

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO DE ALTA
RESISTENCIA DE $f'c=450$ KG/CM² CON ADITIVO
SUPERPLASTIFICANTE SIKAMENT®-290N y ADICIÓN MINERAL
SIKA® FUME”**

TESIS PROFESIONAL
PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

BACH.COTRINA ROJAS, Nélica Estrella

ASESOR:

M. en I. HÉCTOR A. PÉREZ LOAYZA

Cajamarca – Perú

2018

DEDICATORIA

Para mis padres , por supuesto.

Eladio Cotrina y Marina Rojas por fomentar en mí el deseo de superación y anhelo de progreso en la vida; les dedico cada una de mis metas alcanzadas por lo que valen, por su ejemplo, por la admiración que siento por ustedes y por lo que han hecho de mí.

Estrella

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por cada bendición en mi vida y por darme en todo momento la fortaleza necesaria para cumplir cada uno de mis objetivos, por darme salud y esperanza para continuar día a día.

A la Universidad Nacional de Cajamarca - Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil y a cada uno de los docentes que se involucraron en mi formación profesional y haberme brindado valiosos conocimientos que hacen me sienta orgullosa de haber pasado por las aulas de esta Casa Superior de Estudios.

Al M.en I. Héctor Pérez Loayza asesor de la presente investigación, quien confió en mi capacidad y me apoyó en todo momento a la realización de este trabajo, le agradezco profundamente Ingeniero.

A los Ingenieros miembros del jurado evaluador de esta tesis , Dra.Ing.Rosa Haydee Llique Mondragón , Ing. Marcos Mendoza Linares e Ing.Lucio Marcial Sifuentes Inostroza por el apoyo y por cada uno de sus valiosos aportes.

A mis queridos padres por haberme apoyado en todo sentido con respecto a mis estudios y en cada momento de mi vida, mi gratitud es infinita para con ustedes, a mis hermanas por representar parte importante en mi vida y de forma especial quiero agradecer a mi papá por ser un gran padre y referente profesional que forjó en mí la motivación y deseo de seguir esta carrera profesional.

Finalmente quiero agradecer a mis amig@s, familiares y todas las personas que colaboraron en este trabajo.

Estrella

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
LISTA DE TABLAS	vi
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:.....	3
1.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN:.....	3
1.6. HIPÓTESIS:.....	3
1.7. ALCANCES:.....	4
1.8. OBJETIVOS:	4
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO:.....	6
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN	6
2.1.1. Antecedentes Internacionales	6
2.1.2. Antecedentes Nacionales	7
2.1.3. Antecedentes Locales	7
2.2. BASES TEÓRICAS	8
2.2.1. Concreto de Alta resistencia	8
2.2.2. Aditivos	13
2.2.3. Adiciones Minerales:.....	18
2.2.4. Método de diseño de mezcla, mediante el Modulo de Finura de la Combinación de agregados:.....	21

2.2.5. Fraguado y endurecimiento del concreto.....	39
2.2.6. Resistencia a la compresión (NTP 339.034/ASTM C39).....	41
2.3. DEFINICION DE TÉRMINOS BASICOS:	45
3. CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	48
3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA O ESPACIAL DE LA INVESTIGACIÓN:	48
3.2. UBICACIÓN TEMPORAL DE LA INVESTIGACIÓN:	49
3.3. RECURSOS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN:.....	49
3.3.1. Recursos Humanos:	49
3.3.2. Recursos Materiales.....	49
3.3.3. Maquinaria Utilizada:	49
3.3.4. Equipo Utilizado:.....	49
3.4. METODOLOGÍA A SEGUIR EN EL DESARROLLO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	50
3.4.1. Procedimiento	50
3.4.2. Parámetros variables en la producción del concreto:	53
3.4.3. Unidades de estudio:.....	53
3.5. TRATAMIENTO, ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	54
4. CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	56
4.1. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS:	56
4.1.1. Características físicas del agregado fino:	56
4.1.2. Características físicas del agregado grueso:	57
4.2. DISEÑO DE MEZCLA:	57
4.2.1. DOSIFICACIÓN DE MEZCLA PATRÓN	57
4.2.2. DOSIFICACIÓN DISEÑO DE MEZCLA B: Con dosificación de Sikament-290N de 0.9%	58
4.2.3. DOSIFICACIÓN DE MEZCLA C: Con dosificación de Sika®Fume de 10 %	58

4.2.4. DOSIFICACIÓN DE MEZCLA D: Con dosificación de Sikament-290N de 0.9 % y Sika®Fume de 10%	58
4.3. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN:	58
4.4. CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN UNITARIA.....	60
4.5. RESISTENCIA A FLEXIÓN:	63
4.6. RESISTENCIA A TRACCIÓN:	64
4.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:	65
4.7.1. Análisis estadístico de la resistencia a compresión a la edad de 7 días.....	65
4.7.2. Resultado estadístico de la resistencia a la Flexión:.....	73
4.7.3. Resultado estadístico de la resistencia a la Tracción:	76
4.8. ANÁLISIS DEL COSTO DE LA ELABORACIÓN DE CONCRETO	79
5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
5.1. CONCLUSIONES	81
5.2. RECOMENDACIONES	82
5.3. RECOMENDACIONES AL RUBRO DE LA CONSTRUCCION.....	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
ANEXOS	85
ANEXO I: Cálculos y resultados de los análisis físicos de los agregados	86
ANEXO II: Diseño de Mezclas de concreto usando el método del módulo de finura de la combinación de agregados.....	97
ANEXO III: Cálculos y resultados de los ensayos de resistencia a compresión	105
ANEXO IV: Cálculos y resultados Gráfica Esfuerzo – Deformación.....	117
ANEXO V: Cálculos y resultados de los ensayos de la resistencia a Flexión del concreto de diferentes Tipos de mezcla a los 28 días.....	177
ANEXO VI: Cálculos y resultados de los ensayos de la resistencia a Tracción del concreto de diferentes Tipos de mezcla a los 28 días.....	178
ANEXO VII: Análisis de precios Unitarios.....	179
ANEXO VIII: Panel Fotográfico	181

ANEXO IX: Ficha Técnica del cemento Portland tipo I	188
ANEXO X: Ficha Técnica del aditivo Superplastificante Sikament®-290N.....	189
ANEXO XI: Ficha Técnica de la adición mineral Sika®Fume.....	191

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Módulo de fineza de la combinación de agregados	23
Tabla 2: Resistencia promedio.....	24
Tabla 3: Consistencias y asentamientos.....	25
Tabla 4: Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción.....	25
Tabla 5: Requisitos aproximados de agua de mezclado para diferentes valores de asentamiento y tamaño máximo del agregado	26
Tabla 6: Contenido de aire atrapado	27
Tabla 7: Relación a/c por resistencia	28
Tabla 8: Máxima relación a/c permisible para concretos sometidos a condiciones especiales de exposición	28
Tabla 9: Primera estimación del peso del concreto fresco.....	30
Tabla 10: Módulo de finura de la combinación de agregados	32
Tabla 11: Evolución a compresión de un hormigón Portland Normal	40
Tabla 12: Tolerancias de tiempo.....	41
Tabla 13: Distribución de los especímenes de concreto a ensayar a compresión.....	51
Tabla 14: Distribución de especímenes de concreto a ensayar a Flexión y Tracción.....	51
Tabla 15: Codificación de especímenes de concreto	54
Tabla 16: Resumen de las propiedades físicas del agregado fino.....	56
Tabla 17: Resumen de las propiedades físicas del agregado grueso	57
Tabla 18: Resistencia promedio del ensayo a compresión de los diferentes diseños de mezcla a diferentes tiempos de ensayo con % desarrollado en sus respectivas edades	59
Tabla 19: Resumen de resultados de los Módulos de Elasticidad Teóricos de los especímenes de concreto	61
Tabla 20: Resumen de resultados de los Módulos de Elasticidad Reales de los especímenes de concreto.....	62
Tabla 21: Diagrama de barras de Módulos de Elasticidad real	63
Tabla 22: Análisis de la varianza de la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días.....	65
Tabla 23: Medias de la resistencia a compresión del concreto a los 7 días	65

Tabla 24: Agrupación de información de la resistencia a compresión del concreto a los 7 días, según los tratamientos utilizando el método Tukey y una confianza de 95%	66
Tabla 25: Análisis de la varianza de la resistencia a compresión del concreto a los 14 días ..	68
Tabla 26: Medias de la resistencia a compresión del concreto a los 14 días	69
Tabla 27: Agrupación de información de la resistencia a compresión del concreto a 14 días, según tratamientos utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%	69
Tabla 28: Análisis de la varianza de la resistencia a compresión del concreto a los 28 días ..	71
Tabla 29: Medias de la resistencia a compresión del concreto a los 28 días	71
Tabla 30: Agrupación de información de la resistencia a compresión del concreto a los 28 días, según los tratamientos utilizando el método Tukey y una confianza de 95%	72
Tabla 31: Análisis de la varianza de la resistencia a flexión del concreto.....	74
Tabla 32: Medias de la resistencia a flexión del concreto	74
Tabla 33: Agrupación de información de la resistencia a flexión del concreto, según los tratamientos utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%	74
Tabla 34: Análisis de la varianza de la resistencia a Tracción del concreto	76
Tabla 35: Medias de la resistencia a tracción del concreto.....	77
Tabla 36: Agrupación de información de la resistencia a Tracción del concreto según los tratamientos utilizando el método Tukey y una confianza de 95%	77
Tabla 37: Granulometría del agregado fino (Ensayo 01).....	86
Tabla 38: Granulometría del agregado fino (Ensayo 02).....	87
Tabla 39: Granulometría del agregado fino (Ensayo 03).....	88
Tabla 40: Granulometría del agregado grueso (Ensayo 01)	89
Tabla 41: Granulometría del agregado grueso (Ensayo 02)	91
Tabla 42: Granulometría del agregado grueso (Ensayo 03)	91
Tabla 43: Gravedad específica y absorción del agregado fino	92
Tabla 44: Gravedad específica y absorción del agregado grueso	93
Tabla 45: Peso Unitario suelto seco del agregado fino.....	93
Tabla 46: Peso Unitario Seco Compactado del agregado fino	94
Tabla 47: Peso unitario suelto seco del agregado grueso	94
Tabla 48: Peso unitario Suelto compactado del agregado grueso.....	95
Tabla 49: Contenido de Humedad del agregado fino	95
Tabla 50: Contenido de Humedad del agregado grueso	96
Tabla 51: Material que pasa por la malla N°200 contenido en el agregado fino.....	96
Tabla 52: Material que pasa por la malla N°200 contenido en el agregado Grueso.....	97

Tabla 53: Desgaste a la Abrasión.....	97
Tabla 54: Ensayo a compresión uniaxial de especímenes de concreto con mezcla P a los 7 días de edad.....	105
Tabla 55: Ensayo a compresión uniaxial de especímenes de concreto con mezcla P a los 14 días de edad.....	106
Tabla 56: Ensayo a compresión uniaxial de especímenes de concreto con mezcla P a los 28 días de edad.....	107
Tabla 57: Ensayo a compresión uniaxial de especímenes de concreto con mezcla B a los 7 días de edad.....	108
Tabla 58: Ensayo a compresión uniaxial de especímenes de concreto con mezcla B a los 14 días de edad.....	109
Tabla 59: Ensayo a compresión uniaxial de especímenes de concreto con mezcla B a los 28 días de edad.....	110
Tabla 60: Ensayo a compresión uniaxial de especímenes de concreto con mezcla C a los 7 días de edad.....	111
Tabla 61: Ensayo a compresión uniaxial de especímenes de concreto con mezcla C a los 14 días de edad.....	112
Tabla 62: Ensayo a compresión uniaxial de especímenes de concreto con mezcla C a los 28 días de edad.....	113
Tabla 63: Ensayo a compresión uniaxial de especímenes de concreto con mezcla D a los 7 días de edad.....	114
Tabla 64: Ensayo a compresión uniaxial de especímenes de concreto con mezcla D a los 14 días de edad.....	115
Tabla 65: Ensayo a compresión uniaxial de especímenes de concreto con mezcla D a los 28 días de edad.....	116

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Microsílice o Humo de Sílice	19
Figura 2: Partículas de microsílice con microscopio eléctrico	19
Figura 3: Efecto de la microsílice en la aureola de transición del agregado, comparación entre un concreto convencional y un concreto de alto desempeño	20

Figura 4 : Variación de contenido de humedad en el agregado	33
Figura 5: Diagrama de la resistencia (en %) que adquiere el concreto a los 14, 28,42 y 56 días	39
Figura 6: Tipos de falla de los cilindros de concreto	42
Figura 7: Molde cilíndrico para espécimen de concreto	42
Figura 8: Ubicación del lugar donde se desarrolló la investigación	48
Figura 9: Ubicación del lugar donde se obtuvieron los agregados	48
Figura 10: Procedimiento para alcanzar los objetivos planteados	52
Figura 11: Secuencia de actividades para elaboración de mezclas de concreto	53
Figura 12: Resistencias promedio del ensayo a compresión del concreto de Diseños de mezcla vs Tiempo.	59
Figura 13: Resumen resistencia máxima a compresión del concreto a diferentes Diseño de mezcla vs Tiempo.	60
Figura 14: Diagrama de barras de Modulo de Elasticidad Teórico	61
Figura 15: Resistencia a la flexión de especímenes prismáticos a la edad de 28 días	64
Figura 16: Resistencia a la tracción de especímenes prismáticos a la edad de 28 días	64
Figura 17: Gráfica de intervalos para agrupaciones de la resistencia a compresión a la edad de 7 días	66
Figura 18: Gráfica de caja de valores de resistencia a compresión a la edad de 7 días	67
Figura 19: Gráfica de valores individuales de resistencia a compresión a la edad de 7 días..	67
Figura 20: Gráfica de intervalos para agrupaciones de la resistencia a compresión a los 14 días de edad.....	70
Figura 21: Gráfica de los valores en caja de la resistencia a compresión a los 14 días de edad	70
Figura 22: Gráfica de valores individuales de la resistencia a compresión a los 14 días de edad.....	70
Figura 23: Gráfica de intervalos para agrupaciones de la resistencia a compresión a los 14 días de edad.....	72
Figura 24: Gráfica de valores en caja de la resistencia a compresión a los 28 días de edad ..	72
Figura 25: Gráfica de valores individuales de la resistencia a compresión a los 28 días de edad.....	73
Figura 26: Gráficas de intervalos para agrupaciones de la resistencia a flexión	75
Figura 27: Gráficas de cajas de resistencia a flexión.....	75
Figura 28: Gráfica de valores individuales de resistencia a Flexión	75

Figura 29: Gráficas de intervalos para agrupaciones de la resistencia a tracción.....	78
Figura 30: Gráficas de valores en caja de resistencia a Tracción	78
Figura 31: Grafica de valores individuales de resistencia a Tracción	78
Figura 32: Curva Granulométrica del agregado Fino (Ensayo 01).....	87
Figura 33: Curva Granulométrica del agregado Fino (Ensayo 02).....	88
Figura 34: Curva Granulométrica del agregado Fino (Ensayo 03).....	89
Figura 35: Curva Granulométrica del agregado Grueso (Ensayo 01).....	90
Figura 36: Curva Granulométrica del agregado Grueso (Ensayo 02).....	91
Figura 37: Curva Granulométrica del agregado Grueso (Ensayo 03).....	92
Figura 38: Fotografía del ensayo Peso específico del Agregado Grueso.	181
Figura 39: Fotografía del Ensayo de Peso específico del Agregado Fino	181
Figura 40: Fotografía del ensayo del Cono de Absorción de Arenas	182
Figura 41: Fotografía de la Tesista elaborando la mezcla de concreto.....	182
Figura 42: Fotografía del ensayo de Cono de Abrams de la Mezcla B.	183
Figura 43: Fotografía de la toma del peso de los especímenes.....	183
Figura 44: Tesista con especímenes recién vaciados a moldes los cuales serán ensayados a tracción.....	184
Figura 45: Fotografía de la medida de la esbeltez de los especímenes de concreto	184
Figura 46: Fotografía de espécimen con falla frágil producto de ensayo a compresión.....	185
Figura 47: Tesista realizando ensayo a compresión.	185
Figura 48: Tesista realizando ensayo a Tracción de especímenes de concreto	186
Figura 49: Probetas de concreto prismáticas para ensayo a flexión.	186
Figura 50: Fotografía de probeta prismática que ha fallado producto de ensayo a flexión ..	187
Figura 51: Tesista realizando ensayo de resistencia a Flexión	187

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como propósito fundamental determinar el comportamiento mecánico del concreto de alta resistencia compuesto por porcentajes de microsílíce del 10% del peso de cemento y Superplastificante con el 0.9% del peso del cemento (Mezcla D), para lograr una resistencia especificada de 450 kg/cm² y cuyos resultados han sido comparados con las características de un concreto de alta resistencia el cual no contiene ningún tipo de aditivo o adición mineral al que se le ha denominado Mezcla Patrón, de igual manera con un concreto de alta resistencia compuesto por el 0.9% de aditivo Superplastificante Sikament®-290N el cual ha sido denominado Mezcla B y finalmente con un concreto de alta resistencia compuesto por 10% de adición mineral Sika®Fume el cual ha sido denominado Mezcla C.

Para ello se determinó las características físico-mecánicas de los agregados procedentes de la cantera del Río Chonta en la ciudad de Cajamarca y se realizó el diseño de mezcla por el método de Módulo de finura de la Combinación de agregados. Finalmente se elaboraron 24 especímenes cilíndricos de concreto por cada tipo de mezcla (96 especímenes en total) para ser ensayados a compresión a las edades de 7,14 y 28 días; 20 especímenes cilíndricos de concreto para ser ensayados a tracción a los 28 días y 20 especímenes prismáticos para ser ensayados a flexión a la edad de 28 días. La Mezcla B y Mezcla D presentaron la mayor resistencia a compresión a las edades de 7,14 y 28 días, respecto de la mezcla Patrón y Mezcla C (mezcla con 10% de Sika®Fume), en un porcentaje de 93.78% y 83.25% respectivamente a los 7 días; mientras que a los 14 y 28 días de edad la Mezcla D (concreto compuesto por aditivo y adición mineral) adquirió una resistencia a compresión de 512.04 kg/cm² y 599.70 kg/cm² respectivamente lo que corresponde al 13.79% y 33.27% más de la resistencia de diseño para dichas edades. Se concluyó que la resistencia a compresión y tracción de la mezcla D fueron las mayores alcanzadas con respecto a las mezclas Patrón, B y C a los 28 días (599.70kg/cm² lo que corresponde al 33.27% más del f_c de diseño; y 36.49 kg/cm² que en porcentaje de la resistencia de diseño representa un 8.11% del f_c de diseño, respectivamente). Además se concluye que la mezcla con superplastificante adquiere una alta resistencia inicial siendo la mayor resistencia alcanzada a los 7 días, para efectos de Flexión la mezcla C obtuvo la mayor resistencia.

Palabras Clave: Comportamiento mecánico, Concreto de Alta Resistencia, Aditivo Superplastificante, Microsílíce, Sikament®-290N, Sika®Fume

ABSTRACT

The main purpose of this research work is to determine the mechanical behavior of high strength concrete composed of percentages of 10% of microsilica of the weight of cement and Superplasticizer with 0.9% of the weight of the cement (Mixture D), for achieving the specified resistance of 450 kg / cm² and whose results have been compared with the characteristics of a high strength concrete which does not contain any type of additive or mineral addition that has been called Master Mixture, likewise with a high strength concrete compound by 0.9% of Sikament®-290N Superplasticizer additive which has been called Mixture B and finally with a high strength concrete composed of 10% of Sika®Fume mineral addition which has been called Mixture C.

To do this, it was necessary to determine the physical-mechanical characteristics of the aggregates from the quarry of the Chonta River in the city of Cajamarca, it was determined the mixing design by the Fineness Module method of the aggregate combination. Finally, 24 cylindrical concrete specimens were prepared for each type of mixture (96 specimens in total) to be tested by compression at the ages of 7,14 and 28 days; 20 cylindrical specimens of concrete to be tested at traction at 28 days and 20 prismatic specimens to be tested at bending at the age of 28 days. Mixture B and Mixture D had the highest resistance to compression at the ages of 7,14 and 28 days, in comparison with the Master Mixture and the Mixture C (mixture with 10% of Sika®Fume), in a percentage of 93.78% and 83.25% respectively at 7 days; while at 14 and 28 days of age Mixture D (concrete composed of additive and mineral addition) acquired a compressive strength of 512.04 kg / cm² and 599.70 kg / cm² respectively corresponding to 13.79% and 33.27 % more of the design resistance for these ages. It was concluded that the compressive and traction strength of mixture D were the highest achieved with respect to the Master Mixture, mixture B and mixture C at the age of 28 days (599.70kg / cm², which corresponds to 33.27% more than design f_c; and 36.49 kg / cm² that in percentage of the design resistance represents 8.11% of the design f_c, respectively). In addition it is concluded that the mixture with superplasticizer acquires a high initial resistance being the highest resistance reached at 7 days, for Flexion effects mixture C obtained the highest resistance.

Key words: Mechanical behavior, high strength concrete, superplasticizer additive, microsilica, Sikament®-290N, Sika®Fume

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El concreto, como es bien sabido, por poseer durabilidad y resistencia conforma uno de los materiales de más uso en el ámbito de la construcción; éste presenta dos características básicas que lo hacen diferente al resto de los materiales: en primer lugar, puede ser preparado al momento, ya sea por personal especializado en obra o en una planta de premezclado, debiendo en ambos casos conocerse las cantidades de material a mezclar para obtener el concreto apropiado; y en segundo lugar, el concreto debe cumplir con los requisitos en dos estados, el fresco y el endurecido, en el primero básicamente de consistencia y cohesión, y el segundo de resistencia y durabilidad.

El concreto de uso común se produce mediante la mezcla de tres componentes esenciales: cemento, agua y agregados; pero en la actualidad gracias al progreso de la industria química y recientemente la nanotecnología y la búsqueda continua de mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto por parte de la industria de la construcción, se ha creado aditivos y adiciones químicas para incorporarlos en las mezclas de concreto, y actualmente podemos encontrar un sin número de productos en el mercado que satisfacen la gran mayoría de las necesidades para los usuarios de concreto. Dichos elementos como aditivos y adiciones proveen de características especiales al concreto, como por ejemplo aditivos que permiten reducir hasta 25% de agua de la mezcla consiguiéndose la misma manejabilidad con incremento notable en la resistencia, y/o adiciones minerales como micro sílices que proveen de resistencia y durabilidad al concreto.

Asimismo el uso de aditivos y/o adiciones nos permiten hoy en día contar con Concreto de Alta Resistencia; sin embargo el éxito de su obtención depende mucho del correcto uso de los aditivos y de la acertada elección del producto; es por ello que se cuenta con un amplio progreso en este campo y es conveniente estar correctamente informado ya que la eficacia depende en gran parte de estos factores.

Debido a todo ello es que es necesario conocer el comportamiento de concreto de alta resistencia con dichos aditivos y adiciones que están tan en boga, en el mismo sentido conocer el comportamiento de su unión, todo ello con la finalidad de estar a la vanguardia en el mundo de la construcción.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Por todo lo expuesto anteriormente se formuló el siguiente problema:

¿Cuál es el comportamiento mecánico del concreto de alta resistencia de $f'_c=450 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificante SIKAMENT®-290N y la adición mineral SIKA® FUME?

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:

La presente investigación se justifica y llega a tener gran importancia, ya que en vista del continuo avance de la tecnología y la exigencia a la industria de la construcción de estar a la vanguardia es requerido contar con materiales de mayor resistencia a la compresión para lograr estructuras de mayor altura y soporte a mayores cargas, con una menor cantidad de elementos estructurales y una menor sección en dichos elementos, es por ello que se debe estudiar y conocer bien el comportamiento de concreto con proporciones apropiadas para obtener altas resistencias haciendo uso de elementos químicos como los utilizados en la presente investigación: aditivo súper plastificante y adiciones de micro sílice estudiados individualmente y la combinación de cada uno de ellos.

1.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se limitará al estudio del comportamiento mecánico del concreto de alta resistencia de $f'_c=450 \text{ kg/m}^2$ con aditivo súper plastificante SIKAMENT®-290N y la adición mineral SIKA® FUME, a partir de la elaboración de una muestra patrón sin aditivo, muestra de concreto con aditivo superplastificante SIKAMENT®-290N y muestra de concreto con adición SIKA® FUME, y finalmente se determinará la variación y comportamiento en cuanto a la resistencia a compresión, flexión y Tracción

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN:

La presente investigación tiene como principal limitación la escasa existencia de canteras con agregados de buena calidad para la obtención de un buen concreto

1.6. HIPÓTESIS:

La aplicación del aditivo superplastificante y la adición mineral mejora la resistencia a compresión, flexión y tracción del concreto y específicamente incrementa en un 30% la resistencia a compresión del concreto de diseño $f'_c=450 \text{ kg/cm}^2$.

Variable dependiente : Resistencia

Variable independiente: Tipo de Diseño de Mezcla

1.7. ALCANCES:

Esta investigación beneficiará al departamento de Cajamarca y a cualquier otro lugar del territorio peruano donde se proyectan obras estructurales de mediana a gran envergadura como edificios de gran altura, construcción de puentes pre o post tensados, construcción de pavimentos para mejorar el acceso a provincias que conforman dicho departamento, y por ende mejorar las vías de comunicación que se encuentran actualmente deteriorado en nuestro país; asimismo con ésta investigación se espera ser un referente en el ambito de la ingeniería específicamente en el área de tecnología del concreto.

1.8. OBJETIVOS:

Objetivo general:

- Determinar el comportamiento mecánico del concreto de alta resistencia de $f'_c=450$ kg/cm² con aditivo superplastificante SIKAMENT®-290N y adición mineral SIKA® FUME.

Objetivo específico:

- Determinar la resistencia a compresión, flexión y tracción de la mezcla patrón la cual no contiene ni aditivo superplastificante ni adición mineral, usando cemento Pacasmayo Tipo I
- Determinar la resistencia a compresión, flexión y tracción de la mezcla de concreto compuesta únicamente con aditivo Superplastificante SIKAMENT®-290N usando cemento Pacasmayo Tipo I
- Determinar la resistencia a compresión, flexión y tracción de la mezcla de concreto compuesta únicamente con adición mineral SIKA® FUME usando cemento Pacasmayo Tipo I
- Determinar la resistencia a compresión, flexión y tracción de la mezcla de concreto compuesta por aditivo superplastificante SIKAMENT-®290N y adición mineral Sika® FUME usando cemento Pacasmayo Tipo I
- Determinar el módulo de elasticidad de especímenes cilíndricos de concreto de $f'_c=450$ kg/cm² de cada una de las mezclas propuestas (Mezcla Patrón: sin aditivo o adición mineral ; Mezcla B: con aditivo Superplastificante; Mezcla C: con adición mineral y Mezcla D: con aditivo superplastificante y adición mineral)

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO:

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes Internacionales

- Parada Gabriel E., Pérez Insausti J. 2010. *“Estudio del Comportamiento de Concretos con adición de Micro sílice”*. Caracas-Venezuela .

Se concluye que al añadir micro sílice a la mezcla de concreto se produce un leve aumento en la trabajabilidad de la misma debido a que se torna más fluida por el aumento en la cantidad de pasta, esto trae como ventaja que las mezclas con contenido de micro sílice puedan ser empleadas en lugares donde se necesite una alta fluidez de la mezcla de concreto.

- Carrión Ochoa A.2014. *“Hormigones de alta resistencia ($f'c=56\text{Mpa}$) utilizando agregados del sector de Pifo y cemento armado especial- Lafarge”* .Ecuador

Se concluye que la dosificación en peso final óptima probada experimentalmente, para la obtención de la resistencia requerida calculada de este hormigón ($f'_{cr} = 65,7 \text{ MPa}$), en base de la resistencia especificada ($f'c = 56 \text{ MPa}$), con la utilización de los agregados de Pifo, cemento Armaduro Especial-Lafarge, la utilización de aditivos minerales (microsílice Sika®Fume) y de superplastificantes (Sikament-N100), para 1m^3 de hormigón, es la siguiente:

Agua = 224, 72 kg

Cemento = 586, 00 kg

Arena = 497, 73 kg

Ripio = 831, 71 kg

Microsílice = 87, 56 kg

Superplastificante = 18,68 kg

2.1.2. Antecedentes Nacionales

- Huincho E.2010. ***“Concreto de Alta Resistencia usando aditivo Superplastificante, Microsilice y NanoSílice con cemento Portland Tipo I ,Lima-Perú***

Se concluye que la dosis óptima de micro sílice encontrada es de 10% con la cual se obtiene la máxima resistencia a la compresión de 1420 kg/cm², para el caso de la nanosílice es de 1% (968 kg/cm²) y para el caso de la combinación de microsilice y nanosílice es de 5% de microsilice más 0.5% de nanosílice (1065 kg/cm²)

- Huarcaya Garzón C.2014. ***“Comportamiento del Asentamiento en el Concreto Usando Aditivo Polifuncional Sikament 290n Y Aditivo Super Plastificante De Alto Desempeño Sika Viscoflow 20E”,Lima-Perú***

Se concluye que en el ensayo de resistencia a la compresión con el aditivo Sikament-290N la dosis que obtuvo mayor resistencia a los 28 días, fue la dosis de 1,5 % alcanzando una resistencia de 279 kg /cm²

2.1.3. Antecedentes Locales

- Villanueva Sánchez F. 2015. ***“Obtención de un concreto de alta resistencia para un $f'c=800\text{kg/cm}^2$ usando agregados de la cantera el Chiche -Cajamarca, aditivos y adición mineral”, Cajamarca-Perú***

Se concluye que se logró determinar la influencia del porcentaje de aditivo en las propiedades del concreto, obteniéndose de Superplastificante 1.0%, microsilice 10% y de nanosílice 2.0% del peso del cemento, como el porcentaje que genero la mayor resistencia del concreto elaborado (941.94 Kg/cm² a los 28 días de edad), así como el máximo valor de su módulo de Elasticidad (370873.58 kg/cm²)

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Concreto de Alta resistencia

Es un tipo de concreto de alto desempeño, que comúnmente tiene una resistencia a la compresión especificada mayor a 400 kg/cm². La resistencia a la compresión se mide en cilindros de prueba de 6" X 12" (150 X 300 mm) o de 4" X 8" (100 X 200 mm), a los 28 días por lo general, o alguna otra edad especificada dependiendo su aplicación. La producción de concreto de alta resistencia requiere un mayor estudio así como un control de calidad más exigente en comparación con el concreto convencional.

La resistencia a compresión mínima de un concreto para ser considerado como Concreto de alta resistencia ha ido cambiando a lo largo de los años, es por ello que el Comité 363 del American Concrete Institute se ha visto en la necesidad de establecer los límites entre los cuáles un concreto se puede considerar de alta resistencia.

El comité seleccionó 400kg/cm² a los 28 días como límite menor, sin embargo dicha información debería ser reconsiderada ya que desde inicios del 2001 se están produciendo concretos con resistencias en compresión que pasan de 1,200 kg/cm² a los 28 días.

(National Ready Mixed Concrete Association, 2017, p.1)

2.2.1.1 Usos:

- Para colocar el contenido en servicio a una edad menor, por ejemplo dar tráfico a pavimentos a 3 días de colocación
- Para construir edificios altos reduciendo la sección de las columnas e incrementando el espacio disponible.
- Para construir superestructuras de puentes de mucha luz y para mejorar la durabilidad de sus elementos.
- Para satisfacer necesidades de ciertas aplicaciones especiales como por ejemplo durabilidad, módulo de elasticidad y resistencia a la flexión. Entre algunas de dichas aplicaciones de cuentan presas, cubiertas de graderías, cimentaciones marinas, parqueaderos, y pisos industriales de tráfico pesado. (Cabe señalar que el concreto de alta resistencia no es garantía por sí mismo de durabilidad)

(National Ready Mixed Concrete Association, 2017, p.1)

2.2.1.2 Materiales Usados:

A) Cemento:

El desarrollo de resistencia en el concreto depende tanto de las características del cemento, como del contenido de cemento en la mezcla.

En el caso de concretos de alta resistencia se pueden utilizar cementos Tipo I o Tipo II, según las necesidades. A pesar que la alta resistencia inicial es deseable, los cementos Tipo III no son recomendables por la cantidad de cemento que contiene la mezcla; este tipo de cemento genera un alto calor de hidratación que se puede traducir en mayor contracción y, en consecuencia, la aparición de fisuras en el elemento durante el fraguado (Prasad, S., & Kamlesh, J. 2001. High Performance Concrete. Bengaluru)

B) Adiciones:

Las cenizas volantes, el humo de sílice y la escoria de alto horno son a menudo necesarios para la producción de concretos de alta resistencia.

El humo de sílice permite producir concretos entre los 63 y 98 MPa de resistencia final. El uso de cenizas volantes, hasta en un 15% del peso del cemento en la mezcla, resulta en concretos de hasta 70 MPa. Las escorias de alto horno se usan en una cantidad equivalente al 15 a 30% del peso del cemento en la mezcla, con lo cual se logran concretos de hasta 98 MPa. (Osorio K. 2016. Concreto de Alta resistencia)

C) Agua y relación A/C:

Los requisitos para el agua utilizada en la mezcla no son diferentes los del agua utilizada para concretos convencionales. Las relaciones agua/cemento en la mezcla se encuentra en un rango entre los 0.2 y 0.4, lo cual produce concretos de resistencia a la compresión entre 60 y 130 M (Osorio K. 2016. Concreto de Alta resistencia)

D) Agregados:

En la producción de concretos de alta resistencia se debe prestar una especial atención a las características del agregado, tales como; tamaño, forma, textura superficial, mineralogía y limpieza. Muchos estudios han encontrado que los

agregados con tamaño máximo nominal entre 9,5 y 12,5 mm (3/8 y 1/2 pulgada) proporcionan una óptima resistencia.

Lograr concretos de alta resistencia depende, en gran medida, en lograr una buena adhesión entre la pasta de cemento y el agregado. En este sentido empiezan a ser importantes factores como la forma y textura superficial del agregado. Al respecto, se ha encontrado que los agregados producto de la trituración de piedras más grandes son los que registran mejor desempeño en la mezcla, produciendo mezclas con mayores resistencias a la compresión (Osorio K. 2016. Concreto de Alta resistencia)

E) Aditivos:

Teniendo en cuenta las bajas relaciones agua/cemento utilizadas para la producción de concretos de alta resistencia, se hace necesario el uso de aditivos super plastificantes, a base de sulfonado de naftalenos o sulfonado de melanina, para lograr la trabajabilidad necesaria en la mezcla.

