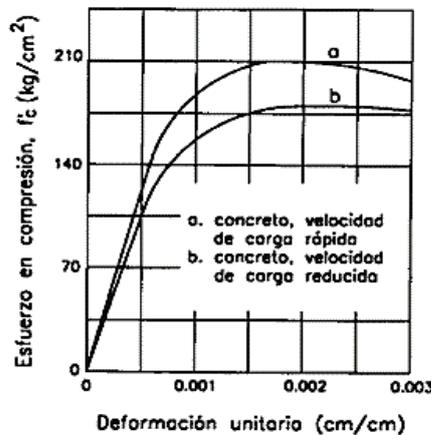


Figura 2. Efecto de la velocidad de carga en la resistencia a la compresión del concreto.
Fuente: Diseño de Estructuras de Concreto Armado (Harmsen, 2017)

El módulo de elasticidad de un material es la relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria, para esfuerzos de tracción o compresión menores que el límite de proporcionalidad del material. (Sencico, 2020).

El módulo de elasticidad es una medida de la rigidez o resistencia a la deformación de dicho material. El concreto presenta un comportamiento elástico no lineal, lo que determina que los esfuerzos no sean directamente proporcionales a la

deformación. Por ello con el fin de entender su comportamiento se ha definido otros modulos de elasticidad como el módulo secante y módulo tangente (Harmsen, 2017).

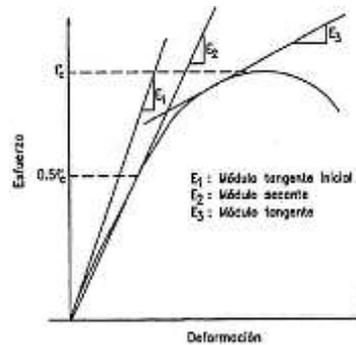


Figura 3. Módulo tangente y secante del concreto.
Fuente: Diseño de estructuras de concreto armado (Harmsen, 2017)

El ACI 318 (2019) proporciona la siguiente fórmula para determinar el módulo de elasticidad del concreto.

$$E_c: 0.14 \times w^{1.5} \sqrt{f'c} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dónde:

- E_c : Módulo de elasticidad del concreto.
- W : Peso unitario del concreto en kg/m^3 , para valores entre 1440 y 2480 kg/m^3
- $f'c$: Resistencia a compresión del concreto en kg/cm^2

Fórmulas a Emplear

a) Materiales más finos que pasan por el tamiz N° 200:

$$A = \frac{(P_1 - P_2)}{P_1} \times 100 \tag{1}$$

Dónde:

A = Porcentaje del material más fino que pasa por el tamiz normalizado de μm (N° 200) por vía húmeda.

P1 = Masa seca de la muestra original, g

P2 = Masa seca de la muestra luego del lavado, g

b) Gravedad específica y absorción del agregado grueso

• Gravedad Específica en Estado Seco al Horno

$$\text{Gravedad Específica en Estado Seco al Horno} = \frac{A}{(B-C)} \quad (2)$$

• Gravedad Específica en Estado Saturado Superficialmente Seco:

$$\text{Gravedad Específica en Estado Saturado Superficialmente Seco} = \frac{B}{(B-C)} \quad (3)$$

• Gravedad específica aparente:

$$\text{Gravedad Específica Aparente} = \frac{A}{(A-C)} \quad (4)$$

• Absorción:

$$\text{Absorción \%} = \left[\frac{(B-A)}{A} \right] \times 100 \quad (5)$$

Dónde:

A = masa de la muestra secada al horno en el aire, g

B = masa de la muestra de ensayo de superficie saturada seca al aire, g, y

C = masa aparente de la muestra de ensayo saturada en agua, g

c) Determinación de la gravedad específica y absorción del agregado fino

• **Gravedad Específica en Estado Seco al Horno:** Gravedad específica en base al agregado secado al horno, de la manera siguiente:

$$\text{Gravedad Específica en Estado Seco al Horno} = \frac{A}{(B+S-C)} \quad (6)$$

• **Gravedad Específica en estado Saturado Superficialmente Seco:** Calcular la gravedad específica sobre la base del agregado de superficie seca saturada, de la siguiente manera:

$$\text{Gravedad Específica en estado Sat. Superficialmente Seco} = \frac{S}{(B+S-C)} \quad (7)$$

• **Gravedad específica aparente:** Calcular la gravedad específica aparente de la siguiente manera:

$$\text{Gravedad Específica Aparente} = \frac{A}{(B+A-C)} \quad (8)$$

• **Absorción:** Calcular el porcentaje de absorción, de la siguiente manera:

$$\text{Absorción \%} = \left[\frac{(S-A)}{A} \right] \times 100 \quad (9)$$

Dónde:

A = masa de la muestra secada al horno, g

B = masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración, g, y

C = masa del picnómetro lleno de muestra y agua hasta la marca de calibración, g

S = masa de la muestra saturada superficialmente seca, g

d) Resistencia a compresión en especímenes cilíndricos de concreto.

$$\text{Resistencia} = \left[\frac{(P)}{A} \right] \quad \text{Dónde:} \quad (10)$$

P = carga aplicada al espécimen de concreto, N

A = área promedio del espécimen de concreto, m²

2.3. Marco conceptual

El Instituto Tecnológico de Santo Domingo, República Dominicana en la revista ciencia y sociedad menciona: que el concreto considerado como el material ideal o noble en las construcciones de estructuras, por sus propiedades físicas y mecánicas acceden a contar con un sólo bloque monolítico con acciones de resistencia a la compresión y resistencia a la tracción (concreto y acero armadura), y además de ser un material que permite la protección del acero o armadura de las

estructuras alargando la vida útil del acero en su interior, pero ésta la situación ideal es transitoria, pues existen una serie de agentes que con el tiempo generan su degradación no sólo para este material sino también para su armadura pues la expone en muchos casos al acero a la oxidación.

Es por ello que es de suma necesidad conocer el comportamiento del concreto desde su estado de diseño, elaboración y su aplicación para la construcción de estructuras, en función a ello se pretende conocer el comportamiento del concreto elaborado con materiales propios de la zona en sus diferentes formas naturales, es decir provenientes de canteras de río y de cerro, las mismas que por sus características de conformación son diferentes, pues unas provienen del desplazamiento dinámico de los ríos de grandes distancias y otros por la formación geomorfológica que los formó en el tiempo, estas diferencias no han sido estudiadas de manera paralela, especialmente en lo referente a su resistencia a la compresión, dato fundamental para el diseño estructural, sin embargo, gran cantidad de construcciones de nuestra ciudad usan ambos materiales como si poseyeran las mismas características físicas y mecánicas, con las mismas dosificaciones, siendo las reacciones químicas diferentes por ser propias de cada tipo de material al combinarse con el cemento, siendo incluso diferentes las características de trabajabilidad, por lo tanto de durabilidad y por ende de resistencia.

Existiendo Normas, especificaciones y reglamentación técnica para la elaboración de concretos normalizados y de alta resistencia, como base del conocimiento científico el presente trabajo pretende conocer a través de ensayos experimentales en laboratorio el comportamiento del concreto bajo las condiciones de empleo de diferentes materiales (de río y de cerro) y diferentes relaciones de

A/C, entendiendo que las teorías indican que a mayor Relación A/C, se obtiene menor resistencia.

2.4. Definición de términos básicos

- **Agregado:** *“Conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados, y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la (NTP-400.011, 2009). Se les llama también áridos”*.
- **Agregado fino:** *“Agregado extraído de rocas o piedras proveniente de la disgregación natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9.5 mm (3/8 pulg.) y que cumple con los límites establecidos en la (NTP-400.037, 2002)”*.
- **Agregado grueso:** *“Agregado retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4) que cumple con los límites establecidos en la (NTP-400.037, 2002), proveniente de la disgregación natural o artificial de roca”*.

- **Agregado de río:**

“Su origen es debido al proceso mecánico de circulación del agua a través de un lecho, canal, o cuenca. El agregado de río, es un material diseñado por la naturaleza y al que ha dotado de propiedades de alto valor de aprovechamiento para las edificaciones. El agregado de río es un material fuerte y resistente. En el mercado puede encontrarse en diferentes dimensiones producto de un zarandeo o por trituración” (Ferrex, 2010).

Agregado de cerro: *“Es uno de los materiales de origen natural producto de transformación de un conglomerado débilmente cementado que es acumulado o arrastrado por erosión”* (Ferrex, 2010).

Hormigón: *“o concreto, es el material resultante de la mezcla de cemento (u otro conglomerante) con áridos (grava, gravilla y arena) y agua”* (Griman, 2012).

- **Cemento Portland:** *“Un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker de Portland compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas de sulfato de calcio como una adición durante la molienda”* (NTP-334-09, 2014).
- **Relación agua/cemento (A/C):** *“Relación entre la masa de agua y la masa de cemento en el concreto”* (NTP-339-047, 2016).
- **Resistencia a compresión del concreto**
Se define como la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto. Normalmente, se expresa en kilogramos por centímetros cuadrados (kg/cm^2), mega pascales (MPa) o en libras por pulgadas cuadradas (lb/pulg^2 o psi) a una edad de 28 días. (ASTM-C-39, 2005).

CAPITULO III

PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

- La resistencia a la compresión del concreto diseñado para $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ varía en más del 5%, al disminuir la relación agua/cemento en 0,1 para agregados del río Chonta y cerro El Gavilán.

3.2. Variables/categorías

- Variable dependiente.
 - ✓ Resistencia a compresión del concreto.
- Variables independientes.
 - ✓ Relación A/C.
 - ✓ Tipo de agregado.

3.3. Operacionalización/categorización de los componentes de las hipótesis

Tabla 1. Operacionalización de Componentes

Resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, para diferentes relaciones A/C, con agregados de río y de cerro.				
Hipótesis	Definición operacional de las variables/categorías			
	VARIABLES/ CATEGORÍAS	DIMENSIONES/ FACTORES	INDICADORES/ CUALIDADES	FUENTE O INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
La resistencia a la compresión del concreto diseñado para $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ varía en más del 5%, al disminuir la relación agua/cemento en 0,1 para agregados del río Chonta y cerro El Gavilán.	(Variable independiente)	- Agua	Relación A/C	
	Relación agua/cemento.	- Cemento	0,7 0,6 0,5 0,4	Ficha de observación del porcentaje de agua cemento utilizado
	Tipo de agregado	- Agregado del cerro El Gavilán	Propiedades físicas de los agregados del cerro El Gavilán	Ficha de observación
		- Agregado de río Chonta.	Propiedades físicas de los agregados del río Chonta	de pesos o volúmenes de agregados
(Variable dependiente)	- Cemento	Cemento tipo I		
Resistencia a compresión	- Agua	Agua potable	Ficha de observación de pruebas a compresión de muestras de concreto	
	- Agregados	Agregado de río Agregado de cerro		

CAPITULO IV MARCO METODOLÓGICO

4.1. Ubicación geográfica

La investigación se efectuó en los Laboratorios: de Ensayo de Materiales “Carlos Esparza Díaz” en el edificio 1C de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicada en la Av. Atahualpa N°1050 y El Laboratorio Guersan – Ingenieros SRL ubicado en Jr. Beto Masías 291 entre los meses de agosto 2018 a marzo 2019.



Figura 4. Ubicación de canteras y lugar del estudio
Fuente: <http://www.mundivideo.com/coordenadas.htm>

4.2. Diseño de la investigación

Tabla 2. *Diseño de Investigación*

Criterio	Tipo de investigación
Finalidad	Aplicada
Estratégica o enfoque teórico metodológico	Cuantitativa
Objetivos (alcances)	Correlacional
Fuente de datos	Primaria (de datos primarios)
Control en el diseño de la prueba	Experimental
Temporalidad	Transversal.
Contexto donde se realizará	Laboratorio

4.3. Métodos de investigación

El método empleado fue el método científico experimental, pues la investigación se basó en la medición de ensayos manipulando la relación A/C en laboratorio, los que estuvieron sujetos a los principios específicos de las pruebas de razonamiento.

El tipo de investigación fue el correlacional, en donde se relacionó las variables independientes (Relación A/C y Tipo de agregado) y las variable dependiente (Resistencia a la compresión del concreto), donde se obtuvieron datos que permiten el análisis, logrando conclusiones adecuadas validándolas mediante la aplicación de la estadística.

4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación

- **Población**

Conjunto de testigos de concreto de la cantera del río Chonta y del cerro El Gavilán.

- **Muestra**

La muestra esta conformada por 120 especimens de concreto, fabricados de acuerdo a lo establecido por la (ASTM-C-39/C39M-03, 2005). Se elaboró 15

testigos para cada tratamiento de relación agua / cemento y procedencia del agregado.

Se considero 15 testigos por tratamientos, según lo especificado por la norma técnica E-060 - 2009, que en su acápite 5.3.1.1 recomienda que para poseer un conjunto de datos representativos la muestra debe consistir en no menos 15 ensayos consecutivos, para cada fase en estudio, con lo que se cumplió con la validez, el sustento adecuado y rigurosidad de los resultados de la investigación.

Tabla 3. Distribución de la población muestral

NUMERO DE MUESTRAS DE ACUERDO A NTE – 060	Muestras con relación A/C=0,7	Muestras con relación A/C = 0,60	Muestras con relación A/C = 0,50	Muestras con relación A/C = 0,40	TOTAL
CONCRETO F'C=210 kg/cm ² , con agregados de río	15 unid.	15 unid.	15 unid.	15 unid.	60 unid.
CONCRETO F'C=210 kg/cm ² , con agregados de cerro	15 unid.	15 unid.	15 unid.	15 unid.	60 unid.
TOTAL MUESTRAS ELABORADAS					120 unid.

- **Unidad de análisis**

Resistencia a la compresión del concreto con diferentes relaciones A/C y dos tipos de agregado.

- **Unidad de observación**

Testigos de concreto con agregados de río y con agregados de cerro

4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información

- **Técnicas**

Para recopilar la información se usó el método cuantitativo. El mismo que se empleó para medir las variables cuantitativas de estudio de las dosificaciones de concreto a elaborar, siendo estas:

- ✓ Observación. Se utilizó para medir, analizar y evaluar las características de los agregados y el comportamiento del concreto ante cargas a compresión axial.

- ✓ Análisis de documentos. Permitió comparar los resultados obtenidos con estudios similares existentes; así mismo entre las relaciones A/C con los dos tipos de agregados estudiados.
- ✓ Experimentación. Proceso final y determinante para validar la investigación propuesta.

- **Instrumentos**

- ✓ Ficha de observación.
- ✓ Protocolo de ensayo a compresión.
- ✓ Guía de análisis de documentos.

4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

La información cuantitativa obtenida de las variables de estudio de las diferentes dosificaciones de concreto se procesó mediante métodos estadísticos como la determinación de promedios, análisis de varianza y prueba de hipótesis, para lo que se empleó programas computarizados como Microsoft Excel 2013 y Statgraphics, con los que se obtuvieron resultados y gráficas representativas.

4.7. Equipos, materiales.

- Equipos:
 - Juego de tamices. (1", 3/4", 1/2", 3/8", N°s: 8,16, 30, 50, 100, 200 y cazoleta).
 - Probetas graduadas de 1000 ml.
 - Fiolas 500 ml.
 - Cono de Abrams.
 - Estufa de 105 °C.
 - Cono y pisón para arena, fiola de 500 ml, probeta graduada de 500 ml, canastillas o cestas de alambre.

- Moldes para especímenes de concreto de 6" de diámetro y 12" de altura.
- Moldes para ensayos de peso unitario de 9 600,5 cm³.
- Máquina de compresión uniaxial de 2 000 KN.
- Balanzas electrónicas de 30 kg de capacidad y aproximación 0,1gr.
- Mezcladora, trompo mezclador eléctrico de 3 pie³ de capacidad.
- Materiales:
 - Cemento Pacasmayo Tipo I.
 - Agregado fino del río Chonta y del cerro El Gavilán arena gruesa.
 - Agregado Grueso del río Chonta y de cerro El Gavilán grava de ½.
 - Agua.

4.8. Matriz de consistencia metodológica

Tabla 4. Matriz de Consistencia Metodológica

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Fuentes o información de recolección de datos	Metodología	Población y muestra
¿En cuánto varía la resistencia a la compresión del concreto diseñado para $f'c = 210$ kg/cm ² para diferentes relaciones agua/cemento (A/C de: 0,7; 0,6; 0,5; 0,4), fabricado con agregados del río Chonta y del cerro El Gavilán?	Objetivo general					Relación agua/cemento		Método experimental
	Determinar la variación de la resistencia a la compresión del concreto diseñado para $f'c = 210$ kg/cm ² para diferentes relaciones A / C, elaborados con agregados del río Chonta y de cerro El Gavilán.		Variable Independiente: Relación agua/cemento.	- Agua. - Cemento	0,7 0,6 0,5 0,4	Ficha de observación del porcentaje de agua cemento utilizado		
	Objetivos específicos	La resistencia a la compresión del concreto diseñado para $f'c=210$ kg/cm ² varía en más del 5%, al disminuir la relación agua/cemento en 0,1 para agregados del río Chonta y cerro El Gavilán.	Tipo de agregado	Agregado del cerro El Gavilán,	- Propiedades físicas y mecánicas de los agregados del cerro El Gavilán	Ficha de observación de pesos o volúmenes de agregados		
	Determinar la variación de la resistencia a compresión del concreto para las relaciones A/C (0,7; 0,6; 0,5 y 0,40) usando agregados de cantera del río Chonta.			Agregado del río Chonta	- Propiedades físicas y mecánicas de los agregados del río Chonta	Ficha de observación de pesos o volúmenes de agregados		
	Comparar la resistencia a compresión del concreto con relaciones A/C (0,7; 0,6; 0,5 y 0,40) tanto de la cantera del río Chonta como la del cerro El Gavilán.		Variable dependiente: Resistencia a la compresión del concreto.	- Cemento - Agua - Agregados	- Cemento Tipo I. - Agua Potable. - Agregado de río - Agregado de cerro	Ficha de observación de pruebas a compresión de especímenes de concreto.		120 muestras de concreto con diferentes relaciones A/C y diferentes tipos de agregados. Y 24 muestras de ajuste de diseño de mezclas

CAPITULO V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

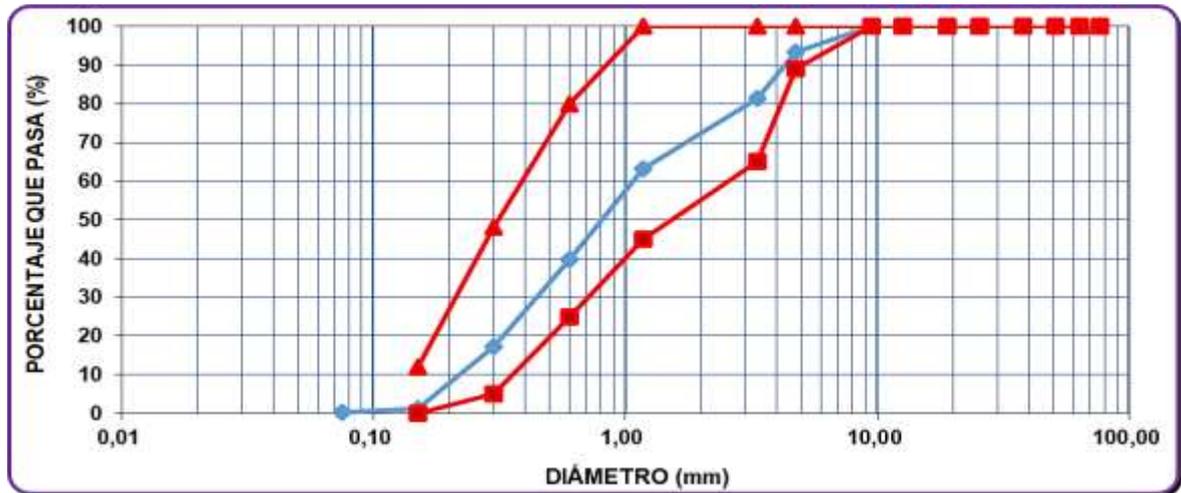
5.1. Características físicas y mecánicas de los agregados de río y de cerro

Tabla 5. Características físicas de los agregados de río y de cerro

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		
CARACTERÍSTICAS	AGREGADO DE RIO	AGREGADO DE CERRO
Contenido de humedad del agregado fino (W %)	5,47	3,58
Contenido de humedad del agregado grueso (W%).	0,47	0,589
Módulo de fineza del agregado fino.	3,04	2,34
Módulo de fineza del agregado grueso	6,75	6,75
Peso específico del agua (Kg/m ³)	997,04	997,04
Factor f.	335,7	335,82
Peso unitario suelto del agregado fino (g/cm ³) ó (Kg/m ³)	1,6059 ó 1605,90	1,535 ó 1535,00
Peso unitario compactado del agregado fino (g/cm ³) ó (Kg/m ³)	1,739 ó 1 739,00	1,675 ó 1 675,00
Peso específico del agregado fino. (g/cm ³) ó (Kg/m ³)	2,705 ó 2 705,00	2,563 ó 2 563,00
Peso específico del agua (Kg/cm ³)	996,04	996,4
Factor f.	102,43	102,43
Peso unitario suelto del agregado grueso (g/cm ³) ó (Kg/m ³)	1,358 ó 1 358.00	1,315 ó 1 315.00
Peso unitario compactado del agregado grueso (g/cm ³) ó (Kg/m ³)	1,467 ó 1 467,00	1,421 ó 1 421,00
Peso específico del agregado grueso. (g/cm ³) ó (Kg/m ³)	2,705 ó 2 705,00	2,597 ó 2 597,00
Absorción del agregado fino (%)	1,187	2,375
Absorción del agregado grueso (%)	1,112	1,283
Porcentaje de material más fino del agregado fino.	3,01	13,50
Porcentaje de material más fino del agregado grueso.	0,52	0,63
Abrasión	28,02	35,00
OTROS:		
Coef. de Uniformidad (Cu) promedio del agregado fino	3,37	3,98
Coef. de Curvatura (Cc) promedio del agregado fino	0,67	0,98
Coef. de Uniformidad (Cu) promedio del agregado grueso	1,24	1,83
Coef. de Curvatura (Cc) promedio del agregado grueso	0,83	1,15

De la Tabla 5, en lo que se refiere a contenido de humedad del agregado fino tanto de río como de cerro este se ubicó dentro del parámetro especificado para la elaboración de concretos (hasta el 8% aproximadamente), el que está en función al clima que se presente al momento de la toma de muestras. El contenido de humedad del agregado grueso tanto de río como de cerro es bastante bajo es decir que pierde humedad muy fácilmente en comparación con el agregado fino, lo que se ha tenido presente para el diseño de mezclas en el cálculo de la cantidad de agua en la mezcla.

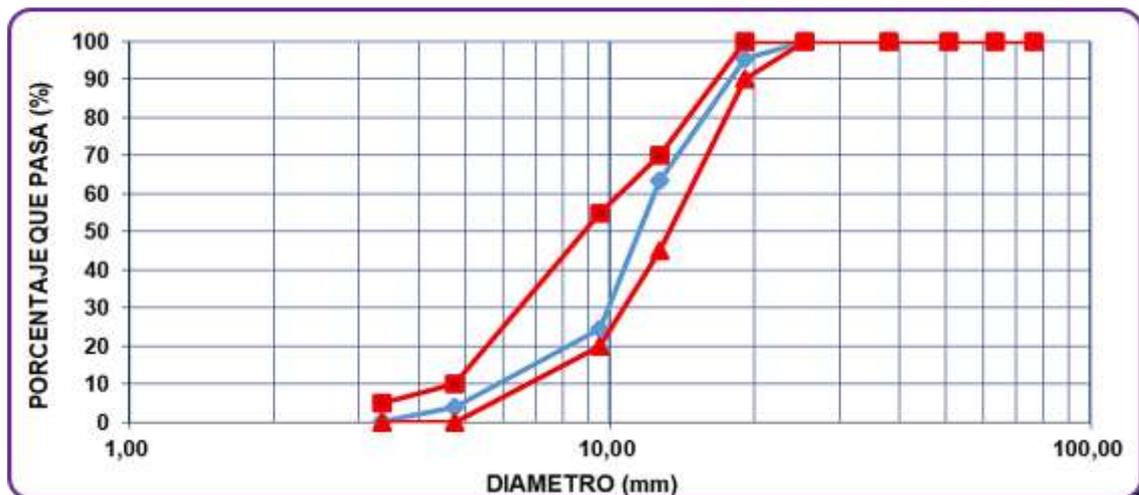
Granulometría del agregado fino de río.



D60 =	1,12	D30 =	0,50	D10 =	0,33
Cu =	3,37	Cc =	0,67		

Figura 5. Curva de distribución granulométrica promedio de 3 ensayos del agregado fino de río.

En la Figura 5 se puede observar que el agregado fino de río, se encuentra dentro de los husos granulométricos especificados en la norma técnica. Sin embargo es un material mal gradado con uniformidad en el diámetro de sus partículas, pudiéndose comprobar dicha afirmación pues su coeficiente de uniformidad (Cu) que es menor a 6,0 y el coeficiente de curvatura (Cc) de 0.67 no se encuentra dentro del rango de 1 a 3.



D60 =	12,51	D30 =	10,21	D10 =	10,07
Cu =	1,24	Cc =	0,83		

Figura 6. Curva de distribución granulométrica promedio de 3 ensayos del agregado grueso de río.

Según la Figura 6 el agregado grueso de río, cumple con el huso granulométrico N° 67, sin embargo el coeficiente de uniformidad ($C_u = 1.24$) es menor a 4,0 y el coeficiente de curvatura ($C_c=0.83$) no se encuentra dentro del rango de 1 a 3

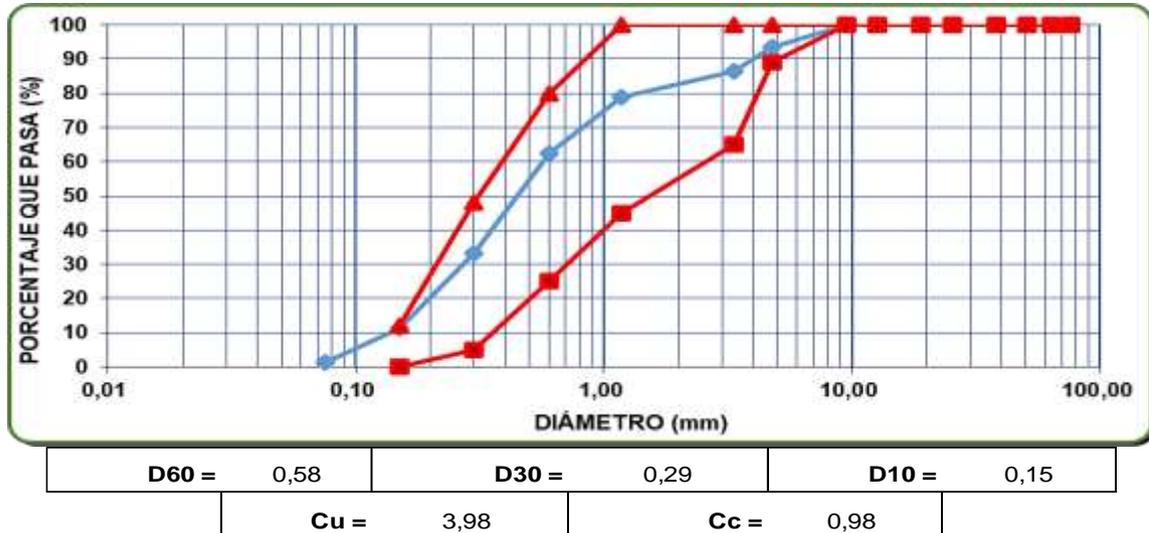


Figura 7. Curva de distribución granulométrica promedio de 3 ensayos del agregado fino de cerro.

En la Figura 7 se puede observar que el agregado fino de cerro, se encuentra dentro de los husos granulométricos especificados en la norma técnica. Sin embargo es un material mal gradado con uniformidad en el diámetro de sus partículas, pudiéndose comprobar dicha afirmación pues su coeficiente de uniformidad ($C_u=3.98$) que es menor a 6,0 y el coeficiente de curvatura ($C_c=0.98$) no se encuentra dentro del rango de 1 a 3.

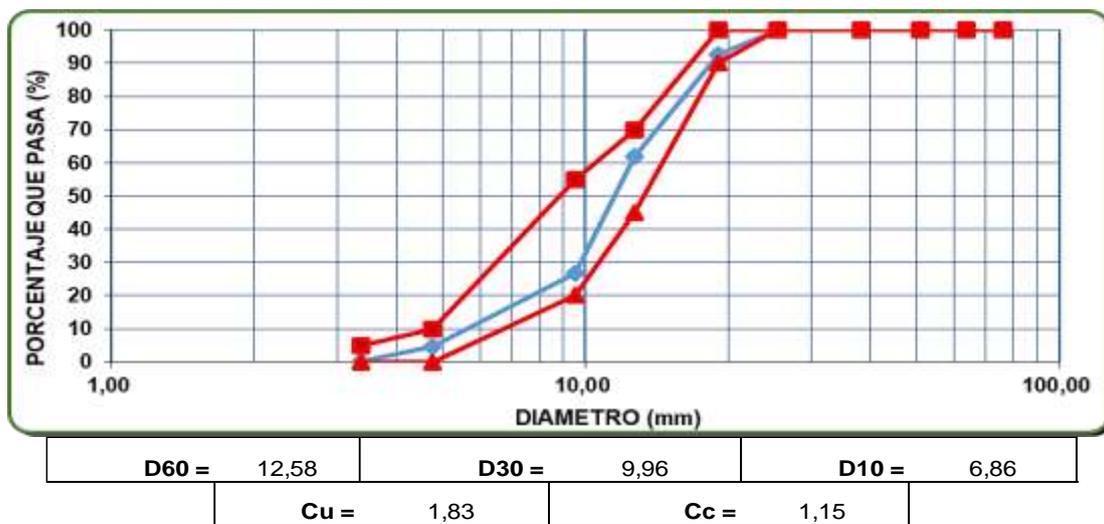


Figura 8. Curva de distribución granulométrica promedio de 3 ensayos del agregado grueso.

Según la Figura 8 el agregado grueso de cerro, cumple con el huso granulométrico N° 67, sin embargo el coeficiente de uniformidad ($C_u = 1.83$) es menor a 4,0 y el coeficiente de curvatura ($C_c=1.15$) no se encuentra dentro del rango de 1 a 3

Los valores obtenidos de las características físicas (peso específico, peso unitario, contenido de humedad, absorción, abrasión) de los agregados obtenidos tanto de río como de cerro, registran mucha relación con los materiales utilizados y descritos en las investigaciones: “*Curvas de correlación entre la relación agua/cemento y la resistencia a compresión axial del mortero para las canteras El Gavilán y Bazán*” (Riojas, 2018); “*Actualización de la correlación entre la relación agua-cemento y la resistencia a la compresión del concreto usando cemento andino tipo I*” (Puchuri,2010). Lo que suele ser común en este tipo de investigaciones realizadas, porque los estudios se los efectúa tomando como base la NTP y/o la normativa ACI.

5.2. Materiales complementarios

5.2.1. Cemento. Densidad es **3,08 g/ml**. (Cementos-Pacasmayo-S.A.A., 2017).

5.2.2. Agua. Agua potable de la red pública domiciliaria, de la ciudad de Cajamarca, la que cumple con los límites máximos y mínimos permisibles.

5.3. Diseño de mezcla

5.3.1. Diseño de mezcla para concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (muestra patrón, relación A/C = 0,7) con agregados de río

Tabla 6. *Proporcionamiento de materiales de las muestras patrón, elaboradas con agregados de río*

Proporción en peso		1 M ³	Proporción en Volumen		1 M ³
Cemento	= 1	264,18 kg	Cemento	= 1	6,22 bol
A. Fino	= 3,80		A. Fino	= 3,37	
A. Grueso	= 3,26		A. Grueso	= 3,59	
Agua	= 27,30 (lt /bolsa)		Agua	= 27,30 (lt /bolsa)	

- De los resultados obtenidos en el diseño de mezclas podemos afirmar que los agregados han sido de buena calidad pues para un concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ó $f'cr = 252 \text{ Kg/cm}^2$ (1,2 $f'c$), se utilizó 6,22 bolsas de cemento por m^3 , que comúnmente para esta resistencia a la compresión del concreto haciendo uso de tablas de proporción se requiere como mínimo el uso de 8,50 bolsas de cemento. Se demostró que el agregado es uniforme lo que genera mayor superficie pétrica, necesitando menor cantidad de cemento.

5.3.1.1. Diseño de mezcla para concreto con relación A/C=0,6 con agregados de río

Tabla 7. *Proporcionamiento de materiales de las muestras con A/C=0,6; elaboradas con agregados de río*

Proporción en peso		1 M ³	Proporción en Volumen		1 M ³
Cemento	= 1	341,67 kg	Cemento	= 1	8,04 bol
A. Fino	= 2,64		A. Fino	= 2,34	
A. Grueso	= 2,62		A. Grueso	= 2,88	
Agua	= 21,70 (lt /bolsa)		Agua	= 21,70 (lt /bolsa)	

- De la Tabla 7 observamos que para la relación A/C = 0,6, se utilizó 8,04 bolsas de cemento por m^3 . Con dicha relación (Guevara et al, 2012) indica que la resistencia a la compresión del concreto es de $f'c = 230 \text{ kg/cm}^2$, la misma que requiere haciendo uso de tablas de proporción de 10,0 bolsas de cemento, siendo el mismo agregado que el caso anterior el mismo que es de buena calidad se requirió menos cantidad de cemento.

5.3.1.2. Diseño de mezcla para concreto con relación A/C=0,5 con agregados de río

Tabla 8. *Proporcionamiento de materiales de las muestras con A/C=0,5; elaboradas con agregados de río*

Proporción en peso		1 M ³	Proporción en Volumen		1 M ³
Cemento	= 1	410,67 kg	Cemento	= 1	9,65 bol
A. Fino	= 1,98		A. Fino	= 1,76	
A. Grueso	= 2,25		A. Grueso	= 2,48	
Agua	= 18,40 (lt /bolsa)		Agua	= 18,40 (lt /bolsa)	

- De la Tabla 8, comprobamos que para la relación A/C = 0,5, se utilizó 9,65 bolsas de cemento por m^3 , comparado con lo descrito por (Guevara et al, 2012) la resistencia a la compresión del concreto es de $f'c = 295 \text{ kg/cm}^2$, la que en tablas de proporción menciona el uso de 11.27 bolsas de cemento como mínimo, demostrando nuevamente que el agregado es óptimo por lo que se utilizó menor cantidad de cemento.

5.3.1.3. Diseño de mezcla para concreto con relación A/C=0,4 con agregados de río

Tabla 9. *Proporcionamiento de materiales de las muestras con A/C=0,4; elaboradas con agregados de río*

Proporción en peso		1 M³	Proporción en Volumen		1 M³
Cemento	= 1	512,50 kg	Cemento	= 1	12,06 bol
A. Fino	= 1,35		A. Fino	= 1,20	
A. Grueso	= 1,86		A. Grueso	= 2,05	
Agua	= 15,20 (lt /bolsa)		Agua	= 15,20 (lt /bolsa)	

- En lo que respecta a la relación A/C = 0,4; se utilizó 12,06 bolsas de cemento por m³, que relacionado con lo descrito por (Guevara et al, 2012) la resistencia a la compresión del concreto es de $f'c = 370 \text{ kg/cm}^2$, la mencionada proporción indica que se debe utilizar en la práctica 13,80 bolsas de cemento como mínimo. Con lo que se demuestra que en las diferentes relaciones A/C se utilizó menor cantidad de cemento y agua por que los agregados son de buenas propiedades mecánicas.

5.3.2. Diseño de mezcla para concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (muestra patrón) con agregados de cerro

Tabla 10. *Proporcionamiento de materiales de las muestras patrón, elaboradas con agregados de cerro*

Proporción en peso		1 M³	Proporción en Volumen		1 M³
Cemento	= 1	264,18 kg	Cemento	= 1	6,22 bol
A. Fino	= 2,69		A. Fino	= 2,54	
A. Grueso	= 3,42		A. Grueso	= 3,88	
Agua	= 29,40 (lt /bolsa)		Agua	= 29,40 (lt /bolsa)	

- De los resultados obtenidos en el diseño de mezclas para un concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ó $f'cr = 252 \text{ Kg/cm}^2$ ($1,2 f'c$), manteniendo la misma cantidad de cemento de 6,22 bolsas por m³, se ha requerido mayor cantidad de agua que la utilizada para el concreto elaborado con material de río, esto debido a que el agregado de cerro es un material que cuenta con mayor cantidad de finos entre ellos arcillas, limos.

5.3.2.1 Diseño de mezcla para concreto con relación A/C=0,6 con agregados de cerro

Tabla 11. *Proporcionamiento de materiales de las con A/C=0,6; elaboradas con agregados de cerro*

Proporción en peso		1 M³	Proporción en Volumen		1 M³
Cemento	= 1	341,67 kg	Cemento	= 1	8,04 bol
A. Fino	= 2,16		A. Fino	= 2,04	
A. Grueso	= 2,96		A. Grueso	= 3,36	
Agua	= 25,30 (lt /bolsa)		Agua	= 25,30 (lt /bolsa)	

- Para relación A/C = 0,6 se mantuvo la cantidad de 8,04 bolsas de cemento por m³.
Requiriendo como en el caso anterior mayor cantidad de agua. Según:(Guevara et al, 2012) la resistencia a la compresión del concreto es de $f'c = 230 \text{ kg/cm}^2$, para esta relación A/C.

5.3.2.2 Diseño de mezcla para concreto con relación A/C=0,5 con agregados de cerro

Tabla 12. *Proporcionamiento de materiales de las con A/C=0,5; elaboradas con agregados de cerro*

Proporción en peso		1 M³	Proporción en Volumen		1 M³
Cemento	= 1	410,00 kg	Cemento	= 1	9,65 bol
A. Fino	= 1,63		A. Fino	= 1,54	
A. Grueso	= 2,50		A. Grueso	= 2,84	
Agua	= 21,20 (lt /bolsa)		Agua	= 21,20 (lt /bolsa)	

- Utilizando la misma cantidad de cemento de 9,65 bolsas por m³, en la relación A/C = 0.5, requiere de mayor cantidad de agua por la configuración del material con respecto al concreto elaborado con material de río. En esta relación A/C, la resistencia a la compresión del concreto es de $f'c = 295 \text{ kg/cm}^2$ (Guevara et al, 2012).

5.3.2.3 Diseño de mezcla para concreto con relación A/C=0,4 con agregados de cerro

Tabla 13. *Proporcionamiento de materiales de las con A/C=0,4; elaboradas con agregados de cerro*

Proporción en peso		1 M³	Proporción en Volumen		1 M³
Cemento	= 1	512,50 kg	Cemento	= 1	12,06 bol
A. Fino	= 1,11		A. Fino	= 1,05	
A. Grueso	= 2,03		A. Grueso	= 2,30	
Agua	= 17,00 (lt /bolsa)		Agua	= 17,00 (lt /bolsa)	

- Finalmente, para la relación A/C = 0,4 ($f'c = 370 \text{ kg/cm}^2$. Guevara et al, 2012), se utilizó 12,06 bolsas de cemento por m³, y mayor cantidad de agua que la utiliza para el concreto elaborado con agregados de río.

5.4. Unidades de estudio

Tabla 14. *Número de muestras para cada etapa de estudio*

NUMERO DE MUESTRAS DE ACUERDO A NTE - 060	TOTAL
Unidades para ajuste de diseño de muestras con agregados de río	12 unid.
Unidades para ajuste de diseño de muestras con agregados de cerro	12 unid.
CONCRETO F'C=210 kg/cm ² , con agregados de río	60 unid.
CONCRETO F'C=210 kg/cm ² , con agregados de cerro	60 unid.
Total	144 unid.

5.5. Resistencia a compresión de muestras de concreto

5.5.1. Resistencia a compresión del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de muestras patrón (relación A/C=0,7) con agregado de río.

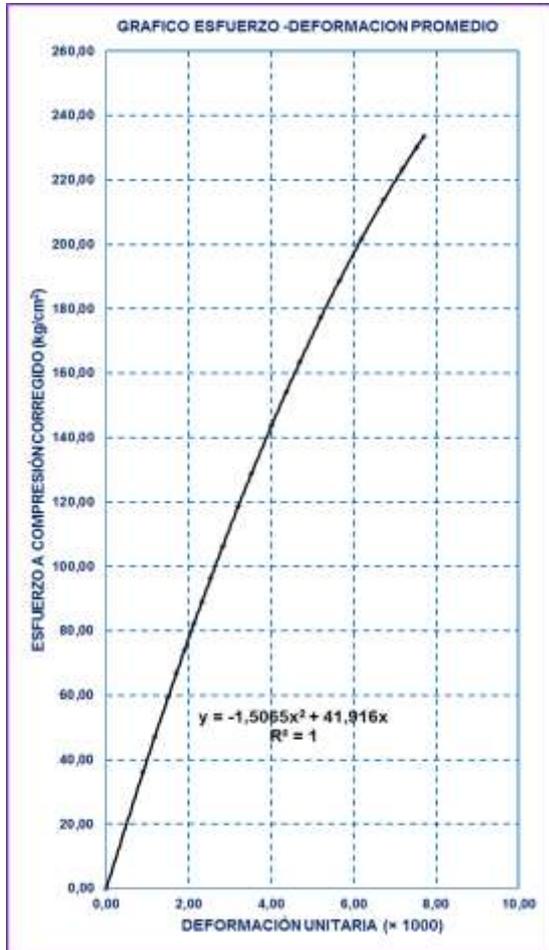


Tabla 15. Valores característicos del concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, promedio de la muestra patrón.

EC. DE ESF. CORREGIDA:	$-1,507x^2 + 41,92x$
DEF. ROT. UNIT. (x1000) PROM.:	7,83
ESF. ROT PROM.kg/cm²):	233,52

Figura 9. Gráfico esfuerzo – deformación promedio del lote de 15 muestras patrón con agregados de río.

- La Figura 9 y Tabla 15 ilustran el promedio de 15 ensayos a los 28 días de fraguado de las muestras patrón, la que corresponde a una relación A/C de 0,7, en el que se obtuvo el gráfico esfuerzo-deformación y el esfuerzo máximo de rotura cuyo valor fue $f'c=233,52 \text{ Kg/cm}^2$, el mismo que superó la resistencia a compresión de diseño que fue de $f'c = 210,00 \text{ Kg/cm}^2$ y menor a la resistencia a compresión promedio requerida en el diseño $f'cr = 252,00 \text{ Kg/cm}^2$, valor que se tomó como base en la investigación para las comparaciones con las diferentes relaciones A/C.

5.5.1.1 Prueba de ajuste a una distribución normal:

Tabla 16. Valores probabilísticos de la resistencia a compresión de muestras patrón.

Muestras Patrón $f'c = 210$ kg/cm ² A/C = 0,7	Valor probabilístico "P"			Estadístico de contraste	
	Chi-Cuadrado	Shapiro-Wilk	Sesgo	Curtosis	"W"
28 DÍAS	0,0928057	0,0754626	0,461797	-	0,8931

Fuente: Elaborado con Statgraphics (2015).
W = Coeficiente estadístico de contraste.

- En la tabla 16 se muestra que los valores estadísticos de W se encuentran cercanos a la unidad por lo que los resultados cumplen con una distribución normal y son estadísticamente representativos con un 95% de confianza

5.5.1.2 Variable aleatoria "Z" de muestras elaboradas con agregados de río

Tabla 17. Variable aleatoria "Z" para las resistencias a la compresión de 15 muestras patrón con agregados de río

Muestra	Z	Esf. Rot (kg/cm ²)
T-P-1-R	-1,573	222,084
T-P-2-R	0,915	240,179
T-P-3-R	0,652	238,263
T-P-4-R	0,410	236,509
T-P-5-R	-0,366	230,864
T-P-6-R	1,011	240,881
T-P-7-R	0,721	238,768
T-P-8-R	-0,712	228,348
T-P-9-R	0,579	237,739
T-P-10-R	-1,221	224,639
T-P-11-R	-1,725	220,974
T-P-12-R	-0,974	226,441
T-P-13-R	0,564	237,624
T-P-14-R	0,429	236,647
T-P-15-R	1,289	242,899

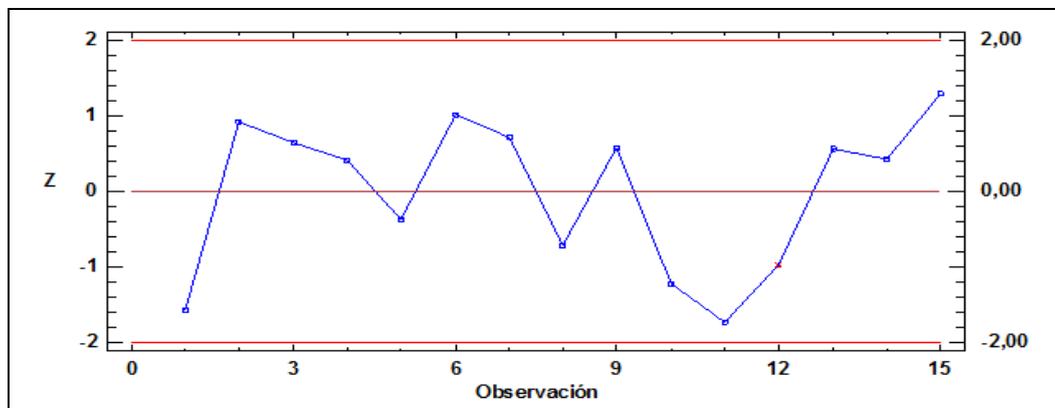


Figura 10. Diagrama de dispersión de los valores "Z" para los testigos de concreto con agregado de río.
Fuente: Elaborado con Statgraphics (2015).

De Tabla 17 y Figura 10, se aprecia que los valores de dispersión de Z se encuentran dentro del rango de aceptación de: -2 a 2; por lo que los resultados de los ensayos son válidos.

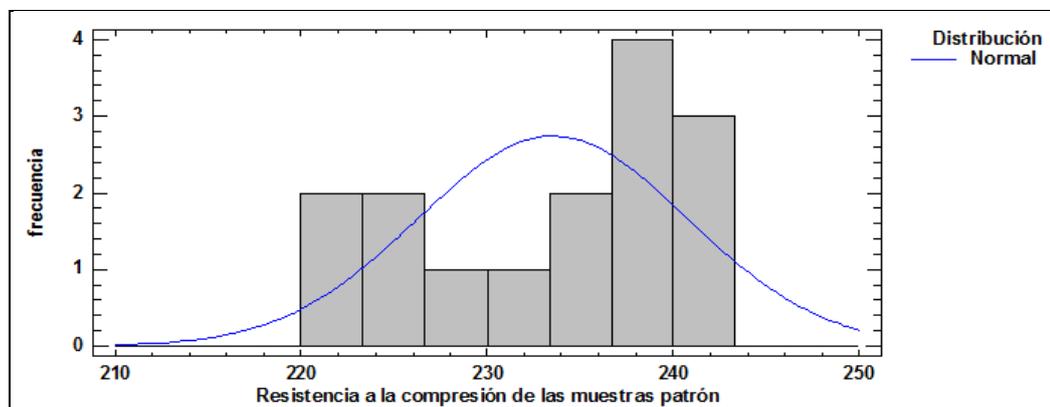


Figura 11. Histograma de frecuencias para la resistencia a la compresión de los testigos patrón con agregado de río.

Fuente: Elaborado con Statgraphics (2015).

En la figura 11 se muestra el histograma de frecuencias en el cual se observa que los resultados de la resistencia se adaptaron a una curva de distribución normal, por lo que las resistencias calculadas son válidas estadísticamente.

5.5.1.3 Estadística descriptiva:

Tabla 18. Parámetros estadísticos para los testigos patrón elaborados con agregados de río.

Parámetros Estadísticos	EDAD
	28 DÍAS
Media	233,524
Desviación Estándar	7,27454
Coefficiente de Variación Porcentual	3,11511%
Mínimo	220,974
Máximo	242,899
Error de Estimación	4,02851
Intervalo de Confianza (Media ± Error de Estimación)	229,495
	237,552

Fuente: Elaborado con Statgraphics (2015).

- En la Tabla 18, se observa que la media o promedio de las resistencias a compresión de diseño en los testigos patrón elaborados con agregados de ríos, (210 kg/cm²), fue superada en 11,20%, y el valor mínimo obtenido también es superior al de diseño.

Es importante indicar que que el coeficiente de variación porcentual de 3,11% obtenido reflejó que el trabajo en laboratorio es aceptable.

5.5.2. Resistencia a compresión del concreto elaborados con agregados de río y relación A/C = 0,6; 0,5 y 0,4

Se muestra el promedio de los 15 ensayos realizados.

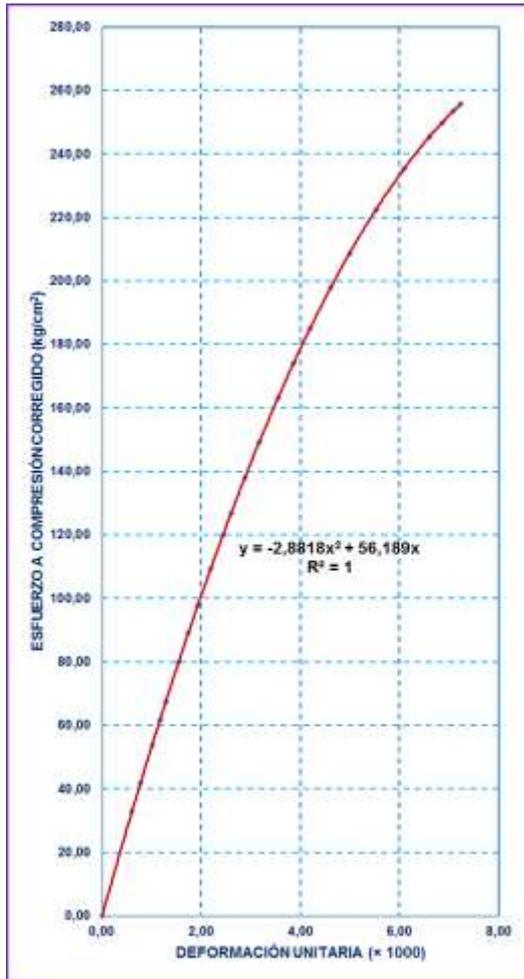


Figura 12. Gráfico esfuerzo –deformación prom. de 15 muestras con relación A/C = 0,6

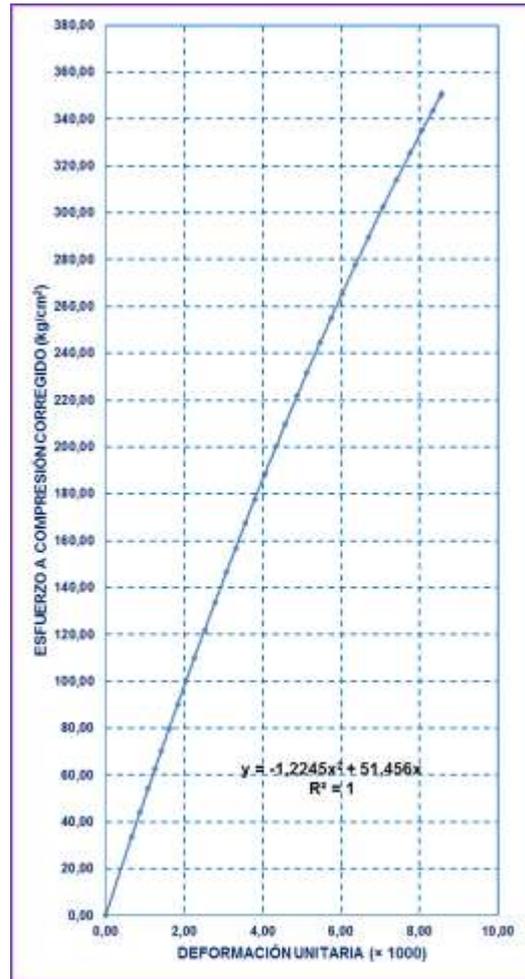


Figura 13. Gráfico esfuerzo –deformación prom. de 15 muestras con relación A/C = 0,5

Tabla 19. Valores característicos promedio del concreto con relación A/C = 0,6

EC. DE ESF. CORREGIDA PROM:	-2.882x ² + 56.19x
DEF. ROT. UNIT. (x1000) PROM.:	7,75
ESF. ROT PROM. (k g/cm ²):	255,73

Tabla 20. Valores característicos promedio del concreto relación A/C = 0,5

EC. DE ESF. CORREGIDA PROM.:	-1.225x ² + 51.46x
DEF. ROT. UNIT. (x1000) PROM.:	8,65
ESF. ROT PROM.kg/cm ²):	350,83

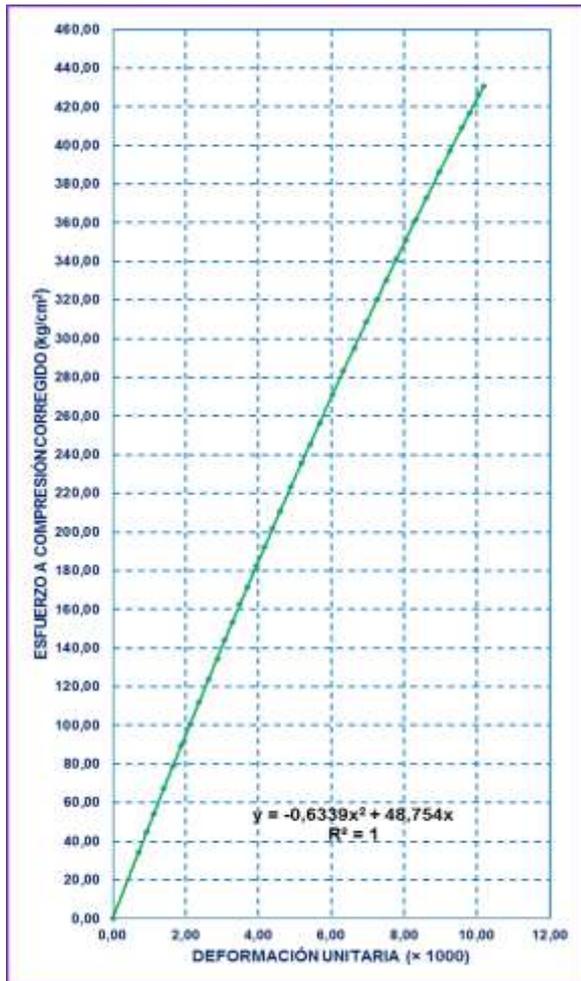


Tabla 21. Valores característicos promedio del concreto con relación A/C=0,4.

EC. DE ESF. CORREGIDA:	$-0.634x^2 + 48.75x$
DEF. ROT. UNIT. (x1000) PROM.:	10,24
ESF. ROT PROM.kg/cm ²):	430,62

Figura 14. Gráfico esfuerzo – deformación prom. de 15 muestras con relación A/C = 0,4

- De los resultados que se muestran en las Tablas 15 y 19: El promedio de la resistencia a compresión de 15 muestras con relación A/C = 0,6; se incrementó con respecto a la muestra base o patrón con relación A/C = 0,7 en un 9,51%; de la Tabla 20, en el promedio de las 15 muestras con relación A/C= 0,5 existe un incrementó en la resistencia a compresión axial con respecto a la muestra con relación A/C=0,6 de 37,19% , de la Tabla 21 en el promedio de las 15 muestras con relación A/C= 0,4 existe un incrementó en la resistencia a compresión axial con respecto a la muestra con relación A/C= 0,5 de 22,74%.

- Los resultados obtenidos tiene mucha relación y semejanza en la resistencia a la compresión de especímenes de concreto en las diferentes relaciones A/C, con los descritos en las investigaciones: “Efecto de la variación agua/cemento en el concreto” (Guevara et al., 2012); “¿Qué es la relación agua cemento y cómo influye en la resistencia, durabilidad y trabajabilidad del hormigón?” (Diaz, 2012).

5.5.2.1. Prueba de ajuste a una distribución normal:

Tabla 22. Valores probabilísticos de la resistencia a compresión de testigos elaborados con material de río y diferentes relaciones A/C

Testigos de concreto con material de río		Valor probabilístico “P”				Estadístico de contraste
		Chi-Cuadrado	Shapiro-Wilk	Sesgo	Curtosis	
Relación A/C =	0,7	0,092806	0,0754626	0,461797	-	0,89310
Relación A/C =	0,6	0,325706	0,142918	0,716382	-	0,911416
Relación A/C =	0,5	0,145353	0,409544	0,684217	-	0,943057
Relación A/C =	0,4	0,617389	0,427003	0,805378	-	0,944416

Fuente: Fuente: Elaborado con Statgraphics (2015).

Note: W = Coeficiente estadístico de contraste.

En la tabla 22 se muestra que los valores estadísticos de W se encuentran cercanos a la unidad por lo que los resultados cumplen con una distribución normal con 95% de confianza y son estadísticamente representativos.

5.5.2.2. Variable aleatoria “Z” para testigos elaborados con agregados de río

En las siguientes tablas se muestra los valores correspondientes a “Z” para los testigos de concreto elaborados con agregados de río, ya establecidos con sus respectivos gráficos de rango de aceptación e histogramas de frecuencias.

Tabla 23. Valores de “Z” para resistencias a compresión, de testigos con relación A/C= 0,6, y materiales de río

Muestra	Z	Esf. Rot (kg/cm ²)
T-16-R	-0,19	255,13
T-17-R	0,71	257,93
T-18-R	-1,07	252,44
T-19-R	-0,52	254,13
T-20-R	1,57	260,56
T-21-R	0,87	258,41
T-22-R	-0,73	253,49
T-23-R	1,13	259,23
T-24-R	0,40	256,95
T-25-R	-1,14	252,21
T-26-R	-1,21	252,00
T-27-R	-0,52	254,12
T-28-R	1,55	260,50
T-29-R	-1,15	252,19
T-30-R	0,31	256,69

Tabla 24. Valores de “Z” para resistencias a compresión, de testigos con relación A/C= 0,5, y materiales de río

Muestra	Z	Esf. Rot (kg/cm ²)
T-31-R	-0,10	350,47
T-32-R	0,31	351,79
T-33-R	-0,51	349,15
T-34-R	-0,91	347,86
T-35-R	0,52	352,50
T-36-R	-1,48	346,01
T-37-R	-0,35	349,66
T-38-R	0,05	350,98
T-39-R	0,11	351,15
T-40-R	1,85	356,79
T-41-R	1,84	356,76
T-42-R	-0,44	349,38
T-43-R	0,36	351,98
T-44-R	-1,69	345,35
T-45-R	0,44	352,23

Tabla 25. Valores de “Z” para resistencias a compresión, de testigos con relación A/C= 0,4, y materiales de río

Muestra	Z	Esf. Rot (kg/cm ²)
T-46-R	0,15	430,86
T-47-R	1,81	433,44
T-48-R	-1,26	428,66
T-49-R	0,14	430,84
T-50-R	-1,34	428,53
T-51-R	-1,18	428,79
T-52-R	-1,00	429,06
T-53-R	1,20	432,49
T-54-R	-0,55	429,77
T-55-R	0,26	431,03
T-56-R	0,07	430,73
T-57-R	-0,84	429,31
T-58-R	1,23	432,54
T-59-R	0,57	431,51
T-60-R	0,74	431,77

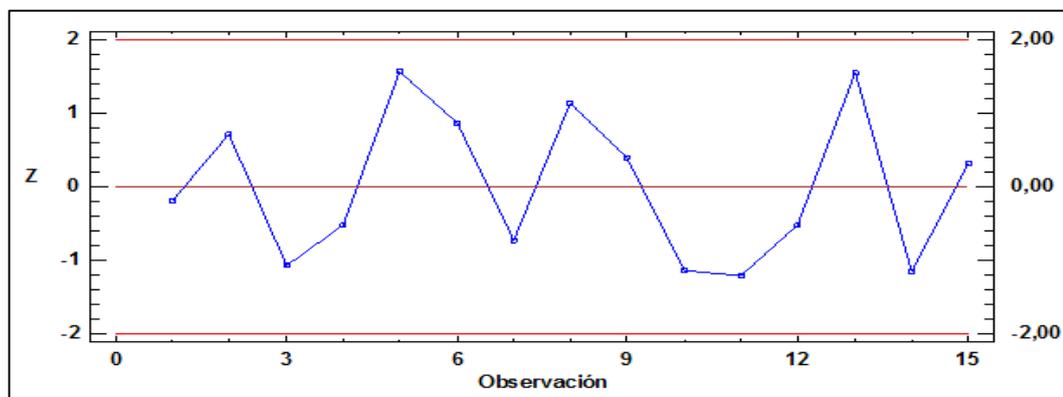


Figura 15. Diagrama de dispersión de los valores “Z” para testigos elaborados con agregado de río con relación A/C = 0,6.

Fuente: Elaborado con el Statgraphics (2015).

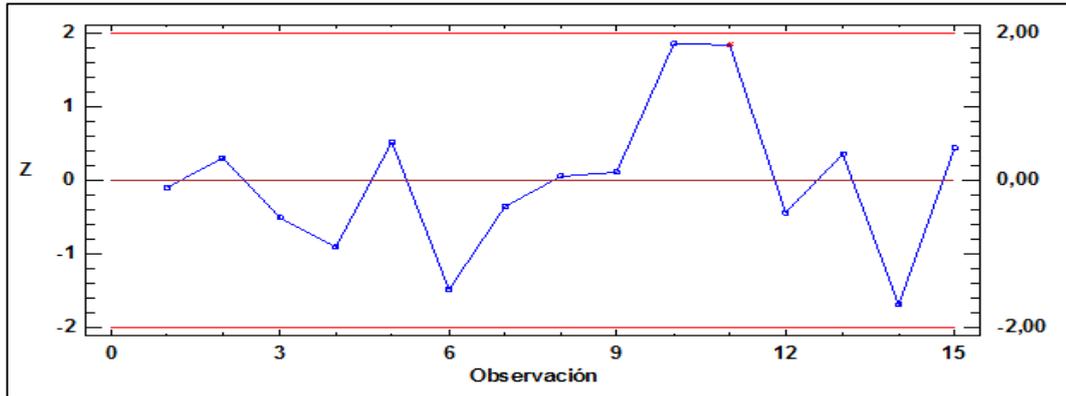


Figura 16. Diagrama de dispersión de los valores "Z" para testigos elaborados con agregado de río con relación A/C = 0,5.

Fuente: Elaborado con el Statgraphics (2015).

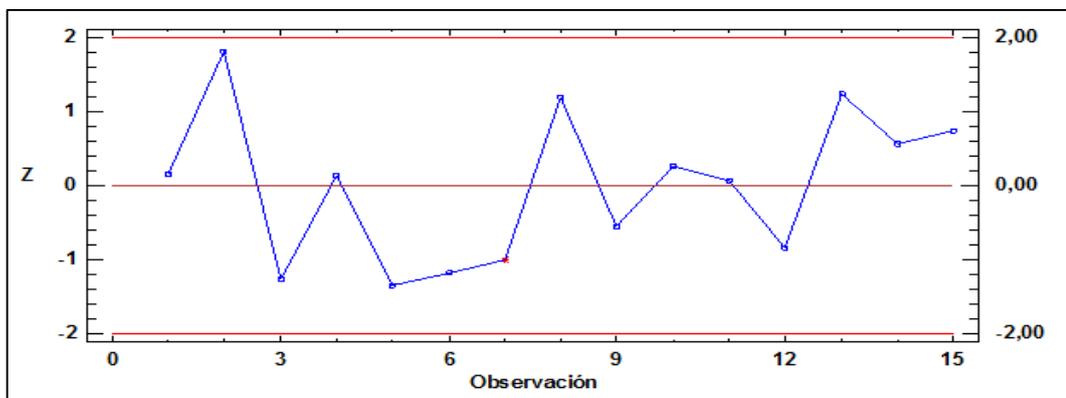


Figura 17. Diagrama de dispersión de los valores "Z" para testigos elaborados con agregado de río con relación A/C = 0,4.

Fuente: Elaborado con el Statgraphics (2015).

Las Tablas 23, 24 y 25 muestran los valores "Z" y Figuras 15, 16 y 17 ilustran los diagramas de dispersión, reflejan que los ensayos realizados se encuentran en el rango de 2 a -2; por lo que todos los datos obtenidos en los ensayos son aceptados estadísticamente.

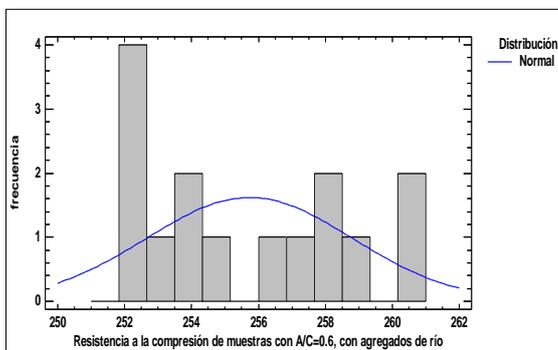


Figura 18. Histograma de frecuencias para la resistencia a compresión de testigos elaborados con materiales de río y relación A/C=0,6.
Fuente: Elaborado con Statgraphics (2015).

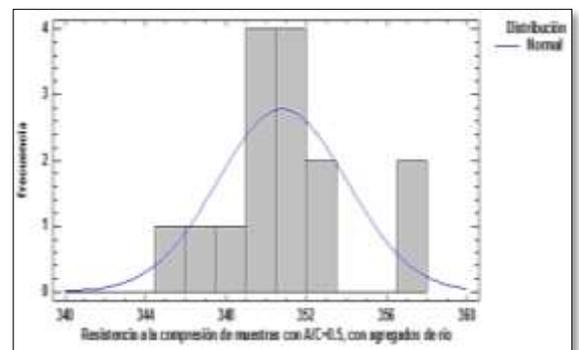


Figura 19. Histograma de frecuencias para la resistencia a compresión de testigos elaborados con materiales de río y relación A/C=0,5.
Fuente: Elaborado con Statgraphics (2015).

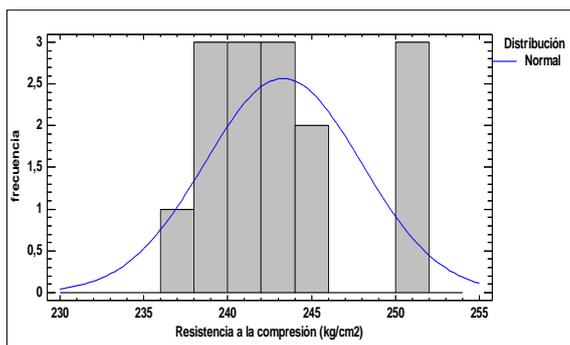


Figura 20. Histograma de frecuencias para la resistencia a compresión de testigos elaborados con agregado de río y relación A/C=0,4.
Fuente: Elaborado con Statgraphics (2015).

Los histogramas de las Figura 18, 19 y 20, indican que los datos de resistencia a compresión se ajusta a una distribución normal por lo que los resultados son estadísticamente representativos.

5.5.2.3. Estadística descriptiva:

Tabla 26. Parámetros estadísticos de la resistencia a compresión de las muestras.

Parámetros Estadísticos	Testigos de concreto con diferentes relaciones A/C			
	A/C=0,7	A/C=0,6	A/C=0,5	A/C=0,4
Datos	15	15	15	15
Media	233,524	255,732	350,804	430,621
Desviación Estándar	7,275	1,557	3,233	1,554
Coefficiente de Variación Porcentual	3,1151%	1,204%	0,9215%	0,3616%
Mínimo	220,974	252,004	345,355	428,533
Máximo	242,899	260,559	262,168	433,438
Error de Estimación	4,029	1,706	1,790	0,862
Intervalo de Confianza	229,495	254,026	349,014	429,759
(Media ± Error de Estimación)	237,552	257,438	352,594	431,484

Fuente: Elaborado con Statgraphics (2015).

- De los resultados de la Tabla 26 se observa que la media o promedio de los datos, comparados con la resistencia promedio de la muestra patrón de 233,524 kg/cm² varía en 9,51% en la relación A/C=0,6, en 50,28% para la relación A/C=0,5 en 84,40%.
- Además es importante resaltar que el coeficiente variación se encuentra dentro de los rangos aceptables para ser estadísticamente representativo.

5.5.2.4. Resistencia a compresión de las muestras de concreto elaboradas con agregados de río con diferentes relaciones agua cemento (0,7;0,6; 0,5; y 0,4)

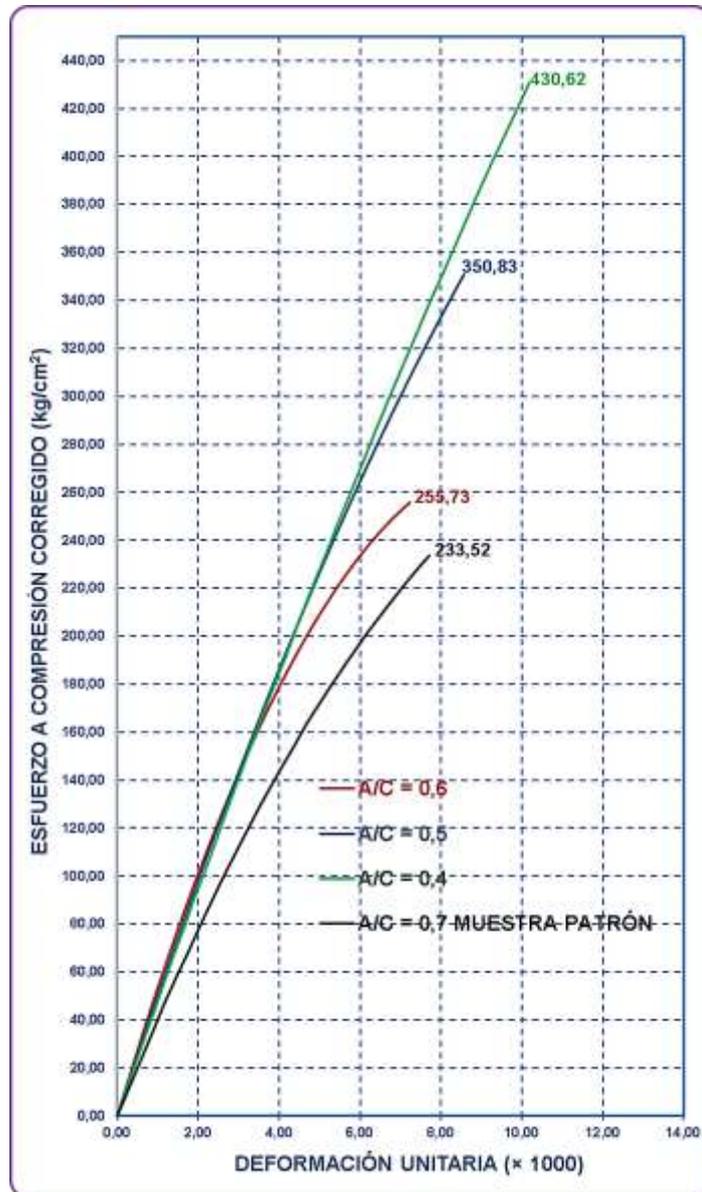


Figura 21. Curvas esfuerzo-deformación promedio máx. de muestras fabricadas con agregado de río y diferentes relaciones A/C

5.5.2.5. Comparativo de la resistencia a compresión de las muestras elaboradas con agregados del río Chonta con diferentes relaciones agua cemento (0,7; 0,6; 0,5; y 0,4)

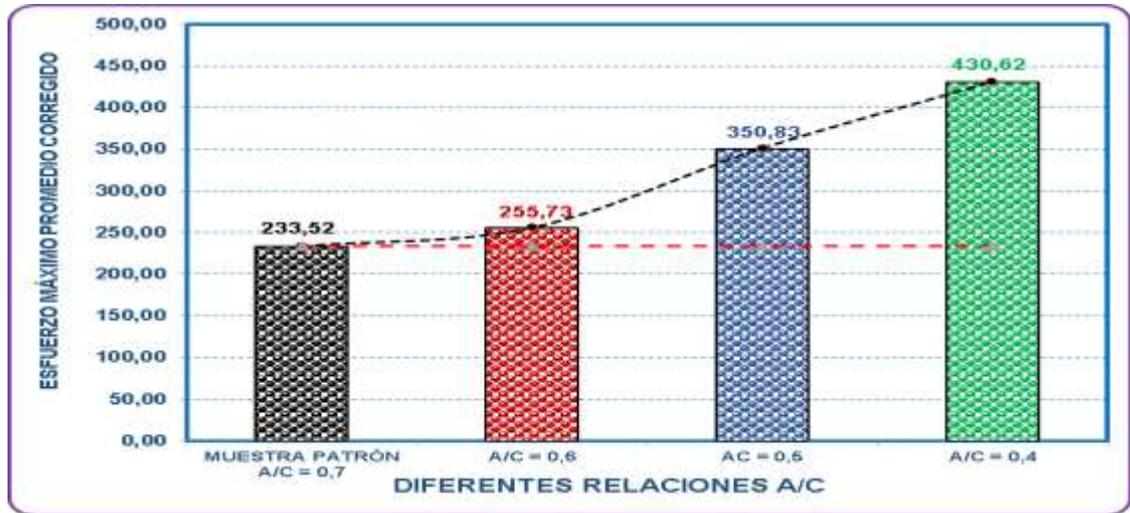


Figura 22. Comparativo de resistencia a compresión de la muestra elaboradas con agregados de río Chonta con diferentes relaciones A/C.