También pueden ser necesarios el uso de retardantes o acelerantes de fraguado, inhibidores de corrosión, entre otros. En general, todos los aditivos utilizados en las mezclas deben cumplir con los requisitos contenidos en las normas ASTM C260 ASTM C1017 y ASTM C1582 (Osorio K. 2016. Concreto de Alta resistencia)

2.2.1.3 Curado:

El curado de una mezcla de concreto de alta resistencia es tal vez la parte más importante del proceso, dado que de esta etapa depende la resistencia final de la mezcla. Se sabe que el curado es el proceso de mantener contenido de humedad y una temperatura satisfactoria en el concreto durante el periodo de hidratación del material cementante, de tal manera que se desarrollen las propiedades deseadas para el concreto.

Los concretos de alta resistencia deberán ser curados en agua desde una edad temprana dado que una hidratación parcial puede dar lugar a un sistema de capilares discontinuo. Al producirse la renovación del curado el agua puede no ser capaz de entrar al interior del concreto, deteniendo cualquier futura hidratación. Asimismo es necesario mencionar que

los concretos de alta resistencia requieren de una mayor cantidad de agua en el proceso de curado, que los concretos convencionales.

La duración e intensidad del curado están directamente relacionadas con la temperatura y humedad del ambiente, de la acción del viento y del soleamiento directo, la cantidad de cemento, la relación a/c, las condiciones de exposición. (Jiménez, García, & Morán, 2000, pág. 69)

La pérdida de agua de la mezcla durante el fraguado puede generar fisuras superficiales por contracción, las cuales afectan la resistencia del elemento final. Una práctica adecuada es implementar metodologías para el control de temperatura durante la etapa de fraguado, con el objetivo de controlar la posible aparición de fisuras por contracción y la evolución de la resistencia de la mezcla

Es crítico en la producción de concretos de alta resistencia en los que la reacción química entre la microsílíce y el hidróxido de calcio para formar el gel requiere de la presencia de humedad.

El concreto no deberá comportarse bien a menos que él sea curado adecuadamente. Un curado impropio es más dañino para un concreto con microsílíces que para un concreto convencional. Para conseguir los máximos beneficios de la microsílíce, el curado deberá ser más largo que si estuviese empleando un concreto convencional. El concreto deberá ser mantenido húmedo por lo menos 12 días, a fin de permitir la totalidad o un alto porcentaje de la reacción puzolánica. (Rivva Lopez, 2002 P.74)

El curado debe comenzar inmediatamente después del acabado. Debe recordarse que los altos volúmenes de microsílíce producen concretos que no exudan; por lo que no es necesario buscar alternativas para detener la exudación antes del curado. En aquellos proyectos en los que no se requiere acabado después del fraguado, el procedimiento de curado puede aplicarse unos pocos minutos después del paso de una regla vibratoria. (Rivva Lopez, 2002 P.74)

2.2.1.3.1 Tipos de Curado:

El curado en agua de los concretos de alta resistencia es altamente recomendado debido a la baja relación agua-cemento empleada. En relaciones agua-cemento por debajo de 0.40, el grado de hidratación final se reduce significativamente si no se proporciona agua libre. El curado con agua, aunque no completa, habrá más eficiente la hidratación del concreto.

2.2.1.4 Ventajas:

Algunas ventajas del empleo de concretos de alta resistencia:

- Se puede obtener mayor resistencia de diseño
- Se puede introducir mayores niveles de pre-esfuerzo y se puede reducir el deterioro de las piezas durante su entrega y manipulación
- Se puede propiciar la transmisión del pre-esfuerzo a edades tempranas
- Con la alta resistencia, la sección transversal de la estructura puede reducirse, lo que lleva a la disminución de la carga muerta de la estructura, lo que resulta favorable para edificios altos y puentes de grandes luces.
- La trabajabilidad que se alcanza en estos concretos con bajas relaciones agua-cemento permite mejorar la impermeabilidad de los mismos.

Existen ciertas consideraciones a tener en cuenta para su obtención como por ejemplo:

1. Los agregados que se utilizarán deben ser resistentes y durables. No es necesario que sean duros o de alta resistencia, pero si necesitan ser compatibles, en términos de rigidez y resistencia con la pasta de cemento. En general se emplean agregados gruesos del menor tamaño máximo posible para lograr dichos concretos. La arena debe ser más gruesa que la que se permite en la ASTM C33 (Módulo de finura mayor de 3.2) debido al gran contenido de finos de los materiales cementantes.

2. El concreto de alta resistencia necesita por lo general tener una baja relación Agua/Cemento (A/C) dicha relación debe estar en el rango de 0.23 a 0.35, relaciones A/C tan bajas solo se pueden obtener con muy altas dosificaciones de aditivos reductores de agua de alto rango (o superplastificantes) de acuerdo al tipo F o G de la ASTM C 494. Un aditivo tipo A reductor de agua puede usarse en combinación.

3. El uso de aire incorporado en este concreto ocasionará una gran reducción en la resistencia deseada.

(E.Riva Lopez, 2002, p.12)

2.2.2. Aditivos

En pocos aspectos relacionados con los hormigones, de alta resistencia hay una coincidencia tan generalizada, en todas las fuentes de bibliografía o corrientes de opinión consultadas, como en la necesidad ineludible de la utilización de aditivos para la obtención de dichos hormigones. El desarrollo de los aditivos super fluidificantes reductores de agua se inicia en Japón en 1958. Su uso industrial comienza en Alemania y Japón en 1964 y se extiende rápidamente, durante la década de los años 70, en el Reino Unido, U.S.A, Canadá, Italia, etc. Su descubrimiento marca el comienzo de una nueva etapa en la fabricación del hormigón en la que es posible la obtención de productos con características consideradas incompatibles hasta entonces: Hormigones fluidos, sin segregación y baja relación agua/cemento, u hormigones fluidos de baja retracción y alta o muy alta resistencia. (Jeimi Mancipe, Laura Pereira, Diego Bermúdez, 2007)

Los aditivos son productos que se incorporan antes o durante la mezcla de proporciones de materiales; la dosificación del aditivo se puede realizar en relación al peso o volumen del cemento, todo esto con el propósito de obtener un concreto con características especiales ya que el aditivo modifica ciertas propiedades en el comportamiento del concreto en sus estado fresco y/o en condiciones de trabajo en una forma susceptible de ser prevista y controlada.

En la actualidad los aditivos permiten la producción de concretos con características diferentes a los tradicionales, han dado un creciente impulso a la construcción y se consideran como un nuevo ingrediente, conjuntamente con el cemento, el agua y los agregados. Existen ciertas condiciones o tipos de obras que los hacen indispensables.

Tanto por el Comité 116R del ACI como por la Norma ASTM C 125 tienen una definición muy clara de aditivo que hace referencia a un componente del concreto o mortero distinto de los componentes convencionales (agregados , cemento , agua) que se añade en un pequeño porcentaje del peso de cemento o volumen y que le confiere de características especiales.

Los aditivos se pueden clasificar como sigue:

- Según el Comité 212 del ACI:
 - a) Aditivos acelerantes
 - b) Aditivos reductores de agua y que controlan fraguado

- c) Aditivos para inyecciones
- d) Aditivos incorporadores de aire
- e) Aditivos extractores de aire
- f) Aditivos formadores de gas.
- g) Aditivos productores de expansión o expansivos
- h) Aditivos minerales finamente molidos
- i) Aditivos impermeables y reductores de permeabilidad.
- j) Aditivos pegantes (también llamados epóxicos)
- k) Aditivos químicos para reducir la expansión debido a la reacción entre los agregados y los alcalices del cemento. Aditivos inhibidores de corrosión
- l) Aditivos fungicidas, germicidas o insecticidas
- m) Aditivos floculadores.
- n) Aditivos colorantes.

2.2.2.1 Aditivo Superplastificante:

Los aditivos superplastificante son un nuevo tipo de aditivos, en la medida que son capaces de reducir el contenido de agua de la mezcla en el orden de un 30%. Ellos son conocidos en el mercado como superplastificantes, superfluidificantes, super reductores de agua, o reductores de agua de alto rango. (E.Riva Lopez, 2002, p.10)

Los aditivos superplastificantes fueron originalmente fabricados en Japón en la década de los años 60 a partir de los formaldeidos sulfonados, a fin de producir concretos de alta resistencia al permitir grandes reducciones en el contenido de agua; y en Alemania, desde 1972, a partir de los formaldeidos melanina sulfonados, a fin de desarrollar concretos “fluídos”, es decir, concretos con asentamientos mayores de 200 mm (7.9”) (E.Riva Lopez, 2002, p.12)

Los efectos principales que se derivan de la incorporación de algún componente tensoactivo son por una parte la ionización de los filamentos del aditivo que produce la separación de los granos de cemento entre sí, conduciendo a una efectiva desfloculización, y, por otra parte, las moléculas de aditivo son absorbidas y se orientan en la superficie de los granos de cemento en un espesor de varias moléculas, de lo que resulta una lubricación de las partículas.(Escuela Ingeniería en Construcción, UCV)

¹Estos aditivos se adicionan al concreto de revenimiento y relación agua/cemento de bajo a normal para producir un concreto fluido. Asimismo, si se mantiene una trabajabilidad normal, estos aditivos permiten la reducción de la relación agua/cemento hasta valores cercanos a 0.35; consiguiéndose hormigones de alta resistencia.

Con los superplastificantes se aumenta significativamente el revenimiento del hormigón, desde alrededor de 70 mm hasta 200 mm, sin perder la cohesión de la mezcla. Por tanto, los superplastificantes no sólo permiten que el hormigón se coloque con poca o nula compactación, sino que también de manera más notoria permiten la producción de hormigón con una disminución sustancial de la relación agua / cemento. El empleo de superplastificantes es imprescindible para obtener trabajabilidades aceptables con relaciones agua/cemento mencionadas. La dosificación de aditivo acostumbra a ser elevada debido a que debe reducirse una importante proporción de agua de amasado y a su vez fluidificar hasta la consistencia deseada (en ocasiones hasta consistencia líquida). En función de la demanda de la resistencia requerida o en caso contrario del mantenimiento de consistencia requerida, siempre en relación con las características de los materiales empleados, así como de las condiciones ambientales, deberá seleccionarse el aditivo superplastificante (reductor de agua de alto rango) adecuado en función de sus propiedades.

Se ha desarrollado superplastificantes de larga vida, los cuales imparten y aun prolongan el periodo de trabajo del concreto. Ello se logra adicionando el aditivo superplastificante en la planta dosificadora en vez de en obra, con lo que se reduce el desgaste de los camiones mezcladores y se elimina la necesidad de equipos adicionales tales como tanques de aditivo montados en el camión y equipos dispersantes. Cuando hacemos referencia al término “de larga vida” se hace referencia a una prolongación de tiempo de la mezcla en su estado plástico, permitiendo la manipulación durante su utilización sin necesidad de agregarle agua para recobrar su estado.

Para entender mejor el funcionamiento de estos aditivos se hace preciso recordar el comportamiento agua-cemento en el proceso de mezclado y fraguado del hormigón. Como sabemos, primero se forma la pasta aglutinante producto de la lubricación de las partículas

¹ Huarcaya Garzón Coldie I (2014) Comportamiento del asentamiento en el concreto usando aditivo polifuncional sikament 290N y aditivo súper plastificante de alto desempeño Sika Viscoflow 20E (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma. Lima , Perú

de cemento y de árido tras la adsorción² del agua, y luego esta pasta se vuelve cementante producto de la reacción química que se lleva a cabo entre ambas al iniciarse el fraguado.

En la primera de éstas etapas es cuando se produce la mezcla de los componentes y las primeras reacciones electroquímicas entre agua y cemento, apareciendo las características del hormigón fresco como trabajabilidad, docilidad, consistencia, etc. Estas características están gobernadas principalmente por las reacciones electroquímicas producidas entre las moléculas de agua y los granos de cemento, los que poseen un gran número de iones en disolución en su superficie. Estos iones tienden a formar, debido a una afinidad electroestática, flóculos o capas de solvatación al entrar en contacto con el agua durante la operación de amasado. Dichos flóculos ejercen dos efectos nocivos en la masa de hormigón:

- Impiden la dispersión uniforme de las partículas de cemento en la masa de hormigón.
- Retienen cierta cantidad de agua en el interior de la masa de hormigón que incide negativamente en la porosidad final del material por no ser utilizable para lubricar la masa ni para la lubricación de los granos de cemento.

2.2.2.1.1 Efecto de aditivos superplastificantes

El aditivo superplastificante genera una acción dispersante en la mezcla de concreto, dicha acción dispersante está producida por la adsorción² de las moléculas del aditivo en la superficie de los granos de cemento durante las reacciones de hidratación inicial. Sin embargo, no existe un conocimiento suficiente en torno a la naturaleza química de dicha adsorción, a la interacción electrostática y al impedimento estérico que se produce.

Los superplastificantes afectan a la hidratación del cemento portland, ya que por una parte pueden retrasarla y por otra pueden afectar a la morfología y microestructura de los productos de reacción. De manera general, se asume que la influencia de los superplastificantes en la hidratación del cemento afecta a varios factores:

- Las moléculas de superplastificante impiden la difusión del agua y de los iones de Ca^{2+} en la interfase disolución-cemento.

² Fenómeno por el cual un sólido o un líquido atrae y retiene en su superficie gases, vapores o cuerpos disueltos.

- Los iones Ca^{2+} forman complejos con las moléculas del superplastificante inhibiendo la nucleación y crecimiento de las especies ricas en Ca
- La fuerte acción dispersiva de estos aditivos altera la cinética de formación y morfología de los productos de reacción

(Hidratación Inicial del cemento.Efecto de aditivos superplastificantes,F.Puertas y T.Vásquez,2000,p.54 y p.55)

2.2.2.1.2 Usos generales:

Los aditivos superplastificantes pueden ser empleados en concreto para:

Para producir concretos con muy baja relación agua-cemento para alcanzar muy altas resistencias en el concreto, el contenido de agua de la mezcla es reducido aunque manteniendo el mismo contenido de cemento. La reducción en la trabajabilidad es compensada por la incorporación de los superplastificantes. Por este método se pueden alcanzar reducciones en el contenido de agua del orden del 30% con relaciones agua/cemento tan bajas como 0.28. Este método es el más común método de empleo de los superplastificantes en el Japón.

- a) Para producir concretos con un bajo contenido de cemento. Los superplastificantes pueden ser empleados para producir concretos con un contenido de cemento reducido siempre que la reducción agua-cemento se mantenga constante. Como en el caso (a), la disminución en el asentamiento se consigue por la incorporación de superplastificantes. Este procedimiento ha encontrado gran aceptación en los Estados Unidos debido al deseo de reducir el contenido de cemento de las mezclas.
- b) Para producir concretos fluidos. Los aditivos superplastificantes se están empleando para producir concretos auto-compactantes. En esta aplicación no se hacen intentos para reducir la relación agua/cemento o los contenidos de cemento y/o agua. Ello permite incrementar el asentamiento de 75 mm a 200 mm (3" a 8") sin causar segregación, permitiendo que el concreto sea fácilmente colocado en secciones muy complicadas o altamente reforzadas.
- c) Reducir la temperatura debida a la hidratación del cemento o los cambios de volumen debidos a los procesos de humedecimiento y secado, o de contracción.

(Romero B.2017.Estudio de la correlación entre la relación agua/cemento)

2.2.2.1.3 Incremento en el asentamiento:

El asentamiento del concreto se incrementa cuando el aditivo superplastificante se añade a la mezcla y ningún otro cambio se hace en la misma. El asentamiento puede incrementarse en forma moderada o importante, dependiendo de qué es lo que se requiere del concreto.

Así por ejemplo, se puede producir concretos fluidos con alto nivel de asentamiento y capacidad auto-nivelante, esto es ser capaces de obtener una superficie nivelada con poco esfuerzo adicional en el proceso de colocación, pero sin olvidar que para una adecuada consolidación del concreto, alguna compactación deberá siempre ser requerida. (E.Riva Lopez, 2002, p.112)

2.2.2.2 Características y propiedades del aditivo usado:

El aditivo usado es el Sikament-290N, proporcionado por la empresa Sika Perú S.A; desarrollado en forma líquida, como plastificante cumple con la Norma ASTM C 494, tipo D y como superplastificante con la Norma ASTM C 494, tipo G. La hoja técnica del aditivo se muestra en el ANEXO X (Hoja Técnica, ed. 11, 2015)

2.2.3. Adiciones Minerales:

El uso de adiciones minerales en el concreto (hormigón), no es una tecnología reciente, Maliowski reporta un viejo ejemplo que data de 5000-4000 años A. C., la cual fue una mezcla de limos y una puzolana natural, los viejos escritos del ingeniero romano Marcus Vitrubius Pollio, reportan cementos hechos por los griegos y romanos, los que describe como de durabilidad superior, él indica que los romanos desarrollaron técnicas superiores mediante el uso de una combinación de limos y puzolanas.

Actualmente, el uso de adiciones minerales al concreto (hormigón) y al cemento, se ha difundido mundialmente, tales como la ceniza volante, el filler calizo y la microsílíce, este incremento en el uso de estos materiales se debe principalmente a las mejoradas propiedades del concreto (hormigón) tanto en estado endurecido como en estado fresco; este incremento de trabajabilidad, durabilidad y según sea el caso de resistencia, hacen que el uso de adiciones ya sean naturales o artificiales sea muy recomendado para el concreto (hormigón). (Diana Viamonte Álvarez Abigail Zegarra Arenas, 2017, Arequipa)

2.2.3.1 Microsílices

Las microsílices o también conocidas como humo de sílice, son un polvo muy fino, obtenido por decantación del humo de chimeneas de altos hornos de aleaciones metálicas de la industria del ferrosilicón, el cual está compuesto del 90% de dióxido de sílice amorfo, y que tiene propiedades puzolánicas que le permiten reaccionar químicamente con el hidróxido de calcio para formar un gel con notable incremento en la propiedades positivas del concreto, especialmente su resistencia en compresión y su durabilidad. (Rivva Lopez E. 2002, p.06)

El comité 116 del American Concrete Institute define a la microsíllice como a una “Sílice no cristalina muy fina producida por hornos de arco eléctrico como un subproducto de la fabricación de silicio metálico o ferro silicio”



Figura 1: Microsílice o Humo de Sílice

Fuente: Benites Espinoza C.2011.Perú

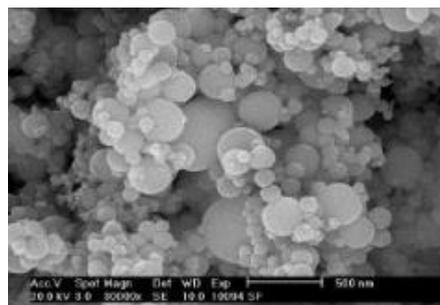


Figura 2: Partículas de microsíllice con microscopio eléctrico

Fuente: Benites Espinoza C.2011.Perú

2.2.3.1.1 Mecanismo de acción:

La utilización combinada de microsíllice y los superplastificantes es fundamental para la obtención del concreto (hormigón) autocompactante ya que suministra una gran cohesión a la mezcla en estado fresco y reduce la segregación. Sin embargo, si bien la microsíllice puede mejorar la reología y estabilidad de la mezcla cuando se usa en bajas cantidades,

aproximadamente entre un 4 y un 6% del contenido de cemento, puede tener efectos diametralmente opuestos sobre la reología y estabilización de la mezcla si se utiliza en grandes cantidades

La cantidad de microsílíce usada en las mezclas de concreto (hormigón) se sitúa generalmente entre un 3 y un 10% de la cantidad total material cementicio, lo cual hace que se incrementen los niveles de durabilidad del concreto, el módulo de deformación y la resistencia a flexión.

Las adiciones minerales son productos de origen mineral finamente divididos cuya incorporación a la mezcla tiene por finalidad reaccionar químicamente con el hidróxido de calcio y generar la producción de más gel (Tobermorita) y así cumplir la Teoría de Feret que hace referencia a la relación inversa entre porosidad y resistencia.

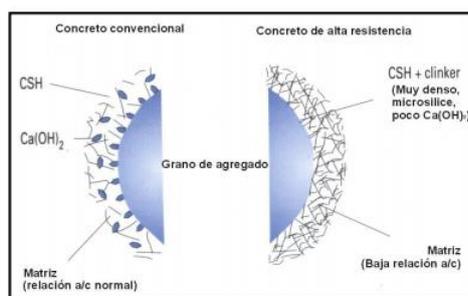


Figura 3: Efecto de la microsílíce en la aureola de transición del agregado, comparación entre un concreto convencional y un concreto de alto desempeño

Fuente: Benites Espinoza C. 2011. Perú

2.2.3.1.2 Clasificación:

La microsílíce es 100 veces más fina que el cemento, por lo que algunas consideraciones en los procesos de transporte, almacenamiento y dispersión deben ser tomadas en cuenta. La diferencia en los procedimientos de puesta en obra está relacionada al tamaño y perfil de las partículas y no afecta el comportamiento químico del material.

Estas diferencias obligan a tener cuidado en el tipo de microsílíce a ser seleccionado para una aplicación específica.

Las principales formas de microsílíce disponibles son:

- Microsílices no densificadas
- Microsílices densificadas
- Microsílices peletizadas

- Lechadas de microsílices
(Gomero Cervantes, B.2006.Lima-Perú)

2.2.3.1.3 Empleo en el Concreto

Las microsílices fueron inicialmente consideradas como un material de reemplazo del cemento, y en algunas áreas ese es todavía su único uso.

En general, parte del cemento puede ser reemplazada por una cantidad menor de microsílíce. Por ejemplo, una parte de microsílíce puede reemplazar tres a cuatro partes de cemento (masa a masa) sin pérdida de resistencia, siempre que el contenido de agua permanezca constante. Muchos investigadores han cuestionado que el reemplazo del cemento por microsílíce puede no afectar otras propiedades del concreto endurecido que no sean la resistencia. La adición de microsílices generalmente incrementa la demanda de agua. Si se desea mantener la misma relación agua-cemento, deberá usarse un aditivo reductor de agua para obtener la trabajabilidad aparente, deberá requerirse usualmente, para concretos con microsílíce, un asentamiento ligeramente mayor debido al incremento en la cohesión. (Enrique Rivva Lopez, 2002, p.08)

2.2.3.2 Características y propiedades de la microsílíce usada:

La microsílíce usada fue SIKAFUME, proporcionado por la empresa Sika Perú S.A. se presenta en polvo fino de color gris, y cumple con la norma ASTM C-1240. El análisis químico de la microsílíce usada se presenta un 93% de la composición es óxido de silicio (SiO₂) VER: ANEXO XI

2.2.4. Método de diseño de mezcla, mediante el Modulo de Finura de la Combinación de agregados:

En el método de diseño del Comité 211 del American Concrete Institute, se determina en primer lugar los contenidos de cemento, agua, aire y agregado grueso y por diferencia de la suma de volúmenes absolutos en relación con la unidad el volumen absoluto y peso seco del agregado fino.

En el método del módulo de fineza de la combinación de agregados, los contenidos de agregados fino y grueso varían para las diferentes resistencias, siendo ésta variación función, principalmente, de la relación agua-cemento y del contenido total de agua, expresados a través del contenido de cemento de la mezcla. (ICG –II Congreso Internacional de la Construcción)

De esta manera, sea cual fuere la resistencia deseada, en tanto se mantengan constantes el tamaño máximo nominal del agregado grueso y el módulo de fineza del agregado fino, el contenido total de agregado grueso en la mezcla será el mismo, independientemente del contenido de pasta.

Este método tiene como consideración fundamental la premisa de que el módulo de finura del agregado, fino o grueso, es un índice de su superficie específica y que en la medida que esta aumenta se incrementa la demanda de pasta, así como que si se mantiene constante la pasta y se incrementa la finura del agregado disminuye la resistencia por adherencia. (ICG –II Congreso Internacional de la Construcción)

Como consecuencia de las investigaciones realizadas se ha podido establecer una ecuación que relaciona el módulo de fineza de los agregados fino y grueso, así como su participación porcentual en el volumen absoluto total de agregado. Aplicando dicha ecuación es posible determinar el valor del módulo de fineza de la combinación de agregados más conveniente para condiciones dadas de la mezcla.

Dicha ecuación es:

$$m = r_f m_f + r_g m_g \quad \text{Ecuación } \alpha$$

Donde:

m : Módulo de fineza de la combinación de agregados

m_f : Módulo de fineza del agregado fino

m_g : Módulo de fineza del agregado grueso

r_f : Porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto total de agregado.

r_g : Porcentaje de agregado grueso en relación al volumen

Del análisis de la ecuación se puede deducir que el módulo de fineza de una combinación de agregados fino y grueso es igual a la suma de los productos de los módulos de fineza de cada ingrediente al volumen absoluto de todos los ingredientes.

Aplicando la relación (α) es posible obtener los diversos valores del módulo de fineza de la combinación de agregados que dan las mejores condiciones de trabajabilidad para diversos contenidos de cemento por metro cúbico de concreto. Dichos valores están indicados en la Tabla N° 1

Tabla 1: Módulo de fineza de la combinación de agregados

TAMAÑO DEL AGREGADO GRUESO	MODULO DEFINURA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS, EL CUAL DE LAS MEJORES CONDICIONES DE TRABAJABILIDAD PARA LOS CONTENIDOS DE CEMENTO EN SACO POR METRO CUBICO INDICADOS									
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3/8"	3.96	4.04	4.11	4.19	4.26	4.34	4.41	4.49	4.56	4.64
1/2"	4.46	4.54	4.61	4.69	4.76	4.84	4.91	4.99	5.06	5.14
3/4"	4.96	5.04	5.11	5.19	5.26	5.34	5.41	5.49	5.56	5.64
1"	5.26	5.34	5.41	5.49	5.56	5.64	5.71	5.79	5.86	5.94
1 1/2"	5.56	5.64	5.71	5.79	5.86	5.94	6.01	6.09	6.16	6.24
2"	5.86	5.94	6.01	6.09	6.16	6.24	6.31	6.39	6.46	6.54
3"	6.16	6.24	6.31	6.39	6.46	6.54	6.61	6.69	6.76	6.84

*Los valores de la tabla están referidos a agregado grueso de perfil angular y adecuadamente graduado, con un contenido de vacíos del orden del 35%. Los valores indicados deben incrementarse o disminuirse en 0.1 por cada 5% de disminución o incremento en el porcentaje de vacíos

**Los valores de la Tabla pueden dar mezclas ligeramente sobre arenosas para pavimentos o estructuras ciclópeas. Para condiciones de colocación favorables pueden ser incrementados en 0.2

Fuente: Rivva Lopez.2002.p.08

Es importante señalar que los valores de la tabla están referidos a agregado angular y adecuadamente graduado, con un contenido de vacíos del orden del 35%. Para condiciones diferentes se debe seguir lo indicado en la tabla.

Se ha establecido que los agregados fino y grueso comprendidos dentro de las especificaciones de la Norma ASTM C 33 deben producir concretos trabajables, en condiciones ordinarias, cuando el módulo de la fineza de la combinación de agregados se aproxima a los valores de la Tabla N° 1

Del análisis de esta tabla se aprecia que es necesario conocer, para determinar el módulo de fineza de la combinación de agregados, el tamaño máximo nominal del agregado grueso y el contenido de cemento de la unidad cúbica de concreto.

Es importante igualmente recordar que los valores de la Tabla N° 1 corresponden a concreto sin aire incorporado y pueden producir buenas mezclas cuando se emplean los métodos de colocación y compactación usuales. Sin embargo, pueden ser algo sobre arenosos para ser empleados en pavimentos o en estructuras en las que se utiliza concreto ciclópeo.

Cuando las condiciones de colocación son muy favorables los valores tomados de la Tabla N° 1 pueden incrementarse hasta 0.2. Igualmente, cuando se ha incorporado aire a la mezcla, el valor tomado de la tabla puede ser incrementado en 0.1 para obtener adecuado beneficio de la incorporación de aire sobre la trabajabilidad.

La proporción de agregado fino, del módulo de fineza conocido, en relación al volumen absoluto total de agregado necesario para, de acuerdo a la riqueza de la mezcla, obtener un módulo de fineza determinado en la combinación de agregados puede ser calculada, a partir de la siguiente ecuación:

$$r_f = \frac{m_g - m}{m_g - m_f} \quad \text{Ecuación } \beta$$

El valor obtenido de esta ecuación, multiplicado por el volumen absoluto de agregado, nos permite conocer el volumen absoluto de agregado fino. Por diferencia se puede determinar el volumen absoluto de agregado grueso.

Ambos volúmenes absolutos, multiplicados por sus respectivos pesos secos sólidos, permiten calcular pesos secos por unidad de volumen del concreto, de los agregados fino y grueso.

2.2.4.1 Pasos en el diseño de la mezcla

i. Selección de $f'c$ promedio ($f'cr, f'cp$)

Donde:

$f'c$: Resistencia en compresión especificada del concreto, indicada en los planos y especificaciones de obra. Se expresa en kg/cm²

$f'cr$: Resistencia en compresión promedio requerida, utilizada para la selección de las proporciones de los materiales que intervienen en la unidad cúbica de concreto.

Partiendo del hecho que siempre existe dispersión, aun cuando se tenga un control riguroso tipo laboratorio, debe tenerse en cuenta en la dosificación de una mezcla las diferentes dispersiones que se tendrán en obra según se tenga un control riguroso o no, y por tanto se recomienda diseñar para valores más altos de $f'c$ especificado. Se puede considerar la resistencia promedio con que uno debe diseñar una mezcla, teniendo en cuenta lo siguiente: (Lezama Leiva, 1996, pág. 55)

Tabla 2: Resistencia promedio

CONDICIONES DE LA EJECUCIÓN EN OBRA	RELACIÓN APROXIMADA $f'cr / f'c$
Excelentes	1.15
Intermedias	1.20 a 1.25
Corriente	1.35 a 1.60

Fuente: Lezama Leiva (1996)

ii. Selección del tamaño máximo nominal (TMN) del agregado grueso

Según la Norma Técnica E.060 del RNE (pág. 17), el tamaño máximo nominal del agregado grueso no deberá ser mayor de:

- Un quinto de la menor dimensión entre las caras del encofrado, o
- Un tercio del peralte de la losa
- Tres cuartos del menor espacio libre entre barras de refuerzo individuales

Selección del asentamiento (Slump)

Si las especificaciones técnicas de obra requieren que el concreto tenga una determinada consistencia, el asentamiento puede ser elegido de la tabla:

Tabla 3: Consistencias y asentamientos

Consistencia	Asentamiento
Seca	0"-2"
Plástica	3"-4"
Fluida	≥ 5"

Fuente: Laura Huanca S.2006.Lima

Si las especificaciones de obra no indican la consistencia, ni asentamiento requeridos para la mezcla a ser diseñada, utilizando la Tabla N°4 podemos seleccionar un valor adecuado para un determinado trabajo que se va a realizar. Se deberán utilizar las mezclas de la consistencia más densa que puedan ser colocadas eficientemente.

Tabla 4: Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción

Tipo de Construcción	Asentamiento	
	Máximo	Mínimo
• Zapatas y muros de cimentación armados.	3"	1"
• Cimentaciones simples, cajones y subestructuras de muros.	3"	1"
• Vigas y muros armados.	4"	1"
• Columnas de edificios.	4"	1"
• Losas y pavimentos.	3"	1"
• Concreto ciclópeo.	2"	1"

Fuente: Laura Huanca S.2006.Lima

iii. Selección del volumen unitario de agua

No presentándose generalmente el agregado en estado seco (tal como se toman para el diseño), la cantidad de agua seleccionada deberá posteriormente ser corregida en función de la humedad y absorción de los mismos. Igualmente la temperatura ambiente, así como la humedad relativa, pueden influir en la cantidad de agua a ser empleada. (Rivva López, 1992, pág. 75)

El empleo de las siguiente Tabla permite seleccionar el volumen unitario de agua, para agregados al estado seco. (Rivva López, 1992, pág. 75)

Tabla 5: Requisitos aproximados de agua de mezclado para diferentes valores de asentamiento y tamaño máximo del agregado

Asentamiento	Agua, en lts/m ³ , para los TMN de agregado grueso y consistencia indicados.							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concretos sin aire incorporado.								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
Concretos con aire incorporado.								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...

- Esta Tabla ha sido confeccionada por el Comité 211 del ACI.
- Los valores de esta Tabla se emplearán en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corresponden a agregado grueso de perfil angular y granulometría comprendida dentro de los límites de la Norma ASTM C 33.

Si el valor del TMN es mayor de 1 1/2", el asentamiento se determinará después de retirar, por cernido húmedo, las partículas mayores de 1 1/2".

Fuente: Laura Huanca S. 2006. Lima

Debemos hacer presente que estos valores tabulados son lo suficientemente aproximados para una primera estimación y que dependiendo del perfil, textura y granulometría de los agregados, los valores requeridos de agua de mezclado pueden estar algo por encima o por debajo de dichos valores.

iv. Selección de aire:

Podemos distinguir entre aire atrapado o aire natural y aire incorporado. Se denomina aire total a la suma de los volúmenes de los dos anteriores. (Rivva López, 1992, pág. 81)

Tabla 6: Contenido de aire atrapado

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado (%)
3/8"	3.0
1/2"	2.5
3/4"	2.0
1"	1.5
1 1/2"	1.0
2"	0.5
3"	0.3
6"	0.2

Fuente: Laura Huanca S. 2006. Lima

v. Selección de la relación Agua / Cemento (a/c)

Existen dos criterios (por resistencia, y por durabilidad) para la selección de la relación a/c, de los cuales se elegirá el menor de los valores, con lo cual se garantiza el cumplimiento de los requisitos de las especificaciones. Es importante que la relación a/c seleccionada con base en la resistencia satisfaga también los requisitos de durabilidad.

- Por resistencia

Para concretos preparados con cemento Portland tipo I o cementos comunes, puede tomarse la relación a/c como se muestra en la Tabla N° 7

Tabla 7: Relación a/c por resistencia

f _{cr} (28 días)	Relación a/c de diseño en peso.	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	...
450	0.38	...

- Esta Tabla es una adaptación de la confeccionada por el Comité 211 del ACI.
- La resistencia corresponde a ensayos en probetas cilíndricas de estándar de 15 cm × 30 cm, preparadas y curadas de acuerdo a la norma ASTM C31.
- La relación a/c se basa en TMN comprendidos entre 3/4" y 1". La resistencia producida por una relación a/c dada deberá incrementarse conforme el TMN disminuye.

Fuente: Laura Huanca S. 2006. Lima

- Por durabilidad

La norma Técnica de Edificación E.060 prescribe que si se desea un concreto de baja permeabilidad, o el concreto ha de estar sometido a procesos de congelación y deshielo en condición húmeda. Se deberá cumplir con los requisitos indicados en la tabla N°8

Tabla 8: Máxima relación a/c permisible para concretos sometidos a condiciones especiales de exposición

CONDICIONES DE EXPOSICIÓN	RELACIÓN A/C MÁXIMA
Concreto de baja permeabilidad:	
a) Expuesto a agua dulce	0.50
b) Expuesto a agua de mar o salubres	0.45
c) Expuesto a la acción de aguas cloacales (*)	0.45
Concreto expuesto a procesos de congelación y deshielo en condición húmeda	
a) Sardineles, cunetas, secciones delgadas	0.45
b) Otros elementos	0.50
	0.40

Protección contra la corrosión de concreto expuesto a la acción de agua de mar, aguas salubres, neblina o rocío de esta agua.	0.45
Si el recubrimiento mínimo se incrementa en 15mm	

(*) La resistencia $f'c$ no deberá ser menor de 245 kg/cm² por razones de durabilidad

- **Selección final y ajuste de la relación a/c :** (Rivva López, 1992, pág. 104)
 - Si se emplean aditivos en solución, el agua de la solución deberá ser considerada como el agua de la mezcla, a fin de no alterar la relación a/c de diseño especificada.
 - La relación a/c elegida será cuidadosamente controlada en obra, dentro de un límite de ± 0.02 .

vi. Cálculo del contenido de cemento

Una vez que la cantidad de agua y la relación a/c han sido estimadas, la cantidad de cemento por unidad de volumen del concreto es determinada dividiendo la cantidad de agua por relación a/c. Sin embargo es posible que las especificaciones del proyecto establezcan una cantidad de cemento mínima. Tales requerimientos podrían ser especificados para asegurar un acabado satisfactorio, determinada calidad de la superficie vertical de los elementos o trabajabilidad.

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

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (kg)}}{\text{Peso específico del cemento (kg/m}^3\text{)}}$$

vii. Selección del Agregado

La selección de la combinación ideal de agregados en la práctica tiene por finalidad obtener una mezcla en la que, con un mínimo contenido de pasta, se puedan obtener las propiedades deseadas en el concreto. (Rivva López, 1992, pág. 109)

Para concretos menos trabajables, tales como el requerido en la construcción de pavimentos, puede incrementarse el valor del volumen de agregado grueso en 10% aproximadamente. (Abanto Castillo, pág. 71)

Para concretos más trabajables, tales como los que pueden requerirse cuando la colocación es hecha por bombeo, el valor del volumen del agregado grueso puede reducirse hasta un 10%. (Abanto Castillo, pág. 71)

Tabla 9: Primera estimación del peso del concreto fresco

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso.	Primera estimación del peso del concreto, kg/m³.	
	Concreto sin aire incorporado.	Concreto con aire incorporado.
3/8"	2280	2200
1/2"	2310	2230
3/4"	2345	2275
1"	2380	2290
1 ½"	2410	2350
2"	2445	2395
3"	2490	2405
6"	2530	2435

* Los valores han sido calculados para concretos de riqueza meda (330 kg/m³) y asentamientos que corresponden a mezclas plásticas. Se ha considerado agregados que cumplen con la granulometría de la Norma ASTM C33 y tienen un peso específico promedio de 2.7.

** Si se desea, la estimación del peso puede ser corregida como sigue: por cada 5 lt de diferencia en el agua en relación con la Tabla respectiva, para valores del asentamiento de 3" a 4" corregir el peso por m³ en 8 kg en la dirección opuesta; por cada 20 kg de diferencia en el contenido de cemento corregir el peso por m³ en 3 kg en la misma dirección; por cada 0.1 de variación en el peso específico del agregado, en relación a 2.7, corregir 70 kg en la misma dirección.

Fuente: Rivva Lopez 1992

MÉTODO DEL MÓDULO DE FINURA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS:

En la década de los 40, Henry Kennedy presenta un método de proporcionamiento basado en la relación agua-cemento y el módulo de fineza de la combinación de agregados para llegar a una adecuada proporción de las partículas de agregados fino y grueso. (Rivva López, 1992, pág. 5)

Hoy en los diseños de mezcla se considera que para mezclas ricas de alta resistencia, agregado de 1/2" a 3/8" puede ser el más conveniente, en tanto que en mezclas de resistencia media es más conveniente emplear agregado grueso de 3/4" a 1 ½", y para

mezclas pobres los mejores resultados se obtendrían con tamaños máximos mayores. (Rivva López, 1992, pág. 8)

- *Módulo de fineza de agregados combinados* (Abanto Castillo, pág. 30)

Cuando se combinan materiales de diferentes dimensiones como arena y grava, el procedimiento para determinar el módulo de fineza de la combinación de agregados es el siguiente:

- a) Se calcula el módulo de fineza de cada uno de los agregados por separado.
- b) Se calcula el factor en que cada uno de ellos entra en la combinación.
- c) El módulo de fineza de la combinación de agregados será igual a la suma de los productos de los factores indicados por el módulo de fineza de cada agregado.

Es decir, si llamamos módulo de fineza de la combinación de agregados a m_c , módulo de fineza del A. fino a m_f y módulo de fineza del A. grueso a m_g , tenemos:

$$m_c = r_f m_f + r_g m_g$$

Para:

$$r_f = \frac{\text{Volumen absoluto del A. fino}}{\text{Vol. absoluto de los agregados}}$$

$$r_g = \frac{\text{Volumen absoluto del A. grueso}}{\text{Vol. absoluto de los agregados}}$$

Y:

$$r_f + r_g = 1$$

Donde:

$$\text{Vol. Abs. A. fino} = \frac{\text{Peso seco del A. fino}}{\text{Peso específico de masa del A. fino}}$$

$$\text{Vol. Abs. A. grueso} = \frac{\text{Peso seco del A. grueso}}{\text{Peso específico de masa del A. grueso}}$$

Nota: Si se conoce m_f , m_g , m_c ; entonces:

$$r_f = \frac{m_g - m_c}{m_g - m_f}$$

Tabla 10: Módulo de finura de la combinación de agregados

Tamaño máximo del agregado grueso	Módulo de fineza de la combinación de agregados (m _c) que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos/metro cúbico indicados.				
	5	6	7	8	9
3/8"	3.88	3.96	4.04	4.11	4.19
1/2"	4.38	4.46	4.54	4.61	4.69
3/4"	4.88	4.96	5.04	5.11	5.19
1"	5.18	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2"	5.48	5.56	5.64	5.71	5.79
2"	5.78	5.86	5.94	6.01	6.09
3"	6.08	6.16	6.24	6.31	6.39

* Los valores de la Tabla están referidos a agregado grueso de perfil angular y adecuadamente graduado, con un contenido de vacíos del orden del 35%. Los valores indicados deben incrementarse o disminuirse en 0.1 por cada 5% de disminución o incremento en el porcentaje de vacíos.

** Los valores de la Tabla pueden dar mezclas ligeramente sobre arenosas para pavimentos o estructuras ciclópeas. Para condiciones de colocación favorables pueden ser incrementados en 0.2.

Fuente: Abanto castillo (s.f)

viii. Ajustes por humedad del agregado

El contenido de agua añadida para formar la pasta será afectada por el contenido de humedad de los agregados. Si ellos están secos al aire absorberán agua y disminuirán la relación a/c y la trabajabilidad. Por otro lado si ellos tienen humedad libre en su superficie (agregados mojados) aportarán algo de esta agua a la pasta aumentando la relación a/c, la trabajabilidad y disminuyendo la resistencia a compresión. Por lo tanto estos efectos deben ser tomados estimados y la mezcla debe ser ajustada tomándolos en cuenta. (Samuel Laura Huanca, 2006, 2017)

Por lo tanto:

$$\text{Agregado Grueso} \begin{cases} \text{Humedad} = \%Wg \\ \% \text{Absorción} = \%ag \end{cases}$$

$$\text{Agregado Fino} \begin{cases} \text{Humedad} = \%Wf \\ \% \text{Absorción} = \%af \end{cases}$$

- **Humedad superficial de los agregados** (Abanto Castillo, pág. 38)

Los agregados en obra pueden encontrarse en cuanto a humedad se refiere, en 4 condiciones: 1° totalmente secos, 2° semi-secos o secados al aire (algo de humedad pero menos de la necesaria para saturarse), 3° saturados pero superficialmente secos (condición ideal en que los agregados ni añaden ni quitan agua a la mezcla), 4° húmedos o mojados.

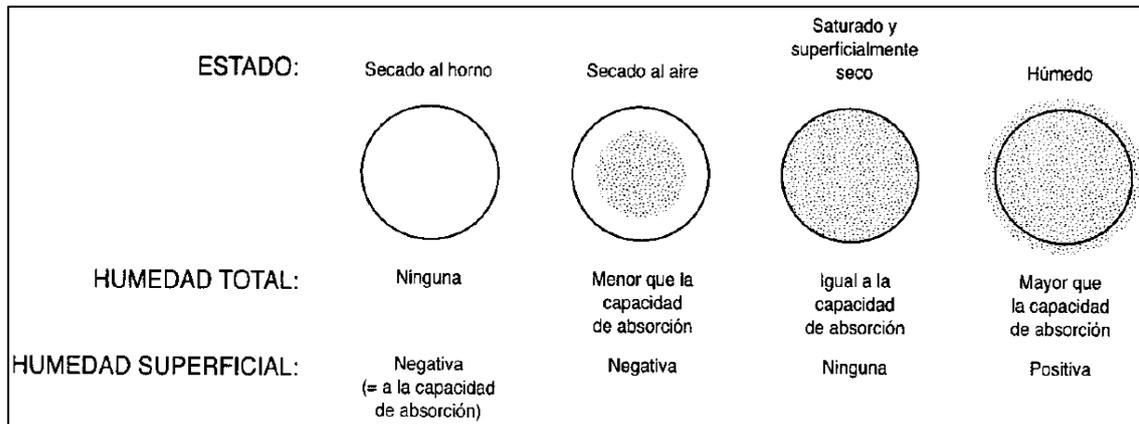


Figura 4 : Variación de contenido de humedad en el agregado

Fuente: Instituto Mexicano del cemento y del concreto. 1999. México

En los cálculos para el proporcionamiento del concreto se considera al agregado en condiciones de saturado y superficialmente seco (SSS), es decir con todos sus poros abiertos llenos de agua y libre de humedad superficial, condición ideal que pocas veces se da en la práctica.

Para calcular el agua libre o el agua faltante de un agregado, que en general llamamos aporte de agua, se multiplicará la humedad superficial del mismo expresada en fracción decimal por el peso seco del agregado. Es decir:

$$\text{Aporte de agua} = \left[\frac{\text{Humedad Superficial}}{(\text{expresada en decimal})} \right] \times \text{peso seco}$$

$$\text{Aporte de agua} = \frac{\% w - \% a}{100} \times S$$

Pesos de agregados húmedos:

$$\text{Peso del agregado grueso húmedo (kg)} = \left[\frac{\text{Peso del agregado grueso seco (kg)}}{\text{Peso del agregado grueso seco (kg)}} \right] \times W_g \%$$

$$\text{Peso del agregado fino húmedo (kg)} = \left[\frac{\text{Peso del agregado fino seco (kg)}}{\text{fino seco (kg)}} \right] \times W_f\%$$

Agua efectiva:

$$\text{Agua en agregado grueso} = \left[\frac{\text{Peso del agregado grueso seco (kg)}}{\text{grueso seco (kg)}} \right] \times (W_g\% - a_g\%) = X \text{ (kg)}$$

$$\text{Agua en agregado fino} = \left[\frac{\text{Peso del agregado fino seco (kg)}}{\text{fino seco (kg)}} \right] \times (W_f\% - a_f\%) = Y \text{ (kg)}$$

$$\text{Agua neta o efectiva} = \text{Agua de diseño (kg)} - (X + Y)$$

ix. Selección de las proporciones de concreto

Se debe determinar las proporciones en peso de diseño (de los materiales sin corregir o ajustar) y de obra (de los materiales ya corregidos por humedad del agregado). Y los pesos por tanda de un saco o bolsa de cemento (cantidades de materiales por tanda de un saco). (Rivva López, 1992, pág. 168)

Fundamentalmente para evitar errores en el diseño originados por el esponjamiento del agregado fino, la selección de las proporciones se hace para proporciones en peso. (Rivva López, 1992, pág. 209)

x. Conversiones y rendimientos

Suele ocurrir que en obra no se cuente con las facilidades necesarias para pesar los materiales integrantes del concreto, lo que obliga a trabajar con mezclas cuyas cantidades se miden en volumen (no recomendable). Lo que conlleva a convertir las proporciones en peso a una proporción en volumen aproximadamente equivalente y viceversa. (Rivva López, 1992, pág. 209)

Los rendimientos pueden emplearse para conocer la cantidad de cemento por m³; así como para estimar la cantidad de materiales requeridos en una obra dada. (Rivva López, 1992, pág. 210)

- **Conversión de dosificaciones en peso a volumen** (Rivva López, 1992, pág. 210)
 - a) Se parte de la dosificación en peso, ya corregida por humedad del agregado (valores de obra).
 - b) Conocer el contenido de humedad y el peso suelto seco de los agregados.
 - c) Determinación de la cantidad de materiales por tanda, a partir de la dosificación en peso, en base a un saco de cemento; multiplicando la dosificación por 42.5.

- d) Determinamos los pesos unitarios húmedos, multiplicando el peso unitario suelto seco por el contenido de humedad del mismo.
 - e) Determinar el peso por pie^3 del agregado, sabiendo que $1 \text{ m}^3 \approx 35 \text{ pie}^3$, dividiendo el peso unitario suelto húmedo entre 35.
 - f) Para pasar a dosificación en volumen de obra, bastará dividir los pesos de cada uno de los materiales en la tanda de un saco entre los pesos por pie^3 , para obtener el número de pie^3 necesarios para preparar una tanda de un saco.
- **Conversión de dosificaciones en volumen a peso** (Rivva López, 1992, pág. 212)
 - a) Se parte de la dosificación en volumen, ya corregida por humedad del agregado (valores de obra).
 - b) Conocer el contenido de humedad y el peso suelto seco de los agregados.
 - c) Determinamos los pesos unitarios húmedos, multiplicando el peso unitario suelto seco por el contenido de humedad del mismo.
 - d) Determinar el peso por pie^3 del agregado, sabiendo que $1 \text{ m}^3 \approx 35 \text{ pie}^3$, dividiendo el peso unitario suelto húmedo entre 35.
 - e) Determinación de la cantidad de materiales por tanda, a partir de la dosificación en volumen, en base a un saco de cemento; multiplicando la dosificación por los pesos por pie^3 de los materiales.
 - f) Para pasar a dosificación en peso equivalente de obra, bastará dividir los pesos de cada uno de los materiales en la tanda de un saco entre 42.5 (peso de un saco de cemento).
- **Rendimiento de mezclas dosificadas en peso** (Rivva López, 1992, pág. 213)
 - a) *Rendimiento de una tanda de un saco*: Se debe calcular el peso total de los ingredientes que entran en la tanda (cemento, agua efectiva, agregado fino y grueso) y el resultado dividirlo entre el peso unitario del concreto por m^3 .
 - b) *Factor cemento de la unidad cúbica*: El número de sacos de cemento o tandas por m^3 se obtendrá dividiendo la unidad entre el rendimiento de la tanda preparada en base a un saco de cemento.
 - c) *Pesos de los materiales por m^3* : Se obtendrán multiplicando el factor cemento por los pesos de los materiales de una tanda preparada en base a un saco de

cemento, o dividiendo estos pesos entre el rendimiento por saco. Igualmente, a partir de estos valores húmedos se puede determinar los valores de diseño originales, conociendo los contenidos de humedad y absorción de los agregados.

2.2.4.2 Ajuste de las proporciones:

Ya que para el diseño se emplean tablas y gráficos, la mayoría basados en experiencias de laboratorios extranjeros; finalizando el diseño de una mezcla de concreto, sus proporciones calculadas deberán ser comprobadas por medio de mezclas de prueba preparadas en el laboratorio y ensayadas de acuerdo a los requerimientos de la Norma ASTM C192 (Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory) o por medio de tandas preparadas bajo condiciones de obra. (Rivva López, 1992, pág. 237)

Deben efectuarse todas las mezclas que sean necesarias, hasta conseguir un concreto que satisfaga todas las exigencias de las especificaciones de obra. (Rivva López, 1992, pág. 276)

2.2.4.2.1 Procedimiento:

Si se desea conocer que ajustes deberá efectuarse en la mezcla para lograr un rendimiento adecuado, el asentamiento deseado, mantener la relación a/c y la resistencia de diseño; para concreto sin aire incorporado. (Rivva López, 1992, pág. 239)

1) Tanda de ensayo

Se prepara una tanda de ensayo en laboratorio. En la cual se verificará y obtendrá las condiciones anteriores, siendo necesario corregir algunas cantidades en los materiales, por ejemplo aumentar el agua (agua añadida).

2) Peso de la tanda (kg)

La tanda, para un volumen determinado de concreto y con la corrección en el agua efectuada, consistirá en la sumatoria de los pesos de los materiales (cemento, agregados húmedos, más agua añadida) para el volumen determinado de la tanda que se dan al multiplicar los pesos por m³ de obra por el volumen determinado.

3) Rendimiento de la tanda de ensayo

$$\text{Rendimiento de tanda de ensayo} = \frac{\text{Peso de la tanda}}{PU_{\text{concreto}}}$$

4) Agua de mezclado por tanda (lt/td)

Se debe determinar la nueva cantidad de agua de mezclado por tanda; sumando al agua añadida en la tanda anterior (agua adicional) el aporte de humedad de los agregados (peso de diseño del agregado por el volumen determinado de concreto por la humedad superficial del mismo).

5) Agua de mezclado requerida (lt/m³)

$$\text{Agua de mezclado requerida} = \frac{\text{Agua de mezclado por tanda}}{\text{Rendimiento de tanda de ensayo}}$$

6) Corrección en el agua de mezclado (lt/m³)

En este caso, la cantidad de agua de mezclado requerida por m³ de concreto (nueva agua de mezclado) deberá ser incrementada en 2 litros por cada incremento de 1 cm, hasta obtener el asentamiento deseado.

7) Nuevo contenido de cemento (kg/m³)

$$\text{Nuevo contenido de cemento} = \frac{\text{Nueva agua de mezclado}}{\text{Relación a/c de diseño}}$$

8) Contenido de agregado grueso (kg/m³)

Estará en función de la trabajabilidad, si esta es satisfactoria la cantidad de agregado grueso por m³ de concreto deberá mantenerse igual que en las mezclas de prueba. Por lo tanto:

$$\text{AG húmedo} = \frac{\text{Peso en tanda}}{\text{Rendimiento de tanda de ensayo}}$$

$$\text{AG seco} = \frac{\text{AG húmedo}}{\left(1 + \frac{\text{Contenido de humedad}}{100}\right)}$$

Si se diera el caso en que el concreto fuera encontrado sobre arenoso, la cantidad de agregado grueso por unidad de volumen deberá ser incrementada en 10%; o viceversa.

9) Contenido de agregado fino, por el método de los pesos (kg/m³)

Con el nuevo peso unitario del concreto fresco medido en laboratorio (PUconcreto). El peso de AF requiere conocer primero el contenido de agregado grueso en el estado de SSS:

$$AG_{SSS} = AG \text{ seco} \times \left(1 + \frac{\text{Absorción}}{100}\right)$$

Luego:

$$AF_{SSS} = PU_{concreto} - (\text{Nuevo cemento} + \text{Agua corregida} + AG_{SSS})$$

$$AF \text{ seco} = \frac{AF_{SSS}}{\left(1 + \frac{\text{Absorción}}{100}\right)}$$

10) Contenido de agregado fino, por el método de volúmenes absolutos (kg/m³)

En primer lugar se calcula el volumen absoluto de los diversos materiales integrantes de la mezcla, sin considerar el aire, y se suman (suma de volúmenes absolutos):

$$\text{Cemento} = \frac{\text{Peso en tanda}}{\text{Peso específico}} \times 1000$$

$$\text{Agua} = \frac{\text{Agua de mezclado por tanda}}{\text{Peso específico}} \times 1000$$

$$AF \text{ seco} = \frac{(\text{Peso de diseño original} \times \text{Volumen determinado})}{\text{Peso específico}} \times 1000$$

$$AG \text{ seco} = \frac{(\text{Peso de diseño original} \times \text{Volumen determinado})}{\text{Peso específico}} \times 1000$$

Luego:

$$\text{Aire atrapado} = \text{Rend. de tanda de ensayo} - \text{Suma de volúmenes abs.}$$

Dicho procedimiento para la determinación del contenido de aire, está establecido por la norma ASTM C138 (Método gravimétrico).

Establecidas ya las proporciones ajustadas o corregidas de todos los componentes de la unidad cúbica de concreto, excepto el agregado fino (AF); tenemos:

$$\text{Vol. abs. AF seco} = 1 - \left[\sum \text{Vol. abs. (cem, agua, aire, AGseco)} \right]$$

$$AF \text{ seco} = \text{Vol. abs. AF seco} \times \text{Peso específico} \times 1000$$

11) Nuevos pesos secos de la tanda para 1 m³ de concreto

De acuerdo a los ajustes efectuados, dichos valores deberán ser corregidos por condición de humedad de agregado a fin de obtener los nuevos valores de obra.

2.2.5. Fraguado y endurecimiento del concreto

La pasta del concreto se forma mezclando cemento artificial y agua debiendo embeber totalmente a los áridos. La principal cualidad de esta pasta es que fragua y endurece progresivamente, tanto al aire como bajo el agua. (Soria, p.158-162)

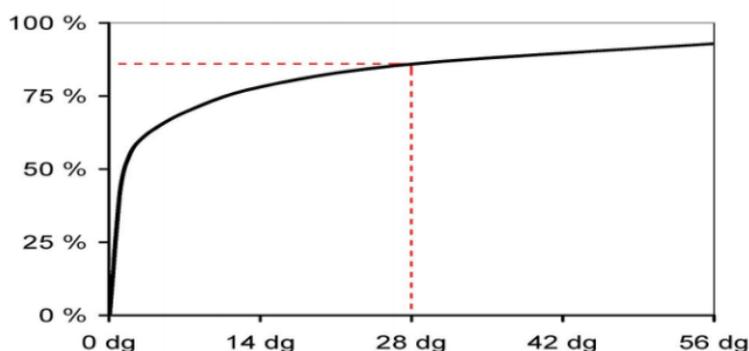


Figura 5: Diagrama de la resistencia (en %) que adquiere el concreto a los 14, 28,42 y 56 días

Fuente: Gomero Cervantes B..2006.Lima

El proceso de fraguado y endurecimiento es el resultado de reacciones químicas de hidratación entre los componentes del cemento. La fase inicial de hidratación se llama fraguado y se caracteriza por el paso de la pasta del estado fluido al estado sólido. Esto se observa de forma sencilla por simple presión con un dedo sobre la superficie del concreto. Posteriormente continúan las reacciones de hidratación alcanzando a todos los constituyentes del cemento que provoquen el endurecimiento de la masa y que se caracteriza por un progresivo desarrollo de resistencias mecánicas.

El fraguado y endurecimiento no son más que dos estados separados convencionalmente; en realidad solo hay un único proceso de hidratación continuo.

En el cemento portland, el más frecuente empleado en los hormigones, el primer componente en reaccionar es el aluminato tricálcico con una duración rápida y corta (hasta 7-28 días). Después el silicato tricálcico, con una aportación inicial importante y continua

durante bastante tiempo. A continuación el silicato bicálcico con una aportación inicial débil y muy importante a partir de los 28 días.

El fenómeno físico de endurecimiento no tiene fases definidas. El cemento está en polvo y sus partículas o granos se hidratan progresivamente, inicialmente por contacto del agua con la superficie de los granos, formándose algunos compuestos cristalinos y una gran parte de compuestos microcristalinos asimilables a coloides que forman una película en la superficie del grano. A partir de entonces el endurecimiento continúa dominado por estas estructuras coloidales que envuelven los granos del cemento y a través de las cuales progresa la hidratación hasta el núcleo del grano.

El hecho de que pueda regularse la velocidad con que el cemento amasado pierde su fluidez y se endurece, lo hace un producto muy útil en construcción. Una reacción rápida de hidratación y endurecimiento dificultaría su transporte y una cómoda puesta en obra rellenando todos los huecos en los encofrados. Una reacción lenta aplazaría de forma importante el desarrollo de resistencias mecánicas. En las fábricas de cemento se consigue controlando la cantidad de yeso que se añade al clinker de cemento. En la planta de hormigón, donde se mezcla la pasta de cemento y agua con los áridos, también se pueden añadir productos que regulan el tiempo de fraguado.

En condiciones normales un hormigón portland normal comienza a fraguar entre 30 y 45 minutos después de que ha quedado en reposo en los moldes y termina el fraguado trascurridas sobre 10 ó 12 horas. Después comienza el endurecimiento que lleva un ritmo rápido en los primeros días hasta llegar al primer mes, para después aumentar más lentamente hasta llegar al año donde prácticamente se estabiliza. (Tejero, p.103)

En el cuadro siguiente se observa la evolución de la resistencia a compresión de un hormigón tomando como unidad la resistencia a 28 días, siendo cifras orientativas (Jiménez Montoya, p.128):

Tabla 11: Evolución a compresión de un hormigón Portland Normal

Edad del hormigón en días	3	7	28	90	360
Resistencia a compresión	0.40	0.65	1.00	1.20	1.35

Fuente: Gomero Cervantes B.2006.Lima

2.2.6. Resistencia a la compresión (NTP 339.034/ASTM C39)

Este método de ensayo consiste en aplicar una carga axial en compresión a los moldes cilíndricos en una velocidad tal que esté dentro del rango especificado antes que la falla ocurra. El esfuerzo a la compresión de la muestra está calculado por el cociente de la máxima carga obtenida durante el ensayo entre el área de la sección transversal de la muestra. (Rivva López, 2002, Pag.43)

Las pruebas de concretos con resistencias a compresión mayores de 420 kg/cm² requieren de atención especial de la resistencia de los materiales usados para las bases del cilindro, y a la rigidez de la máquina de pruebas (Instituto del Cemento y del concreto, 1999, pag.191)

Para un conjunto dado de materiales en una mezcla de concreto, hay un contenido dado de cemento el cual produce la máxima resistencia del concreto. Esta puede no siempre ser incrementada por el cemento añadido a la mezcla adicionalmente a este óptimo contenido de cemento (Rivva López, 2002, Pag.60)

Para el ensayo de compresión deben sumergirse en agua cilindros por 24 ± 4 horas inmediatamente antes de la rotura para asegurar una condición uniforme de humedad; o deben ensayarse tan pronto como sea posible, en estado húmedo; se llevan a la máquina de ensayo y se aplica carga a una velocidad constante hasta que el cilindro falle (Rivera López, pag.130)

Tolerancias de tiempo:

Las probetas a ser ensayadas, estarán sujetas a las tolerancias de tiempo indicadas:

Tabla 12: Tolerancias de tiempo

EDAD DE ENSAYO	TOLERANCIA PERMISIBLE
24h	$\pm 0.5h$ ó 2.1 %
3d	$\pm 2.0 h$ ó 2.1 %
7d	$\pm 6.0h$ ó 2.1 %
28d	$\pm 20.0 h$ ó 2.1 %
90d	$\pm 2.0 d$ ó 2.1 %

Fuente: Norma ASTM C39.2003.

Velocidad de Carga:

La carga deberá ser aplicada en forma continua, evitando choques. Para máquinas de tornillo, el desplazamiento del cabezal móvil será de aproximadamente 1,3 mm/min, cuando lo hace libremente. Para máquinas operadas hidráulicamente la velocidad de la carga estará en el rango de 0,14 a 0,34 MPa/s. Se aplicará la velocidad de carga continua y constante desde el inicio hasta producir la rotura de la probeta. (Rivva López, 2002)

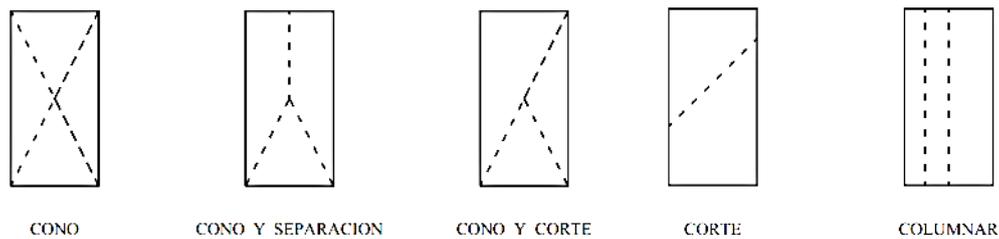


Figura 6: Tipos de falla de los cilindros de concreto

Fuente: NTP 339-0374

2.2.6.1 Como realizar el ensayo:

(Instituto Mexicano del cemento y del concreto, 2006) Los cilindros para pruebas de aceptación deben tener un tamaño de 6 x 12 pulgadas (150 x 300 mm) (Figura N° 5) o 4 x 8 pulgadas (100 x 200 mm), cuando así se especifique. Las probetas más pequeñas tienden a ser más fáciles de elaborar y manipular en campo y en laboratorio. El diámetro del cilindro utilizado debe ser como mínimo tres veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso que se emplee en el concreto. ((Rivva López, 2002)

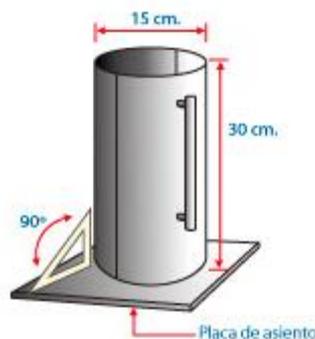


Figura 7: Molde cilíndrico para espécimen de concreto

Fuente: Boletín Construyendo, Aceros Arequipa, Ed.17

El registro de la masa de la probeta antes de vaciarla en el molde constituye una valiosa información en caso de desacuerdos.

Con el fin de conseguir una distribución uniforme de la carga, generalmente los cilindros se cabecean con mortero de azufre (ASTM C 617) o con almohadillas de neopreno (ASTM C 1231). El cabeceo de azufre se debe aplicar como mínimo dos horas antes y preferiblemente un día antes de la prueba.

Las almohadillas de neopreno se pueden usar para medir las resistencias del concreto entre 10 a 50 MPa. Para resistencias mayores de hasta 84 Mpa se permite el uso de las almohadillas de neopreno siempre y cuando hayan sido calificadas por pruebas con cilindros compañeros con cabeceo de azufre. Los requerimientos de dureza en durómetro para las almohadillas de neopreno varían desde 50 a 70 dependiendo del nivel de resistencia sometido a ensaye. Las almohadillas se deben sustituir si presentan desgaste excesivo.

No se debe permitir que los cilindros se sequen antes de la prueba.

El diámetro del cilindro se debe medir en dos sitios en ángulos rectos entre sí a media altura de la probeta y deben promediarse para calcular el área de la sección. Si los dos diámetros medidos difieren en más de 2%, no se debe someter a prueba el cilindro.

Los extremos de las probetas no deben presentar desviación con respecto a la perpendicularidad del eje del cilindro en más 0.5% y los extremos deben hallarse planos dentro de un margen de 0.002 pulgadas (0.05 mm).

Los cilindros se deben centrar en la máquina de ensayo de compresión y cargados hasta completar la ruptura. El régimen de carga con máquina hidráulica se debe mantener en un rango de 0.15 a 0.35 MPa/s durante la última mitad de la fase de carga. Se debe anotar el tipo de ruptura. La fractura cónica es un patrón común de ruptura.

La resistencia del concreto se calcula dividiendo la máxima carga soportada por la probeta para producir la fractura entre el área promedio de la sección. ASTM C 39 presenta los factores de corrección en caso de que la razón longitud diámetro del cilindro se halle entre 1.75 y 1.00, lo cual es poco común. Se someten a prueba por lo menos dos cilindros de la misma edad y se reporta la resistencia promedio como el resultado de la prueba, al intervalo más próximo de 0.1 MPa.

El técnico que efectúe la prueba debe anotar la fecha en que se recibieron las probetas en el laboratorio, la fecha de la prueba, la identificación de la probeta, el diámetro del cilindro, la edad de los cilindros de prueba, la máxima carga aplicada, el tipo de fractura y todo defecto que presenten los cilindros o su cabeceo. Si se mide, la masa de los cilindros también deberá quedar registrada.

La mayoría de las desviaciones con respecto a los procedimientos estándar para elaborar, curar y realizar el ensaye de las probetas de concreto resultan en una menor resistencia medida.

El rango entre los cilindros compañeros del mismo conjunto y probados a la misma edad deberá ser en promedio de aproximadamente. 2 a 3% de la resistencia promedio. Si la diferencia entre los dos cilindros compañeros sobrepasa con demasiada frecuencia 8%, o 9.5% para tres cilindros compañeros, se deberán evaluar y rectificar los procedimientos de ensaye en el laboratorio.

Los resultados de las pruebas realizadas en diferentes laboratorios para la misma muestra de concreto no deberán diferir en más de 13% aproximadamente del promedio de los dos resultados de las pruebas.

Si uno o dos de los conjuntos de cilindros se truenan a una resistencia menor a $f'c$, evalúe si los cilindros presentan problemas obvios y retenga los cilindros sometidos a ensaye para examinarlos posteriormente. A menudo, la causa de una prueba malograda puede verse fácilmente en el cilindro, bien inmediatamente o mediante examen petrográfico. Si se desechan o botan estos cilindros se puede perder una oportunidad fácil de corregir el problema. En algunos casos se elaboran cilindros adicionales de reserva y se pueden probar si un cilindro de un conjunto se truenan a una resistencia menor.

Una prueba a los tres o siete días puede ayudar a detectar problemas potenciales relacionados con la calidad del concreto o con los procedimientos de las pruebas en el laboratorio, pero no constituye el criterio para rechazar el concreto.

La norma ASTM C 1077 exige que los técnicos del laboratorio que participan en el ensaye del concreto deben estar certificados.

Los informes o reportes sobre las pruebas de resistencia a la compresión son una fuente valiosa de información para el equipo del proyecto para el proyecto actual o para proyectos futuros.

Los reportes se deben remitir lo más pronto posible al productor del concreto, al contratista y al representante del propietario (Normativa ASTM)

2.2.6.2 Factores que afectan la resistencia del concreto:

Es lógico pensar que las características del cemento empleado tienen una gran influencia en la resistencia final alcanzada por el concreto, ya que el cemento es un material “activo” en las mezclas.