- En las Figuras 21, 22, se muestra la tendencia ascendente de la resistencia a la compresión en los testigos con diferentes relaciones A/C. Se consideró como muestra patron la relación A/C de 0.7 y se disminuye en 0,1 dicha relación, observándose que la resistencia a compresión de los testigos aumenta para cada disminución de la relación A/C. Resultado que es descrito en los estudios: Efecto de la variación agua/cemento en el concreto (Guevara *et al.*, 2012); ¿Qué es la relación agua cemento y cómo influye en la resistencia, durabilidad y trabajabilidad del hormigón (Diaz, 2012) y Relación Óptima agua/cemento (Ramírez, 2018), en las que afirman que la resistencia a la compresión del concreto está inversamente relacionada con la relación A/C.

5.5.3. Resistencia a compresión del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con agregado del cerro El Gavilán con relación A/C=0,7.

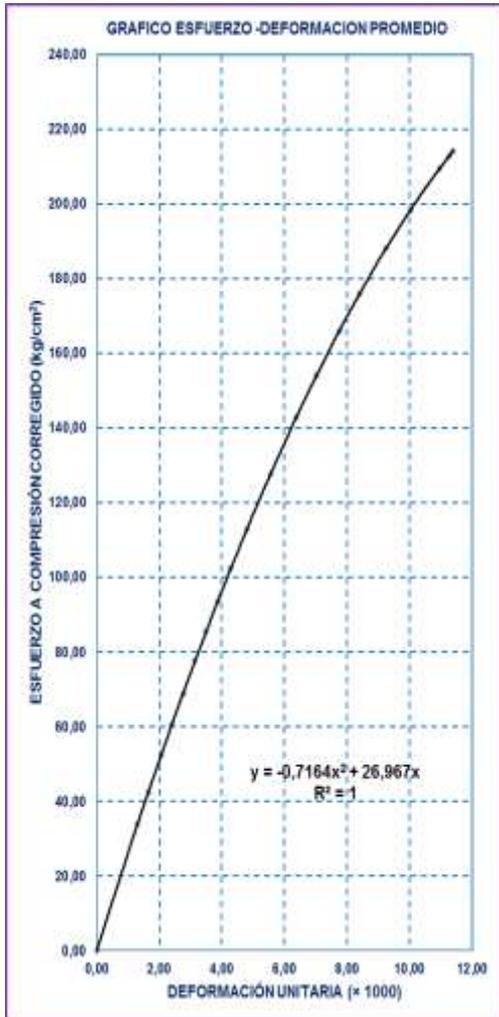


Tabla 27. Valores característicos del concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, promedio de la muestra patrón.

EC. DE ESF. CORREGIDA:	$-0,716x^2 + 26,97x$
DEF. ROT. UNIT. ($\times 1000$) PROM.:	11,77
ESF. ROT PROM. kg/cm^2 :	214,18

Figura 23. Gráfico esfuerzo – deformación promedio del lote de 15 muestras patrón con agregados de cerro El Gavilán.

- En la Figura 23 y Tabla 27 observamos el grafico esfuerzo-deformación y el esfuerzo máximo de rotura del promedio de 15 ensayos a los 28 días, correspondiente a la muestra patrón con una relación A/C de 0,7. El esfuerzo máximo de rotura que se alcanzo fue de $f'c=214,18 \text{ Kg/cm}^2$, el mismo que superó la resistencia a compresión especificada de diseño que fue de 210 Kg/cm^2 y menor a la resistencia a compresión promedio requerida en el diseño $252,00 \text{ Kg/cm}^2$.

5.5.3.1. Prueba de ajuste a una distribución normal:

Tabla 28. Valores probabilísticos de la resistencia a compresión de muestras patrón.

Muestras Patrón $f'c = 210$ kg/cm ² , A/C = 0,7	Valor probabilístico "P"			Estadístico de contraste	
	Chi-Cuadrado	Shapiro-Wilk	Sesgo	Curtosis	"W"
28 DÍAS	0,221311	0,609075	0,6975	-	0,956833

Fuente: Elaborado con Statgraphics (2015).
W = Coeficiente estadístico de contraste.

- En la tabla 28 se muestra que los valores estadísticos de W se encuentran cercanos a la unidad por lo que los resultados cumplen con una distribución normal y son estadísticamente representativos con un 95% de confianza.

5.5.3.2. Variable aleatoria "Z" de muestras elaboradas con agregados de cerro

Tabla 29. Valores de "Z" para las resistencias a la compresión de 15 muestras patrón con agregados de cerro El Gavilán

Muestra	Z	Esf. Rot (kg/cm ²)
T-P-1-C	-1,376	222,084
T-P-2-C	0,502	240,179
T-P-3-C	0,018	238,263
T-P-4-C	1,852	236,509
T-P-5-C	1,767	230,864
T-P-6-C	-1,689	240,881
T-P-7-C	-0,749	238,768
T-P-8-C	-0,781	228,348
T-P-9-C	-0,640	237,739
T-P-10-C	0,182	224,639
T-P-11-C	-0,421	220,974
T-P-12-C	-0,026	226,441
T-P-13-C	0,293	237,624
T-P-14-C	0,563	236,647
T-P-15-C	0,504	242,899

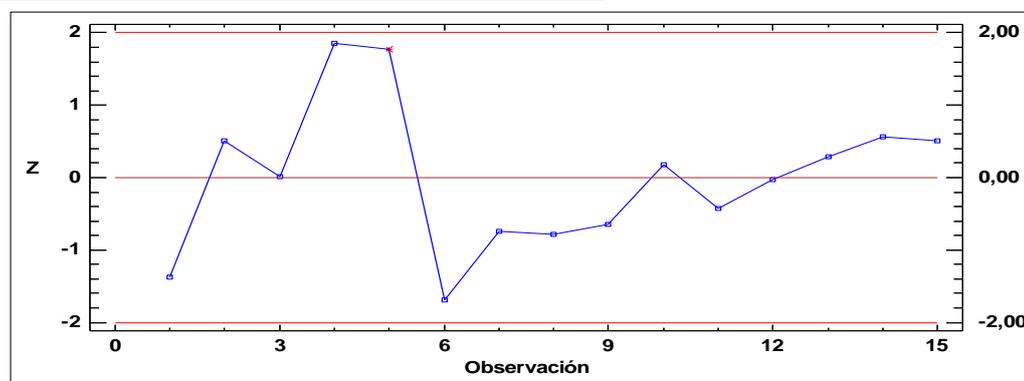


Figura 24. Diagrama de dispersión de los valores "Z" para los testigos de concreto con agregados de cerro. Fuente: Elaborado con Statgraphics (2015).

De Tabla 29 y Figura 24, se aprecia que los valores de dispersión de Z se encuentran dentro del rango de aceptación de: -2 a 2; por lo que los resultados de los ensayos son válidos.

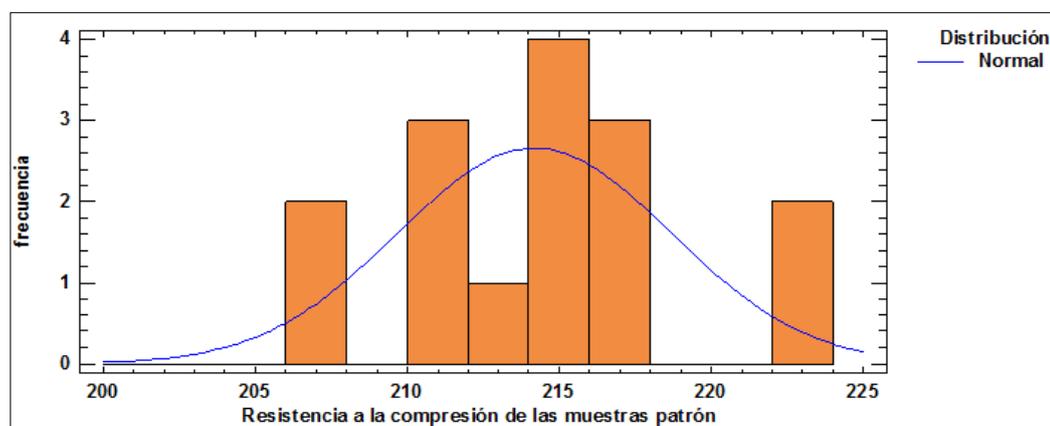


Figura 25. Histograma de frecuencias para la resistencia a la compresión de los testigos patrón, elaborados con agregados de cerro El Gavilán.

Fuente: Elaborado con Statgraphics (2015).

El histograma de frecuencias anterior (Figura 25) se observa que los resultados de la resistencia se adaptaron a una curva de distribución normal, por lo que las resistencias calculadas son válidas estadísticamente.

5.5.3.3. Estadística descriptiva:

Tabla 30. Parámetros estadísticos para los testigos patrón, elaborados con agregados de cerro.

Parámetros Estadísticos	EDAD
	28 DÍAS
Media	214,261
Desviación Estándar	4,49321
Coefficiente de Variación Porcentual	2,09785%
Mínimo	206,592
Máximo	222,503
Error de Estimación	2,48826
Intervalo de Confianza	211,693
(Media ± Error de Estimación)	216,670

Fuente: Elaborado con Statgraphics (2015).

- En la Tabla 30, se observa que la media o promedio de las resistencias a compresión de diseño en los testigos patrón elaborados con agregados de cerro, (210 kg/cm²), fue superada en 2,30%, y el valor mínimo obtenido también es superior al de diseño.

5.5.3.4. Resistencia a compresión del concreto elaborados con agregados de cerro El Gavilán y relación A/C= 0,6; 0,5 y 0,4

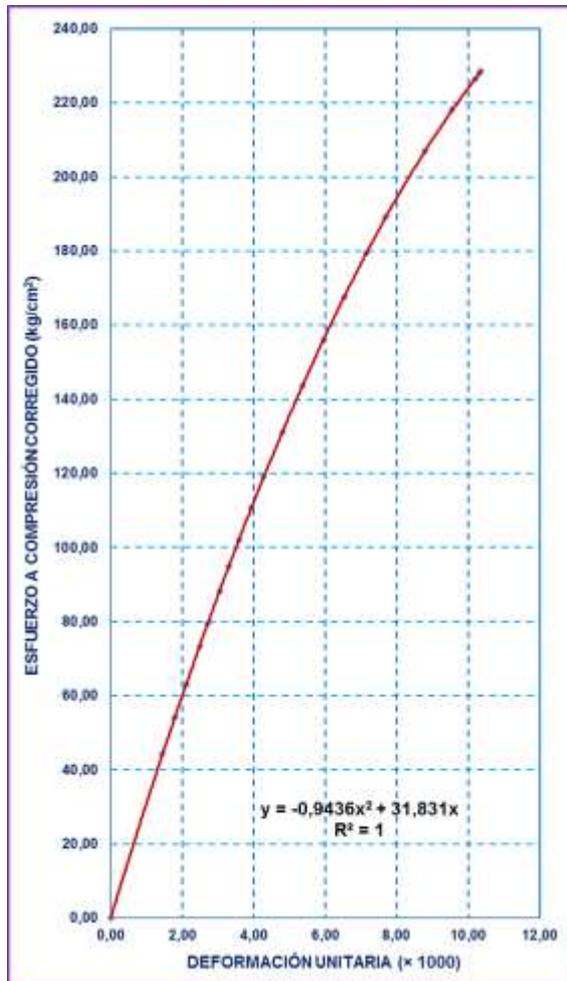


Figura 26 Gráfico esfuerzo –deformación prom. de 15 muestras con relación A/C = 0,6

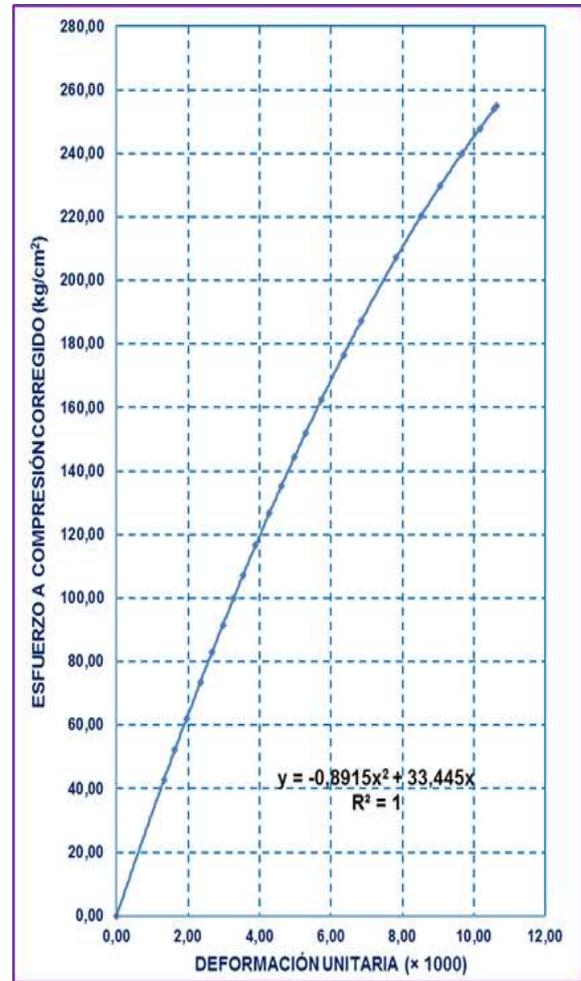


Figura 27. Gráfico esfuerzo –deformación prom. de 15 muestras con relación A/C = 0,5

Tabla 31. Valores característicos promedio del concreto con relación A/C = 0,6

EC. DE ESF. CORREGIDA PROM:	-0,944x ² + 31,83x
DEF. ROT. UNIT. (x1000) PROM.:	10,53
ESF. ROT PROM. (kg/cm ²):	228,50

Tabla 32. Valores característicos promedio del concreto con relación A/C = 0,5

EC. DE ESF. CORREGIDA PROM.:	-0,892x ² + 33,45x
DEF. ROT. UNIT. (x1000) PROM.:	10,88
ESF. ROT PROM.(kg/cm ²):	254,87

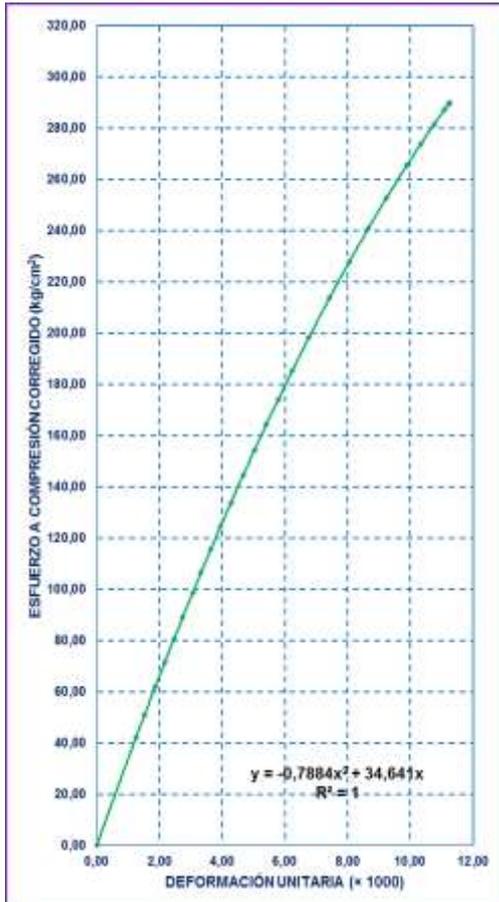


Tabla 33. Valores característicos promedio del concreto con relación A/C=0,4.

EC. DE ESF. CORREGIDA:	-0,788x ² + 34,64x
DEF. ROT. UNIT. (x1000) PROM.:	11,47
ESF. ROT PROM.kg/cm ²):	290,02

Figura 28. Gráfico esfuerzo – deformación prom. de 15 muestras con relación A/C = 0,4

- De los resultados que se muestran en las Tablas 27 y 31: El promedio de la resistencia a compresión de 15 muestras con relación A/C = 0,6; se incrementó con respecto a la muestra base o patrón con relación A/C= 0,7 en un 6,69%; de la Tabla 32, el promedio de las 15 muestras con relación A/C= 0,5 existe un incremento en la resistencia a compresión axial con respecto a la relación A/C= 0,6 de 11,54%; de la Tabla 33 en el promedio de las 15 muestras con relación A/C= 0,4 existe un incremento en la resistencia a compresión axial con respecto a la relación A/C= 0,5 de 13,79%.
- Al comparar los resultados obtenidos en cuanto a porcentajes de incremento de la resistencia en las diferentes relaciones A/C, existe similitud con los resultados encontrados en las investigaciones: Efecto de la variación agua/cemento en el concreto

(Guevara *et al.*, 2012); ¿Qué es la relación agua cemento y cómo influye en la resistencia, durabilidad y trabajabilidad del hormigón? (Díaz, 2012).

5.5.3.5. Prueba de ajuste a una distribución normal:

Tabla 34. Valores probabilísticos de la resistencia a compresión de testigos elaborados con material de cerro El Gavilán y diferentes relaciones A/C

Testigos de concreto con material de cerro		Valor probabilístico "P"				Estadístico de contraste
		Chi-Cuadrado	Shapiro-Wilk	Sesgo	Curtosis	
Relación A/C =	0,7	0,221311	0,609075	0,697500	-	0,956833
Relación A/C =	0,6	0,617389	0,493726	0,871707	-	0,949277
Relación A/C =	0,5	0,221311	0,117455	0,757805	-	0,905769
Relación A/C =	0,4	0,911733	0,540192	0,879193	-	0,952419

Fuente: Fuente: Elaborado con Statgraphics (2015).

W = Coeficiente estadístico de contraste.

- En la tabla 34 se muestra que los valores estadísticos de W se encuentran cercanos a la unidad por lo que los resultados cumplen con una distribución normal con 95% de confianza y son estadísticamente representativos.

5.5.3.6. Variable aleatoria "Z" de muestras elaboradas con agregados de cerro El Gavilán

En las siguientes tablas se muestra los valores correspondientes a "Z" para los testigos de concreto elaborados con agregados de cerro el Gavilán, ya establecidos con sus respectivos gráficos de rango de aceptación e histogramas de frecuencias.

Tabla 35. Valores de "Z" de resistencias a compresión, de testigos con relación A/C= 0,6, y materiales de cerro El Gavilán.

Muestra	Z	Esf. Rot (kg/cm ²)
T-16-C	-0,19	-0,85
T-17-C	0,71	-1,06
T-18-C	-1,07	-1,48
T-19-C	-0,52	1,63
T-20-C	1,57	-0,72
T-21-C	0,87	-1,19
T-22-C	-0,73	0,50
T-23-C	1,13	0,15
T-24-C	0,40	0,21
T-25-C	-1,14	-0,26
T-26-C	-1,21	1,16
T-27-C	-0,52	0,64
T-28-C	1,55	0,77
T-29-C	-1,15	-0,86
T-30-C	0,31	1,37

Tabla 36. Valores de "Z" de resistencias a compresión, de testigos con relación A/C= 0,5, y materiales de cerro El Gavilán.

Muestra	Z	Esf. Rot (kg/cm ²)
Γ-31-C	-0,10	-0,83
Γ-32-C	0,31	-0,85
Γ-33-C	-0,51	-0,92
Γ-34-C	-0,91	0,90
Γ-35-C	0,52	1,36
Γ-36-C	-1,48	1,15
Γ-37-C	-0,35	0,05
Γ-38-C	0,05	1,48
Γ-39-C	0,11	-1,44
Γ-40-C	1,85	-0,70
Γ-41-C	1,84	-0,62
Γ-42-C	-0,44	-0,11
Γ-43-C	0,36	0,44
Γ-44-C	-1,69	-1,05
Γ-45-C	0,44	1,15

Tabla 37. Valores de "Z" de resistencias a compresión, de testigos con relación A/C= 0,4, y materiales de cerro El Gavilán.

Muestra	Z	Esf. Rot (kg/cm ²)
T-46-C	0,15	0,65
T-47-C	1,81	-1,44
T-48-C	-1,26	-0,59
T-49-C	0,14	-1,33
T-50-C	-1,34	0,57
T-51-C	-1,18	-0,30
T-52-C	-1,00	0,24
T-53-C	1,20	0,10
T-54-C	-0,55	0,98
T-55-C	0,26	1,31
T-56-C	0,07	1,54
T-57-C	-0,84	-0,40
T-58-C	1,23	0,93
T-59-C	0,57	-0,72
T-60-C	0,74	-1,52

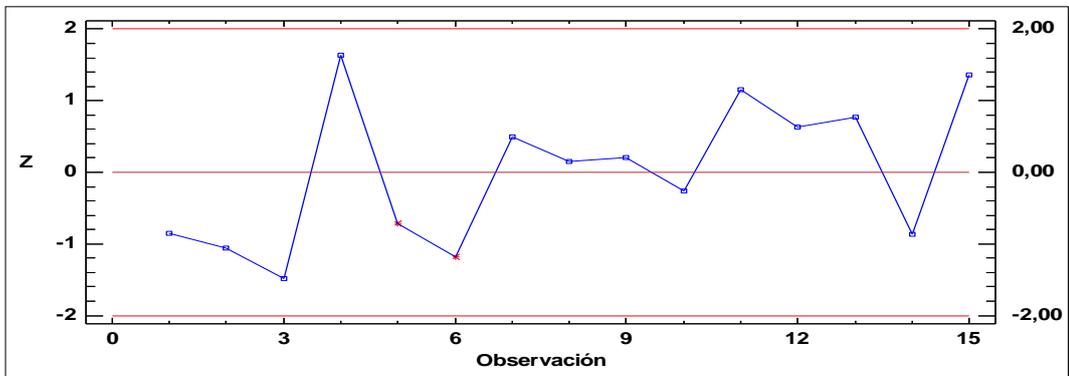


Figura 29. Diagrama de dispersión de los valores "Z", de concreto, con relación A/C = 0,6 y material de cerro. Fuente: Elaborado con el Statgraphics (2015).

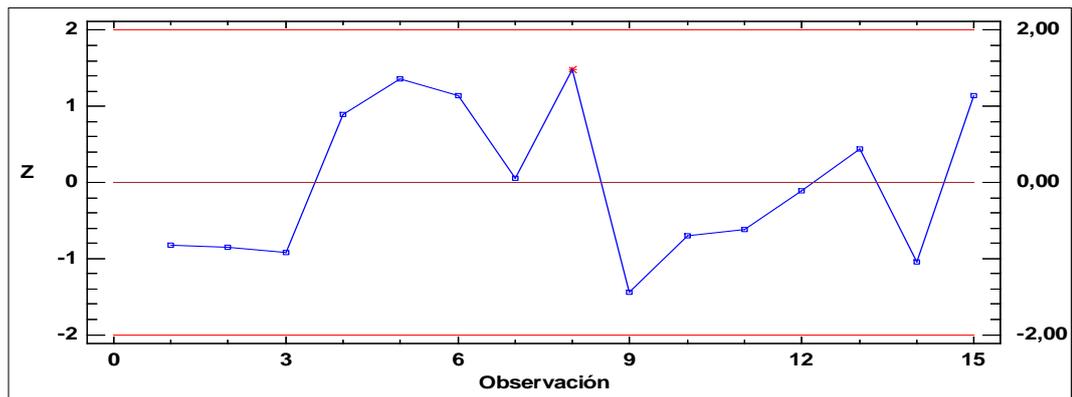


Figura 30. Diagrama de dispersión de los valores "Z" de concreto, con relación A/C = 0,5 y material de cerro El Gavilán. Fuente: Elaborado con Statgraphics (2015).

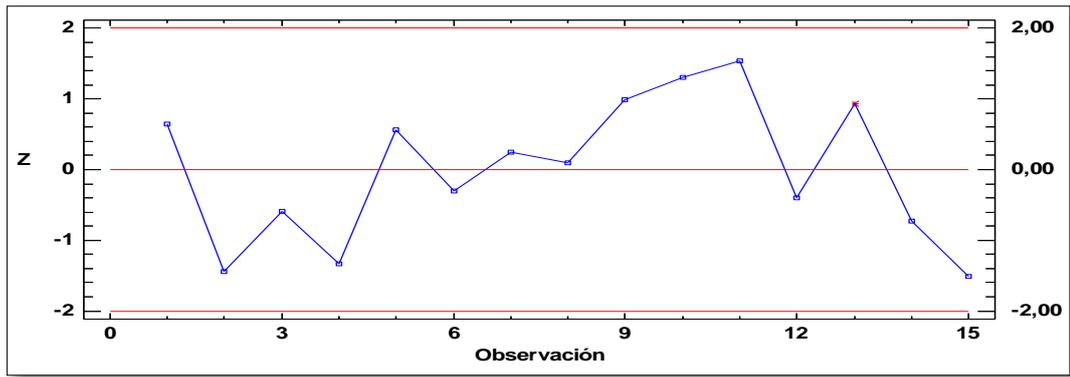


Figura 31. Diagrama de dispersión de los valores “Z” para testigos elaborados con agregado de cerro con relación A/C = 0,4.

Fuente: Elaborado con el Statgraphics (2015).

Las Tablas 35, 36 y 37 muestran los valores “Z” y figuras 29, 30 y 31 ilustran los diagramas de dispersión, los valores se encuentran en el rango de 2 a -2; por lo que todos los datos aceptados estadísticamente.

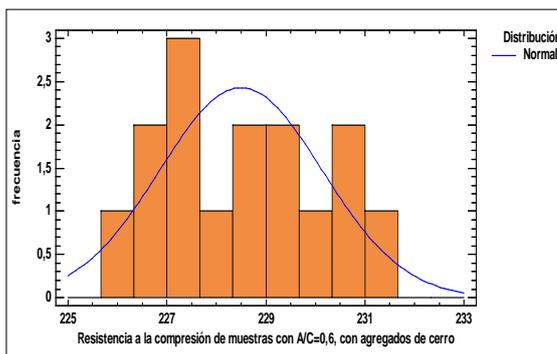


Figura 32. Histograma de frecuencias para la resistencia a la compresión de testigos con relación A/C=0,6 y materiales del cerro El Gavilán
Fuente: Elaborado con Statgraphics (2015).

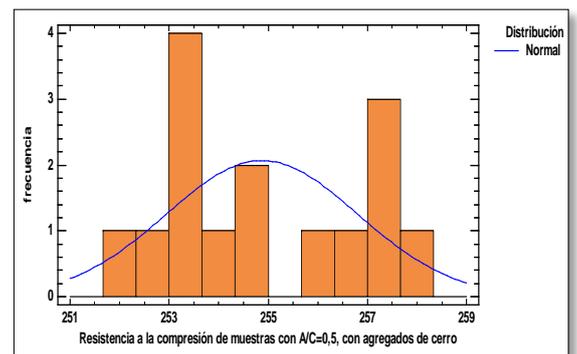


Figura 33. Histograma de frecuencias para la resistencia a la compresión de testigos con relación A/C=0,5 y materiales de cerro El Gavilán.
Fuente: Elaborado con Statgraphics (2015).

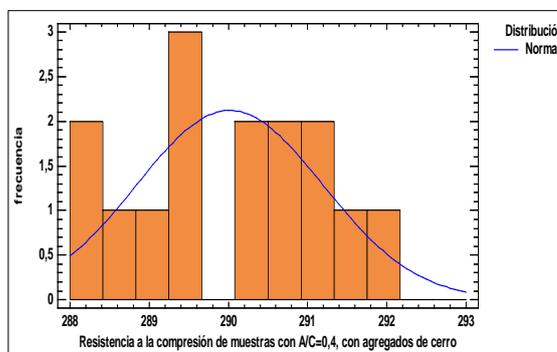


Figura 34. Histograma de frecuencias para la resistencia a la compresión de testigos con relación A/C=0,4 y materiales de cerro El Gavilán.
Fuente: Elaborado con Statgraphics (2015).

Los histogramas de las Figuras 32, 33 34 indican que los datos de resistencia a compresion se ajusta a una distribución normal por lo que los resultados son estadísticamente representativos.

5.5.3.7. Estadística descriptiva:

Tabla 38. Parámetros estadísticos de la resistencia a compresión de muestras elaboradas con agregados de cerro El Gavilán con diferentes relaciones A/C

Parámetros Estadísticos	Testigos de concreto con diferentes relaciones A/C			
	A/C=0,7	A/C=0,6	A/C=0,5	A/C=0,4
Datos	15	15	15	15
Media	214,261	228,496	254,874	290,07
Desviación Estándar	4,493	1,643	1,93053	1,17618
Coefficiente de Variación Porcentual	2,0979%	1,7192%	0,7575%	0,4056%
Mínimo	206,592	226,056	252,097	288,232
Máximo	222,503	231,179	257,737	291,824
Error de Estimación	2,488	0,42432	0,49846	0,30369
Intervalo de Confianza	211,693	227,586	253,804	289,366
(Media \pm Error de Estimación)	216,670	229,406	255,943	290,669

Fuente: Elaborado con Statgraphics (2015).

- De los resultados de la Tabla 38 se observa que la media o promedio de los datos, comparados con la resistencia promedio de la muestra patrón de 214, 261 kg/cm² varía en 6,64% en la relación A/C=0,6, en 18.95% para la relación A/C=0,5 en 35,38%.
- Además es importante resaltar que el coeficiente variación se encuentra dentro de los rangos aceptables para ser estadísticamente representativo.

5.5.3.8. Resistencia compresión de las muestras de concreto elaboradas con agregados de cerro con diferentes relaciones agua cemento (0,7;0,6; 0,5; y 0,4)

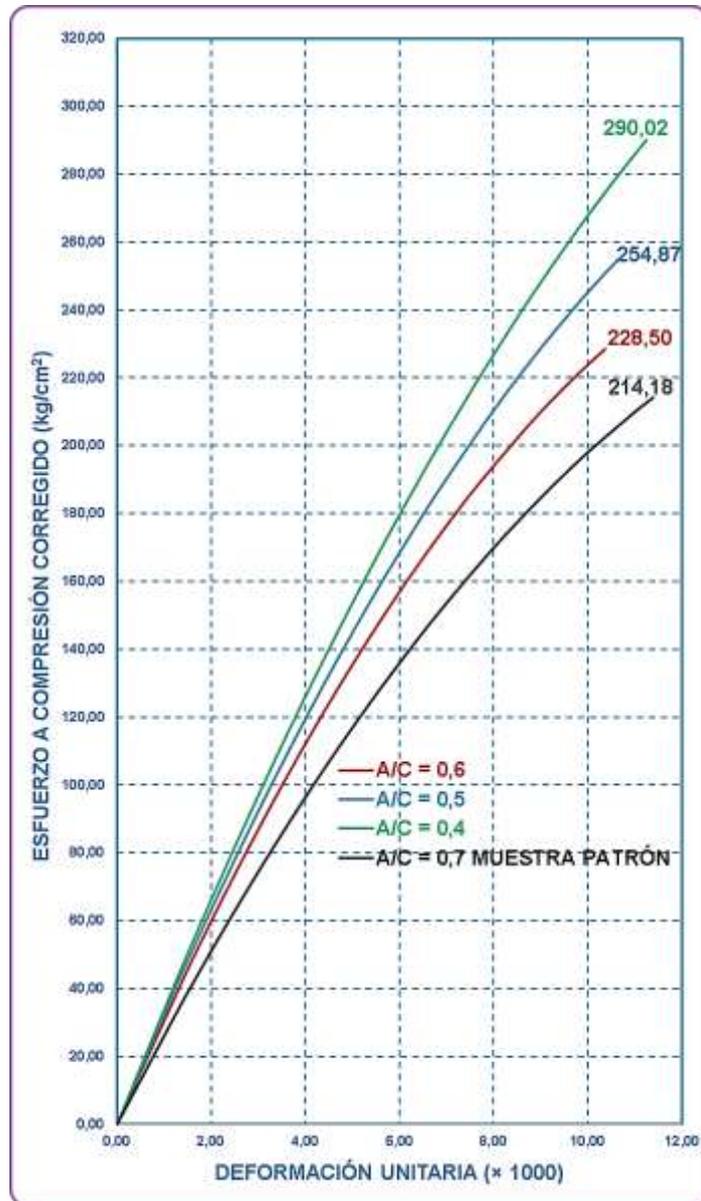


Figura 35. Curvas esfuerzo-deformación promedio máx. de muestras fabricadas con agregado de cerro y diferentes relaciones A/C

1.5.1.1. Comparativo de la resistencia a compresión de las muestras elaboradas con agregados del cerro El Gavilán con diferentes relaciones agua cemento (0,7; 0,6; 0,5 y 0,4)

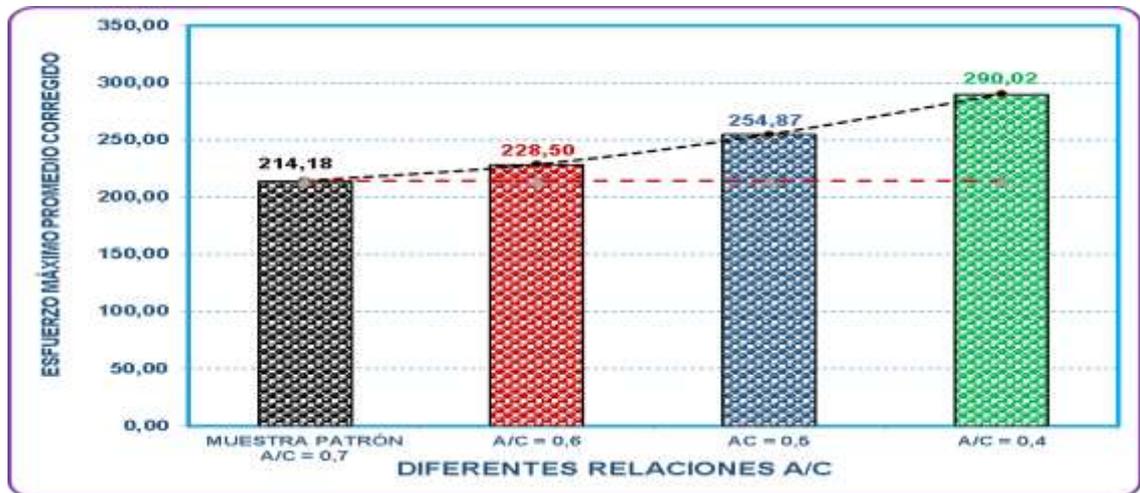


Figura 36. Comparativo de la resistencia a compresión de las muestras elaboradas con agregados de cerro El Gavilán con diferentes relaciones A/C

- En las Figuras 35, 36, se muestra la tendencia ascendente de la resistencia a la compresión en los testigos con diferentes relaciones A/C. Se consideró como muestra patrón la relación A/C de 0.7 y se disminuye en 0,1 dicha relación, observándose que la resistencia a compresión de los testigos aumenta para cada disminución de la relación A/C. Los resultados son concordantes con los estudios de los investigadores antes mencionados y la tesis titulada: Las curvas de correlación entre la relación agua/cemento y la resistencia a compresión axial del mortero con materiales de las canteras El Gavilán y Bazán (Riojas, 2018).

1.5.1.2. Comparativo de la resistencia a compresión de muestras elaboradas con agregados de río y cerro con diferentes relaciones agua cemento (0,7;0,6; 0,5; y 0,4)

Las tablas de especímenes de concreto elaborados con material de río (15, 19, 20, 21, 26) y figuras (9, 12, 13, 14, 21, 22), así como de las tablas de especímenes de concreto elaborados con material de cerro (27, 31, 32, 33, 38) y figuras (23, 26, 27, 28, 35, 36)

muestran la evolución de la resistencia a compresión del concreto para las diferentes relaciones A/C, con los dos tipos de agregados, las que se resumen en la tabla 39.

Tabla 39. Resistencia a compresión del concreto en las diferentes relaciones A/C de muestras elaboradas con agregados del río Chonta y del cerro El Gavilán.

ESFUERZO MÁXIMO CORREGIDO (Kg/Cm ²)				
MUESTRAS/TIPO	MUESTRA PATRÓN A/C = 0,7	RELACIÓN A/C = 0,6	RELACIÓN AC = 0,5	RELACIÓN A/C = 0,4
MUESTRAS ELABORADAS CON AGREGADOS DE RÍO	233,52	255,73	350,83	430,62
MUESTRAS ELABORADAS CON AGREGADOS DE CERRO	214,18	228,50	254,87	290,02
DIFERENCIA DE ESFUERZO	19,34	27,23	95,96	140,60

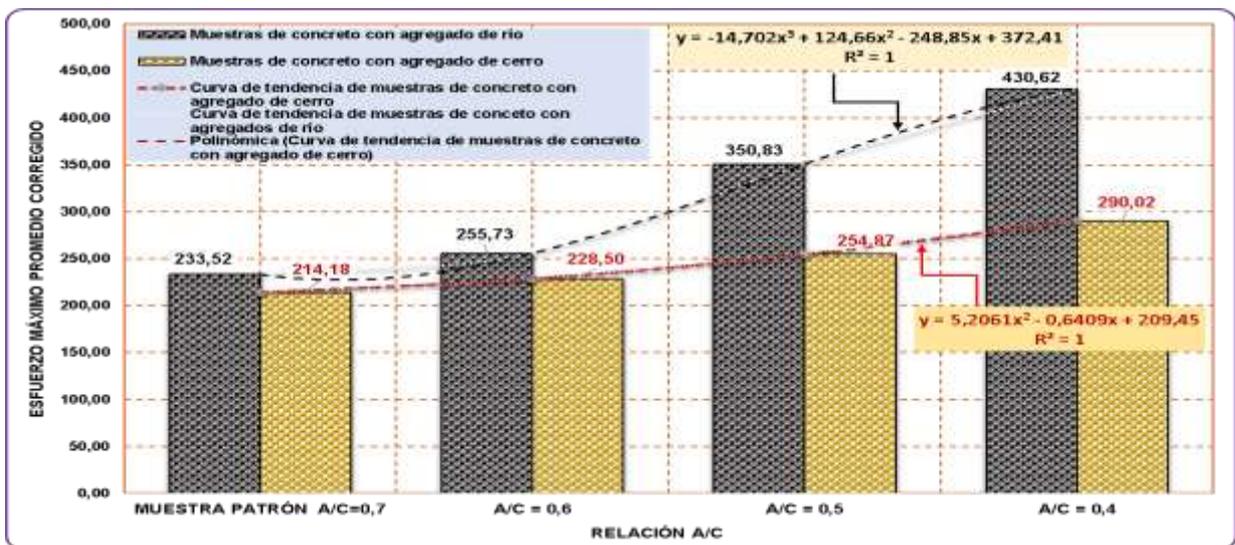


Figura 37. Comparativo de la resistencia a compresión de las muestras elaboradas con agregados de río y cerro en las diferentes relaciones agua cemento (0,7; 0,6; 0,5 y 0,4)

- Las Tablas 38, 39 y Figuras 36, 37 reflejan la gran diferencia existente de la resistencia a la compresión de muestras de concreto elaborados con agregados de río y cerro en las diferentes relaciones A/C, siendo la resistencia a compresión de las muestras de cerro menor en: 9,0%, para la relación A/C de 0,7; 11,9%, para la relación A/C 0,6; 37,7%, para la relación A/C 0,5 y 48,5% para la relación A/C 0,4, que conllevó a poder sustentar que los concretos elaborados con agregados de cerro son de menor resistencia que las proyectas por las normas ACI, que volumétricamente las mezclas pre establecidas para las diferentes resistencias de concreto no se cumplen para concretos elaborados con agregados de cerro.

- En la figura 37 se observa que la resistencia a compresión del concreto para las relaciones A/C (0,7; 0,6; 0,5 y 0,40) usando agregados de la cantera de río Chonta, tiene un comportamiento ascendente, ajustándose a una curva polinómica de tercer orden $Y = -14,702 X^3 + 124,66 X^2 - 248,85 X + 372,41$ y la resistencia a compresión del concreto usando agregados de la cantera del cerro El Gavilán, concuerda con un comportamiento ascendente en menor escala, ajustándose a una curva polinómica de segundo orden $Y = 5,2061 X^2 - 0,6409 X + 209,45$. Demostrando matemáticamente que la función cubica que representa a la resistencia del concreto elaborado con materiales de la cantera de río para el mismo intervalo de estudio A/C (0,7; 0,6; 0,5 y 0,40), es mayor que en la función cuadrática que representa la resistencia del concreto elaborado con materiales de cerro.

5.6. Cantidad de agua necesaria para la elaboración de muestras de concreto en las diferentes relaciones A/C, con agregados de río y cerro.

Tabla 40. Agua requerida del concreto en las diferentes relaciones A/C de muestras elaboradas con agregados del río Chonta y del cerro El Gavilán.

VARIACIÓN AGUA, CEMENTO EN LOS DISEÑOS DE MEZCLAS EN LAS DIFERENTES REACIONES A/C								
MUESTRAS/TIPO	MUESTRA PATRÓN A/C = 0,7		RELACIÓN A/C = 0,6		RELACIÓN A/C = 0,5		RELACIÓN A/C = 0,4	
	CEM.(BOL)	AGUA (L)	CEM.(BOL)	AGUA (L)	CEM.(BOL)	AGUA (L)	CEM.(BOL)	AGUA (L)
MUESTRAS ELABORADAS CON AGREGADOS DE RÍO	6,22	27,30	8,04	21,70	9,65	18,40	12,06	15,20
MUESTRAS ELABORADAS CON AGREGADOS DE CERRO	6,22	29,40	8,04	25,3	9,65	21,20	12,06	17,00
DIFERENCIA	0,00	2,10	0,00	3,60	0,00	2,80	0,00	1,80

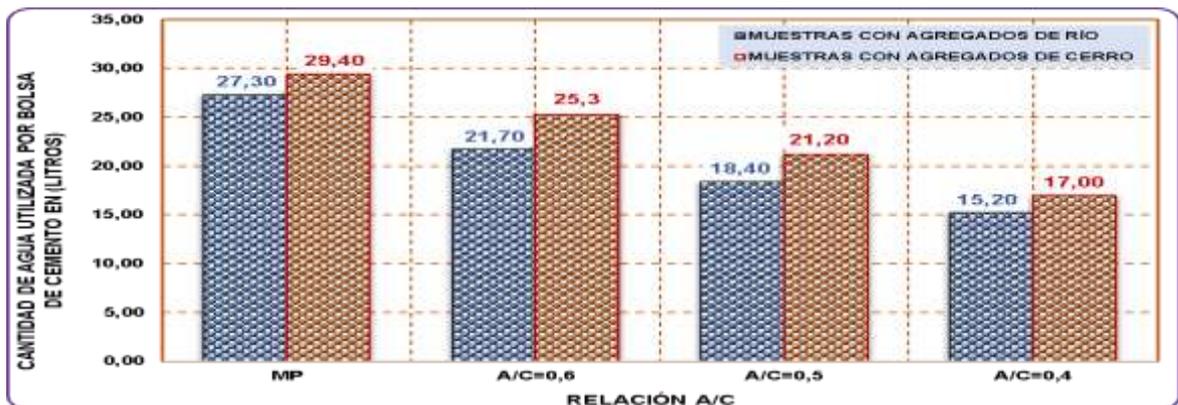


Figura 38. Comparativo de la cantidad de agua requerida en la elaboración del concreto con agregados de río y cerro para las diferentes relaciones A/C

- La Tabla 40 y Figura 38, muestran la necesidad de mayor cantidad de agua en la elaboración de muestras con agregados de cerro en diferentes relaciones A/C.

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES

- La resistencia a la compresión del concreto diseñado para $f'c=210$ kg/cm² varía en más del 9%, al disminuir la relación agua/cemento en 0,1 entre los concretos elaborados con materiales del río Chonta y cerro El Gavilán. Lo que valida la hipótesis planteada.
- La variación de la resistencia a compresión del concreto para las relaciones A/C (0,7; 0,6; 0,5 y 0,40) usando agregados de cantera del río Chonta, es de 9,51%; 37,19 y 22,74%.
- La variación de la resistencia a compresión del concreto para las relaciones A/C (0,7; 0,6; 0,5 y 0,40) usando agregados de cantera del cerro El Gavilán, es de 6,69%; 11,54 y 13,79%.
- La resistencia a compresión del concreto con relaciones A/C (0,7; 0,6; 0,5 y 0,40) tanto de la cantera del río Chonta como la del cerro El Gavilán varía en: 9,0%; 11,9%; 37,7% y 48,5%.
- La resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm² para diferentes relaciones A/C, elaborados con agregados del río Chonta y del cerro El Gavilán, tienen un comportamiento inversamente proporcional con la relación A/C. Es decir, a menor relación A/C mayor resistencia.
- Con los resultados obtenidos, el concreto elaborado con materiales de río por su excelente comportamiento a compresión, debe ser utilizados en elementos estructurales tales como vigas, columnas, placas, pórticos, mientras que el concreto elaborado con agregados de cerro pueden ser utilizados en elementos no estructurales como concretos ciclópeos, pisos, Albañilería.
- Las ecuaciones de ajuste encontradas tanto para concretos elaborados con materiales del río Chonta y del cerro El Gavilán permiten proyectar la resistencia compresión del concreto para otras relaciones A/C.

CAPÍTULO VII RECOMENDACIONES

- Se recomienda que en futuras investigaciones se efectúe la evaluación y análisis de la resistencia a flexión del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, durabilidad, para diferentes relaciones A/C, con agregados de río y cerro. Cuyos resultados del comportamiento servirán de base para toma de decisiones de la utilización de dichos materiales en elementos estructurales como vigas.
- Así mismo, se investigue con los resultados obtenidos de los estudios complementarios de flexión y durabilidad del concreto en las diferentes relaciones A/C, con agregados de río y cerro un análisis económico comparativo, a fin de decidir correctamente al momento de ejecutar proyectos de ingeniería el tipo de material más conveniente a utilizar.
- Se recomienda que en las construcciones a ejecutar se utilice agua adecuada para la mezcla de concreto, mediante un chequeo rápido con el ensayo de revenimiento, de asentamiento o slump test, pues se ha comprobado que el exceso de agua en la mezcla disminuye la resistencia al concreto.

CAPITULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrams, D. (2016) *Design of concrete mixtures*. Structural Materials Research Laboratory-Chicago.
- ASTM-C-150-07 (1994) ‘Especificacion Normalizada para Cemento Portland’, *Amerkican Society for Testing and Materials EUA*, pp. 1–150.
- ASTM-C-150-07 (2007) *Especificación Normalizada para Cemento Portland*.
- ASTM-C-192/C-192M-02 (2002) ‘Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory’, 4, p. 8.
- ASTM-C-39/C39M–03 (2005) ‘Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens’, 4, p. 7.
- ASTM-C-469-02 (1994) ‘Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson ’ s Ratio of Concrete’, 4, p. 6.
- ASTM-C-595/C595M-18 (2018) ‘Especificación estándar para cementos hidráulicos mezclados’, *Amerkican Society for Testing and Materials EUA*, p. 8.
- Bustamante, I. (2017) *Estudio de la correlación entre la relación agua / cemento y la permeabilidad al agua de concretos usuales en Perú. (Tesis de Pregrado)*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Cementos-Inka (2017) ‘Producción de cemento en el mundo’, p. 2.
- Cementos-Pacasmayo-S.A.A. (2017) *Hoja tecnica: Cemento Portland tipo I*.
- Diaz, F. (2012) ‘¿Que es la relación agua cemento y como influye en la resistencia, durabilidad y trabajabilidad del hormigón?’, *Estructuras de hormigón armado - Buenos Aires. Argentina*.
- Dorronsor, B. et al (2010) *HydroSols* . Segunda vE. España
- Fernandez, J., Vilanova, A. and Agranati, G. (2011) ‘Estudio Sobre La Resistencia Y Las Propiedades Mecánicas’, *V Congreso de la Asociación Española de Ingeniería Estructural*, pp. 1–10.
- Ferrex (2010) ‘Agregados’, *Materiales para la construcción. México*, p. 24.
- Griman, J. (2012) ‘Hormigon Armado’, *El Hormigón Civil - México*, p. 6.
- Guevara, G. et al. (2012) ‘Efecto de la variación agua/cemento en el concreto’, *Tecnología en Marcha. Costa Rica*, 25(2), pp. 80–86.
- Harmsen, T. (2002) *Diseño de Estructuras de Concreto Armado*. Tercera vE, *Pontificia Iniversidad Catolica del Perú*. Tercera vE. Lima. Perú.
- Martínez, B. (2017) ‘Consideraciones sobre la Relación Agua/Cemento en la Instrucción EHE’, *Revista Hormigón Preparado, España*, 2, pp. 2–5.
- Martinez, R. (2010) ‘¿Por qué se deteriora una estructura de hormigón?’, *Revista Interempresas Construcción - España*, p. 7.
- Ministerio de Salud (2011) ‘Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA’, p. 46.

Miriam, V. *et al.* (2009) 'Definición empírica de la relación agua / cemento efectiva en morteros con árido reciclado en función de la absorción', *II Congreso Internacional y IV Congreso Nacional sobre la Construcción Sostenible y la Soluciones eficientes. Curuña. España*, pp. 517–528.

NTP-334-09 (2014) 'CEMENTOS. Cementos portland. Requisitos', *NORMA TECNICA PERUANA*, pp. 1–5.

NTP-334.090 (2013) 'CEMENTOS. Cementos Portland adicionados. Requisitos'.

NTP-339-047 (2016) 'HORMIGON (Concreto)', *Norma Tecnica Peruana*, p. 17.

NTP-339.088 (2016) 'Hormigón (Concreto). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto Portland. Requisitos', p. 18.

NTP-400.011 (2009) 'AGREGADOS . Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos)', *Norma Tecnica Peruana*, p. 16.

NTP-400.037 (2002) 'AGREGADOS. Especificaciones normalizadas', *NORMA TECNICA PERUANA*, p. 18.

Orozco, Avila, Restrepo, P. (2018) 'Factores influyentes en la calidad del concreto', *Revista ingeniería de construccion*, 33(2), p. 21.

Puchuri, A. (2010) *Actualización de la correlación entre la relación agua-cemento y la resistencia a la compresión del concreto usando cemento andino tipo I (Tesis de Pregrado)*. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima. Perú.

Ramírez, M. (2018) 'Relacion óptima agua/cemento', *Revista de Arquitectura 21*.

Riojas, J. (2018) *Curvas de correlación entre la relación agua/cemento y la resistencia a compresión axial del mortero para las canteras El Gavilán y Bazán. (Tesis de Pregrado)*. Universidad Privada del Norte. Cajamarca. Perú.

Rivva, E. (1992) *Diseño de Mezclas*. Primera. Lima, Peru: Hozlo S.C.R.L.

Rivva, E. (2000) *Naturaleza y Materiales del Concreto*. Edited by Capitulo Peruano ACI. Lima, Peru.

Rivva, E. (2016) *Materiales del Concreto*. Edited by ICG. Lima. Perú.

Rizo, M. G. and Cabrera, J. L. Á. (2002) 'Influencia de la relación agua/cemento en la elaboración del mortero normalizado de los cementos con puzolana', *Materiales de Construcción. Cuba*, 52(265), pp. 77–83.

Sencico 2020 NORMA E.060 CONCRETO ARMADO, Primera edición digital

ACI 318-19 Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario

CAPITULO IX APÉNDICES

8.1. Características físicas y mecánicas de los agregados de río

Tabla 41. Contenido de humedad del agregado fino.

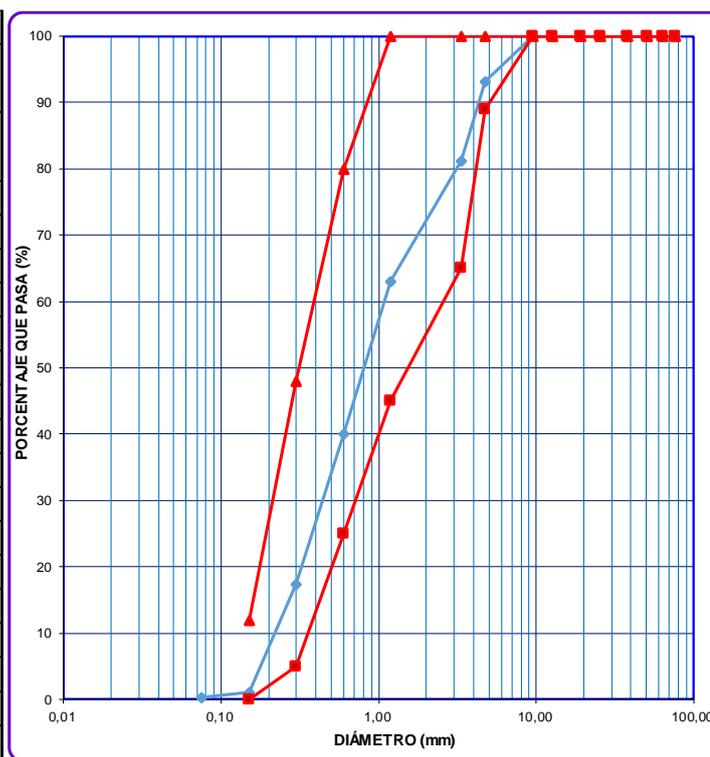
Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del Recipiente	g	104,00	105,00	122,00	
Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1601,00	1658,00	1875,00	
Peso del Recipiente + muestra seca	g	1522,00	1578,00	1785,00	
Contenido de humedad	W %	5,57	5,43	5,41	5,47

Tabla 42. Contenido de humedad del agregado grueso.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del Recipiente	gr.	155,00	123,00	138,00	
Peso del Recipiente + muestra húmeda	gr.	1548,00	1649,00	1542,00	
Peso del Recipiente + muestra seca	gr.	1541,00	1642,00	1536,00	
Contenido de humedad	W %	0,51	0,46	0,43	0,47

Tabla 43. Ensayo granulométrico por tamizado del agregado fino de río, primera muestra

Peso Seco Inicial =		1500,00			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		5,00			
N°	Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2 ½"	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 ½"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
¾"	19,05	0,00	0,00	0,00	100,00
½"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,53	0,00	0,00	0,00	100,00
N°4	4,75	103,00	6,87	6,87	93,13
N°8	3,36	178,00	11,87	18,73	81,27
N 16	1,18	273,00	18,20	36,93	63,07
N 30	0,60	346,00	23,07	60,00	40,00
N 50	0,30	340,00	22,67	82,67	17,33
N 100	0,15	243,00	16,20	98,87	1,13
N 200	0,075	12,00	0,80	99,67	0,33
Cazoleta	--	5	0,33	100,00	0,00
TOTAL		1500,00			
MÓDULO DE FINURA =		3,041			



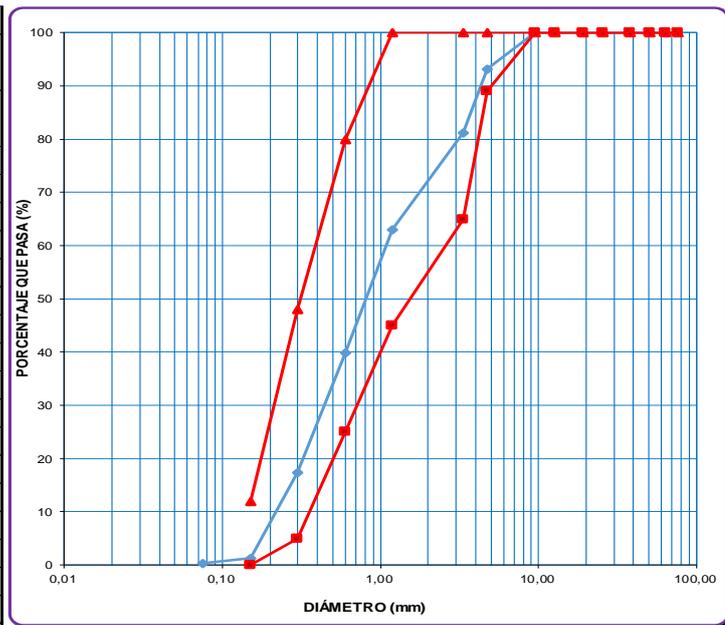
D60 =	1,02	D30 =	0,45	D10 =	0,22
Cu =		4,64	Cc =		0,90

Observaciones: La curva granulométrica del agregado fino cumple con el huso granulométrico "M" de la norma N.T.P. 400.037 y tiene un módulo de finura de **3,041**

Figura 39. Curva de distribución granulométrica del agregado fino de río, primera muestra.

Tabla 44. Ensayo granulométrico por tamizado del agregado fino de río, segunda muestra

Peso Seco Inicial =		1500,00			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		4,00			
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2 ½"	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 ½"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
¾"	19,05	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,53	0,00	0,00	0,00	100,00
N°4	4,75	102,00	6,80	6,80	93,20
N°8	3,36	179,00	11,93	18,73	81,27
N 16	1,18	273,00	18,20	36,93	63,07
N 30	0,60	348,00	23,20	60,13	39,87
N 50	0,30	336,00	22,40	82,53	17,47
N 100	0,15	243,00	16,20	98,73	1,27
N 200	0,075	15,00	1,00	99,73	0,27
Cazoleta	--	4	0,27	100,00	0,00
TOTAL		1500,00			
MÓDULO DE FINURA =		3,039			



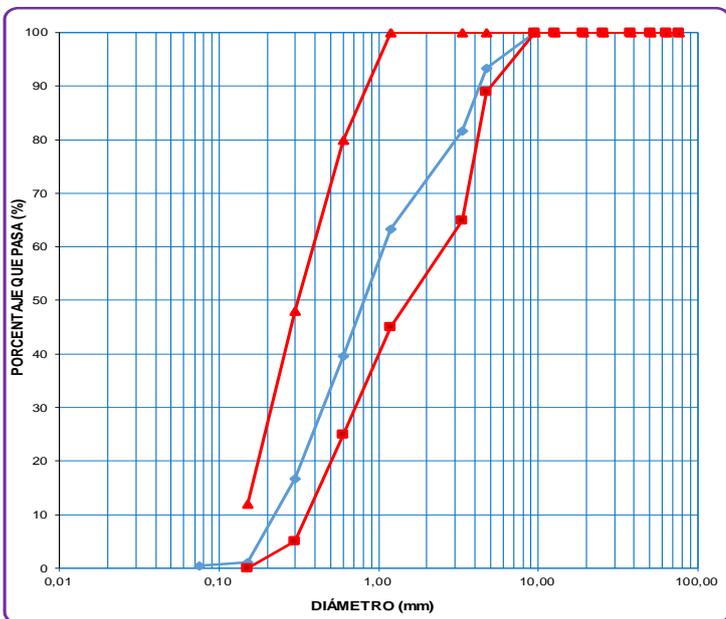
D60 = 1,02	D30 = 0,45	D10 = 0,21
Cu = 4,86		Cc = 0,95

Observaciones: la curva granulométrica del agregado fino cumple con el huso granulométrico "M" de la norma N.T.P. 400.037 y tiene un módulo de finura de **3,039**

Figura 40. Curva de distribución granulométrica del agregado fino de río, segunda muestra.

Tabla 45. Ensayo granulométrico por tamizado del agregado fino de río, tercera muestra

Peso Seco Inicial =		1500,00			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		6,00			
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2 ½"	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 ½"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
¾"	19,05	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,53	0,00	0,00	0,00	100,00
N°4	4,75	100,00	6,67	6,67	93,33
N°8	3,36	174,00	11,60	18,27	81,73
N 16	1,18	275,00	18,33	36,60	63,40
N 30	0,60	357,00	23,80	60,40	39,60
N 50	0,30	342,00	22,80	83,20	16,80
N 100	0,15	235,00	15,67	98,87	1,13
N 200	0,075	11,00	0,73	99,60	0,40
Cazoleta	--	6	0,40	100,00	0,00
TOTAL		1500,00			
MÓDULO DE FINURA =		3,040			



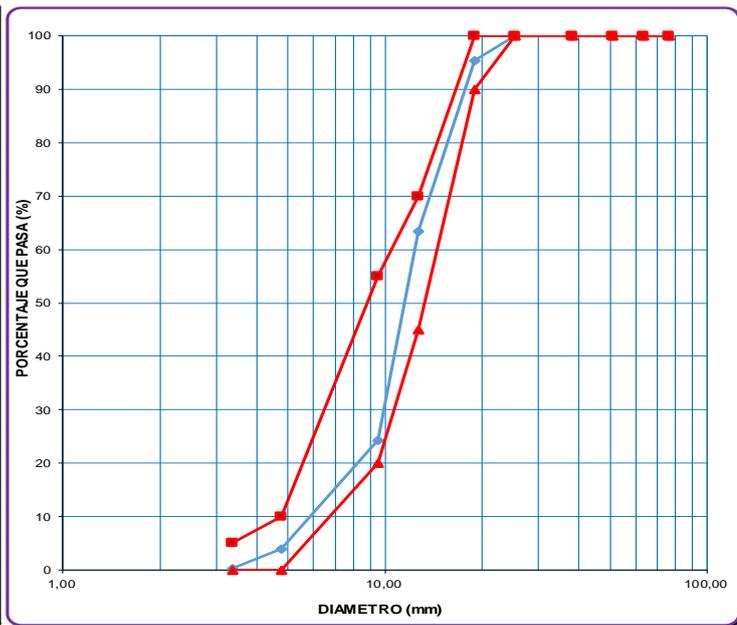
D60 = 1,02	D30 = 0,45	D10 = 0,23
Cu = 4,43		Cc = 0,86

Observaciones: la curva granulométrica del agregado fino cumple con el huso granulométrico "M" de la norma N.T.P. 400.037 y tiene un módulo de finura de **3,040**

Figura 41. Curva de distribución granulométrica del agregado fino de río, tercera muestra.

Tabla 46. Ensayo granulométrico por tamizado del agregado grueso de río, primera muestra

Peso Seco Inicial =		8000,00			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		21,00			
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2 ½"	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 ½"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
¾"	19,05	368,00	4,60	4,60	95,40
½"	12,70	2554,00	31,93	36,53	63,48
3/8"	9,53	3128,00	39,10	75,63	24,38
N°4	4,75	1635,00	20,44	96,06	3,94
N°8	3,36	294,00	3,68	99,74	0,26
N 16	1,18	0,00	0,00	99,74	0,26
N 30	0,60	0,00	0,00	99,74	0,26
N 50	0,30	0,00	0,00	99,74	0,26
N 100	0,15	0,00	0,00	99,74	0,26
N 200	0,075	0,00	0,00	99,74	0,26
Cazoleta	--	21	0,26	100,00	0,00
TOTAL		8000,00			
MÓDULO DE FINURA =		6,750			



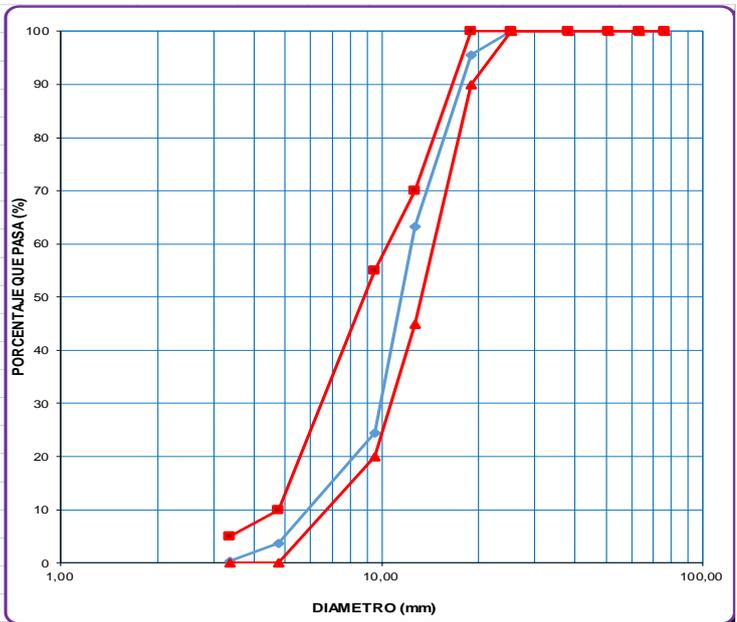
D60 =	12,30	D30 =	9,80	D10 =	5,75
Cu =		2,14	Cc =		1,36

Observaciones: la curva granulométrica del agregado grueso cumple con el huso granulométrico N° 67 de la Norma A.S.T.M. C 33 M -11 y tiene un módulo de finura de 6,750.

Figura 42. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso de río primera muestra.

Tabla 47. Ensayo granulométrico por tamizado del agregado grueso de río, segunda muestra

Peso Seco Inicial =		8000,00			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		23,00			
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2 ½"	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 ½"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
¾"	19,05	355,00	4,44	4,44	95,56
½"	12,70	2575,00	32,19	36,63	63,38
3/8"	9,53	3110,00	38,88	75,50	24,50
N°4	4,75	1663,00	20,79	96,29	3,71
N°8	3,36	274,00	3,43	99,71	0,29
N 16	1,18	0,00	0,00	99,71	0,29
N 30	0,60	0,00	0,00	99,71	0,29
N 50	0,30	0,00	0,00	99,71	0,29
N 100	0,15	0,00	0,00	99,71	0,29
N 200	0,075	0,00	0,00	99,71	0,29
Cazoleta	--	23	0,29	100,00	0,00
TOTAL		8000,00			
MÓDULO DE FINURA =		6,748			

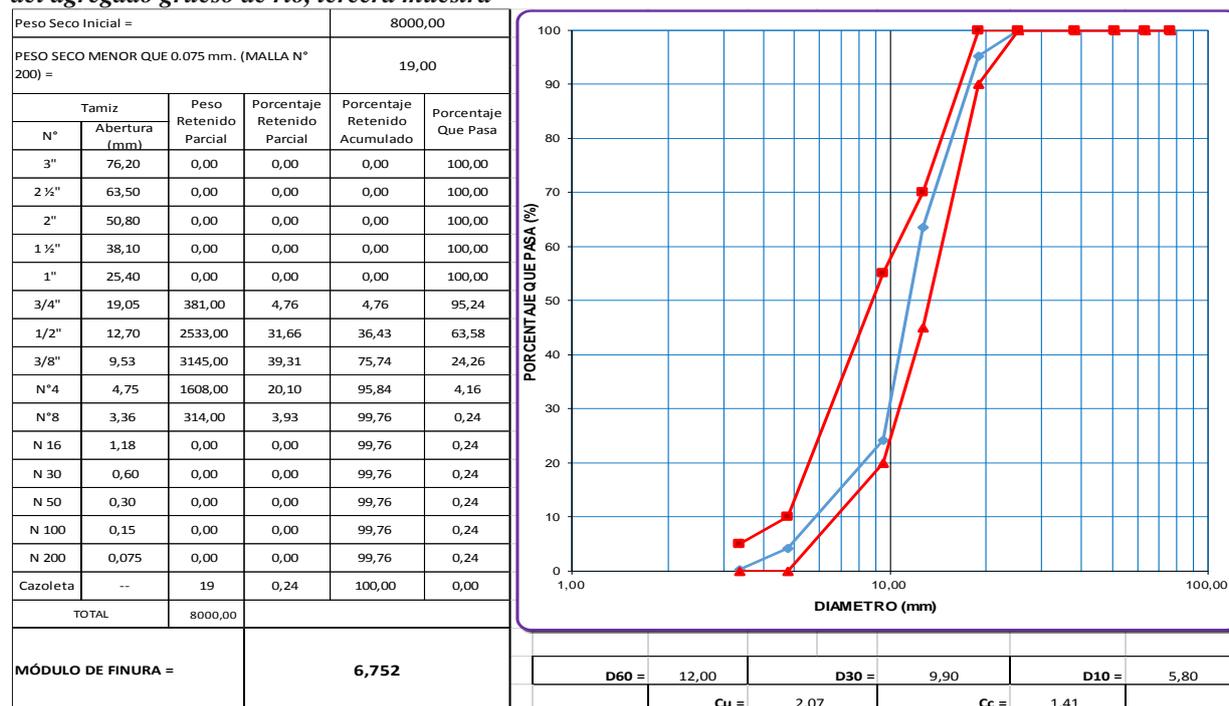


D60 =	12,50	D30 =	10,00	D10 =	5,70
Cu =		2,19	Cc =		1,40

Observaciones: la curva granulométrica del agregado grueso cumple con el huso granulométrico N° 67 de la Norma A.S.T.M. C 33 M -11 y tiene un módulo de finura de 6,748.

Figura 43. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso de río, segunda muestra.

Tabla 48. Ensayo granulométrico por tamizado del agregado grueso de río, tercera muestra



Observaciones: la curva granulométrica del agregado grueso cumple con el huso granulométrico N° 67 de la Norma A.S.T.M. C 33 M -11 y tiene un módulo de finura de 6,752.

Figura 44. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso de río, tercera muestra.

Tabla 49. Módulo de Fineza del agregado fino.

Muestra	Módulo de fineza	Promedio
E-1-AF	3,028	
E-2-AF	3,028	3,03
E-3-AF	3,028	

Tabla 50. Módulo de Fineza del agregado grueso.

Muestra	Módulo de fineza	Promedio
E-1-AG	6,82	
E-2-AG	6,83	6,82
E-3-AG	6,81	

Tabla 51. Peso específico del agua para el agregado fino.

Descripción	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de la fiola en (g) =	151	151	151	
Peso de la fiola en (g) =	649,52	649,52	649,52	
Volumen de la fiola (cm³) =	500,00	500,00	500,00	
Peso específico (g/cm³) =	0,99704	0,99704	0,99704	
P.e en (Kg/m³) =	997,04	997,04	997,04	997,04

Tabla 52. Factor f.