Se ha demostrado en diversas investigaciones y en la práctica constructiva misma, que existe una estrecha correlación entre la resistencia de un cemento determinado de acuerdo con un proceso normalizado (norma NTC 220) y la resistencia de los concretos preparados con dicho cemento; de ahí que distintas marcas de cemento, aun de un mismo tipo, no deban ser intercambiadas sin un cuidadoso análisis del efecto que dicho cambio pueda tener sobre las propiedades del concreto endurecido.

2.3. DEFINICION DE TÉRMINOS BASICOS:

1) Comportamiento Mecánico:

Es la conducta que presentan las propiedades de los materiales al ser sometidas a fuerzas mecánicas externas que tienden a alterar su capacidad de equilibrio; estas propiedades contienen varios módulos complementarios: conductividad, densidad, resistencia, elasticidad, ductilidad, dureza y diferentes medidas de resistencia. Fundamentalmente se mencionan tres tipos de propiedades/cualidades: las volumétricas, las térmicas y las físicas. Es de destacar, que el comportamiento mecánico de los materiales y su inmediata evolución, se encuentra dentro de la estructura de las propiedades del material. (Definición XYZ, Comportamiento Mecánico, 2018, párr.1)

2) Concreto de Alta Resistencia

Es un tipo de concreto de alto desempeño, que comúnmente tiene una resistencia a la compresión especificada mayor a 400 kg/cm². La resistencia a la compresión se mide en cilindros de prueba de 6” X 12” (150 X 300 mm) o de 4” X 8” (100 X 200 mm), a los 28 días por lo general, o alguna otra edad especificada dependiendo su aplicación. (National Ready Mixed Concrete Association, 2017, p.1)

3) Aditivo Superplastificante

Son aditivos para concreto capaces de mejorar las propiedades del concreto. Se emplean para conferir al concreto fresco un mejor comportamiento en cuanto a trabajabilidad, pero también se busca con su uso mejorar significativamente la resistencia y la durabilidad del concreto final. (Rivva López E, 2002.P.12)

4) Microsílice:

Microsílice es un mineral compuesto de esferas de bióxido de silicio (SiO_2) ultrafino, amorfo y cristalino, producido durante la fabricación de silicio o ferrosilicio. Éste proceso involucra la reducción de cuarzo de alta pureza en hornos de arco eléctrico a temperaturas superiores a 2000°C (Rivva López E, 2002.P.6)

5) Sikament®-290N

Es un aditivo polifuncional para concretos que puede ser empleado como plastificante o superplastificante según la dosificación utilizada. Muy adecuado para plantas de concreto al obtener con un único aditivo dos efectos diferentes solo por la variación de la proporción del mismo. (Hoja Técnica Sikament®-290N, ed. 11, 2015)

6) Sika®Fume

Es un aditivo en polvo compuesto por microsílice (Sílica Fume) de alta calidad y que acondicionado a la mezcla de concreto o mortero, disminuye el lavado del cemento en el vaciado de la mezcla bajo agua. Sika®Fume no contiene cloruros y puede utilizarse en concretos y morteros en conjunto con un superplastificante para obtener la fluidez necesaria para la colocación del concreto. (Hoja Técnica Sika®Fume, ed. 7, 2014)

CAPÍTULO III
MATERIALES Y
MÉTODOS

3. CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA O ESPACIAL DE LA INVESTIGACIÓN:

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Ensayo de Materiales denominado “Carlos Esparza Díaz” del edificio 1C de la Facultad de Ingeniería del Campus de la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC) la cual se encuentra ubicada en la Av. Atahualpa N°1050, en la Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca. La Universidad Nacional de Cajamarca cuenta con coordenadas UTM 9 206 975 N y 776 618 E y una altitud de 2682 msnm.



Figura 8: Ubicación del lugar donde se desarrolló la investigación

Fuente: Elaboración propia / Adaptado de Google Earth Pro 7.3.0.3832

Los agregados utilizados se obtuvieron de la cantera “ROCA FUERTE” ubicado al sureste de la ciudad de Cajamarca, en la orilla del río Chonta del sector Otuzco, ubicado en el Jr. Cahuide N°340 del distrito de Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca. Cantera con coordenadas UTM 9207554.48 N y 779659.54 E, y una altitud de 2661 msnm

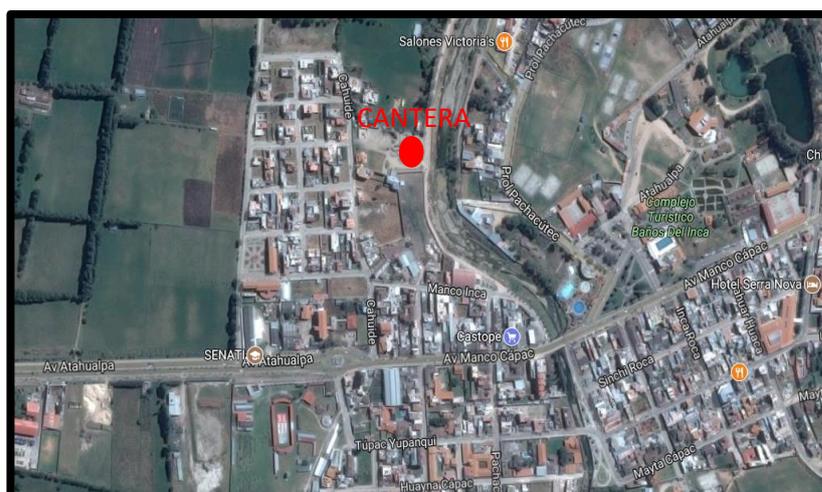


Figura 9: Ubicación del lugar donde se obtuvieron los agregados

Fuente: Adaptado de Google Earth Pro 7.3.0.3832

3.2. UBICACIÓN TEMPORAL DE LA INVESTIGACIÓN:

El estudio se desarrolló en el lapso comprendido entre los meses de Julio – Diciembre 2017

3.3. RECURSOS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN:

3.3.1. Recursos Humanos:

- Tesista: Bach. Ing. Nélide Estrella Cotrina Rojas
- Asesor: Mg.Sc.Ing.Héctor Pérez Loayza

3.3.2. Recursos Materiales

- Agregado fino y agregado grueso de río
- Cemento Portland Tipo I (Pacasmayo)
- Agua potable
- Aditivo Sikament®-290N
- Adición mineral Sika® Fume

3.3.3. Maquinaria Utilizada:

- Máquina Universal de compresión para aplicar carga a compresión axial a los especímenes.
- Máquina Universal Los Ángeles para medir el porcentaje de desgaste del agregado grueso.

3.3.4. Equipo Utilizado:

- Juego de tamices para el ensayo de Granulometría de los agregados
- Molde Cónico y pisón metálico para determinar el estado superficialmente seco del agregado fino.
- Fiola de vidrio 500ml para el peso específico del agregado fino
- Canastilla metálica para la determinación del peso específico del agregado grueso
- Estufa para secar muestras de agregados con control de temperatura digital y con alto rango de temperatura
- Balanza de precisión de 1g para medir el peso de los componentes y materiales utilizados en los ensayos , taras y charolas
- Cono de Abrams y varilla de acero para determinar el asentamiento del concreto en estado fresco
- Deformímetro (Micrómetro) de 0.050” de rango y 0.0001” de precisión para medir las deformaciones de los especímenes según el incremento de carga y cronómetro para medir el tiempo de duración del ensayo a compresión

- Vernier para determinar las medidas de los especímenes de concreto.
- Mezcladora de concreto tipo trompo de 11p3 , carretillas
- Moldes cilíndricos de 6” x12”
- Tanque de curado de especímenes de concreto de medidas aproximadas de 11m*1.5m*0.70m

3.4. METODOLOGÍA A SEGUIR EN EL DESARROLLO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La presente tesis fue en su primera parte descriptiva, luego a ser explicativo y finalmente comparativa. Por la naturaleza de las variables se tiene una investigación de diseño experimental, teniendo en cuenta la añadidura de aditivo y adición mineral en la mezcla.

3.4.1. Procedimiento

Para alcanzar los objetivos planteados, se siguió el siguiente procedimiento:

- a) Revisión Bibliográfica especializada
- b) Extracción de agregado fino y grueso de cantera
- c) Transporte de agregados fino y grueso al laboratorio Carlos Esparza Díaz de la Universidad Nacional de Cajamarca
- d) Toma de muestras de cada agregado para la determinación de las características físicas y mecánicas de los agregados.
- e) Obtención de cemento, aditivo y adición
- f) Elaboración de diseños de mezcla
- g) Elaboración de especímenes de concreto.
- h) Revenimiento en el rango de 3 - 4 pulgadas
- i) Curado de especímenes de Concreto
- j) Ensayo a compresión de los especímenes de concreto a edades de 7,14 y 28 días.
- k) Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados
- l) Conclusiones y recomendaciones.

En el ítem f) es necesario conocer que se consideraron 4 diseños de mezcla tal como sigue a continuación:

- **Mezcla patrón:** Esta mezcla no cuenta con ningún tipo de adición diferente a los materiales convencionales de una mezcla de concreto (Cemento, Arena, Grava , Agua);
- **Mezcla con Aditivo Superplastificante:** Este diseño de mezcla contiene aditivo Superplastificante reductor de agua Sikament®-290N en un porcentaje de 0.9% del

peso del cemento; **Mezcla con Adición Mineral:** Este diseño de mezcla contiene adición mineral Sika®Fume con un 10% del peso del cemento; **Mezcla D:** Este diseño de mezcla está compuesto por la añadidura del aditivo superplastificante Sikament®-290N en un 0.9% del peso del cemento y la adición mineral Sika® Fume en un 10% del peso del cemento.

Tabla 13: Distribución de los especímenes de concreto a ensayar a compresión

Tipo de mezcla	Nomenclatura	7 días	14 días	28 días	TOTAL
M. Patrón	Mezcla P	8	8	8	24
M. Superplastificante	Mezcla B	8	8	8	24
M. Adición Mineral	Mezcla C	8	8	8	24
M. Superplastificante + Adición Mineral	Mezcla D	8	8	8	24
TOTAL					96

Tabla 14: Distribución de especímenes de concreto a ensayar a Flexión y Tracción

Tipo de mezcla	Nomenclatura	Flexión 28 días	Tracción 28 días
M. Patrón	Mezcla P	5	5
M. Superplastificante	Mezcla B	5	5
M. Adición Mineral	Mezcla C	5	5
M. Superplastificante + Adición Mineral	Mezcla D	5	5
TOTAL		20	20

La tabla 13 muestra la distribución de los especímenes realizados y asignados por cada edad y tipo de mezcla, por otro lado la tabla 14 muestra la cantidad de especímenes elaborados por cada tipo de mezcla para efectos de ensayo a tracción y flexión.

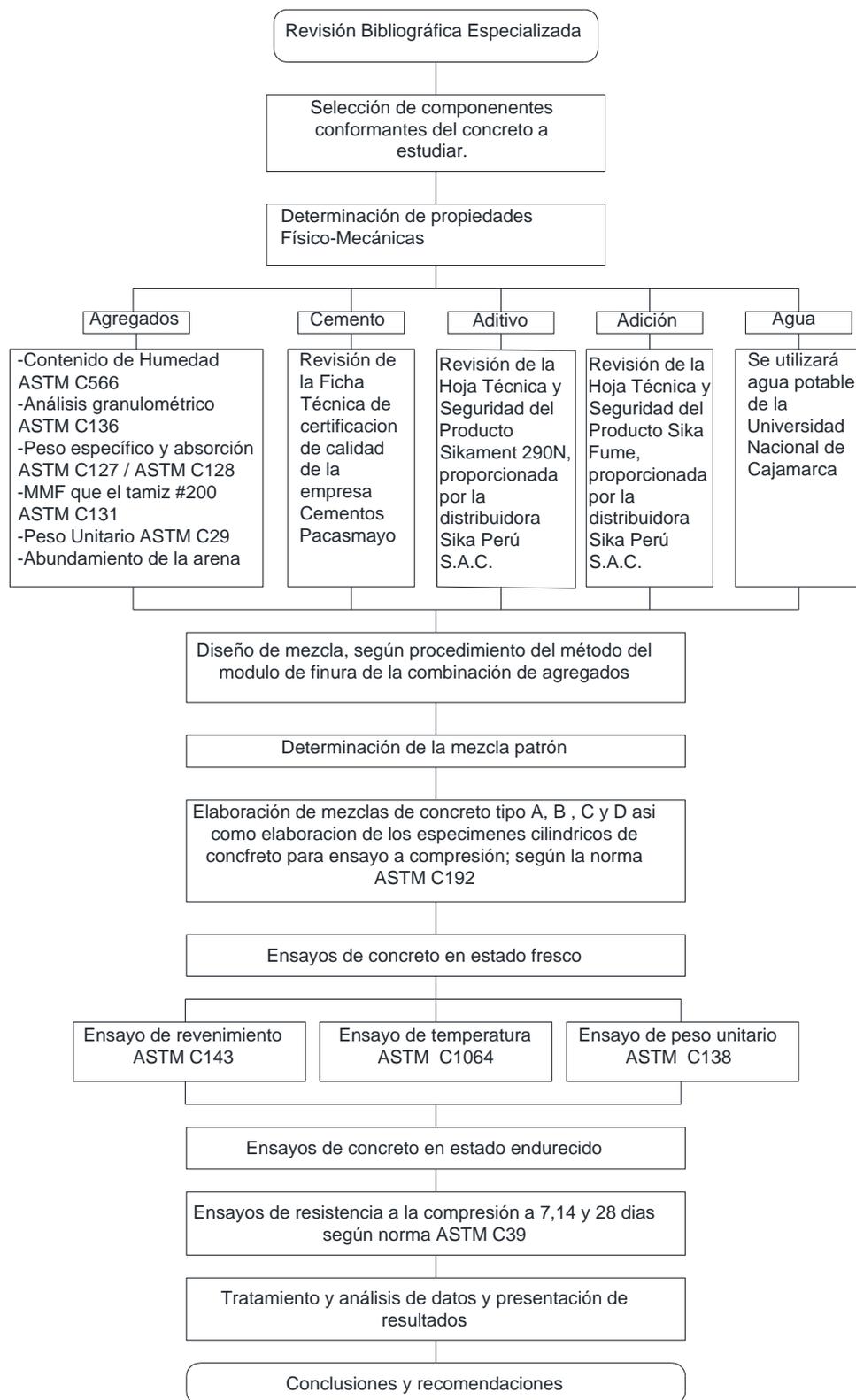


Figura 10: Procedimiento para alcanzar los objetivos planteados

Fuente: Adaptado de Incio Abanto P.2015.Cajamarca-Perú

3.4.2. Parámetros variables en la producción del concreto:

Para la presente investigación se identificaron los siguientes parámetros variables: Temperatura del concreto fresco, contenido de humedad de los agregados, temperatura del agua de curado, temperatura y humedad relativa del ambiente, viento y lluvia.

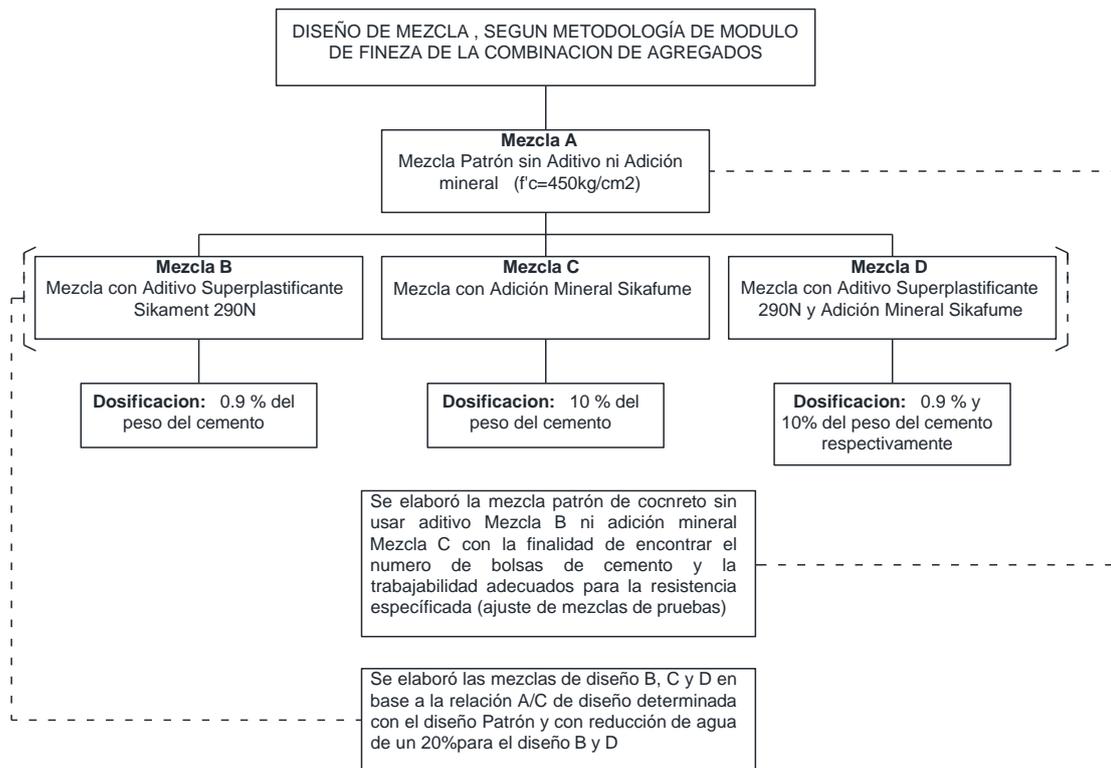


Figura 11: Secuencia de actividades para elaboración de mezclas de concreto

3.4.3. Unidades de estudio:

La unidad de estudio es la denominada “especímen de concreto” o también llamada “probeta”. La población de estudio fue el conjunto de especímenes de concreto, por lo tanto se tiene una muestra de 96 especímenes de concreto en total.

Cada una de las mezclas y unidades de estudio (especímenes cilíndricos de concreto) se elaboraron mecánicamente en una mezcladora de concreto tipo trompo, con una capacidad adecuada (9 – 11 pies³). Para cada una de las mezclas se elaboró concreto para 24 especímenes; 8 se ensayaron a las edades de 7 días, 8 a los 7 días y 8 a 28 días de edad.

Se utilizó una codificación para fácil reconocimiento de las probetas como sigue:

Tabla 15: Codificación de especímenes de concreto

TIPO DE MEZCLA	F'c	DIA	MES	AÑO	EDAD DE ENSAYO
A	450	01	11	2014	7D

Fuente: Incio Abanto P.2015.Codificación para los cilindros de concreto. Cajamarca

3.5. TRATAMIENTO, ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados del tratamiento y análisis de los datos de las características de los materiales fueron del cemento, agua, de los agregados, del aditivo y adición mineral. Se presentaron las siguientes características de los agregados: peso específico y absorción, peso unitario, contenido de humedad, análisis granulométrico, porcentaje del material más fino del tamiz N° 200, resistencia mecánica a la abrasión, características de los ensayos en resumen, y los requerimientos que deberían cumplir los agregados para concreto. Estos resultados de las características de los materiales se presentaron en los anexos A. El resultado de las características del Huso granulométrico C, y el Huso granulométrico 57 se presentó en un gráfico de dispersión para los tres ensayos de la caracterización de los materiales. (Lezama Leiva L.1996)

Los datos se trataron y analizaron de acuerdo a los cuatro diseños de la investigación y se presentaron los resultados según las observaciones. La presentación de estos datos se dio en tablas y gráficos. En las tablas se consideraron: el número de orden, la codificación, la altura, el área, el peso, la carga, el esfuerzo y el tipo de falla de cada uno de los especímenes.

El análisis de datos de las observaciones de los diseños de la investigación se realizó teniendo en cuenta el promedio de la resistencia a la comprensión de los especímenes por cada grupo.

Con el análisis de los resultados promedios anteriores se realizó la prueba de hipótesis indicando la contrastación de la hipótesis general.

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS Y
DISCUSIÓN DE
RESULTADOS

4. CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS:

4.1.1. Características físicas del agregado fino:

La tabla 16 muestra las propiedades físicas del agregado fino de la cantera Roca Fuerte – Río Chonta; los valores obtenidos se encuentran dentro de los estándares de las normas ASTM y NTP.

Tabla 16: Resumen de las propiedades físicas del agregado fino

CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO FINO	
P.E.APARENTE	2.57
P.E.MASA (gr/cm ³)	2.46
P.E.S.S.S. (gr/cm ³)	2.50
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	1490.79
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)	1619.65
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.95%
ABSORCION (%)	1.68%
MODULO DE FINURA	3.07
PORCENTAJE PASA MALLA N°200	1.59%

- Según el módulo de finura obtenido 3.07 se puede observar que cumple según lo especificado por la Norma Técnica (entre 2.3 – 3.1) por lo que debe aclararse que un módulo de finura entre este rango es el más favorable para concreto de alta resistencia.
- De acuerdo al porcentaje de material más fino que la malla N°200 se observa que si cumple con lo especificado que establece un valor máximo de 7% para agregado fino chancado.

4.1.2. Características físicas del agregado grueso:

La tabla 17 presenta las propiedades físicas del agregado grueso procedente de la cantera Roca Fuerte del Río Chonta; los valores obtenidos se encuentran dentro de los estándares de las normas ASTM y NTP.

Tabla 17: Resumen de las propiedades físicas del agregado grueso

CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO GRUESO	
P.E.APARENTE	2.50
P.E.MASA (gr/cm ³)	2.41
P.E.S.S.S. (gr/cm ³)	2.44
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	1397.78
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)	1514.44
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.13%
ABSORCION (%)	1.47%
MODULO DE FINURA	7.29
PORCENTAJE PASA MALLA N°200	0.26%
PERFIL	ANGULAR
TMN	3/4"
ABRASION	27.30%

- De acuerdo al contenido de humedad se observa un 1.13%. Para ésta propiedad se debe aclarar que estará en función al clima que se presente.
- Con respecto al material más fino que pasa por la malla N° 200 se observa que cumple con la especificación de un máximo de 1%
- De acuerdo a la resistencia a la abrasión de un 27.30% se observa que cumple con la norma que indica un máximo de 50% de desgaste. Además éste número nos indica que el agregado es de buena calidad.

4.2. DISEÑO DE MEZCLA:

4.2.1. DOSIFICACIÓN DE MEZCLA PATRÓN

DOSIFICACIÓN POR m³

CEMENTO=	500	kg/m ³
H ₂ O=	201.84	lt/m ³
A _f =	699.49	kg/m ³
A _g =	822.32	kg/m ³

4.2.2. DOSIFICACIÓN DISEÑO DE MEZCLA B: Con dosificación de Sikament-290N de 0.9%

DOSIFICACIÓN POR m³

CEMENTO =	400 kg/m ³
H ₂ O =	159.13 lt/m ³
Sikament-290N =	3.6 lt/m ³
A _f =	851.2 kg/m ³
A _g =	847.09kg/m ³

4.2.3. DOSIFICACIÓN DE MEZCLA C: Con dosificación de Sika®Fume de 10 %

DOSIFICACIÓN POR m³

CEMENTO =	500 kg/m ³
H ₂ O =	201.95 lt/m ³
Sika Fume =	50 kg/m ³
A _f =	673.66 kg/m ³
A _g =	791.95 kg/m ³

4.2.4. DOSIFICACIÓN DE MEZCLA D: Con dosificación de Sikament-290N de 0.9 % y Sika®Fume de 10%

DOSIFICACIÓN POR m³

CEMENTO =	400 kg/m ³
H ₂ O =	159.26 lt/m ³
Sikament – 290N =	3.6 lt/m ³
Sika Fume =	40 kg/m ³
A _f =	828.41 kg/m ³
A _g =	824.75 kg/m ³

La serie de tablas de los puntos 4.2.1., 4.2.2., 4.2.3. y 4.2.4 muestran las respectivas cantidades de los materiales a utilizar por m³ de concreto, dichas cantidades provienen de sus respectivos diseños de mezcla que se pueden encontrar en el ANEXO II

4.3. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN:

Los ensayos a compresión han sido realizados con los especímenes obtenidos del diseño de mezclas de concreto y ensayados acorde con la norma técnica A.S.T.M C-39, según el tipo de mezcla a las edades indicadas.

La Tabla 18 muestra la resistencia máxima del ensayo a compresión del concreto endurecido para las edades antes mencionadas y con respectivo porcentaje de resistencia desarrollado a su respectiva edad.

Tabla 18: Resistencia promedio del ensayo a compresión de los diferentes diseños de mezcla a diferentes tiempos de ensayo con % desarrollado en sus respectivas edades

TIPO DE MEZCLA	ENSAYO A COMPRESIÓN					
	7 DIAS		14 DIAS		28 DIAS	
	Resistencia promedio obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje obtenido (%)	Resistencia promedio obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje obtenido (%)	Resistencia promedio obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje obtenido (%)
DISEÑO P: Sin Aditivo o Adición Mineral	332.08	73.79	422.36	93.86	498.76	110.84
DISEÑO B: Mezcla con dosificación de 0.9% de Sikament-290N	422.02	93.78	489.50	108.78	570.57	126.79
DISEÑO C: Mezcla con dosificación de 10% de Sikafume	366.95	81.54	451.34	100.30	507.55	112.79
DISEÑO D: Mezcla con dosificación de 0.9% de Sikament-290N y 10% de Sikafume	374.64	83.25	512.04	113.79	599.70	133.27

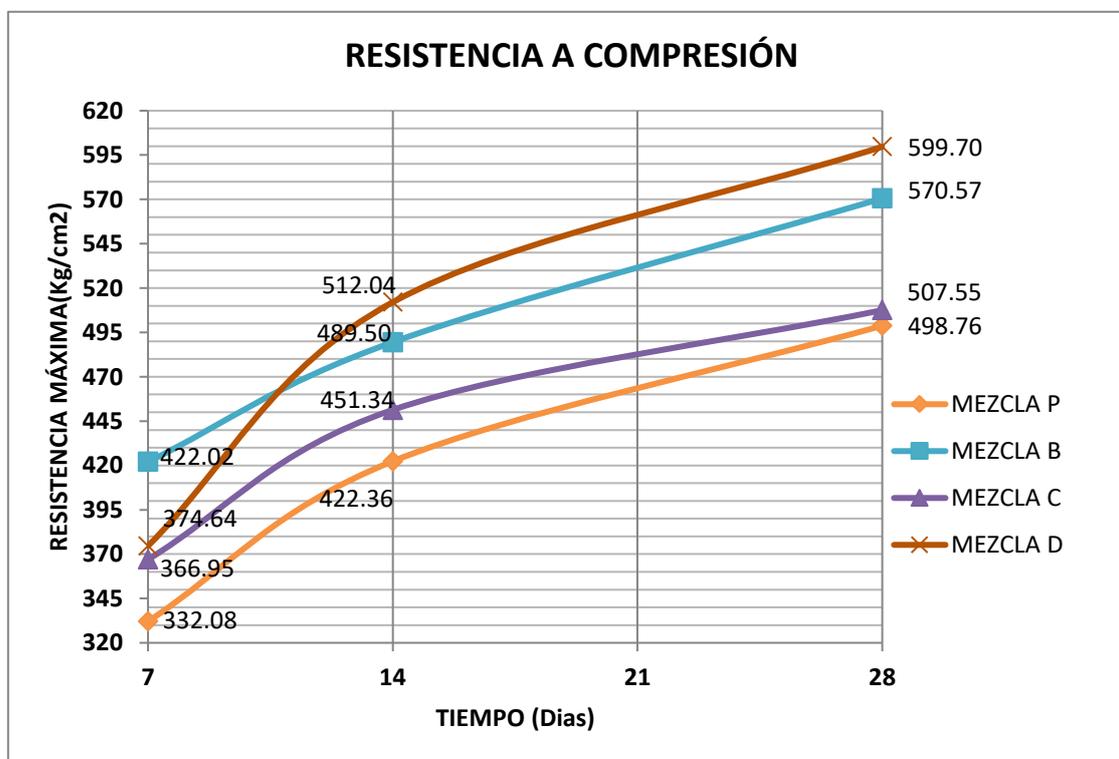


Figura 12: Resistencias promedio del ensayo a compresión del concreto de Diseños de mezcla vs Tiempo.

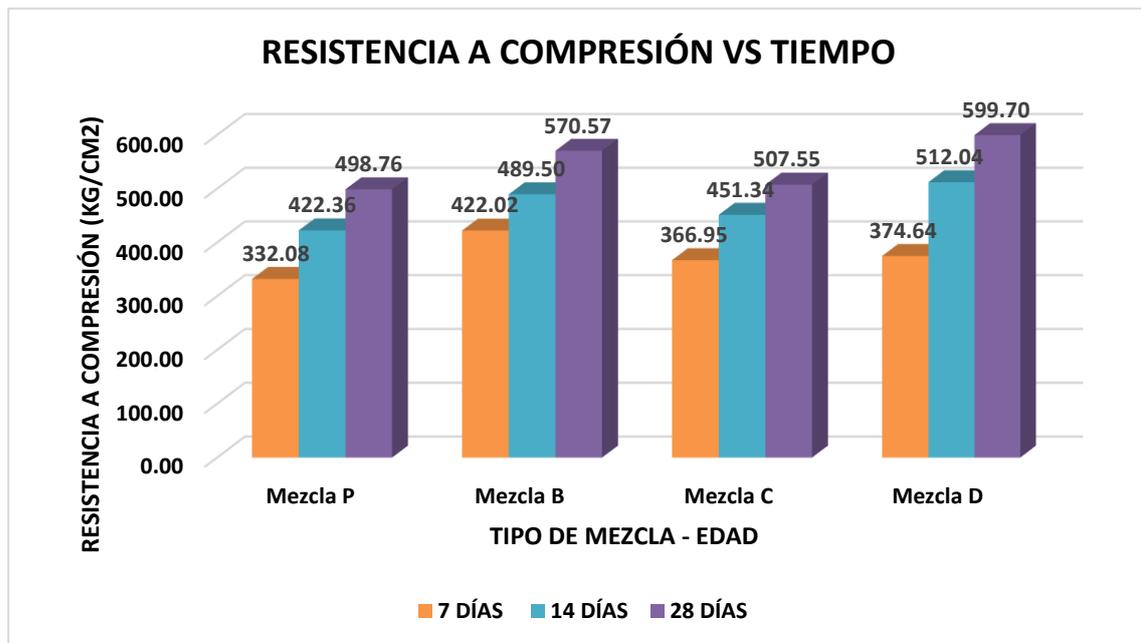


Figura 13: Resumen resistencia máxima a compresión del concreto a diferentes Diseño de mezcla vs Tiempo.

En la figura 12 se aprecia que el concreto de diseño D tiene la mayor resistencia a compresión a las edades de 14 y 28 días sin embargo presenta una menor resistencia a los 7 días con respecto al diseño de mezcla B que es quién desarrolló una alta resistencia inicial.

En la Figura 13 se representó en una gráfica de barras las resistencias obtenidas por cada tipo de mezcla a sus respectivas edades.

FRACTURA FRÁGIL: Ocurrió sin apreciable deformación plástica, y por propagación rápida de una grieta. La dirección del movimiento de la grieta fue casi perpendicular a la dirección de la fuerza aplicada y produce una superficie de fractura relativamente plana. Las superficies de fractura de los especímenes que se han roto de una manera frágil tienen sus propios detalles característicos; cualquier signo de deformación plástica importante está ausente.

4.4. CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN UNITARIA

La determinación del Esfuerzo - Deformación en los especímenes ensayados a compresión a las edades de 07,14 y 28 días, se determina con un deformímetro ubicado en la base móvil de la máquina de compresión, por lo que la deformación obtenida habría sido no solo del concreto sino también de los dos discos de neopreno utilizados para el cabeceo del espécimen, por lo que de usarse estas deformaciones para determinar el módulo de

elasticidad con la curva Esfuerzo-Deformación se habrían obtenido resultados no significativos para los tratamientos, a éstos resultados se denominará Modulo de Elasticidad Teórico para los cuales se optó por utilizarse la siguiente expresión:

$$E = 15000x\sqrt{f'c}$$

Los resultados obtenidos de Módulo de elasticidad y análisis se presentan en el Anexo IV.

En la Tabla 19 se muestra los Módulos de Elasticidad Teóricos obtenidos de dicho análisis:

Tabla 19: Resumen de resultados de los Módulos de Elasticidad Teóricos de los especímenes de concreto

MODULO DE ELASTICIDAD TEORICO						
TIPO DE MEZCLA	7 DIAS		14 DIAS		28 DIAS	
	Módulo de Elasticidad promedio	Porcentaje Obtenido	Módulo de Elasticidad promedio	Porcentaje Obtenido	Módulo de Elasticidad promedio	Porcentaje Obtenido
DISEÑO P: Sin Aditivo o Adición Mineral	273567.19	85.97%	255618.87	80.33%	336134.98	105.64%
DISEÑO B: Mezcla con dosificación de 0.9% de Sikament-290N	306427.01	96.30%	331415.37	104.15%	357303.69	112.29%
DISEÑO C: Mezcla con dosificación de 10% de Sikafume	286860.82	90.15%	318675.27	100.15%	339017.57	106.54%
DISEÑO D: Mezcla con dosificación de 0.9% de Sikament-290N y 10% de Sikafume	290297.25	91.23%	338995.47	106.54%	366433.35	115.16%

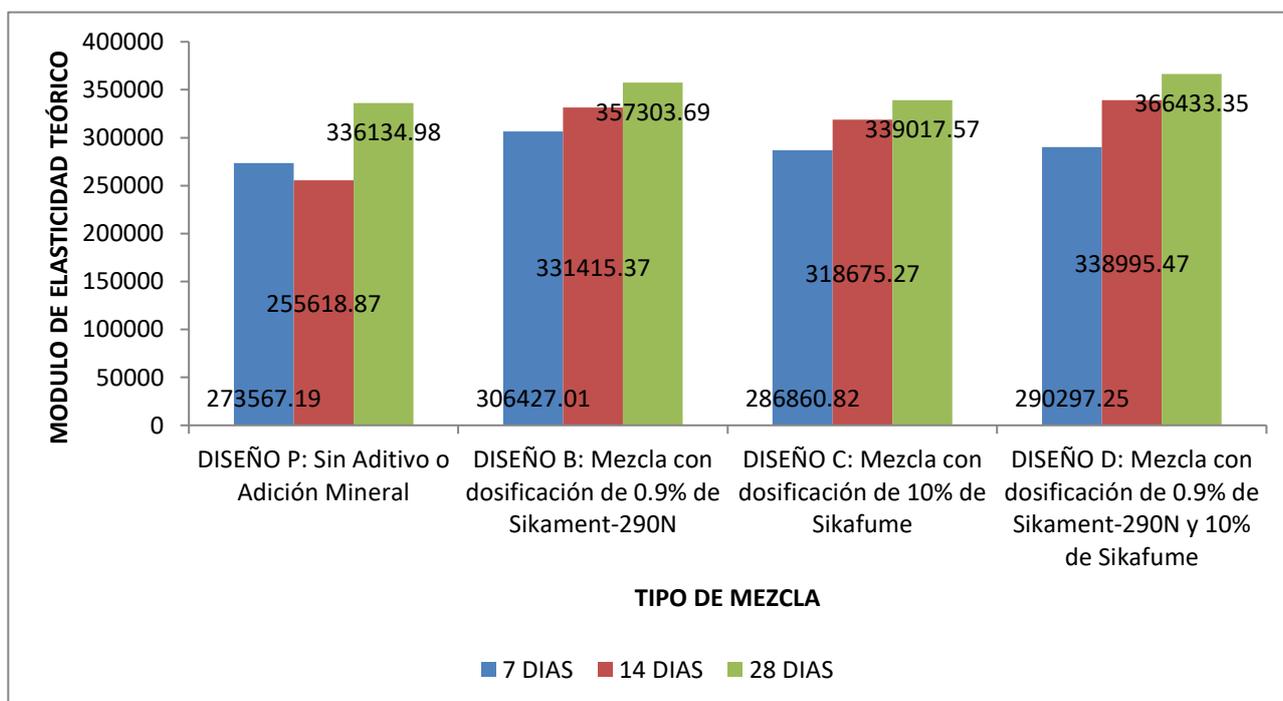


Figura 14: Diagrama de barras de Modulo de Elasticidad Teórico

En la figura 14 se ve que a los 28 días el mayor Módulo de Elasticidad corresponde a la mezcla D, en el mismo modo el mínimo Modulo de Elasticidad corresponde a la mezcla Patrón.

A continuación veremos los resultados obtenidos para el Módulo de Elasticidad Real, el cual fue obtenido gráficamente de la siguiente expresión:

$$E_2 = \frac{\text{Esfuerzo}}{\text{Def. Unitaria} - 2}$$

Con este método se obtiene valores más cercanos a la realidad de acuerdo al f'_c especificado de diseño $f'_c=450\text{kg/cm}$.

Tabla 20: Resultados de los Módulos de Elasticidad Reales de los especímenes de concreto

TIPO DE MEZCLA	MODULO DE ELASTICIDAD REAL					
	7 DIAS		14 DIAS		28 DIAS	
	Módulo de Elasticidad promedio	Porcentaje Obtenido	Módulo de Elasticidad promedio	Porcentaje Obtenido	Módulo de Elasticidad promedio	Porcentaje Obtenido
DISEÑO P: Sin Aditivo o Adición Mineral	95075.93	29.88%	106524.10	33.48%	98388.61	30.92%
DISEÑO B: Mezcla con dosificación de 0.9% de Sikament-290N	98513.74	30.96%	104066.71	32.71%	89440.40	28.11%
DISEÑO C: Mezcla con dosificación de 10% de Sikafume	118421.86	37.22%	118446.32	37.22%	113453.42	35.65%
DISEÑO D: Mezcla con dosificación de 0.9% de Sikament-290N y 10% de Sikafume	98299.71	30.89%	113550.78	35.69%	115713.88	36.37%

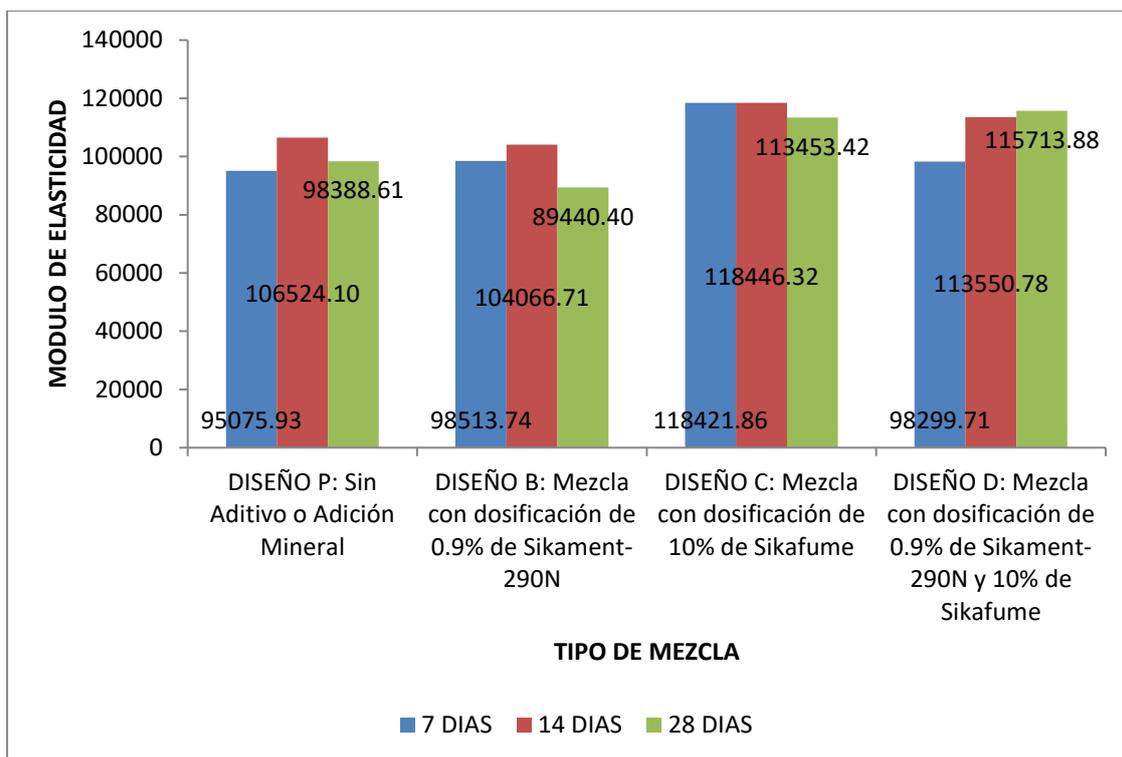


Tabla 21: Diagrama de barras de Módulos de Elasticidad real

La tabla 20 muestra los módulos de elasticidad real obtenidos de los especímenes ensayados a las edades de 7, 14 y 28 días , asimismo dicha tabla contiene los porcentajes obtenidos a sus respectiva edad.

La tabla 21 muestra un diagrama de barras de Módulo de elasticidad Vs Tipo de Mezcla en cual se observa que el mayor valor lo tiene la mezcla D con un 115713.88 , el menor valor lo obtuvo la mezcla Patrón a los 7 días de edad.

4.5. RESISTENCIA A FLEXIÓN:

Se calculó la resistencia a flexión del concreto de 12 especímenes prismáticos a la edad de 28 días de 50 x 15 x 15 cm que se ensayaron a la edad de 28 días y para los 04 tipos de diseño de mezclas. A continuación, la Figura N° 15 muestra la resistencia máxima del ensayo a Flexión del concreto.

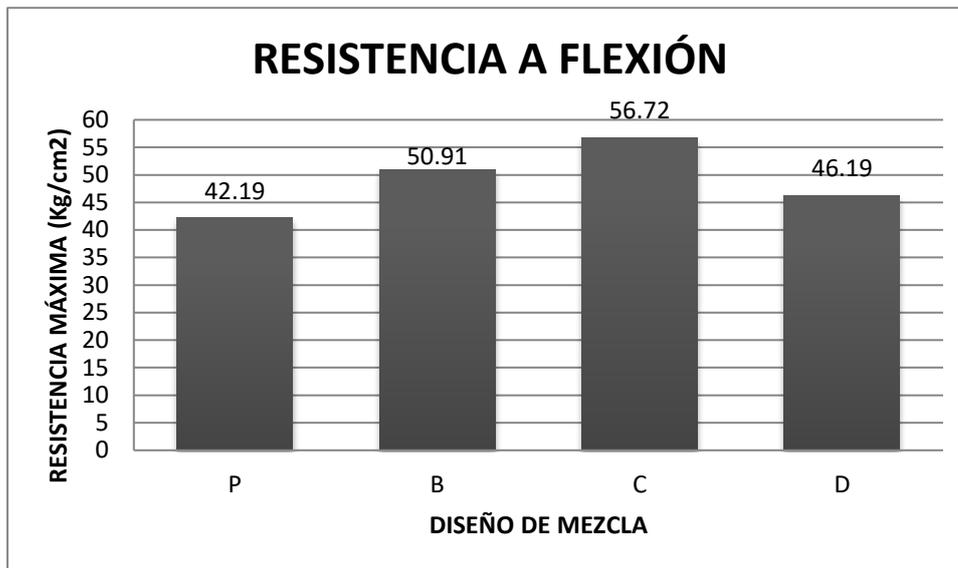


Figura 15: Resistencia a la flexión de especímenes prismáticos a la edad de 28 días

La figura 15 muestra la resistencia a flexión obtenida del ensayo de los 20 especímenes, en la gráfica se observa que la mayor resistencia a flexión la obtuvo la mezcla C con un 56.72 kg/cm²

4.6. RESISTENCIA A TRACCIÓN:

Se calculó la resistencia a Tracción del concreto de 20 especímenes cilíndricos de 6" x12" que se ensayaron a la edad de 28 días y para los 04 tipos de diseño de mezclas. A continuación, se muestra la Figura N° 16 donde se muestra la resistencia máxima del ensayo a Tracción del concreto.

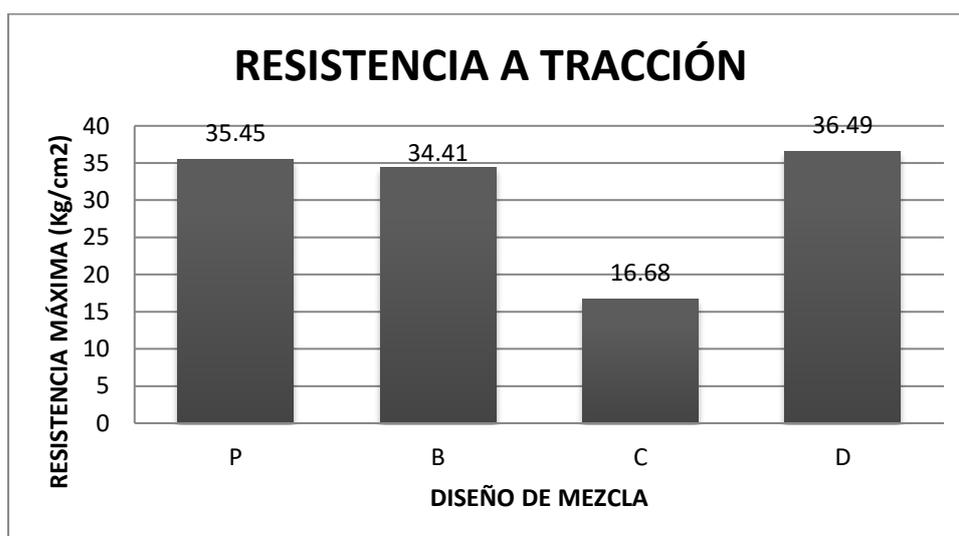


Figura 16: Resistencia a la tracción de especímenes prismáticos a la edad de 28 días

La figura 16 muestra en barras los resultados producto del ensayo a tracción en el cual la mayor resistencia fue obtenida por la mezcla D a los 28 días

4.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:

4.7.1. Análisis estadístico de la resistencia a compresión a la edad de 7 días

Se realizó el análisis de varianza (ANOVA) de los datos de la variable de tipo de diseño de mezcla, así mismo se realizó la prueba de rango múltiple de Tukey para obtener la diferencia estadística entre diseños. Los resultados se presentan en las siguientes tablas y figuras:

Tabla 22: Análisis de la varianza de la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días

Fuente	GL	SC Ajust	MC Ajust	Valor F	Valor P
DISEÑO	3	32909	10969.7	107.56	0
Error	28	2856	102		
Total	31	35765			

Con significación estadística en el ANOVA ($0.01 < P < 0.05$); **: con alta significación estadística en el ANOVA ($P < 0.01$); ns: sin diferencia estadística en el ANOVA ($P > 0.05$); GL (Grados de Libertad); SC (Suma de cuadrado); CM (Cuadrado Medio), F (F calculado).

Tabla 23: Medias de la resistencia a compresión del concreto a los 7 días

DISEÑO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
DISEÑO B: Mezcla con dosificación de 0.9% de Sikament-290N	8	422	9.84	(414.71, 429.34)
DISEÑO C: Mezcla con dosificación de 10% de SikaFume	8	367	4.24	(359.64, 374.27)
DISEÑO D: Mezcla con dosificación de 0.9% de Sikament-290N y 10% de SikaFume	8	374.6	13.94	(367.32, 381.95)
DISEÑO P: Sin Aditivo o Adición Mineral	8	332.1	9.93	(324.76, 339.39)
Desv.Est. agrupada = 10.0986				

Tabla 24: Agrupación de información de la resistencia a compresión del concreto a los 7 días, según los tratamientos utilizando el método Tukey y una confianza de 95%

DISEÑO	N	Media	Agrupación
DISEÑO B: Mezcla con dosificación de 0.9% de Sikament-290N	8	422.02	A
DISEÑO D: Mezcla con dosificación de 0.9% de Sikament-290N y 10% de SikaFume	8	374.64	B
DISEÑO C: Mezcla con dosificación de 10% de SikaFume	8	366.95	B
DISEÑO P: Sin Aditivo o Adición Mineral	8	332.08	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

La Tabla 23 muestra los intervalos de confianza al 95% de confiabilidad, asimismo muestra las medias para cada tipo de mezcla. Los intervalos de confiabilidad mostrados representan los límites a los que al 95 % de seguridad resultará sus resistencias de una probeta al azar para cada tipo de mezcla.

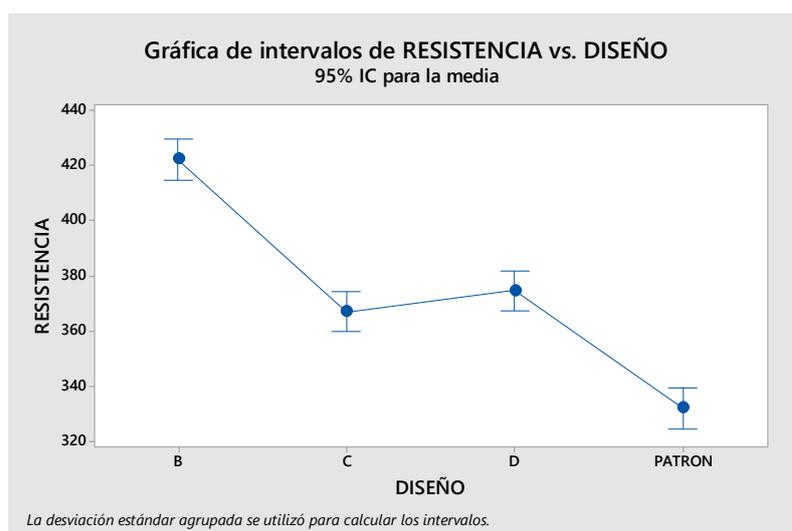


Figura 17: Gráfica de intervalos para agrupaciones de la resistencia a compresión a la edad de 7 días

La figura 17 muestra puntos azules que representan la media de la resistencia alcanzada para cada tipo de mezcla y las líneas superiores e inferiores de cada punto representan los intervalos de confiabilidad.

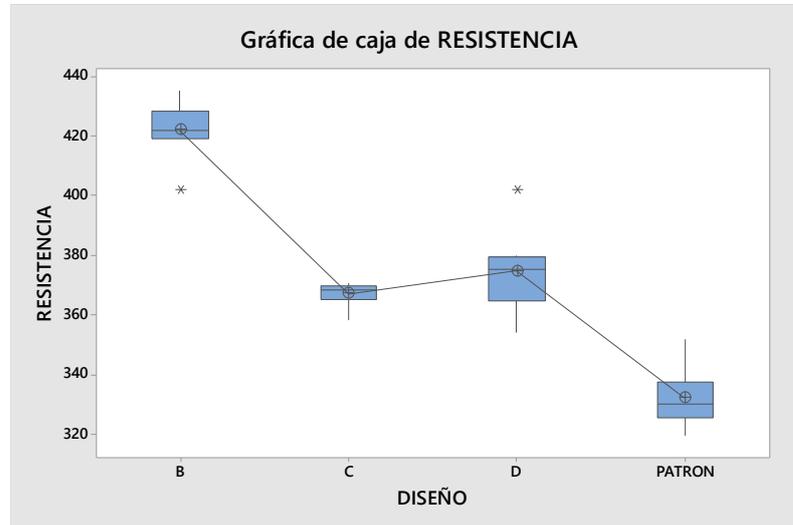


Figura 18: Gráfica de caja de valores de resistencia a compresión a la edad de 7 días

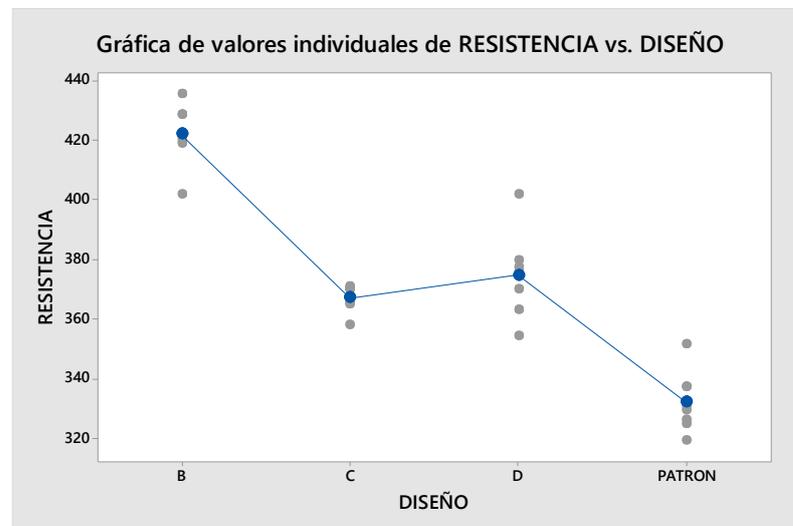


Figura 19: Gráfica de valores individuales de resistencia a compresión a la edad de 7 días

Las figuras 18 y 19 muestran las medias obtenidas para cada tipo de mezcla, y las variaciones de sus intervalos de confianza.

En el resultado de Análisis de Varianza (ANOVA) se observa que para la fuente de variabilidad de los tratamientos hubo alta significación estadística, lo que significa que hubo importante diferencia estadística entre las medias de las resistencias a compresión a los 7 días de los diferentes tipos de mezcla. Y, de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Tukey los datos de resistencia a compresión de los cuatro tipos de mezcla 03 de ellos son estadísticamente diferentes entre sí, excepto el diseño de mezcla D y C los cuales no muestran mayor diferencia estadística entre sí.

Según la Tabla 24, se observa que el tratamiento que mostró mayor superioridad estadística en cuanto a la mayor resistencia a compresión fue el diseño de mezcla B (Agrupación A); le sigue el diseño de mezcla D y C (Agrupación B); luego le sigue el diseño de mezcla patrón (Agrupación C).

4.7.1.1 Análisis estadístico de la resistencia a compresión a la edad de 14 días

Se realizó el análisis de varianza (ANOVA) de los datos de la variable de tipo de diseño de mezcla, así mismo se realizó la prueba de rango múltiple de Tukey para obtener la diferencia estadística entre diseños. Los resultados se presentan en las siguientes tablas y figuras:

Tabla 25: Análisis de la varianza de la resistencia a compresión del concreto a los 14 días

FUENTE	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
DISEÑO	3	38082	12694.1	55.1	0
ERROR	28	6451	230.4		
TOTAL	31	44533			

Con significación estadística en el ANOVA ($0.01 < P < 0.05$); **: con alta significación estadística en el ANOVA ($P < 0.01$); ns: sin diferencia estadística en el ANOVA ($P > 0.05$); GL (Grados de Libertad); SC (Suma de cuadrado); CM (Cuadrado Medio), F (F calculado).

Tabla 26: Medias de la resistencia a compresión del concreto a los 14 días

DISEÑO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
DISEÑO B: Mezcla con dosificación de 0.9% de Sikament-290N	8	489.5	16.47	(478.51, 500.49)
DISEÑO C: Mezcla con dosificación de 10% de Sikafume	8	451.34	7.18	(440.35, 462.33)
DISEÑO D: Mezcla con dosificación de 0.9% de Sikament-290N y 10% de Sikafume	8	512.04	11.52	(501.05, 523.04)
DISEÑO P: Sin Aditivo o Adición Mineral	8	422.36	21.59	(411.36, 433.35)
<i>Desv.Est. agrupada = 15.1786</i>				

Tabla 27: Agrupación de información de la resistencia a compresión del concreto a 14 días, según tratamientos utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

DISEÑO	N	Media	Agrupación
DISEÑO D: Mezcla con dosificación de 0.9% de Sikament-290N y 10% de Sikafume	8	512.04	A
DISEÑO B: Mezcla con dosificación de 0.9% de Sikament-290N	8	489.5	B
DISEÑO C: Mezcla con dosificación de 10% de Sikafume	8	451.34	C
DISEÑO P: Sin Aditivo o Adición Mineral	8	422.36	D
<i>Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.</i>			

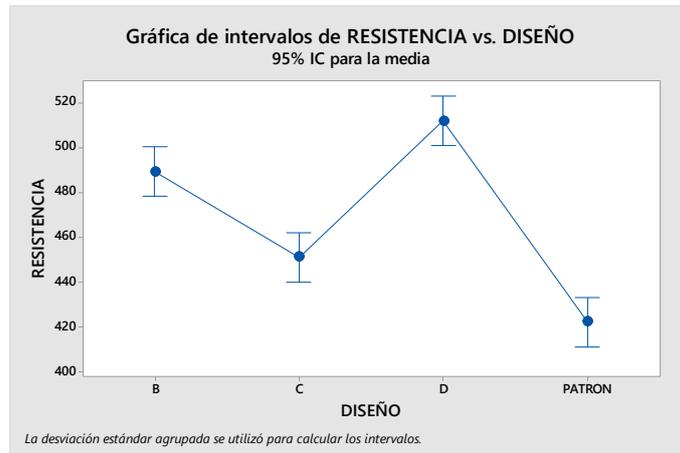


Figura 20: Gráfica de intervalos para agrupaciones de la resistencia a compresión a los 14 días de edad.

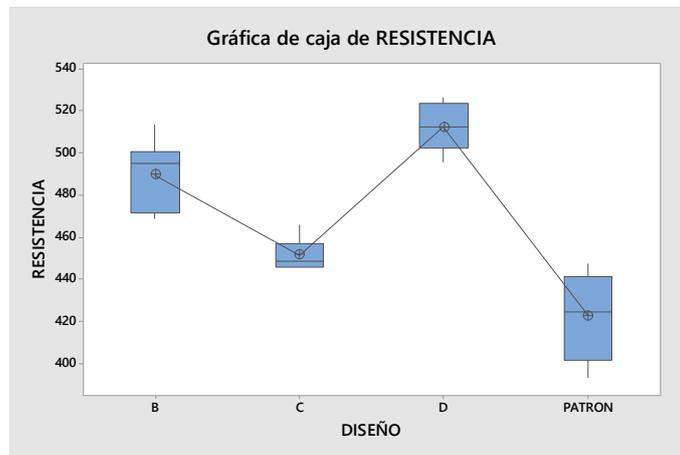


Figura 21: Gráfica de los valores en caja de la resistencia a compresión a los 14 días de edad

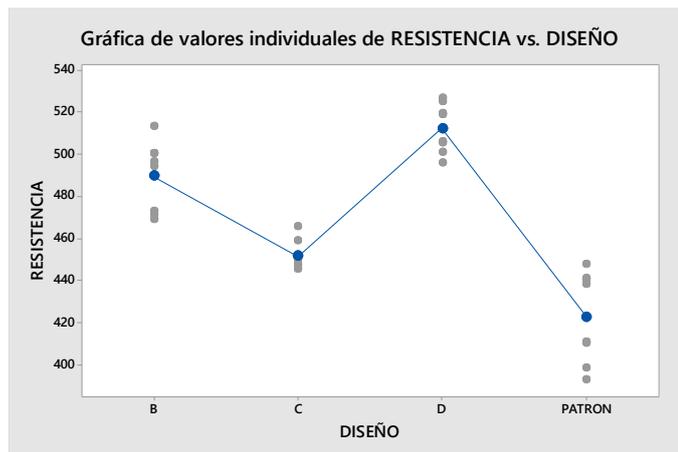


Figura 22: Gráfica de valores individuales de la resistencia a compresión a los 14 días de edad.

En el resultado de Análisis de Varianza (ANOVA) se observa que para la fuente de variabilidad de los tratamientos hubo alta significación estadística, lo que significa que hubo importante diferencia estadística entre las medias de las resistencias a compresión a los 14 días de los diferentes tipos de mezcla. Y, de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Tukey los datos de resistencia a compresión de los cuatro tipos de mezcla son estadísticamente diferentes entre sí.

Según la Tabla , se observa que el tratamiento que mostró mayor superioridad estadística en cuanto a la mayor resistencia a compresión fue el diseño de mezcla D (Agrupación A); le sigue el diseño de mezcla B (Agrupación B); luego le sigue el diseño de mezcla C (Agrupación C) y finalmente el diseño de Mezcla Patrón (Agrupación D)

4.7.1.2 Análisis estadístico de la resistencia a compresión a la edad de 28 días

Se realizó el análisis de varianza (ANOVA) de los datos de la variable de tipo de diseño de mezcla, así mismo se realizó la prueba de rango múltiple de Tukey para obtener la diferencia estadística entre diseños. Los resultados se presentan en las siguientes tablas y figuras:

Tabla 28: Análisis de la varianza de la resistencia a compresión del concreto a los 28 días

FUENTE	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
DISEÑO	3	57467	19155.8	181.76	0
ERROR	28	2951	105.4		
TOTAL	31	60418			

Tabla 29: Medias de la resistencia a compresión del concreto a los 28 días

MEZCLA	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
DISEÑO B	8	570.57	10.12	(563.14, 578.01)
DISEÑO C	8	507.55	10.92	(500.11, 514.98)
DISEÑO D	8	599.7	9.73	(592.26, 607.13)
DISEÑO P:	8	498.76	10.25	(491.33, 506.20)

Desv.Est. agrupada = 10.2659

Tabla 30: Agrupación de información de la resistencia a compresión del concreto a los 28 días, según los tratamientos utilizando el método Tukey y una confianza de 95%

DISEÑO	N	Media	Agrupación
DISEÑO D	8	599.7	A
DISEÑO B	8	570.57	B
DISEÑO C	8	507.55	C
DISEÑO P	8	498.76	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

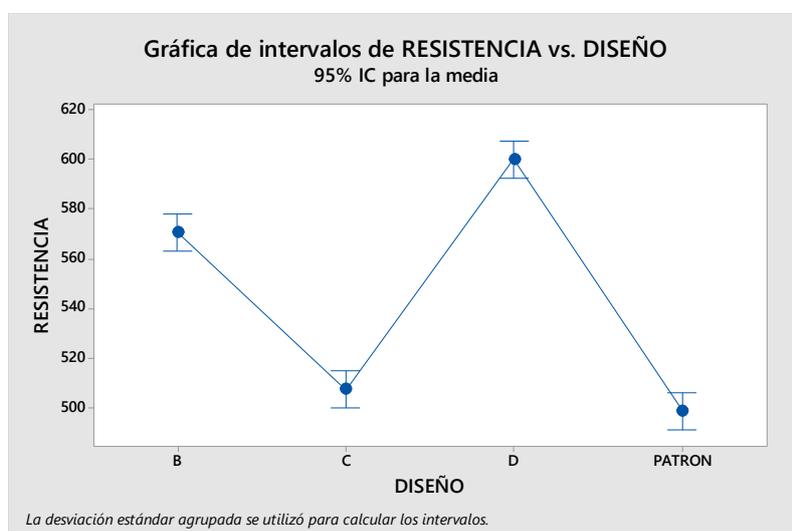


Figura 23: Gráfica de intervalos para agrupaciones de la resistencia a compresión a los 14 días de edad

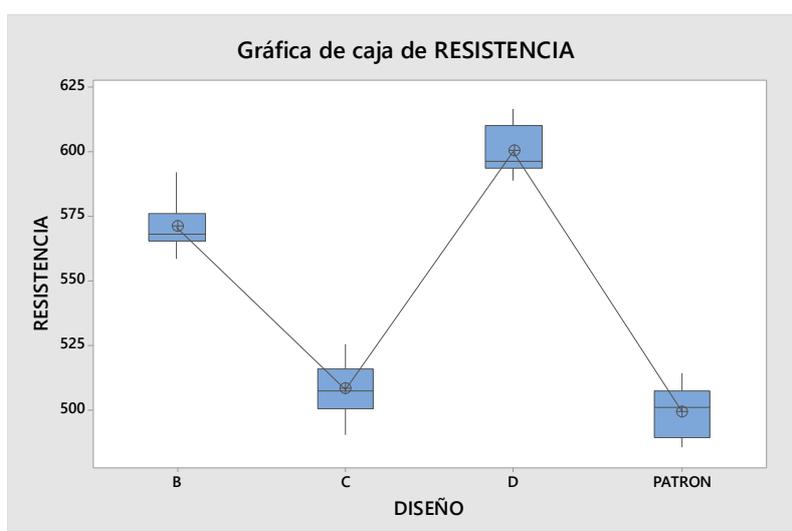


Figura 24: Gráfica de valores en caja de la resistencia a compresión a los 28 días de edad

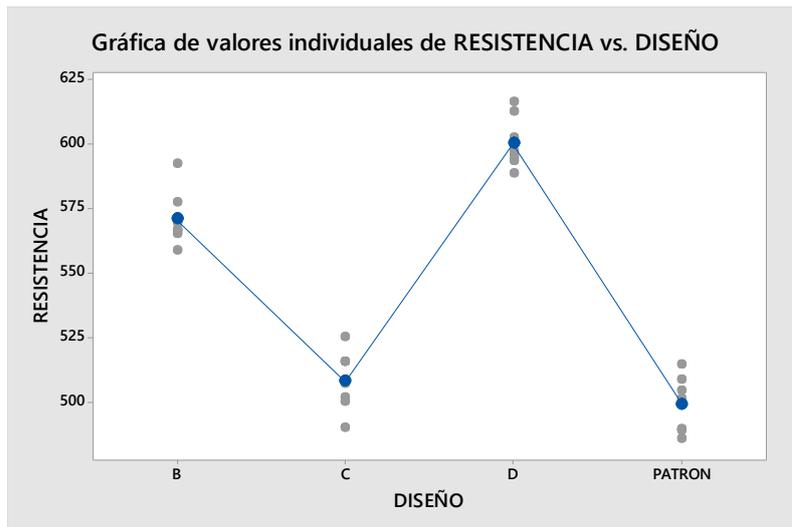


Figura 25: Gráfica de valores individuales de la resistencia a compresión a los 28 días de edad

En el resultado de Análisis de Varianza (ANOVA) se observa que para la fuente de variabilidad de los tratamientos hubo alta significación estadística, lo que significa que hubo importante diferencia estadística entre las medias de las resistencias a compresión a los 28 días de los diferentes tipos de mezcla. Y, de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Tukey los datos de resistencia a compresión se pueden generar 03 agrupaciones de los cuatro tipos de mezcla lo que indica que 02 de los 04 tipos de mezcla no muestran mayor diferencia estadística entre sí.

Según la Tabla 30, se observa que el tratamiento que mostró mayor superioridad estadística en cuanto a la mayor resistencia a compresión fue el diseño de mezcla D (Agrupación A); le sigue el diseño de mezcla B (Agrupación B); y finalmente le sigue el diseño de mezcla C (Agrupación C) y Mezcla Patrón (Agrupación C) los cuales se ubican en la misma agrupación.

Asimismo las Figuras 23,24 y 25 una gráfica de valores de las resistencias adquiridas por cada diseño de mezcla a cada respectiva edad.

4.7.2. Resultado estadístico de la resistencia a la Flexión:

4.7.2.1 Análisis estadístico de la resistencia a Flexión a la edad de 28 días

Se realizó el análisis de varianza (ANOVA), de los datos de la variable de porcentaje de humedad del ANEXO IV, así mismo se realizó la prueba de rango múltiple de Tukey, para

observar la diferencia estadística entre los tratamientos. Los resultados se presentan en las siguientes tablas y Figuras:

Tabla 31: Análisis de la varianza de la resistencia a flexión del concreto

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
MEZCLA	3	588.15	196.049	51.21	0.000
Error	16	61.26	3.828		
Total	19	649.40			

Con significación estadística en el ANOVA ($0.01 < P < 0.05$); **: con alta significación estadística en el ANOVA ($P < 0.01$); ns: sin diferencia estadística en el ANOVA ($P > 0.05$); GL (Grados de Libertad); SC (Suma de cuadrado); CM (Cuadrado Medio), F (F calculado).