Descripción	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del Molde (g) =	3880,00	3880,00	3880,00	
Peso del Molde +Agua (g) =	6850,00	6850,00	6850,00	
Peso Agua (Kg) =	2,9700	2,9700	2,9700	
f (1/m³) =	335,704	335,704	335,704	335,70

Tabla 53. Peso unitario suelto.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente	g	3880,00	3880,00	3880,00	
Peso de muestra suelta + recipiente	g	8644,00	8677,00	8658,00	
Peso de la muestra suelta	g	4764,00	4797,00	4778,00	
Factor (f)		335,704	335,704	335,704	
Peso Unitario Suelto	g/cm ³	1,599	1,610	1,604	1,605
Peso Unitario Suelto	Kg/m³	1599	1610	1604	1605

Tabla 54. Peso unitario compactado.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente	G	3880,00	3880,00	3880,00	
Peso de muestra Compactada + recipiente	G	9066,00	9060,00	9058,00	
Peso de la muestra suelta	G	5186,00	5180,00	5178,00	
Factor (f)		335,704	335,704	335,704	
Peso Unitario Compactado	g/cm ³	1,741	1,739	1,738	1,739
Peso Unitario Compactado	Kg/m³	1741	1739	1738	1739

Tabla 55. Peso específico.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de fiola	g	151,0	151,0	151,0	
Peso de la fiola + agua hasta menisco	g	649,7	649,7	649,7	
peso de la fiola + agua + muestra	g	962,0	962,5	962,7	
Peso de la muestra superficialmente Seca	g	500,00	500,00	500,00	
Peso de la muestra secada al horno	g	494,00	494,10	494,30	
volumen de agua añadida al frasco (g)	g	311,00	311,50	311,70	
Peso Específico de Masa	g/m³	2,614	2,621	2,625	2,620
Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco	g/m³	2,646	2,653	2,655	2,651
Peso Específico de Aparente	g/m³	2,699	2,706	2,707	2,704

Tabla 56. Peso específico del agua para el agregado grueso.

Descripción	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de la fiola en (g) =	151,1	151,1	151,1	
Peso de la fiola en (g) =	649,3	649,3	649,3	
Volumen de la fiola (cm ³) =	500,00	500,00	500,00	
Peso específico (g/cm ³) =	0,99640	0,99640	0,99640	
P.e en (Kg/m ³) =	996,40	996,40	996,40	996,40

Tabla 57. Factor f.

Descripción	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del Molde (g) =	4200,00	4200,00	4200,00	
Peso del Molde + Agua (g) =	13928,00	13928,00	13928,00	
Peso Agua (Kg) =	9,7280	9,7280	9,7280	
f (1/m ³) =	102,426	102,426	102,426	102,43

Tabla 58. Peso unitario suelto.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente	g	4200,00	4200,000	4200,000	
Peso de muestra suelta + recipiente	g	17444,00	17455,000	17488,000	
Peso de la muestra suelta	g	13244,00	13255,000	13288,000	
Factor (f)		102,426	102,426	102,426	
Peso Unitario Suelto	g/cm ³	1,357	1,358	1,361	1,358
Peso Unitario Suelto	Kg/m³	1357	1358	1361	1358

Tabla 59. Peso unitario compactado.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente	G	4200,00	4200,00	4200,00	
Peso de muestra Compactada + recipiente	G	18511,00	18517,00	18548,00	
Peso de la muestra suelta	G	14311,00	14317,00	14348,00	
Factor (f)		102,426	102,426	102,426	
Peso Unitario Compactado	g/cm ³	1,466	1,466	1,470	1,467
Peso Unitario Compactado	Kg/m³	1466	1466	1470	1467

Tabla 60. Peso específico.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de muestra SSS + canastilla sumergida	g	4091,0	4092,0	4088,0	
Peso de canastilla sumergida	g	2220,0	2220,0	2220,0	
Peso de la muestra superficialmente Seca	g	3000,0	3000,0	3000,0	
Peso de la muestra secada al horno	g	2967,00	2966,00	2968,00	
Peso de la muestra sumergida en el agua	g	1871,00	1872,00	1868,00	
Peso Específico de Masa	g/cm³	2,628	2,629	2,622	2,626
Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco	g/cm³	2,657	2,660	2,650	2,656
Peso Específico de Aparente	g/cm³	2,707	2,711	2,698	2,705

Tabla 61. Absorción del agregado fino.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de la muestra Superficialmente Seca	g	500,00	500,00	500,00	
Peso de la muestra secada al horno	g	494,00	494,10	494,30	
Absorción (%)	%	1,215	1,194	1,153	1,187

Tabla 62. Absorción del agregado grueso.

Descripción	Und.	Símbolo	Fórmula	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de la muestra Superficialmente Seca	G	(A)		3000,00	3000,00	3000,00	
Peso de la muestra secada al horno	G	(B)		2967,00	2966,00	2968,00	
Absorción (%)	%	(C)	(A-B)/B*100	1,112	1,146	1,078	1,112

Tabla 63. Porcentaje de material más fino del agregado fino.

Descripción	Und.	Símbolo	Fórmula	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de Muestra Original	gr.	(A)		500,00	500,00	500,00	
Peso de la muestra Lavada	gr.	(B)		485,00	484,60	485,20	
Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200	gr.	(C)	(A - B)	15,00	15,40	14,80	
% de Material que Pasa el Tamiz N° 200	%		(A/C) *100	3,00%	3,08%	2,96%	3,01%

Tabla 64. Porcentaje de material más fino del agregado grueso.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de Muestra Original	gr.	3000,00	3000,00	3000,00	
Peso de la muestra Lavada	gr.	2984,00	2984,30	2985,00	
Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200	gr.	16,00	15,70	15,00	
% de Material que Pasa el Tamiz N° 200	%	0,53%	0,52%	0,50%	0,52%

Tabla 65. Abrasión del agregado grueso.

Gradación	Equipo Mecánico	N° de Esferas	Velocidad (rev./mim)	N° de Revoluciones	Tamaño Máx. Nominal	Peso de la Muestra en (gr.)
B	Máquina de los Ángeles	11	30 - 33	500,00	3/4"	5000,00
N° DE ENSAYOS				1°	2°	3°
Peso Inicial de la muestra seca al horno (gr.)				5000	5000	5000
Peso retenido en la malla N° 12 Lavado y secado al horno en (g)				3591	3604	3602
$\% \text{ Desg. } = ((P_i - P_f) / P_i) \times 100$				28,18	27,92	27,96
Abrasión			% Desg. Promedio		28,02	

8.2. Características físicas y mecánicas de los agregados de cerro

Tabla 66. Contenido de humedad del agregado fino.

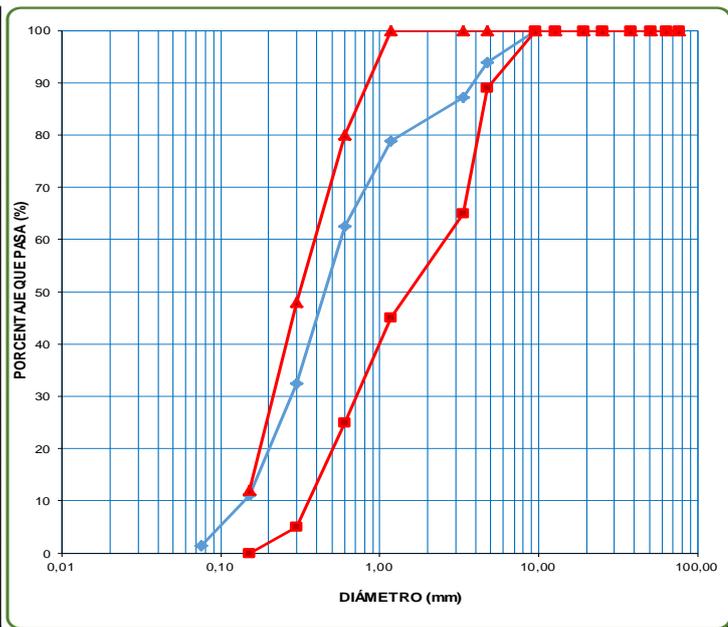
Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del Recipiente	G	91,20	93,10	104,50	
Peso del Recipiente + muestra húmeda	G	1677,00	1747,00	1551,00	
Peso del Recipiente + muestra seca	G	1622,00	1689,00	1502,00	
Contenido de humedad	W %	3,59	3,63	3,51	3,58

Tabla 67. Contenido de humedad del agregado grueso.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del Recipiente	gr.	155,00	136,00	145,00	
Peso del Recipiente + muestra húmeda	gr.	2045,00	2055,00	2155,00	
Peso del Recipiente + muestra seca	gr.	2032,00	2045,00	2144,00	
Contenido de humedad	W %	0,693	0,524	0,550	0,589

Tabla 68. Ensayo granulométrico por tamizado del agregado fino de cerro, primera muestra

Peso Seco Inicial =		1500,00			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		22,00			
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2 ½"	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 ½"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
¾"	19,05	0,00	0,00	0,00	100,00
½"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00
⅜"	9,53	0,00	0,00	0,00	100,00
N°4	4,75	91,00	6,07	6,07	93,93
N°8	3,36	102,00	6,80	12,87	87,13
N 16	1,18	125,00	8,33	21,20	78,80
N 30	0,60	245,00	16,33	37,53	62,47
N 50	0,30	449,00	29,93	67,47	32,53
N 100	0,15	322,00	21,47	88,93	11,07
N 200	0,075	144,00	9,60	98,53	1,47
Cazoleta	--	22	1,47	100,00	0,00
TOTAL		1500,00			
MÓDULO DE FINURA =		2,341			



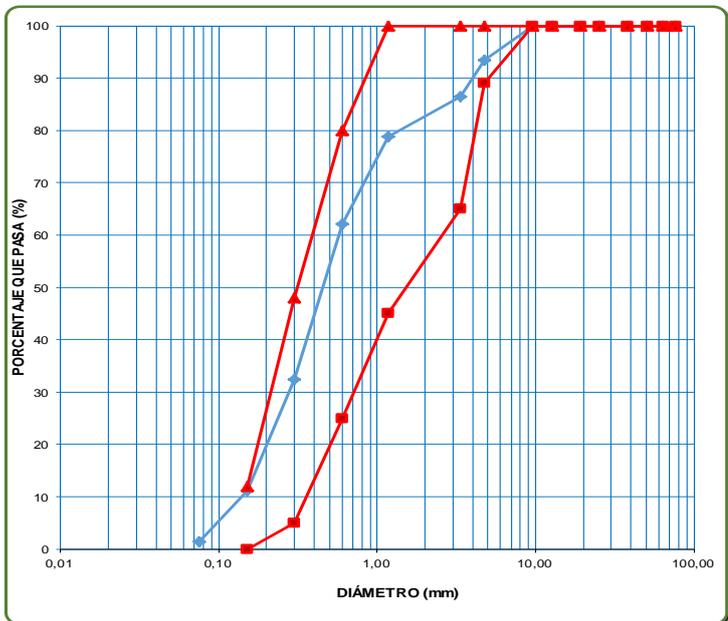
D60 = 0,58	D30 = 0,29	D10 = 0,15
Cu = 3,98	Cc = 0,98	

Observaciones: La curva granulométrica del agregado fino cumple con el huso granulométrico "M" de la norma N.T.P. 400.037 y tiene un módulo de finura de **2,341**

Figura 45. Curva de distribución granulométrica del agregado fino de cerro, primera muestra.

Tabla 69. Ensayo granulométrico por tamizado del agregado fino de cerro, segunda muestra

Peso Seco Inicial =		1500,00			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		21,00			
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2 ½"	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 ½"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
¾"	19,05	0,00	0,00	0,00	100,00
½"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00
⅜"	9,53	0,00	0,00	0,00	100,00
N°4	4,75	98,00	6,53	6,53	93,47
N°8	3,36	104,00	6,93	13,47	86,53
N 16	1,18	115,00	7,67	21,13	78,87
N 30	0,60	251,00	16,73	37,87	62,13
N 50	0,30	445,00	29,67	67,53	32,47
N 100	0,15	319,00	21,27	88,80	11,20
N 200	0,075	147,00	9,80	98,60	1,40
Cazoleta	--	21	1,40	100,00	0,00
TOTAL		1500,00			
MÓDULO DE FINURA =		2,353			



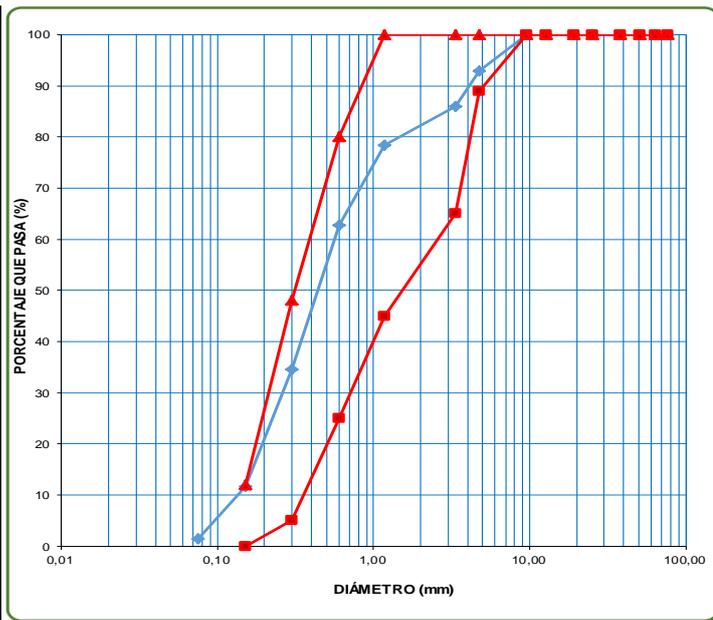
D60 = 0,58	D30 = 0,29	D10 = 0,15
Cu = 4,00	Cc = 0,98	

Observaciones: la curva granulométrica del agregado fino cumple con el huso granulométrico "M" de la norma N.T.P. 400.037 y tiene un módulo de finura de **2,353**

Figura 46. Curva de distribución granulométrica del agregado fino de cerro, segunda muestra.

Tabla 70. Ensayo granulométrico por tamizado del agregado fino de cerro, tercera muestra

Peso Seco Inicial =		1500,00			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		22,00			
Tamiz	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa	
N°	Abertura (mm)				
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2 ½"	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 ½"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
¾"	19,05	0,00	0,00	0,00	100,00
½"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,53	0,00	0,00	0,00	100,00
N°4	4,75	105,00	7,00	7,00	93,00
N°8	3,36	106,00	7,07	14,07	85,93
N 16	1,18	112,00	7,47	21,53	78,47
N 30	0,60	236,00	15,73	37,27	62,73
N 50	0,30	422,00	28,13	65,40	34,60
N 100	0,15	345,00	23,00	88,40	11,60
N 200	0,075	152,00	10,13	98,53	1,47
Cazoleta	--	22	1,47	100,00	0,00
TOTAL		1500,00			
MÓDULO DE FINURA =		2,337			



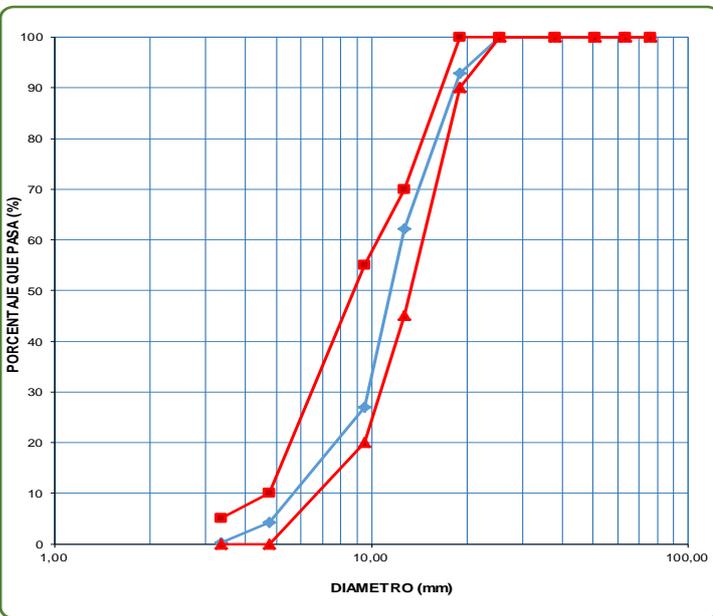
D60 =	0,58	D30 =	0,28	D10 =	0,14	
Cu =		3,99		Cc =		0,94

Observaciones: la curva granulométrica del agregado fino cumple con el huso granulométrico "M" de la norma N.T.P. 400.037 y tiene un módulo de finura de **2,337**

Figura 47. Curva de distribución granulométrica del agregado fino de cerro, tercera muestra.

Tabla 71. Ensayo granulométrico por tamizado del agregado grueso de cerro, primera muestra

Peso Seco Inicial =		8000,00			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		15,00			
Tamiz	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa	
N°	Abertura (mm)				
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2 ½"	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 ½"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
¾"	19,05	566,00	7,08	7,08	92,93
½"	12,70	2455,00	30,69	37,76	62,24
3/8"	9,53	2820,00	35,25	73,01	26,99
N°4	4,75	1822,00	22,78	95,79	4,21
N°8	3,36	322,00	4,03	99,81	0,19
N 16	1,18	0,00	0,00	99,81	0,19
N 30	0,60	0,00	0,00	99,81	0,19
N 50	0,30	0,00	0,00	99,81	0,19
N 100	0,15	0,00	0,00	99,81	0,19
N 200	0,075	0,00	0,00	99,81	0,19
Cazoleta	--	15	0,19	100,00	0,00
TOTAL		8000,00			
MÓDULO DE FINURA =		6,749			



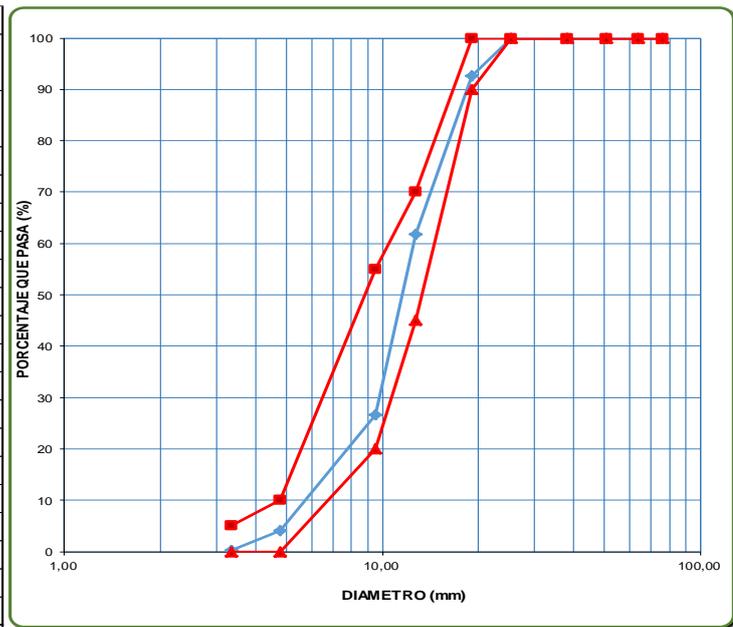
D60 =	12,56	D30 =	9,93	D10 =	6,97	
Cu =		1,80		Cc =		1,13

Observaciones: la curva granulométrica del agregado grueso cumple con el huso granulométrico N° 67 de la Norma A.S.T.M. C 33 M -11 y tiene un módulo de finura de **6,749**.

Figura 48. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso de cerro, primera muestra.

Tabla 72. Ensayo granulométrico por tamizado del agregado grueso de cerro, segunda muestra

Peso Seco Inicial =		8000,00			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		15,00			
Tamiz	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa	
N°	Abertura (mm)				
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2 ½"	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 ½"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
¾"	19,05	588,00	7,35	7,35	92,65
½"	12,70	2469,00	30,86	38,21	61,79
3/8"	9,53	2815,00	35,19	73,40	26,60
N°4	4,75	1802,00	22,53	95,93	4,07
N°8	3,36	311,00	3,89	99,81	0,19
N 16	1,18	0,00	0,00	99,81	0,19
N 30	0,60	0,00	0,00	99,81	0,19
N 50	0,30	0,00	0,00	99,81	0,19
N 100	0,15	0,00	0,00	99,81	0,19
N 200	0,075	0,00	0,00	99,81	0,19
Cazoleta	--	15	0,19	100,00	0,00
TOTAL		8000,00			
MÓDULO DE FINURA =		6,757			



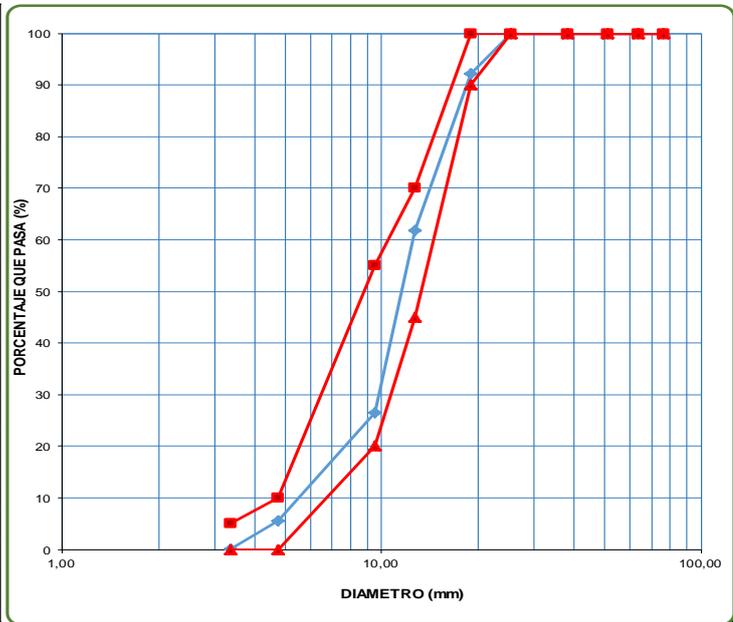
D60 =	12,59	D30 =	9,98	D10 =	7,03
Cu =		1,79	Cc =		1,12

Observaciones: la curva granulométrica del agregado grueso cumple con el huso granulométrico N° 67 de la Norma A.S.T.M. C 33 M -11 y tiene un módulo de finura de 6,757.

Figura 49. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso de cerro, segunda muestra.

Tabla 73. Ensayo granulométrico por tamizado del agregado grueso de cerro, segunda muestra

Peso Seco Inicial =		8000,00			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		12,00			
Tamiz	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa	
N°	Abertura (mm)				
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2 ½"	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 ½"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
¾"	19,05	624,00	7,80	7,80	92,20
½"	12,70	2433,00	30,41	38,21	61,79
3/8"	9,53	2822,00	35,28	73,49	26,51
N°4	4,75	1684,00	21,05	94,54	5,46
N°8	3,36	425,00	5,31	99,85	0,15
N 16	1,18	0,00	0,00	99,85	0,15
N 30	0,60	0,00	0,00	99,85	0,15
N 50	0,30	0,00	0,00	99,85	0,15
N 100	0,15	0,00	0,00	99,85	0,15
N 200	0,075	0,00	0,00	99,85	0,15
Cazoleta	--	12	0,15	100,00	0,00
TOTAL		8000,00			
MÓDULO DE FINURA =		6,751			



D60 =	12,59	D30 =	9,99	D10 =	6,58
Cu =		1,91	Cc =		1,20

Observaciones: la curva granulométrica del agregado grueso cumple con el huso granulométrico N° 67 de la Norma A.S.T.M. C 33 M -11 y tiene un módulo de finura de 6,751.

Figura 50. Curva de distribución granulométrica del agregado grueso de cerro, tercera muestra.

Tabla 74. Módulo de Fineza del agregado fino.

Muestra	Módulo de fineza	Promedio
E-1-AF	2,341	
E-2-AF	2,353	2,344
E-3-AF	2,337	

Tabla 75. Módulo de Fineza del agregado grueso.

Muestra	Módulo de fineza	Promedio
E-1-AG	6,749	
E-2-AG	6,757	6,753
E-3-AG	6,751	

Tabla 76. Peso específico del agua para el agregado fino.

Descripción	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de la fiola en (g) =	151	151	151	
Peso de la fiola en (g) =	649,52	649,52	649,52	
Volumen de la fiola (cm ³) =	500,00	500,00	500,00	
Peso específico (g/cm ³) =	0,99704	0,99704	0,99704	
P.e en (Kg/m ³) =	997,04	997,04	997,04	997,04

Tabla 77. Factor f.

Descripción	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del Molde (g) =	3881,00	3881,00	3881,00	
Peso del Molde + Agua (g) =	6850,00	6850,00	6850,00	
Peso Agua (Kg) =	2,9690	2,9690	2,9690	
f (1/m ³) =	335,817	335,817	335,817	335,82

Tabla 78. Peso unitario suelto.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente	g	3881,00	3881,00	3881,00	
Peso de muestra suelta + recipiente	g	8455,00	8466,00	8437,00	
Peso de la muestra suelta	g	4574,00	4585,00	4556,00	
Factor (f)		335,817	335,817	335,817	
Peso Unitario Suelto	g/cm ³	1,536	1,540	1,530	1,535
Peso Unitario Suelto	Kg/m³	1536	1540	1530	1535

Tabla 79. Peso unitario compactado.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente	G	3881,00	3881,00	3881,00	
Peso de muestra Compactada + recipiente	G	8875,00	8855,00	8845,00	
Peso de la muestra suelta	G	4994,00	4974,00	4964,00	
Factor (f)		335,817	335,817	335,817	
Peso Unitario Compactado	g/cm ³	1,677	1,670	1,667	1,671
Peso Unitario Compactado	Kg/m³	1677	1670	1667	1671

Tabla 80. Peso específico.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de fiola	g	151,0	151,0	151,0	
Peso de la fiola + agua hasta menisco	g	649,7	649,7	649,7	
peso de la fiola + agua + muestra	g	962,0	962,5	962,7	
Peso de la muestra superficialmente Seca	g	500,00	500,00	500,00	
Peso de la muestra secada al horno	g	488,20	488,70	488,30	
volumen de agua añadida al frasco (g)	g	309,10	309,50	309,80	
Peso Específico de Masa	g/m³	2,557	2,565	2,567	2,563
Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco	g/m³	2,619	2,625	2,629	2,624
Peso Específico de Aparente	g/m³	2,726	2,727	2,736	2,730

Tabla 81. Peso específico del agua para el agregado grueso.

Descripción	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de la fiola en (g) =	151,1	151,1	151,1	
Peso de la fiola en (g) =	649,3	649,3	649,3	
Volumen de la fiola (cm ³) =	500,00	500,00	500,00	
Peso específico (g/cm ³) =	0,99640	0,99640	0,99640	
P.e en (Kg/m ³) =	996,40	996,40	996,40	996,40

Tabla 82. Factor f.

Descripción	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del Molde (g) =	4200,00	4200,00	4200,00	
Peso del Molde + Agua (g) =	13928,00	13928,00	13928,00	
Peso Agua (Kg) =	9,7280	9,7280	9,7280	
f (1/m ³) =	102,426	102,426	102,426	102,43

Tabla 83. Peso unitario suelto.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente	g	4200,00	4200,000	4200,000	
Peso de muestra suelta + recipiente	g	17022,00	17066,000	17036,000	
Peso de la muestra suelta	g	12822,00	12866,000	12836,000	
Factor (f)		102,426	102,426	102,426	
Peso Unitario Suelto	g/cm ³	1,313	1,318	1,315	1,315
Peso Unitario Suelto	Kg/m³	1313	1318	1315	1315

Tabla 84. Peso unitario compactado.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente	G	4200,00	4200,00	4200,00	
Peso de muestra Compactada + recipiente	G	18056,00	18085,00	18069,00	
Peso de la muestra suelta	G	13856,00	13885,00	13869,00	
Factor (f)		102,426	102,426	102,426	
Peso Unitario Compactado	g/cm ³	1,419	1,422	1,421	1,421
Peso Unitario Compactado	Kg/m³	1419	1422	1421	1421

Tabla 85. Peso específico.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de muestra SSS + canastilla sumergida	g	4081,0	4079,0	4078,0	
Peso de canastilla sumergida	g	2220,0	2220,0	2220,0	
Peso de la muestra superficialmente Seca	g	3000,0	3000,0	3000,0	
Peso de la muestra secada al horno	g	2962,00	2961,00	2963,00	
Peso de la muestra sumergida en el agua	g	1861,00	1859,00	1858,00	
Peso Específico de Masa	g/cm³	2,601	2,595	2,595	2,597
Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco	g/cm³	2,634	2,629	2,627	2,630
Peso Específico de Aparente	g/cm³	2,690	2,687	2,681	2,686

Tabla 86. Absorción del agregado fino.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de la muestra Superficialmente Seca	g	500,00	500,00	500,00	
Peso de la muestra secada al horno	g	488,20	488,70	488,30	
Absorción (%)	%	2,417	2,312	2,396	2,375

Tabla 87. Absorción del agregado grueso.

Descripción	Und.	Símbolo	Fórmula	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de la muestra Superficialmente Seca	G	(A)		3000,00	3000,00	3000,00	
Peso de la muestra secada al horno	G	(B)		2962,00	2961,00	2963,00	
Absorción (%)	%	(C)	$(A-B)/B*100$	1,283	1,317	1,249	1,283

Tabla 88. Porcentaje de material más fino del agregado fino.

Descripción	Und.	Símbolo	Fórmula	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de Muestra Original	gr.	(A)		500,00	500,00	500,00	
Peso de la muestra Lavada	gr.	(B)		432,00	433,00	432,50	
Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200	gr.	(C)	(A - B)	68,00	67,40	67,50	
% de Material que Pasa el Tamiz N° 200	%		$(A/C)*100$	13,60%	13,40%	13,50%	13,50%

Tabla 89. Porcentaje de material más fino del agregado grueso.

Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de Muestra Original	gr.	3000,00	3000,00	3000,00	
Peso de la muestra Lavada	gr.	2981,00	2980,00	2982,00	
Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200	gr.	19,00	20,00	18,00	
% de Material que Pasa el Tamiz N° 200	%	0,633%	0,667%	0,600%	0,633%

Tabla 90. Abrasión del agregado grueso.

Gradación	Equipo Mecánico	N° de Esferas	Velocidad (rev./mim)	N° de Revoluciones	Tamaño Máx. Nominal	Peso de la Muestra en (gr.)
B	Máquina de los Ángeles	11	30 - 33	500,00	3/4"	5000,00
N° DE ENSAYOS				1°	2°	3°
Peso Inicial de la muestra seca al horno (gr.)				5000	5000	5000
Peso retenido en la malla N° 12 Lavado y secado al horno en (g)				3555	3244	3251
% Desg. $=((P_i - P_f) / P_i) \times 100$				34,90	35,12	34,98
Abrasión		% Desg. Promedio			35,00	

8.3. Diseño de mezclas

8.3.1. Diseño de mezcla para concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (muestra patrón) con agregados de río

8.3.1.1. Propiedades del cemento

Para los concretos con un $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ se trabajó con:

- Marca : Cementos Pacasmayo S.A.
- Tipo : Cemento Portland tipo I.
- Peso Específico : **3,08 gr/cm³** (Cementos-Pacasmayo-S.A.A., 2017).

8.3.1.2. Características físicas del agregado fino

El agregado fino cumplió con los requisitos establecidos en la Norma NTP 400.037.

Por lo que las propiedades del agregado fino a considerar el diseño de mezclas son:

• Tamaño máximo nominal	:	3/4"
• Peso específico de masa (gr/cm ³)	:	2620
• Peso unitario suelto seco (kg/cm ³)	:	1605
• Peso unitario suelto seco compactado (kg/cm ³):		1739
• Contenido de humedad (%)	:	5,47
• Absorción (%)	:	1,187
• Módulo de finura	:	3,04
• Porcentaje que pasa la malla N° 200	:	3,01

8.3.1.3. Características físicas del agregado grueso

El agregado grueso cumplió con los requisitos establecidos en la Norma NTP 400.037. Por lo que las propiedades del agregado grueso a considerar el diseño de mezclas son:

• Tamaño máximo nominal	:	3/4"
• Peso específico de masa (gr/cm ³)	:	2626
• Peso unitario suelto seco (kg/cm ³)	:	1358
• Peso unitario suelto seco compactado (kg/cm ³):		1467
• Contenido de humedad (%)	:	0,47
• Absorción (%)	:	1,112
• Módulo de finura	:	6,750
• Porcentaje que pasa la malla N° 200	:	0,52

8.3.1.4. Características estructurales

• Resistencia a la compresión	:	210 kg/cm²
• Resistencia Requerida 1.20 * f'c	:	252 kg/cm²
• Revenimiento	:	3" – 4"
• Cantidad de agua de mezclado (lt/m ³)	:	205
• Aire total (%)	:	2,0
• Relación A/Mc	:	0,776
• Cemento	:	264,18 kg/m³ = 6,22 bol/m³

8.3.1.5. Método volúmenes absolutos:

• Cemento (m ³)	:	0,084672
• Agua de mezclado (m ³)	:	0,205
• Aire (%)	:	0,02
• Sumatoria	:	0.309672
• Módulo de combinación	:	4,795
• % agregado fino	:	53,94
• % agregado grueso	:	46,06
Volumen de agregados (m³)	:	0,690328
• Agregado fino (kg/ m ³)	:	953,00
• Agregado grueso (kg/ m ³)	:	857,00
Aporte de Humedad de agregados		
• Aporte A. Fino	:	40,82
• Aporte A. Grueso	:	-5,50
• Total	:	35,32

8.3.1.6. Cantidad de materiales por m³

Materiales de diseño

• Cemento (kg)	:	264,18 kg/m³=6,22 bol/m³
• Agua de diseño (lt)	:	205,00
• Agregado fino seco (kg)	:	953,00
• Agregado grueso seco (kg)	:	857,00
• Aire total (%)	:	2,00

Materiales corregidos por humedad

• Cemento (kg)	:	264,18 kg/m³ =6,22 bol/m³
• Agua efectiva (lt)	:	169,68
• Agregado fino húmedo (kg)	:	1005,00
• Agregado grueso húmedo (kg)	:	861,00
• Aire total (%)	:	2,00

8.3.1.7. Proporcionamiento de los materiales

Tabla 91. *Dosificación de materiales en peso como en volumen para concreto de residencia a la compresión de $f'c=210\text{kg/cm}^2$, con agregados del río Chonta.*

Proporción en peso		Proporción en Volumen	
Cemento	= 1	Cemento	= 1
A. Fino	= 3,80	A. Fino	= 3,370
A. Grueso	= 3,26	A. Grueso	= 3,590
Agua	= 27,3 (lt /bolsa)	Agua	= 27,300 (lt /bolsa)

8.3.2. Diseño de mezcla para una relación A/C = 0,6 con agregados del río Chonta

Como los valores de las características del cemento, físicas y estructurales de los agregados son las mismas, así como el proceso de cálculo es el mismo describiremos a partir de los siguientes ítems:

8.3.2.1. Método volúmenes absolutos:

• Cemento (m^3)	:	0,109509
• Agua de mezclado (m^3)	:	0,205
• Aire (%)	:	0,02
• Sumatoria	:	0,334509
• Módulo de combinación	:	4,930
• % agregado fino	:	49,04
• % agregado grueso	:	50,96
Volumen de agregados (m^3)	:	0,665491
• Agregado fino (kg/m^3)	:	855,00
• Agregado grueso (kg/m^3)	:	891,00
Aporte de Humedad de agregados		
• Aporte A. Fino	:	36,59
• Aporte A. Grueso	:	-5,72
• Total	:	30,87

8.3.2.2. Cantidad de materiales por m^3

Materiales de diseño

• Cemento (kg)	:	341,67 $\text{kg}/\text{m}^3 = 8,04 \text{ bol}/\text{m}^3$
----------------	---	---

- Agua de diseño (lt) : 205,00
- Agregado fino seco (kg) : 855,00
- Agregado grueso seco (kg) : 891,00
- Aire total (%) : 2,00

Materiales corregidos por humedad

- Cemento (kg) : 341,67 kg/m³ = 8,04 bol/m³
- Agua efectiva (lt) : 174,13
- Agregado fino húmedo (kg) : 902,00
- Agregado grueso húmedo (kg) : 895,00
- Aire total (%) : 2,00

8.3.2.3. Proporcionamiento de materiales

Tabla 92. Dosificación de materiales en peso como en volumen para concreto con relación A/C=0,6

Proporción en peso		Proporción en Volumen	
Cemento	= 1	Cemento	= 1
A. Fino	= 2,64	A. Fino	= 2,340
A. Grueso	= 2,62	A. Grueso	= 2,880
Agua	= 21,7 (lt /bolsa)	Agua	= 21,700 (lt /bolsa)

8.3.3. Diseño de mezcla para una relación A/C = 0,5 con agregados del río Chonta.

De igual manera que se procedió en el ítem anterior se determinó el diseño de mezclas para una relación A/C=0,5:

8.3.3.1. Método volúmenes absolutos:

- Cemento (m³) : 0,131410
- Agua de mezclado (m³) : 0,205
- Aire (%) : 0,02
- Sumatoria : 0,356410
- Módulo de combinación : 5,053
- % agregado fino : 45,75
- % agregado grueso : 54,25

Volumen de agregados (m³)	:	0,643590
• Agregado fino (kg/ m ³)	:	771,00
• Agregado grueso (kg/ m ³)	:	917,00
Aporte de Humedad de agregados		
• Aporte A. Fino	:	33,00
• Aporte A. Grueso	:	-5,89
• Total	:	27,11

8.3.3.2. Cantidad de materiales por m³

Materiales de diseño

• Cemento (kg)	:	410,00 kg/m³ =9,65 bol/m³
• Agua de diseño (lt)	:	205,00
• Agregado fino seco (kg)	:	771,00
• Agregado grueso seco (kg)	:	917,00
• Aire total (%)	:	2,00

Materiales corregidos por humedad

• Cemento (kg)	:	410,00 kg/m³ =9,65 bol/m³
• Agua efectiva (lt)	:	177,89
• Agregado fino húmedo (kg)	:	813,00
• Agregado grueso húmedo (kg)	:	921,00
• Aire total (%)	:	2,00

8.3.3.3. Proporciónamiento de materiales

Tabla 93. Dosificación de materiales en peso como en volumen para concreto con relación A/C=0,5

Proporción en peso		Proporción en Volumen	
Cemento	= 1	Cemento	= 1
A. Fino	= 1,98	A. Fino	= 1,760
A. Grueso	= 2,25	A. Grueso	= 2,480
Agua	= 18,4 (lt /bolsa)	Agua	= 18,400 (lt /bolsa)

8.3.4. Diseño de mezcla para una relación A/C = 0,4 con agregados de río

De igual manera que se procedió en el ítem anterior se determinó el diseño de mezclas para una relación A/C=0,4:

8.3.4.1. Método volúmenes absolutos:

• Cemento (m ³)	:	0,164263
• Agua de mezclado (m ³)	:	0,205
• Aire (%)	:	0,02
• Sumatoria	:	0,389263
• Módulo de combinación	:	5,232
• % agregado fino	:	40,91
• % agregado grueso	:	59,09
Volumen de agregados (m³)	:	0,613707
• Agregado fino (kg/ m ³)	:	655,00
• Agregado grueso (kg/ m ³)	:	948,00
Aporte de Humedad de agregados		
• Aporte A. Fino	:	28,03
• Aporte A. Grueso	:	-6,09
• Total	:	21,95

8.3.4.2. Cantidad de materiales por m³

Materiales de diseño

• Cemento (kg)	:	512,50 kg/m³=12,06 bol/m³
• Agua de diseño (lt)	:	205,00
• Agregado fino seco (kg)	:	655,00
• Agregado grueso seco (kg)	:	948,00
• Aire total (%)	:	2,00

Materiales corregidos por humedad

• Cemento (kg)	:	512,50 kg/m³ =12,06 bol/m³
• Agua efectiva (lt)	:	183,05
• Agregado fino húmedo (kg)	:	691,00
• Agregado grueso húmedo (kg)	:	952,00
• Aire total (%)	:	2,00

8.3.4.3. Proporcionamiento de materiales

Tabla 94. Dosificación de materiales en peso como en volumen para concreto con relación A/C=0,4

Proporción en peso		Proporción en Volumen	
Cemento	= 1	Cemento	= 1
A. Fino	= 1,35	A. Fino	= 1,200
A. Grueso	= 1,86	A. Grueso	= 2,050
Agua	= 15,2 (lt /bolsa)	Agua	= 15,200 (lt /bolsa)

8.3.5. Diseño de mezcla para concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (muestra patrón) con agregados de Cerro El Gavilán.

8.3.5.1. Propiedades del cemento

Para los concretos con un $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ se trabajó con:

- Marca : Cementos Pacasmayo S.A.
- Tipo : Cemento Portland tipo I.
- Peso Específico : **3,08 gr/cm³** (Cementos-Pacasmayo-S.A.A., 2017).

8.3.5.2. Características físicas del agregado fino

El agregado fino cumplió con los requisitos establecidos en la Norma NTP 400.037. Por lo que las propiedades del agregado fino a considerar el diseño de mezclas son:

- Tamaño máximo nominal :
- Peso específico de masa (gr/cm^3) : **2,563**
- Peso unitario suelto seco (kg/cm^3) : **1535**
- Peso unitario suelto seco compactado (kg/cm^3): **1671**
- Contenido de humedad (%) : **3,58**
- Absorción (%) : **2,380**
- Módulo de finura : **2,34**
- Porcentaje que pasa la malla N° 200 : **13,50**

8.3.5.3. Características físicas del agregado grueso

El agregado grueso cumplió con los requisitos establecidos en la Norma NTP 400.037. Por lo que las propiedades del agregado grueso a considerar el diseño de mezclas son:

• Tamaño máximo nominal	:	$\frac{3}{4}$ "
• Peso específico de masa (gr/cm^3)	:	2,597
• Peso unitario suelto seco (kg/cm^3)	:	1315
• Peso unitario suelto seco compactado (kg/cm^3):	:	1421
• Contenido de humedad (%)	:	0,589
• Absorción (%)	:	1,283
• Módulo de finura	:	6,751
• Porcentaje que pasa la malla N° 200	:	0,633

8.3.5.4. Características estructurales

• Resistencia a la compresión	:	210 kg/cm^2
• Resistencia Requerida $1.20 * f'c$:	252 kg/cm^2
• Revenimiento	:	3" – 4"
• Cantidad de agua de mezclado (lt/m^3)	:	205
• Aire total (%)	:	2,0
• Relación A/Mc	:	0,700
• Cemento	:	264,18 $\text{kg}/\text{m}^3 = 6,22 \text{ bol}/\text{m}^3$

8.3.5.5. Método volúmenes absolutos:

• Cemento (m^3)	:	0,093864
• Agua de mezclado (m^3)	:	0,205
• Aire (%)	:	0,02
• Sumatoria	:	0.318864
• Módulo de combinación	:	4,826
• % agregado fino	:	43,65
• % agregado grueso	:	56,35

Volumen de agregados (m³)	:	0,681136
• Agregado fino (kg/ m ³)	:	762,00
• Agregado grueso (kg/ m ³)	:	997,00
Aporte de Humedad de agregados		
• Aporte A. Fino	:	9,14
• Aporte A. Grueso	:	-6,92
• Total	:	2,22

8.3.5.6. Cantidad de materiales por m³

Materiales de diseño

• Cemento (kg)	:	264,18 kg/m³ =6,22 bol/m³
• Agua de diseño (lt)	:	205,00
• Agregado fino seco (kg)	:	762,00
• Agregado grueso seco (kg)	:	997,00
• Aire total (%)	:	2,00

Materiales corregidos por humedad

• Cemento (kg)	:	292,86
• Agua efectiva (lt)	:	202,78
• Agregado fino húmedo (kg)	:	789,00
• Agregado grueso húmedo (kg)	:	1003,00
• Aire total (%)	:	2,00

8.3.5.7. Proporcionamiento de materiales

Tabla 95. Dosificación de materiales en peso como en volumen para concreto de residencia a la compresión de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con agregados de cerro El Gavilán.

Proporción en peso		Proporción en Volumen	
Cemento	= 1	Cemento	= 1
A. Fino	= 2,69	A. Fino	= 2,540
A. Grueso	= 3,42	A. Grueso	= 3,880
Agua	= 29,4 (lt /bolsa)	Agua	= 29,400 (lt /bolsa)

8.3.6. Diseño de mezcla para una relación A/C = 0,6 con agregados de Cerro El Gavilán.

Como los valores de las características del cemento, físicas y estructurales de los agregados son las mismas, así como el proceso de cálculo es el mismo describiremos a partir de los siguientes ítems:

8.3.6.1. Método volúmenes absolutos:

• Cemento (m ³)	:	0,109509
• Agua de mezclado (m ³)	:	0,205
• Aire (%)	:	0,02
• Sumatoria	:	0,334509
• Módulo de combinación	:	4,908
• % agregado fino	:	41,79
• % agregado grueso	:	58,21
Volumen de agregados (m³)	:	0,665491
• Agregado fino (kg/ m ³)	:	713,00
• Agregado grueso (kg/ m ³)	:	1006,00
Aporte de Humedad de agregados		
• Aporte A. Fino	:	8,56
• Aporte A. Grueso	:	-6,98
• Total	:	1,57

8.3.6.2. Cantidad de materiales por m³

Materiales de diseño

• Cemento (kg)	:	341,67 kg/m³ =8,04 bol/m³
• Agua de diseño (lt)	:	205,00
• Agregado fino seco (kg)	:	713,00
• Agregado grueso seco (kg)	:	1006,00
• Aire total (%)	:	2,00

Materiales corregidos por humedad

• Cemento (kg)	:	341,67 kg/m³ =8,04 bol/m³
• Agua efectiva (lt)	:	203,43

- Agregado fino húmedo (kg) : 739,00
- Agregado grueso húmedo (kg) : 1012,00
- Aire total (%) : 2,00

8.3.6.3. Proporcionamiento de materiales

Tabla 96. Dosificación de materiales en peso como en volumen para concreto con relación A/C=0,6

Proporción en peso		Proporción en Volumen	
Cemento	= 1	Cemento	= 1
A. Fino	= 2,16	A. Fino	= 2,040
A. Grueso	= 2,96	A. Grueso	= 3,360
Agua	= 25,3 (lt /bolsa)	Agua	= 25,300 (lt /bolsa)

8.3.7. Diseño de mezcla para una relación A/C = 0,5 con agregados de Cerro El Gavilán.

De igual manera que se procedió en el ítem anterior se determinó el diseño de mezclas para una relación A/C=0,5:

8.3.7.1. Método volúmenes absolutos:

- Cemento (m³) : 0,131410
- Agua de mezclado (m³) : 0,205
- Aire (%) : 0,02
- Sumatoria : 0,356410
- Módulo de combinación : 5,030
- % agregado fino : 39,02
- % agregado grueso : 60,98

- Volumen de agregados (m³)** : **0,643590**
- Agregado fino (kg/ m³) : 644,00
- Agregado grueso (kg/ m³) : 1019,00

- Aporte de Humedad de agregados**
- Aporte A. Fino : 7,73
- Aporte A. Grueso : -7,07
- Total : 0,66

8.3.7.2. Cantidad de materiales por m³

Materiales de diseño

• Cemento (kg)	:	410,00 kg/m³ =9,65 bol/m³
• Agua de diseño (lt)	:	205,00
• Agregado fino seco (kg)	:	644,00
• Agregado grueso seco (kg)	:	1019,00
• Aire total (%)	:	2,00

Materiales corregidos por humedad

• Cemento (kg)	:	410,00 kg/m³ =9,65bol/m
• Agua efectiva (lt)	:	204,34
• Agregado fino húmedo (kg)	:	667,00
• Agregado grueso húmedo (kg)	:	1025,00
• Aire total (%)	:	2,00

8.3.7.3. Proporcionamiento de materiales

Tabla 97. Dosificación de materiales en peso como en volumen para concreto con relación A/C=0,5

Proporción en peso		Proporción en Volumen	
Cemento	= 1	Cemento	= 1
A. Fino	= 1,63	A. Fino	= 1,540
A. Grueso	= 2,50	A. Grueso	= 2,840
Agua	= 21,2 (lt /bolsa)	Agua	= 21,200 (lt /bolsa)

8.3.8. Diseño de mezcla para una relación A/C = 0,4 con agregados de río

De igual manera que se procedió en el ítem anterior se determinó el diseño de mezclas para una relación A/C=0,4:

8.3.8.1. Método volúmenes absolutos:

• Cemento (m ³)	:	0,164263
• Agua de mezclado (m ³)	:	0,205
• Aire (%)	:	0,02
• Sumatoria	:	0,389263
• Módulo de combinación	:	5,209
• % agregado fino	:	34,95
• % agregado grueso	:	65,05

Volumen de agregados (m³)	:	0,613707
• Agregado fino (kg/ m ³)	:	547,00
• Agregado grueso (kg/ m ³)	:	1032,00
Aporte de Humedad de agregados		
• Aporte A. Fino	:	6,56
• Aporte A. Grueso	:	-7,16
• Total	:	0,60

8.3.8.2. Cantidad de materiales por m³

Materiales de diseño

• Cemento (kg)	:	512,50 kg/m³ =12,06 bol/m³
• Agua de diseño (lt)	:	205,00
• Agregado fino seco (kg)	:	547,00
• Agregado grueso seco (kg)	:	1032,00
• Aire total (%)	:	2,00

Materiales corregidos por humedad

• Cemento (kg)	:	512,50= kg/m³ 12,06 bol/m³
• Agua efectiva (lt)	:	205,60
• Agregado fino húmedo (kg)	:	567,00
• Agregado grueso húmedo (kg)	:	1038,00
• Aire total (%)	:	2,00

8.3.8.3. Proporciónamiento de materiales

Tabla 98. Dosificación de materiales en peso como en volumen para concreto con relación A/C=0,4

Proporción en peso		Proporción en Volumen	
Cemento	= 1	Cemento	= 1
A. Fino	= 1,11	A. Fino	= 1,050
A. Grueso	= 2,03	A. Grueso	= 2,300
Agua	= 17,0 (lt /bolsa)	Agua	= 17,000 (lt /bolsa)

A. Resistencia a compresión de testigos elaborados con agregados del río Chonta

1. Resistencia a compresión de testigos patrón con relación A/C = 0,7.

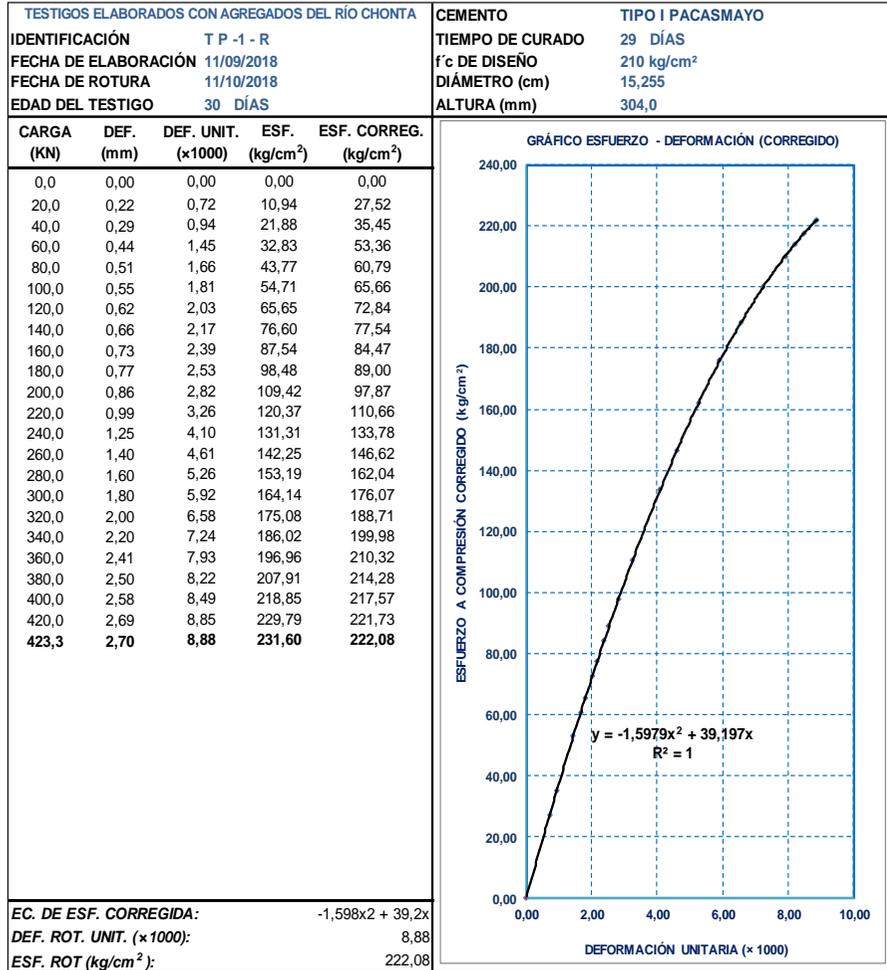


Figura 51. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (TP-1-R corregida)

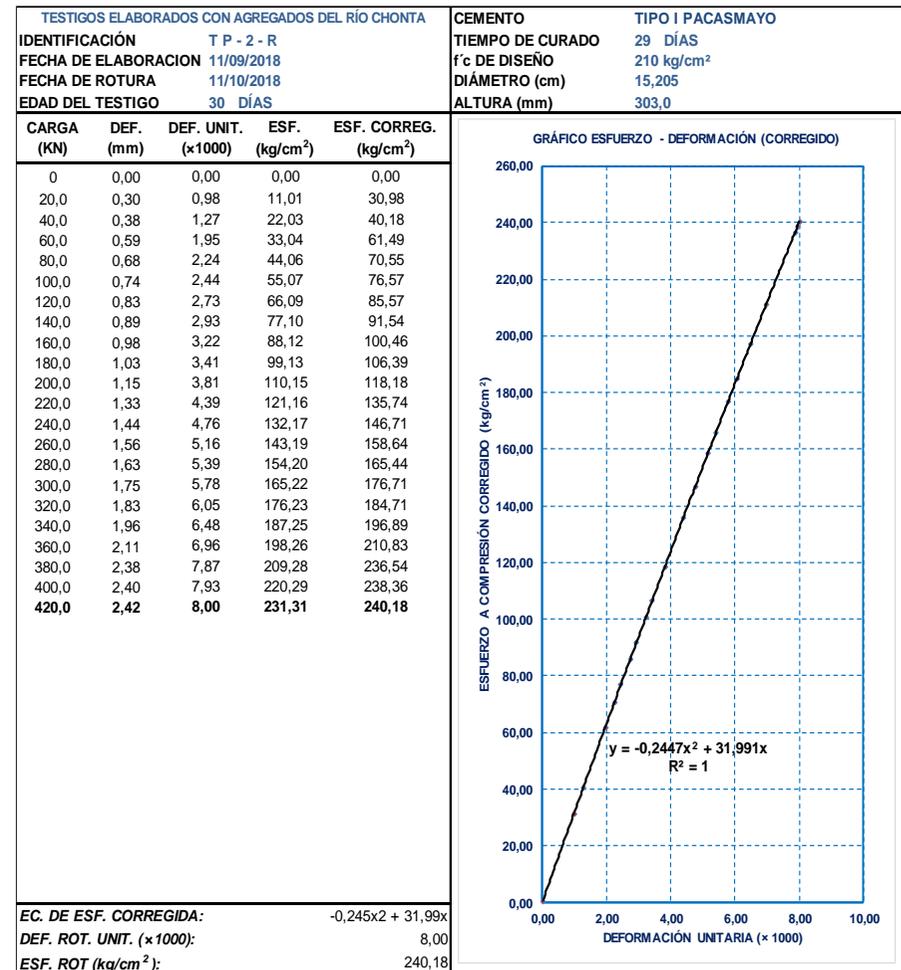


Figura 52. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (TP-2-R corregida)

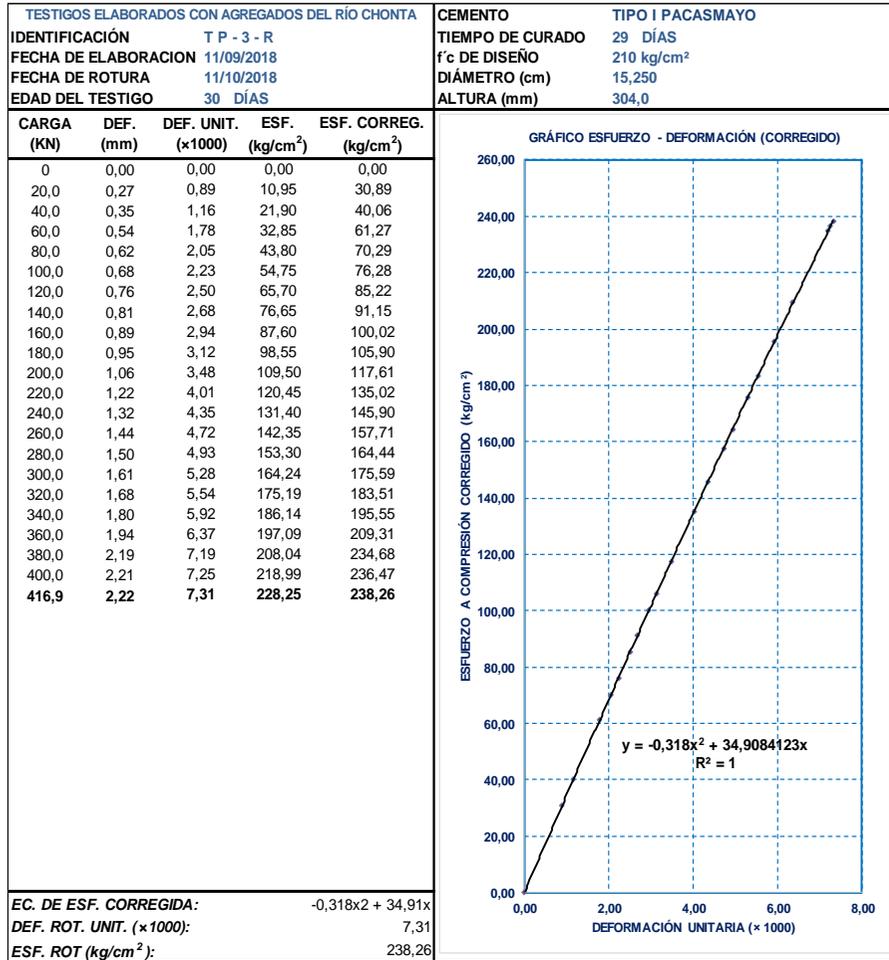


Figura 53. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (TP-3-R corregida)

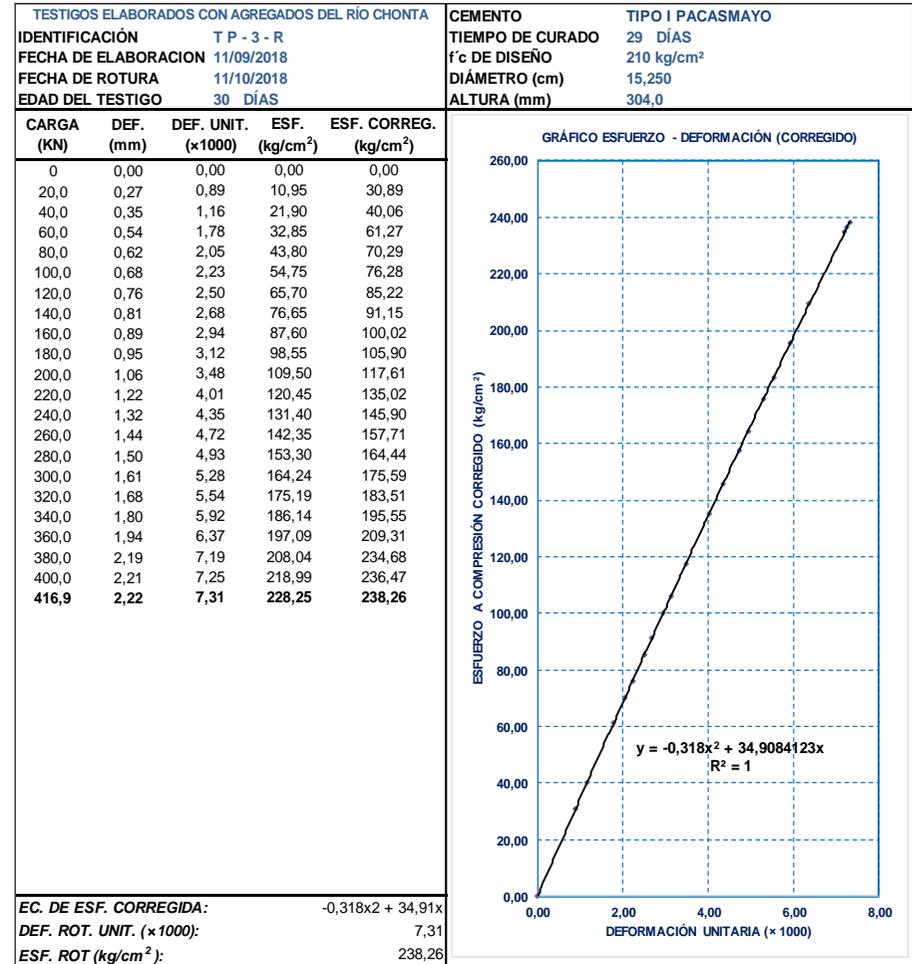


Figura 54. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (TP-4-R corregida)

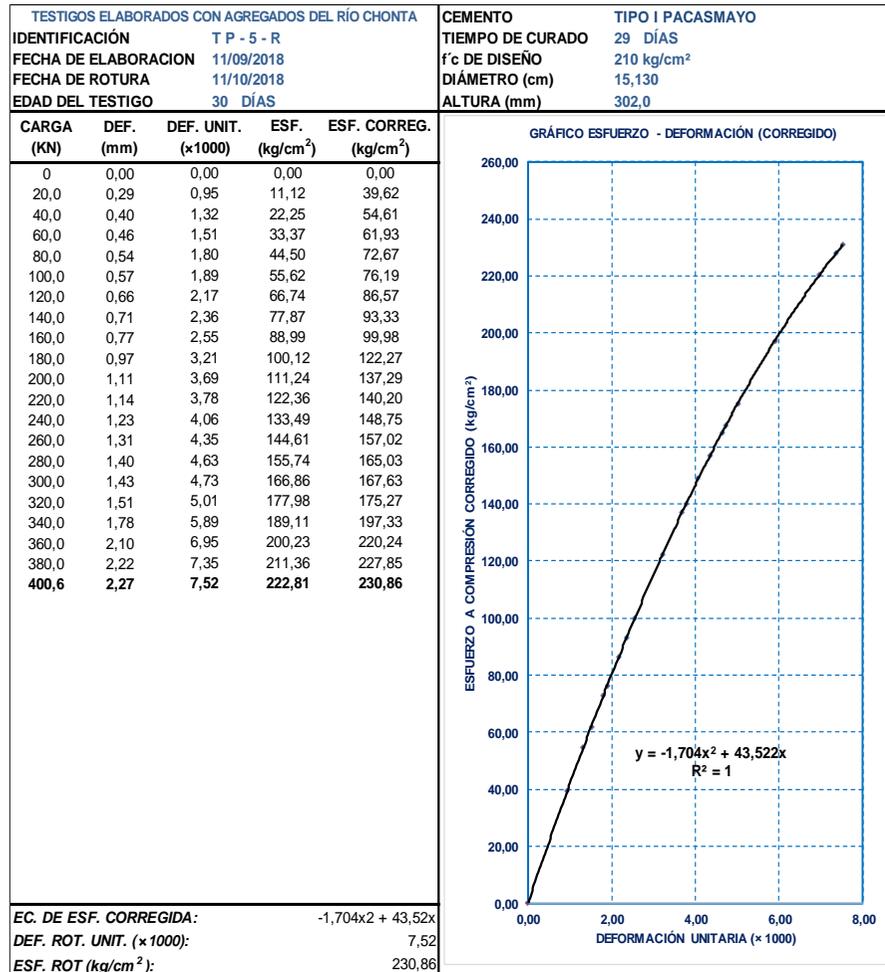


Figura 55. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (TP-5-R corregida)

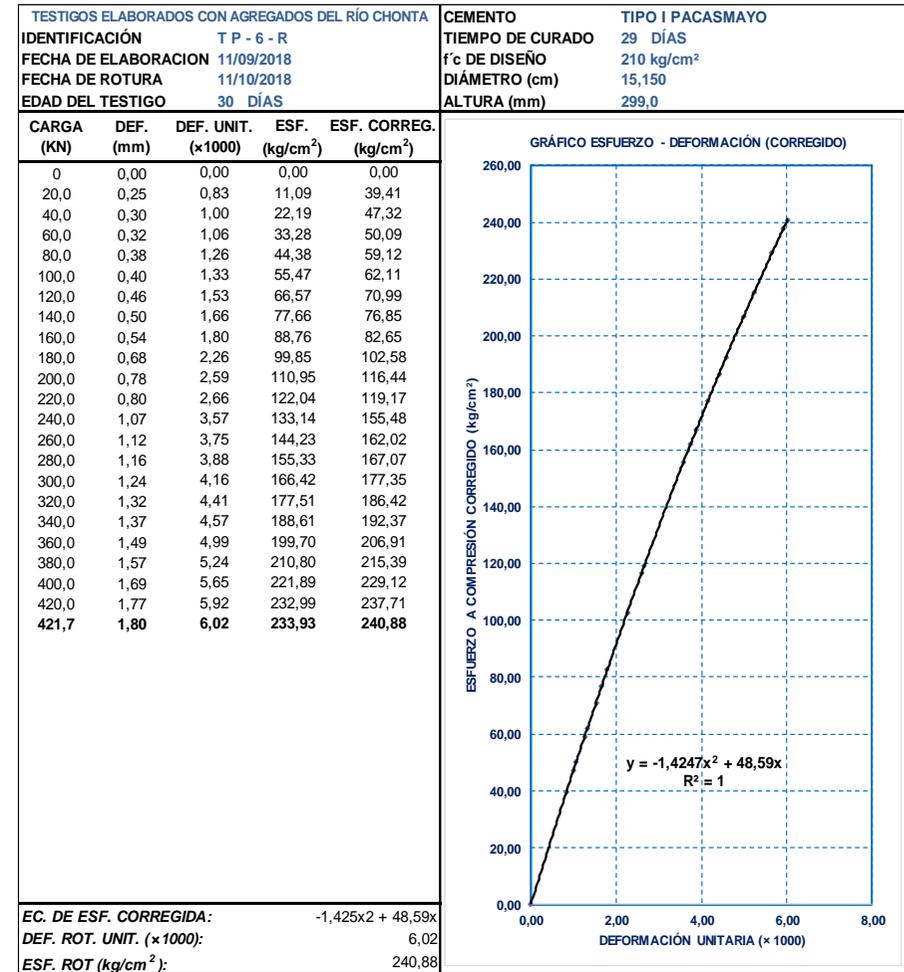


Figura 56. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (TP-6-R corregida)

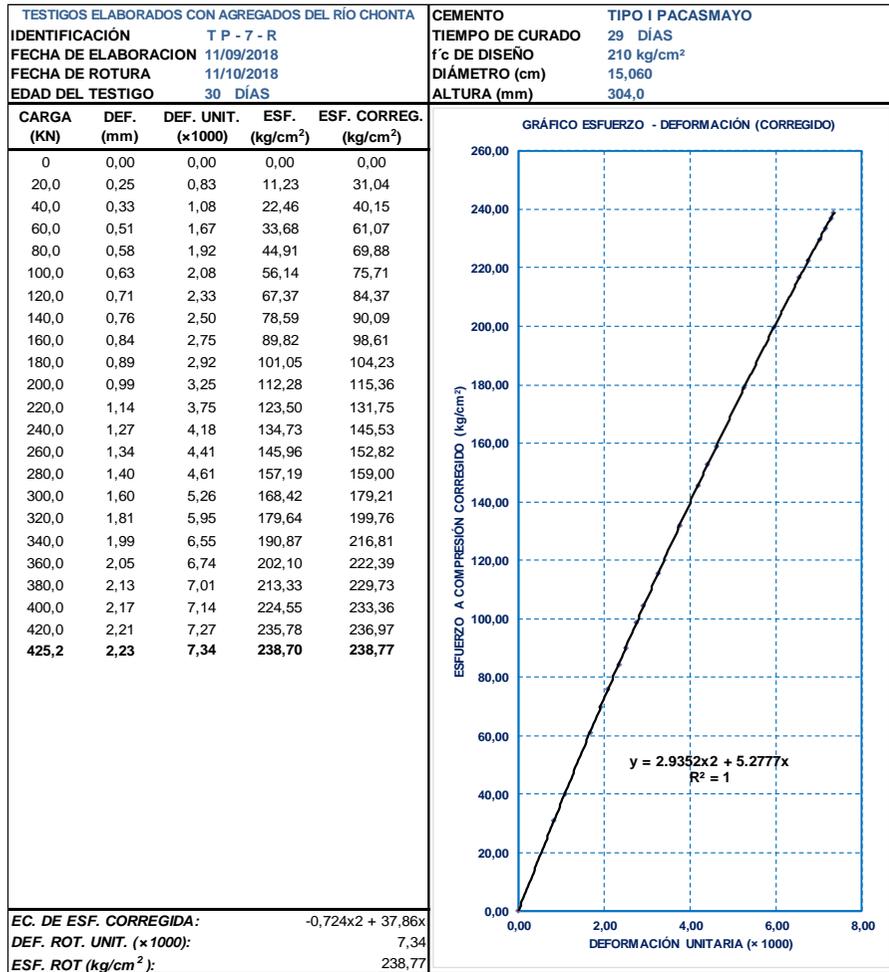


Figura 57. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (TP-7-R corregida)

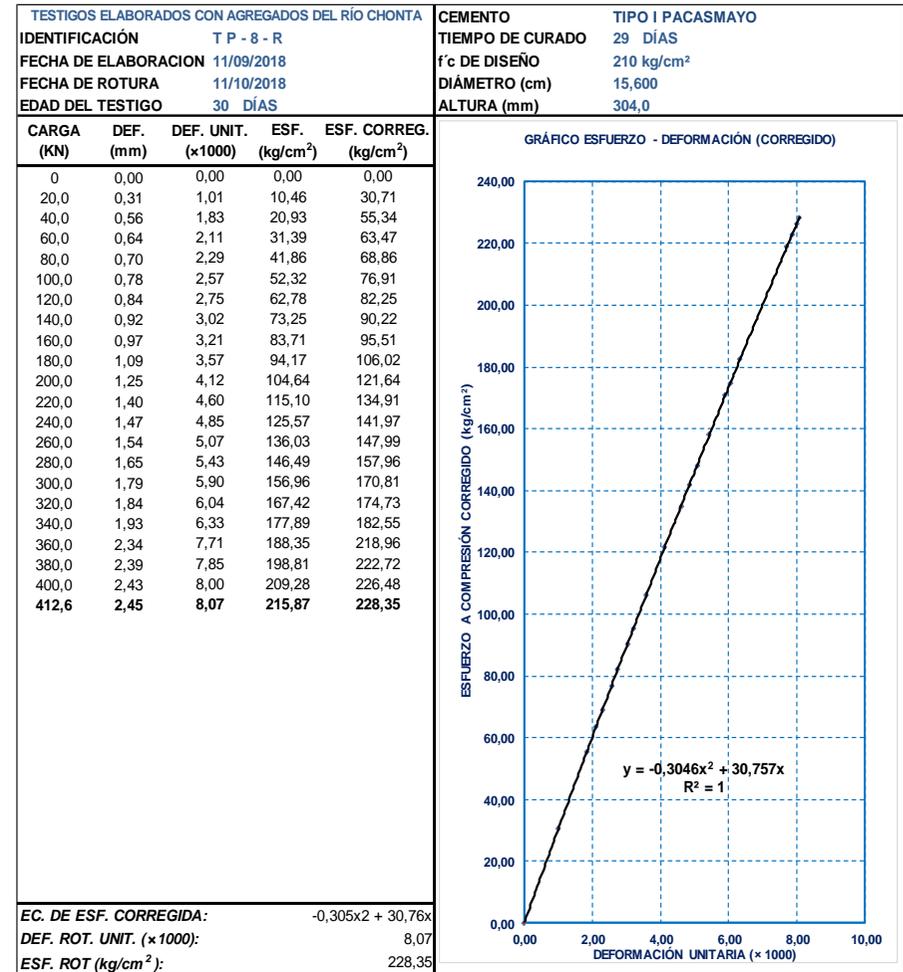


Figura 58. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (TP-8-R corregida)