Tabla 32: Medias de la resistencia a flexión del concreto

MEZCLA	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
DISEÑO B: Mezcla con dosificación de 0.9% de Sikament-290N	5	50.906	1.591	(49.051, 52.761)
DISEÑO C: Mezcla con dosificación de 10% de Sikafume	5	56.72	2.26	(54.87, 58.58)
DISEÑO D: Mezcla con dosificación de 0.9% de Sikament-290N y 10% de Sikafume	5	46.187	1.555	(44.332, 48.042)
DISEÑO P: Sin Aditivo o Adición Mineral	5	42.19	2.29	(40.33, 44.04)

Desv.Est. agrupada = 1.95664

Tabla 33: Agrupación de información de la resistencia a flexión del concreto, según los tratamientos utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

MEZCLA	N	Media	Agrupación
DISEÑO C: Mezcla con dosificación de 10% de Sikafume	5	56.72	A
DISEÑO B: Mezcla con dosificación de 0.9% de Sikament-290N	5	50.906	B
DISEÑO D: Mezcla con dosificación de 0.9% de Sikament-290N y 10% de Sikafume	5	46.187	C
DISEÑO P: Sin Aditivo o Adición Mineral	5	42.19	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

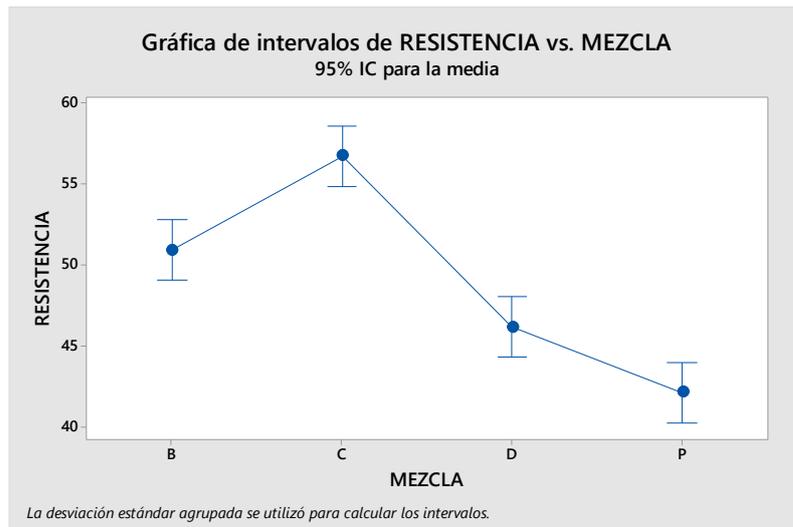


Figura 26: Gráficas de intervalos para agrupaciones de la resistencia a flexión

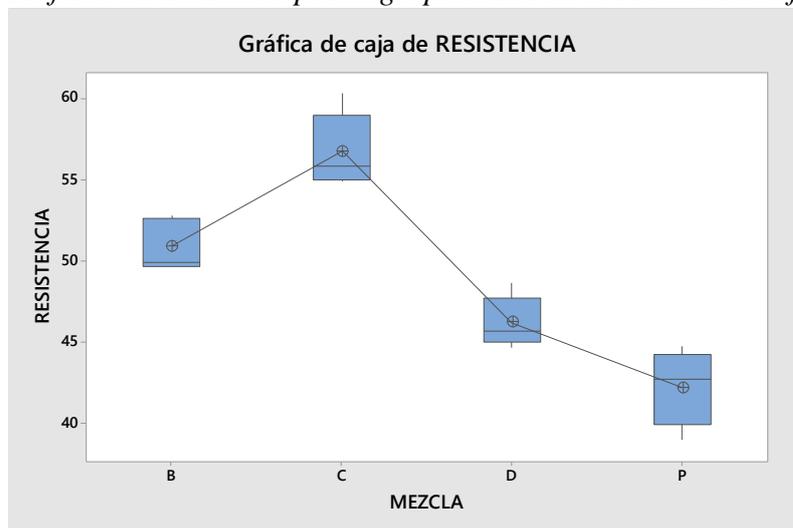


Figura 27: Gráficas de cajas de resistencia a flexión

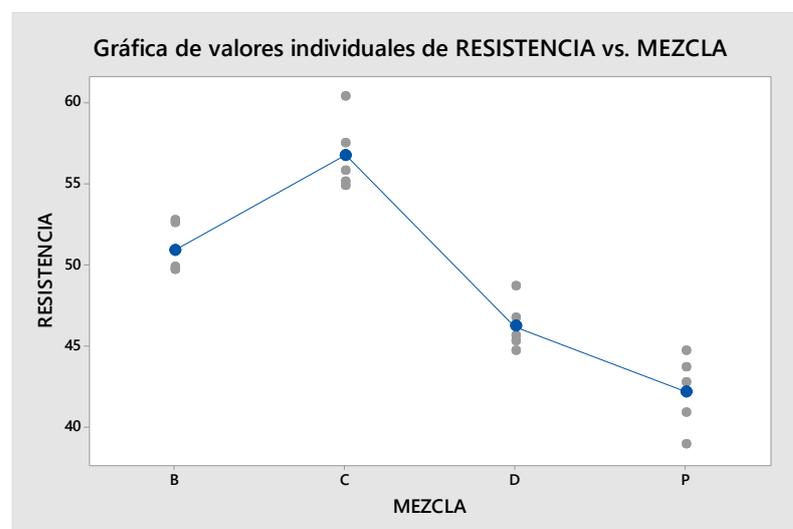


Figura 28: Gráfica de valores individuales de resistencia a Flexión

En el resultado de Análisis de Varianza (ANOVA) se observa que para la fuente de variabilidad de los tratamientos hubo alta significación estadística, lo que significa que hubo importante diferencia estadística entre las medias de las resistencias a flexión de los diferentes tipos de mezcla. Y, de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Tukey los datos de resistencia a flexión de los cuatro tipos de mezcla son estadísticamente diferentes entre sí.

Según la Tabla 33, se observa que los tratamientos mostraron valores estadísticamente diferentes en cuanto a la resistencia a flexión es el Diseño de Mezcla C (Agrupación A) y le sigue el diseño de Mezcla B (Agrupación B), le sigue el diseño de mezcla D (Agrupación C) y finalmente el diseño de Mezcla Patrón (Agrupación D)

4.7.3. Resultado estadístico de la resistencia a la Tracción:

4.7.3.1 Análisis estadístico de la resistencia a Tracción a la edad de 28 días

Se realizó el análisis de varianza (ANOVA), de los datos de la variable de Resistencia a la tracción, así mismo se realizó la prueba de rango múltiple de Tukey, para observar la diferencia estadística entre los tratamientos. Los resultados se presentan en las siguientes tablas y Figuras:

Tabla 34: Análisis de la varianza de la resistencia a Tracción del concreto

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
MEZCLA	3	1332.6	444.20	7.91	0.002
Error	16	898.6	56.16		
Total	19	2231.2			

Con significación estadística en el ANOVA ($0.01 < P < 0.05$); **: con alta significación estadística en el ANOVA ($P < 0.01$); ns: sin diferencia estadística en el ANOVA ($P > 0.05$); GL (Grados de Libertad); SC (Suma de cuadrado); CM (Cuadrado Medio), F (F calculado).

Tabla 35: Medias de la resistencia a tracción del concreto

MEZCLA	N	Media	Desv.Est	IC de 95%
DISEÑO B	5	34.41	2.76	(27.31, 41.52)
DISEÑO C	5	16.68	12.67	(9.57, 23.78)
DISEÑO D	5	36.49	7.30	(29.39, 43.60)
DISEÑO P	5	35.446	1.777	(28.34, 42.55)

Desv.Est. agrupada = 7.49420

Tabla 36: Agrupación de información de la resistencia a Tracción del concreto según los tratamientos utilizando el método Tukey y una confianza de 95%

MEZCLA	N	Media	Agrupación
DISEÑO D: Mezcla con dosificación de 0.9% de Sikament-290N y 10% de Sikafume	5	36.49	A
DISEÑO P: Sin Aditivo o Adición Mineral	5	35.446	A
DISEÑO B: Mezcla con dosificación de 0.9% de Sikament-290N	5	34.41	A
DISEÑO C: Mezcla con dosificación de 10% de Sikafume	5	16.68	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

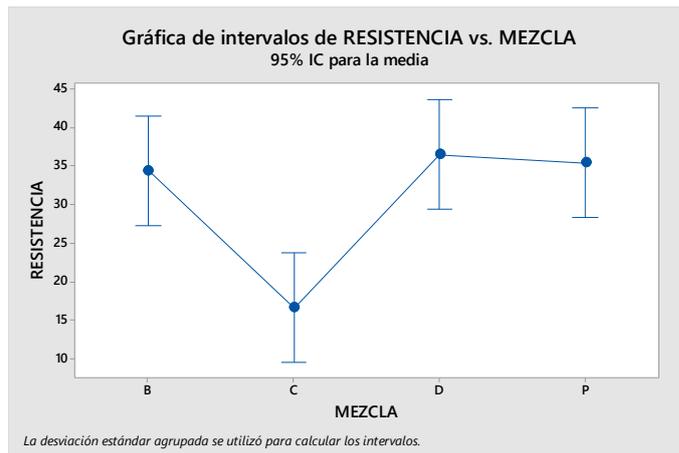


Figura 29: Gráficas de intervalos para agrupaciones de la resistencia a tracción

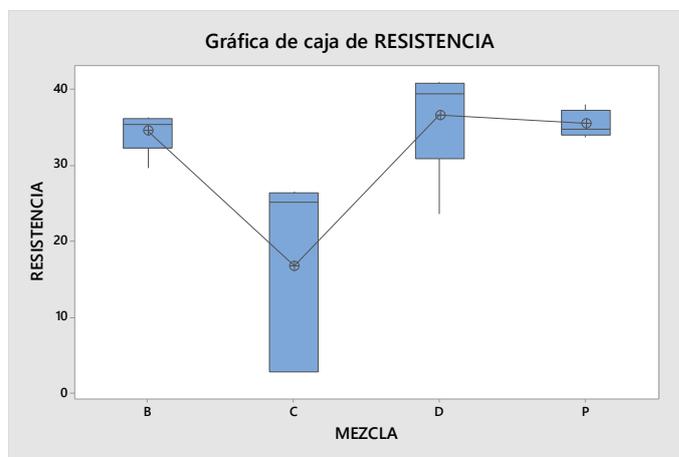


Figura 30: Gráficas de valores en caja de resistencia a Tracción

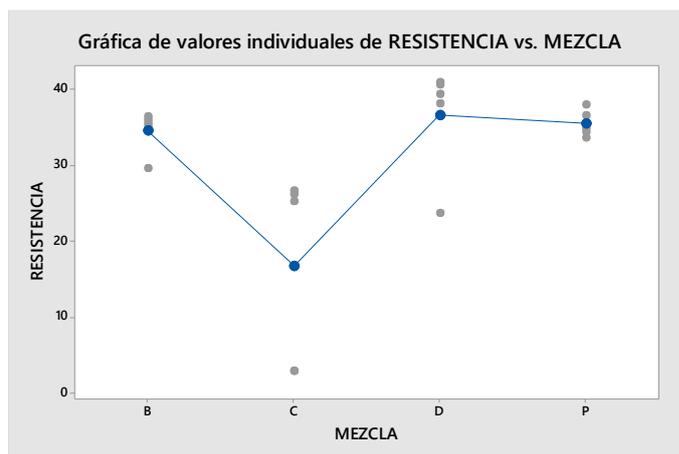


Figura 31: Grafica de valores individuales de resistencia a Tracción

En el resultado de Análisis de Varianza (ANOVA) se observa que para la fuente de variabilidad de los tratamientos no hubo significación estadística, lo que significa que no hubo importante diferencia estadística entre las medias de la resistencia a Tracción de los diferentes diseños de mezcla. Y, de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Tukey los datos de resistencia a Tracción de los cuatro tipos de mezcla son estadísticamente similares entre sí.

Según la Tabla 36 , se observa que los tratamientos mostraron valores estadísticamente similares en cuanto a la resistencia a la Tracción del diseño de Mezcla D, diseño de Mezcla Patrón y diseño de Mezcla B (Agrupación A) y le sigue el Diseño de Mezcla C (Agrupación B) que es la única mezcla que muestra cierta diferencia estadística.

4.8. ANÁLISIS DEL COSTO DE LA ELABORACIÓN DE CONCRETO

Éstos costos han sido calculados teniendo en cuenta los rendimientos ofrecidos por CAPECO, considerando el jornal para mano de obra a la fecha y los precios y las cantidades de los agregados obtenidos en los diseños realizados, se realizó el análisis de costos unitarios para la propuesta, obteniéndose los costos presentados. El análisis de costos unitarios será presente en el ANEXO VII

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

1. La resistencia a compresión de la mezcla D (con una dosificación de 0.9% de aditivo superplastificante Sikament®-290N y 10% del peso de cemento de Adición mineral Sika®Fume) obtuvo la mayor resistencia a compresión con respecto a las mezclas patrón, B y C a los 28 días (599.70 kg/cm^2 lo que corresponde al 33.27% más de la resistencia de diseño ($f'c=450\text{kg/cm}^2$))
2. La mezcla D (con una dosificación de 0.9% de aditivo superplastificante Sikament®-290N y 10% del peso de cemento de Adición mineral Sika®Fume) obtuvo el mayor módulo de elasticidad para una edad de 28 días ($E= 367802.449$ que representa el 15.59% más del módulo de Elasticidad Teórico)
3. La mezcla D (con una dosificación de 0.9% de aditivo superplastificante Sikament®-290N y 10% del peso de cemento de Adición mineral Sika® Fume) a los 28 días no alcanzó la mayor resistencia a flexión (46.19 kg/cm^2 lo que hace un 10.26% de la resistencia de diseño). La mayor resistencia a flexión la alcanzó la mezcla C (compuesto por la mezcla con dosificación de 10% de Sika®Fume) (56.72 kg/cm^2 y que en porcentaje de la resistencia de diseño hace un 12.61%.)
4. La mezcla D (con una dosificación de 0.9% de aditivo superplastificante Sikament®-290N y 10% del peso de cemento de Adición mineral Sika® Fume) a los 28 días alcanzó la máxima resistencia a tracción (36.49 kg/cm^2 que en porcentaje de la resistencia de diseño hace un 8.11% comparada con los 03 diseños de mezcla propuestos)
5. La mezcla B compuesta por aditivo superplastificante desarrolla una alta resistencia inicial, obtuvo la mayor resistencia a compresión a los 7 días de edad.
6. La menor resistencia a compresión la obtuvo la mezcla patrón en todas las edades ensayadas.
7. La adición de Sika®Fume no incrementa considerablemente la resistencia por sí sólo, sin embargo si la incrementa conjuntamente con el Aditivo Superplastificante.
8. El menor modulo de elasticidad teórico lo obtuvo la mezcla Patrón a los 14 días (80.33% del modulo de elasticidad teórico)

5.2. RECOMENDACIONES

1. Continuar con investigaciones para determinar la variación del comportamiento físico mecánico del concreto de alta resistencia utilizando otros aditivos existentes en el mercado de Cajamarca y otros agregados de canteras importantes existentes en los alrededores de la ciudad de Cajamarca.
2. Realizar futuras investigaciones con variaciones del $f'c$, edades de ensayo, propiedades de los agregados, tipo de cemento, condiciones ambientales, dosis de aditivo.
3. En los estudios relacionados con el tema, realizar ensayos del concreto no solo hasta los 28 días de edad de las muestras estos ensayos, sino a una mayor edad, ya que como se observó en la bibliografía, el desarrollo de la resistencia se extiende hasta una edad avanzada.

5.3. RECOMENDACIONES AL RUBRO DE LA CONSTRUCCION

1. Se recomienda a las personas involucradas en la industria de la construcción que tomen en cuenta la propuesta de esta tesis, por haber obtenido buenos resultados, como se observa en las conclusiones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rivva López, E. 2000. Naturaleza y materiales del concreto. Lima-Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia. Hozlo S.CR.L., 290.
2. Rivva López, E, 2004: Diseño de Mezclas de Concreto, Volumen 1. Perú.
3. Rivva López, E. (1992). Tecnología del Concreto. Diseño de Mezclas. Lima: UNI.
4. Rivva López, E. (2002). Concretos de Alta Resistencia. Lima: ICG.
5. Rivva López, E. (2004). Control del Concreto en Obra. Lima: ICG.
6. Pasquel E.: Tópicos de Tecnología del Concreto, Volumen 1.
7. Navarro Véliz y López Yaranago(2006)Tecnología de Materiales. 1° Edición Huancayo
8. Abanto Castillo, F. (s.f.). Tecnología del Concreto (Teoría y Problemas). Lima: San Marcos.
9. Gonzales Isabel G(1993). Hormigón de alta resistencia. Madrid
10. Abanto Castillo. F Tecnología del Concreto. Editorial “San Marcos”. Lima – Perú.
11. Jimenez, P., García, A & Morán F (2000). Hormigón Armado. Barcelona: Gustavo Gili
12. Gonzáles, M. “Aditivos y adiciones del concreto; norma y aplicaciones”. Disponible en: <http://www.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio/reologT9.htm>.
13. Incio Abanto, Paul Joao (2015). Influencia del aditivo Chema 3 en la resistencia a la compresión, a diferentes edades del concreto usando cemento portland tipo I y agregados de río; en la ciudad de Cajamarca.
14. Jeimi Mancipe, Laura Pereira, Diego Bermúdez (2007) Diseño de concretos de alta resistencia a partir de una puzolana natural
15. Tesis <http://200.35.84.131/portal/bases/marc/texto/2301-13-05894.pdf>
16. Tesis<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3002/1/T-UCE-0011-141.pdf>
17. Benites Espinoza Cindy Mabel .Fotografía de microsílíce [Figura1] Fotografía con microscopio eléctrico de partículas de microsílíce. [Figura2]- Lima Perú
18. Morataya Córdova, Carlos Eduardo (2005) Concreto de Alta resistencia (Experimentación en Guatemala)
19. Rivera López, G. A. (s.f.). Concreto Simple. Cauca, Colombia: Universidad del Cauca.
20. Huarcaya Garzón Coldie Ivonee (2014) Comportamiento del asentamiento en el concreto usando aditivo poli funcional Sikament 290N y aditivo súper plastificante de alto desempeño Sika Viscoflow 20E

21. Mendoza, C.J.,C. Aire y A. Fuentes, "Concretos de alta resistencia, fabricados con materiales comunes en el Distrito Federal", informe preliminar para la Dirección General de Obras, Departamento del Distrito federal, junio de 1991.
22. Huincho Salvatierra Edher (2011) Concreto de Alta Resistencia usando aditivo superplastificante, microsílíce y nano sílice con cemento portland Tipo I
23. Villanueva Sánchez Fernando Arturo (2015) Obtención de un concreto de alta resistencia para un $f'c=800\text{kg/cm}^2$ usando agregados de la cantera el Chiche - Cajamarca, aditivos y adición mineral
24. Norma ASTM C 33: Especificación Normalizada de Agregados para Concreto.
25. Norma ASTM C 150: ASTM International. 2012. USA: Especificación Normalizada para Cemento Portland
26. Norma ASTM C 136: Especificación Normalizada Granulometrías
27. Norma ASTM C 39: ASTM International. 1999. USA: Método de Ensayo Normalizado para resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto, 1999
28. *NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.088. INDECOPI. 1982.* Lima, Perú: HORMIGON (CONCRETO). Agua para morteros y hormigones de cementos Portland. Requisitos, 1982.
29. *NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.185. INDECOPI. 2002.* 1ra edición, Lima, Perú: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido total de humedad evaporable en agregados por secado, 2002.
30. *NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.018. INDECOPI. 2002.* 2da Edición, Lima, Perú: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (200) por lavado en agregados, 2002.
31. *NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.021. INDECOPI. 2002.* 2da Edición, Lima, Perú: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para espeso específico y absorción del agregado grueso., 2002.
32. *NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.022. INDECOPI. 2002.* 2a. ed., Lima, Perú: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso., 2002.
33. *NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.037. INDECOPI. 2002.* 2da Edición, Lima, Perú: AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto), 2002.

ANEXOS

ANEXO I: Cálculos y resultados de los análisis físicos de los agregados

A) Análisis granulométrico del agregado fino. NTP 400.012 / ASTM C-136

Tabla 37: Granulometría del agregado fino (Ensayo 01)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA							
FACULTAD DE INGENIERÍA							
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
MUESTRA		: AGREGADO FINO					
PROCEDENCIA		: Cantera Río Chonta					
ELABORADO POR		: Nélida Estrella Cotrina Rojas					
1°ENSAYO		PESO DE MUESTRA (GR)		1200.9		MF= 3.13	
TAMIZ		PESO DE TARA (GR)	PESO MAT. + TARA	PESO RETENIDO (GR)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
N°	(mm)						
3/8	9.5	0	0	0	0	0	100.00
4	4.76	591.70	738.6	146.90	12.23	12.23	87.77
8	2.36	739.00	909.8	170.80	14.22	26.46	73.54
16	1.18	393.30	552.1	158.80	13.22	39.68	60.32
30	0.6	415.80	622.4	206.60	17.20	56.88	43.12
50	0.3	367.90	688.1	320.20	26.66	83.55	16.45
100	0.15	297.90	423.2	125.30	10.43	93.98	6.02
200	0.075	298.00	338.1	40.10	3.34	97.32	2.68
Cazoleta				32.20	2.68	100	0

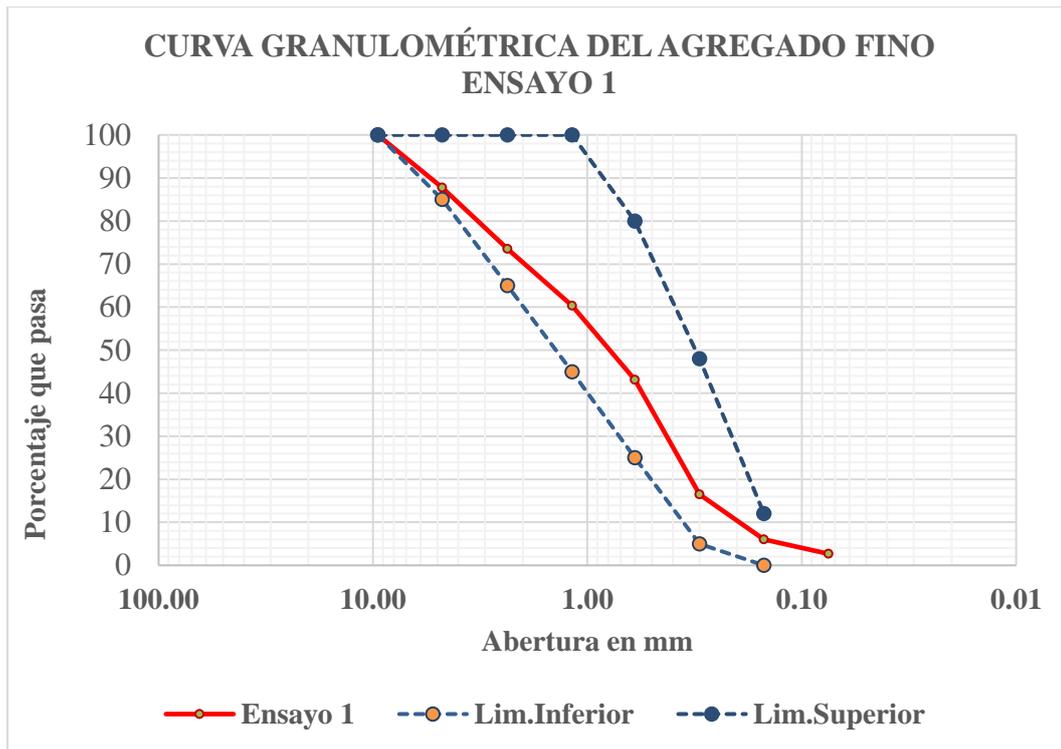


Figura 32: Curva Granulométrica del agregado Fino (Ensayo 01)

Tabla 38: Granulometría del agregado fino (Ensayo 02)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
MUESTRA		: AGREGADO FINO					
PROCEDENCIA		: Cantera Río Chonta					
ELABORADO POR		: Nélida Estrella Cotrina Rojas					
2° ENSAYO		PESO DE MUESTRA (GR)		1000.8		MF= 3.02	
TAMIZ		PESO DE TARA (GR)	PESO MAT. + TARA	PESO RETENIDO (GR)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
N°	(mm)						
3/8	9.5	0	0	0	0	0	100.00
4	4.76	591.70	730.1	138.40	13.83	13.83	86.17
8	2.36	739.00	855.6	116.60	11.65	25.48	74.52
16	1.18	393.30	496.6	103.30	10.32	35.80	64.20
30	0.6	415.80	628.4	212.60	21.24	57.04	42.96
50	0.3	367.90	577.4	209.50	20.93	77.98	22.02
100	0.15	297.90	441.3	143.40	14.33	92.31	7.69
200	0.075	298.00	348.9	50.90	5.09	97.39	2.61
Cazoleta				26.10	2.61	100	0

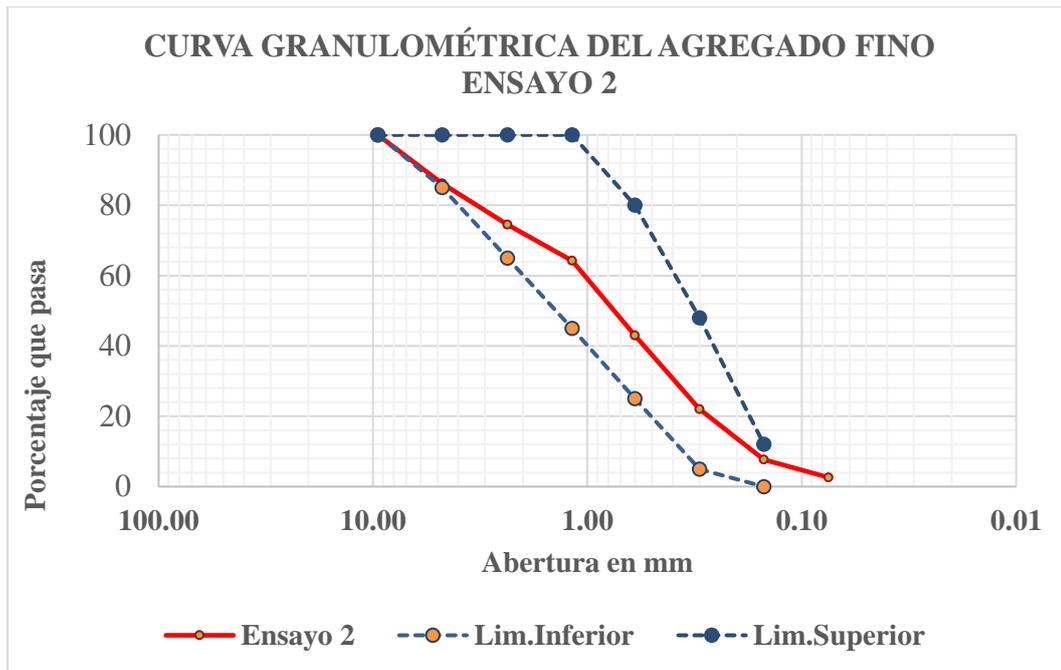


Figura 33: Curva Granulométrica del agregado Fino (Ensayo 02)

Tabla 39: Granulometría del agregado fino (Ensayo 03)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
MUESTRA		: AGREGADO FINO					
PROCEDENCIA		: Cantera Río Chonta					
ELABORADO POR		: Nélide Estrella Cotrina Rojas					
3°ENSAYO		PESO DE MUESTRA (GR)	1100			MF=	3.06
TAMIZ		PESO DE TARA (GR)	PESO MAT. + TARA	PESO RETENIDO (GR)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
Nº	(mm)						
3/8	9.5	0	0	0	0	0	100.00
4	4.76	591.70	716.4	124.70	11.34	11.34	88.66
8	2.36	739.00	850.9	111.90	10.17	21.51	78.49
16	1.18	393.30	526.7	133.40	12.13	33.64	66.36
30	0.6	415.80	720.4	304.60	27.69	61.33	38.67
50	0.3	367.90	603.5	235.60	21.42	82.75	17.25
100	0.15	297.90	435.3	137.40	12.49	95.24	4.76
200	0.075	298.00	351.3	53.30	4.85	100.08	0
Cazoleta				-0.90	0	100	0

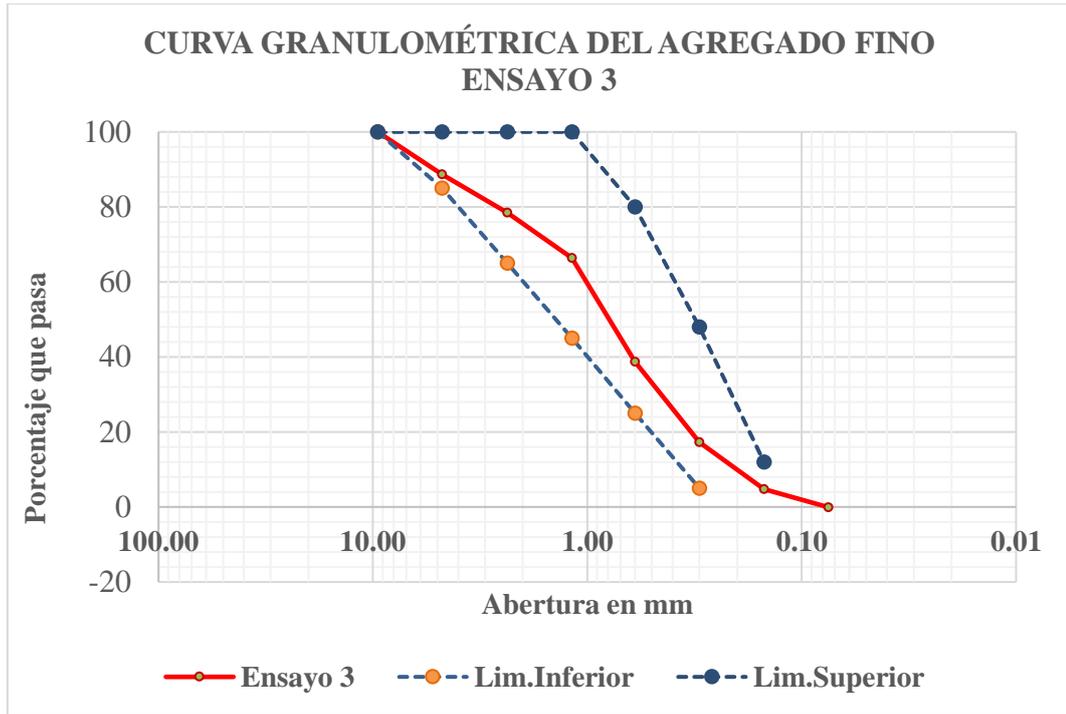


Figura 34: Curva Granulométrica del agregado Fino (Ensayo 03)

MODULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO PROMEDIO: 3.07

B) Análisis granulométrico del agregado grueso. NTP 400.012 / ASTM C-136

Tabla 40: Granulometría del agregado grueso (Ensayo 01)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
MUESTRA		: AGREGADO GRUESO					
PROCEDENCIA		: Cantera Río Chonta					
1°ENSAYO	PESO DE LA MUESTRA (GR)	8004.7			MF=	7.31	
TAMIZ		PESO DE TARA (GR)	PESO MAT. + TARA	PESO RETENIDO (GR)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
N°	(mm)						
1	37.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2	25.4	460.90	549.20	88.30	1.10	1.10	98.90
1	19	477.60	3185.10	2707.50	33.82	34.93	65.07
1/2	12.7	489.40	4496.20	4006.80	50.06	84.98	15.02
3/8	9.5	463.80	1381.30	917.50	11.46	96.44	3.56
4	4.76	591.70	825.40	233.70	2.92	99.36	0.64
Cazoleta				50.90	0.64	100.00	0

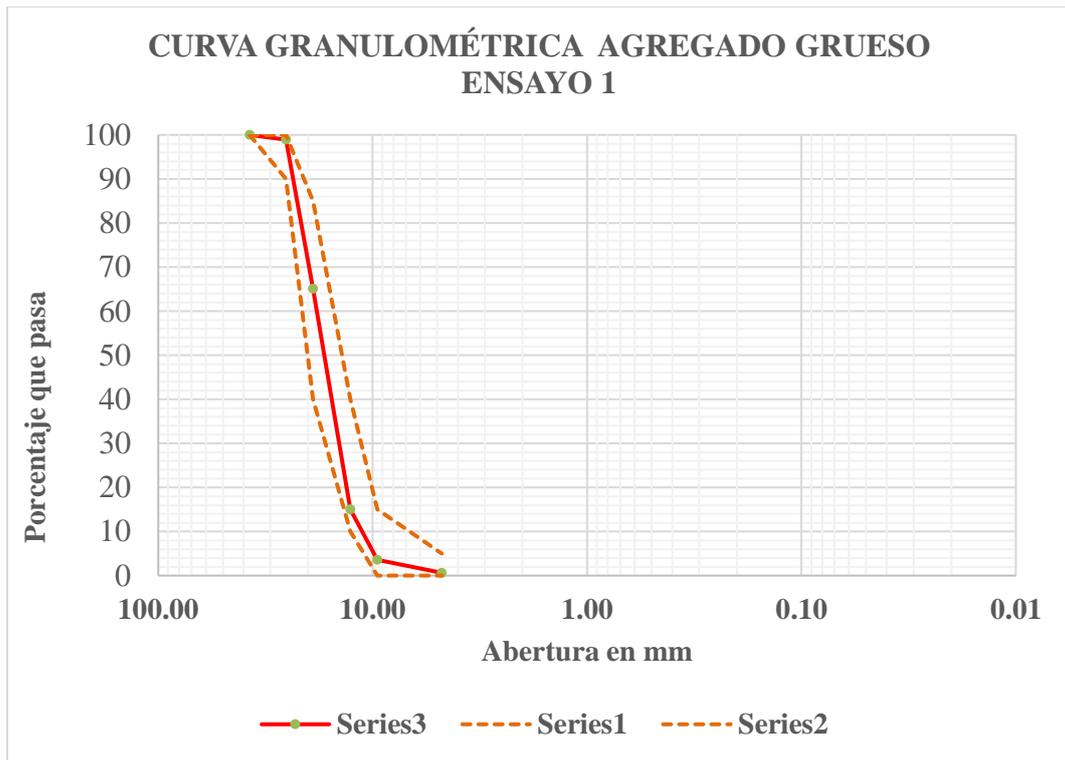


Figura 35: Curva Granulométrica del agregado Grueso (Ensayo 01)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA							
FACULTAD DE INGENIERÍA							
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
MUESTRA		: AGREGADO GRUESO					
PROCEDENCIA		: Cantera Río Chonta					
ELABORADO POR		: Nélide Estrella Cotrina Rojas					
FECHA		: Agosto del 2017					
2° ENSAYO		PESO DE LA MUESTRA (GR)		8002.3		MF= 7.25	
TAMIZ		PESO DE TARA (GR)	PESO MAT. + TARA	PESO RETENIDO (GR)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
N°	(mm)						
1	37.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2	25.4	460.90	596.20	135.30	1.69	1.69	98.31
3/4	19	477.60	2811.10	2333.50	29.16	30.85	69.15
1/2	12.7	489.40	4579.50	4090.10	51.11	81.96	18.04
3/8	9.5	463.80	1497.60	1033.80	12.92	94.88	5.12
4	4.76	591.70	963.40	371.70	4.64	99.53	0.47
Cazoleta				37.90	0.47	100.00	0

Tabla 41: Granulometría del agregado grueso (Ensayo 02)

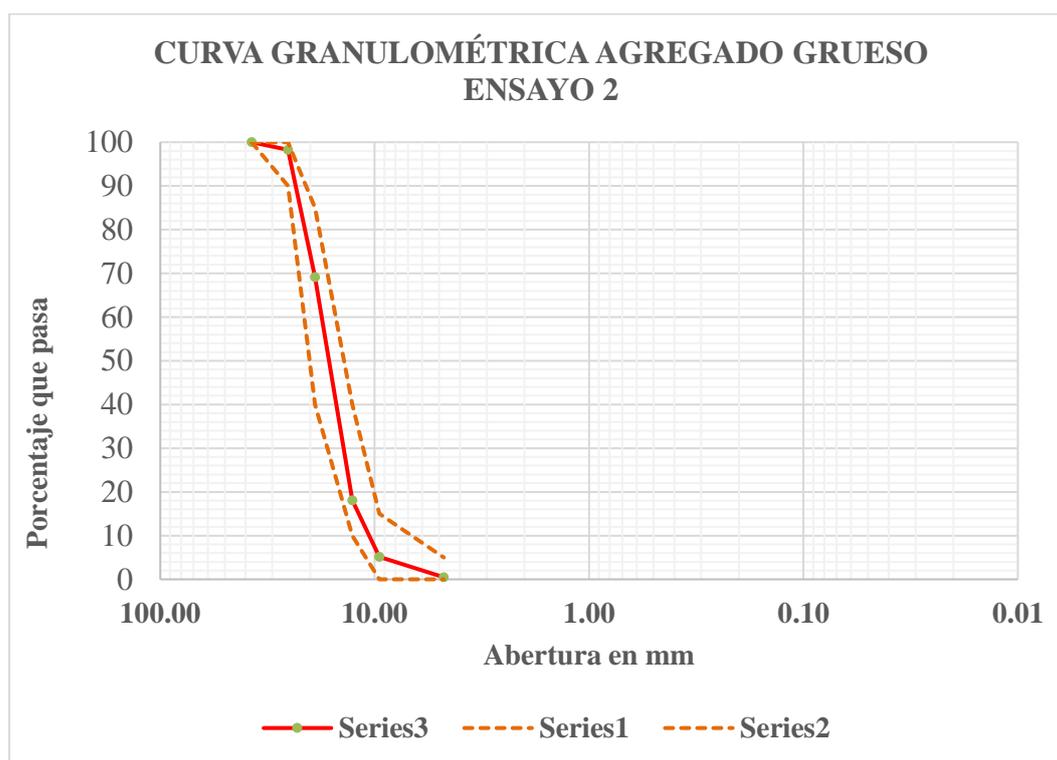


Figura 36: Curva Granulométrica del agregado Grueso (Ensayo 02)

Tabla 42: Granulometría del agregado grueso (Ensayo 03)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA							
FACULTAD DE INGENIERÍA							
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
MUESTRA		: AGREGADO GRUESO					
PROCEDENCIA		: Cantera Río Chonta					
ELABORADO POR		: Nélide Estrella Cotrina Rojas					
FECHA		: Agosto del 2017					
3°ENSAYO		PESO DE LA MUESTRA (GR)		8000.8		MF= 7.32	
TAMIZ		PESO DE TARA (GR)	PESO MAT. + TARA	PESO RETENIDO (GR)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
N°	(mm)						
1	37.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2	25.4	460.90	581.20	120.30	1.50	1.50	98.50
3/4	19	477.60	3234.30	2756.70	34.46	35.96	64.04
1/2	12.7	489.40	4711.20	4221.80	52.77	88.73	11.27
3/8	9.5	463.80	1109.50	645.70	8.07	96.80	3.20
4	4.76	591.70	760.10	168.40	2.10	98.90	1.10

Cazoleta		87.90	1.10	100.00	0
----------	--	-------	------	--------	---

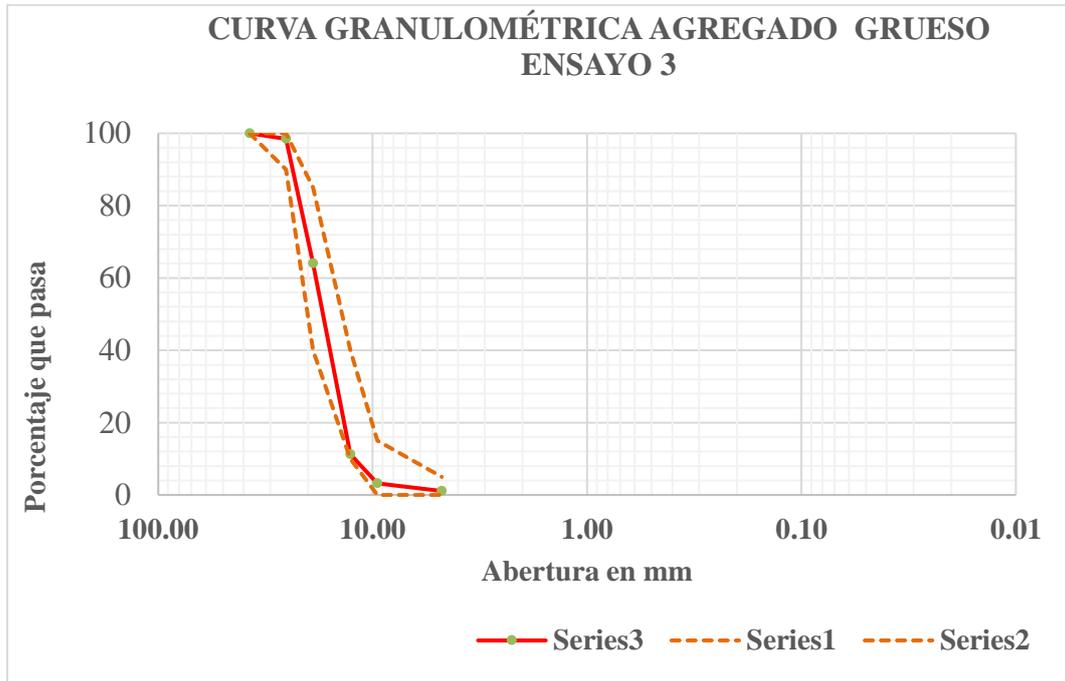


Figura 37: Curva Granulométrica del agregado Grueso (Ensayo 03)

NOTA: MODULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO PROMEDIO: 7.29

C) Peso específico y absorción del agregado fino (NTP 400.022/ ASTM C-128)

Tabla 43: Gravedad específica y absorción del agregado fino

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS (AGREGADO FINO) ASTM C128 / NTP 400.022								
REALIZADO POR :		Bach. Ing. N.Estrella Cotrina Rojas						
PROYECTO :		Proyecto de Tesis.						
N° DE ENSAYO	PESOS (g)				ABS. (%)	PESOS ESPECÍFICOS		
	Sat-Sup-Sec	Fiola + Ag	Fiola + Agua + Arena	Seco		MASA	SAT-SUP-SEC	APARENTE
1	500.0	651.0	953.9	497.3	0.54	2.523	2.537	2.558
2	500.0	651.0	951.3	483.7	3.37	2.422	2.504	2.637
3	500.0	651.0	947.7	494.5	1.11	2.432	2.459	2.500
PROMEDIOS =					1.68	2.46	2.50	2.57

Observaciones: El volumen de la fiola utilizada es de 500 cm³.

D) Peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021/ ASTM C-127)

Tabla 44: Gravedad específica y absorción del agregado grueso

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS (AGREGADO GRUESO) ASTM C127 / NTP 400.021							
REALIZADO POR : Bach. Ing. N.Estrella Cotrina Rojas PROYECTO : Proyecto de Tesis.							
N° DE ENSAYO	PESOS (g)			ABS. (%)	PESOS ESPECÍFICOS		
	Sat-Sup-Sec	Sumergido	Seco		MASA	SAT-SUP-SEC	APARENTE
1	4975.0	2912.0	4900.0	1.53	2.375	2.412	2.465
2	4905.0	2823.0	4837.0	1.41	2.323	2.356	2.402
3	4615.0	2817.0	4548.0	1.47	2.529	2.567	2.627
PROMEDIOS =				1.47	2.41	2.44	2.50

E) Peso unitario seco suelto y compactado del Agregado Fino (NTP 400.017 / ASTM C-29)

Tabla 45: Peso Unitario suelto seco del agregado fino

Peso unitario de los agregados ASTM C29 / NTP 400.017			
REALIZADO POR : Bach. Ing. N.Estrella Cotrina Rojas			
PROYECTO : Proyecto de Tesis.			
TIPO DE AGREGADO : Agregado fino			
TIPO DE PRUEBA : Peso unitario suelto seco			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO DE RECIPIENTE (g)	3881	3881	3881
PESO DE RECIP. + MATERIAL (g)	8174	8186	8472
PESO DEL MATERIAL (g)	4293	4305	4591
FACTOR (f)	0.339	0.339	0.339
PESO UNIT. SUELTO (kg/m³)	1455.7	1459.8	1556.8
PESO UNITARIO SUELTO PROMEDIO (kg/m³) =			1490.79

Tabla 46: Peso Unitario Seco Compactado del agregado fino

Peso unitario de los agregados ASTM C29 / NTP 400.017			
REALIZADO POR :	Bach. Ing. N.Estrella Cotrina Rojas		
PROYECTO :	Proyecto de Tesis.		
TIPO DE AGREGADO :	Agregado fino		
TIPO DE PRUEBA :	Peso unitario suelto compactado		
ENSAYO N°	1	2	3
PESO DE RECIPIENTE (g)	3881	3881	3881
PESO DE RECIP. + MATERIAL (g)	8652	8766	8554
PESO DEL MATERIAL (g)	4771	4885	4673
FACTOR (f)	0.339	0.339	0.339
PESO UNIT. COMPACT. (kg/m³)	1617.8	1656.5	1584.6
PESO UNITARIO COMPACTADO PROM. (kg/m³) =	1619.65		

F) Peso unitario seco suelto y compactado del Agregado Grueso (NTP 400.017 / ASTM C-29)

Tabla 47: Peso unitario suelto seco del agregado grueso

Peso unitario de los agregados ASTM C29 / NTP 400.017			
REALIZADO POR :	Bach. Ing. N.Estrella Cotrina Rojas		
PROYECTO :	Proyecto de Tesis.		
TIPO DE AGREGADO :	Agregado grueso		
TIPO DE PRUEBA :	Peso unitario suelto seco		
ENSAYO N°	1	2	3
PESO DE RECIPIENTE (g)	4201	4201	4201
PESO DE RECIP. + MATERIAL (g)	17360	17490	17401
PESO DEL MATERIAL (g)	13159	13289	13200
FACTOR (f)	0.106	0.106	0.106
PESO UNIT. SUELTO (kg/m³)	1391.8	1405.5	1396.1
PESO UNITARIO SUELTO PROMEDIO (kg/m³) =	1397.78		

Tabla 48: Peso unitario Suelto compactado del agregado grueso

Peso unitario de los agregados ASTM C29 / NTP 400.017			
REALIZADO POR : Bach. Ing. N.Estrella Cotrina Rojas			
PROYECTO : Proyecto de Tesis.			
TIPO DE AGREGADO : Agregado grueso			
TIPO DE PRUEBA : Peso unitario suelto compactado			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO DE RECIPIENTE (g)	4201	4201	4201
PESO DE RECIP. + MATERIAL (g)	18736	18485	18339
PESO DEL MATERIAL (g)	14535	14284	14138
FACTOR (f)	0.106	0.106	0.106
PESO UNIT. COMPACT. (kg/m³)	1537.3	1510.7	1495.3
PESO UNITARIO COMPACTADO PROM (kg/m³) =			1514.44

G) Contenido de Humedad (NTP 339.185 / ASTM C-566)

Tabla 49: Contenido de Humedad del agregado fino

Contenido de humedad de los agregados ASTM C566 / NTP 339.185			
REALIZADO POR : Bach. Ing.N.Estrella Cotrina Rojas			
PROYECTO : Proyecto de Tesis.			
TIPO DE AGREGADO : Agregado fino			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO DE RECIPIENTE (g)	37.00	39.00	39.00
PESO M. HÚM.+RECIP. (g)	503.00	501.00	486.00
PESO M. SECA.+RECIP. (g)	489.70	487.70	473.20
PESO DEL AGUA (g)	13.30	13.30	12.80
PESO M. SECA (g)	452.70	448.70	434.20
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.938	2.964	2.948
PROMEDIO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (%) =			2.95

Tabla 50: Contenido de Humedad del agregado grueso

Contenido de humedad de los agregados ASTM C566 / NTP 339.185			
REALIZADO POR : Bach. Ing.N.Estrella Cotrina Rojas			
PROYECTO : Proyecto de Tesis.			
TIPO DE AGREGADO : Agregado grueso			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO DE RECIPIENTE (g)	83.00	75.00	84.00
PESO M. HÚM.+RECIP. (g)	1205.00	1189.00	1127.00
PESO M. SECA.+RECIP. (g)	1192.00	1173.00	1119.00
PESO DEL AGUA (g)	13.00	16.00	8.00
PESO M. SECA (g)	1109.00	1098.00	1035.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.172	1.457	0.773
PROMEDIO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (%) =			1.13

H) Porcentaje que pasa la malla N°200 del agregado fino y grueso (ASTM C-117 / NTP 400.018)

Tabla 51: Material que pasa por la malla N°200 contenido en el agregado fino

Material fino contenido en los agregados ASTM C117 / NTP 400.018			
REALIZADO POR : Bach. Ing. N.Estrella Cotrina Rojas			
PROYECTO : Proyecto de Tesis.			
IDENT. DE MUESTRA	PESO INICIAL SECO (g)	PESO FINAL SECO Lavado × malla #200 (g)	% DE FINOS
Arena - M1	507.0	501.0	1.18
Arena - M2	500.0	487.0	2.60
Arena - M3	502.0	497.0	1.00
PROMEDIO			1.59

Tabla 52: Material que pasa por la malla N°200 contenido en el agregado Grueso

Material fino contenido en los agregados ASTM C117 / NTP 400.018			
REALIZADO POR : Bach. Ing. N.Estrella Cotrina Rojas PROYECTO : Proyecto de Tesis.			
IDENT. DE MUESTRA	PESO INICIAL SECO (g)	PESO FINAL SECO Lavado × malla #200 (g)	% DE FINOS
Grava - M1	2530.0	2525.0	0.20
Grava - M2	2690.0	2685.0	0.19
Grava - M3	2550.0	2540.0	0.39
PROMEDIO			0.26

I) Desgaste a la Abrasión (NTP 400.017 / NTP 400.019 / ASTM C-131)

Tabla 53: Desgaste a la Abrasión

Resistencia a la Abrasión de los agregados Máquina de los Ángeles ASTM C131 / NTP 400.019					
IDENT. DE MUESTRA	TIPO GRANULOM.	NÚMERO ESFERAS	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	% DE DESGASTE
TMN = 1"	"A"	12	5000.0	3635.00	27.30

ANEXO II: Diseño de Mezclas de concreto usando el método del módulo de finura de la combinación de agregados

A) DISEÑO 1: Diseño Patrón : Sin Aditivo o Adición Mineral

DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN:

- 1) $F'c$ diseño = 450 kg/cm²
- 2) $F'cr = 1.2 * 450 = 540$ kg/cm²

- 3) TMN=3/4”
 4) Slump = 3”- 4”
 5) Según Tabla 5 y Tabla 6 se determina la cantidad de Agua y Aire
 Agua = 205 lts Aire = 2 %
 6) Relación A/C =0.41

7) Hallamos el factor cemento :

$$\text{Factor Cemento} = \frac{205}{0.41} = \frac{500}{42.5} = 11.76 \text{ bolsas}$$

8) Calculo del volumen de la pasta:

Cemento:	0.16025641	(500/3120)
H2O:	0.205	
Aire:	0.02	
	0.3853	

9) Calculo del volumen de los agregados:

$$V_{ag} = 1 - 0.3853 = 0.6147$$

10) Calculo del módulo de finura:

11	↔	5.34	Hallamos el valor de mc
11.76	↔	mc	mc = 5.394
12	↔	5.41	

$$mc = rf \times mf + rg \times mg; \quad rf + rg = 1$$

$$5.39 = rf \times 3.07 + rg \times 7.29$$

$$rf = 44.93\% \quad rg = 55.07\%$$

11) Calculo del volumen Absoluto de los Agregados:

Af=	0.6147	x	0.4493	=	0.2762
Ag=	0.6147	x	0.5507	=	0.3385

12) Calculo del peso seco de los Agregados:

Af=	0.2762	x	2460	=	679.45
Ag=	0.3385	x	2410	=	815.79

13) Corrección por Humedad (Cantidades por m3)

CEMENTO= 500 kg/m³
 H₂O= 201.84 lt/m³
 Af= 699.49 kg/m³
 Ag= 822.32 kg/m³

14) Calculo para el volumen requerido (8 Probetas de 6" x 12")

VOL N° 1 PROBETA= 0.00556
 N° DE PROBETAS= 8 FACTOR= 0.0525

 CEMENTO= 26.24 kg
 H₂O= 10.59 lt
 Af= 36.71 kg
 Ag= 43.16 kg

B) DISEÑO 2: Diseño de mezcla B el cual contiene 0.9% de aditivo superplastificante Sikament®-290N

DISEÑO DE MEZCLA B:

- 1) F'c diseño = 450 kg/cm²
- 2) F'cr= 1.2*450=540 kg/cm²
- 3) TMN=3/4"
- 4) Slump = 3"- 4"
- 5) Según Tabla 5 y Tabla 6 se determina la cantidad de Agua y Aire

Agua = 205 lts (Sikament reduce 20% de agua)

Agua = 164 lts

Aire = 2 %

6) Relación A/C =0.41

7) Hallamos el factor cemento :

$$\text{Factor Cemento} = \frac{164}{0.41} = \frac{400}{42.5} = 9.41 \text{ bolsas}$$

8) Hallamos el aditivo por m³:

$$\begin{array}{rcl} \text{ADT} = & 0.009 & \times 400 \text{ ML} \\ \text{ADT} = & 3.6 & \text{Lts} \end{array}$$

9) Calculo del volumen de la pasta:

Cemento:	0.1282	(400x3120)
H2O:	0.164	
Sikament-290N	0.003	
Aire:	0.02	
	<hr/>	
	0.3152	

10) Calculo del volumen de los agregados:

$$V_{ag} = 1 - 0.3152 = 0.6848 \text{ m}^3$$

11) Calculo del módulo de finura:

9	↔	5.19	Hallamos el valor de mc
9.41	↔	mc	mc = 5.219
10	↔	5.26	

$$mc = r_f \times m_f + r_g \times m_g; \quad r_f + r_g = 1$$

$$5.22 = r_f \times 3.07 + r_g \times 7.29$$

$$r_f = 49.08\% \quad r_g = 50.92\%$$

12) Calculo del volumen Absoluto de los Agregados:

$$\begin{array}{rcl} A_f = & 0.6848 & \times 0.4908 = 0.3361 \text{ m}^3 \\ A_g = & 0.6848 & \times 0.5092 = 0.3487 \text{ m}^3 \end{array}$$

13) Calculo del peso seco de los Agregados:

$$\begin{array}{rcl} A_f = & 0.2762 & \times 2460 = 679.45 \text{ kg/m}^3 \\ A_g = & 0.3385 & \times 2410 = 815.79 \text{ kg/m}^3 \end{array}$$

14) Corrección por Humedad (Cantidades por m³)

CEMENTO =	400	kg/m ³
AGUA =	159.13	l/m ³
Sikament-290N =	3.6	l/m ³
Af =	851.2	kg/m ³
Ag =	847.09	kg/m ³

15) Calculo para el volumen requerido (8 Probetas de 6" x 12")

VOL N° 1 PROBETA=	0.00556	
N° DE PROBETAS=	8	FACTOR= 0.0525 m3
CEMENTO=	20.99	kg
AGUA=	8.35	lt
ADITIVO=	0.18895104	lt
Af=	45	kg
Ag=	44.46	kg

C) Diseño de mezcla C el cual contiene 0.9% de aditivo superplastificante Sikament®-290N y 10% de Adición mineral Sika®Fume

DISEÑO DE MEZCLA C:

- 1) F'c diseño = 450 kg/cm²
- 2) F'cr= 1.2*450=540 kg/cm²
- 3) TMN=3/4"
- 4) Slump = 3"- 4"
- 5) Según Tabla 5 y Tabla 6 se determina la cantidad de Agua y Aire
 Agua = 205 lts
 Aire = 2 %

- 6) Relación A/C =0.41
- 7) Hallamos el factor cemento :

$$\text{Factor Cemento} = \frac{205}{0.41} = \frac{500}{42.5} = 11.76 \text{ bolsas}$$

- 8) Hallamos el aditivo por m³:

$$\begin{aligned} \text{ADT} &= 0.1 \quad \times \quad 500 \quad \text{ML} \\ \text{ADT} &= 50 \quad \text{Kg} \end{aligned}$$

9) Calculo del volumen de la pasta:

Cemento:	0.1603	(500/3120)
H2O:	0.205	
Sikament-290N	0.0227	
Aire:	0.02	
	<u>0.4080</u>	

10) Calculo del volumen de los agregados:

$$V_{ag} = 1 - 0.4080 = 0.5920 \text{ m}^3$$

11) Calculo del módulo de finura:

11	↔	5.34	Hallamos el valor de mc
11.76	↔	mc	mc = 5.394
12	↔	5.41	

$$mc = r_f \times m_f + r_g \times m_g; \quad r_f + r_g = 1$$

$$5.394 = r_f \times 3.07 + r_g \times 7.29$$

$$r_f = 44.93 \% \quad r_g = 55.07 \%$$

12) Calculo del volumen Absoluto de los Agregados:

$$A_f = 0.5920 \times 0.4493 = 0.266 \text{ m}^3$$

$$A_g = 0.5920 \times 0.4493 = 0.326 \text{ m}^3$$

13) Calculo del peso seco de los Agregados:

$$A_f = 0.266 \times 2460 = 654.36 \text{ kg/m}^3$$

$$A_g = 0.326 \times 2410 = 785.66 \text{ kg/m}^3$$

14) Corrección por Humedad (Cantidades por m3)

CEMENTO =	500	kg/m3
H2O =	201.95	l/m3
Sika Fume =	50	kg/m3
Af =	673.66	kg/m3
Ag =	791.95	kg/m3

15) Calculo para el volumen requerido (8 Probetas de 6" x 12")

$$VOL \text{ N}^\circ 1 \text{ PROBETA} = 0.00556$$

$$N^\circ \text{ DE PROBETAS} = 8 \quad \text{FACTOR} = 0.0525 \text{ m}^3$$

CEMENTO=	26.24	kg
AGUA=	10.6	lt
SIKA FUME =	2.62432	Kg
Af=	35	kg

$$\text{Ag} = 41.57 \text{ kg}$$

D) DISEÑO DE MEZCLA 3: Diseño de mezcla D compuesto por 0.9% de aditivo superplastificante Sikament-290N y 10% de adición mineral SikaFume

DISEÑO DE MEZCLA D:

- 1) $F'c \text{ diseño} = 450 \text{ kg/cm}^2$
- 2) $F'cr = 1.2 * 450 = 540 \text{ kg/cm}^2$
- 3) $TMN = 3/4''$
- 4) $Slump = 3'' - 4''$
- 5) Según Tabla 5 y Tabla 6 se determina la cantidad de Agua y Aire
 Agua = 205 lts
 Agua = 164 lts (Reduce 20%)
 Aire = 2 %
- 6) Relación A/C = 0.41
- 7) Hallamos el factor cemento :

$$\text{Factor Cemento} = \frac{164}{0.41} = \frac{400}{42.5} = 9.41 \text{ bolsas}$$

- 8) Hallamos el aditivo por m³:

$$\begin{array}{l} \text{SIKAMENT - 290N} = 0.009 \text{ X } 400 \text{ ML} \\ \text{SIKAMENT - 290N} = 3.6 \text{ lts} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{SIKA FUME} = 0.100 \text{ X } 400 \\ \text{SIKA FUME} = 40 \text{ kg} \end{array}$$

- 9) Calculo del volumen de la pasta:

Cemento:	0.1282	(400/3120)
H2O:	0.164	
Sikament-290N	0.0227	
Sika-Fume	0.0182	
Aire:	0.02	
	0.3334	

- 10) Calculo del volumen de los agregados:

$$V_{ag} = 1 - 0.3334 = 0.6666 \text{ m}^3$$

- 11) Calculo del módulo de finura:

9	↔	5.19	Hallamos el valor de mc
09.41	↔	mc	mc = 5.219
10	↔	5.26	

$$mc = r_f \times m_f + r_g \times m_g; \quad r_f + r_g = 1$$

$$5.219 = r_f \times 3.07 + r_g \times 7.29$$

$$r_f = 49.08 \% \quad r_g = 50.92 \%$$

12) Calculo del volumen Absoluto de los Agregados:

Af=	0.6666	x	0.4908	=	0.3271 m3
Ag=	0.6666	x	0.5092	=	0.3395 m3

13) Calculo del peso seco de los Agregados:

Af=	0.3271	x	2460	=	804.67 kg/m3
Ag=	0.3395	x	2410	=	818.20 kg/m3

14) Corrección por Humedad (Cantidades por m3)

CEMENTO =	400	kg/m3
H2O =	159.26	l/m3
Sikament – 290N =	3.6	l/m3
Sika Fume =	40	kg/m3
Af =	828.41	kg/m3
Ag =	824.75	kg/m3

15) Calculo para el volumen requerido (8 Probetas de 6" x 12")

VOL N° 1 PROBETA=	0.00556	
N° DE PROBETAS=	8	FACTOR= 0.0525 m3
CEMENTO=	20.99	kg
H2O=	8.36	lt
SIKAMENT – 290N =	0.18895	Lt
SIKA FUME =	2.099	Kg
Af=	43	kg
Ag=	43.29	kg

ANEXO III: Cálculos y resultados de los ensayos de resistencia a compresión

A) Resistencia a compresión de Diseño de Mezcla Patrón

EDAD 7 DIAS

Tabla 54: Ensayo a compresión uniaxial de especímenes de concreto con mezcla P a los 7 días de edad.

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA COMPRESIÓN - ASTM C39 / NTP 339.034											
ELABORADO POR:	Bach. Ing. Nélide Estrella Cotrina Rojas					TIPO DE MEZCLA:	P				
UBICACIÓN:	UNC-Cajamarca, E.A.P. de Ingeniería Civil.					f'cr REQUERIDA:	540 kg/cm ²				
FECHA DE FABRIC.:	24/12/2017					f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²				
FECHA DE ENSAYO:	31/12/2017					# DE ESPECÍMENES:	8				
EDAD:	7 DIAS										
PROBETA	DATOS PROBETA ENDURECIDA						DATOS PRUEBA A COMPRESIÓN				
	DIÁM. (cm)	ALT. (cm)	ÁREA (cm ²)	VOL. (m ³)	PESO (kg)	P.U. (kg/m ³)	CARGA ROT. (kg)	TIPO FALLA	f'c-OBT. (kg/cm ²)	f'c-OBT. (%)	MODO DE FALLA
P1-241217-7D	14.980	30.5	176.24	0.00537543	12.890	2398	57.5	(6)	326.25	72.50	Frágil
P2-241217-7D	14.810	30.0	172.27	0.00516799	12.800	2477	55.0	(6)	319.27	70.95	Frágil
P3-241217-7D	14.780	30.3	171.57	0.00518996	12.660	2439	56.5	(6)	329.31	73.18	Frágil
P4-241217-7D	14.900	30.4	174.37	0.00530073	12.750	2405	61.3	(3)	351.56	78.12	Dúctil
P5-241217-7D	14.800	30.3	172.03	0.00521262	12.660	2429	58.0	(6)	337.14	74.92	Frágil
P6-241217-7D	14.880	30.3	173.90	0.00526043	12.880	2448	56.5	(6)	324.90	72.20	Frágil
P7-241217-7D	14.810	30.4	170.18	0.00517347	12.720	2459	57.4	(6)	337.29	74.95	Dúctil
P8-241217-7D	14.800	30.3	172.27	0.00521978	12.920	2475	57.0	(6)	330.88	73.53	Frágil
PROMEDIO	-	-	-	-	-	2441	-	-	332.08	73.79	25 %Dúctil
									DS	9.934038562	
									CV	2.991492948	

Comentario: Se obtuvo una resistencia a compresión promedio de 332.08 kg/cm² que corresponde a un 73.79% de la resistencia a compresión de diseño

EDAD 14 DIAS

Tabla 55: Ensayo a compresión uniaxial de especímenes de concreto con mezcla P a los 14 días de edad.

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA COMPRESIÓN - ASTM C39 / NTP 339.034											
ELABORADO POR:	Bach. Ing. Nélide Estrella Cotrina Rojas						TIPO DE MEZCLA:	P			
PROYECTO:	Proyecto de Tesis.						CEMENTO:	PORTLAND TIPO I			
PROCED. DE AGREG.:	Cantera "Roca Fuerte", Río Chonta						f'cr REQUERIDA:	540 kg/cm ²			
UBICACIÓN:	UNC-Cajamarca, E.A.P. de Ingeniería Civil.						f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²			
FECHA DE FABRIC.:	10/12/2017						# DE ESPECÍMENES:	8			
FECHA DE ENSAYO:	24/12/1931						EDAD :	14 DÍAS			
PROBETA	DATOS PROBETA ENDURECIDA						DATOS PRUEBA A COMPRESIÓN				
	DIÁM. (cm)	ALT. (cm)	ÁREA (cm ²)	VOL. (m ³)	PESO (kg)	P.U. (kg/m ³)	CARGA ROT. (kg)	TIPO FALLA	f'c-OBT. (kg/cm ²)	f'c-OBT. (%)	MODO DE FALLA
P1-101217-14D	15.000	30.42	176.71	0.00538	13.010	2420	72.5	(6)	410.27	91.17	Frágil
P2-101217-14D	14.720	30.15	170.18	0.00513	12.621	2460	74.5	(6)	437.77	97.28	Frágil
P3-101217-14D	14.880	30.30	173.90	0.00527	12.960	2460	71.4	(6)	410.58	91.24	Frágil
P4-101217-14D	14.920	30.50	174.83	0.00533	12.905	2420	77.0	(6)	440.42	97.87	Dúctil
P5-101217-14D	14.900	30.10	174.37	0.00525	12.920	2462	68.5	(6)	392.85	87.30	Frágil
P6-101217-14D	14.910	30.40	174.60	0.00531	12.965	2443	77.0	(6)	441.01	98.00	Frágil
P7-101217-14D	14.870	30.35	173.66	0.00527	12.970	2461	77.7	(3)	447.41	99.43	Dúctil
P8-101217-14D	14.890	30.50	174.13	0.00531	12.943	2437	69.4	(6)	398.55	88.57	Frágil
PROMEDIO	14.886	30.34	174.05	0.00528	12.912	2445	-	-	422.36	93.86	25 %Dúctil
									DS	21.586	
									CV	5.111	

Comentario: Se obtuvo una resistencia a compresión promedio de 422.36 kg/cm² que corresponde a un 93.86% de la resistencia a compresión de diseño

EDAD 28 DIAS

Tabla 56: Ensayo a compresión uniaxial de especímenes de concreto con mezcla P a los 28 días de edad.

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA COMPRESIÓN- ASTM C39 / NTP 339.034											
ELABORADO POR:	Bach. Ing. Nélide Estrella Cotrina Rojas						TIPO DE MEZCLA:	P			
PROYECTO:	Proyecto de Tesis.						CEMENTO:	PORTLAND TIPO I			
PROCED. DE AGREG.:	Cantera "Roca Fuerte", Río Chonta						f'cr REQUERIDA:	540 kg/cm ²			
UBICACIÓN:	UNC-Cajamarca, E.A.P. de Ingeniería Civil.						f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²			
FECHA DE FABRIC.:	03/12/2017						# DE ESPECÍMENES:	8			
FECHA DE ENSAYO:	31/12/2017						EDAD :	28 DÍAS			
PROBETA	DATOS PROBETA ENDURECIDA						DATOS PRUEBA A COMPRESIÓN				
	DIÁM. (cm)	ALT. (cm)	ÁREA (cm ²)	VOL. (m ³)	PESO (kg)	P.U. (kg/m ³)	CARGA ROT. (kg)	TIPO FALLA	f'c-OBT. (kg/cm ²)	f'c-OBT. (%)	MODO DE FALLA
P1-031217-28D	14.900	30.30	174.37	0.00528	12.990	2459	85.3	(6)	489.20	108.71	Frágil
P2-031217-28D	14.890	30.11	174.13	0.00524	12.945	2469	88.5	(6)	508.23	112.94	Frágil
P3-031217-28D	14.890	30.50	174.13	0.00531	12.780	2406	84.5	(3)	485.26	107.84	Dúctil
P4-031217-28D	14.910	30.60	174.60	0.00534	13.070	2446	88.0	(6)	504.01	112.00	Frágil
P5-031217-28D	14.780	30.45	171.57	0.00522	12.975	2484	88.2	(6)	514.08	114.24	Frágil
P6-031217-28D	14.880	30.40	173.90	0.00529	12.995	2458	87.1	(6)	500.87	111.30	Frágil
P7-031217-28D	14.920	30.30	174.83	0.00530	12.931	2441	87.4	(6)	499.90	111.09	Frágil
P8-031217-28D	14.910	30.42	174.60	0.00531	12.957	2439	85.3	(6)	488.54	108.57	Frágil
PROMEDIO	14.885	30.39	174.02	0.00529	12.955	2450	-	-	498.76	110.84	12.5 %Dúctil
									DS	10.251	
									CV	2.055	

Comentario: Se obtuvo una resistencia a compresión promedio de 498.76 kg/cm² que corresponde a un 110.84 % de la resistencia a compresión de diseño

B) Resistencia a compresión de diseño de Mezcla B : Con dosificación de Sikament-290N de 0.9%

EDAD 7 DIAS

Tabla 57: Ensayo a compresión uniaxial de especímenes de concreto con mezcla B a los 7 días de edad.