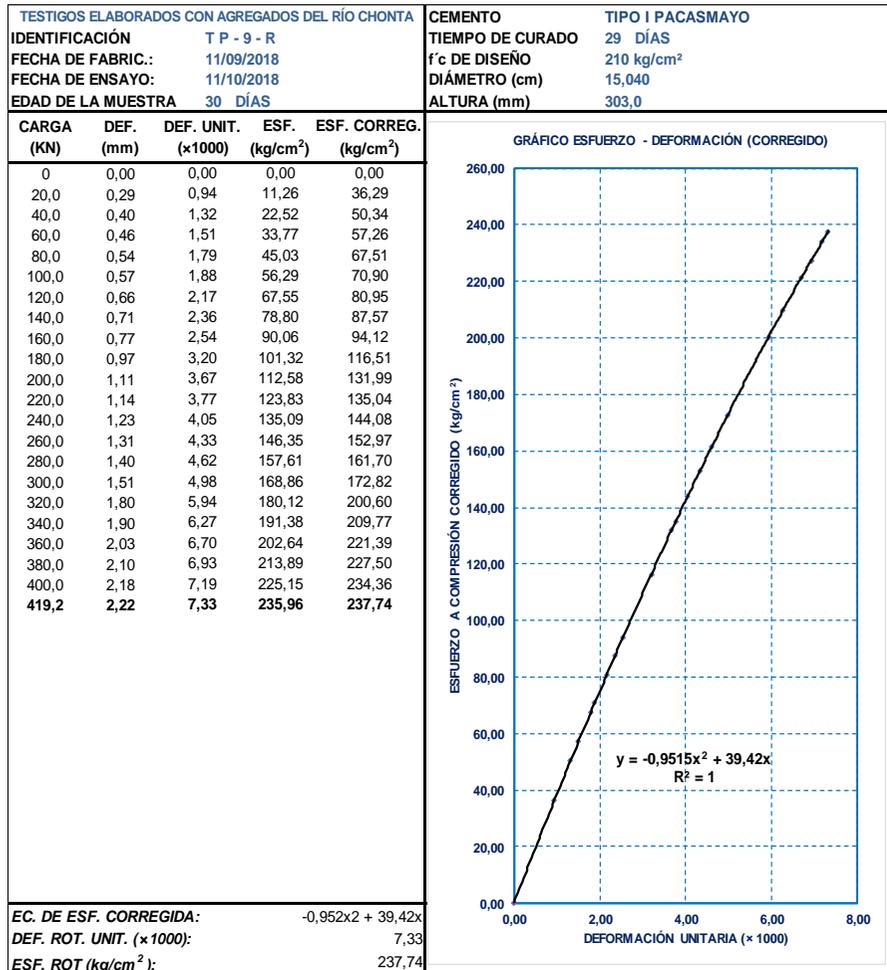


Figura 59. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (TP-9-R corregida)

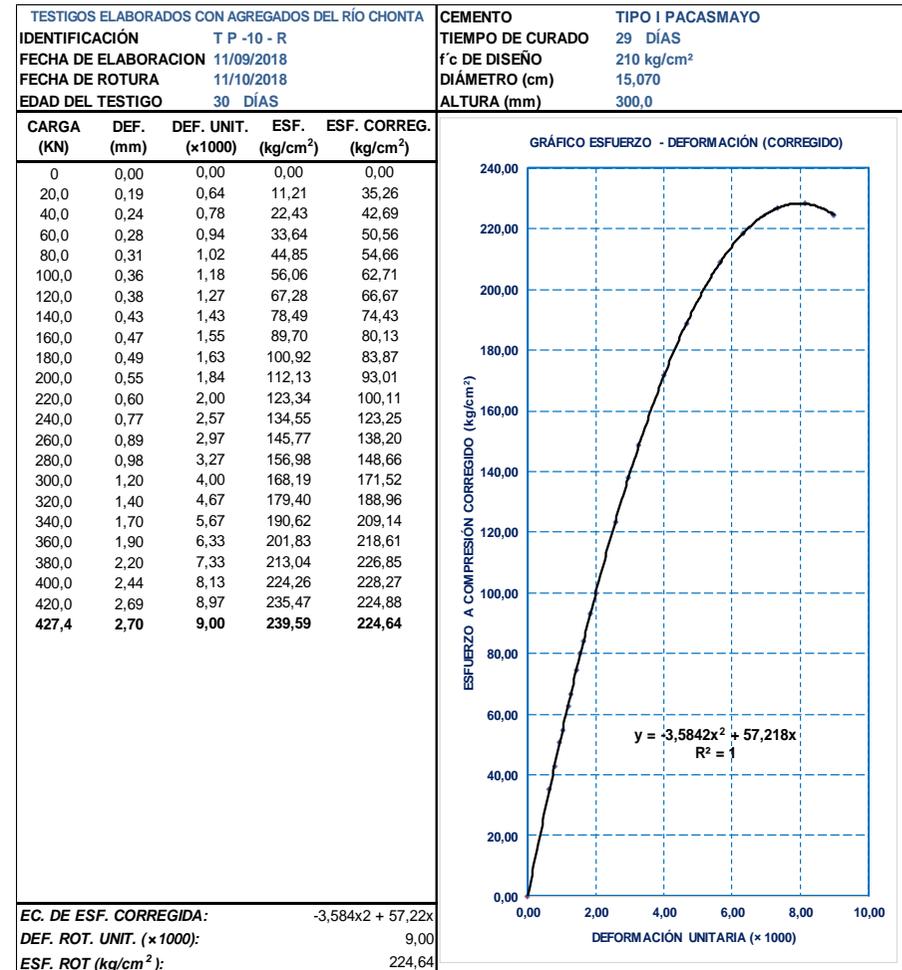


Figura 60. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (TP-10-R corregida)

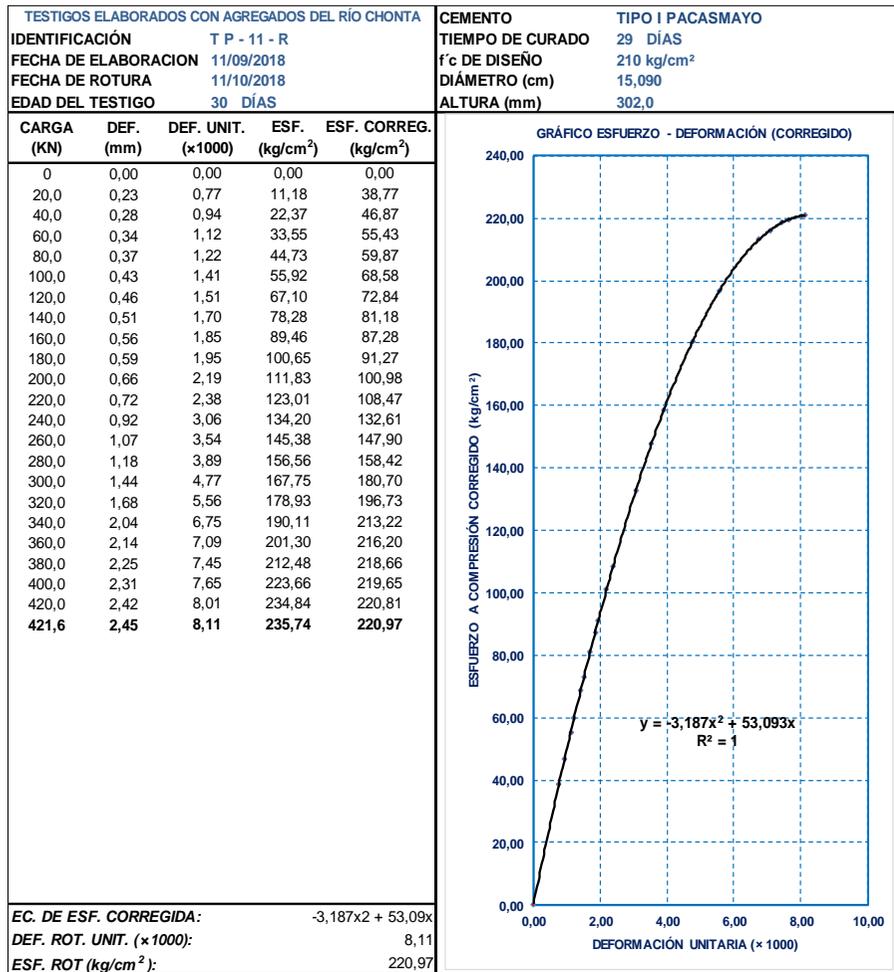


Figura 61. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (TP-11-R corregida)

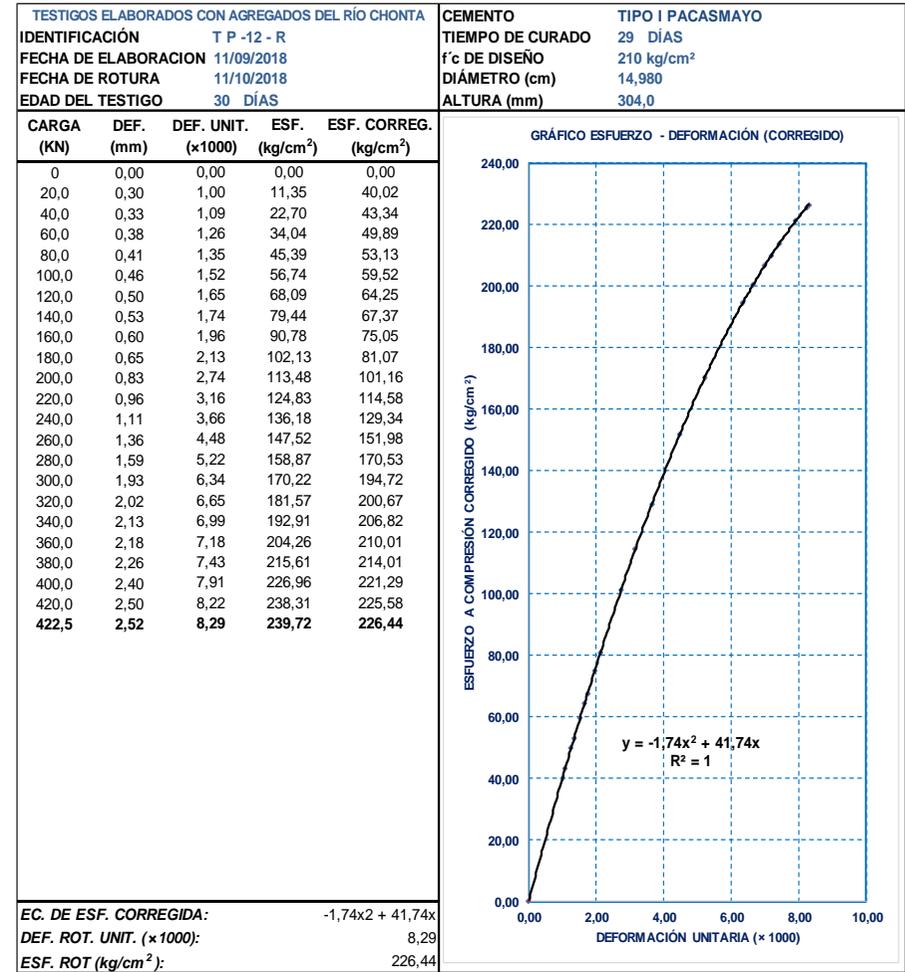


Figura 62. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (TP-12-R corregida)

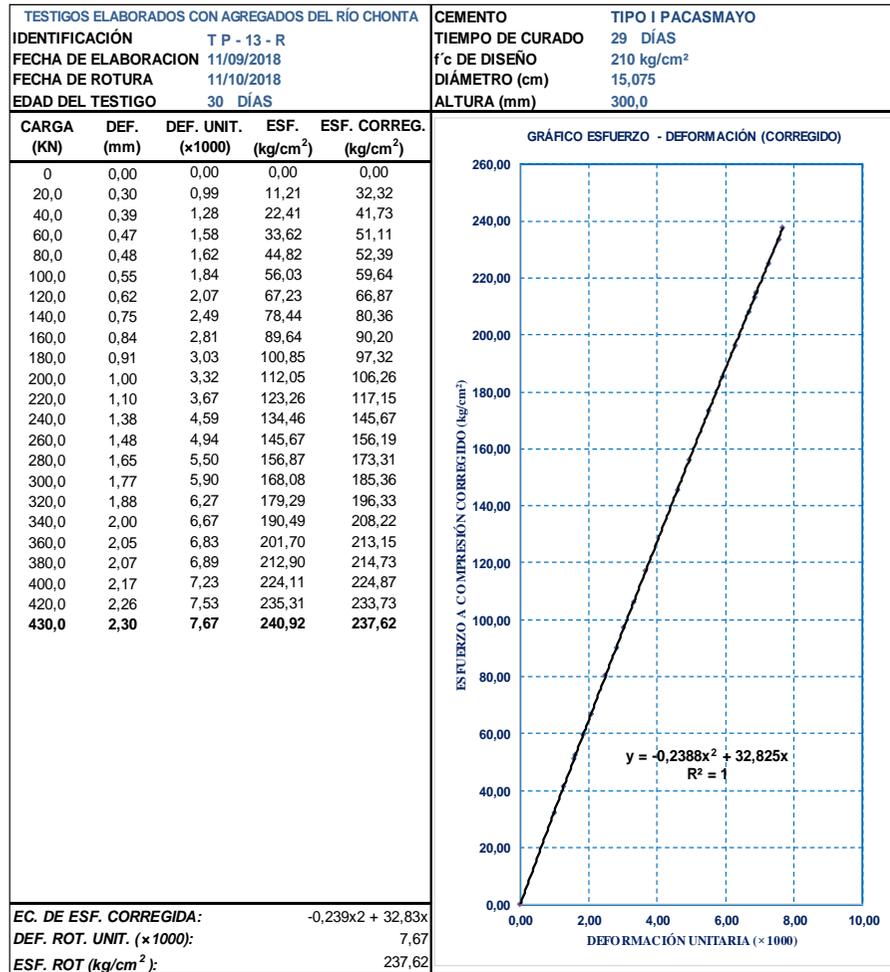


Figura 63. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (TP-13-R corregida)

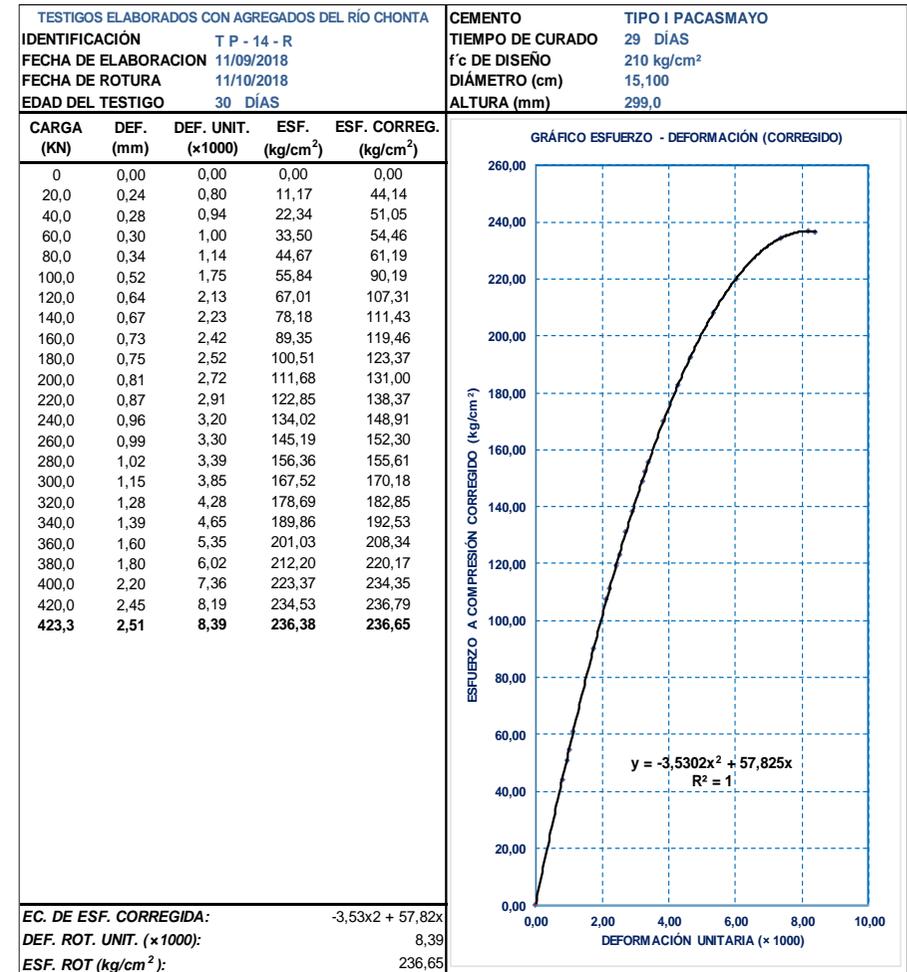


Figura 64. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (TP-14-R corregida)

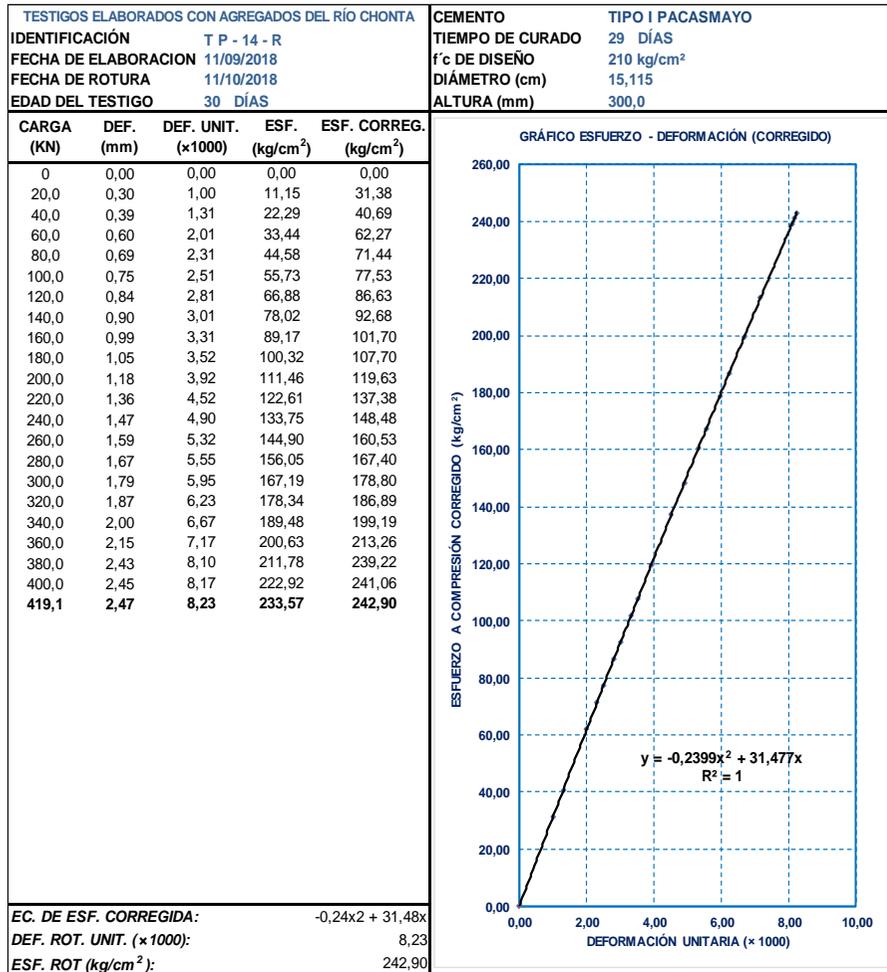


Figura 65. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (TP-15-R corregida)

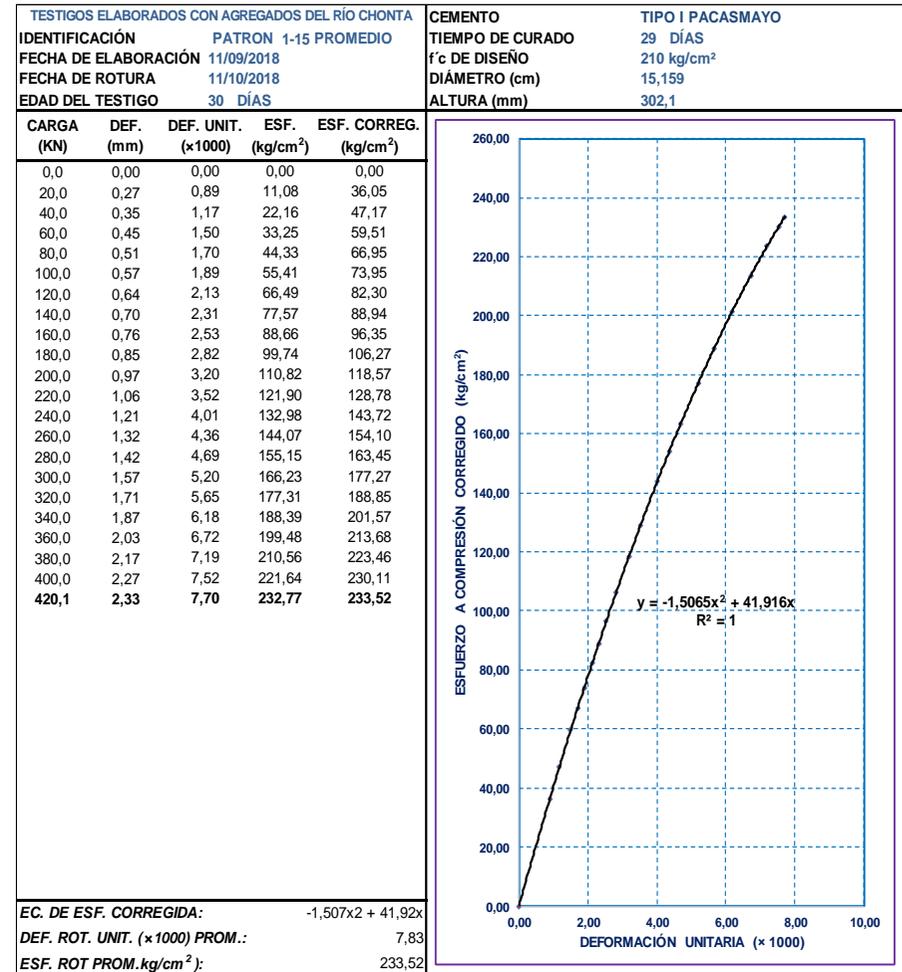


Figura 66. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (P-1-15 corregida)

Tabla 99. Resumen de las particularidades del concreto de los 15 testigos patrón con relación A/C = 0,7, en estado endurecido, elaborados con agregados de río, prueba a compresión

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS PATRÓN CON RELACIÓN A/C = 0,7 ELABORADOS CON AGREGADOS DEL RÍO-CHONTA ASTM C39 / NTP 339.034											
TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM², PARA DIFERENTES RELACIONES A/C, CON AGREGADOS DE RÍO Y DE CERRO							TIEMPO DE CURADO CEMENTO:	29 DÍAS TIPO I PACASMAYO		
RELACIÓN	0,7							f'cr REQUERIDA:	252 kg/cm²		
FECHA DE ELABORACIÓN	11/09/2018							f'c DE DISEÑO:	210 kg/cm²		
FECHA DE ROTURA	11/10/2018							f'c ESPERADO:	100 %		
EDAD DEL TESTIGO	30 DÍAS							# DE ESPECÍMENES:	15		
PROBETA	DATOS PROBETA ENDURECIDA						DATOS PRUEBA A COMPRESIÓN				
	DIÁM. (cm)	ALT. (cm)	ÁREA (cm²)	VOL. (m³)	PESO (kg) 28 DIAS	P.U. (kg/m³)	CARGA ROT. (kg)	ESF. (kg/cm²)	f'c-OBT. (kg/cm²)	f'c-OBT. (%)	DEF. ROT. UNIT. (x1000):
TP-1-R	15,26	30,40	182,77	0,00555633	13,14	2364,87	42330,00	222,08	231,60	110,28	8,88
TP-2-R	15,21	30,30	181,58	0,00550181	13,11	2381,94	42000,00	240,18	231,31	110,15	8,00
TP-3-R	15,25	30,40	182,65	0,00555269	13,14	2365,52	41690,00	238,26	228,25	108,69	7,31
TP-4-R	15,26	30,40	182,89	0,00555997	13,15	2365,12	41560,00	236,51	227,24	108,21	7,37
TP-5-R	15,13	30,20	179,79	0,00542969	12,84	2363,86	40060,00	230,86	222,81	106,10	7,52
TP-6-R	15,15	29,90	180,27	0,00538997	12,64	2345,10	42170,00	240,88	233,93	111,40	6,02
TP-7-R	15,06	30,40	178,13	0,00541519	12,72	2348,03	42520,00	238,77	238,70	113,67	7,34
TP-8-R	15,60	30,40	191,13	0,00581049	12,96	2229,59	41260,00	228,35	215,87	102,79	8,07
TP-9-R	15,04	30,30	177,66	0,00538305	12,80	2377,84	41920,00	237,74	235,96	112,36	7,33
TP-10-R	15,07	30,00	178,37	0,00535103	12,69	2370,57	42735,00	224,64	239,59	114,09	9,00
TP-11-R	15,09	30,20	178,84	0,00540101	12,77	2363,45	42160,00	220,97	235,74	112,26	8,11
TP-12-R	14,98	30,40	176,24	0,00535781	12,83	2394,64	42250,00	226,44	239,72	114,15	8,29
TP-13-R	15,08	30,00	178,49	0,00535458	12,71	2373,67	43000,00	237,62	240,92	114,72	7,67
TP-14-R	15,10	29,90	179,08	0,00535445	12,70	2371,86	42330,00	236,65	236,38	112,56	8,39
TP-15-R	15,12	30,00	179,43	0,00538304	12,77	2372,27	41910,00	242,90	233,57	111,22	8,23
PROMEDIO	15,16	30,21	180,49	0,00545341	12,86	2359,22	41993,00	233,52	232,77	110,84	7,83

2. Resistencia a compresión de testigos con relación A/C=0,6; elaborados con agregados de río

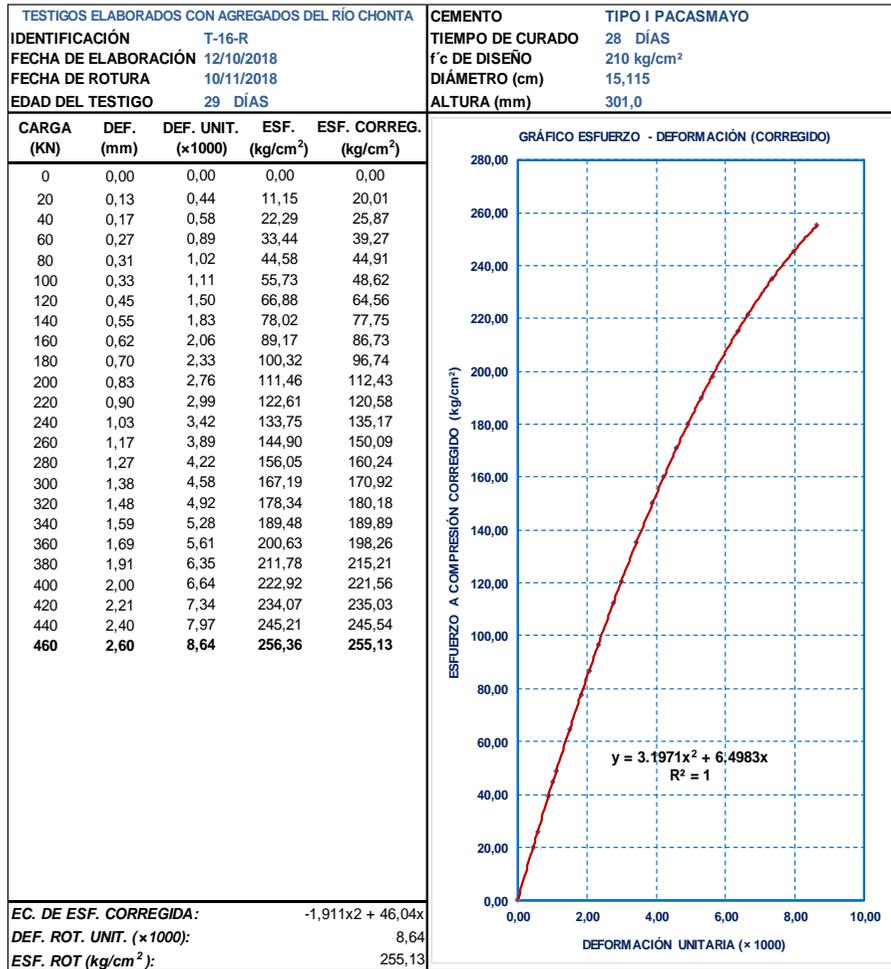


Figura 67. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-16-R corregida)

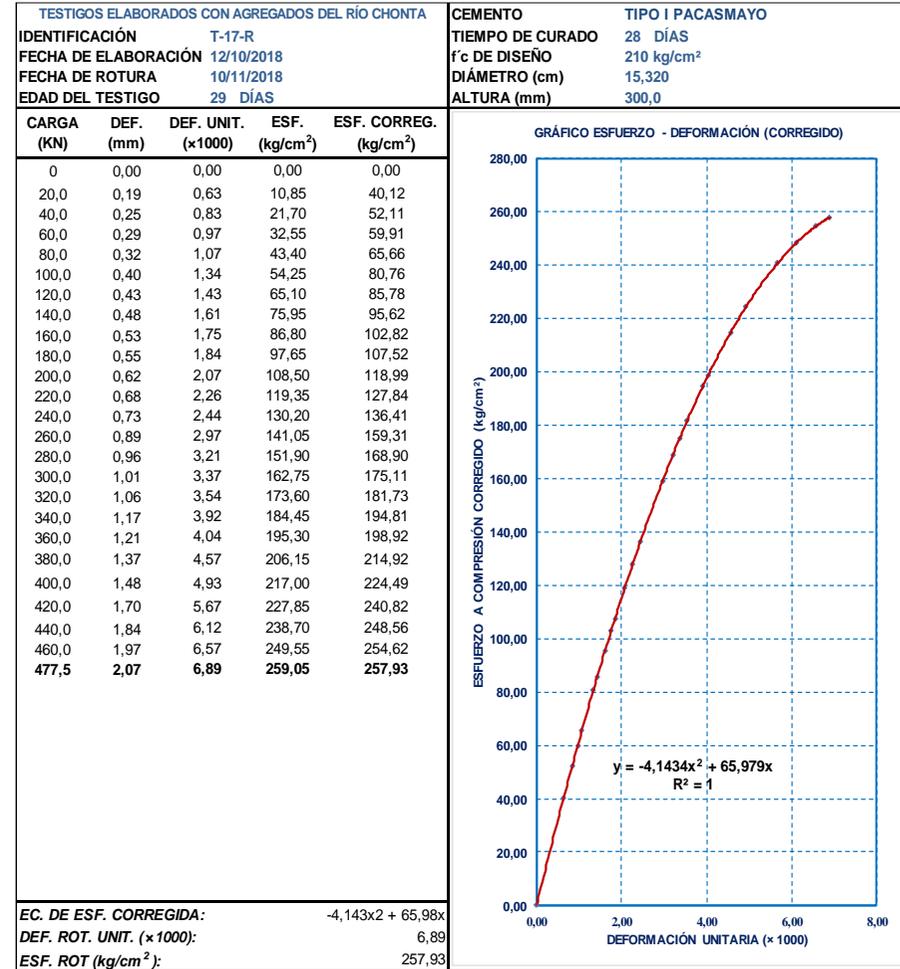
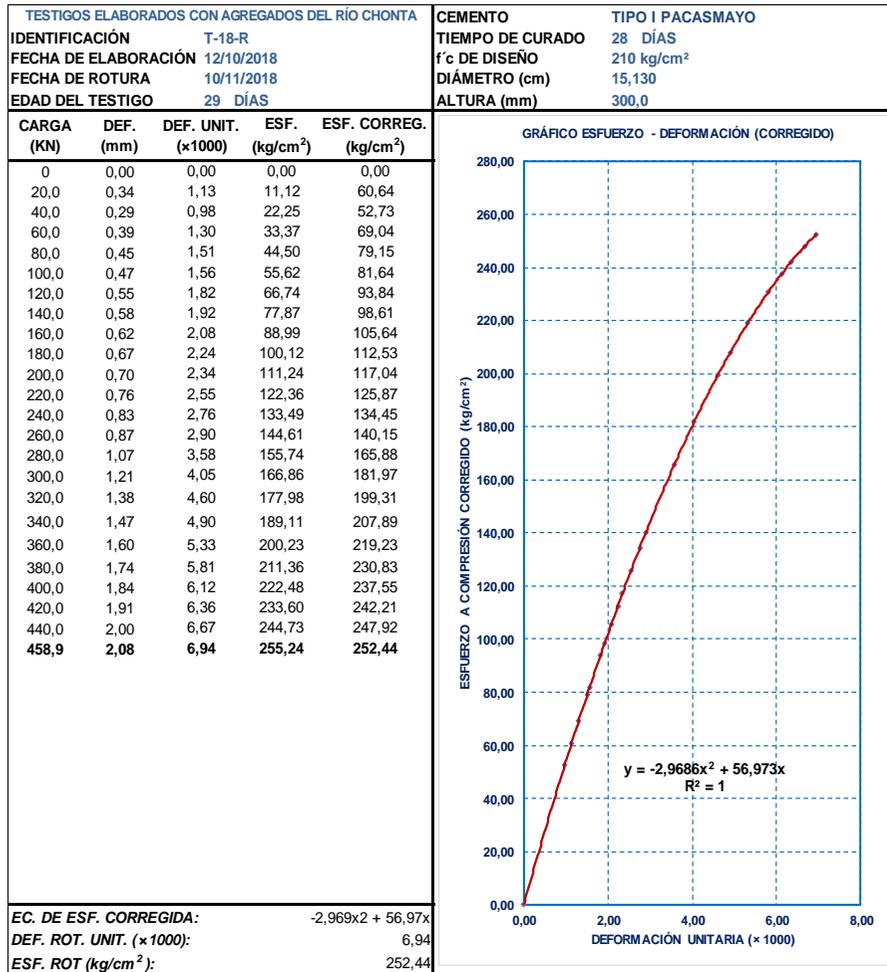


Figura 68. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-17-R corregida)



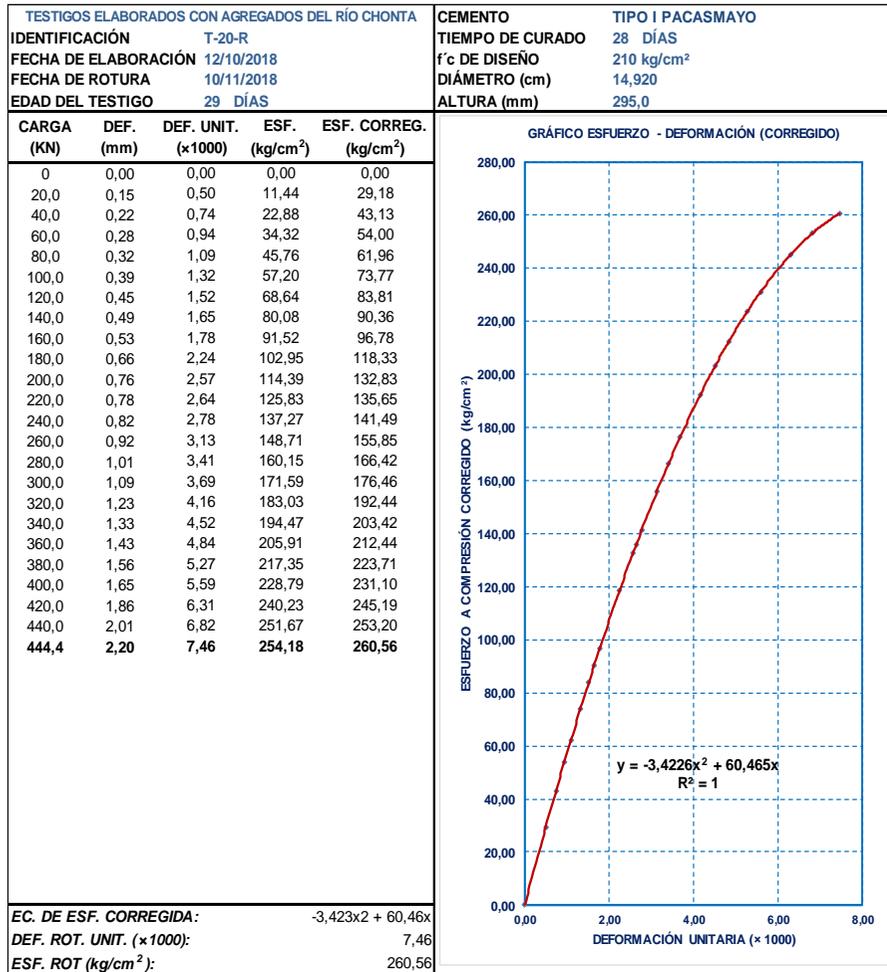


Figura 71. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-20-R corregida)

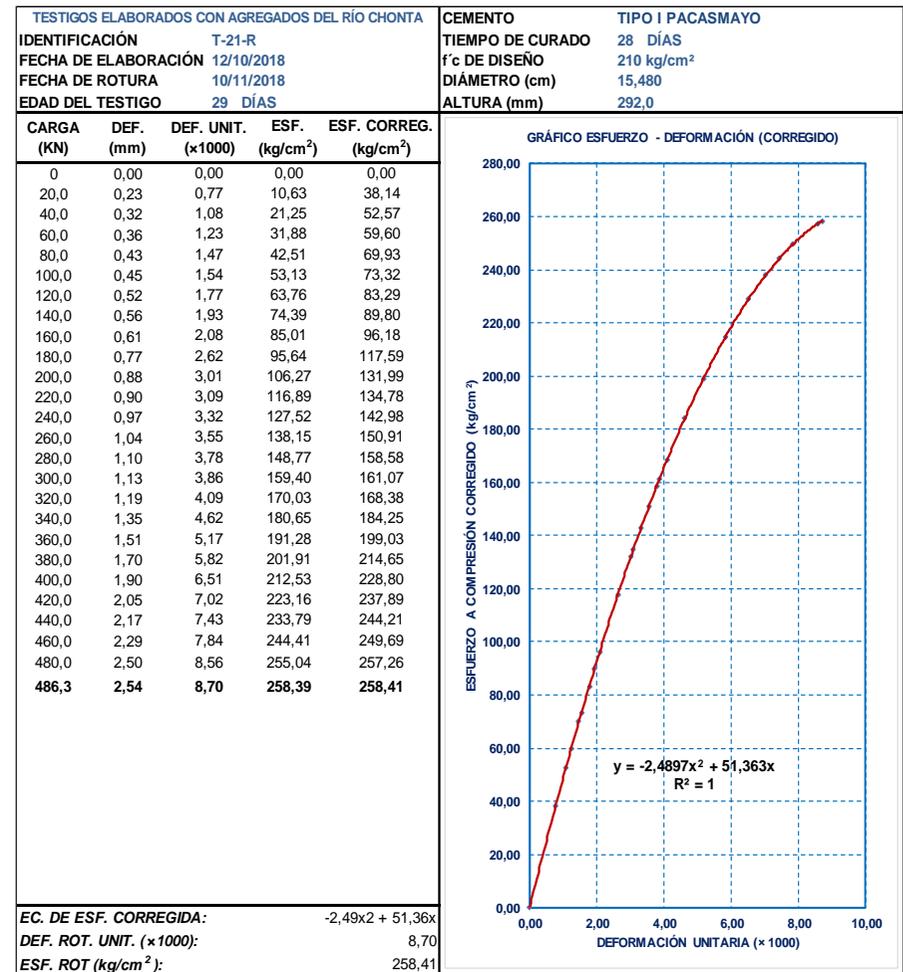


Figura 72. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-21-R corregida)

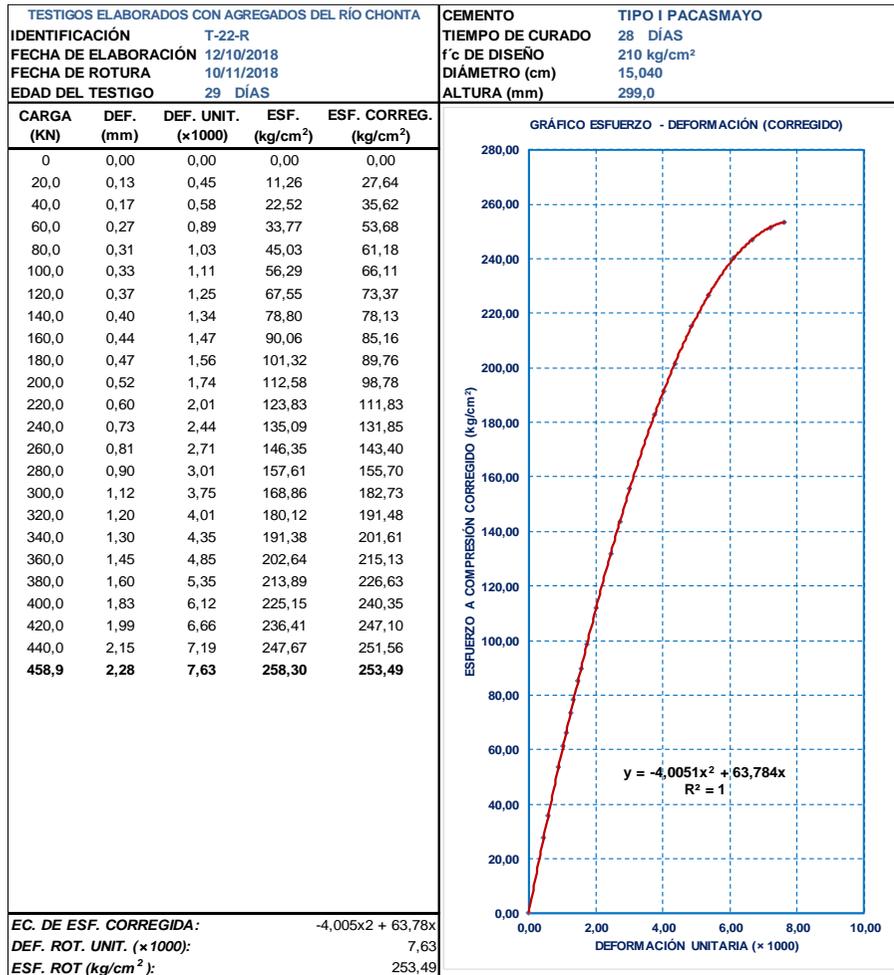


Figura 73. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-22-R corregida)

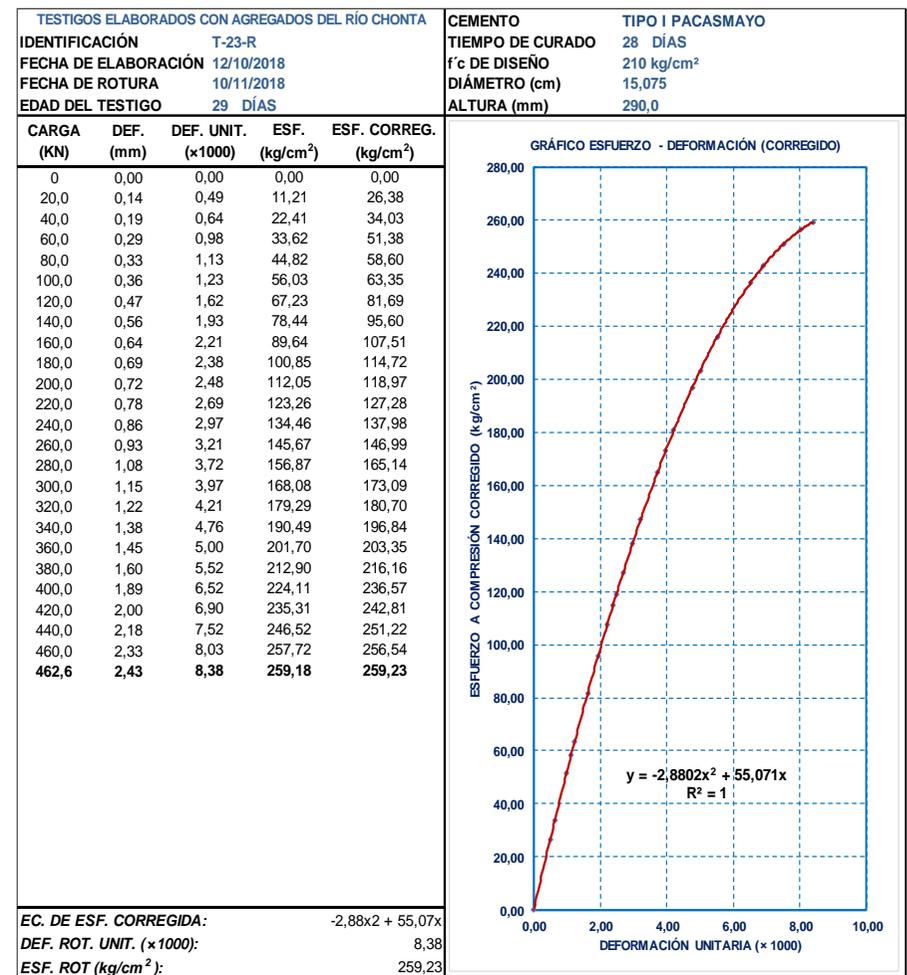


Figura 74. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-23-R corregida)

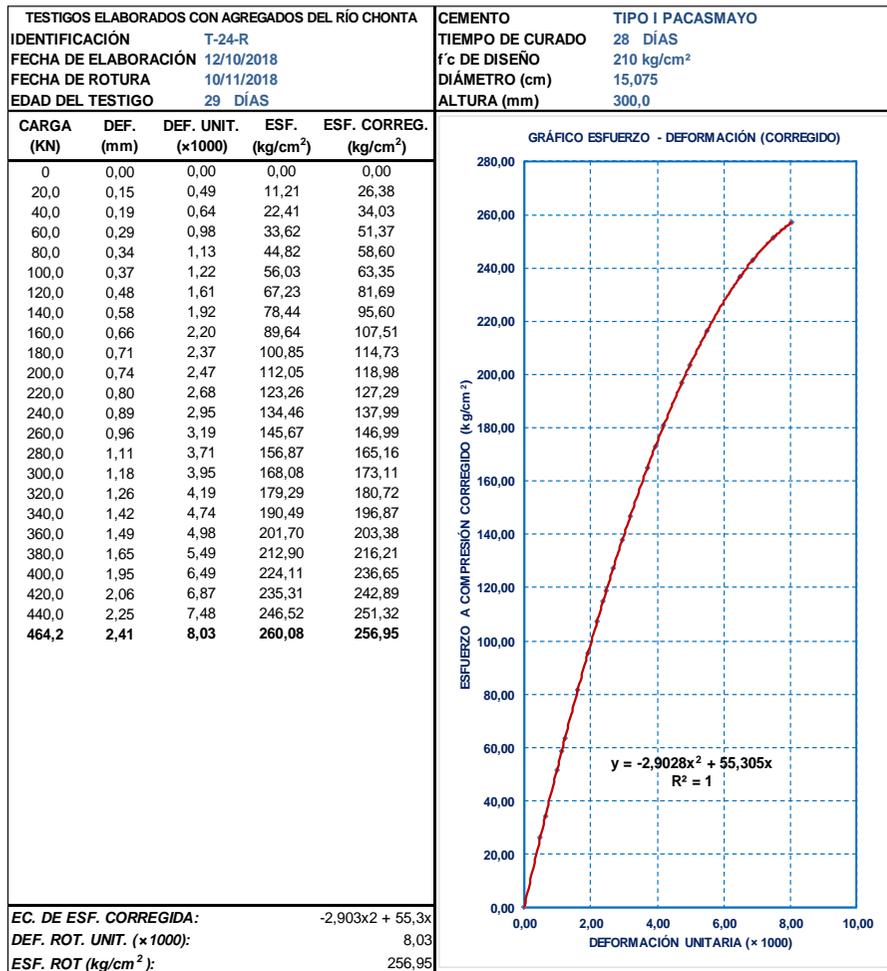


Figura 75. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-24-R corregida)

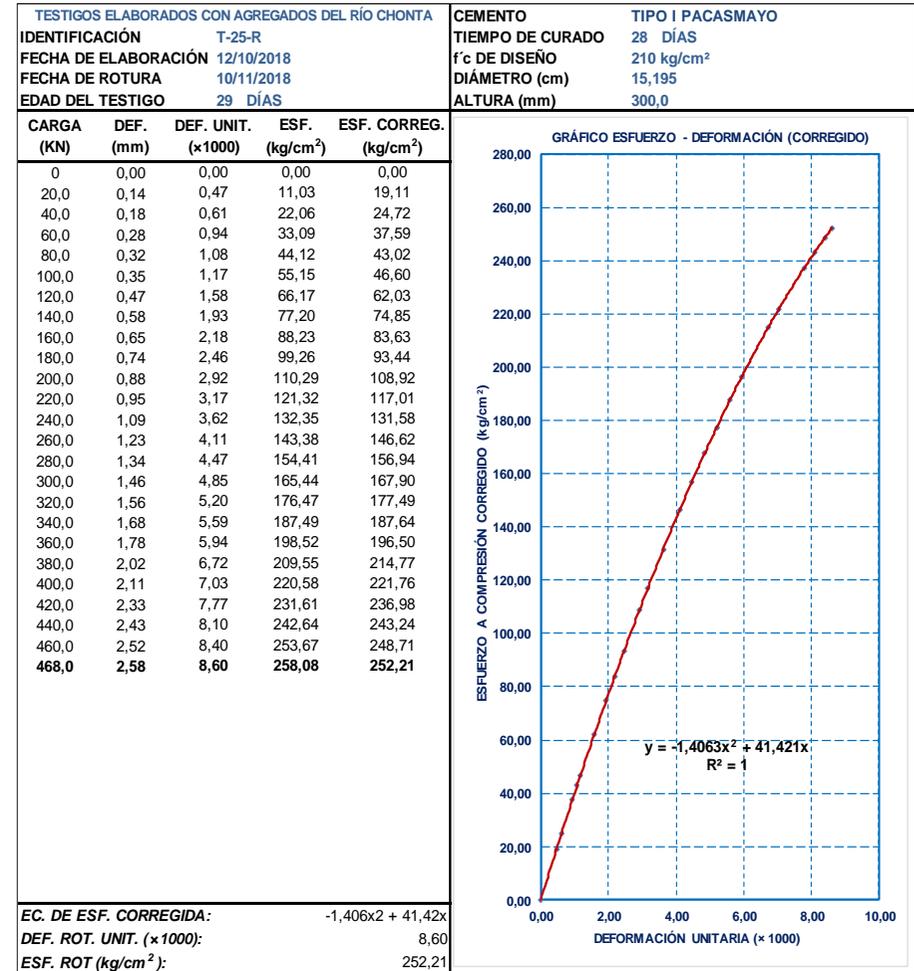


Figura 76. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-25-R corregida)

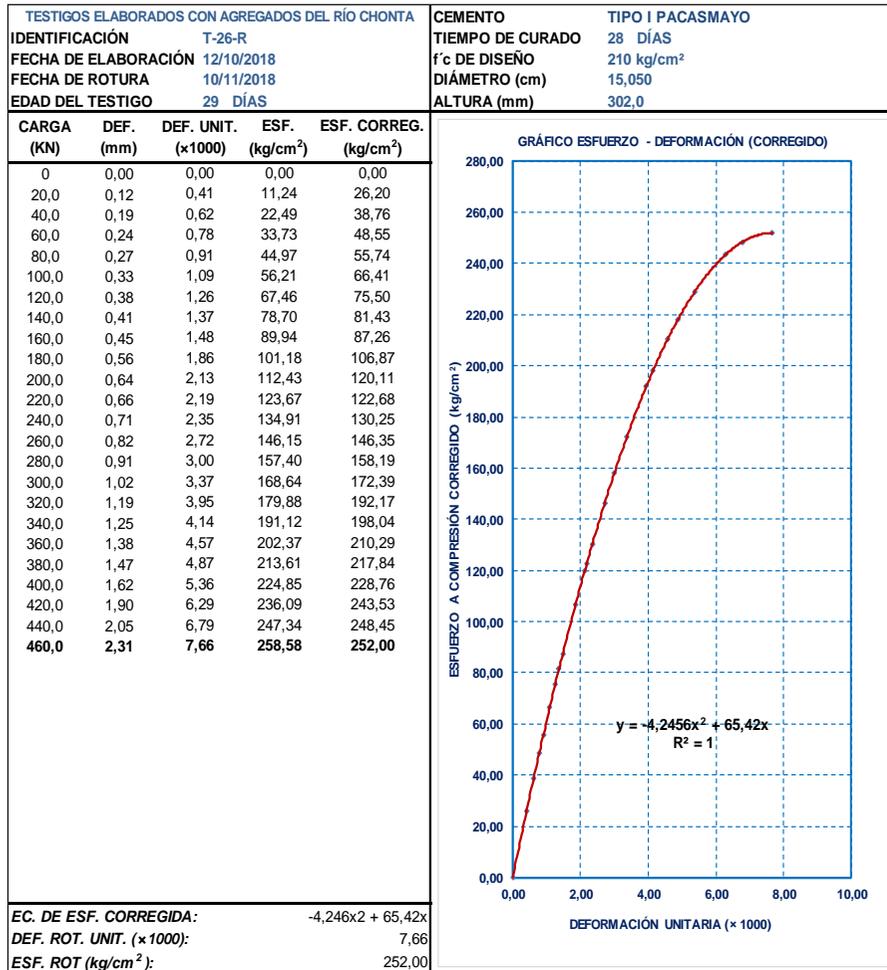


Figura 77. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-26-R corregida)

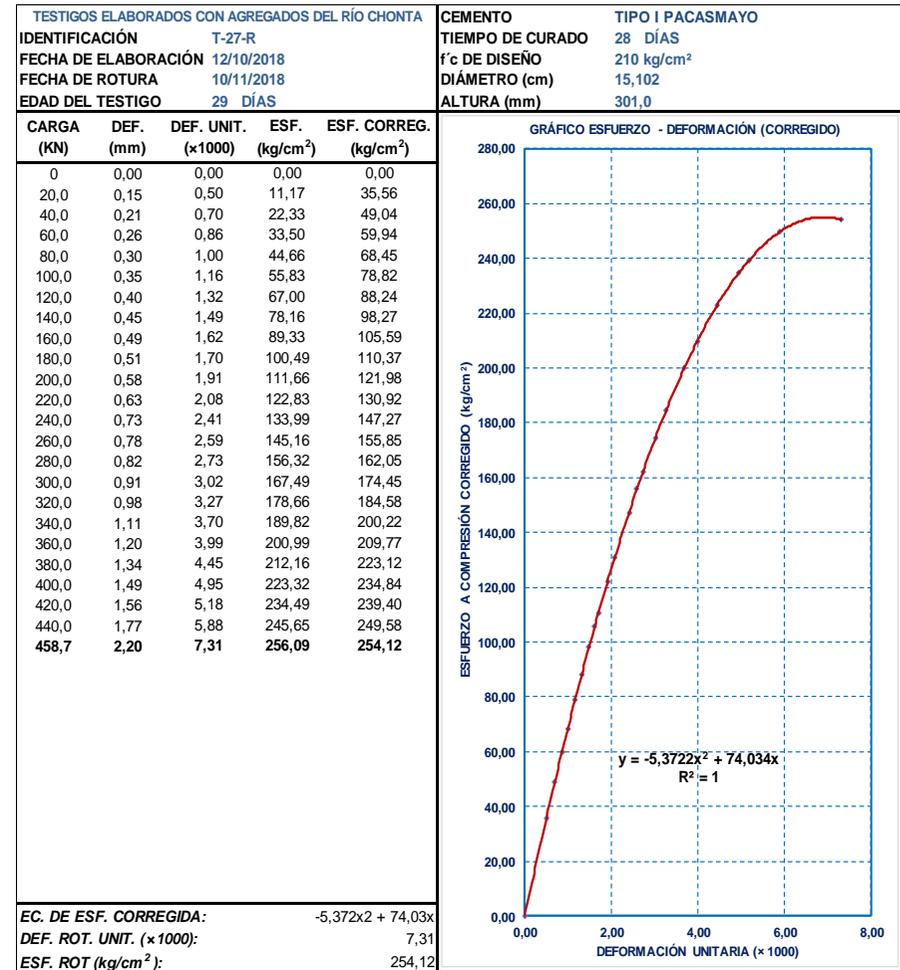


Figura 78. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-27-R corregida)

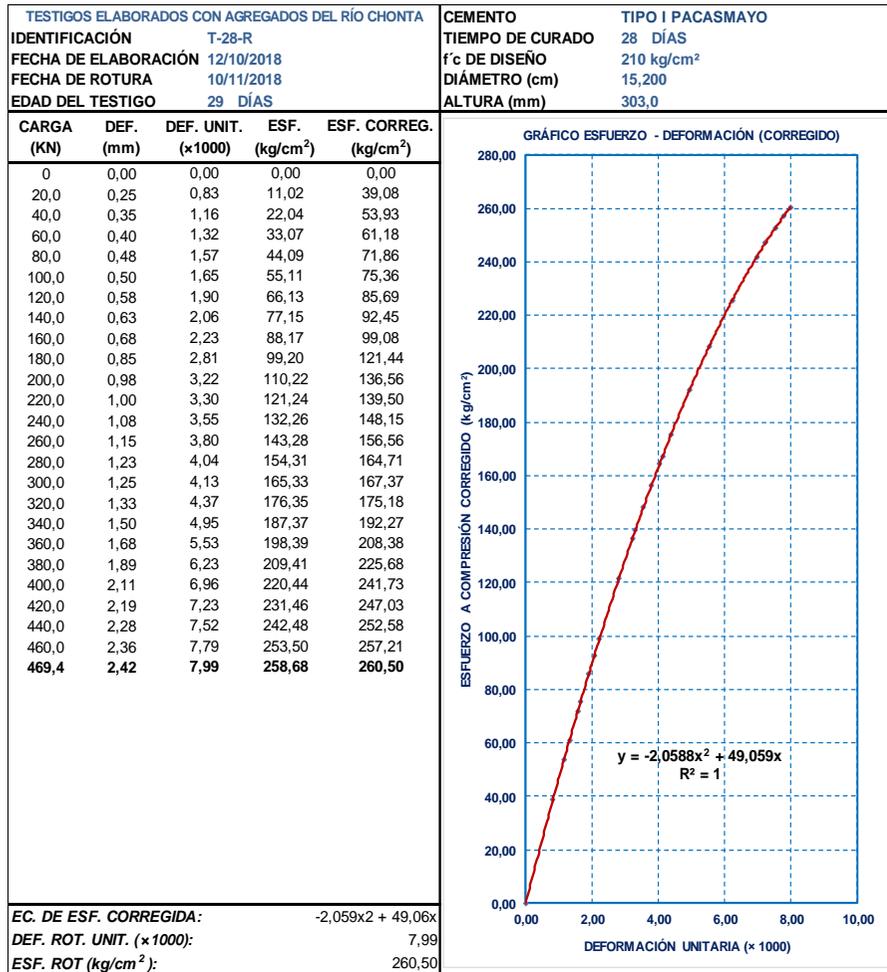


Figura 79. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-28-R corregida)

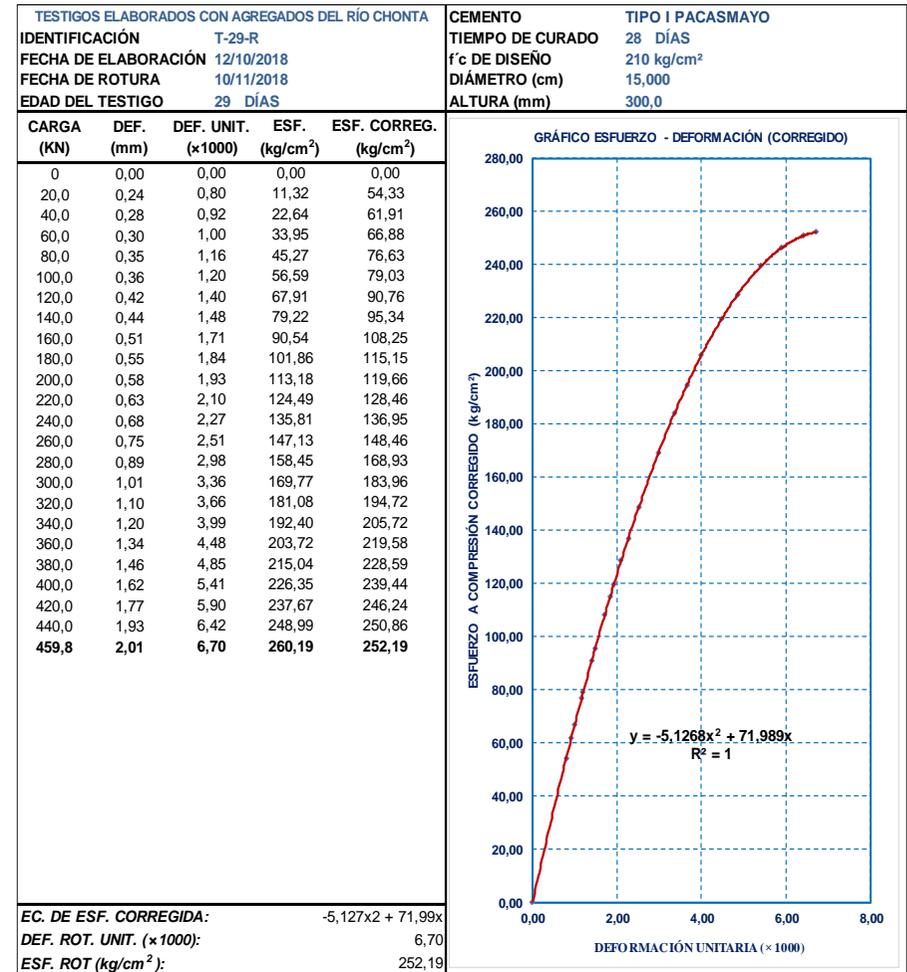


Figura 80. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-29-R corregida)

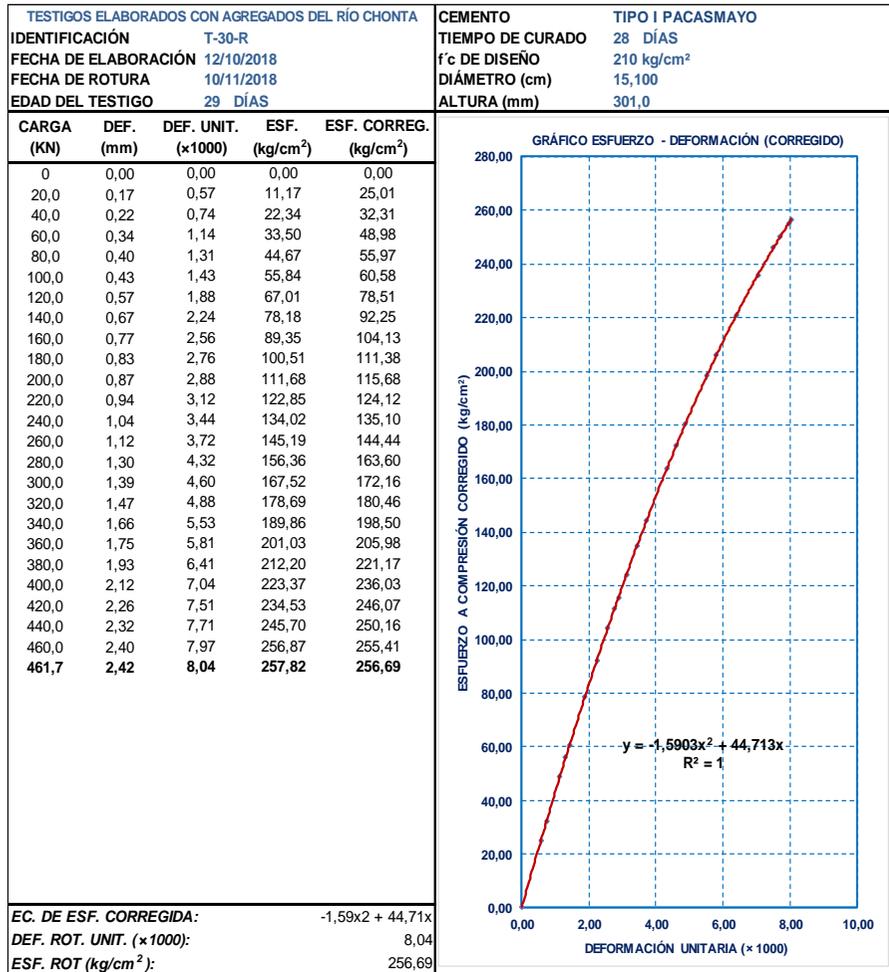


Figura 16. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-30-R corregida)

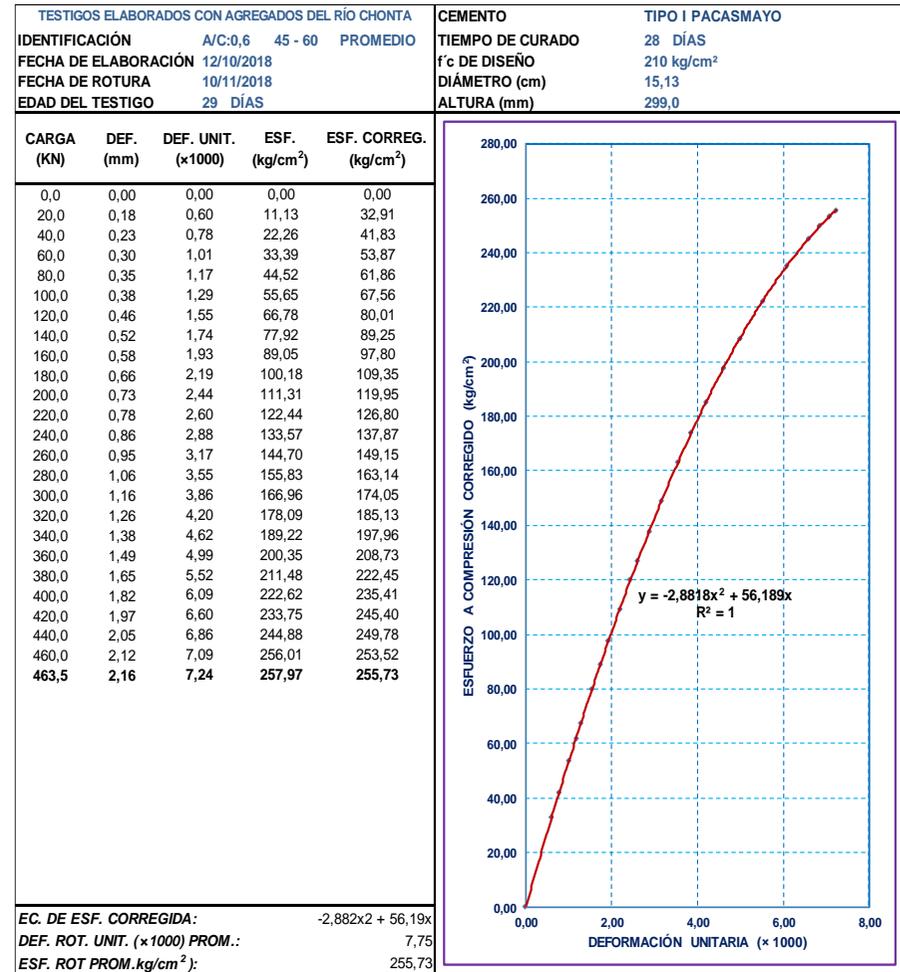


Figura 82. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-P-R corregida)

Tabla 100. Resumen de las particularidades del concreto de los 15 testigos con relación A/C=0,6; en estado endurecido, prueba a compresión.

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CON RELACIÓN A/C=0,6 , ELABORADOS CON AGREGADOS DEL RÍO CHONTA ASTM C39 / NTP 339.034											
TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM ² , PARA DIFERENTES RELACIONES A / C, CON AGREGADOS DE RÍO Y DE CERRO						TIEMPO DE CURADO		28 DÍAS		
RELACION A/C	0,6						CEMENTO:		TIPO I-PACASMAYO		
FECHA DE ELABORACIÓN	12/10/2018						f'cr REQUERIDA:		252 kg/cm ²		
FECHA DE ROTURA	10/11/2018						f'c DE DISEÑO:		210 kg/cm ²		
EDAD DEL TESTIGO	29 DÍAS						f'c ESPERADO:		100 %		
							# DE ESPECÍMENES:		15		
PROBETA	DATOS PROBETA ENDURECIDA					DATOS PRUEBA A COMPRESIÓN					
	DIÁM. (cm)	ALT. (cm)	ÁREA (cm ²)	VOL. (m ³)	PESO (kg) 28 DIAS	P.U. (kg/m ³)	CARGA ROT. (kg)	ESF. (kg/cm ²)	f'c-OBT. (kg/cm ²)	f'c-OBT. (%)	DEF. ROT. UNIT. (x1000):
T-16-R	15,12	30,10	179,43	0,00540098	12,82	2372,72	46000,00	255,13	256,36	122,08	8,64
T-17-R	15,32	30,00	184,33	0,00553005	12,80	2314,63	47752,00	257,93	259,05	123,36	6,89
T-18-R	15,13	30,00	179,79	0,00539373	12,83	2378,69	45890,00	252,44	255,24	121,54	6,94
T-19-R	15,08	30,10	178,60	0,00537600	12,89	2396,76	46320,00	254,13	259,34	123,50	7,24
T-20-R	14,92	29,50	174,83	0,00515762	12,37	2398,39	44439,00	260,56	254,18	121,04	7,46
T-21-R	15,48	29,20	188,21	0,00549559	12,83	2333,69	48630,00	258,41	258,39	123,04	8,70
T-22-R	15,04	29,90	177,66	0,00531198	12,71	2391,76	45890,00	253,49	258,30	123,00	7,63
T-23-R	15,08	29,00	178,49	0,00517610	12,66	2445,86	46260,00	259,23	259,18	123,42	8,38
T-24-R	15,08	30,00	178,49	0,00535458	12,80	2389,54	46420,00	256,95	260,08	123,85	8,03
T-25-R	15,20	30,00	181,34	0,00544017	12,84	2360,22	46800,00	252,21	258,08	122,90	8,60
T-26-R	15,05	30,20	177,89	0,00537242	13,12	2441,17	46000,00	252,00	258,58	123,13	7,66
T-27-R	15,10	30,10	179,11	0,00539134	12,86	2384,38	45870,00	254,12	256,09	121,95	7,31
T-28-R	15,20	30,30	181,46	0,00549819	13,26	2410,79	46939,00	260,50	258,68	123,18	7,99
T-29-R	15,00	30,00	176,71	0,00530144	12,75	2405,01	45980,00	252,19	260,19	123,90	6,70
T-30-R	15,10	30,10	179,08	0,00539027	12,80	2374,65	46170,00	256,69	257,82	122,77	8,04
PROMEDIO	15,13	29,90	179,70	0,00537270	12,82	2386,55	46357,33	255,73	257,97	122,84	7,75

3. Resistencia a compresión de testigos con relación A/C=0,5.

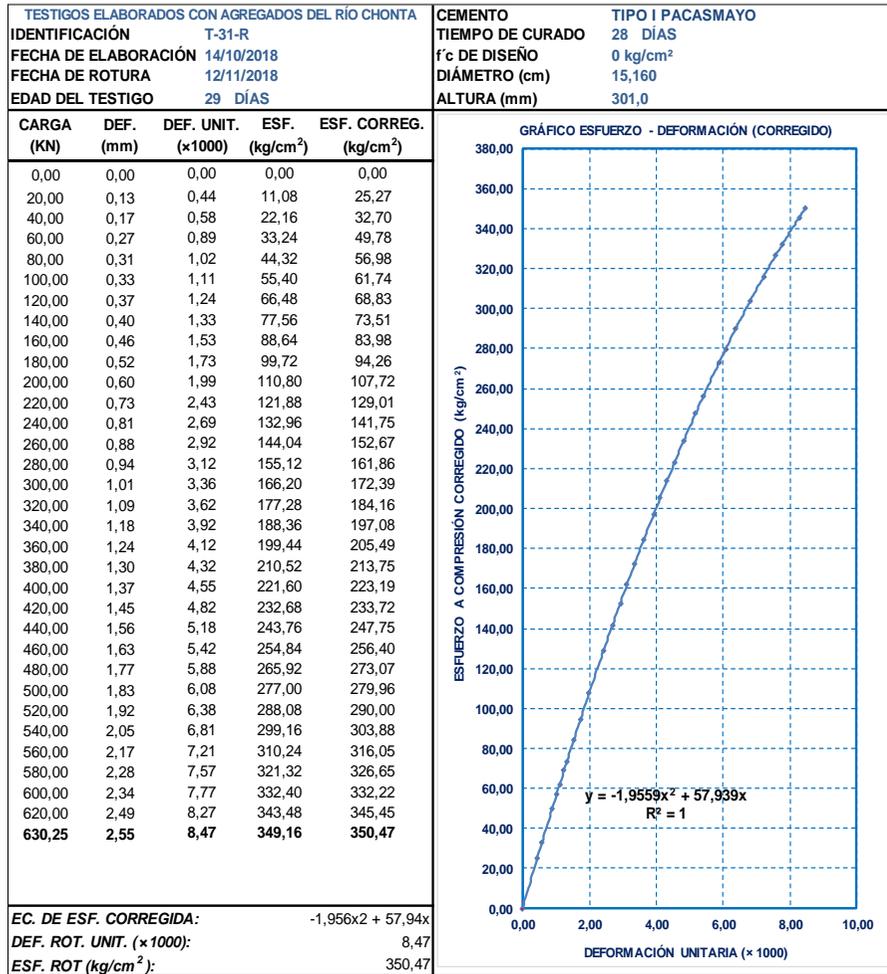


Figura 83. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-31-R corregida)

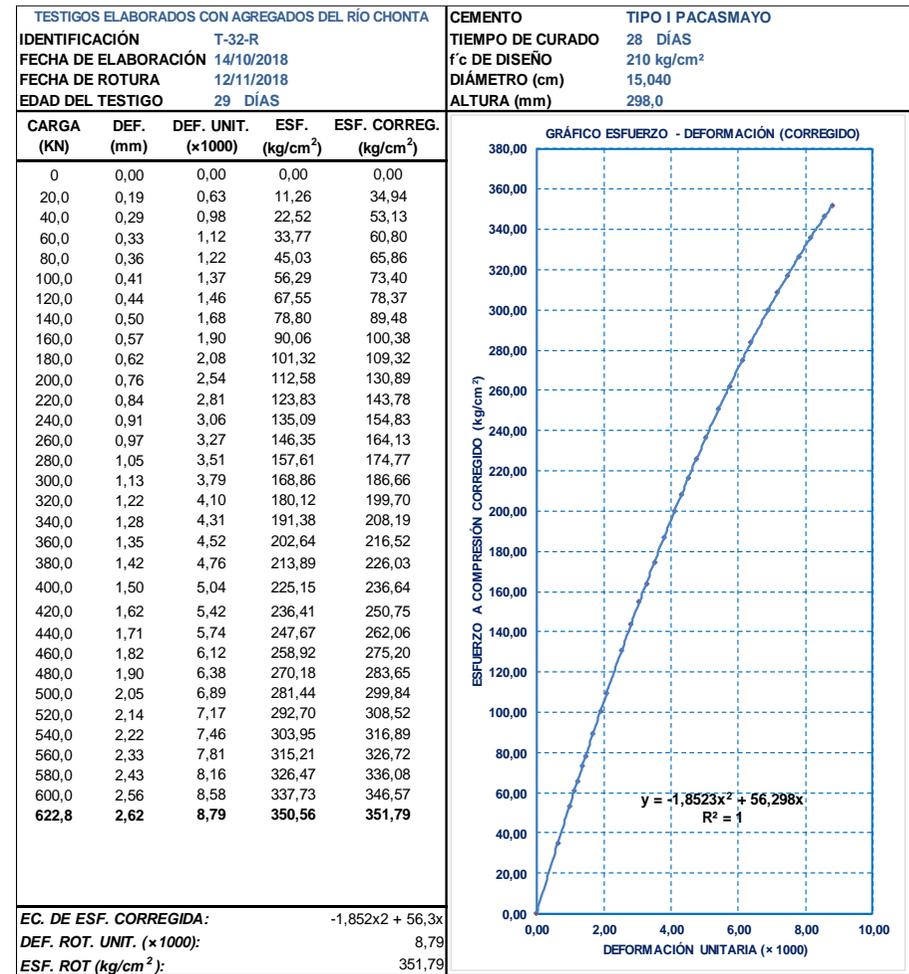


Figura 84. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-32-R corregida)

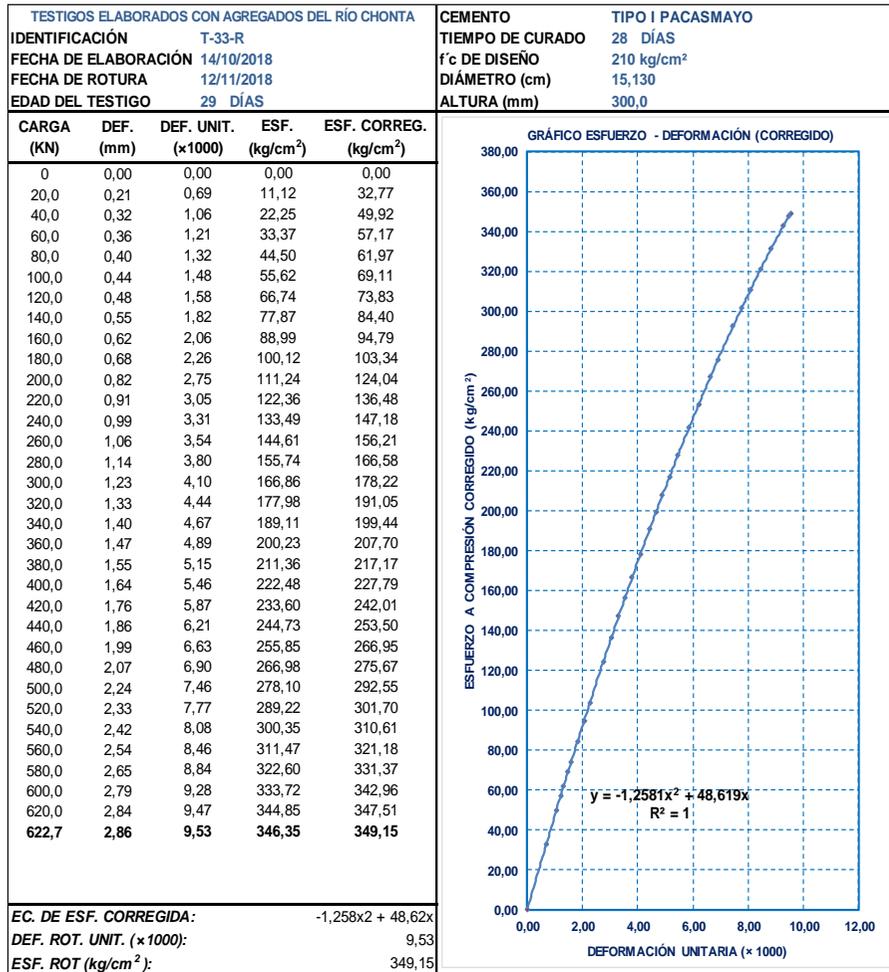


Figura 85. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-33-R corregida)

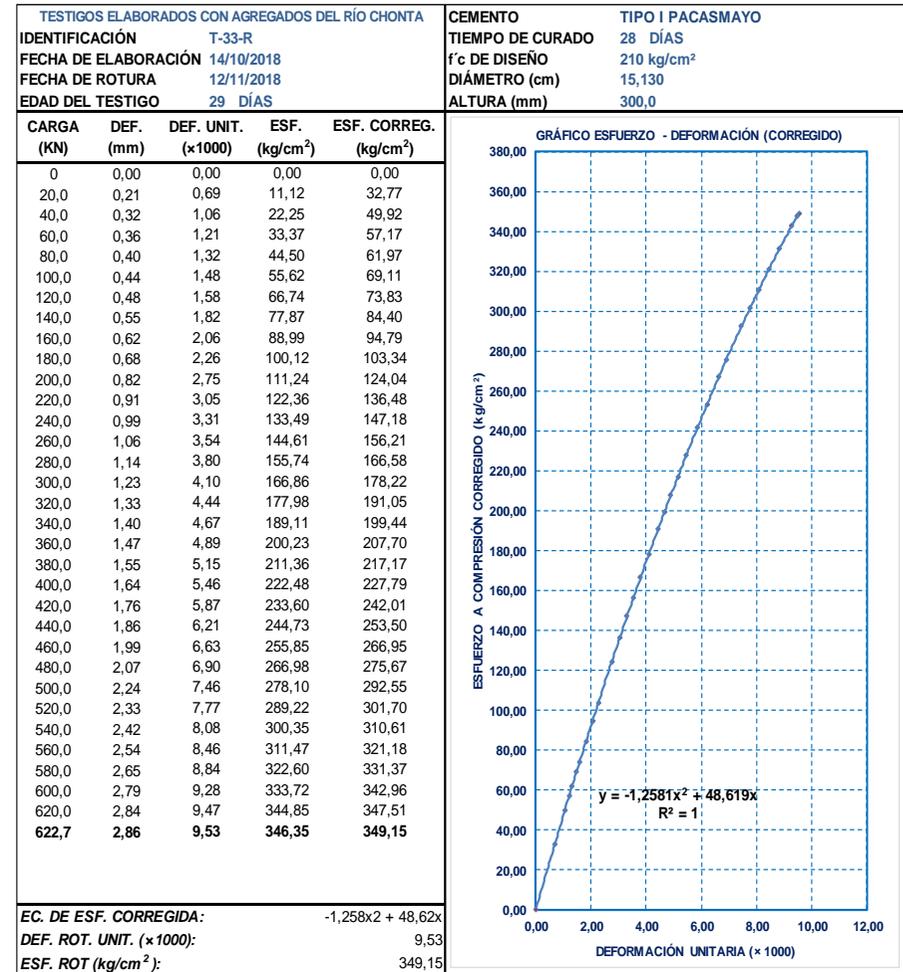


Figura 86. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-34-R corregida)

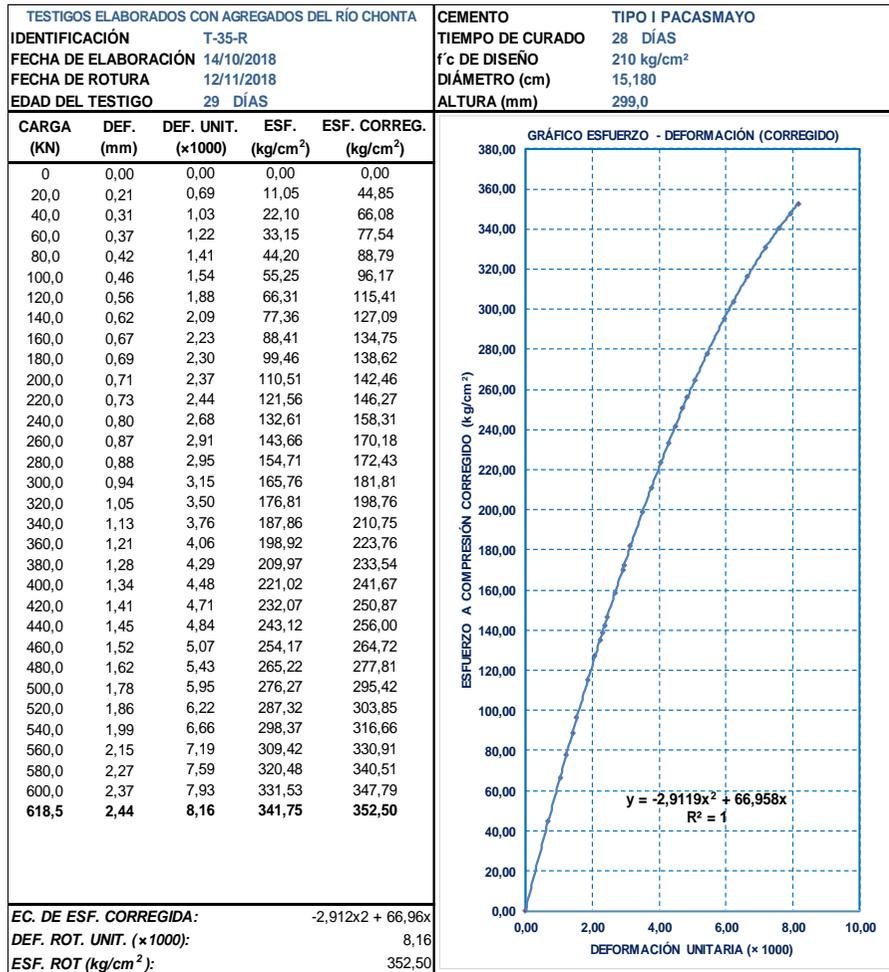


Figura 87. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-35-R corregida)

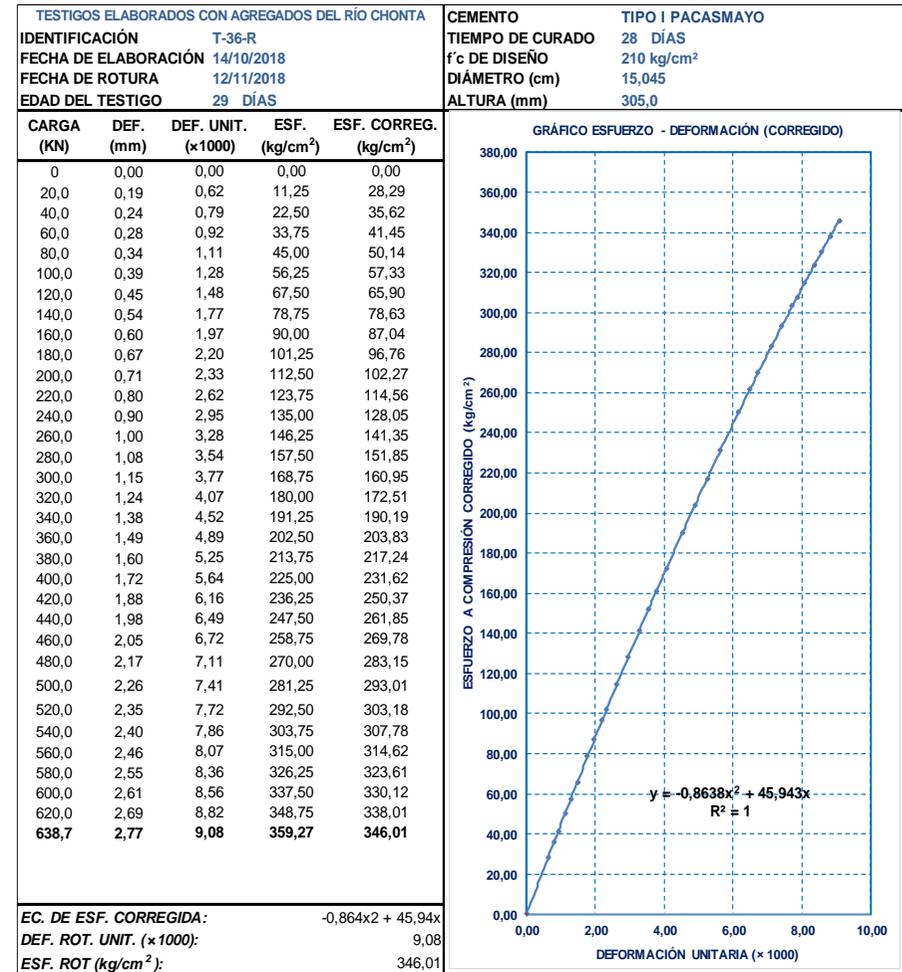


Figura 88. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-36-R corregida)

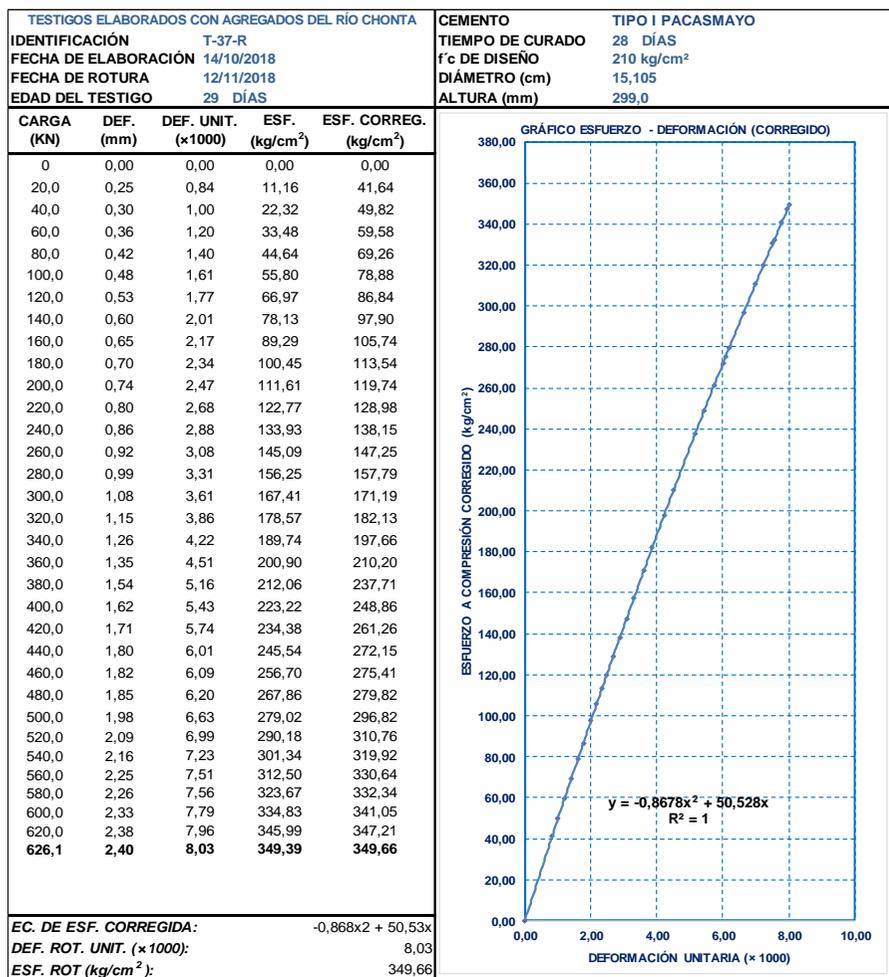


Figura 89. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-37-R corregida)

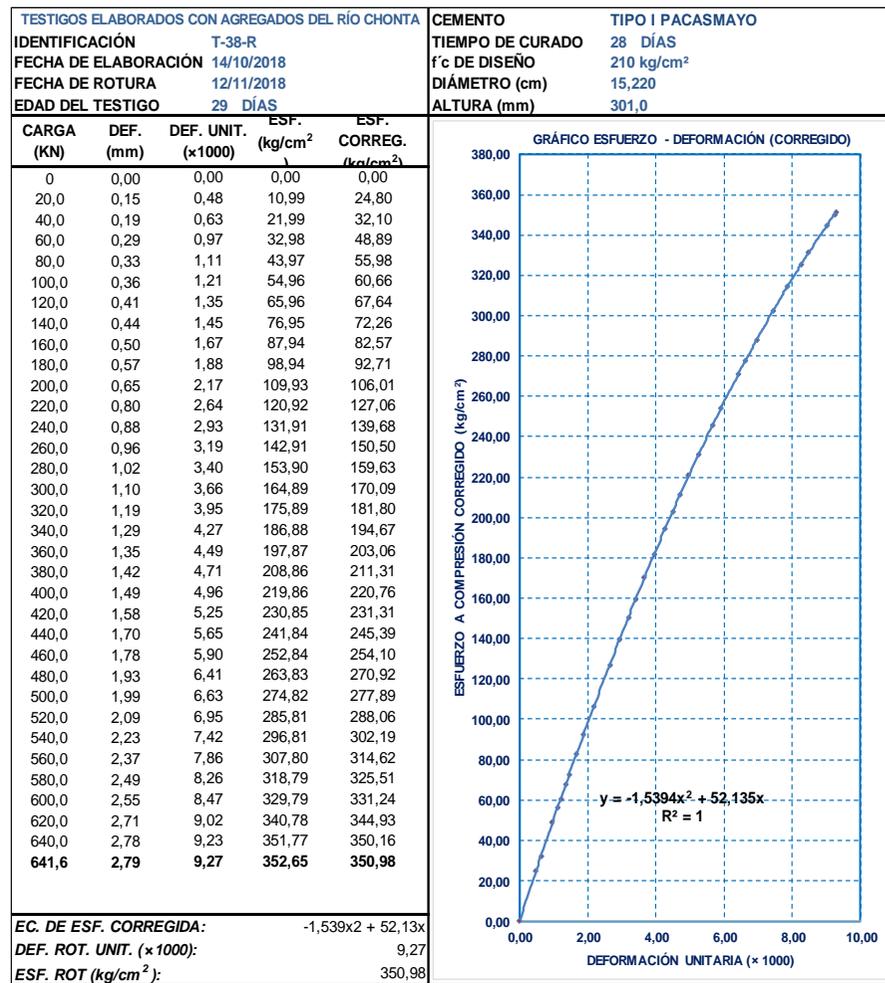


Figura 90. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-38-R corregida)

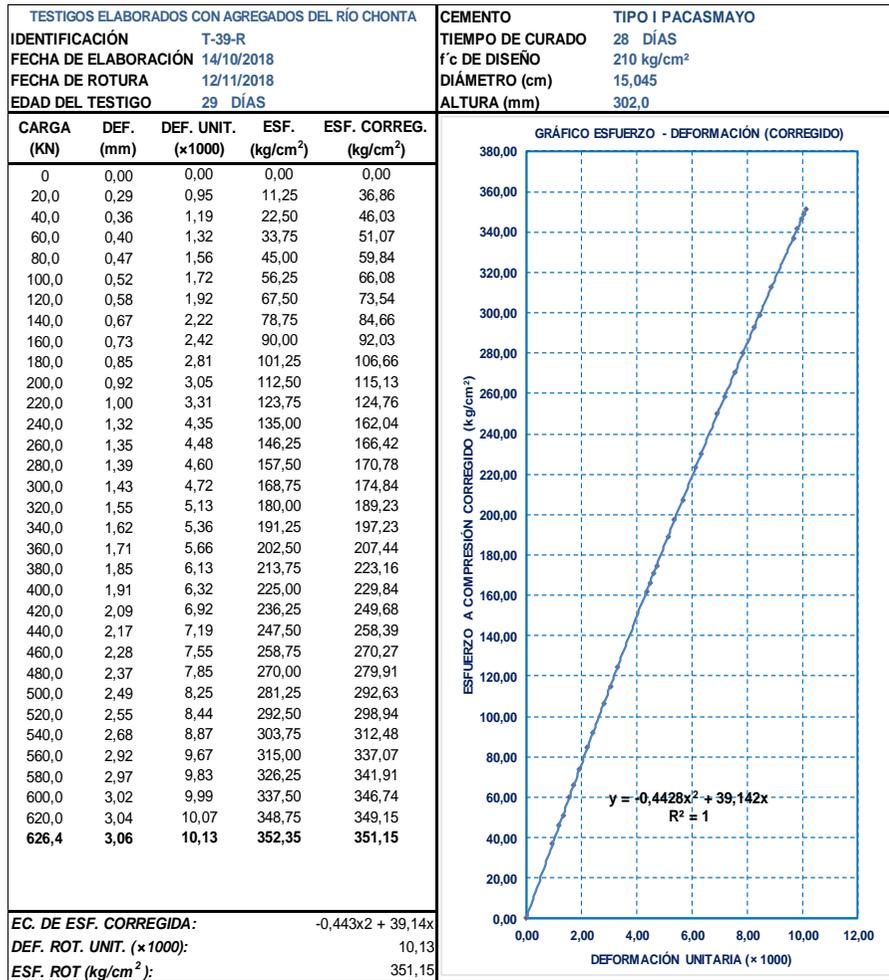


Figura 91. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-39-R corregida)

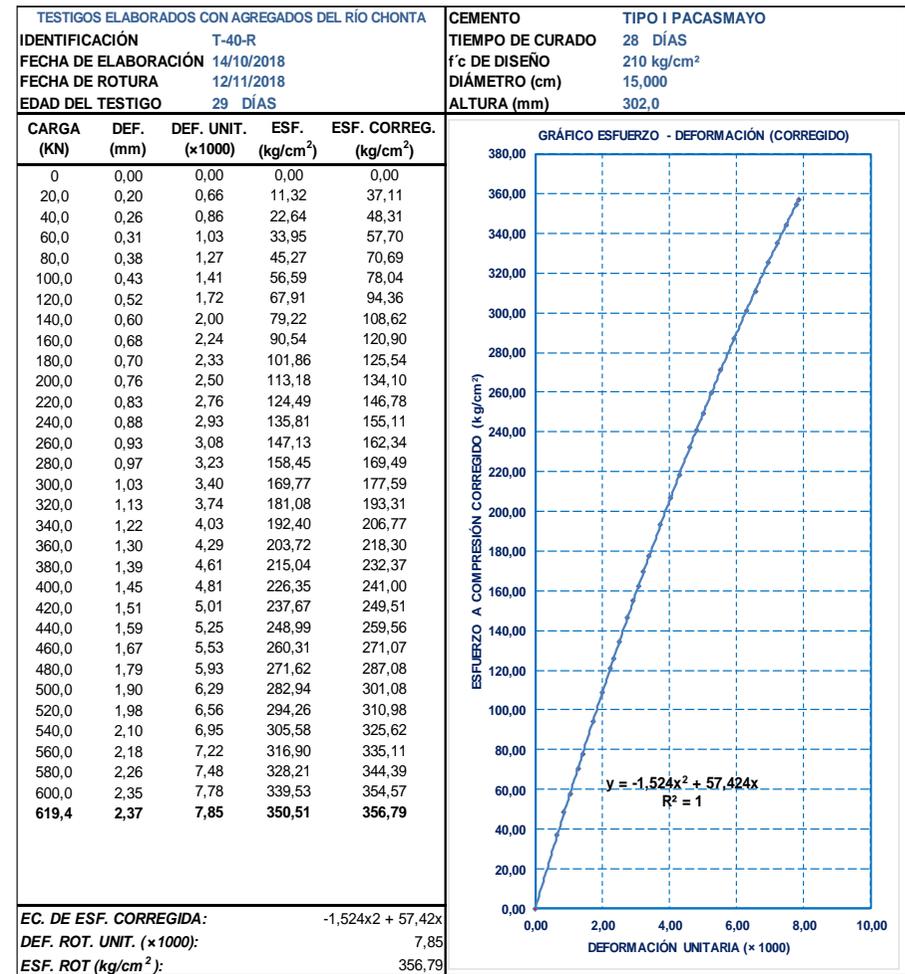
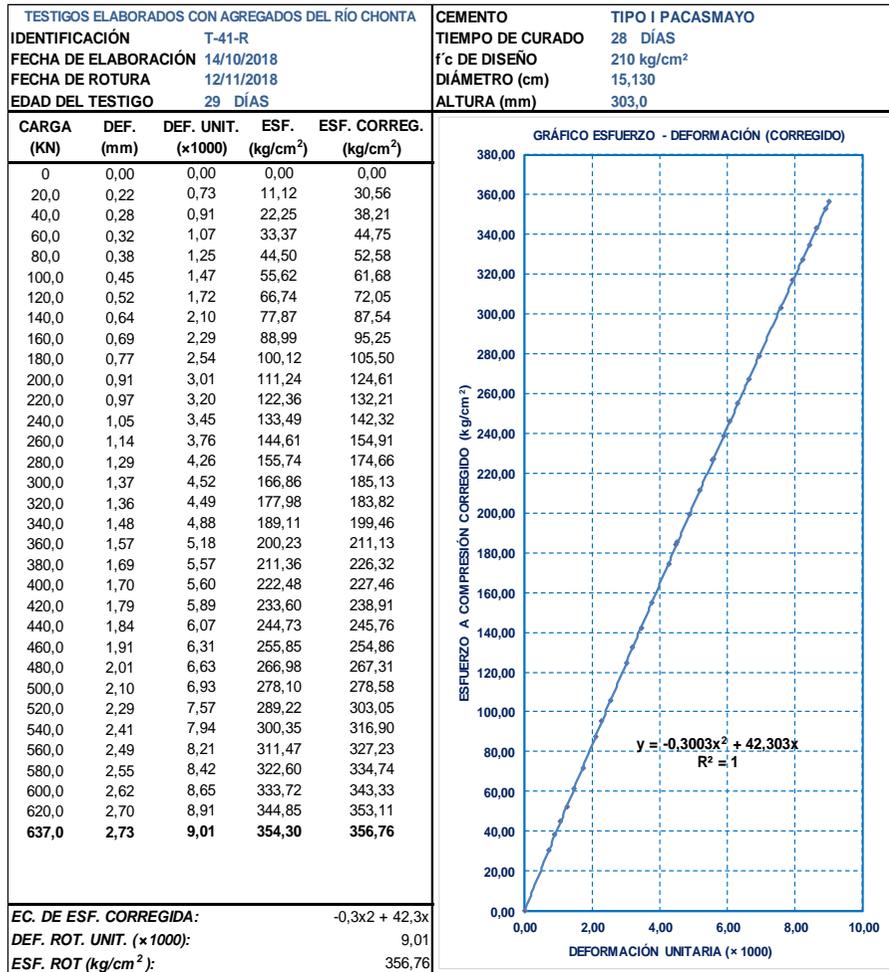


Figura 92. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-40-R corregida)



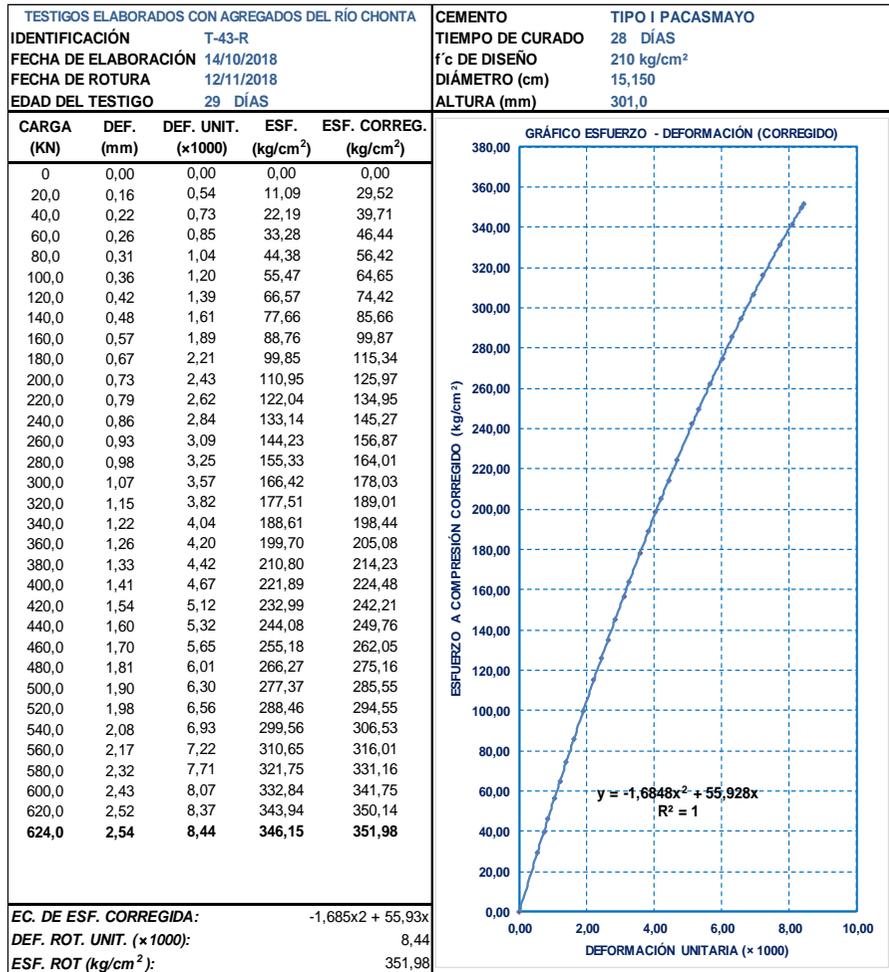


Figura 95. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-43-R corregida)

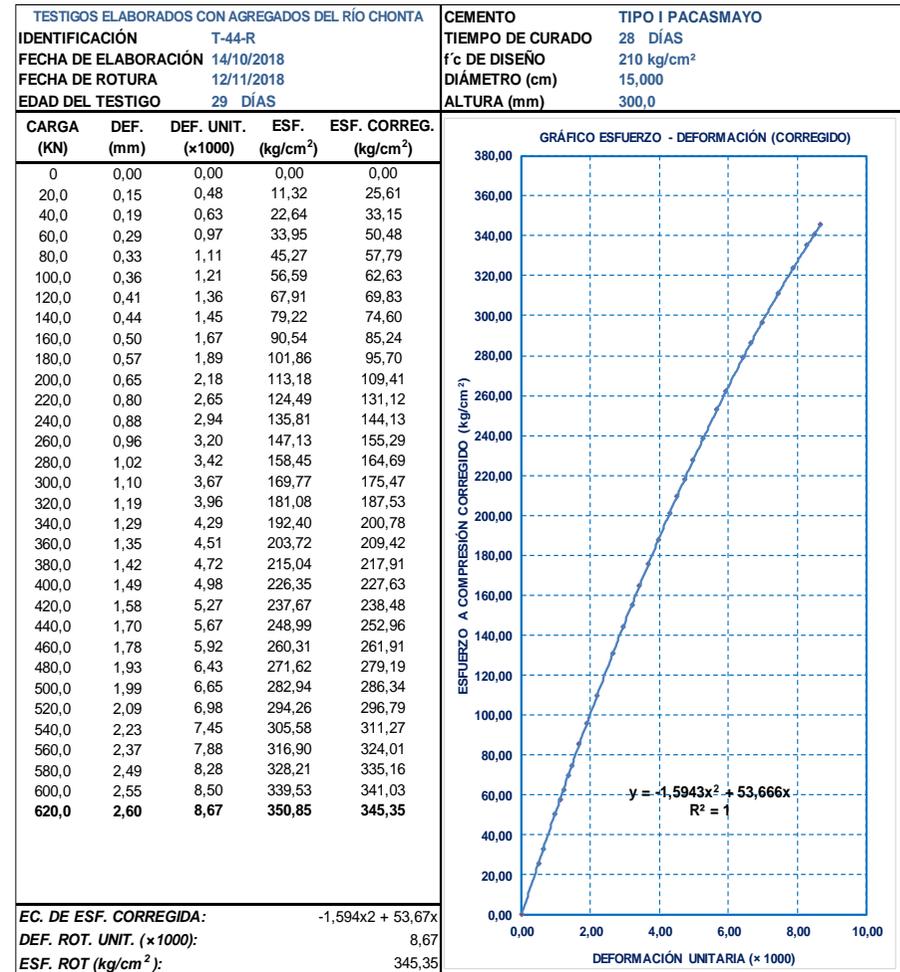


Figura 96. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-44-R corregida)

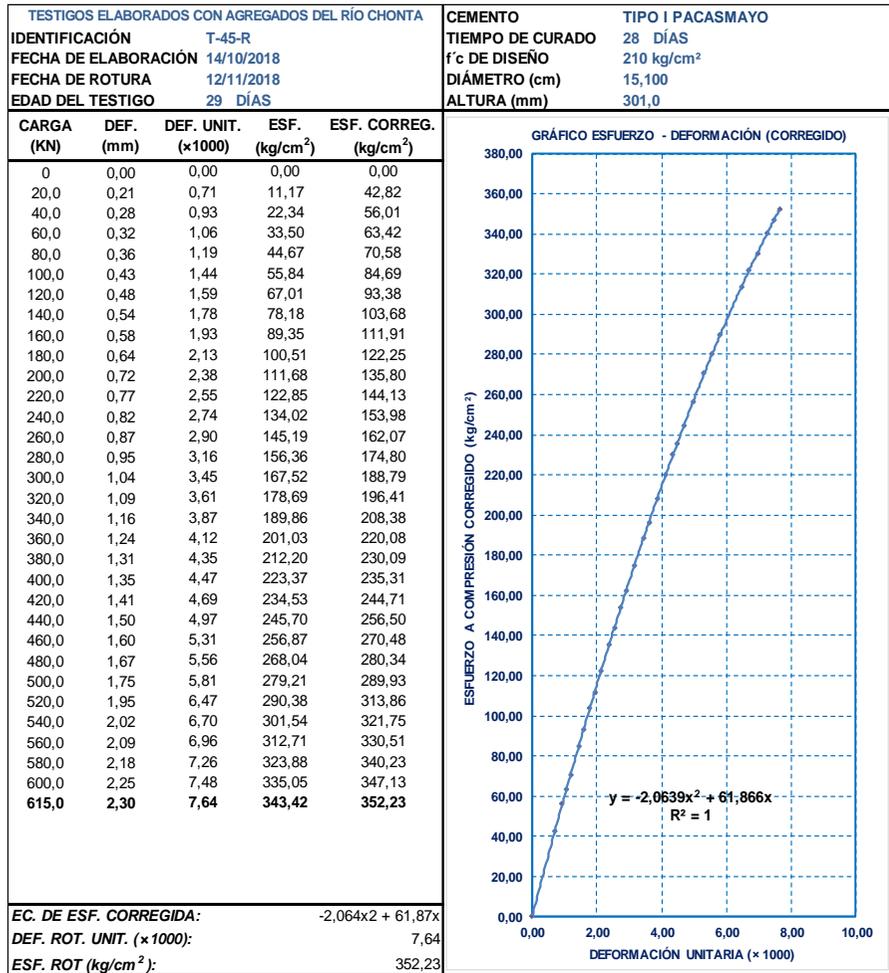


Figura 97. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-45-R corregida)

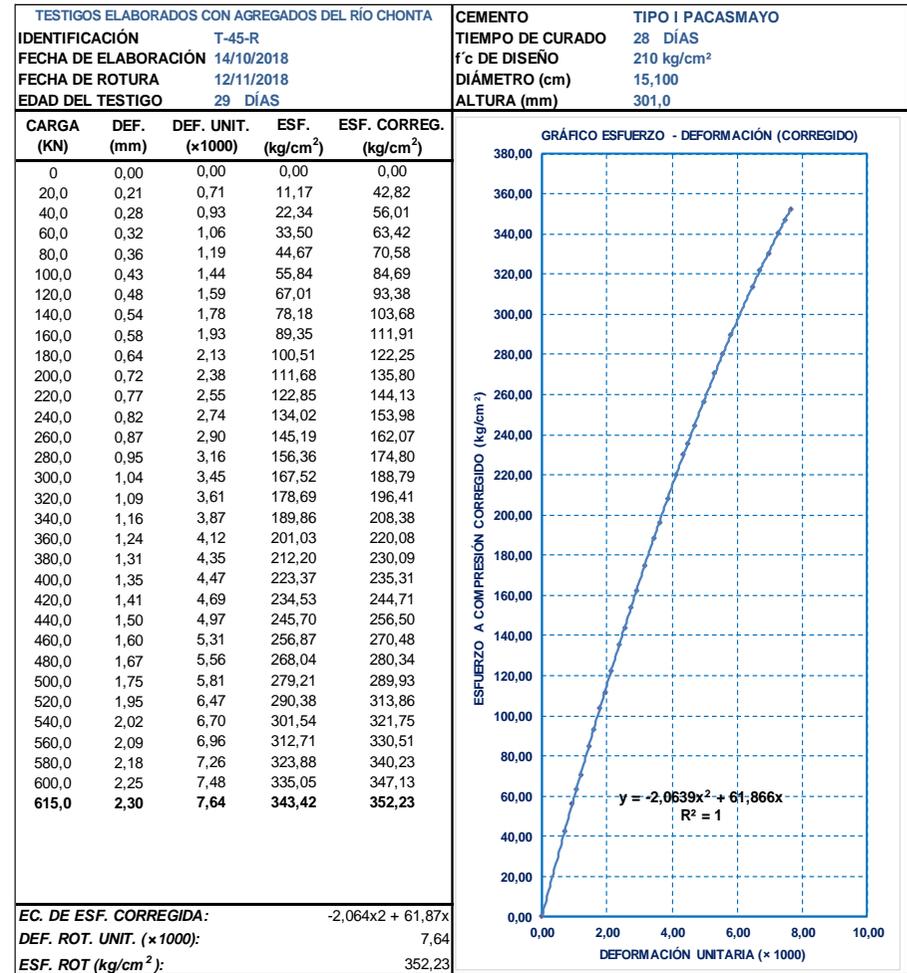


Figura 98. Gráfico esfuerzo –deformación muestra (T-P-R corregida)

Tabla 101. Resumen de las particularidades del concreto de los 15 testigos con relación A/C=0,5; en estado endurecido, prueba a compresión.

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CON RELACIÓN A/C=0,5 , ELABORADOS CON AGREGADOS DEI RÍO CHONTA ASTM C39 / NTP 339.034											
TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM², PARA DIFERENTES RELACIONES A / C, CON AGREGADOS DE RÍO Y DE CERRO							TIEMPO DE CURADO	28 DÍAS		
RELACIÓN	0,5							CEMENTO:	TIPO I PACASMAYU		
FECHA DE ELABORACIÓN	14/10/2018							f'cr REQUERIDA:	252 kg/cm²		
FECHA DE ROTURA	12/11/2018							f'c DE DISEÑO:	210 kg/cm²		
EDAD DEL TESTIGO	29 DÍAS							f'c ESPERADO:	100 %		
	# DE ESPECÍMENES:							15			
	DATOS PROBETA ENDURECIDA					DATOS PRUEBA A COMPRESIÓN					
PROBETA	DIÁM. (cm)	ALT. (cm)	ÁREA (cm ²)	VOL. (m ³)	PESO (kg) 28 DIAS	P.U. (kg/m ³)	CARGA ROT. (kg)	ESF. (kg/cm ²)	f'c-OBT. (kg/cm ²)	f'c-OBT. (%)	DEF. ROT. UNIT. (x1000):
T-31-R	15,16	30,10	180,50	0,00543319	13,12	2413,87	63025,00	350,47	349,16	166,27	8,47
T-32-R	15,04	29,80	177,66	0,00529422	12,87	2430,01	62280,00	351,79	350,56	166,93	8,79
T-33-R	15,13	30,00	179,79	0,00539373	12,90	2390,74	62270,00	349,15	346,35	164,93	9,53
T-34-R	15,26	30,50	182,77	0,00557461	13,44	2410,93	61570,00	347,86	336,86	160,41	8,62
T-35-R	15,18	29,90	180,98	0,00541134	12,88	2379,26	61850,00	352,50	341,75	162,74	8,16
T-36-R	15,05	30,50	177,78	0,00542218	13,00	2397,56	63870,00	346,01	359,27	171,08	9,08
T-37-R	15,11	29,90	179,20	0,00535800	12,86	2399,22	62610,00	349,66	349,39	166,38	8,03
T-38-R	15,22	30,10	181,94	0,00547628	12,95	2363,83	64160,00	350,98	352,65	167,93	9,27
T-39-R	15,05	30,20	177,78	0,00536885	12,88	2398,09	62640,00	351,15	352,35	167,79	10,13
T-40-R	15,00	30,20	176,71	0,00533678	12,89	2415,31	61940,00	356,79	350,51	166,91	7,85
T-41-R	15,13	30,30	179,79	0,00544766	12,92	2371,66	63700,00	356,76	354,30	168,71	9,01
T-42-R	15,30	30,30	183,85	0,00557077	13,17	2363,23	62340,00	349,38	339,07	161,46	7,99
T-43-R	15,15	30,10	180,27	0,00542602	13,26	2442,86	62400,00	351,98	346,15	164,84	8,44
T-44-R	15,00	30,00	176,71	0,00530144	12,75	2405,01	62000,00	345,35	350,85	167,07	8,67
T-45-R	15,10	30,10	179,08	0,00539027	12,80	2374,65	61500,00	352,23	343,42	163,54	7,64
PROMEDIO	15,12	30,13	179,65	0,00541369	12,98	2397,08	62543,67	350,80	348,18	165,80	8,65

4. Resistencia a compresión de testigos con relación A/C=0,4.

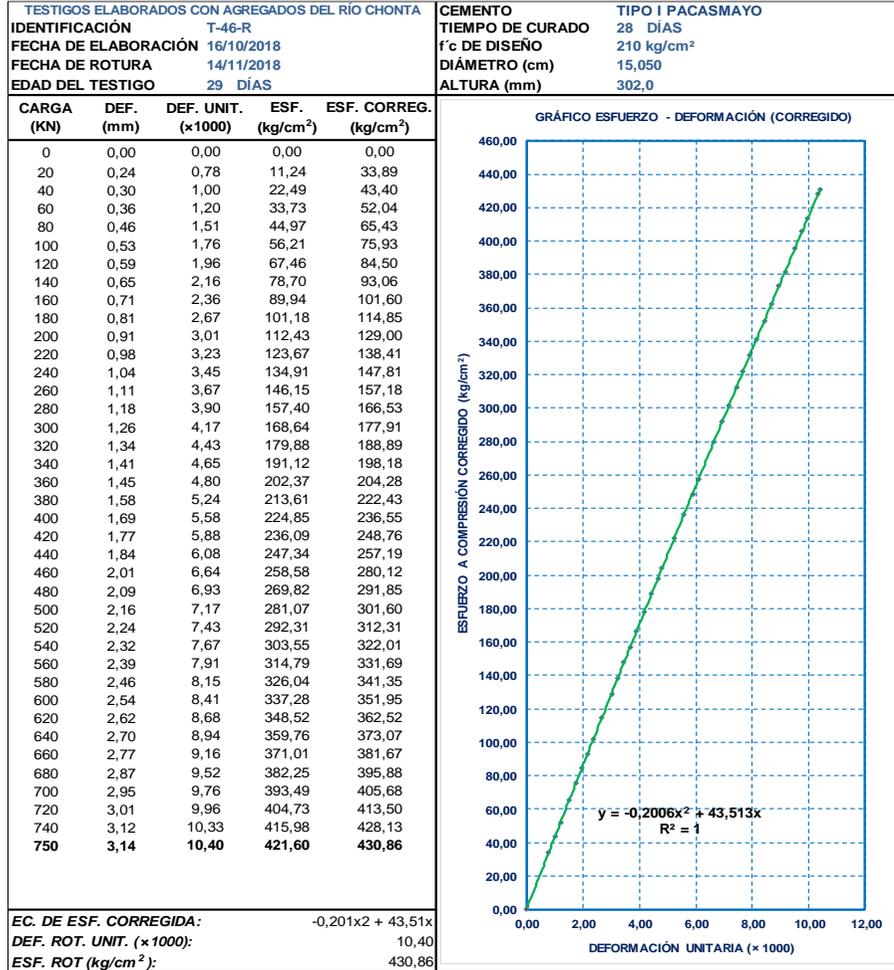


Figura 99. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-46-R corregida)

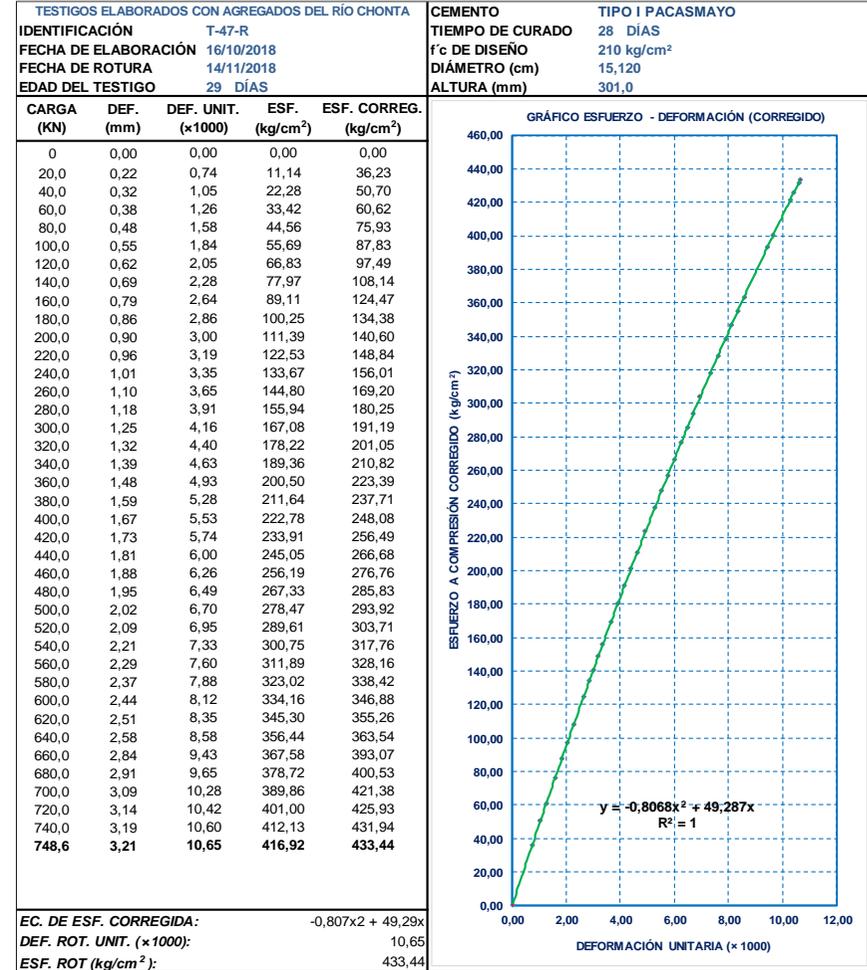


Figura 100. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-47-R corregida)

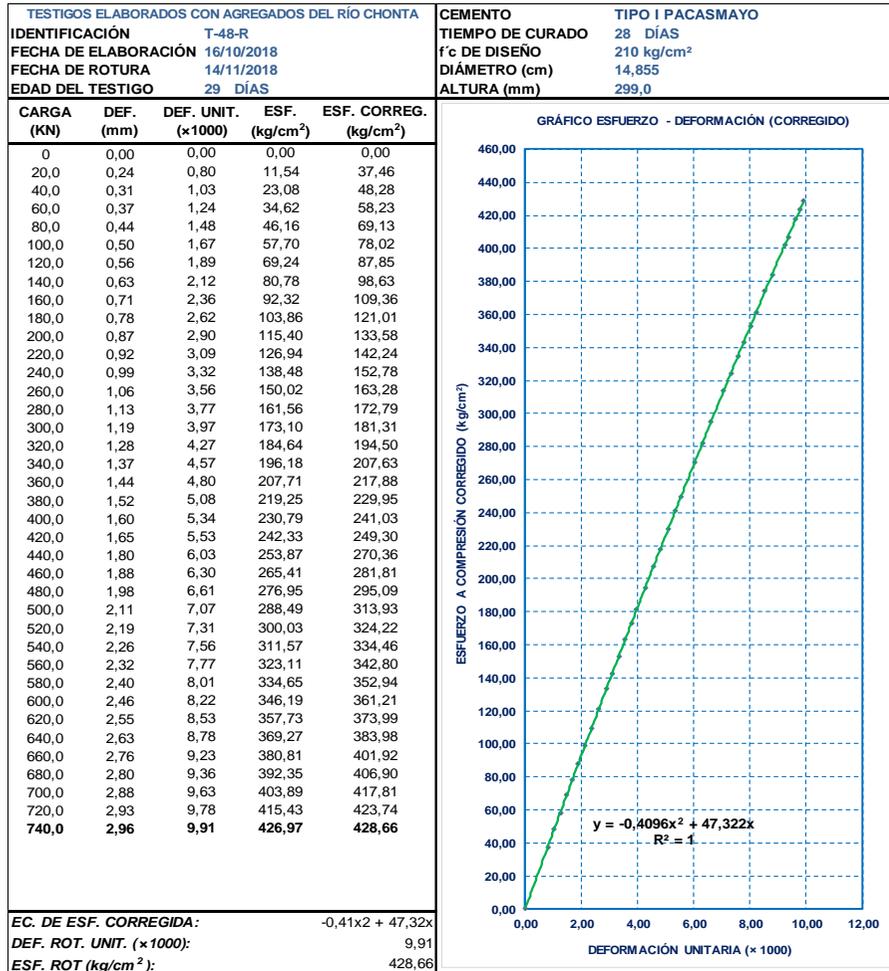


Figura 101. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-48-R corregida)

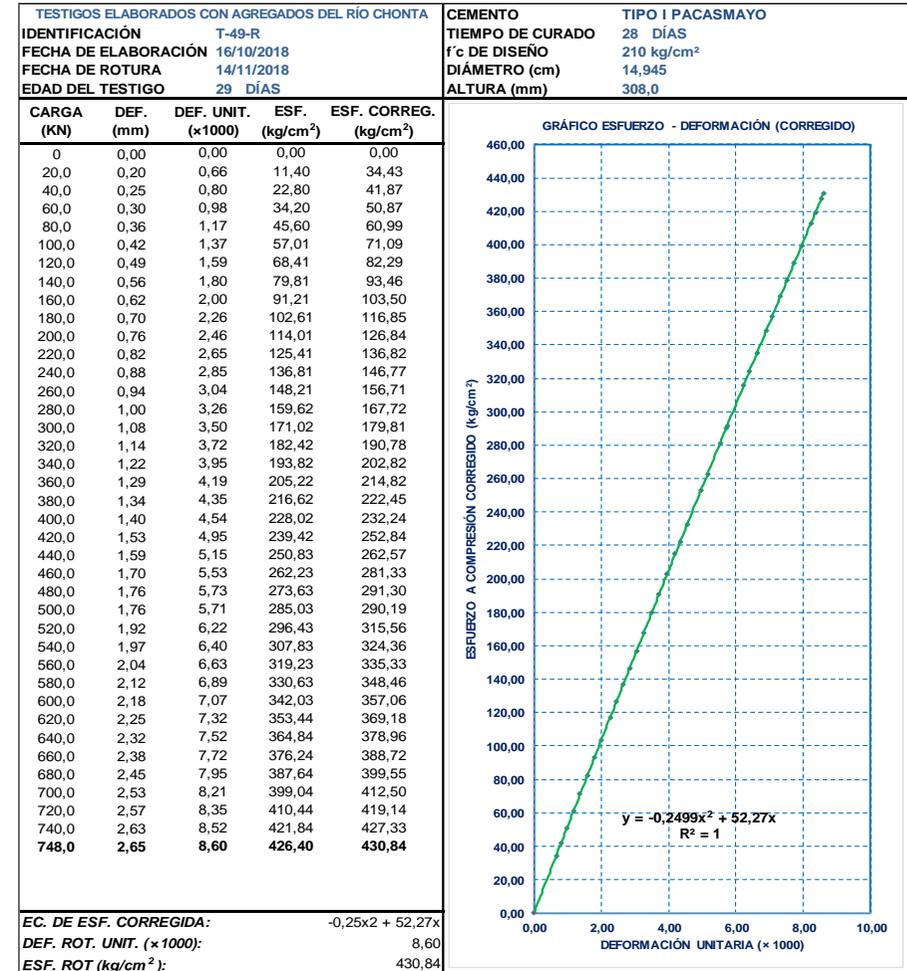


Figura 102. Gráfico esfuerzo - deformación muestra (T-49-R corregida)

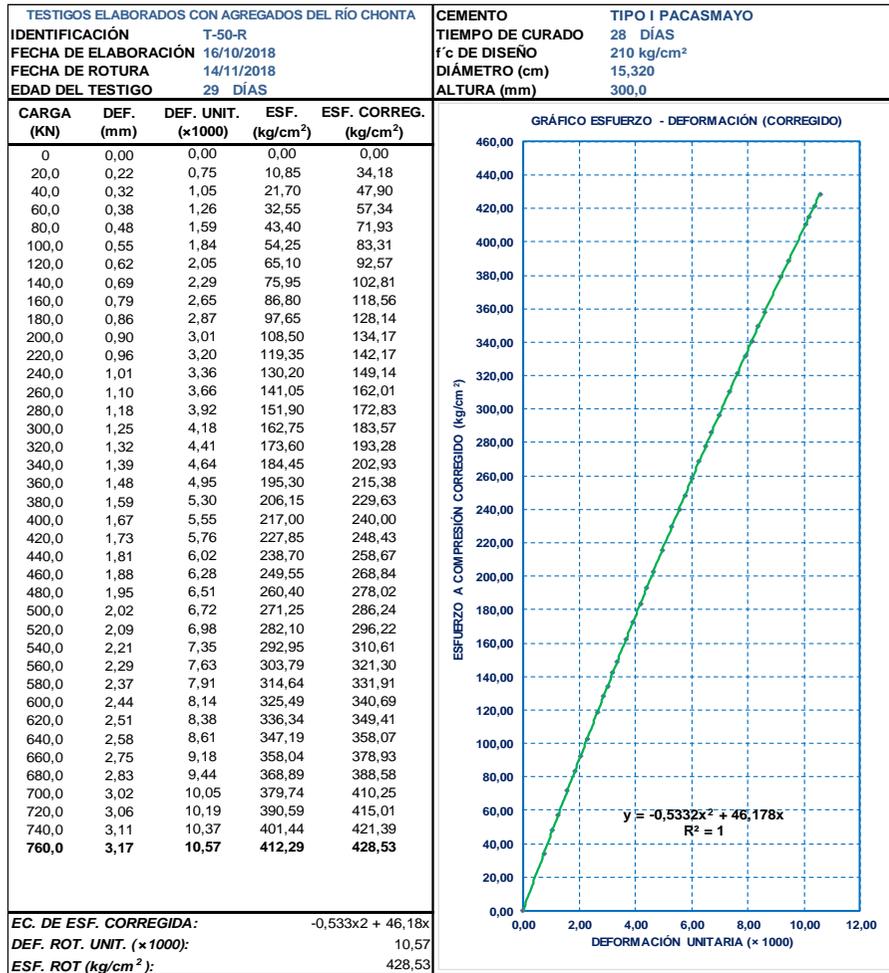


Figura 103. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-50-R corregida)

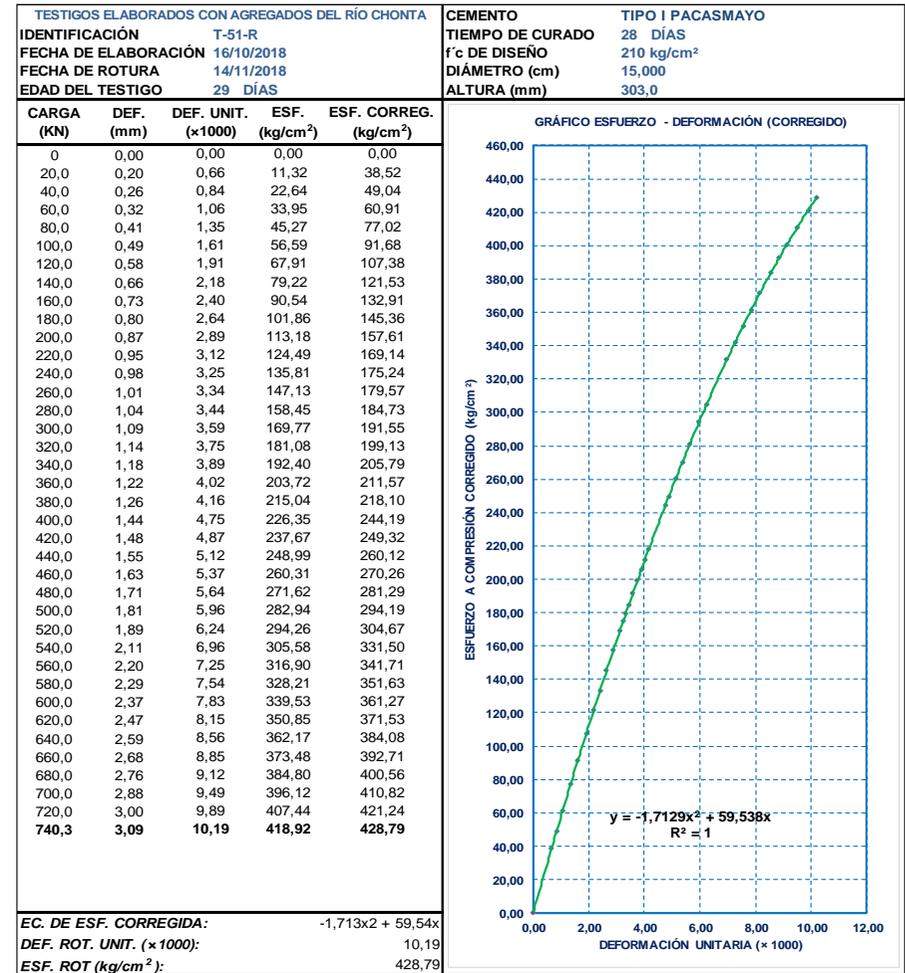


Figura 104. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-51-R corregida)

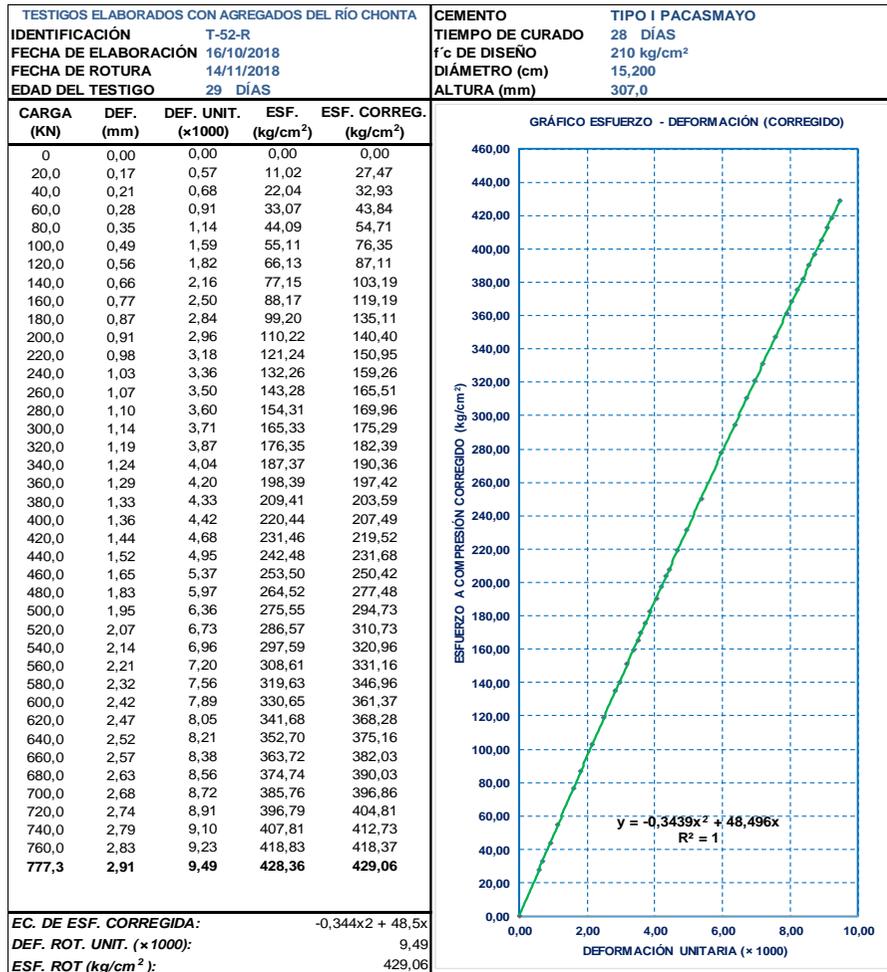


Figura 105. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-52-R corregida)

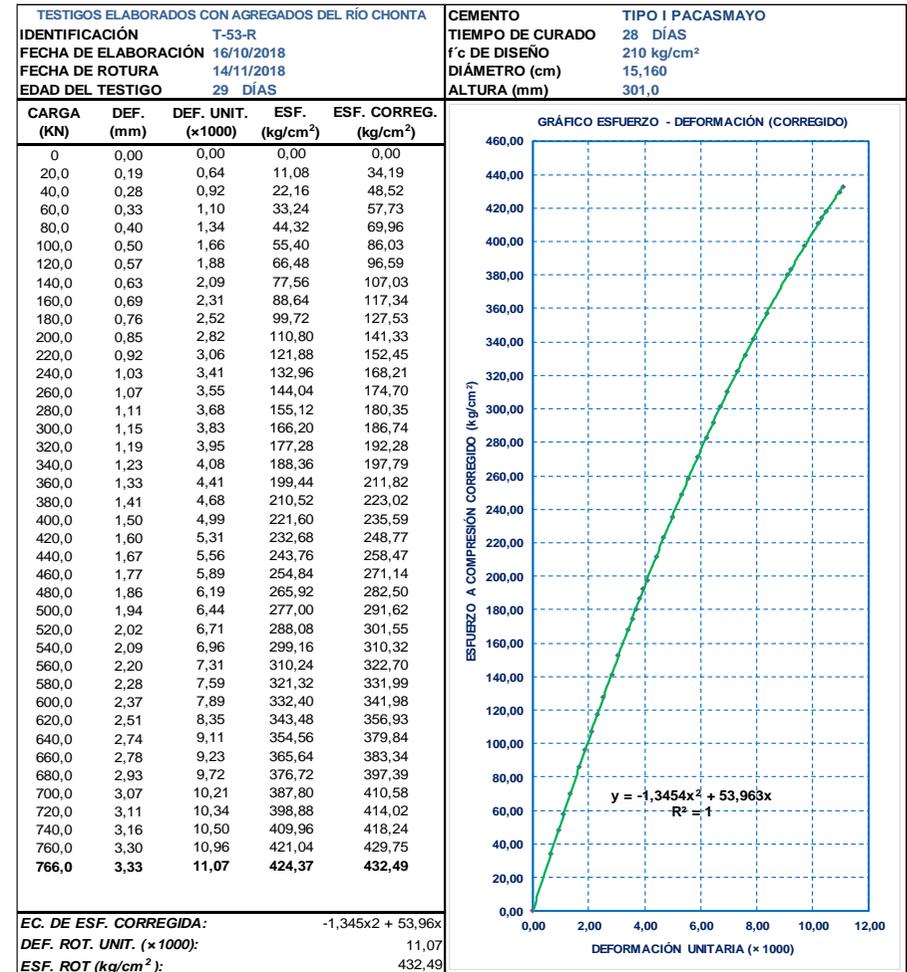


Figura 106. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-53-R corregida)

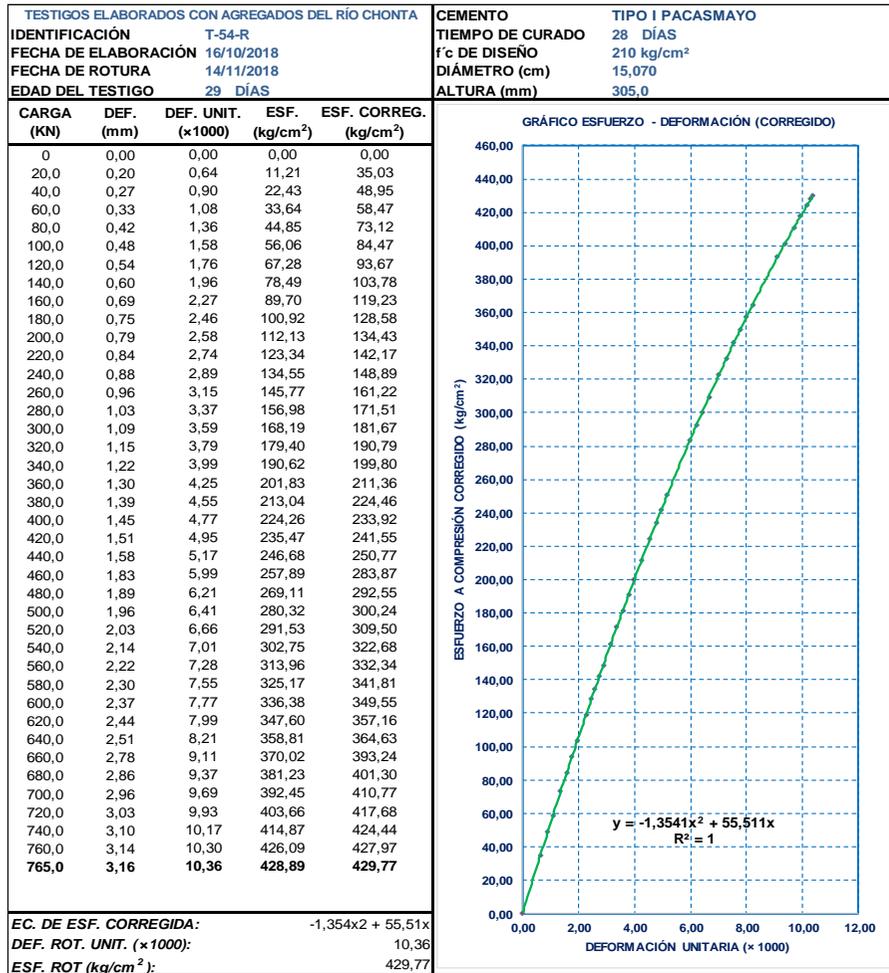


Figura 107. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-54-R corregida)

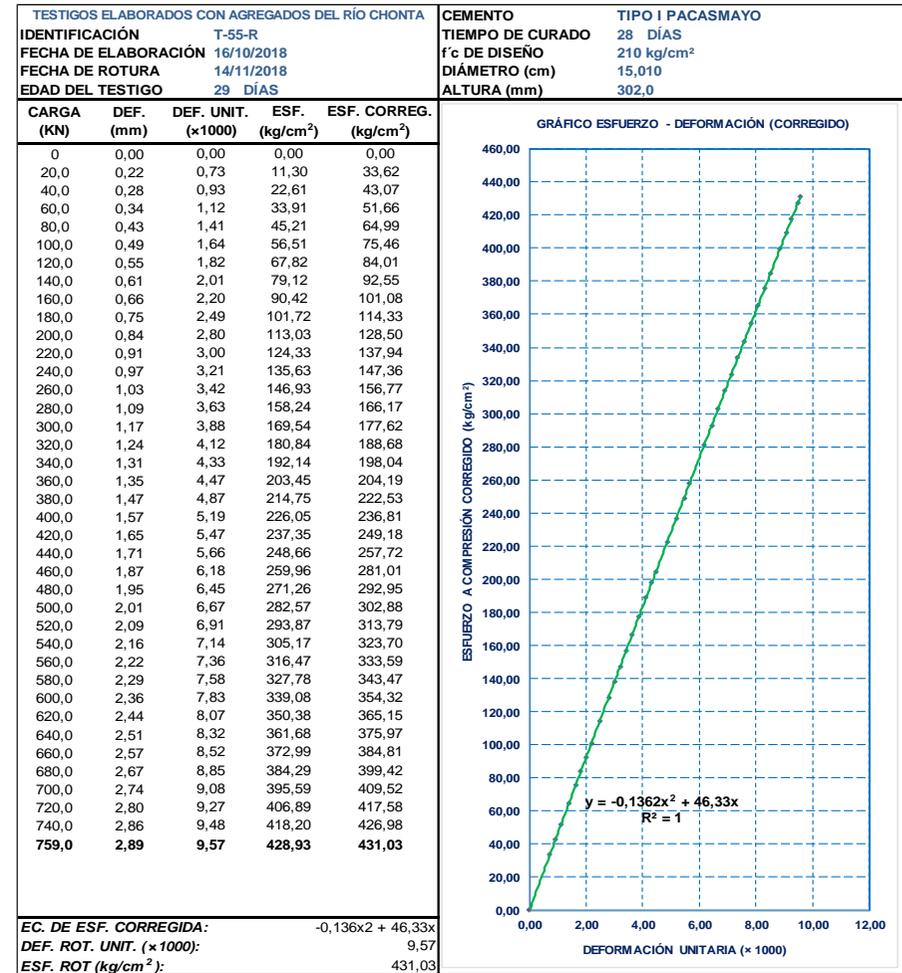


Figura 108. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-55-R corregida)

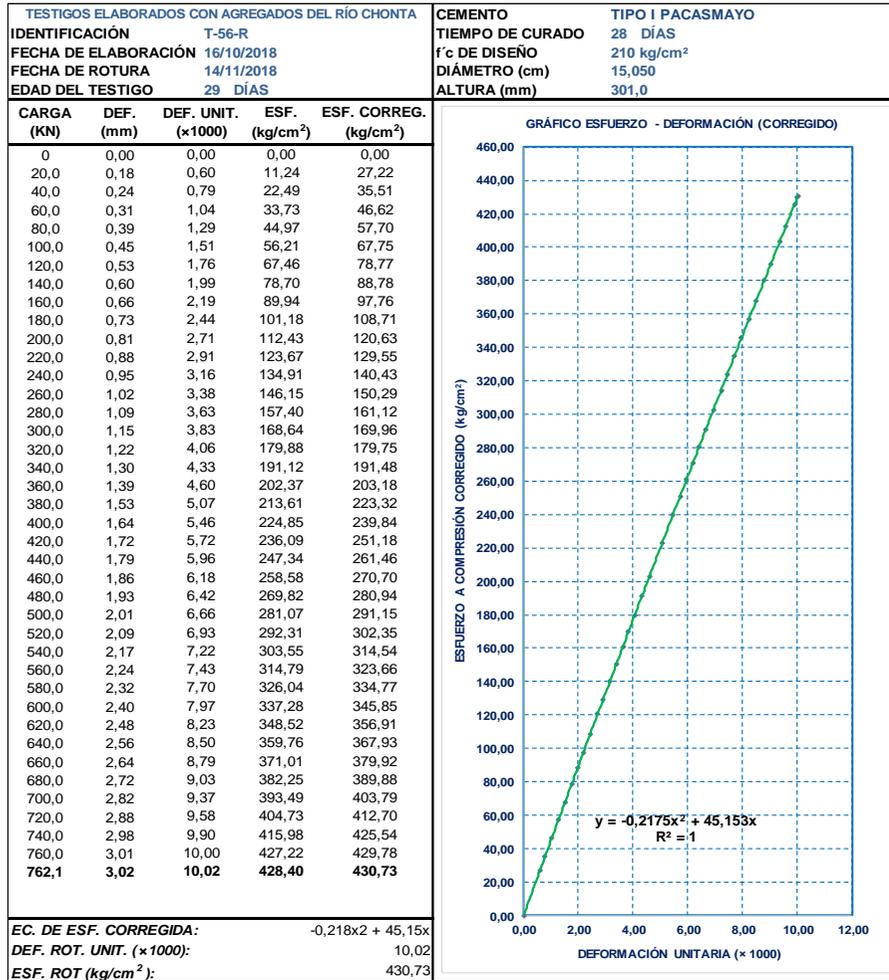


Figura 109. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-56-R corregida)

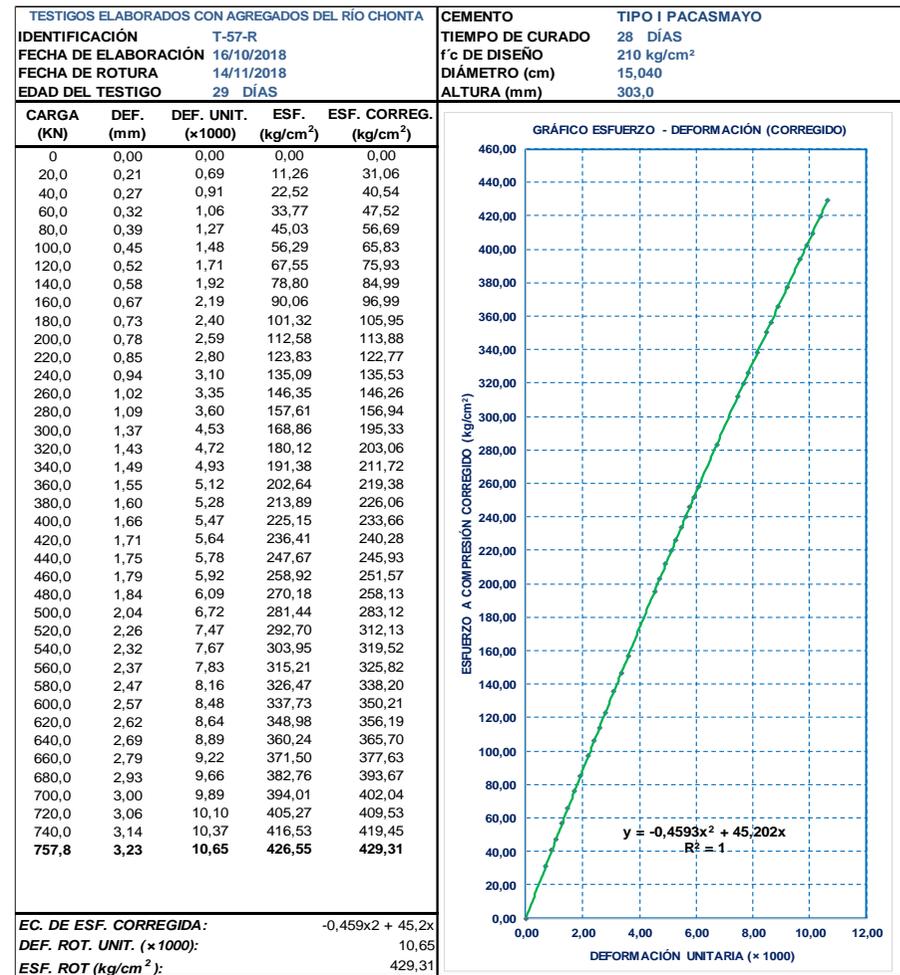


Figura 110. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-57-R corregida)

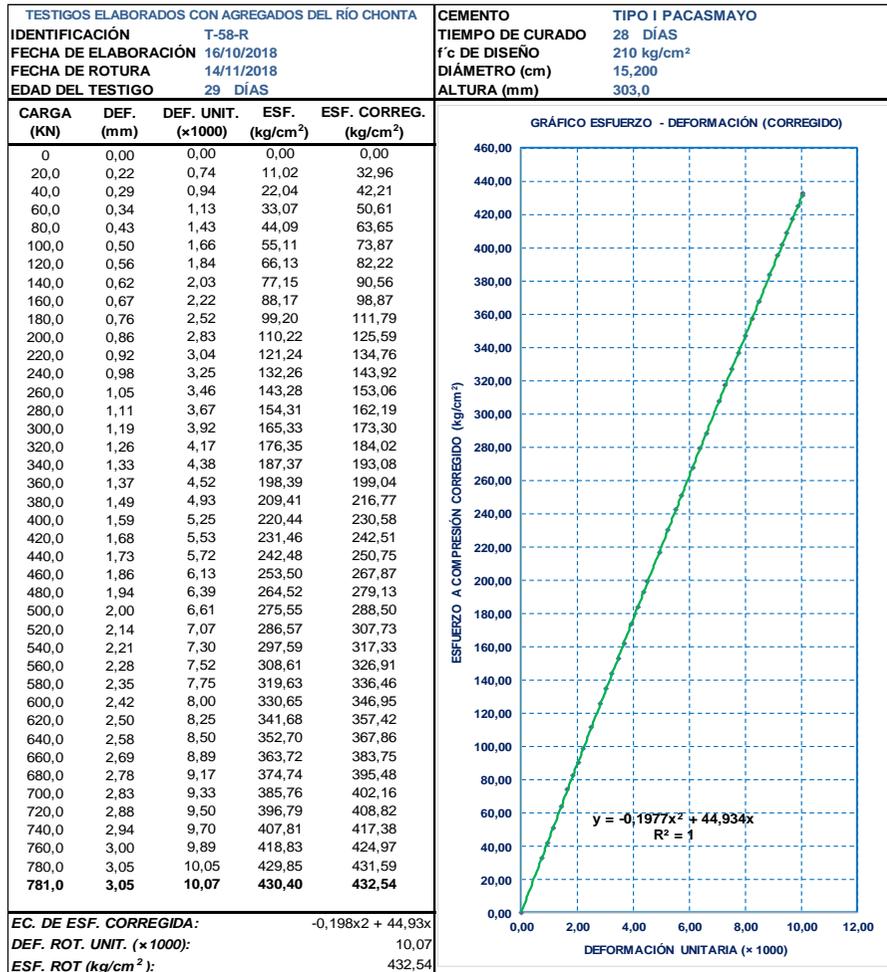


Figura 111. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-58-R corregida)

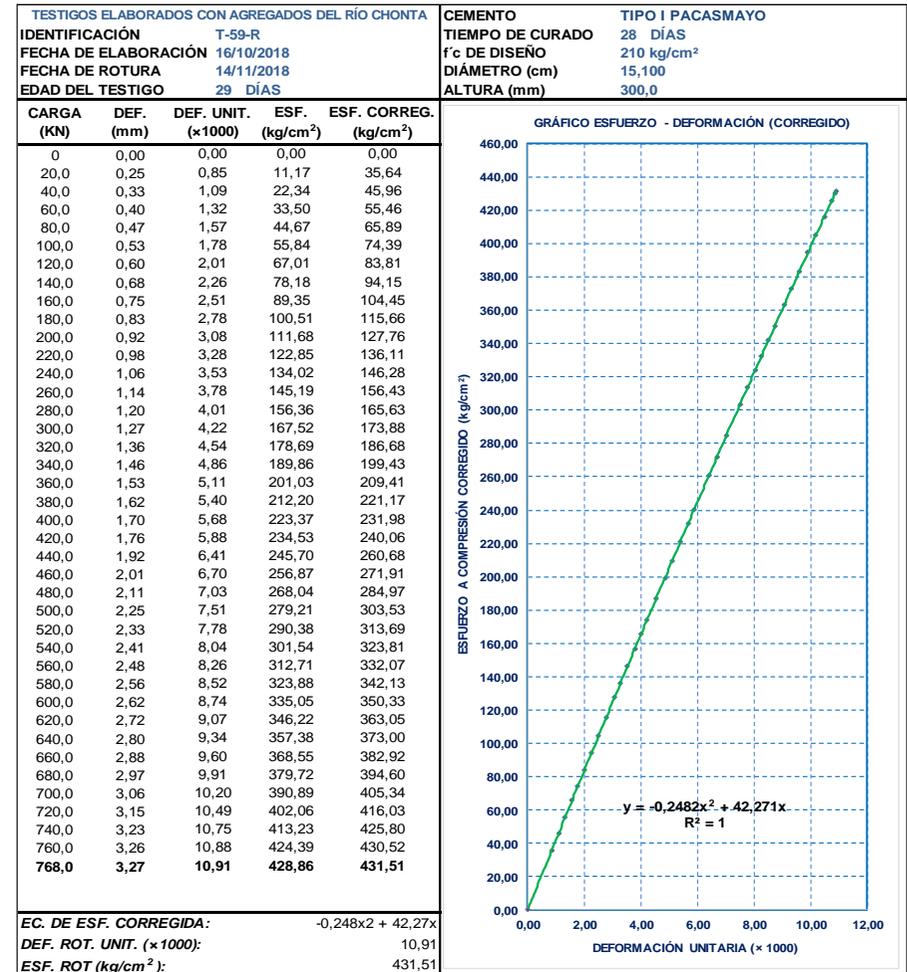


Figura 112. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-59-R corregida)

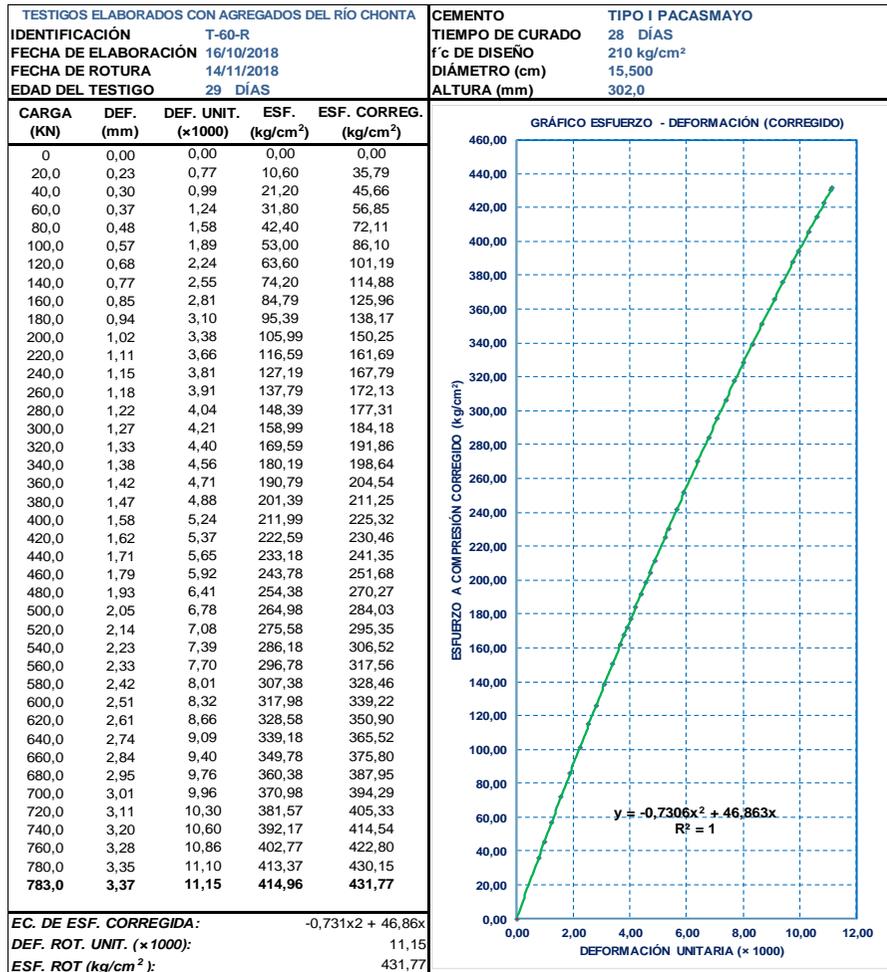


Figura 113. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-60-R corregida)

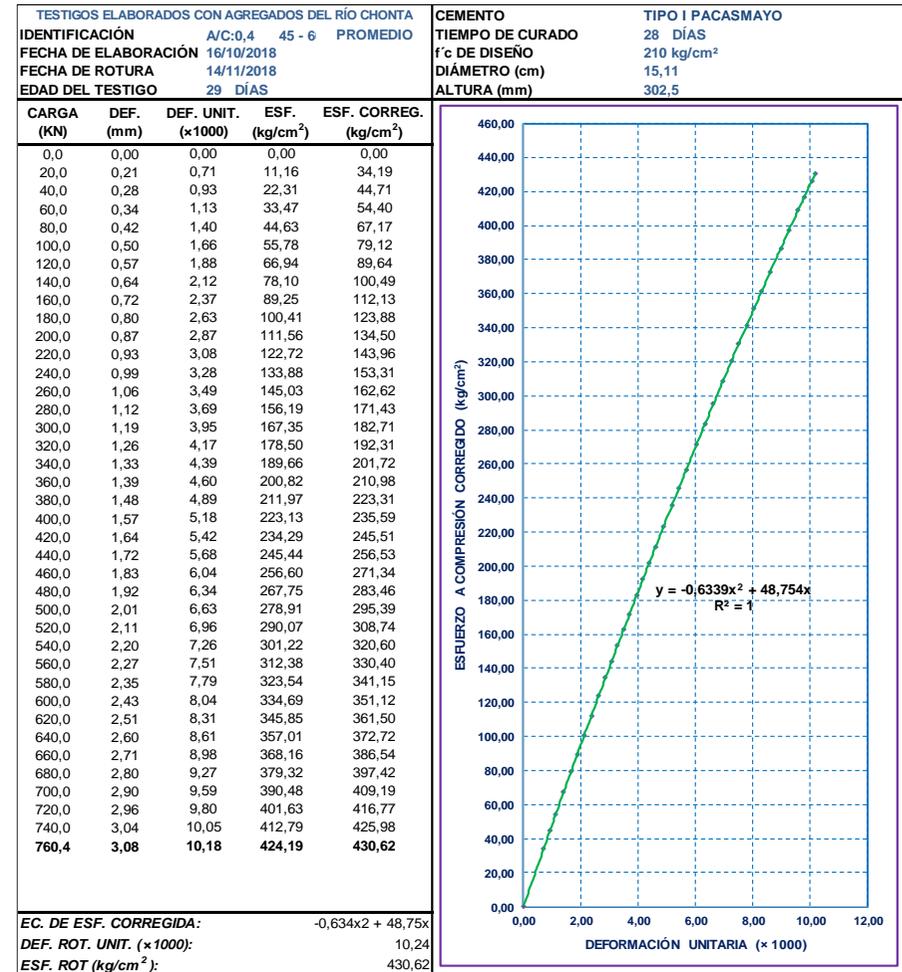


Figura 114. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-P-R corregida)

Tabla 102. Resumen de las particularidades del concreto de los 15 testigos con relación A/C=0,4; en estado endurecido, prueba a compresión.

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CON RELACIÓN A/C=0,4 , ELABORADOS CON AGREGADOS DEL RÍO CHONTA ASTM C39 / NTP 339.034											
TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM ² , PARA DIFERENTES RELACIONES A / C, CON AGREGADOS DE RÍO Y DE CERRO						TIEMPO DE CURADO	28 DÍAS			
RELACIÓN A/C	0,4						CEMENTO:	TIPO I PACASMAYO			
FECHA DE ELABORACIÓN	16/10/2018						f'cr REQUERIDA:	252 kg/cm ²			
FECHA DE ROTURA	14/11/2018						f'c DE DISEÑO:	210 kg/cm ²			
EDAD DEL TESTIGO	29 DÍAS						f'c ESPERADO:	100 %			
							# DE ESPECÍMENES:	15			
PROBETA	DATOS PROBETA ENDURECIDA					DATOS PRUEBA A COMPRESIÓN					
	DIÁM. (cm)	ALT. (cm)	ÁREA (cm ²)	VOL. (m ³)	PESO (kg) 28 DIAS	P.U. (kg/m ³)	CARGA ROT. (kg)	ESF. (kg/cm ²)	f'c-OBT. (kg/cm ²)	f'c-OBT. (%)	DEF. ROT. UNIT. (x1000):
T-46-R	15,05	30,20	177,89	0,00537242	12,82	2385,33	75000,00	430,86	421,60	200,76	10,40
T-47-R	15,12	30,10	179,55	0,00540456	12,80	2368,37	74860,00	433,44	416,92	198,53	10,65
T-48-R	14,86	29,90	173,31	0,00518211	12,83	2475,83	74000,00	428,66	426,97	203,32	9,91
T-49-R	14,95	30,80	175,42	0,00540297	12,89	2384,80	74800,00	430,84	426,40	203,05	8,60
T-50-R	15,32	30,00	184,33	0,00553005	12,37	2236,87	76000,00	428,53	412,29	196,33	10,57
T-51-R	15,00	30,30	176,71	0,00535445	12,83	2395,20	74030,00	428,79	418,92	199,49	10,19
T-52-R	15,20	30,70	181,46	0,00557077	12,71	2280,65	77730,00	429,06	428,36	203,98	9,49
T-53-R	15,16	30,10	180,50	0,00543319	12,66	2330,12	76600,00	432,49	424,37	202,08	11,07
T-54-R	15,07	30,50	178,37	0,00544022	12,80	2351,93	76500,00	429,77	428,89	204,23	10,36
T-55-R	15,01	30,20	176,95	0,00534390	12,84	2402,74	75900,00	431,03	428,93	204,25	9,57
T-56-R	15,05	30,10	177,89	0,00535463	13,12	2449,28	76210,00	430,73	428,40	204,00	10,02
T-57-R	15,04	30,30	177,66	0,00538305	12,86	2388,05	75780,00	429,31	426,55	203,12	10,65
T-58-R	15,20	30,30	181,46	0,00549819	13,26	2410,79	78100,00	432,54	430,40	204,95	10,07
T-59-R	15,10	30,00	179,08	0,00537236	12,75	2373,26	76800,00	431,51	428,86	204,22	10,91
T-60-R	15,50	30,20	188,69	0,00569850	12,80	2246,21	78300,00	431,77	414,96	197,60	11,15
PROMEDIO	15,11	30,25	179,29	0,00542276	12,82	2365,30	76040,67	430,62	424,19	201,99	10,24

B. Resistencia a compresión de testigos elaborados con agregados de cerro El Gavilán

1. Resistencia a compresión de testigos patrón con relación A/C=0,7.

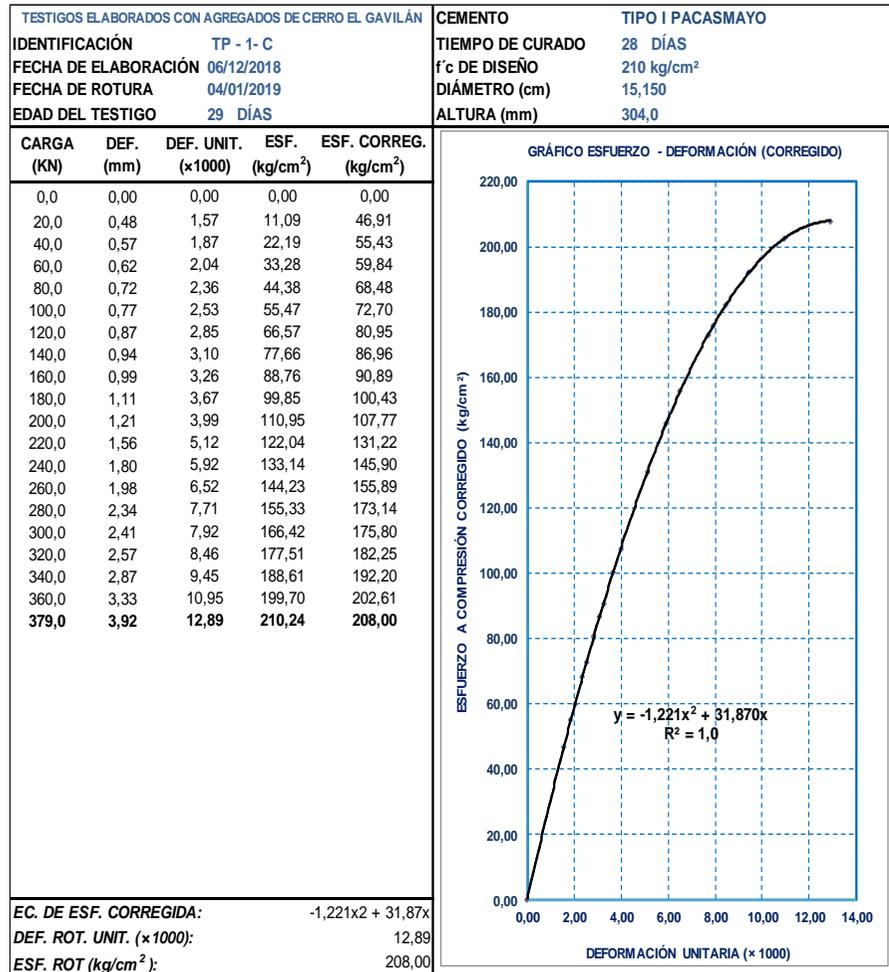


Figura 115. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (TP-1-C corregida)

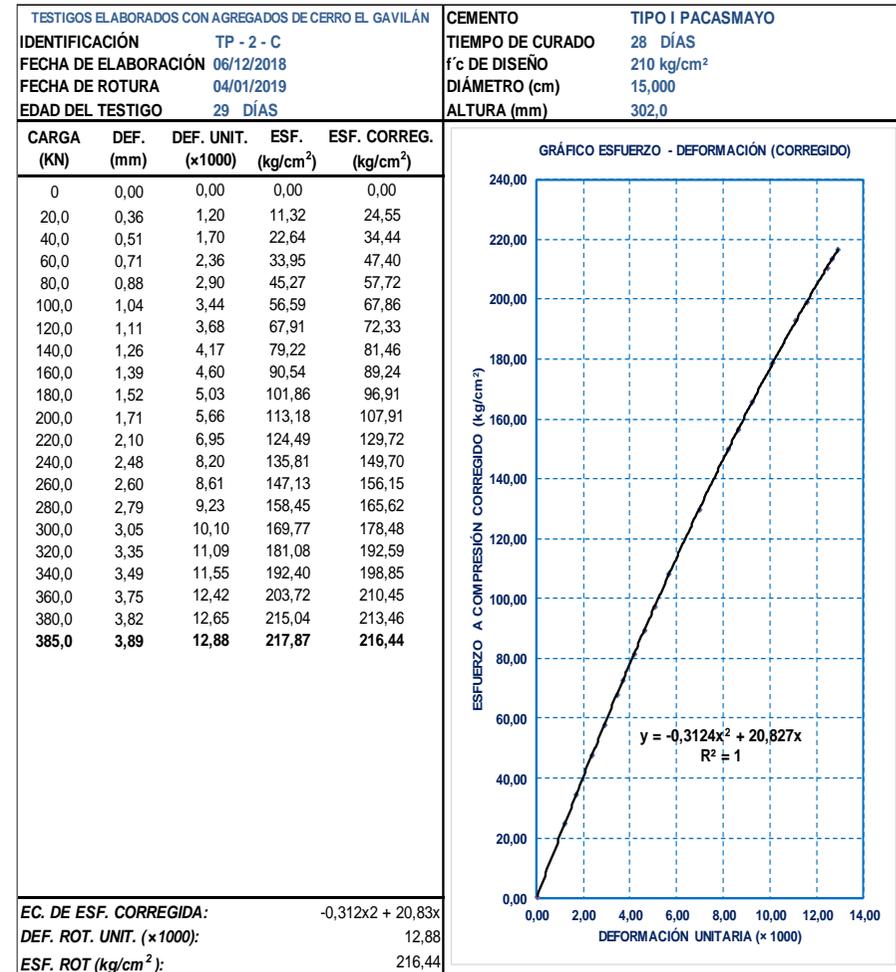


Figura 116. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (TP-2-C corregida)

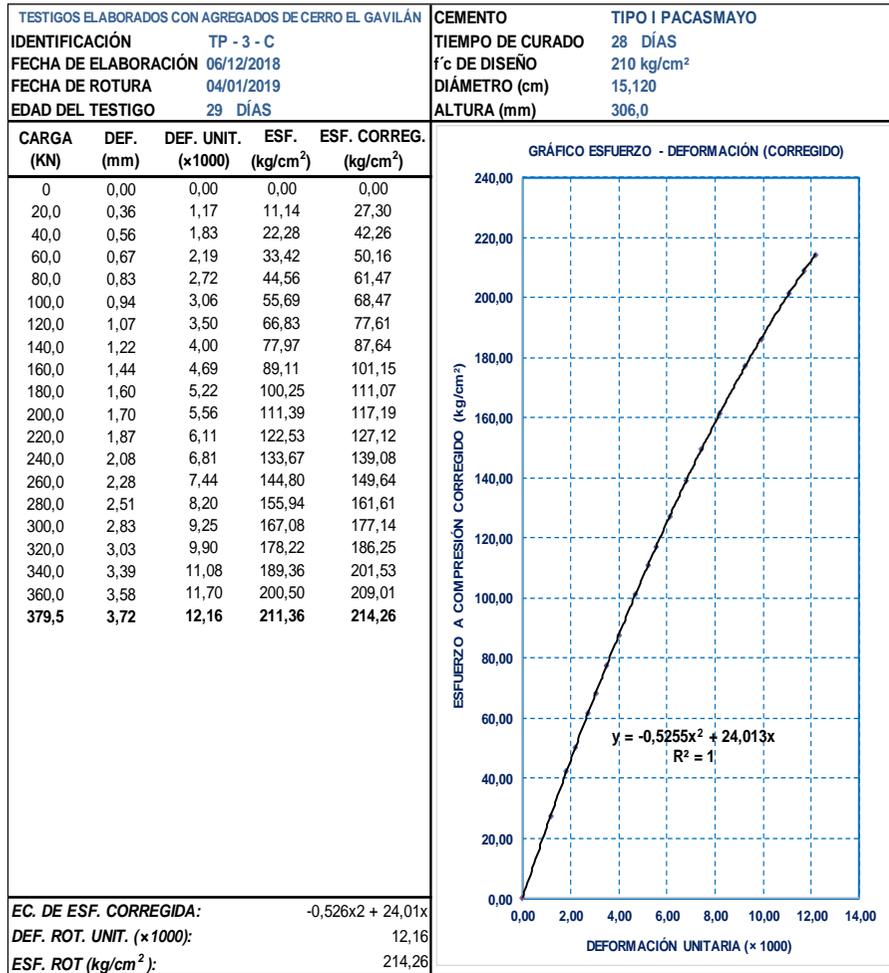


Figura 117. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (TP-3-C corregida)

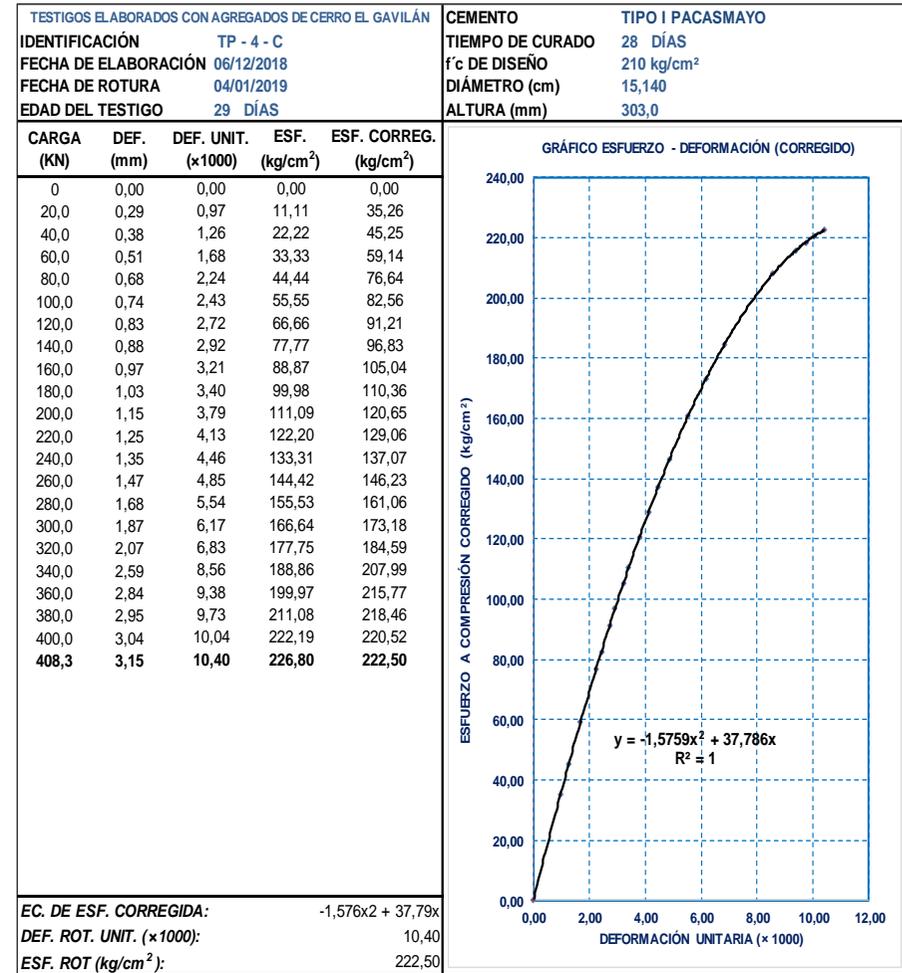


Figura 118. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (TP-4-C corregida)

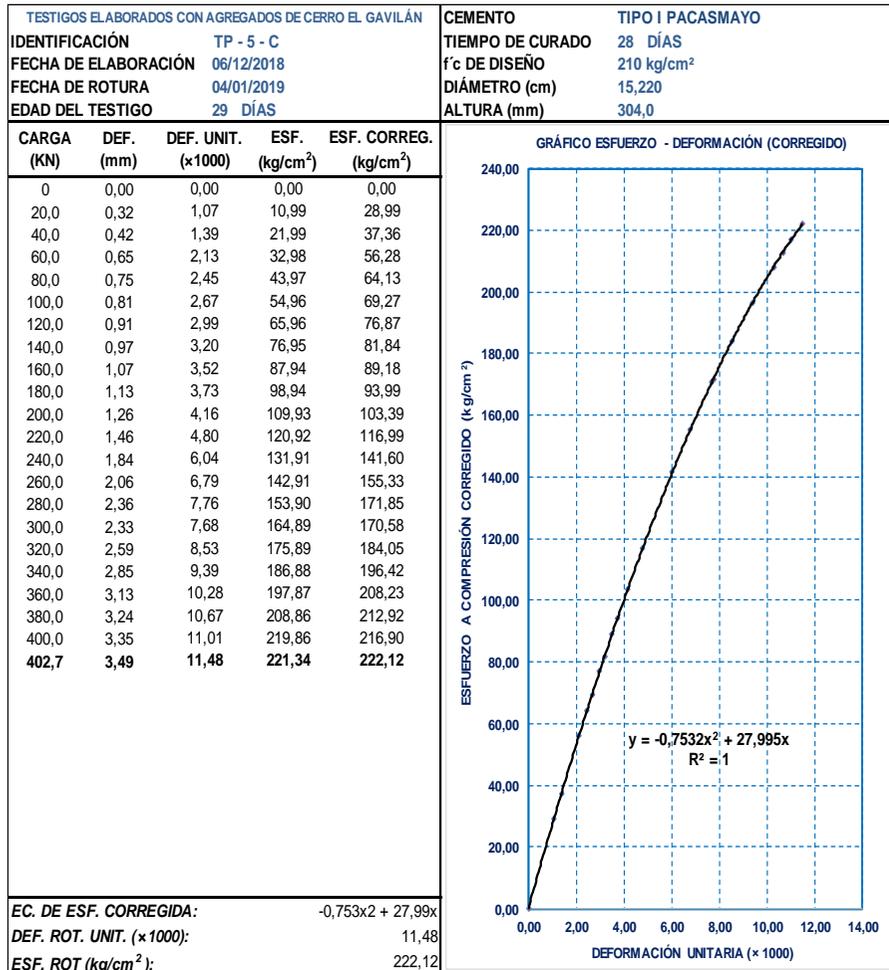


Figura 119. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (TP-5-C corregida)

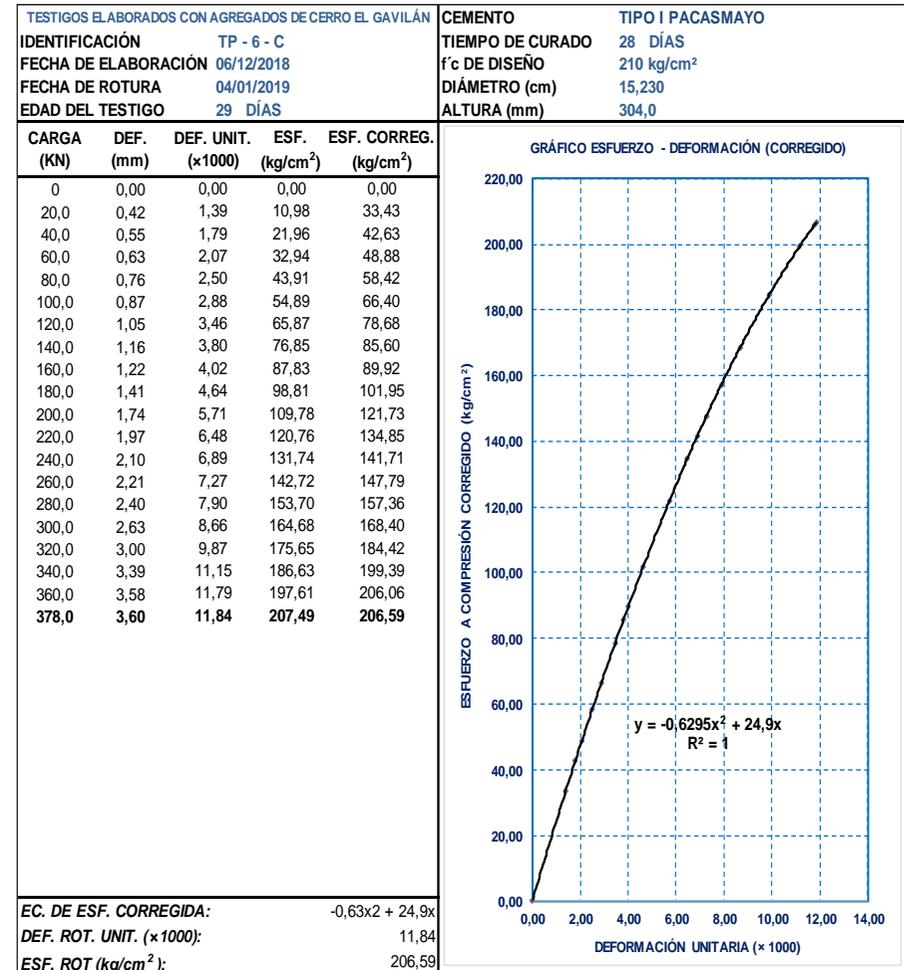


Figura 120. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (TP-6-C corregida)

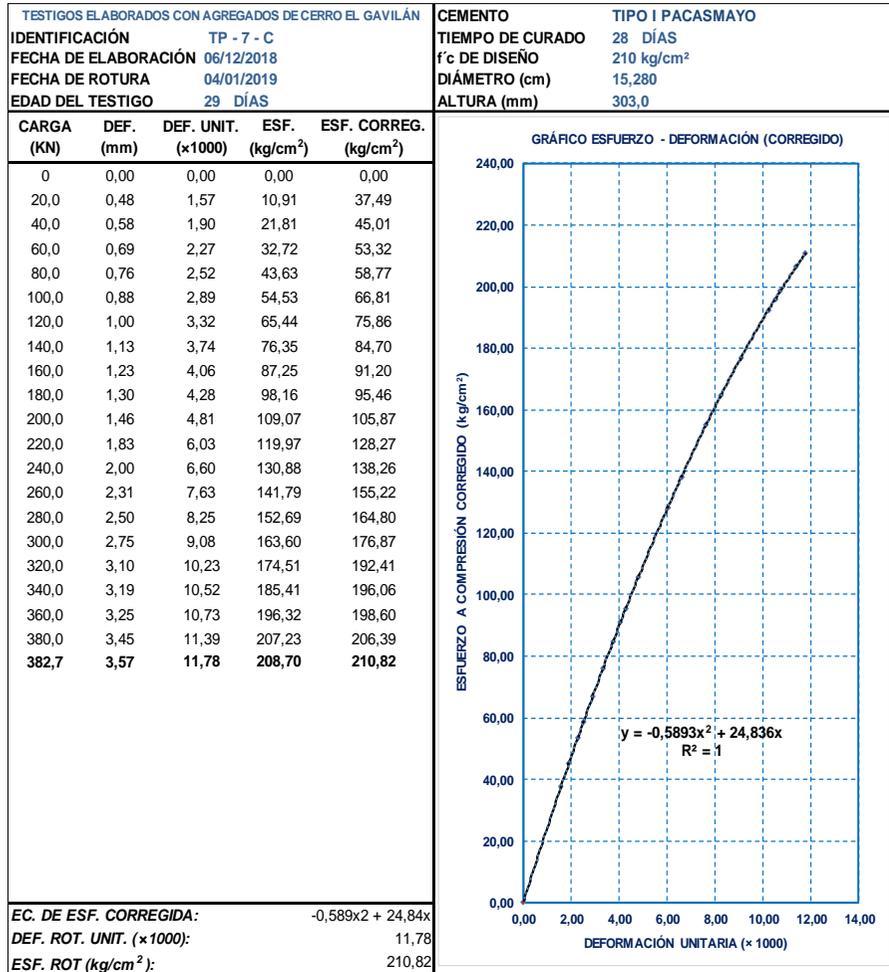


Figura 121. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (TP-7-C corregida)

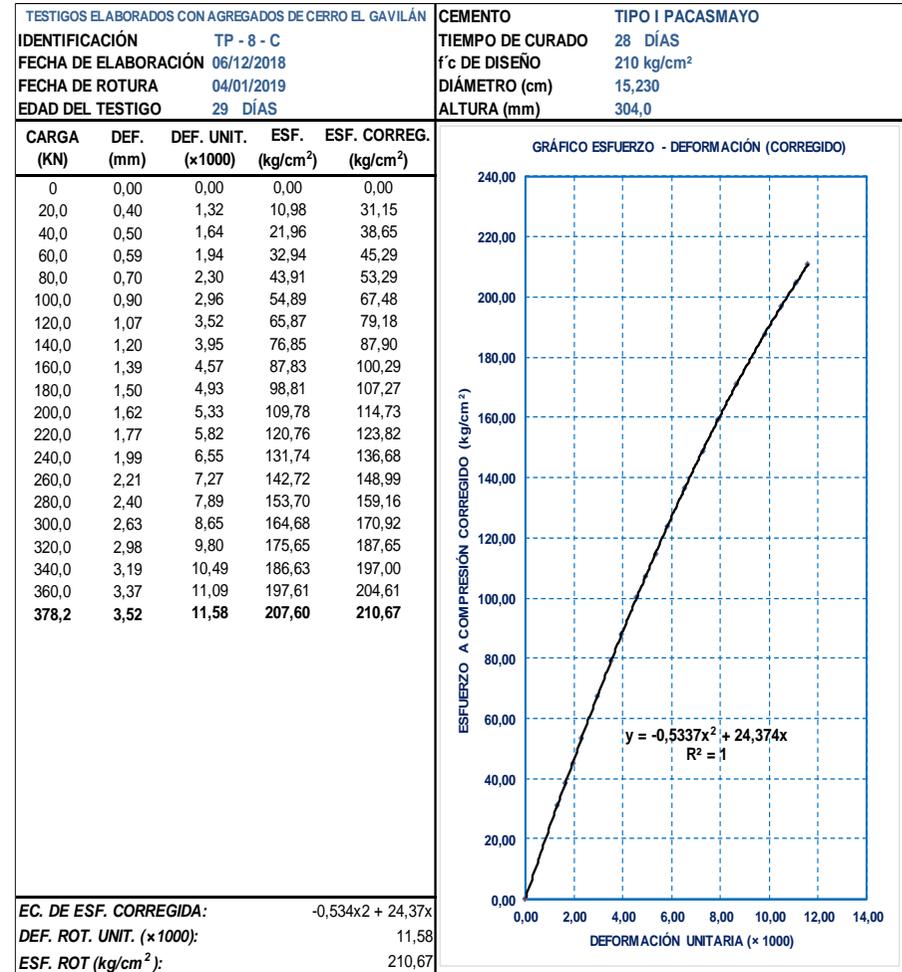


Figura 122. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (TP-8-C corregida)

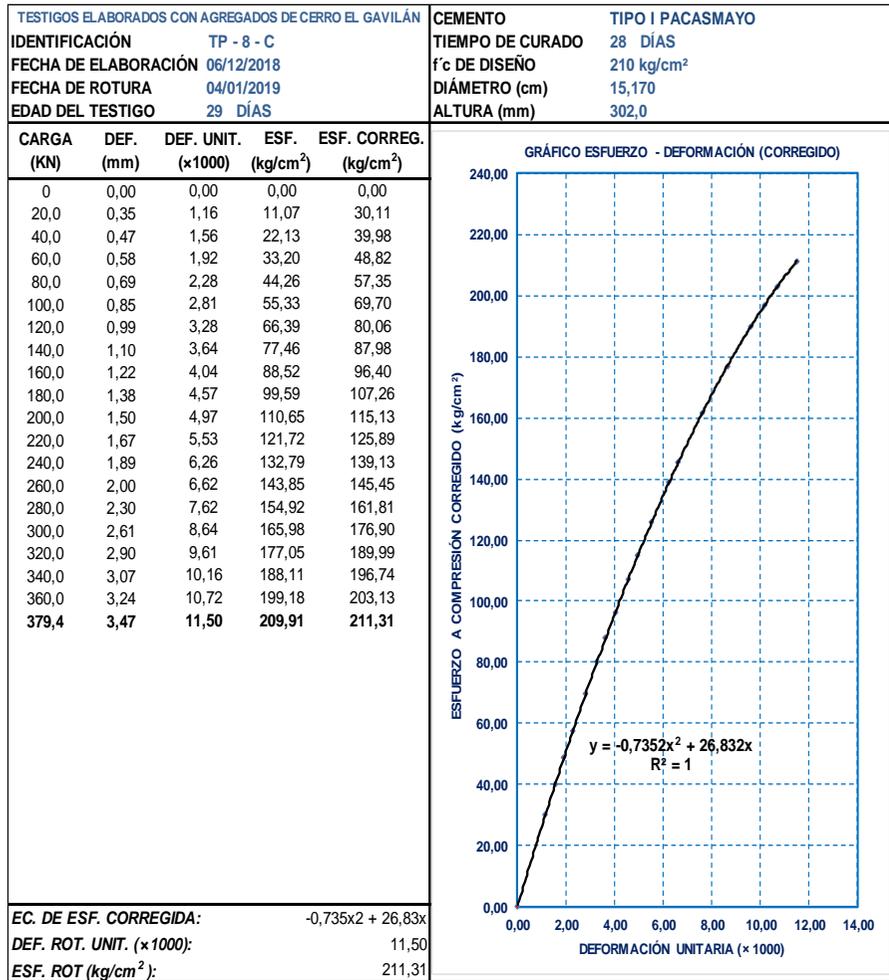


Figura 123. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (TP-9-C corregida)

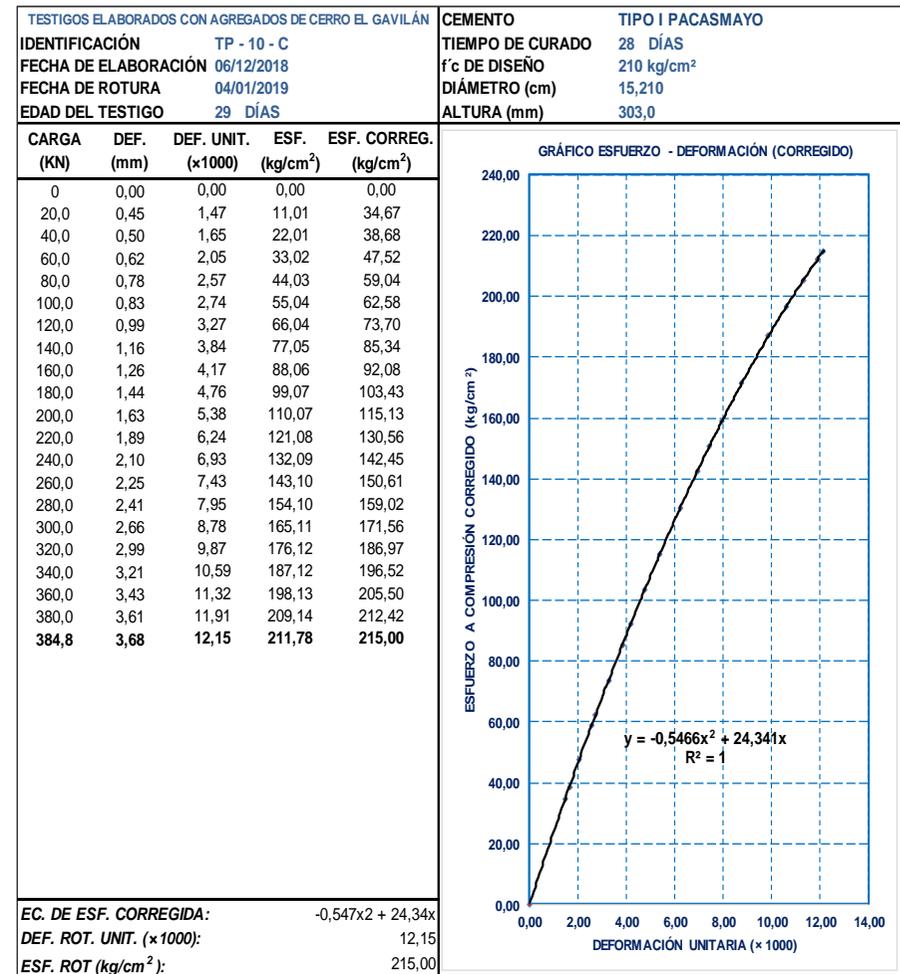


Figura 124. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-10-2-C corregida)

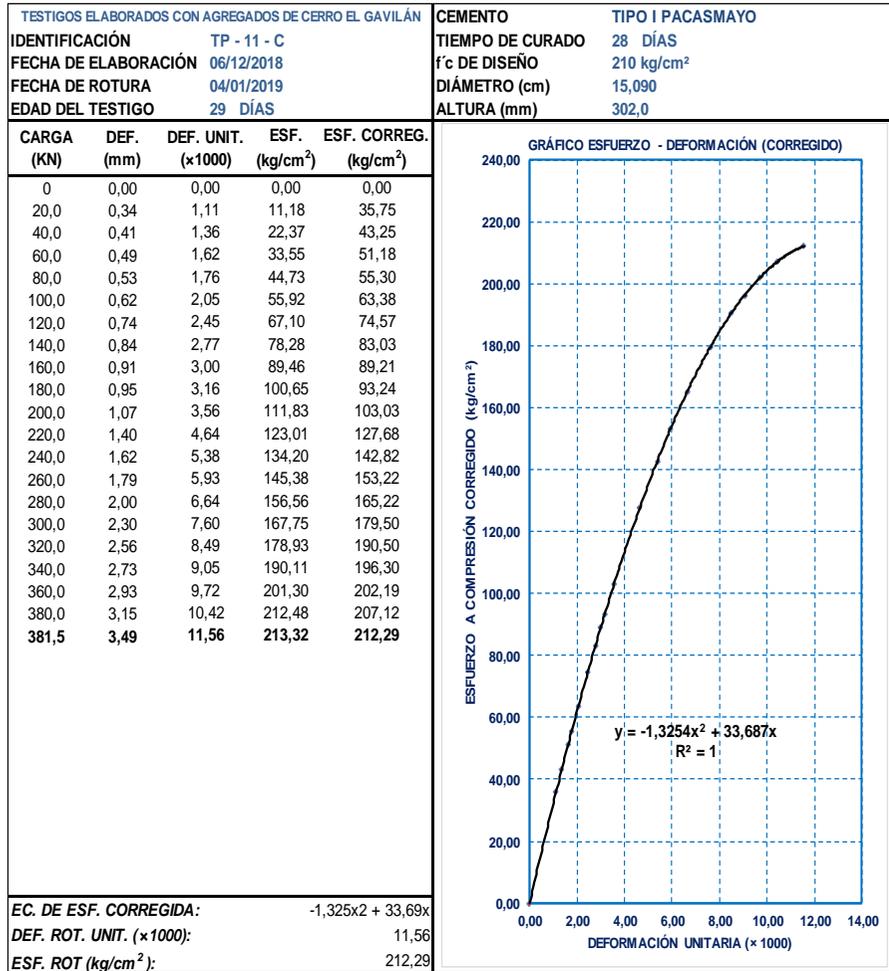


Figura 125. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (TP-11-C corregida)

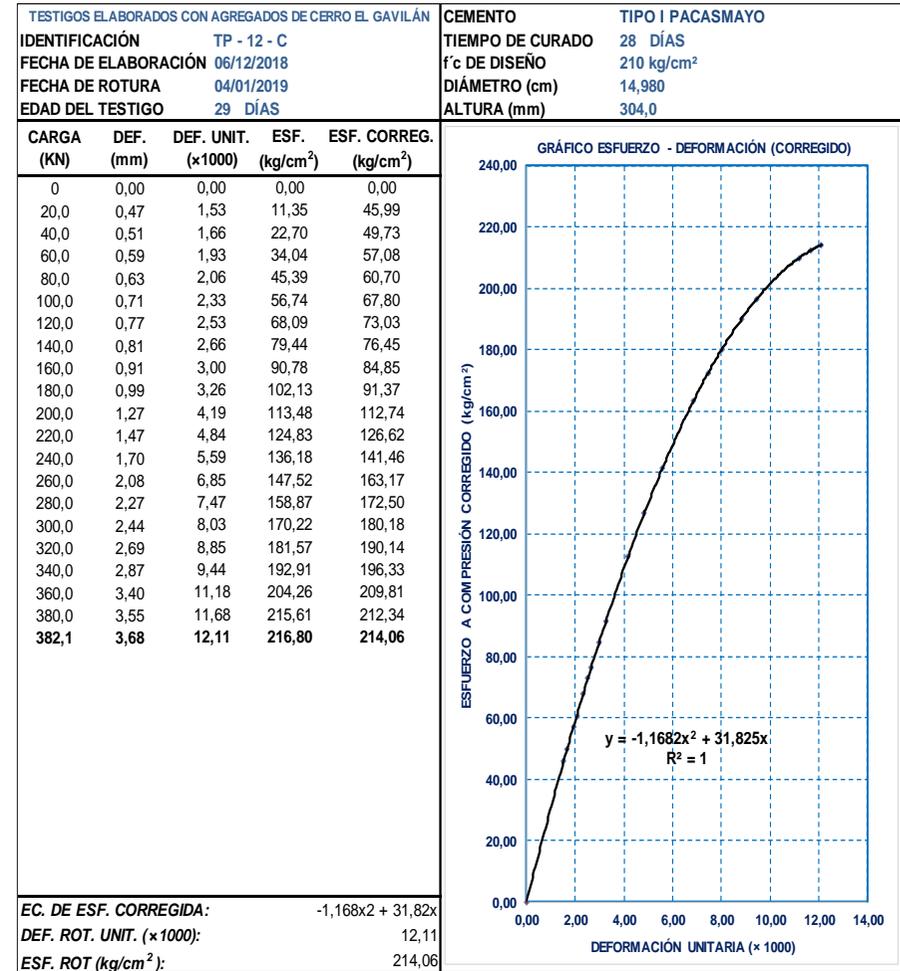


Figura 126 Gráfico esfuerzo – deformación muestra (TP-12-C corregida)

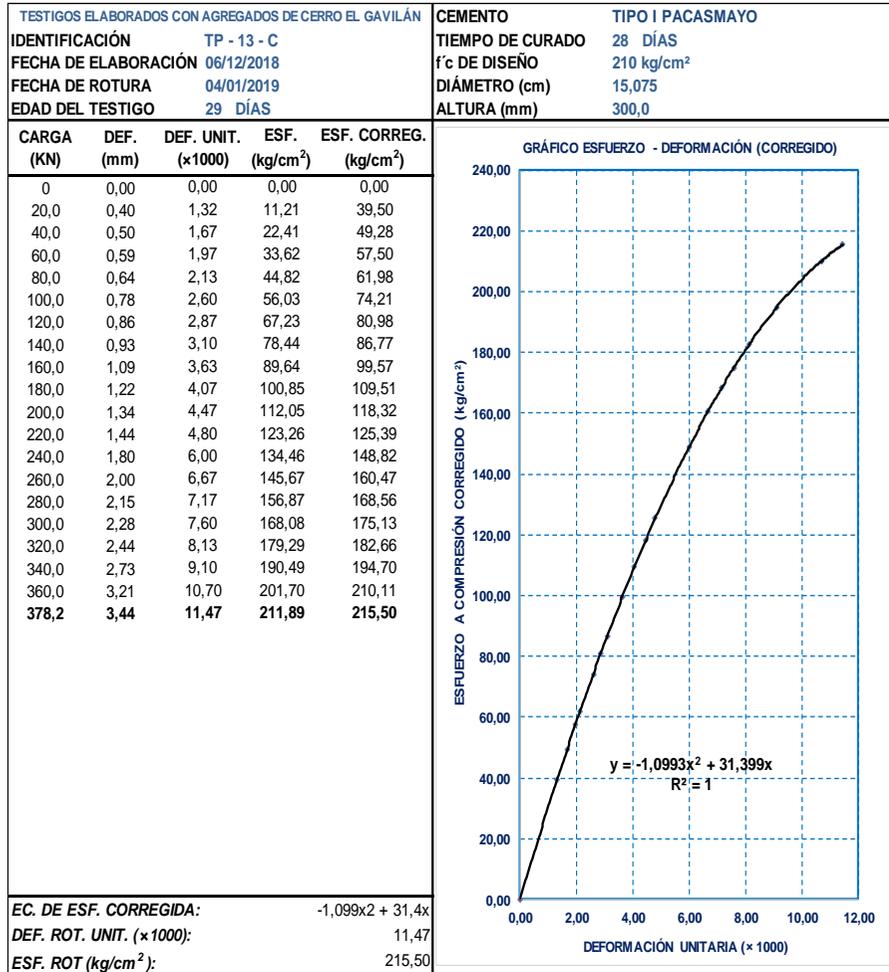


Figura 127. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (TP-13-C corregida)

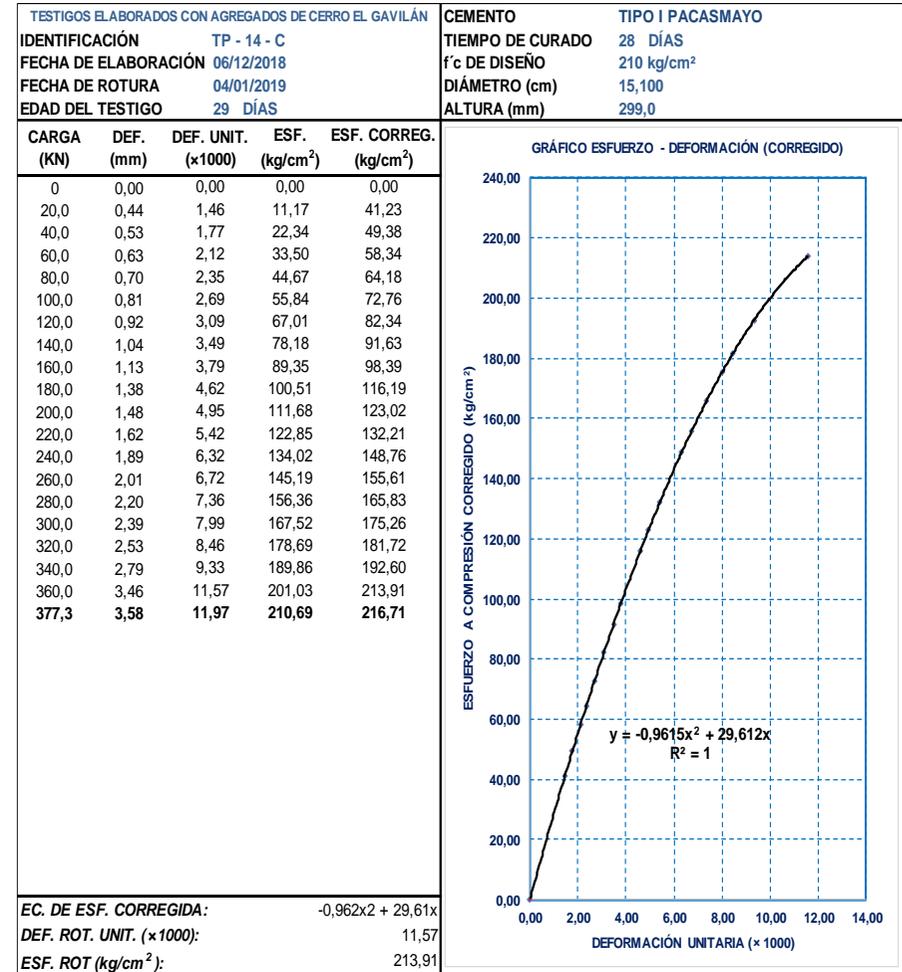


Figura 128. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (TP-14-C corregida)

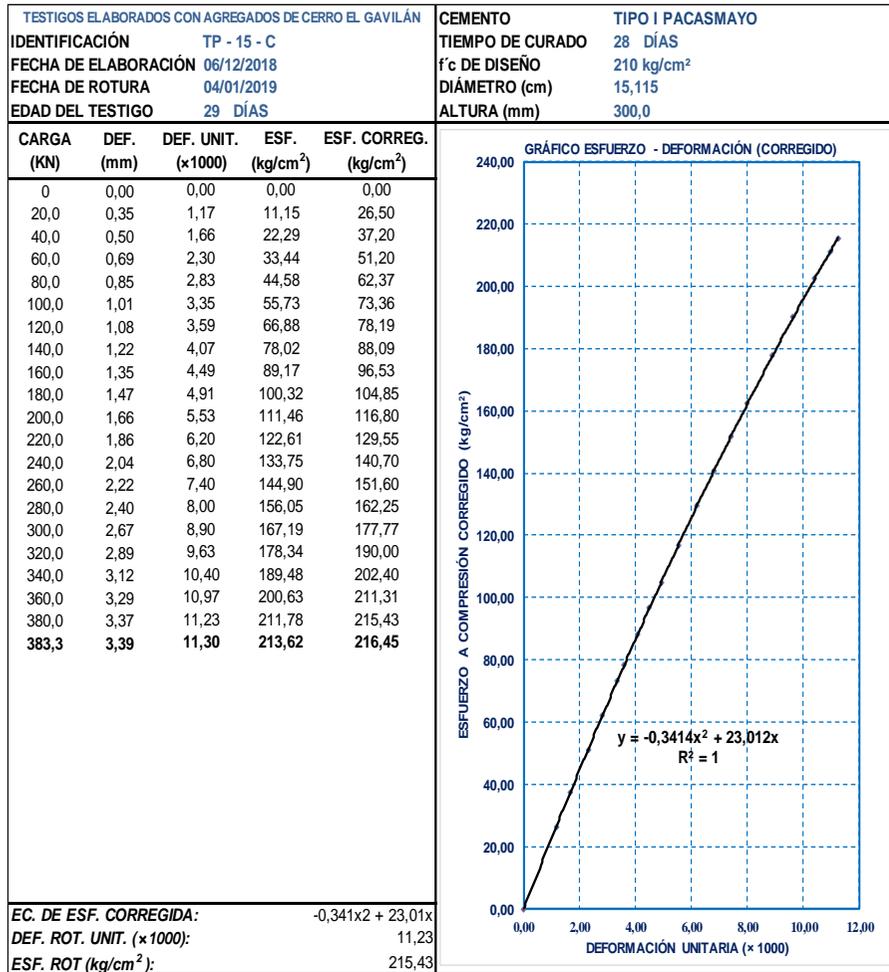


Figura 129. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (TP-15-C corregida)

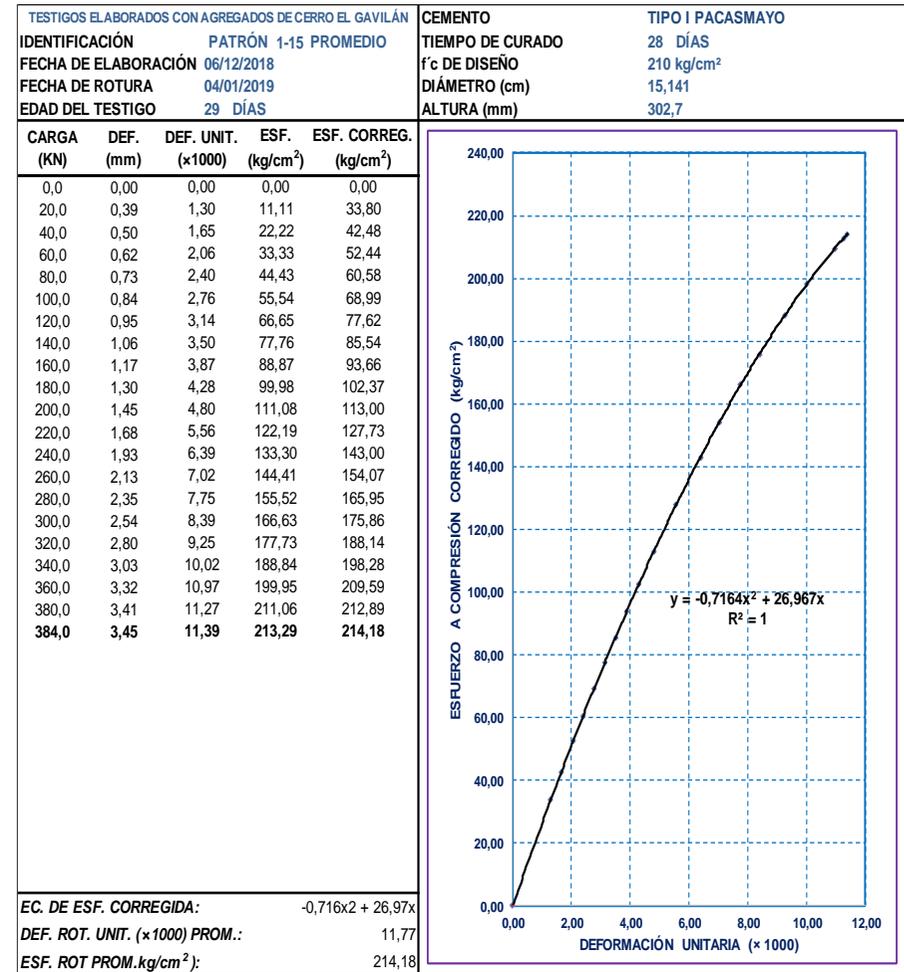


Figura 130. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (TP-P-C corregida)

Tabla 103. Resumen de las particularidades del concreto de los 15 testigos patrón con relación A/C = 0,7, en estado endurecido, elaborados con agregados de cerro, prueba a compresión.

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS PATRÓN CON RELACIÓN A/C=0,7 CELABORADOS CON AGREGADOS DE CERRO EL GAVILÁN ASTM C39 / NTP 339.034											
TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM ² , PARA DIFERENTES RELACIONES A / C, CON AGREGADOS DE RÍO Y DE CERRO							TIEMPO DE CURADO	28 DÍAS		
TIPO DE AGREGADO	0,7							CEMENTO:	TIPO I PACASMAYO		
FECHA DE ELABORACIÓN	06/12/2018							f'cr REQUERIDA:	252 kg/cm ²		
FECHA DE ROTURA	04/01/2019							f'c DE DISEÑO:	210 kg/cm ²		
EDAD DEL TESTIGO	29 DÍAS							f'c ESPERADO:	100 %		
								# DE ESPECÍMENES:	15		
	DATOS PROBETA ENDURECIDA						DATOS PRUEBA A COMPRESIÓN				
PROBETA	DIÁM. (cm)	ALT. (cm)	ÁREA (cm ²)	VOL. (m ³)	PESO (kg) 28 DIAS	P.U. (kg/m ³)	CARGA ROT. (kg)	ESF. (kg/cm ²)	f'c-OBT. (kg/cm ²)	f'c-OBT. (%)	DEF. ROT. UNIT. (x1000):
TP - 1 - C	15,15	30,40	180,27	0,00548010	12,32	2247,77	37900,00	208,00	210,24	100,12	12,89
TP - 2 - C	15,00	30,20	176,71	0,00533678	12,13	2272,72	38500,00	216,44	217,87	103,75	12,88
TP - 3 - C	15,12	30,60	179,55	0,00549433	12,38	2253,05	37950,00	214,26	211,36	100,65	12,16
TP - 4 - C	15,14	30,30	180,03	0,00545487	12,19	2235,25	40830,00	222,50	226,80	108,00	10,40
TP - 5 - C	15,22	30,40	181,94	0,00553086	12,23	2211,59	40270,00	222,12	221,34	105,40	11,48
TP - 6 - C	15,23	30,40	182,18	0,00553813	12,49	2255,63	37800,00	206,59	207,49	98,81	11,84
TP - 7 - C	15,28	30,30	183,37	0,00555622	12,50	2250,45	38270,00	210,82	208,70	99,38	11,78
TP - 8 - C	15,23	30,40	182,18	0,00553813	12,62	2279,11	37820,00	210,67	207,60	98,86	11,58
TP - 9 - C	15,17	30,20	180,74	0,00545843	12,20	2235,26	37940,00	211,31	209,91	99,96	11,50
TP - 10 - C	15,21	30,30	181,70	0,00550543	13,53	2457,58	38480,00	215,00	211,78	100,85	12,15
TP - 11 - C	15,09	30,20	178,84	0,00540101	12,14	2247,77	38150,00	212,29	213,32	101,58	11,56
TP - 12 - C	14,98	30,40	176,24	0,00535781	12,18	2272,72	38210,00	214,06	216,80	103,24	12,11
TP - 13 - C	15,08	30,00	178,49	0,00535458	12,06	2253,05	37820,00	215,50	211,89	100,90	11,47
TP - 14 - C	15,10	29,90	179,08	0,00535445	12,04	2247,77	37730,00	216,71	210,69	100,33	11,57
TP - 15 - C	15,12	30,00	179,43	0,00538304	12,11	2250,45	38330,00	216,45	213,62	101,72	11,23
PROMEDIO	15,14	30,27	180,05	0,00544961	12,34	2264,68	38400,00	214,18	213,29	101,57	11,77

2. Resistencia a compresión de testigos con relación A/C=0,6.

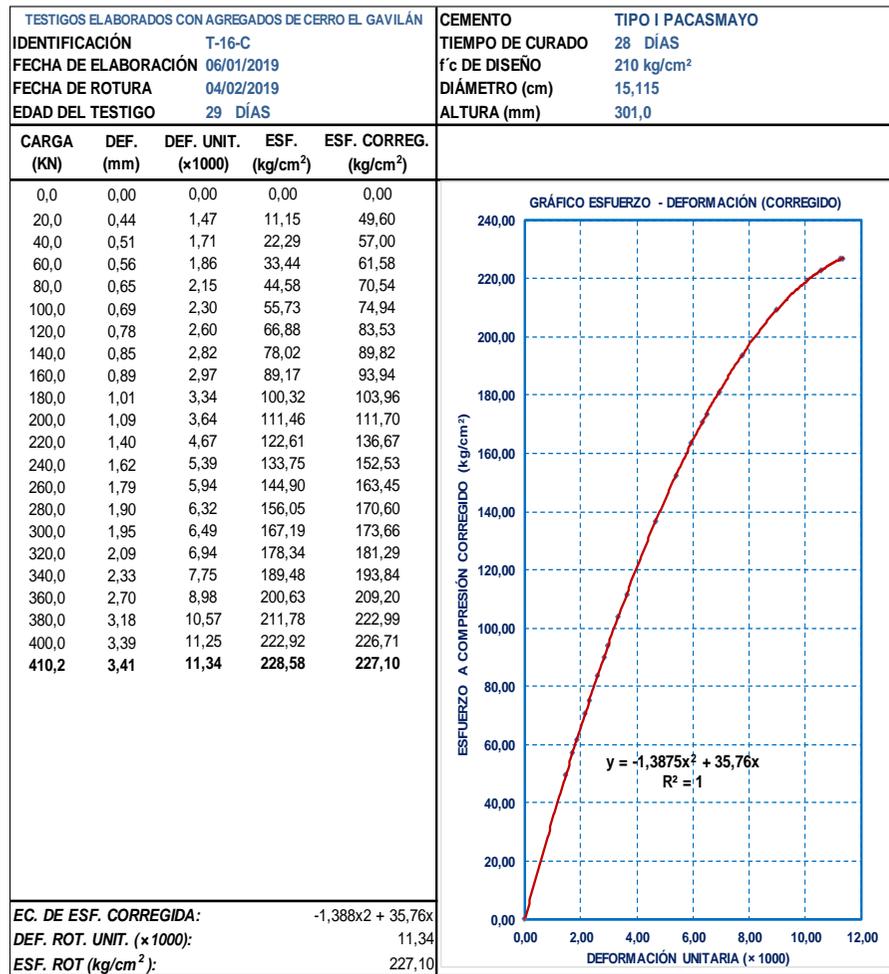


Figura 131. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-16-C corregida)

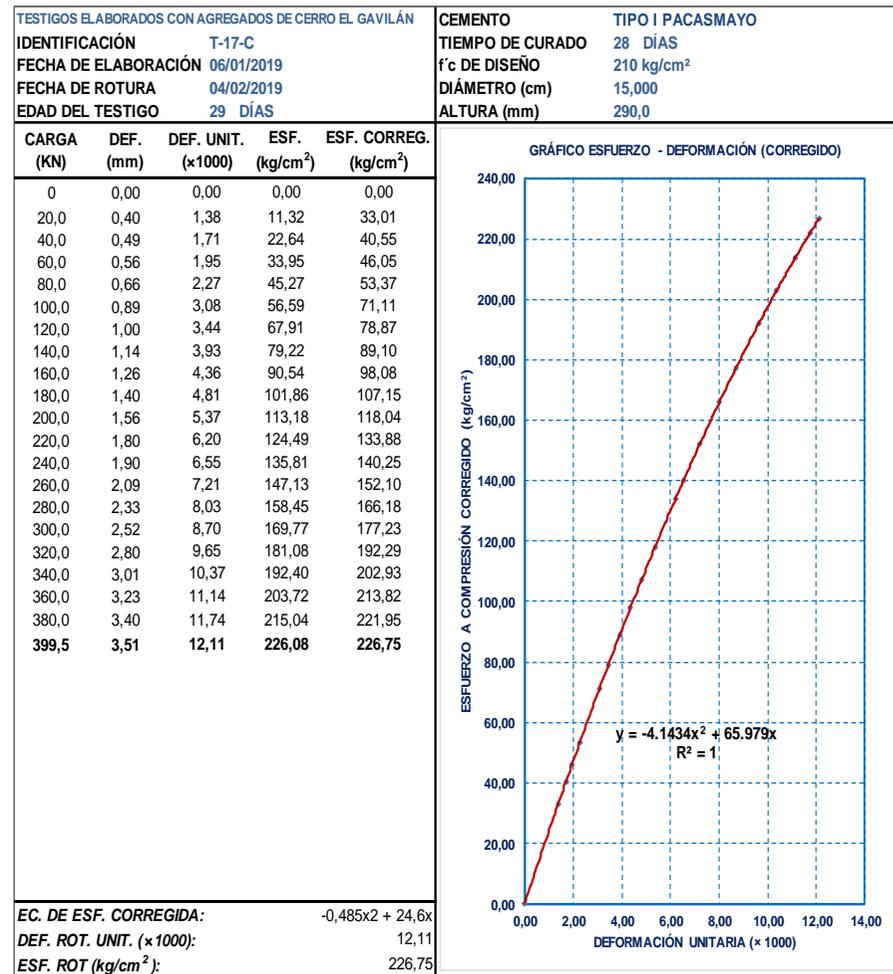


Figura 132. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-17-C corregida)

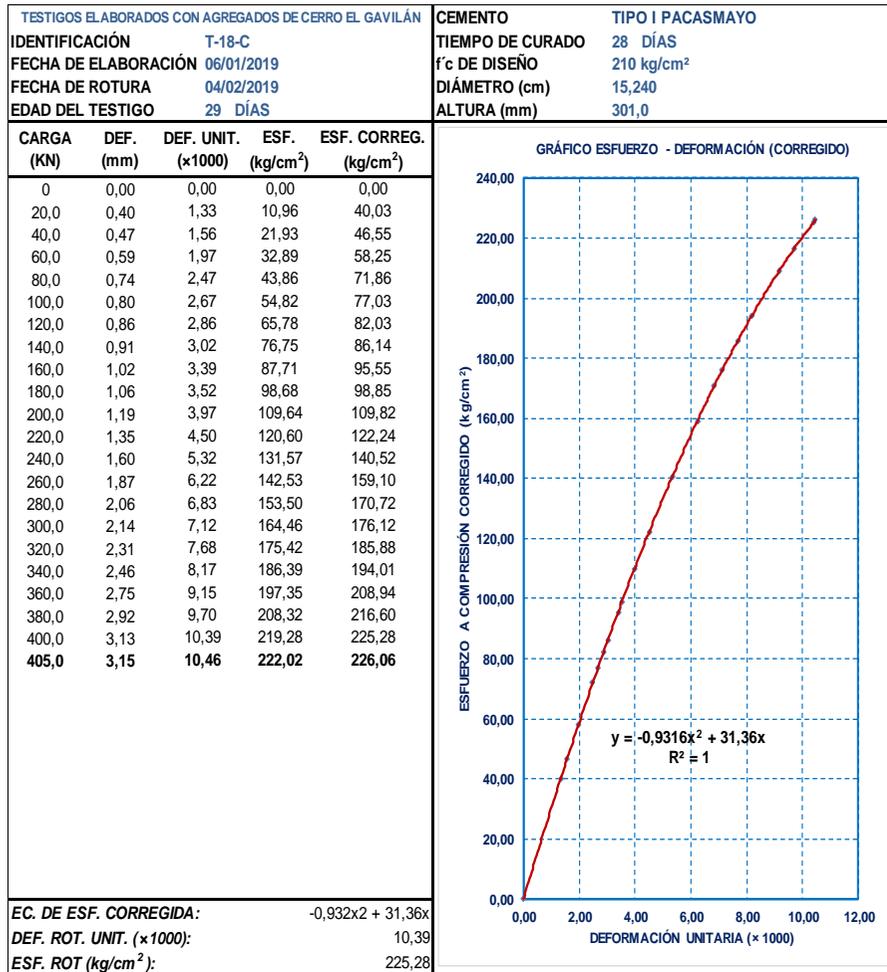


Figura 133. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-18-C corregida)

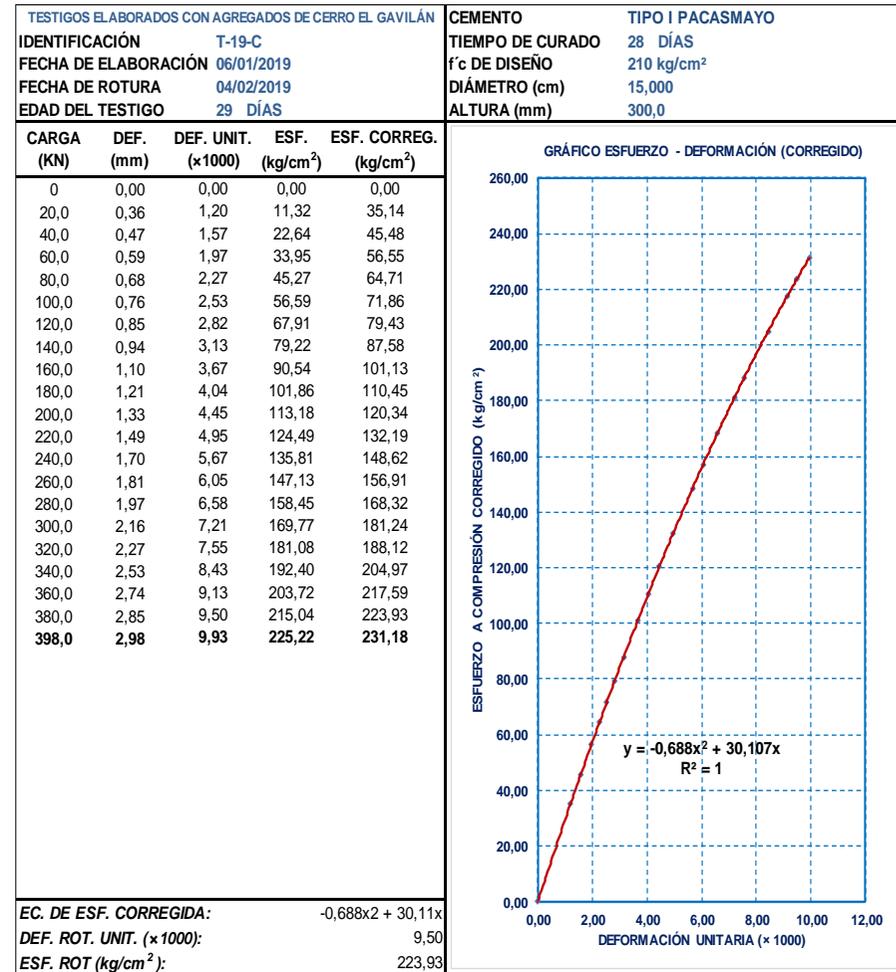


Figura 134. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-19-C corregida)

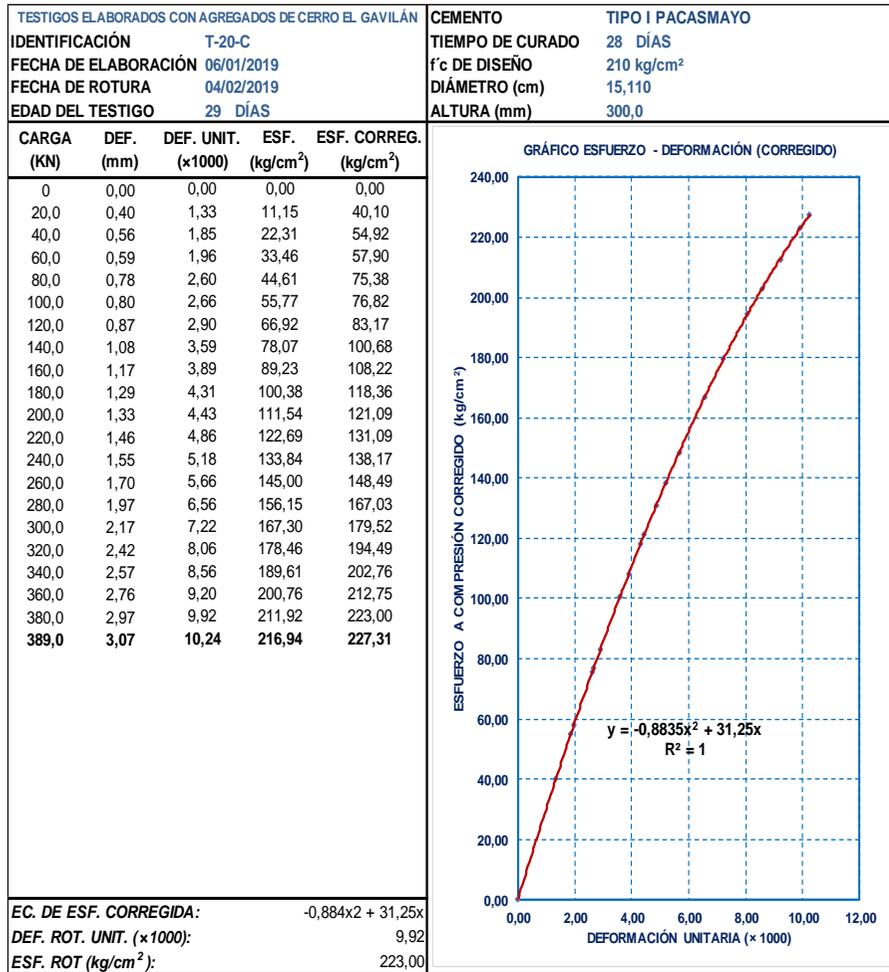


Figura 135. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-20-C corregida)

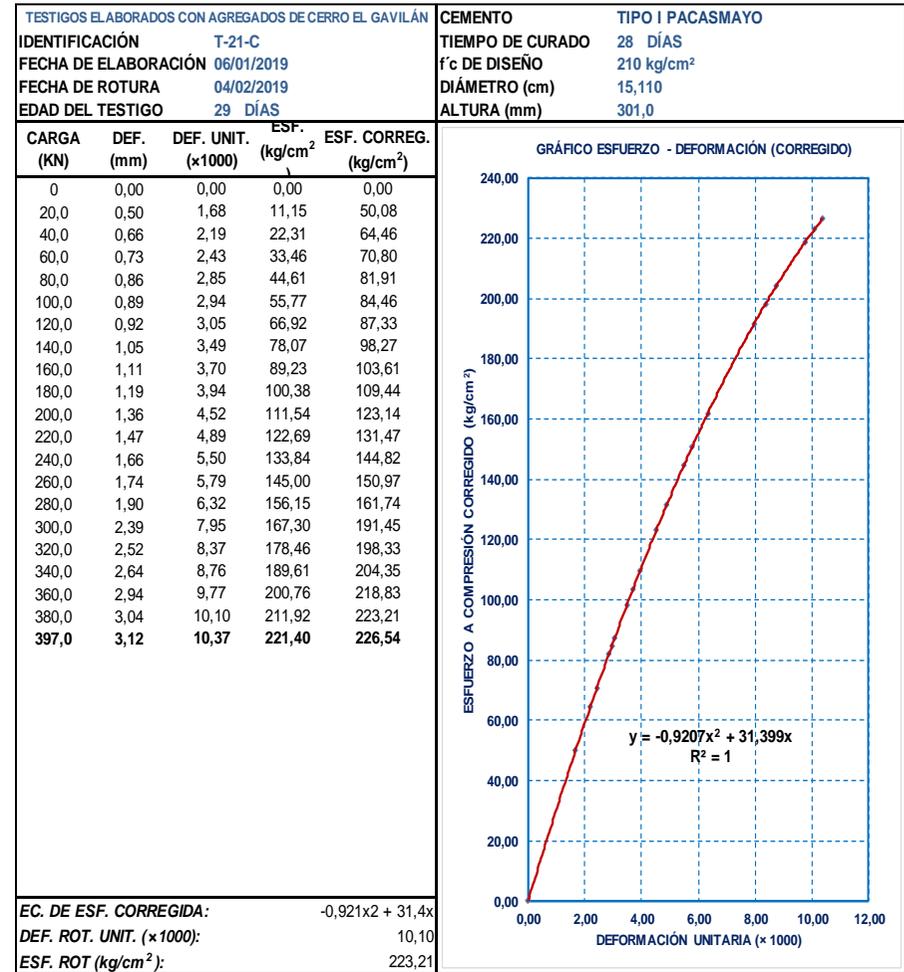


Figura 136. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-21-C corregida)

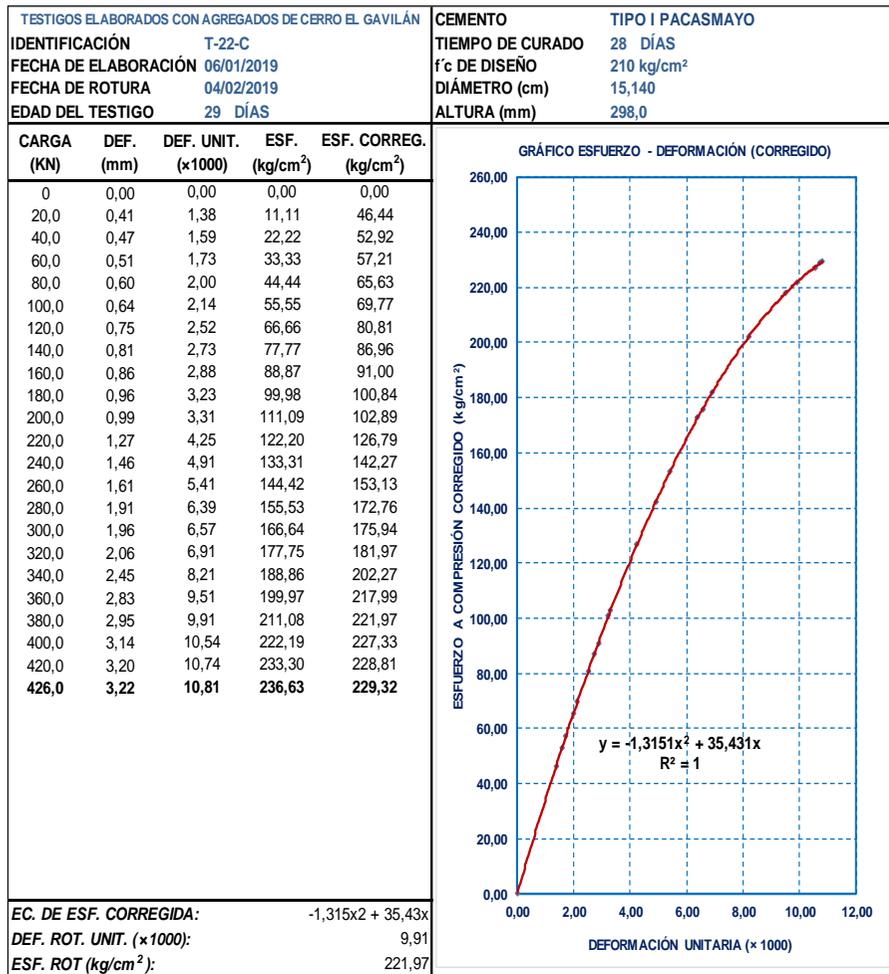


Figura 137. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-22-C corregida)

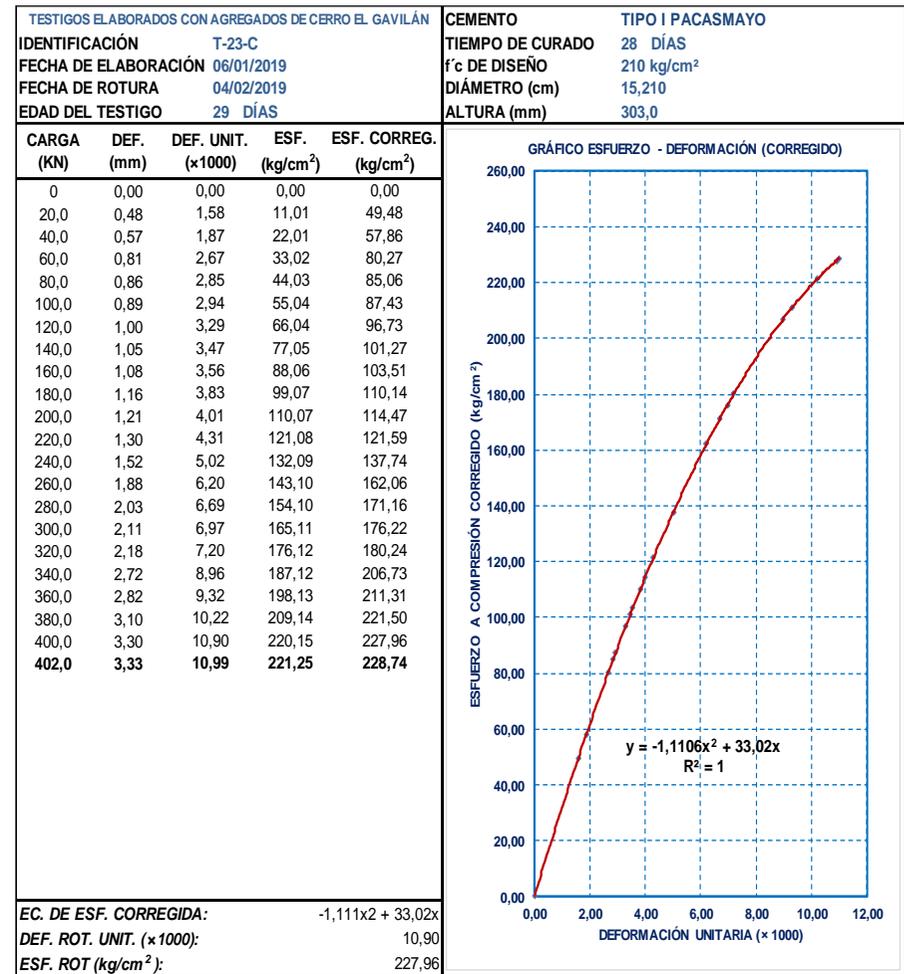


Figura 138. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-23-C corregida)

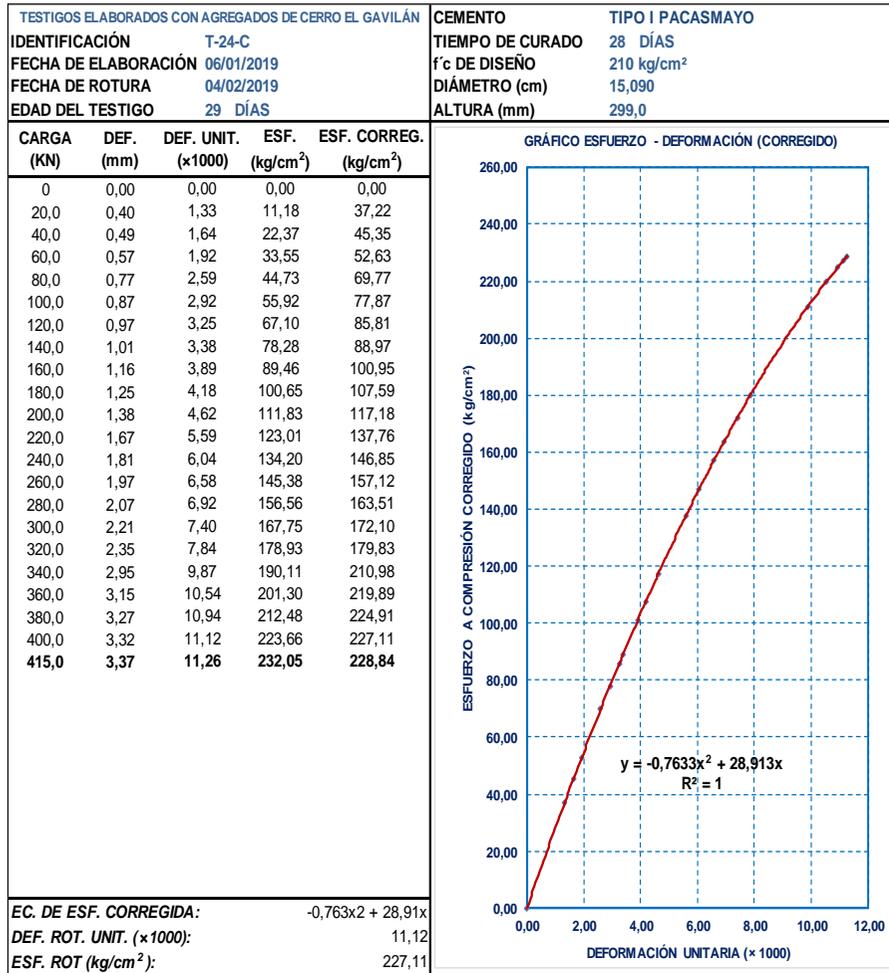


Figura 139. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-24-C corregida)

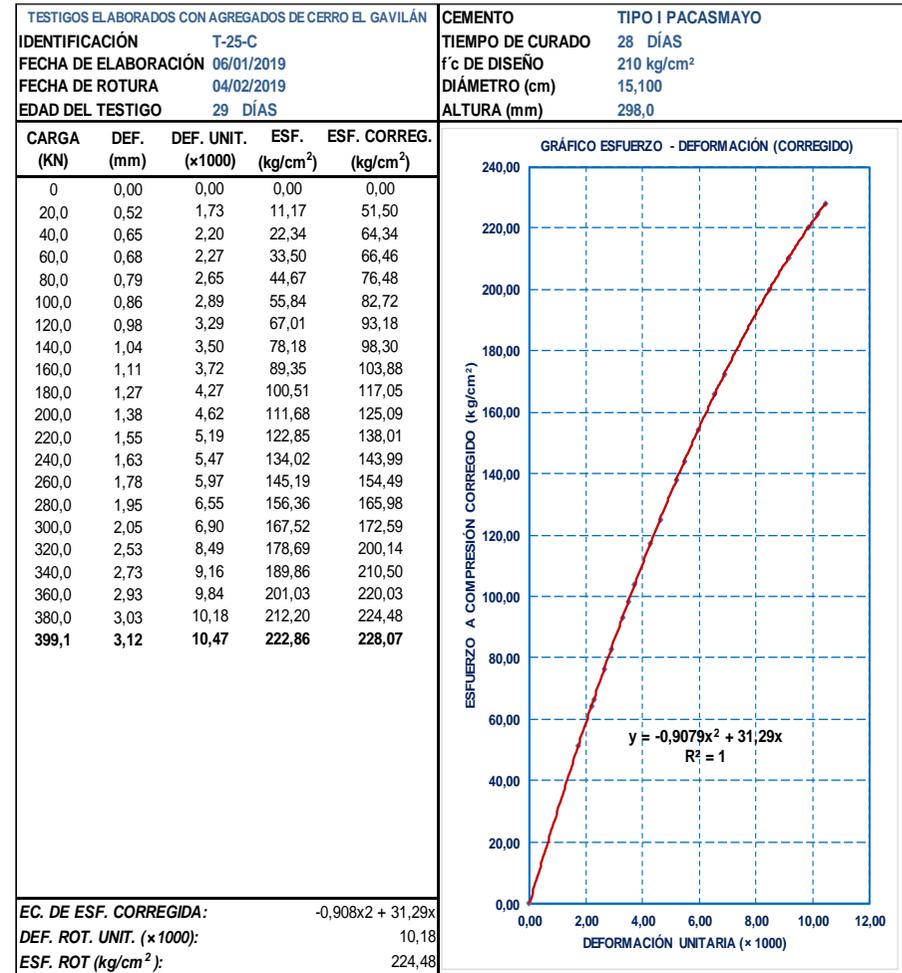


Figura 140. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-25-C corregida)

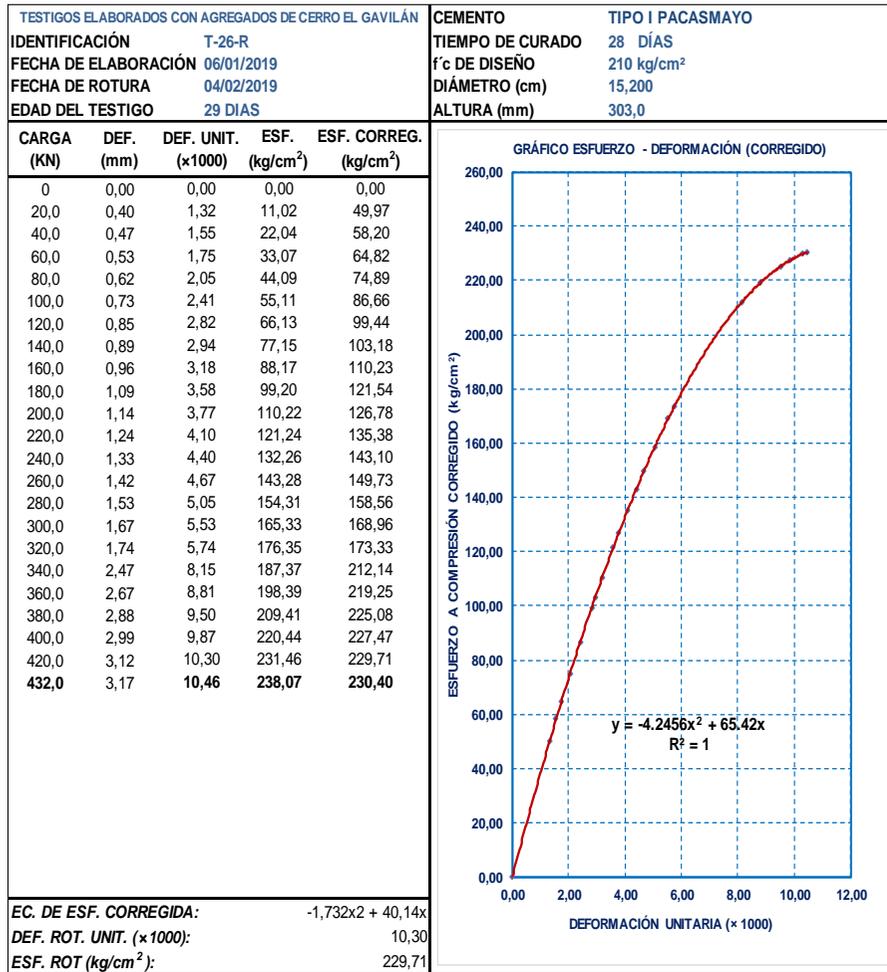


Figura 141. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-26-C corregida)

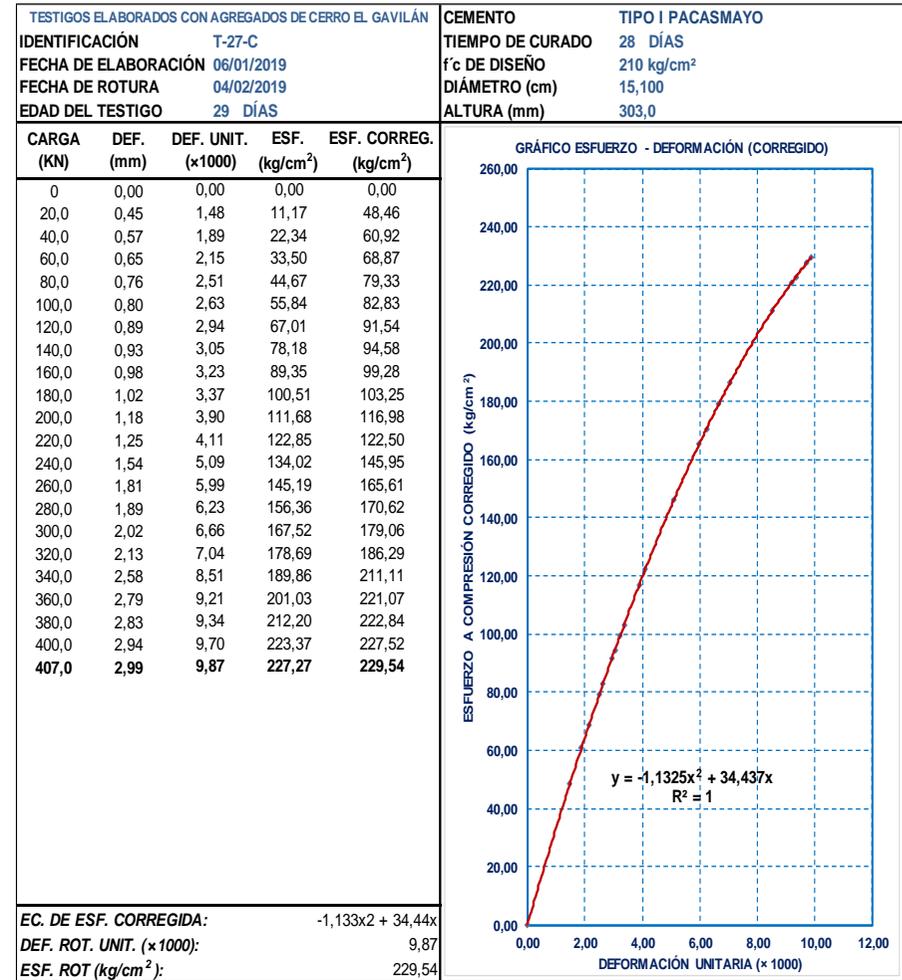


Figura 142. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-27-C corregida)

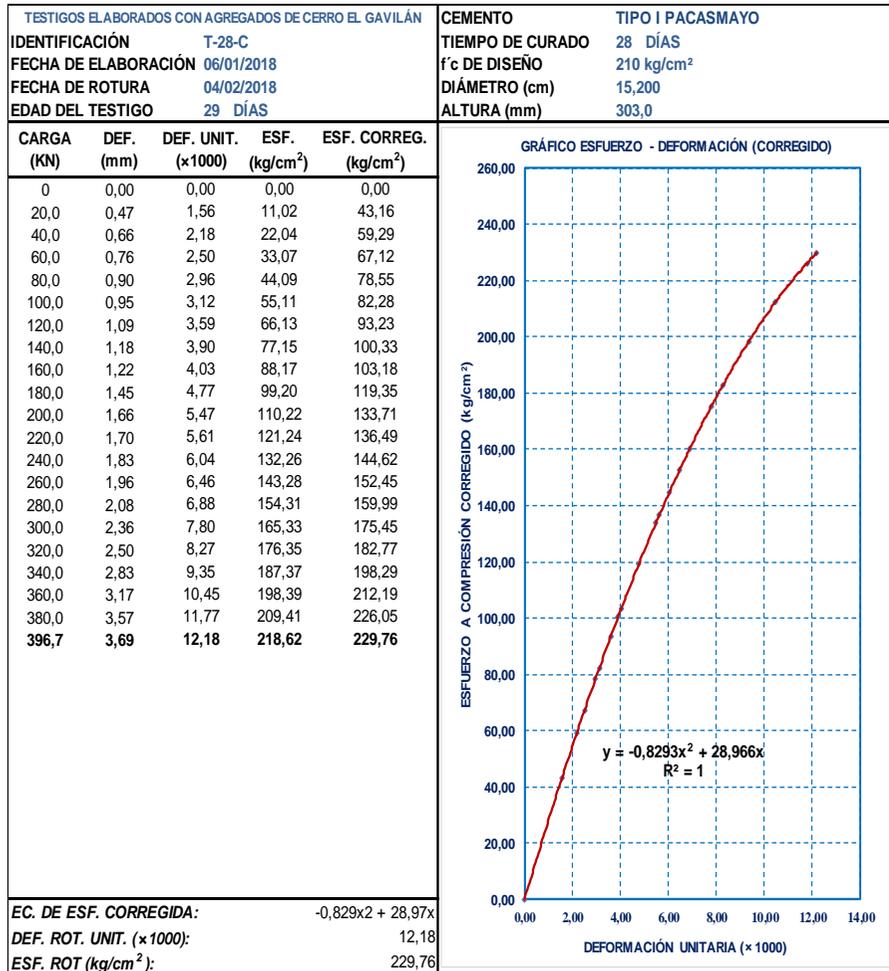


Figura 143. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-28-C corregida)

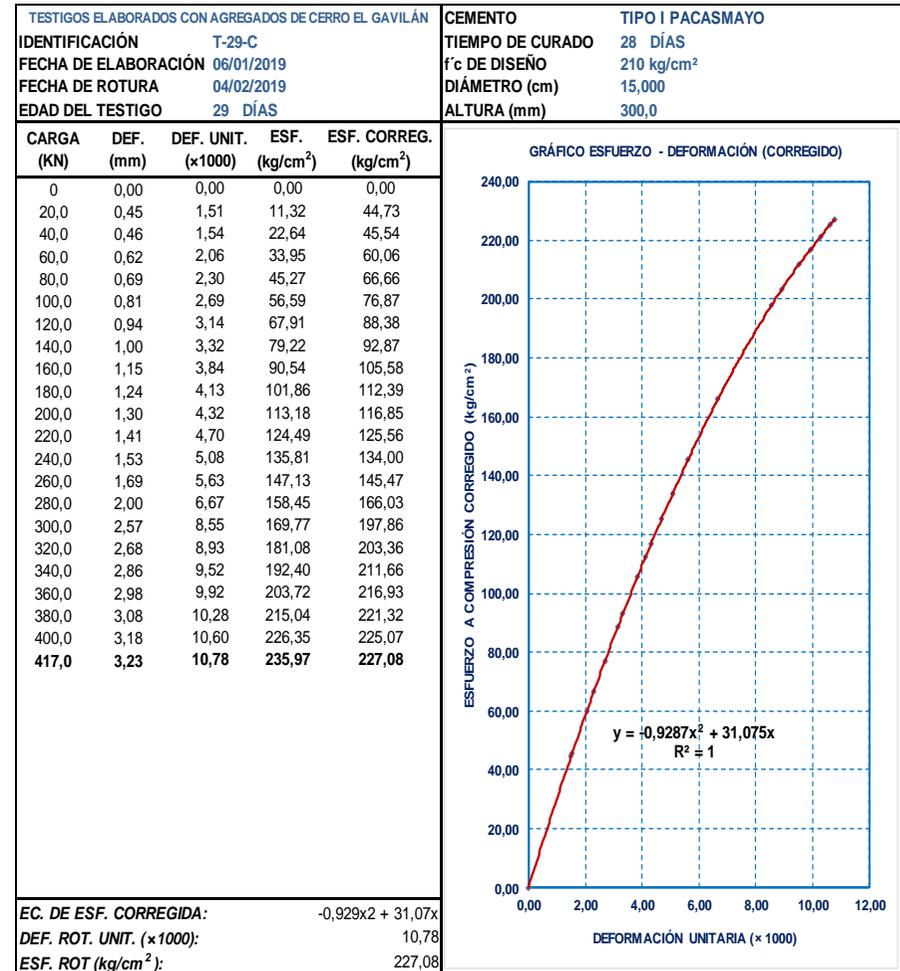


Figura 144. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-29-C corregida)

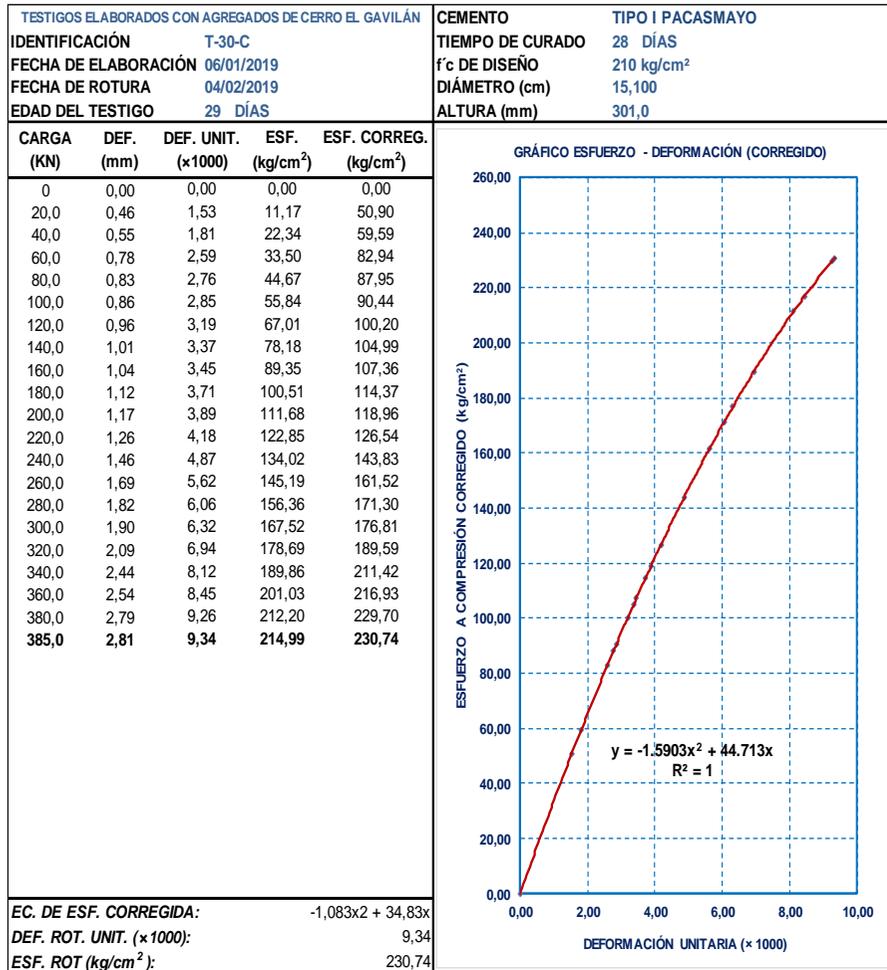


Figura 145. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-30-C corregida)

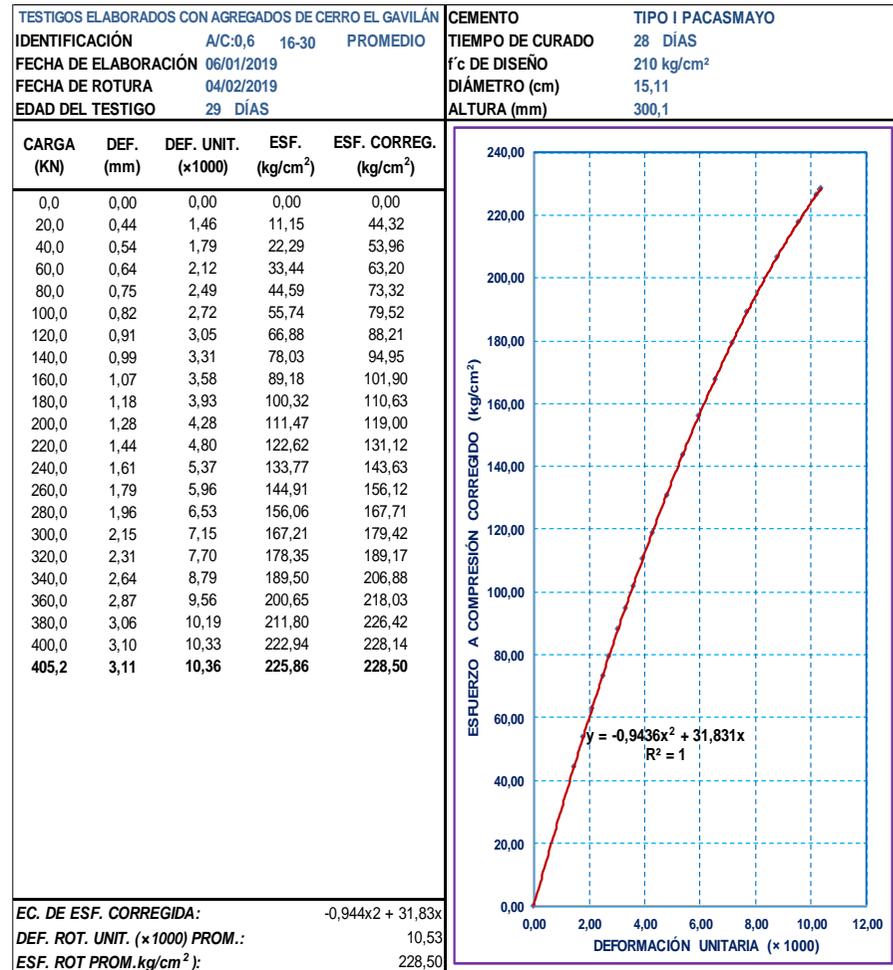


Figura 146. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-P-C corregida)

Tabla 104. Resumen de las particularidades del concreto de los 15 testigos con relación A/C=0,6; en estado endurecido, prueba a compresión.

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CON RELACIÓN A/C=0,6 , ELABORADOS CON AGREGADOS DE CERRO EL GAVILÁN ASTM C39 / NTP 339.034											
TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM ² , PARA DIFERENTES RELACIONES A / C, CON AGREGADOS DE RÍO Y DE CERRO							TIEMPO DE CURADO	28 DÍAS		
RELACIÓN A/C	0,6							CEMENTO:	TIPO I-PACASMAYO		
FECHA DE ELABORACIÓN	06/01/2019							f'cr REQUERIDA:	252 kg/cm ²		
FECHA DE ROTURA	04/02/2019							f'c DE DISEÑO:	210 kg/cm ²		
EDAD DEL TESTIGO	29 DÍAS							f'c ESPERADO:	100 %		
								# DE ESPECÍMENES:	15		
	DATOS PROBETA ENDURECIDA					DATOS PRUEBA A COMPRESIÓN					
PROBETA	DIÁM. (cm)	ALT. (cm)	ÁREA (cm ²)	VOL. (m ³)	PESO (kg) 28 DIAS	P.U. (kg/m ³)	CARGA ROT. (kg)	ESF. (kg/cm ²)	f'c-OBT. (kg/cm ²)	f'c-OBT. (%)	DEF. ROT. UNIT. (x1000):
T-16-C	15,12	30,10	179,43	0,00540098	12,30	2276,44	41015,00	227,10	228,58	108,85	11,34
T-17-C	15,00	29,00	176,71	0,00512472	12,15	2370,66	39952,00	226,75	226,08	107,66	12,11
T-18-C	15,24	30,10	182,41	0,00549068	12,42	2261,10	40500,00	226,06	222,02	105,72	10,39
T-19-C	15,00	30,00	176,71	0,00530144	12,32	2323,33	39800,00	231,18	225,22	107,25	9,50
T-20-C	15,11	30,00	179,32	0,00537948	12,32	2290,93	38900,00	227,31	216,94	103,30	9,92
T-21-C	15,11	30,10	179,32	0,00539741	12,28	2274,42	39700,00	226,54	221,40	105,43	10,10
T-22-C	15,14	29,80	180,03	0,00536485	12,28	2289,16	42600,00	229,32	236,63	112,68	9,91
T-23-C	15,21	30,30	181,70	0,00550543	12,54	2276,84	40200,00	228,74	221,25	105,36	10,90
T-24-C	15,09	29,90	178,84	0,00534736	12,22	2285,61	41500,00	228,84	232,05	110,50	11,12
T-25-C	15,10	29,80	179,08	0,00533654	12,20	2286,69	39910,00	228,07	222,86	106,13	10,18
T-26-C	15,20	30,30	181,46	0,00549819	12,54	2280,39	43200,00	230,40	238,07	113,37	10,30
T-27-C	15,10	30,30	179,08	0,00542608	12,27	2261,85	40700,00	229,54	227,27	108,23	9,87
T-28-C	15,20	30,30	181,46	0,00549819	12,44	2261,85	39670,00	229,76	218,62	104,10	12,18
T-29-C	15,00	30,00	176,71	0,00530144	11,99	2261,85	41700,00	227,08	235,97	112,37	10,78
T-30-C	15,10	30,10	179,08	0,00539027	12,19	2261,85	38500,00	230,74	214,99	102,38	9,34
PROMEDIO	15,11	30,01	179,42	0,00538420	12,30	2284,20	40523,13	228,50	225,86	107,55	10,53

3. Resistencia a compresión de testigos con relación A/C=0,5.

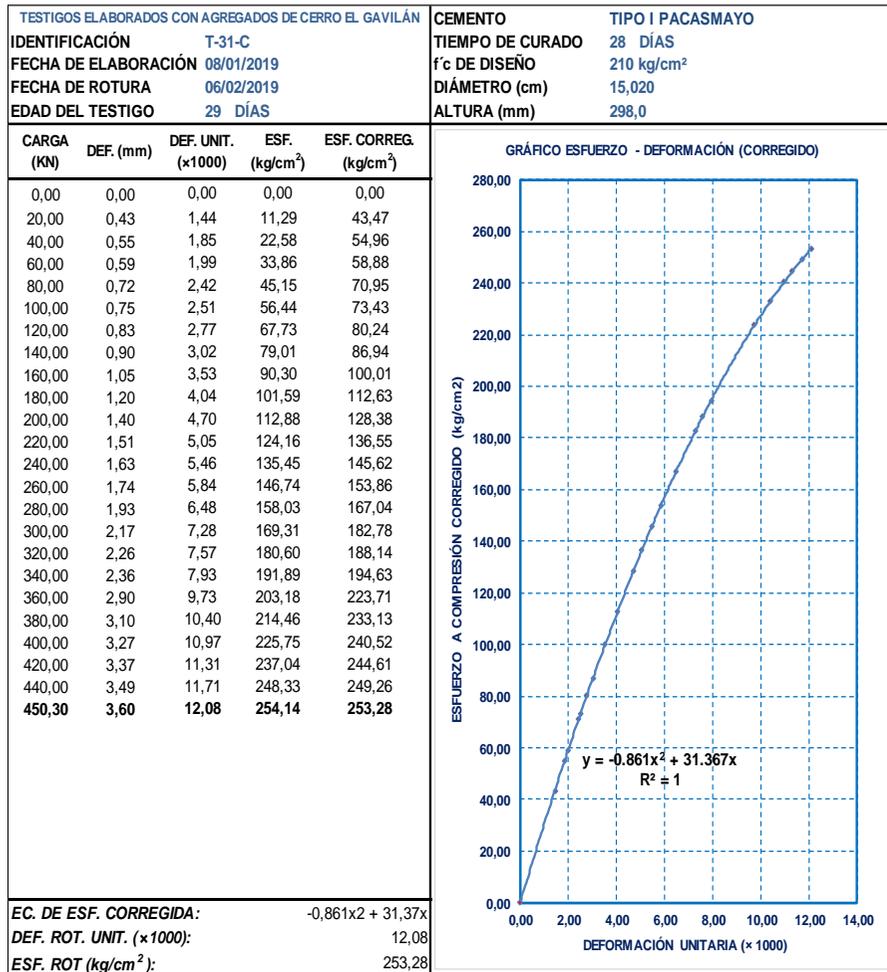


Figura 147. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-31-C corregida)

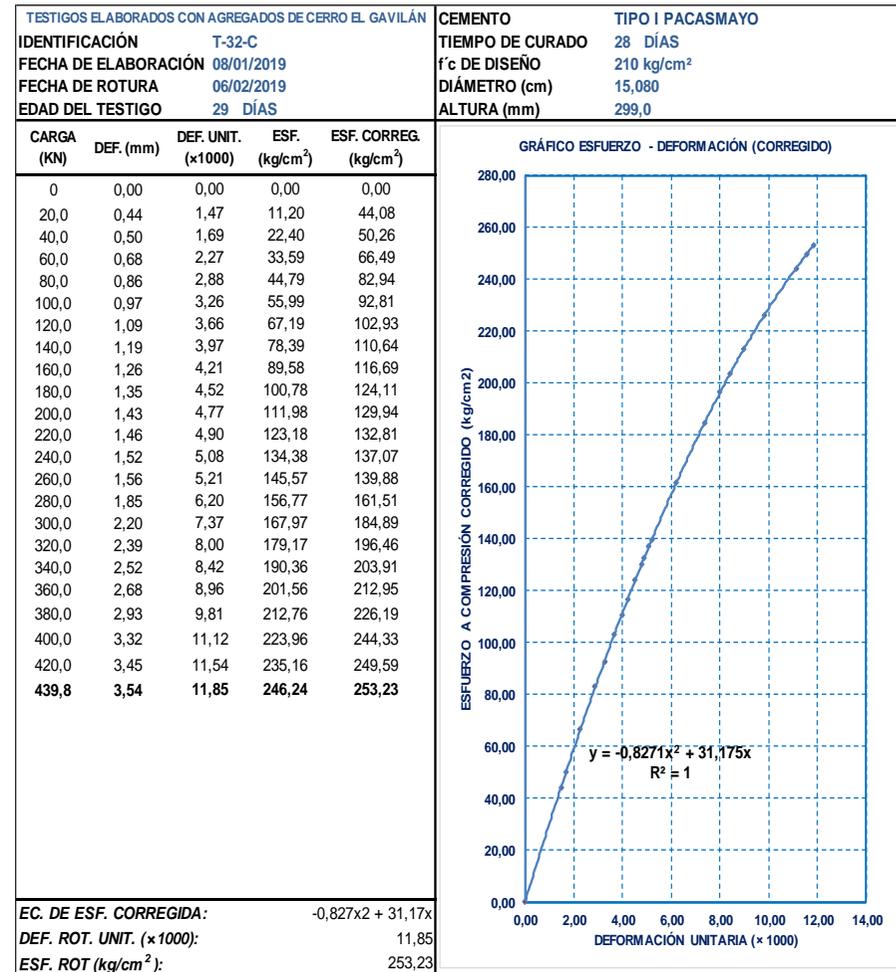


Figura 148. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-32-C corregida)

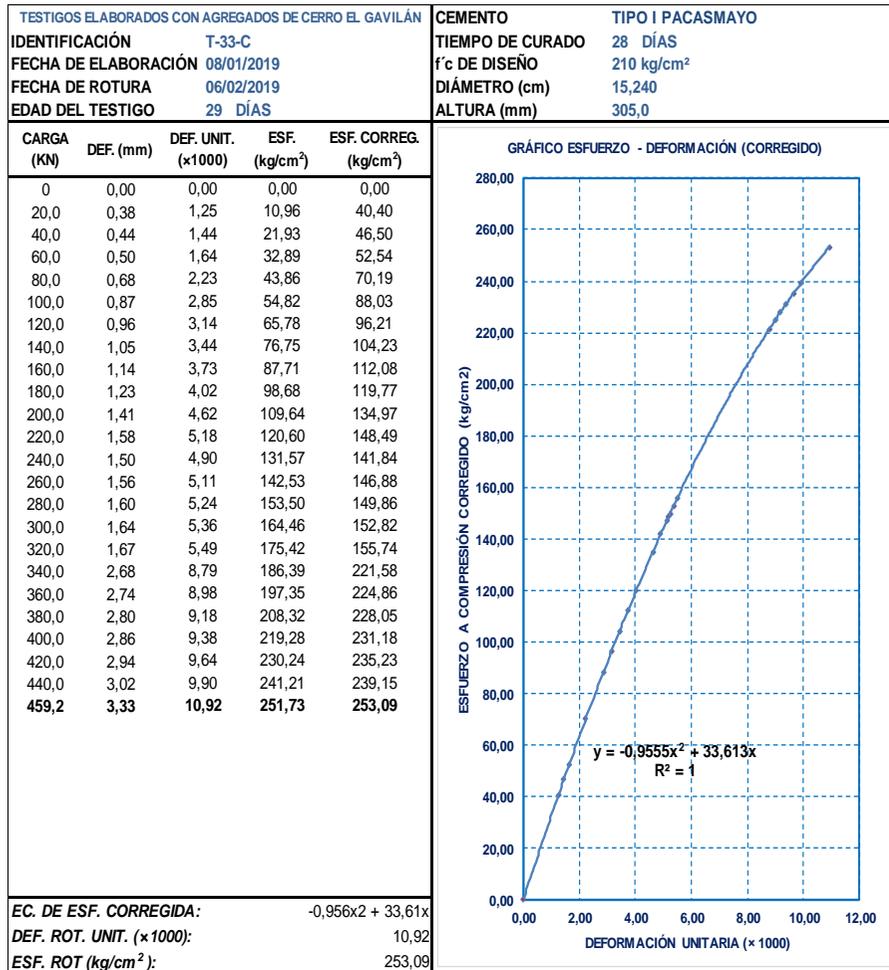


Figura 149. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-33-C corregida)

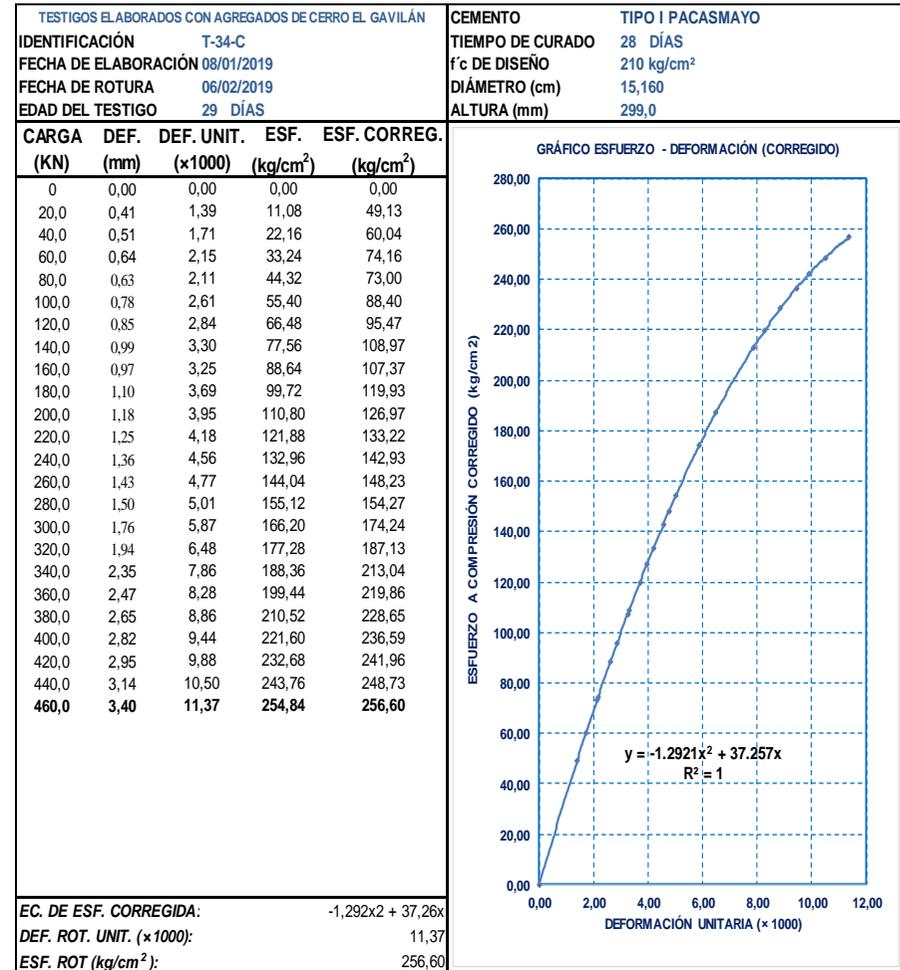


Figura 150. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-34-C corregida)

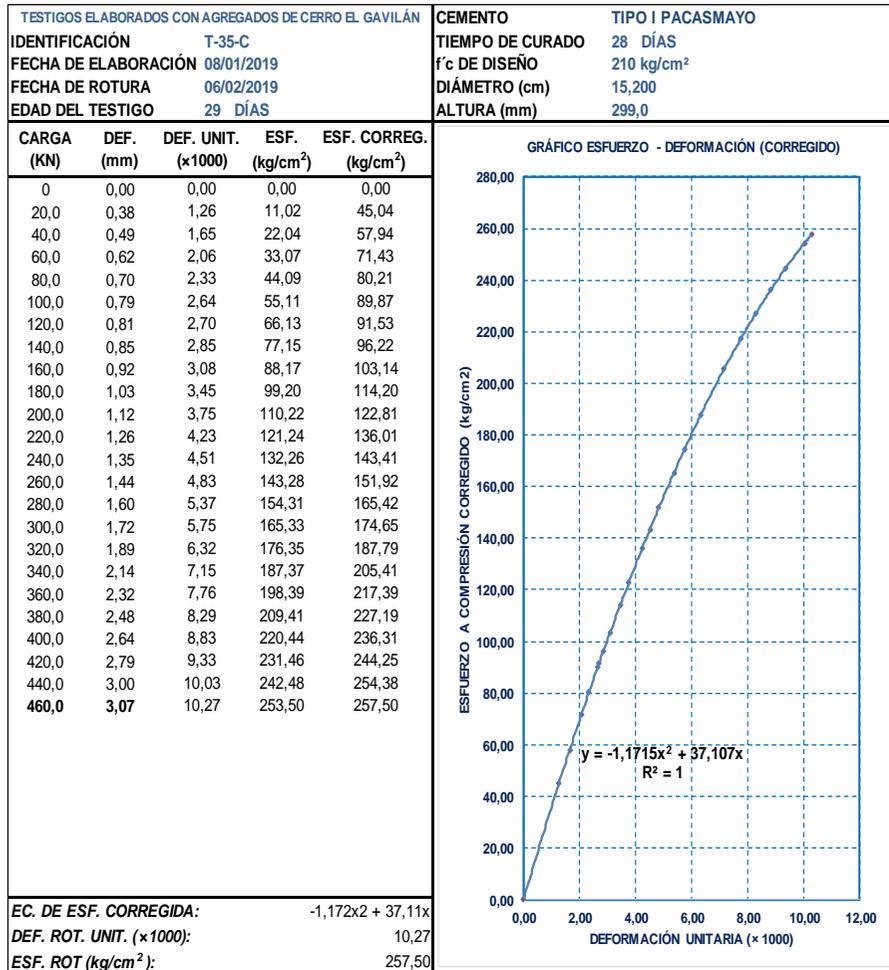


Figura 151. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-35-C corregida)

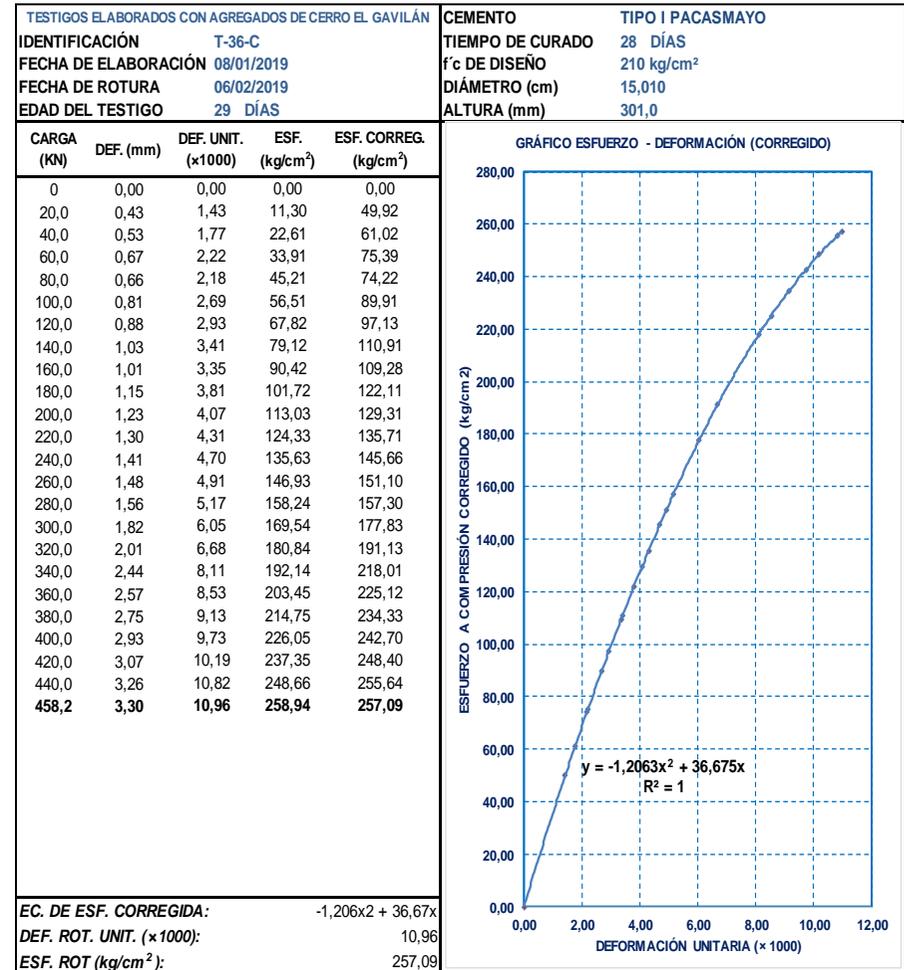


Figura 152. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-36-C corregida)

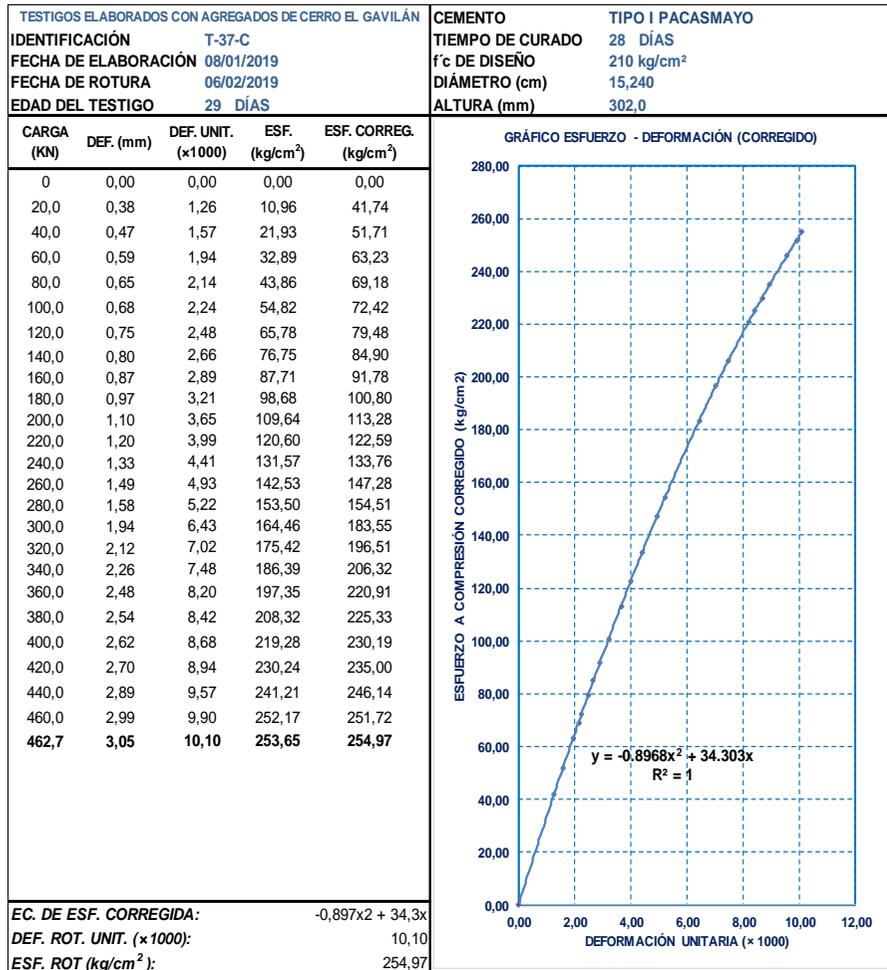


Figura 153. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-37-C corregida)

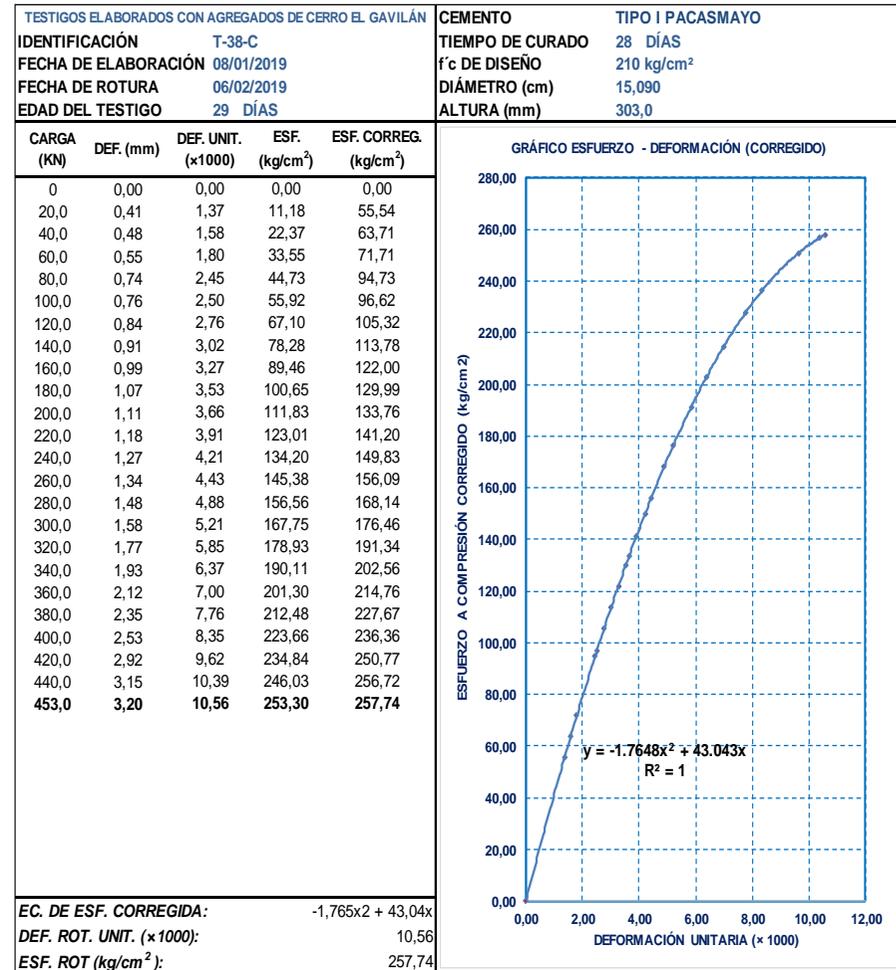


Figura 154. Gráfico esfuerzo - deformación muestra (T-38-C corregida)

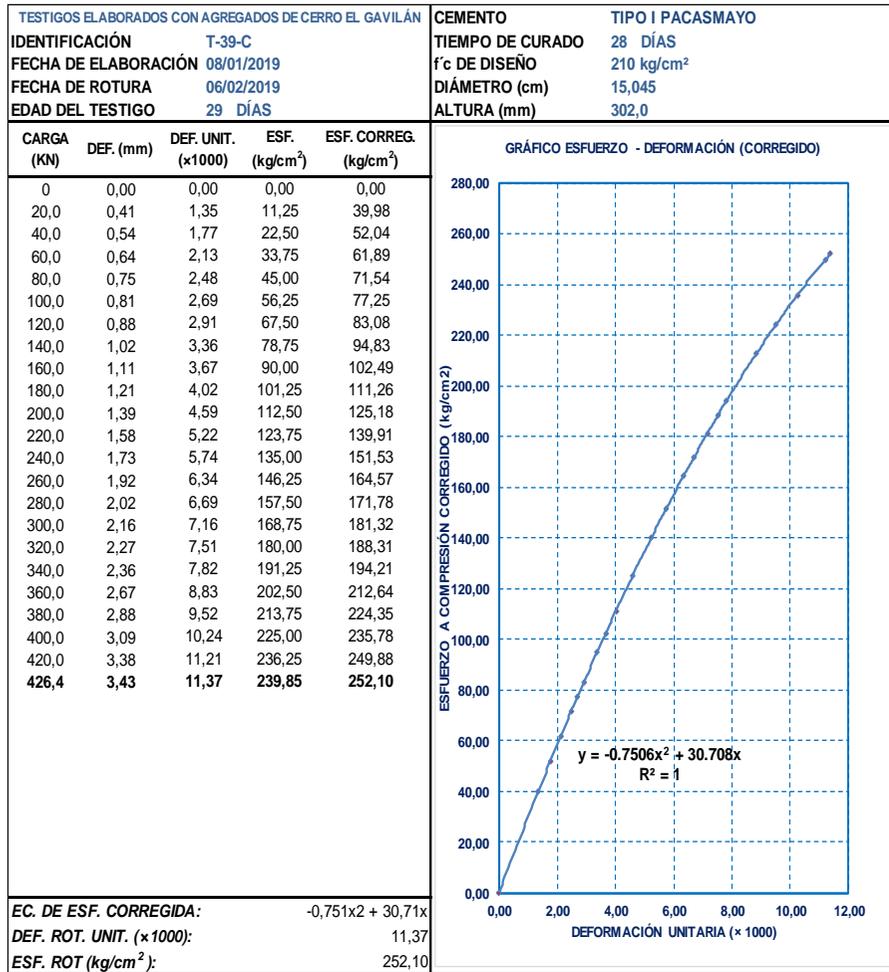


Figura 155. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-39-C corregida)

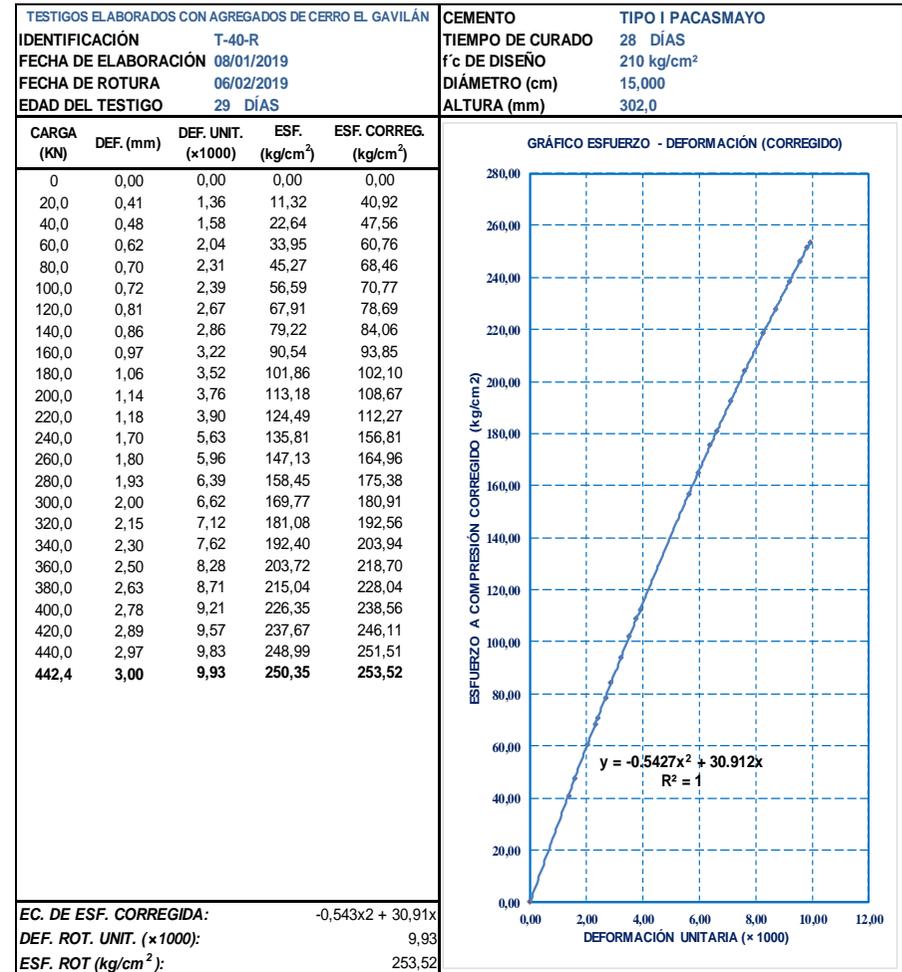


Figura 156. Gráfico esfuerzo - deformación muestra (T-40-C corregida)

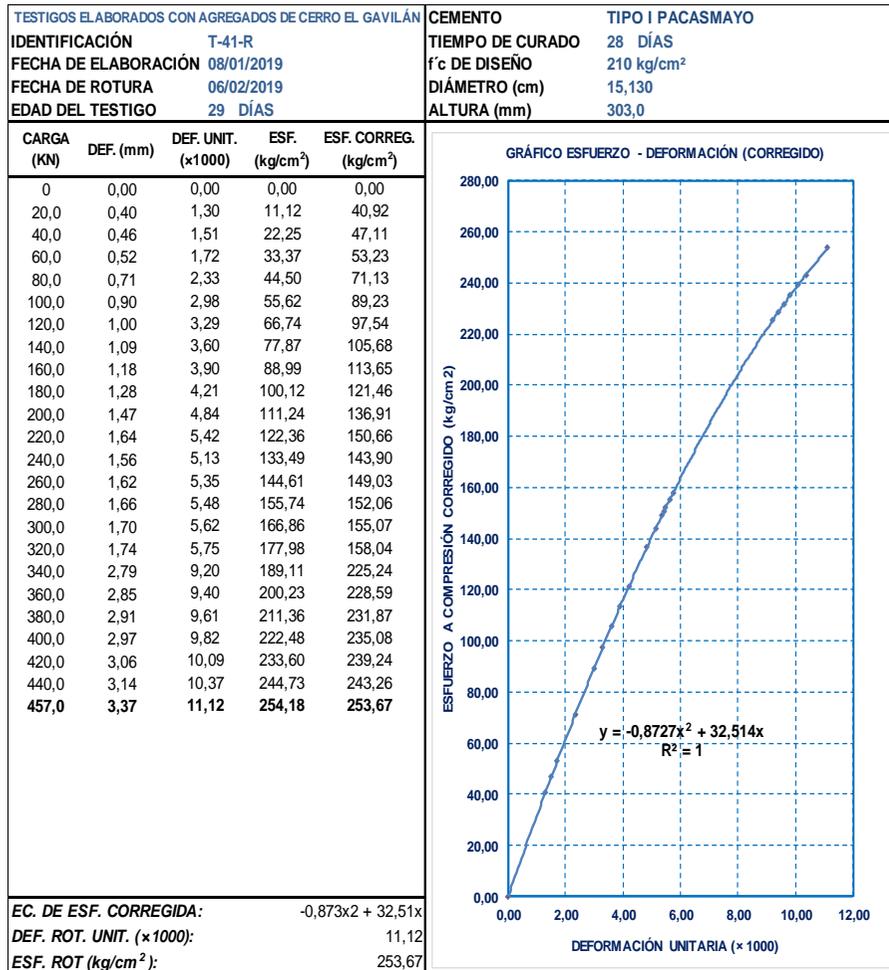


Figura 157. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-41-C corregida)

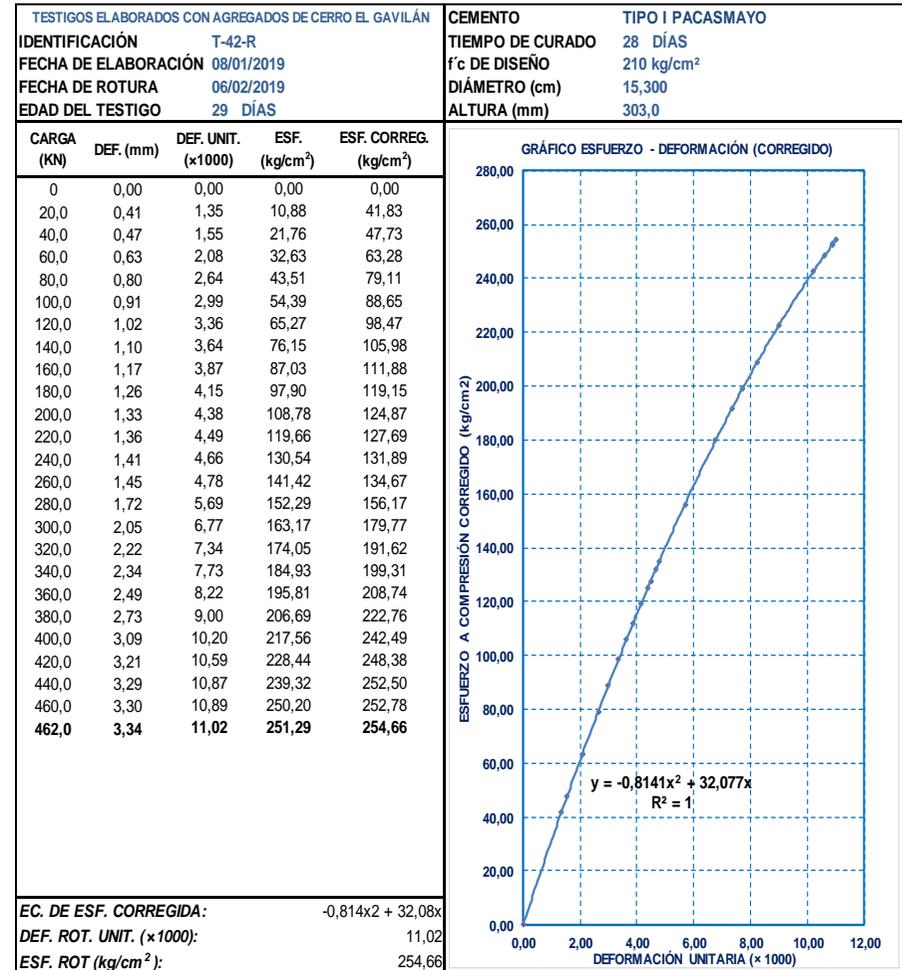


Figura 158. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-42-C corregida)

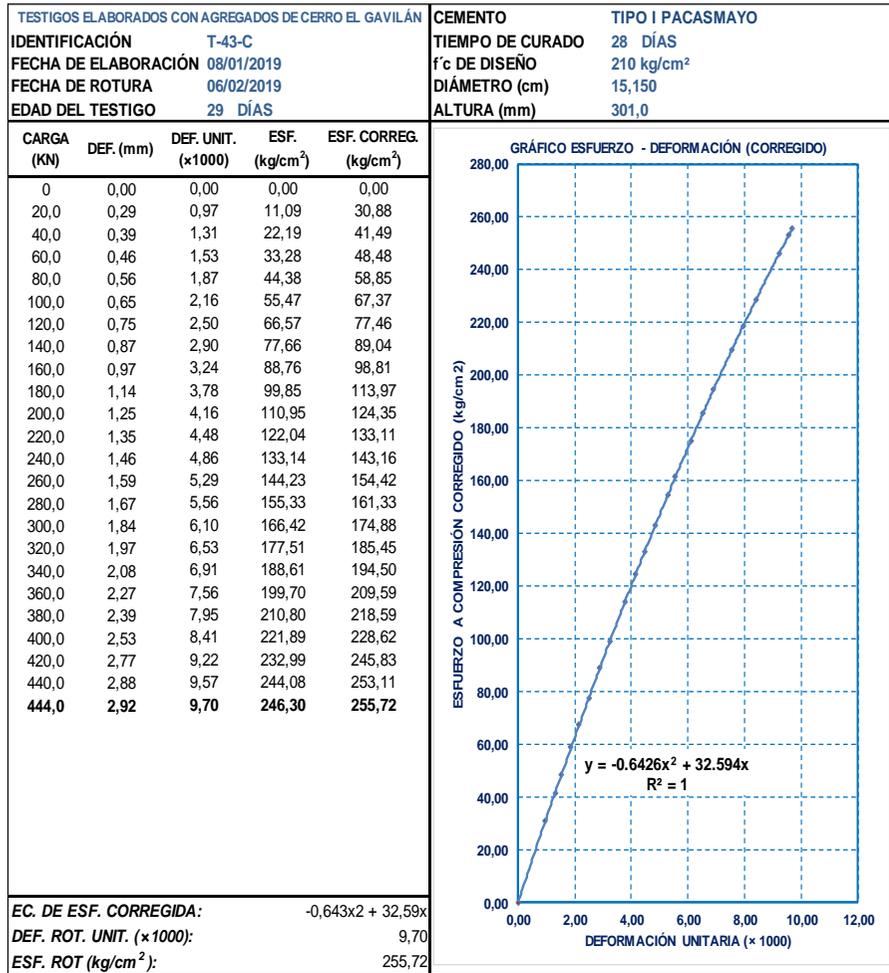


Figura 159. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-43-C corregida)

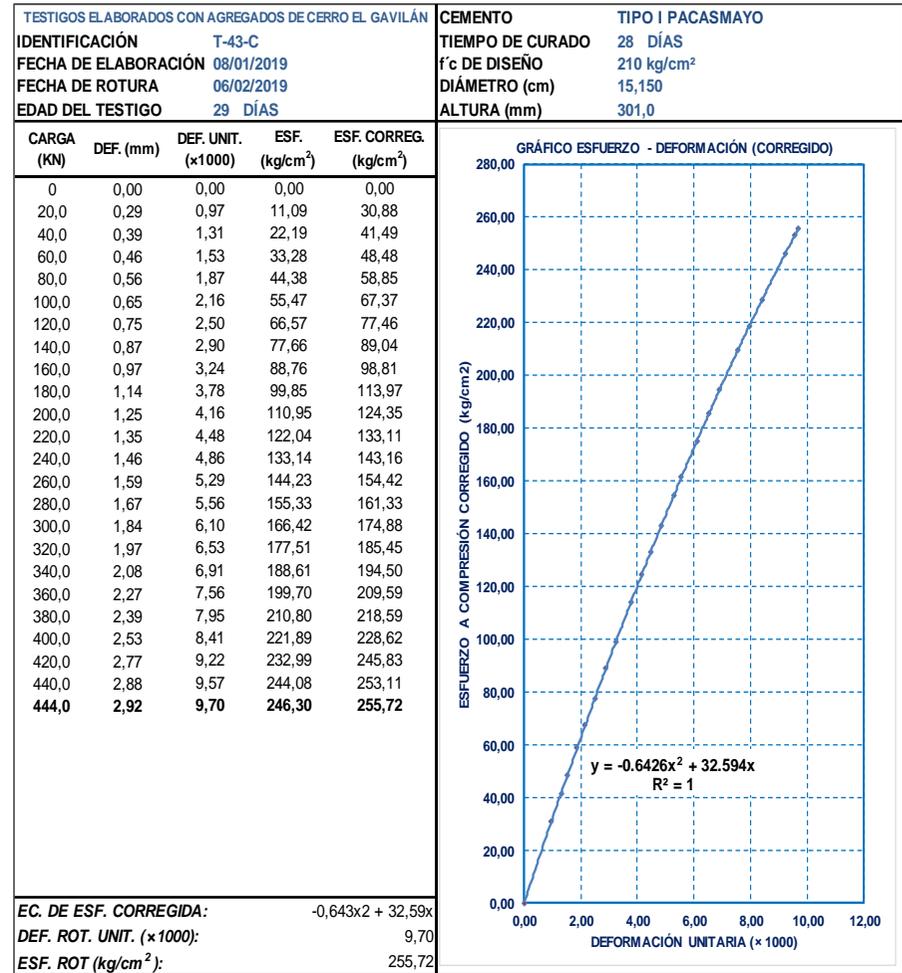


Figura 160. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-44-C corregida)

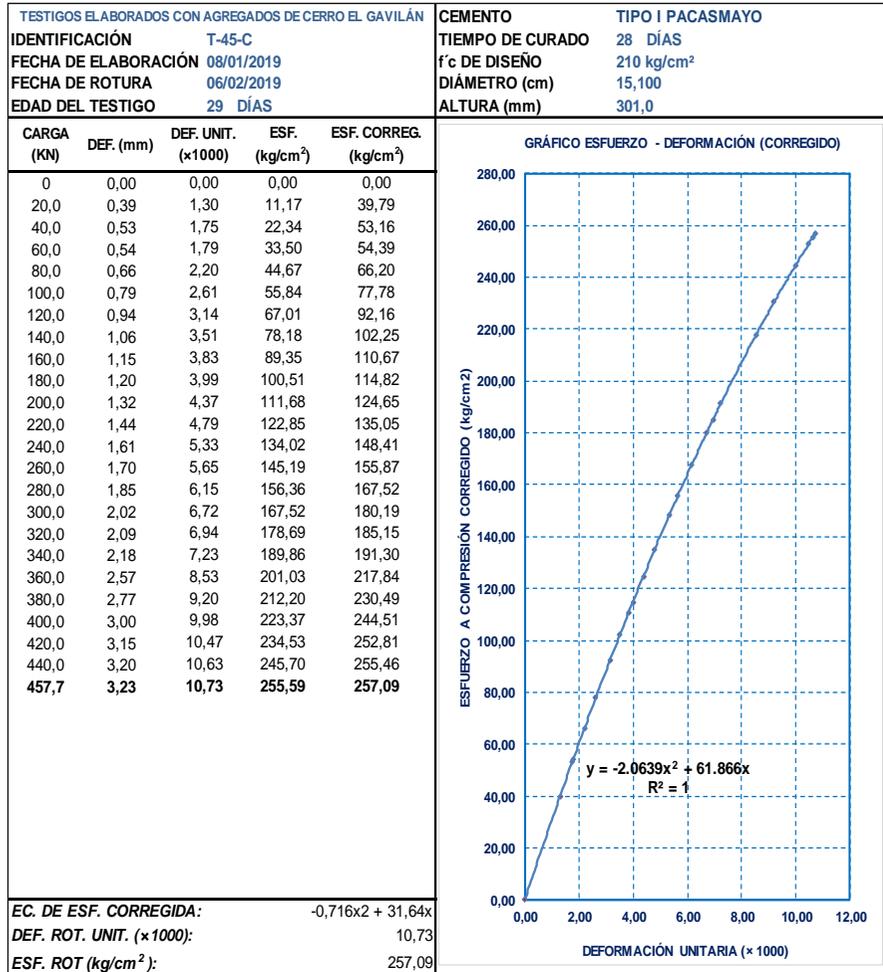


Figura 161. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-45-C corregida)

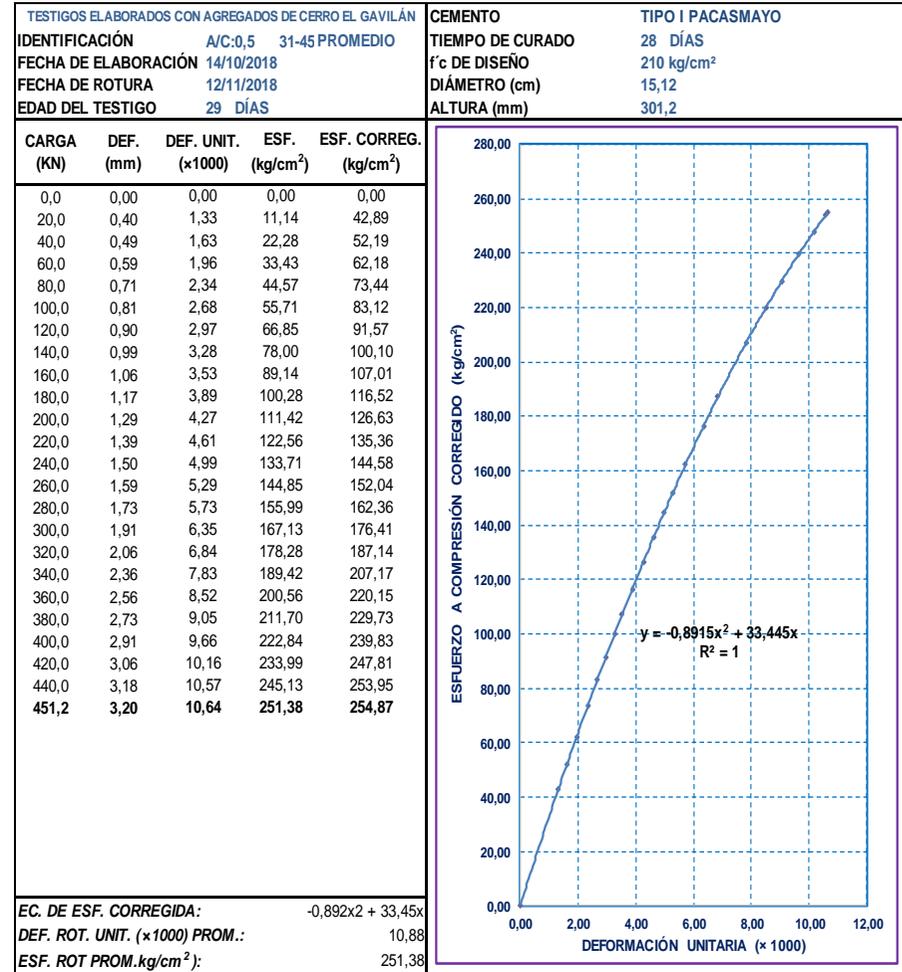


Figura 162. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-P-C corregida)

Tabla 105. Resumen de las particularidades del concreto de los 15 testigos con relación A/C=0,5; en estado endurecido, prueba a compresión

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CON RELACIÓN A/C=0,5 , ELABORADOS CON AGREGADOS DE CERRO EL GAVILÁN ASTM C39 / NTP 339.034											
TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM ² , PARA DIFERENTES RELACIONES A / C, CON AGREGADOS DE RÍO Y DE CERRO							TIEMPO DE CURADO	28 DÍAS		
RELACIÓN A/C	0,5							CEMENTO:	TIPO I PACASMAY		
FECHA DE ELABORACIÓN	08/01/2019							f'cr REQUERIDA:	252 kg/cm ²		
FECHA DE ROTURA	06/02/2019							f'c DE DISEÑO:	210 kg/cm ²		
EDAD DEL TESTIGO	29 DÍAS							f'c ESPERADO:	100 %		
								# DE ESPECÍMENES:	15		
	DATOS PROBETA ENDURECIDA					DATOS PRUEBA A COMPRESIÓN					
PROBETA	DIÁM. (cm)	ALT. (cm)	ÁREA (cm ²)	VOL. (m ³)	PESO (kg) 28 DIAS	P.U. (kg/m ³)	CARGA ROT. (kg)	ESF. (kg/cm ²)	f'c-OBT. (kg/cm ²)	f'c-OBT. (%)	DEF. ROT. UNIT. (x1000):
T-31-C	15,02	29,80	177,19	0,00528015	12,37	2343,12	45030,00	253,28	254,14	121,02	12,08
T-32-C	15,08	29,90	178,60	0,00534028	12,29	2300,44	43980,00	253,23	246,24	117,26	11,85
T-33-C	15,24	30,50	182,41	0,00556365	12,77	2295,62	45920,00	253,09	251,73	119,87	10,92
T-34-C	15,16	29,90	180,50	0,00539709	12,31	2280,30	46000,00	256,60	254,84	121,35	11,37
T-35-C	15,20	29,90	181,46	0,00542561	12,29	2264,63	46000,00	257,50	253,50	120,72	10,27
T-36-C	15,01	30,10	176,95	0,00532620	11,84	2222,97	45820,00	257,09	258,94	123,31	10,96
T-37-C	15,24	30,20	182,41	0,00550892	12,62	2291,55	46270,00	254,97	253,65	120,79	10,10
T-38-C	15,09	30,30	178,84	0,00541890	12,36	2279,98	45300,00	257,74	253,30	120,62	10,56
T-39-C	15,05	30,20	177,78	0,00536885	12,24	2279,98	42640,00	252,10	239,85	114,22	11,37
T-40-C	15,00	30,20	176,71	0,00533678	12,17	2279,98	44240,00	253,52	250,35	119,21	9,93
T-41-C	15,13	30,30	179,79	0,00544766	12,42	2279,98	45700,00	253,67	254,18	121,04	11,12
T-42-C	15,30	30,30	183,85	0,00557077	12,70	2279,98	46200,00	254,66	251,29	119,66	11,02
T-43-C	15,15	30,10	180,27	0,00542602	12,37	2279,98	44400,00	255,72	246,30	117,29	9,70
T-44-C	15,00	30,00	176,71	0,00530144	12,09	2279,98	43600,00	252,85	246,73	117,49	11,20
T-45-C	15,10	30,10	179,08	0,00539027	12,29	2279,98	45770,00	257,09	255,59	121,71	10,73
PROMEDIO	15,12	30,12	179,50	0,00540684	12,34	2282,57	45124,67	254,87	251,38	119,70	10,88

4. Resistencia a compresión de testigos con relación A/C=0,4.

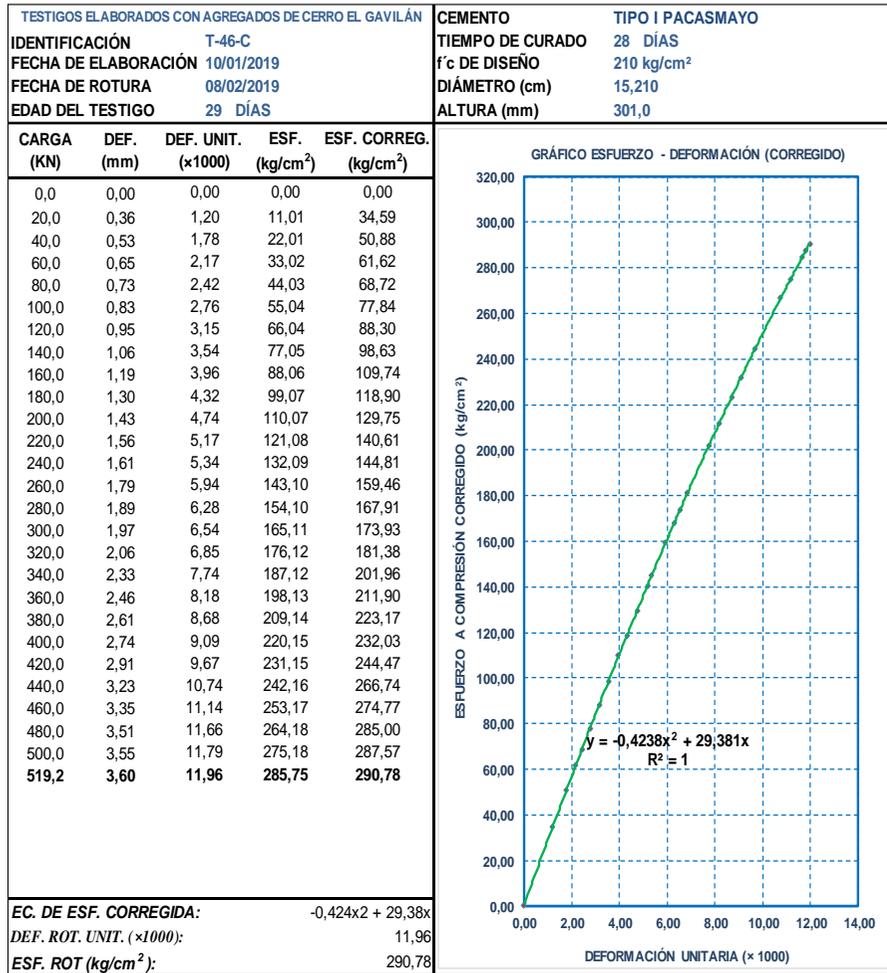


Figura 163. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-46-C corregida)

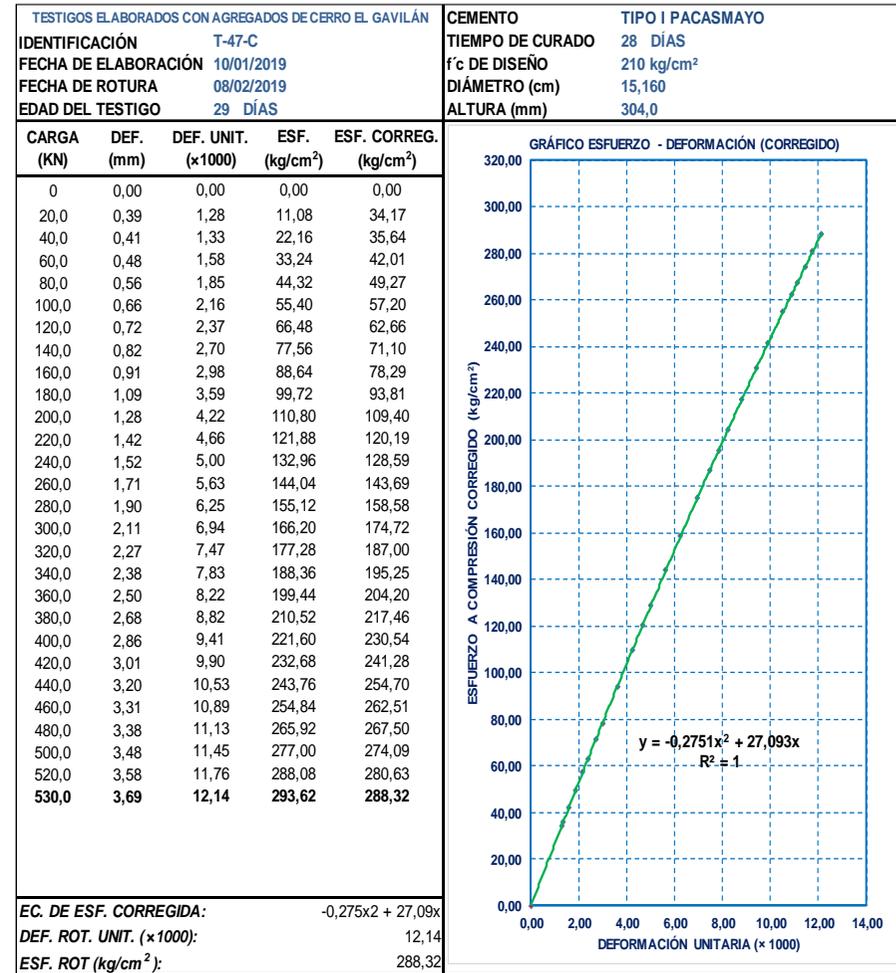


Figura 164. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-47-C corregida)

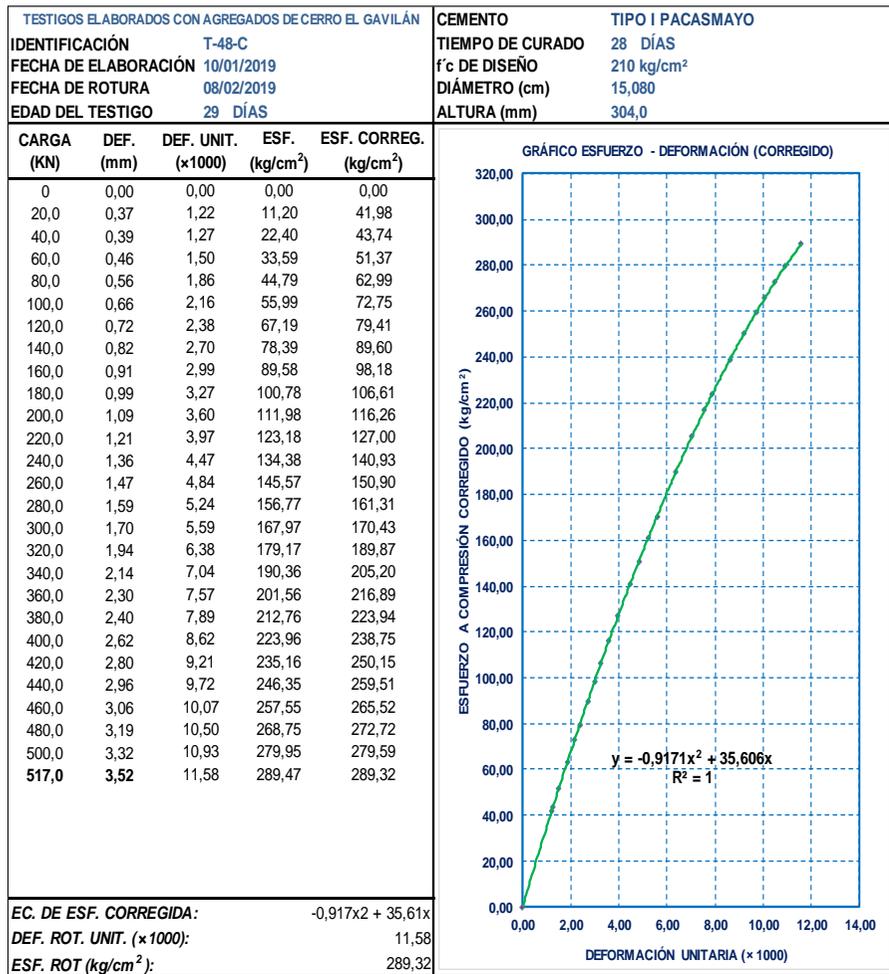


Figura 165. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-48-C corregida)

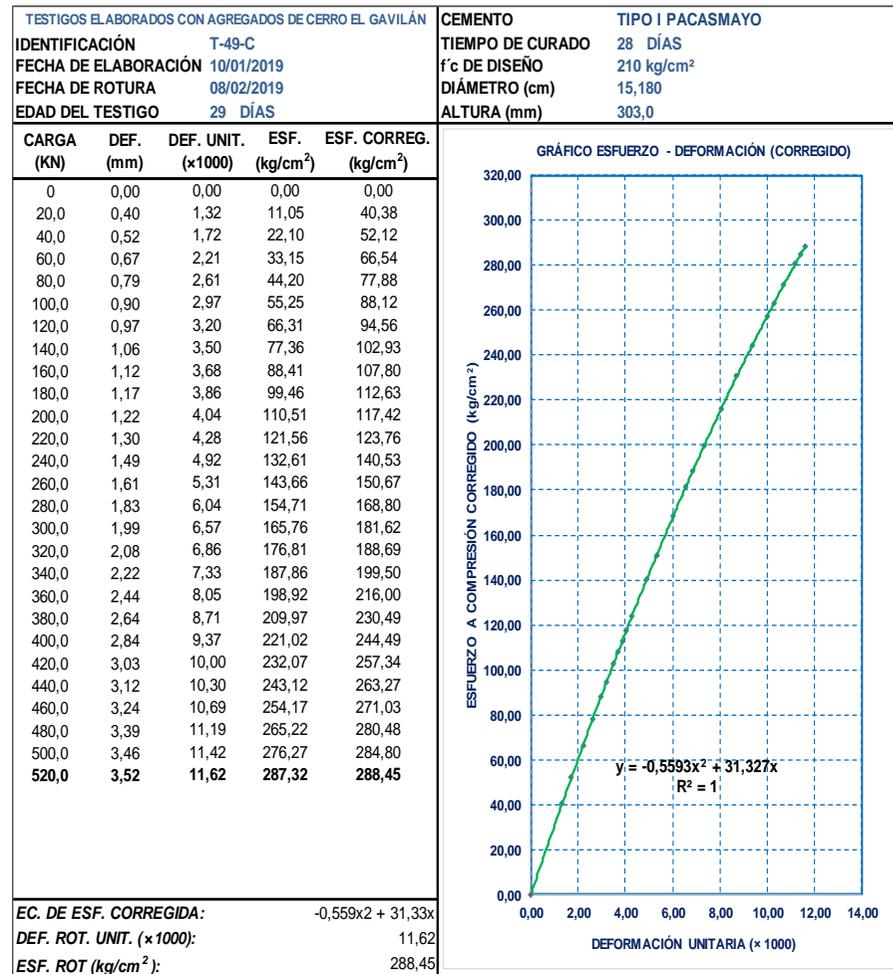


Figura 166. Gráfico esfuerzo - deformación muestra (T-49-C corregida)

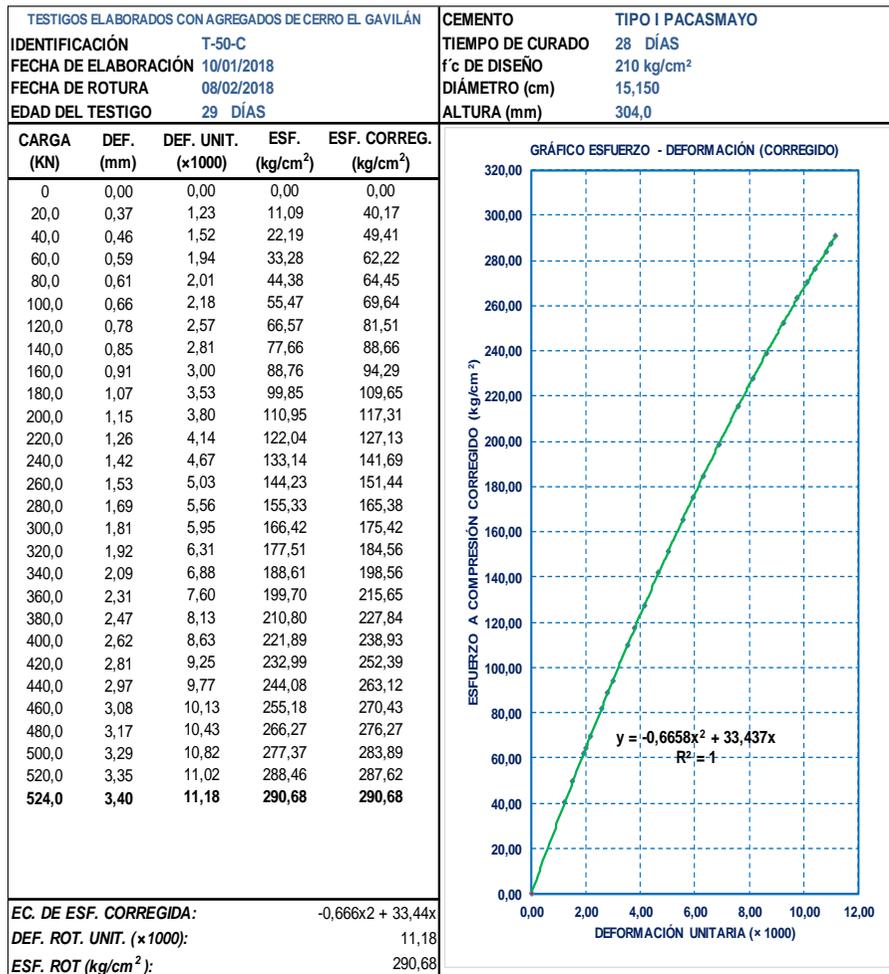


Figura 167. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-50-C corregida)

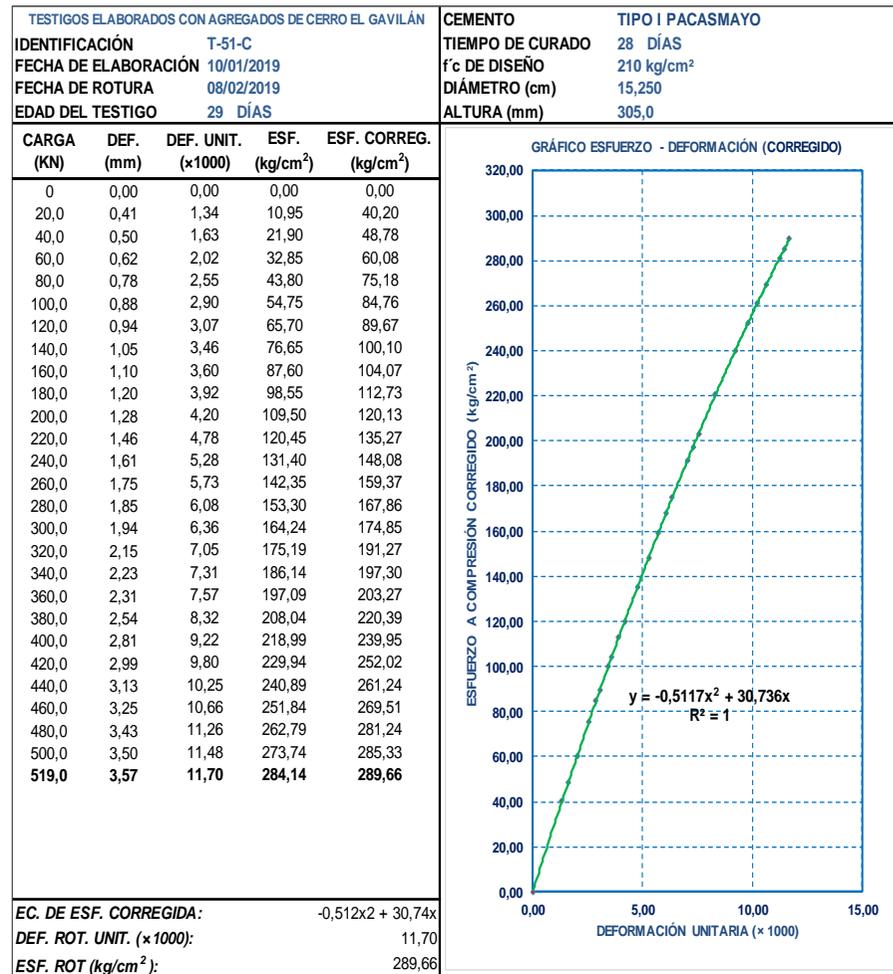
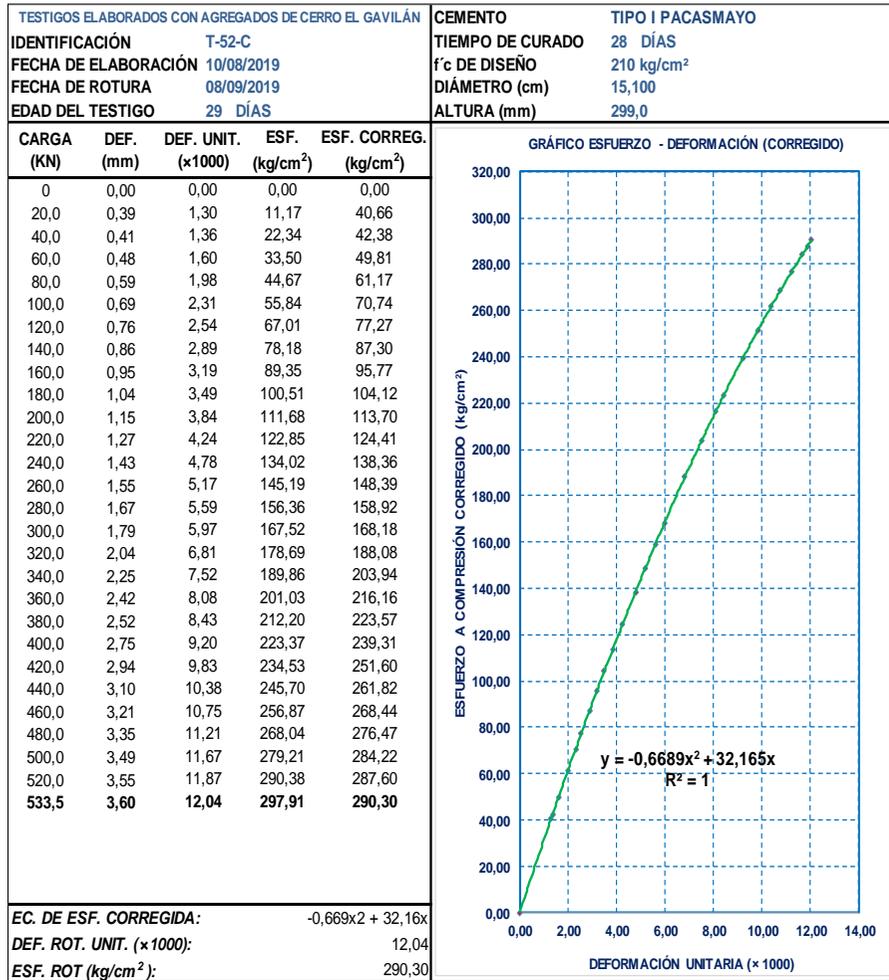


Figura 168. Gráfico esfuerzo - deformación muestra (T-51-C corregida)



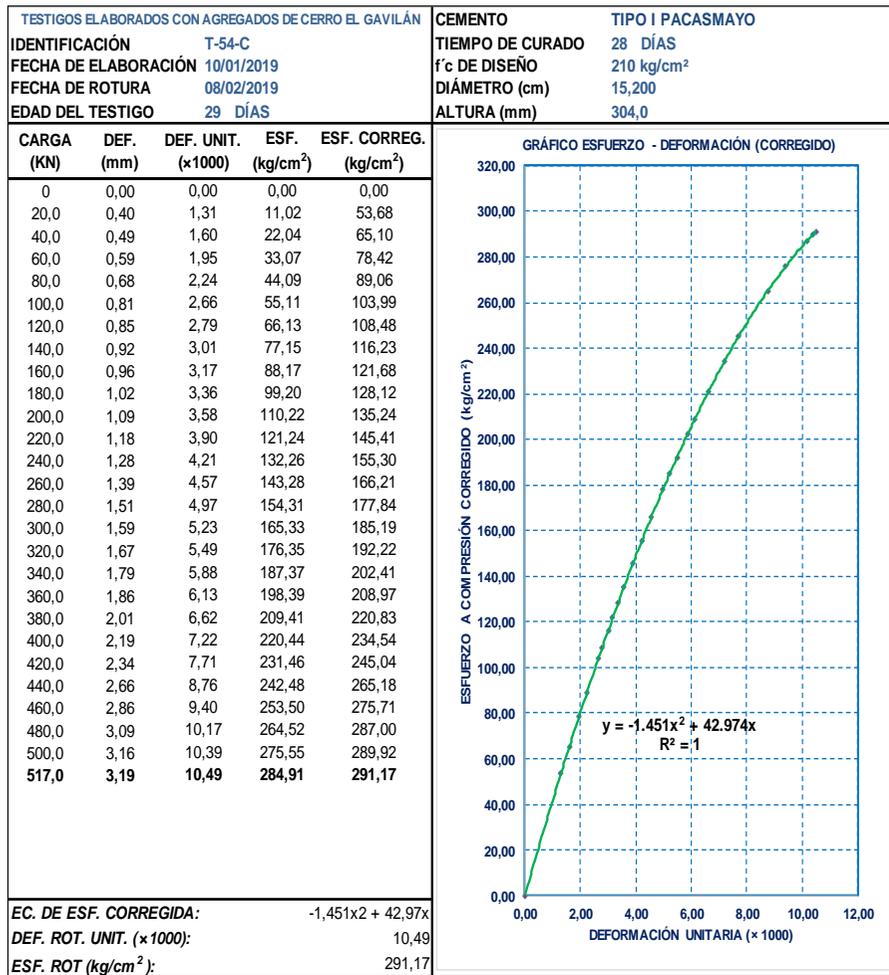


Figura 171. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-54-C corregida)

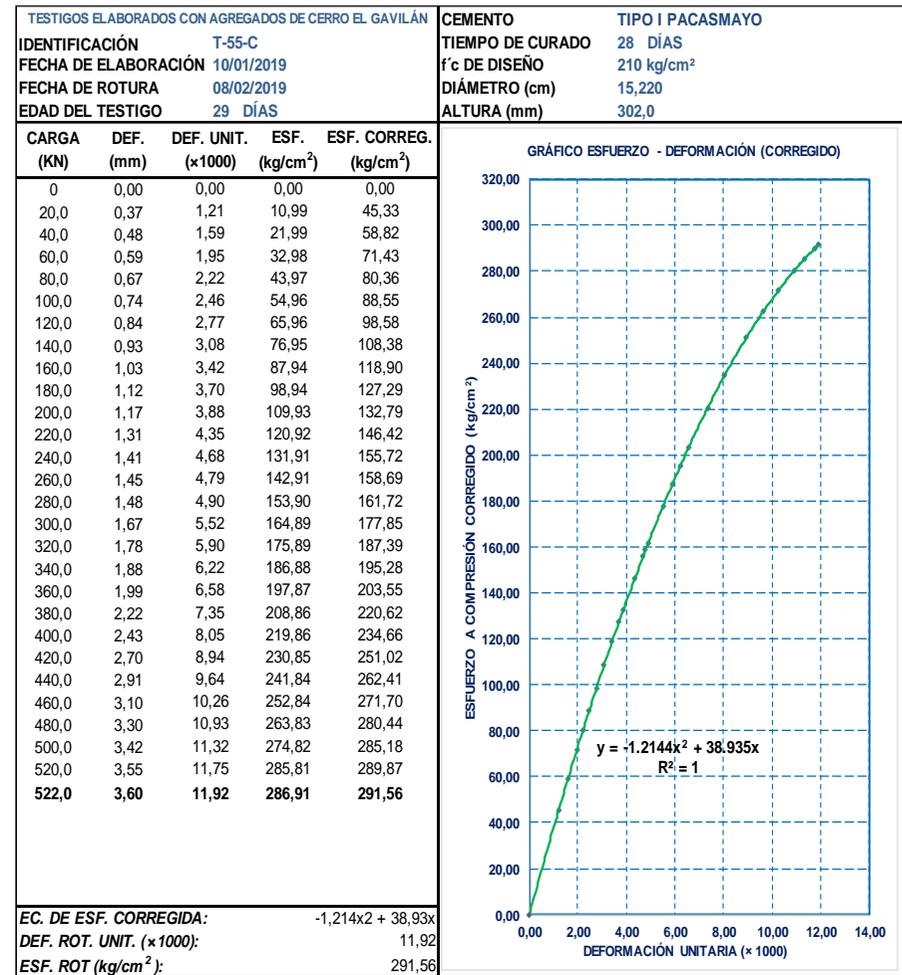


Figura 172. Gráfico esfuerzo - deformación muestra (T-55-C corregida)

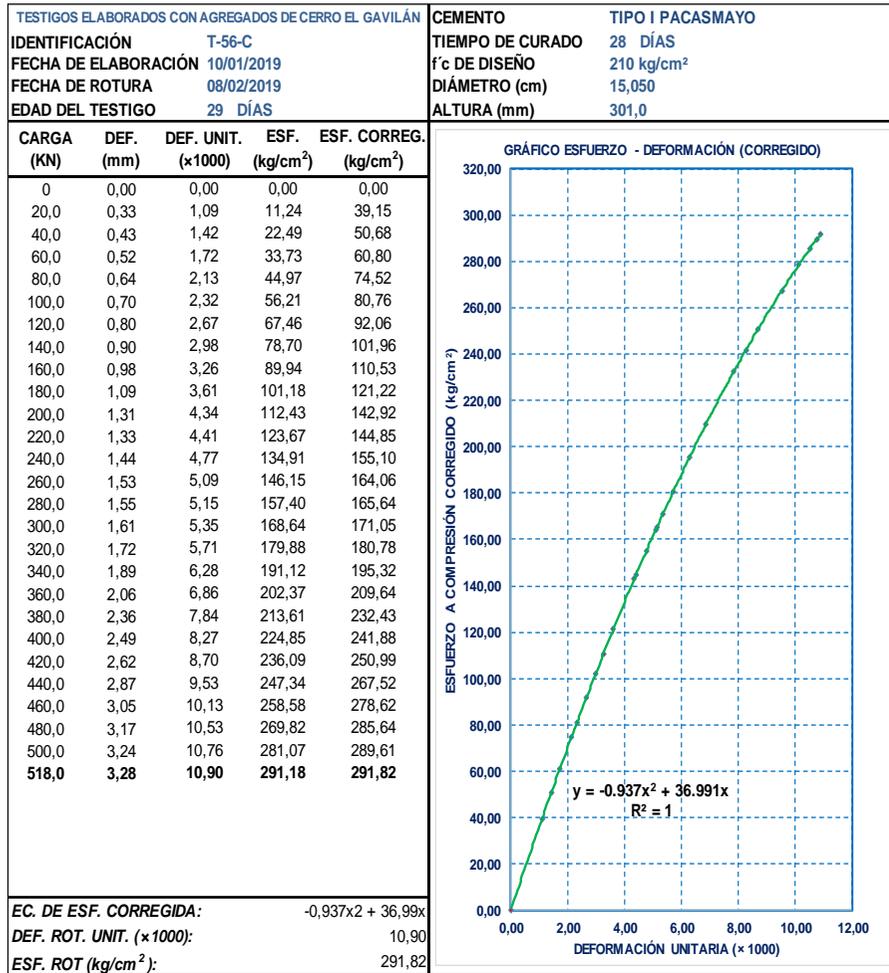


Figura 173. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-56-C corregida)

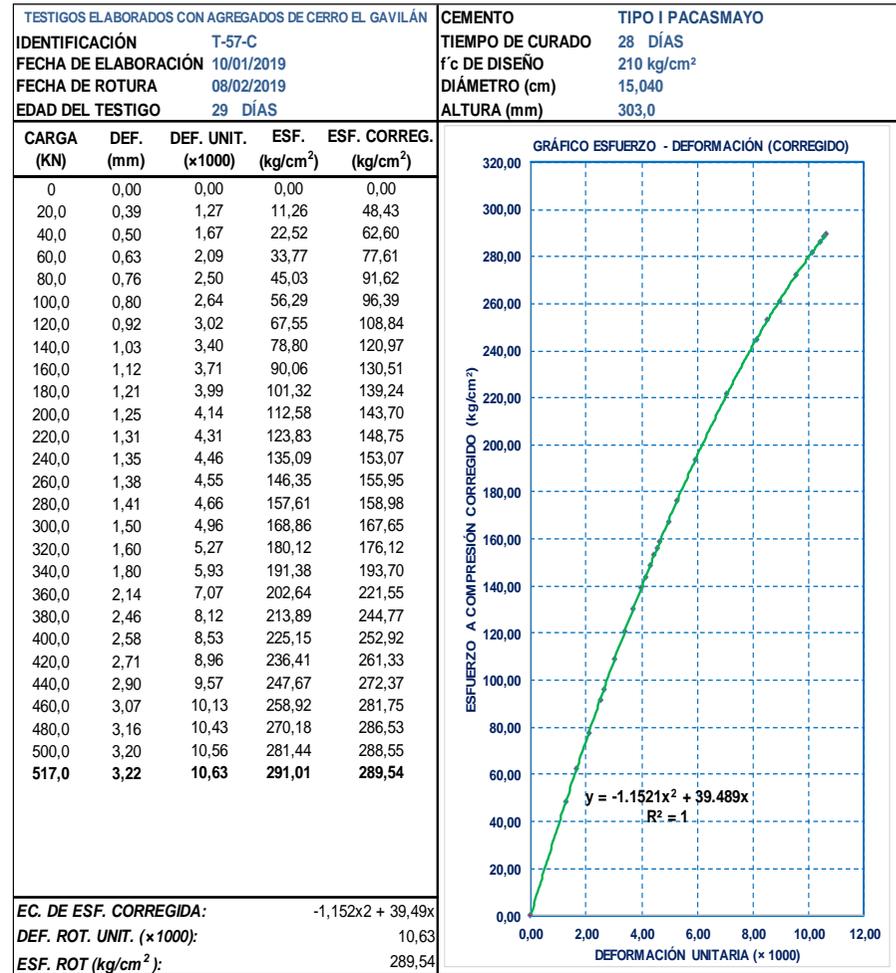


Figura 174. Gráfico esfuerzo-deformación muestra (T-57-C corregida)

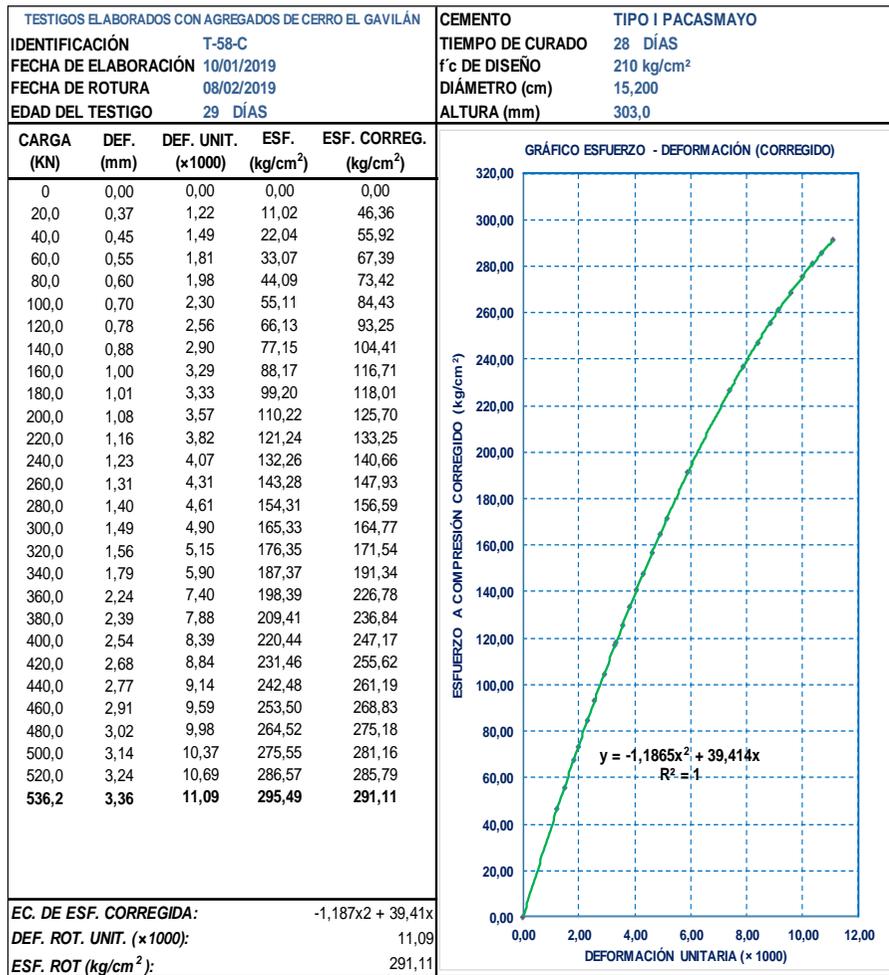


Figura 175. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-58-C corregida)

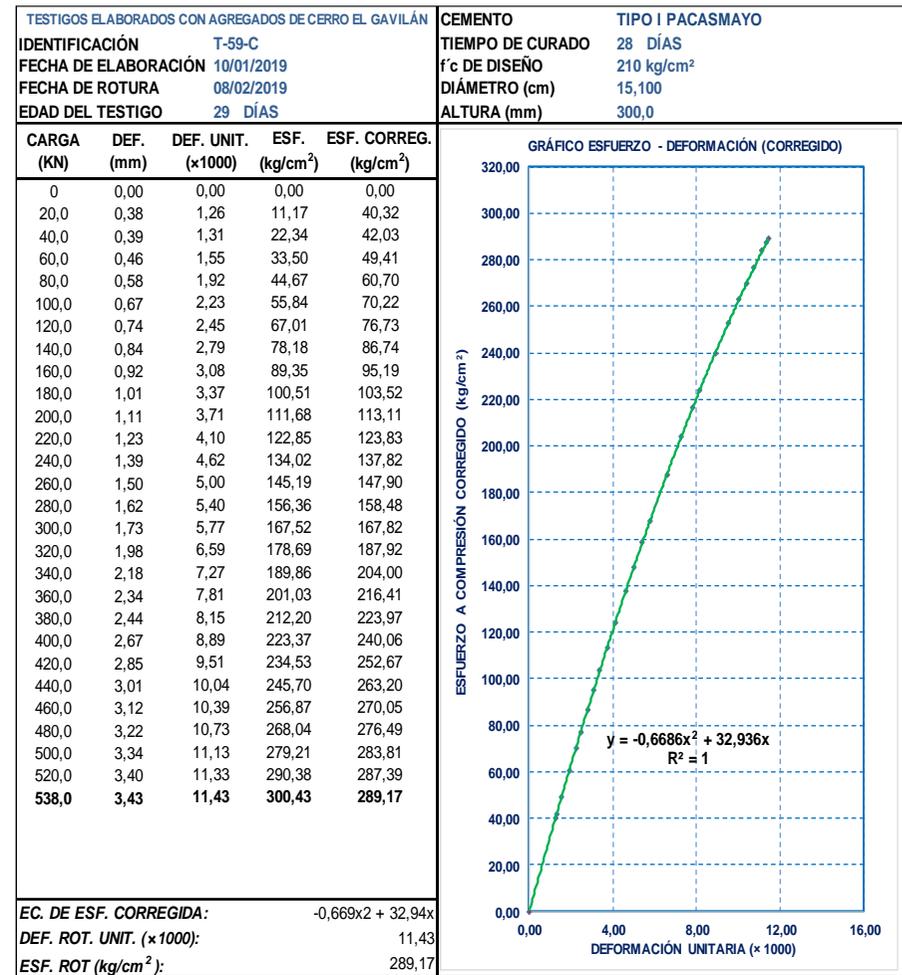


Figura 176. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-59-C corregida)

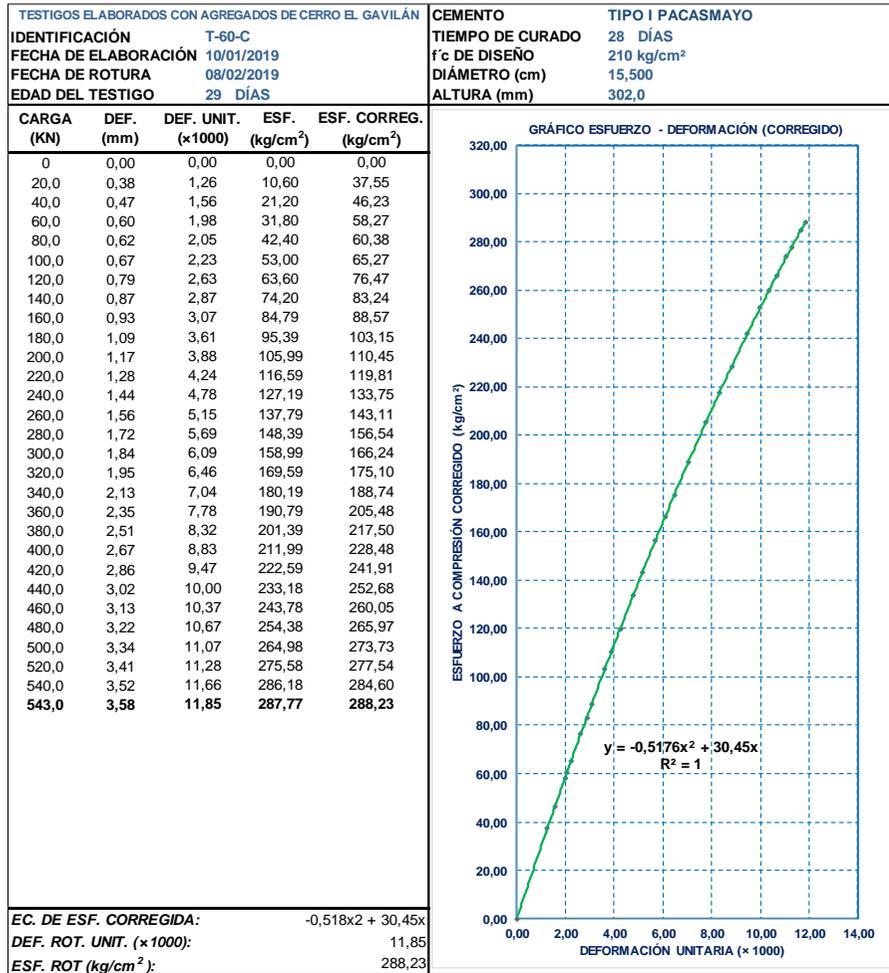


Figura 177. Gráfico esfuerzo–deformación muestra (T-60-C corregida)

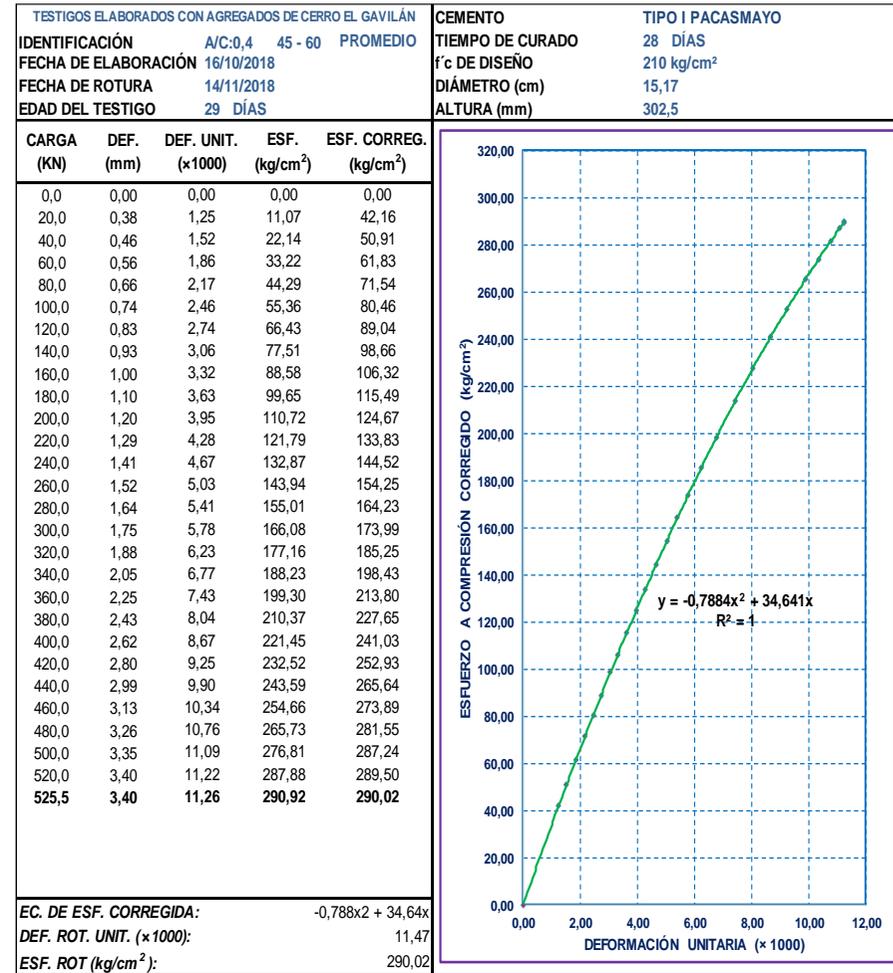


Figura 178. Gráfico esfuerzo – deformación muestra (T-P-C corregida)

Tabla 106. Resumen de las particularidades del concreto de los 15 testigos con relación A/C=0,4; en estado endurecido, prueba a compresión.

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CON RELACIÓN A/C=0,4 , ELABORADOS CON AGREGADOS DE CERRO EL GAVILÁN ASTM C39 / NTP 339.034											
TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM², PARA DIFERENTES RELACIONES A / C, CON AGREGADOS DE RÍO Y DE CERRO						TIEMPO DE CURADO CEMENTO:	28 DÍAS TIPO I PACASMAYO			
RELACION A/C	0,4						f'cr REQUERIDA:	252 kg/cm²			
FECHA DE ELABORACION	10/01/2019						f'c DE DISEÑO:	210 kg/cm²			
FECHA DE ROTURA	08/02/2019						f'c ESPERADO:	100 %			
EDAD DEL TESTIGO	29 DÍAS						# DE ESPECÍMENES:	15			
DATOS PROBETA ENDURECIDA						DATOS PRUEBA A COMPRESIÓN					
PROBETA	DIÁM. (cm)	ALT. (cm)	ÁREA (cm²)	VOL. (m³)	PESO (kg) 28 DIAS	P.U. (kg/m³)	CARGA ROT. (kg)	ESF. (kg/cm²)	f'c-OBT. (kg/cm²)	f'c-OBT. (%)	DEF. ROT. UNIT. (x1000):
T-46-R	15,21	30,10	181,70	0,00546909	12,77	2334,58	51920,00	290,78	285,75	136,07	11,96
T-47-R	15,16	30,40	180,50	0,00548734	12,94	2357,43	53000,00	288,32	293,62	139,82	12,14
T-48-R	15,08	30,40	178,60	0,00542958	12,70	2338,86	51700,00	289,32	289,47	137,84	11,58
T-49-R	15,18	30,30	180,98	0,00548373	12,65	2307,55	52000,00	288,45	287,32	136,82	11,62
T-50-R	15,15	30,40	180,27	0,00548010	12,60	2298,50	52400,00	290,68	290,68	138,42	11,18
T-51-R	15,25	30,50	182,65	0,00557095	12,80	2297,45	51900,00	289,66	284,14	135,31	11,70
T-52-R	15,10	29,90	179,08	0,00535445	11,93	2227,68	53350,00	290,30	297,91	141,86	12,04
T-53-R	15,04	30,20	177,66	0,00536528	12,66	2359,62	52800,00	290,13	297,20	141,52	11,59
T-54-R	15,20	30,40	181,46	0,00551634	12,48	2262,01	51700,00	291,17	284,91	135,67	10,49
T-55-R	15,22	30,20	181,94	0,00549447	12,72	2315,05	52200,00	291,56	286,91	136,63	11,92
T-56-R	15,05	30,10	177,89	0,00535463	12,40	2315,05	51800,00	291,82	291,18	138,66	10,90
T-57-R	15,04	30,30	177,66	0,00538305	12,46	2315,05	51700,00	289,54	291,01	138,58	10,63
T-58-R	15,20	30,30	181,46	0,00549819	12,73	2315,05	53620,00	291,11	295,49	140,71	11,09
T-59-R	15,10	30,00	179,08	0,00537236	12,44	2315,05	53800,00	289,17	300,43	143,06	11,43
T-60-R	15,50	30,20	188,69	0,00569850	13,19	2315,05	54300,00	288,23	287,77	137,03	11,85
PROMEDIO	15,17	30,25	180,64	0,00546387	12,63	2311,60	52546,00	290,02	290,92	138,53	11,47

C. Panel fotográfico



Figura 179. Materiales de la cantera El Gavilán.



Figura 180. Cantera del río Chonta.



Figura 181. Peso de muestra para ensayo de contenido de Humedad.



Figura 182. Muestras para los 03 ensayos.



Figura 183. Determinación de peso específico y absorción de los agregados finos.



Figura 184. Determinación de la granulometría de los agregados.



Figura 185. Ensayo de determinación de la condición saturada superficialmente seca (SSS) de la arena para el ensayo de peso específico y absorción.



Figura 186. Peso de materiales de acuerdo a dosificación.



Figura 187. Preparación de mezcla para concreto de acuerdo a dosificación.



Figura 188. Chequeo de slum en la preparación de concreto.



Figura 189. Elaboración de testigos.



Figura 190. Codificación de muestras.



Figura 191. Curado de muestras en inmersión en agua.



Figura 192. Anotación del diámetro, altura, de probetas cilíndricas de concreto, antes del ensayo.



Figura 193. Registro del peso de probetas cilíndricas de concreto, antes del ensayo.



Figura 194. Ensayo a compresión axial de muestras con diferentes relaciones A/C.



Figura 195. Muestra la principal falla que se presentó en los testigos de concreto elaborado con agregados de río.

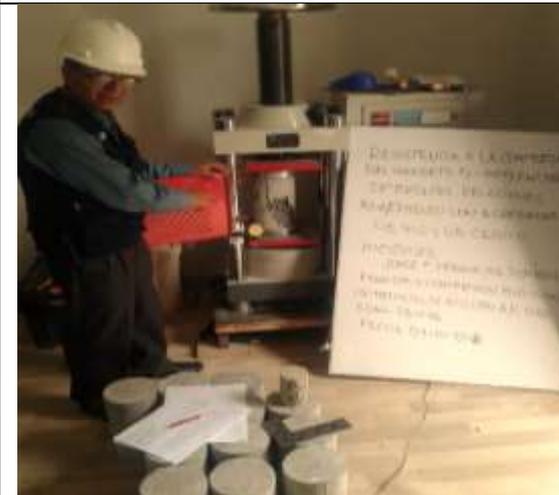


Figura 196. Muestra la principal falla que se presentó en los testigos de concreto elaborado con agregados de cerro, con desconchamiento prematuro.

Anexos

Hoja técnica de cementos portland tipo I



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.
Calle La Colonia Nro. 150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima
Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad
Teléfono 317 - 6000



G-CC-F-04
Versión 03

Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150
Pacasmayo, 15 de Agosto del 2017

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO ₃	%	2.8	Máximo 3.0
Pérdida por ignición	%	3.1	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.66	Máximo 1.5

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	8	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm ² /g	3650	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.08	NO ESPECÍFICA

Resistencia Compresión :

Resistencia Compresión a 3 días	MPa (Kg/cm ²)	26.5 (271)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7 días	MPa (Kg/cm ²)	34.3 (350)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28 días (*)	MPa (Kg/cm ²)	35.8 (405)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)

Tiempo de Fraguado Vicat :

Fraguado Inicial	min	138	Mínimo 45
Fraguado Final	min	261	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-07-2017 al 31-07-2017.
La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Junio 2017.
(*) Requisito opcional.

Ing. Gabriel G. Mansilla Fiestas
Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por :

Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.