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA COMPRESIÓN- ASTM C39 / NTP 339.034											
ELABORADO POR:	Bach. Ing. Nélide Estrella Cotrina Rojas					TIPO DE MEZCLA:	B				
PROYECTO:	Proyecto de Tesis.					CEMENTO:	PORTLAND TIPO I				
PROCED. DE AGREG.:	Cantera "Roca Fuerte", Río Chonta					f'cr REQUERIDA:	540 kg/cm ²				
UBICACIÓN:	UNC-Cajamarca, E.A.P. de Ingeniería Civil.					f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²				
FECHA DE FABRIC.:	24/12/2017					# DE ESPECÍMENES:	8				
FECHA DE ENSAYO:	31/12/2017					EDAD :	7 DIAS				
PROBETA	DATOS PROBETA ENDURECIDA						DATOS PRUEBA A COMPRESIÓN				
	DIÁM. (cm)	ALT. (cm)	ÁREA (cm ²)	VOL. (m ³)	PESO (kg)	P.U. (kg/m ³)	CARGA ROT. (kg)	TIPO FALLA	f'c-OBT. (kg/cm ²)	f'c-OBT. (%)	MODO DE FALLA
B1-241217-7D	14.950	30.51	175.54	0.00536	12.900	2409	73.5	(6)	418.71	93.05	Frágil
B2-241217-7D	14.890	30.51	174.13	0.00531	12.935	2435	70.0	(6)	401.99	89.33	Frágil
B3-241217-7D	14.980	30.00	176.24	0.00529	12.860	2432	75.5	(3)	428.38	95.20	Frágil
B4-241217-7D	14.880	30.45	173.90	0.00530	12.885	2433	73.0	(6)	419.79	93.29	Frágil
B5-241217-7D	14.810	30.30	172.27	0.00522	12.860	2464	75.0	(6)	435.37	96.75	Frágil
B6-241217-7D	14.880	30.27	173.90	0.00526	12.910	2453	73.5	(3)	422.66	93.92	Dúctil
B7-241217-7D	14.810	30.14	172.27	0.00519	12.845	2474	72.5	(3)	420.86	93.52	Dúctil
B8-241217-7D	14.800	30.43	172.03	0.00523	12.910	2466	73.7	(6)	428.40	95.20	Frágil
PROMEDIO	14.875	30.33	173.78	0.00527	12.888	2446	-	-	422.02	93.78	25 %Dúctil
									DS	9.844	
									CV	2.333	

Comentario: Se obtuvo una resistencia a compresión promedio de 422.02 kg/cm² que corresponde a un 93.78 % de la resistencia a compresión de diseño

EDAD 14 DIAS

Tabla 58: Ensayo a compresión uniaxial de especímenes de concreto con mezcla B a los 14 días de edad

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA COMPRESIÓN-ASTM C39 / NTP 339.034											
ELABORADO POR:	Bach. Ing. Nélide Estrella Cotrina Rojas						TIPO DE MEZCLA:	B			
PROYECTO:	Proyecto de Tesis.						CEMENTO:	PORTLAND TIPO I			
PROCED. DE AGREG.:	Cantera "Roca Fuerte", Río Chonta						f'cr REQUERIDA:	540 kg/cm ²			
FECHA DE FABRIC.:	10/12/2017						# DE ESPECÍMENES:	8			
FECHA DE ENSAYO:	24/12/1931						EDAD :	14 DÍAS			
PROBETA	DATOS PROBETA ENDURECIDA						DATOS PRUEBA A COMPRESIÓN				
	DIÁM. (cm)	ALT. (cm)	ÁREA (cm ²)	VOL. (m ³)	PESO (kg)	P.U. (kg/m ³)	CARGA ROT. (kg)	TIPO FALLA	f'c-OBT. (kg/cm ²)	f'c-OBT. (%)	MODO DE FALLA
B1-101217-14D	14.800	30.40	172.03	0.00523	13.065	2498	86.0	(6)	499.90	111.09	Frágil
B2-101217-14D	14.820	30.00	172.50	0.00517	13.040	2520	88.5	(6)	513.05	114.01	Frágil
B3-101217-14D	14.770	30.35	171.34	0.00520	13.170	2533	85.0	(6)	496.10	110.24	Frágil
B4-101217-14D	14.750	30.28	170.87	0.00517	13.060	2524	85.5	(6)	500.37	111.19	Frágil
B5-101217-14D	15.150	30.11	180.27	0.00543	13.370	2463	84.5	(6)	468.75	104.17	Frágil
B6-101217-14D	14.800	30.10	172.03	0.00518	12.995	2510	85.0	(6)	494.09	109.80	Frágil
B7-101217-14D	14.940	30.14	175.30	0.00528	13.104	2480	82.9	(3)	472.89	105.09	Dúctil
B8-101217-14D	14.900	30.40	174.37	0.00530	13.414	2531	82.1	(6)	470.85	104.63	Frágil
PROMEDIO	14.866	30.22	173.59	0.00525	13.152	2507	-	-	489.50	108.78	12.5 %Dúctil
									DS	16.474	
									CV	3.365	

Comentario: Se obtuvo una resistencia a compresión promedio de 489.50 kg/cm² que corresponde a un 108.78 % de la resistencia a compresión de diseño

EDAD 28 DIAS

Tabla 59: Ensayo a compresión uniaxial de especímenes de concreto con mezcla B a los 28 días de edad.

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA COMPRESIÓN - ASTM C39 / NTP 339.034											
ELABORADO POR:	Bach. Ing. Nélide Estrella Cotrina Rojas						TIPO DE MEZCLA:	B			
PROCED. DE AGREG.:	Cantera "Roca Fuerte", Río Chonta						f'cr REQUERIDA:	540 kg/cm ²			
UBICACIÓN:	UNC-Cajamarca, E.A.P. de Ingeniería Civil.						f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²			
FECHA DE FABRIC.:	03/12/2017						# DE ESPECÍMENES:	8			
FECHA DE ENSAYO:	31/12/2017						EDAD :	28 DÍAS			
PROBETA	DATOS PROBETA ENDURECIDA						DATOS PRUEBA A COMPRESIÓN				
	DIÁM. (cm)	ALT. (cm)	ÁREA (cm ²)	VOL. (m ³)	PESO (kg)	P.U. (kg/m ³)	CARGA ROT. (kg)	TIPO FALLA	f'c-OBT. (kg/cm ²)	f'c-OBT. (%)	MODO DE FALLA
B1-031217-28D	14.890	30.40	174.13	0.00529	13.190	2492	100.5	(6)	577.15	128.25	Frágil
B2-031217-28D	14.920	30.30	174.83	0.00530	13.195	2491	99.5	(6)	569.11	126.47	Frágil
B3-031217-28D	14.880	30.30	173.90	0.00527	13.170	2499	98.5	(3)	566.42	125.87	Frágil
B4-031217-28D	14.900	30.30	174.37	0.00528	13.130	2485	98.7	(6)	566.05	125.79	Frágil
B5-031217-28D	14.880	30.33	173.90	0.00527	13.155	2494	97.1	(6)	558.37	124.08	Frágil
B6-031217-28D	14.840	30.48	172.96	0.00527	13.160	2496	98.8	(3)	571.21	126.94	Frágil
B7-031217-28D	14.720	30.30	170.18	0.00516	12.840	2490	100.7	(3)	591.73	131.50	Dúctil
B8-031217-28D	14.920	30.42	174.83	0.00532	13.212	2484	98.7	(6)	564.53	125.45	Frágil
PROMEDIO	14.869	30.35	173.64	0.00527	13.132	2491	-	-	570.57	126.79	12.5 %Dúctil
									DS	10.117	
									CV	1.773	

Comentario: Se obtuvo una resistencia a compresión promedio de 570.57 kg/cm² que corresponde a un 126.79 % de la resistencia a compresión de diseño

C) Resistencia a compresión de diseño de Mezcla C: Con dosificación de 10% de Sika-Fume

EDAD 7 DIAS

Tabla 60: Ensayo a compresión uniaxial de especímenes de concreto con mezcla C a los 7 días de edad.

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA COMPRESIÓN- ASTM C39 / NTP 339.034											
ELABORADO POR:	Bach. Ing. Nélide Estrella Cotrina Rojas					TIPO DE MEZCLA:	C				
PROYECTO:	Proyecto de Tesis.					CEMENTO:	PORTLAND TIPO I				
PROCED. DE AGREG.:	Cantera "Roca Fuerte", Río Chonta					f'cr REQUERIDA:	540 kg/cm ²				
UBICACIÓN:	UNC-Cajamarca, E.A.P. de Ingeniería Civil.					f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²				
FECHA DE FABRIC.:	24/12/2017					# DE ESPECÍMENES:	8				
FECHA DE ENSAYO:	31/12/2017					EDAD :	7 DIAS				
DATOS PROBETA ENDURECIDA							DATOS PRUEBA A COMPRESIÓN				
PROBETA	DIÁM. (cm)	ALT. (cm)	ÁREA (cm²)	VOL. (m³)	PESO (kg)	P.U. (kg/m³)	CARGA ROT. (kg)	TIPO FALLA	f'c-OBT. (kg/cm²)	f'c-OBT. (%)	MODO DE FALLA
C1-241217-7D	15.110	30.63	179.32	0.00549	13.020	2371	66.3	(6)	369.74	82.16	Frágil
C2-241217-7D	14.930	30.45	175.07	0.00533	12.720	2386	62.7	(6)	358.14	79.59	Frágil
C3-241217-7D	14.880	30.50	173.90	0.00530	12.685	2392	63.5	(6)	365.16	81.15	Frágil
C4-241217-7D	14.980	30.42	176.24	0.00536	12.740	2376	65.2	(6)	369.94	82.21	Frágil
C5-241217-7D	14.900	30.50	174.37	0.00532	12.680	2384	64.5	(6)	369.91	82.20	Dúctil
C6-241217-7D	14.920	30.47	174.83	0.00533	12.731	2390	63.8	(6)	364.92	81.09	Frágil
C7-241217-7D	14.800	30.22	172.03	0.00520	13.200	2539	63.8	(6)	370.86	82.41	Frágil
C8-241217-7D	14.960	30.52	175.77	0.00536	13.323	2484	64.5	(3)	366.95	81.54	Frágil
PROMEDIO	14.935	30.46	175.19	0.00534	12.887	2415	-	-	366.95	81.54	12.5 %Dúctil
								DS	4.236998164		
								CV	1.155		

Comentario: Se obtuvo una resistencia a compresión promedio de 366.95 kg/cm² que corresponde a un 81.54% de la resistencia a compresión de diseño

EDAD 14 DIAS

Tabla 61: Ensayo a compresión uniaxial de especímenes de concreto con mezcla C a los 14 días de edad.

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA COMPRESIÓN-ASTM C39 / NTP 339.034											
ELABORADO POR:	Bach. Ing. Nérida Estrella Cotrina Rojas					TIPO DE MEZCLA:	C				
PROYECTO:	Proyecto de Tesis.					CEMENTO:	PORTLAND TIPO I				
PROCED. DE AGREG.:	Cantera "Roca Fuerte", Río Chonta					f'cr REQUERIDA:	540 kg/cm ²				
FECHA DE FABRIC.:	10/12/2017					# DE ESPECÍMENES:	8				
FECHA DE ENSAYO:	24/12/1931					EDAD :	14 DÍAS				
PROBETA	DATOS PROBETA ENDURECIDA						DATOS PRUEBA A COMPRESIÓN				
	DIÁM. (cm)	ALT. (cm)	ÁREA (cm ²)	VOL. (m ³)	PESO (kg)	P.U. (kg/m ³)	CARGA ROT. (kg)	TIPO FALLA	f'c-OBT. (kg/cm ²)	f'c-OBT. (%)	MODO DE FALLA
C1-101217-14D	14.980	30.30	176.24	0.00534	12.580	2356	78.5	(6)	445.41	98.98	Frágil
C2-101217-14D	14.900	30.60	174.37	0.00534	12.685	2377	78.0	(6)	447.33	99.41	Frágil
C3-101217-14D	14.820	30.50	172.50	0.00526	12.480	2372	80.3	(6)	465.51	103.45	Frágil
C4-101217-14D	15.100	30.48	179.08	0.00546	12.565	2302	80.0	(6)	446.73	99.27	Frágil
C5-101217-14D	14.900	30.52	174.37	0.00532	12.631	2374	78.8	(6)	451.92	100.43	Frágil
C6-101217-14D	15.000	30.41	176.71	0.00537	12.764	2375	79.5	(6)	449.88	99.97	Frágil
C7-101217-14D	14.950	30.25	175.54	0.00531	12.607	2374	78.2	(6)	445.49	99.00	Frágil
C8-101217-14D	14.980	30.52	176.24	0.00538	12.771	2374	80.8	(6)	458.46	101.88	Frágil
PROMEDIO	14.954	30.45	175.63	0.00535	12.635	2363	-	-	451.34	100.30	0 %Dúctil
									DS	7.178	
									CV	1.590	

Comentario: Se obtuvo una resistencia a compresión promedio de 451.34 kg/cm² que corresponde a un 100.3 % de la resistencia a compresión de diseño

EDAD 28 DIAS

Tabla 62: Ensayo a compresión uniaxial de especímenes de concreto con mezcla C a los 28 días de edad.

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA COMPRESIÓN - ASTM C39 / NTP 339.034											
ELABORADO POR:	Bach. Ing. Nélide Estrella Cotrina Rojas						TIPO DE MEZCLA:	C			
PROCED. DE AGREG.:	Cantera "Roca Fuerte", Río Chonta						f'cr REQUERIDA:	540 kg/cm ²			
UBICACIÓN:	UNC-Cajamarca, E.A.P. de Ingeniería Civil.						f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²			
FECHA DE FABRIC.:	03/12/2017						# DE ESPECÍMENES:	8			
FECHA DE ENSAYO:	31/12/2017						EDAD :	28 DÍAS			
PROBETA	DATOS PROBETA ENDURECIDA						DATOS PRUEBA A COMPRESIÓN				
	DIÁM. (cm)	ALT. (cm)	ÁREA (cm ²)	VOL. (m ³)	PESO (kg)	P.U. (kg/m ³)	CARGA ROT. (kg)	TIPO FALLA	f'c-OBT. (kg/cm ²)	f'c-OBT. (%)	MODO DE FALLA
C1-031217-28D	14.870	30.40	173.66	0.00528	12.755	2416	88.0	(6)	506.72	112.61	Frágil
C2-031217-28D	14.770	30.51	171.34	0.00523	12.705	2430	88.3	(3)	515.36	114.52	Frágil
C3-031217-28D	14.900	30.53	174.37	0.00532	12.765	2398	88.5	(6)	507.55	112.79	Frágil
C4-031217-28D	14.890	30.48	174.13	0.00531	12.765	2405	87.0	(6)	499.62	111.03	Frágil
C5-031217-28D	14.700	30.48	169.72	0.00517	12.530	2422	89.1	(6)	524.99	116.67	Frágil
C6-031217-28D	14.950	30.52	175.54	0.00536	12.413	2317	86.0	(6)	489.92	108.87	Dúctil
C7-031217-28D	14.800	30.47	172.03	0.00524	13.010	2482	88.6	(6)	515.02	114.45	Frágil
C8-031217-28D	14.960	30.50	175.77	0.00536	13.314	2483	88.1	(6)	501.21	111.38	Frágil
PROMEDIO	14.855	30.49	173.32	0.00528	12.782	2419	-	-	507.55	112.79	12.5 %Dúctil
								DS	10.925		
								CV	2.152		

Comentario: Se obtuvo una resistencia a compresión promedio de 507.55 kg/cm² que corresponde a un 112.79 % de la resistencia a compresión de diseño

D) Resistencia a compresión de Diseño de Mezcla D: Con dosificación de 0.9 % de Sikament-290N y 10% de Sikafume

EDAD 7 DIAS

Tabla 63: Ensayo a compresión uniaxial de especímenes de concreto con mezcla D a los 7 días de edad.

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA COMPRESIÓN- ASTM C39 / NTP 339.034											
ELABORADO POR:		Bach. Ing. Nélide Estrella Cotrina Rojas					TIPO DE MEZCLA:		D		
PROYECTO:		Proyecto de Tesis.					CEMENTO:		PORTLAND TIPO I		
PROCED. DE AGREG.:		Cantera "Roca Fuerte", Río Chonta					f'cr REQUERIDA:		540 kg/cm ²		
UBICACIÓN:		UNC-Cajamarca, E.A.P. de Ingeniería Civil.					f'c DE DISEÑO:		450 kg/cm ²		
FECHA DE FABRIC.:		24/12/2017					# DE ESPECÍMENES:		8		
FECHA DE ENSAYO:		31/12/2017					EDAD :		7 DIAS		
DATOS PROBETA ENDURECIDA							DATOS PRUEBA A COMPRESIÓN				
PROBETA	DIÁM. (cm)	ALT. (cm)	ÁREA (cm²)	VOL. (m³)	PESO (kg)	P.U. (kg/m³)	CARGA ROT. (kg)	TIPO FALLA	f'c-OBT. (kg/cm²)	f'c-OBT. (%)	MODO DE FALLA
D1-241217-7D	14.990	30.20	176.48	0.00533	12.910	2422	62.5	(6)	354.15	78.70	Frágil
D2-241217-7D	14.870	30.49	173.66	0.00530	13.025	2460	65.5	(6)	377.16	83.81	Frágil
D3-241217-7D	15.000	30.48	176.71	0.00539	13.200	2451	66.4	(6)	375.75	83.50	Frágil
D4-241217-7D	15.100	30.60	179.08	0.00548	12.970	2367	65.0	(6)	362.97	80.66	Frágil
D5-241217-7D	14.890	30.10	174.13	0.00524	12.975	2475	70.0	(6)	401.99	89.33	Frágil
D6-241217-7D	14.930	30.40	175.07	0.00532	12.980	2439	66.5	(6)	379.85	84.41	Frágil
D7-241217-7D	14.990	30.47	176.48	0.00538	13.100	2436	65.3	(6)	370.02	82.23	Frágil
D8-241217-7D	14.920	30.20	174.83	0.00528	13.240	2508	65.6	(6)	375.21	83.38	Dúctil
PROMEDIO	14.961	30.37	175.81	0.00534	13.050	2445	-	-	374.64	83.25	12.5 %Dúctil
								DS	13.942		
								CV	3.722		

Comentario: Se obtuvo una resistencia a compresión promedio de 374.64 kg/cm² que corresponde a un 83.25 % de la resistencia a compresión de diseño

EDAD 14 DIAS

Tabla 64: Ensayo a compresión uniaxial de especímenes de concreto con mezcla D a los 14 días de edad.

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA COMPRESIÓN-ASTM C39 / NTP 339.034											
ELABORADO POR:	Bach. Ing. Nélida Estrella Cotrina Rojas					TIPO DE MEZCLA:	D				
PROYECTO:	Proyecto de Tesis.					CEMENTO:	PORTLAND TIPO I				
PROCED. DE AGREG.:	Cantera "Roca Fuerte", Río Chonta					f'cr REQUERIDA:	540 kg/cm ²				
FECHA DE FABRIC.:	10/12/2017					# DE ESPECÍMENES:	8				
FECHA DE ENSAYO:	24/12/1931					EDAD :	14 DÍAS				
PROBETA	DATOS PROBETA ENDURECIDA						DATOS PRUEBA A COMPRESIÓN				
	DIÁM. (cm)	ALT. (cm)	ÁREA (cm ²)	VOL. (m ³)	PESO (kg)	P.U. (kg/m ³)	CARGA ROT. (kg)	TIPO FALLA	f'c-OBT. (kg/cm ²)	f'c-OBT. (%)	MODO DE FALLA
D1-101217-14D	14.880	30.50	173.90	0.00530	12.700	2394	90.3	(6)	519.27	115.39	Frágil
D2-101217-14D	14.820	30.40	172.50	0.00524	12.925	2465	85.5	(6)	495.66	110.15	Dúctil
D3-101217-14D	14.980	30.50	176.24	0.00538	12.925	2404	91.4	(6)	518.60	115.24	Dúctil
D4-101217-14D	15.000	30.35	176.71	0.00536	13.075	2438	93.0	(6)	526.27	116.95	Frágil
D5-101217-14D	14.870	30.25	173.66	0.00525	12.865	2449	87.0	(6)	500.97	111.33	Frágil
D6-101217-14D	14.970	30.48	176.01	0.00536	12.980	2420	88.9	(6)	505.09	112.24	Frágil
D7-101217-14D	14.990	30.41	176.48	0.00537	13.201	2460	89.3	(6)	506.01	112.45	Frágil
D8-101217-14D	14.920	30.52	174.83	0.00534	13.142	2463	91.7	(6)	524.50	116.55	Dúctil
PROMEDIO	14.929	30.43	175.04	0.00533	12.977	2437	-	-	512.04	113.79	37.5 %Dúctil
									DS	11.519	
									CV	2.250	

Comentario: Se obtuvo una resistencia a compresión promedio de 512.048 kg/cm² que corresponde a un 113.79 % de la resistencia a compresión de diseño

EDAD 28 DIAS

Tabla 65: Ensayo a compresión uniaxial de especímenes de concreto con mezcla D a los 28 días de edad.

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA COMPRESIÓN - ASTM C39 / NTP 339.034											
ELABORADO POR:	Bach. Ing. Nélide Estrella Cotrina Rojas						TIPO DE MEZCLA:	D			
PROCED. DE AGREG.:	Cantera "Roca Fuerte", Río Chonta						f'cr REQUERIDA:	540 kg/cm ²			
UBICACIÓN:	UNC-Cajamarca, E.A.P. de Ingeniería Civil.						f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²			
FECHA DE FABRIC.:	03/12/2017						# DE ESPECÍMENES:	8			
FECHA DE ENSAYO:	31/12/2017						EDAD :	28 DÍAS			
PROBETA	DATOS PROBETA ENDURECIDA						DATOS PRUEBA A COMPRESIÓN				
	DIÁM. (cm)	ALT. (cm)	ÁREA (cm ²)	VOL. (m ³)	PESO (kg)	P.U. (kg/m ³)	CARGA ROT. (kg)	TIPO FALLA	f'c-OBT. (kg/cm ²)	f'c-OBT. (%)	MODO DE FALLA
D1-031217-28D	14.930	30.15	175.07	0.00528	13.020	2467	103.0	(6)	588.34	130.74	Dúctil
D2-031217-28D	14.800	30.20	172.03	0.00520	12.985	2499	106.0	(6)	616.16	136.92	Frágil
D3-031217-28D	15.200	30.50	181.46	0.00553	13.500	2439	108.0	(6)	595.18	132.26	Frágil
D4-031217-28D	15.100	30.50	179.08	0.00546	13.120	2402	106.2	(6)	593.04	131.79	Frágil
D5-031217-28D	14.950	30.60	175.54	0.00537	13.075	2434	105.7	(6)	602.15	133.81	Frágil
D6-031217-28D	14.930	30.40	175.07	0.00532	13.141	2469	104.0	(6)	594.05	132.01	Frágil
D7-031217-28D	14.990	30.50	176.48	0.00538	13.420	2493	105.3	(6)	596.67	132.59	Frágil
D8-031217-28D	14.920	30.22	174.83	0.00528	12.987	2458	107.0	(6)	612.01	136.00	Frágil
PROMEDIO	14.978	30.38	176.20	0.00535	13.156	2458	-	-	599.70	133.27	12.5 %Dúctil
									DS	9.735	
									CV	1.623	

Comentario: Se obtuvo una resistencia a compresión promedio de 599.70 kg/cm² que corresponde a un 133.27 % de la resistencia a compresión de diseño

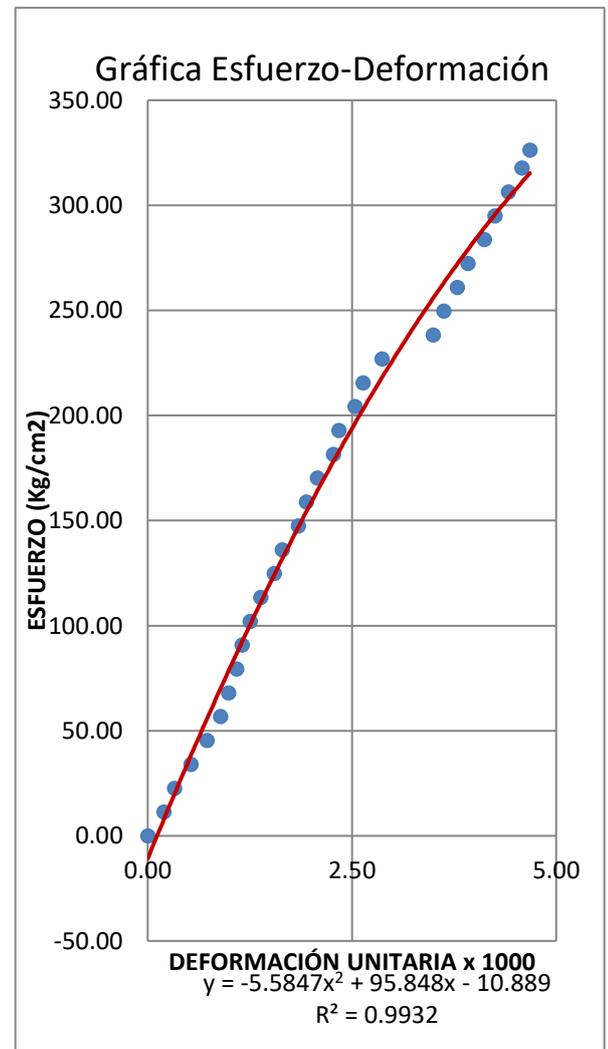
ANEXO IV: Cálculos y resultados Gráfica Esfuerzo – Deformación

**A) MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO DE MEZCLA PATRÓN :
EDAD: 7 DIAS**

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO- ACI 318 (NTP E-060) / ASTM C469

FECHA ELAB:	24/12/2017	LONGITUD (mm):	303.5
FECHA ENS:	31/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.980
EDAD:	7 DÍAS	AREA (cm2):	176.244

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.06	0.20	11.35	18.48
4000	0.10	0.33	22.70	30.55
6000	0.16	0.53	34.04	48.30
8000	0.22	0.72	45.39	65.62
12000	0.30	0.99	68.09	88.02
14000	0.33	1.09	79.44	96.23
16000	0.35	1.15	90.78	101.63
18000	0.38	1.25	102.13	109.65
20000	0.42	1.38	113.48	120.18
24000	0.50	1.65	136.18	140.64
26000	0.56	1.85	147.52	155.48
28000	0.59	1.94	158.87	162.74
30000	0.63	2.08	170.22	172.24
32000	0.69	2.27	181.57	186.14
34000	0.71	2.34	192.91	190.67
38000	0.80	2.64	215.61	210.48
40000	0.87	2.87	226.96	225.20
42000	1.06	3.49	238.31	262.17
44000	1.10	3.62	249.65	269.40
46000	1.15	3.79	261.00	278.16
50000	1.25	4.12	283.70	294.77
52000	1.29	4.25	295.05	301.07
54000	1.34	4.42	306.39	308.68
56000	1.39	4.58	317.74	315.98
57500	1.42	4.68	326.25	320.22



ECUACIÓN (ESFUERZO):	-5.5847 X ² + 95.848 X + -10.889
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.999
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	326.25
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	270937.0684
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	88685.84424
ECUACION CORREGIDA	-5.5847+ 94.5705658 X + 0

Comentario: Se observa que la gráfica con la primera ecuación obtenida (Esfuerzo) resulta con puntos dispersos, es por ello que se determinó el esfuerzo corregido, para obtener una grafica con los puntos alineados a la curva procedente de la ecuación corregida, asimismo se muestra el módulo de elasticidad teórico y real para su comparación.

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO - ACI 318 (NTP E-060) / ASTM C469

f'c DE DISEÑO: 450 kg/cm²

CEMENTO :

PORTLAND
TIPO I

FECHA ELAB: 24/12/2017

LONGITUD (mm):

300.0

FECHA ENS: 31/12/2017

DIAMETRO (cm):

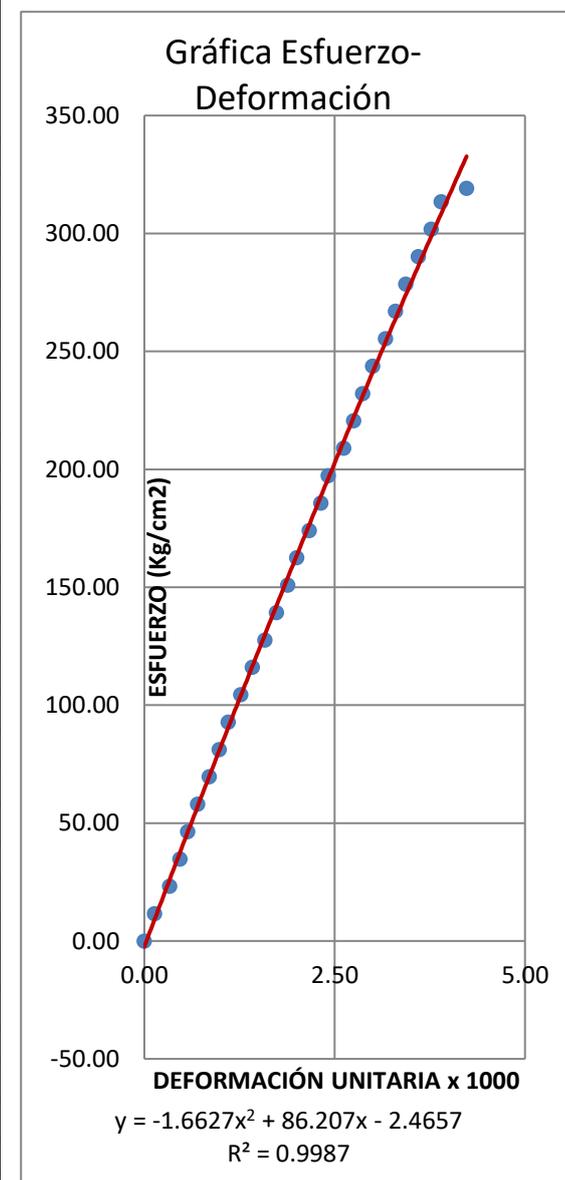
14.810

EDAD: 7 DÍAS

AREA (cm2):

172.266

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.04	0.13	11.61	11.45
4000	0.10	0.33	23.22	28.52
6000	0.14	0.47	34.83	39.82
8000	0.17	0.57	46.44	48.26
10000	0.21	0.70	58.05	59.46
12000	0.26	0.85	69.66	71.99
14000	0.30	0.98	81.27	83.07
16000	0.33	1.10	92.88	92.71
18000	0.38	1.27	104.49	106.41
20000	0.43	1.42	116.10	118.65
22000	0.48	1.58	127.71	132.18
24000	0.52	1.73	139.32	144.27
26000	0.57	1.88	150.93	156.28
28000	0.60	2.00	162.54	165.57
30000	0.65	2.17	174.15	178.77
32000	0.70	2.32	185.76	190.57
34000	0.73	2.42	197.37	198.39
36000	0.79	2.62	208.98	213.94
38000	0.83	2.75	220.59	224.23
40000	0.86	2.87	232.20	233.19
42000	0.90	3.00	243.81	243.37
44000	0.95	3.17	255.42	256.01
46000	0.99	3.30	267.03	266.06
48000	1.03	3.43	278.64	276.05
50000	1.08	3.60	290.25	288.45
52000	1.13	3.77	301.86	300.76
54000	1.17	3.90	313.47	310.55
55000	1.27	4.23	319.27	334.74

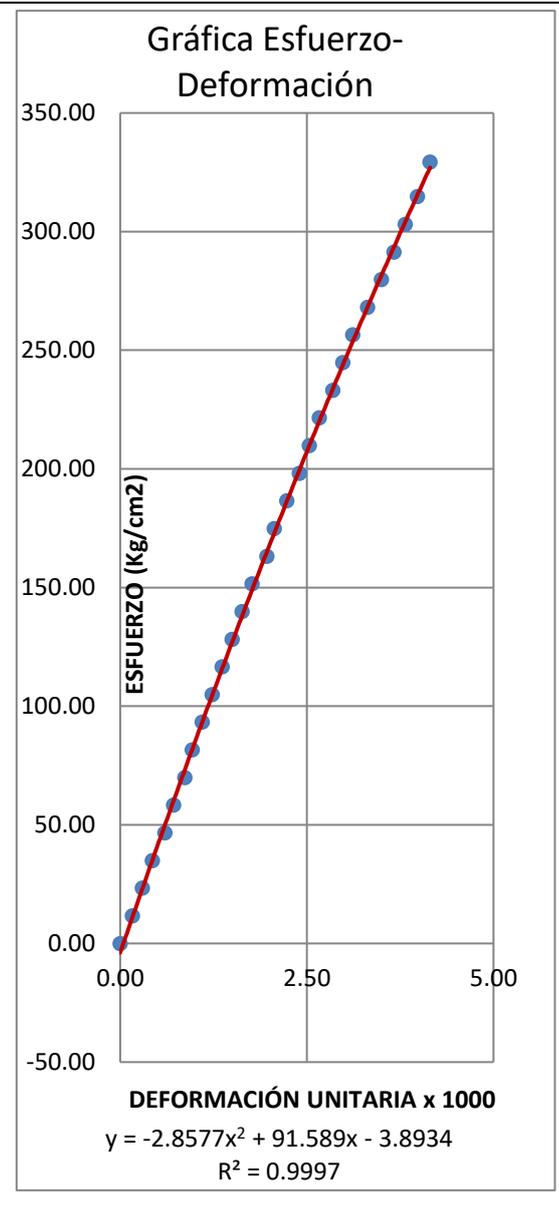


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-1.6627	X ²	+	86.207	X	+	-2.4657
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.998						
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	319.27						
MÓD. DE ELASTICIDAD:	268023.3336						
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	98744.34004						
ECUACIÓN CORREGIDA:	-1.6627	X ²	+	86.1118341	X	+	0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	P
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	P3-241217-7D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm²	CEMENTO :	PORTLAND TIPO I
FECHA ELAB:	24/12/2017	LONGITUD (mm):	302.5
FECHA ENS:	31/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.780
EDAD:	7 DÍAS	AREA (cm²):	171.569

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.05	0.17	11.66	15.14
4000	0.09	0.30	23.31	27.15
6000	0.13	0.43	34.97	39.05
8000	0.18	0.60	46.63	53.78
10000	0.22	0.72	58.29	64.00
12000	0.26	0.87	69.94	77.02
14000	0.29	0.97	81.60	85.63
16000	0.33	1.10	93.26	97.02
18000	0.37	1.23	104.91	108.31
20000	0.41	1.37	116.57	119.50
22000	0.45	1.50	128.23	130.59
24000	0.49	1.63	139.89	141.57
26000	0.53	1.77	151.54	152.46
28000	0.59	1.97	163.20	168.59
30000	0.62	2.07	174.86	176.58
32000	0.67	2.23	186.51	189.75
34000	0.72	2.40	198.17	202.77
36000	0.76	2.53	209.83	213.07
38000	0.80	2.67	221.49	223.27
40000	0.86	2.85	233.14	237.12
42000	0.90	2.98	244.80	247.08
44000	0.94	3.12	256.46	256.94
46000	1.00	3.32	268.11	271.53
48000	1.05	3.50	279.77	284.70
50000	1.10	3.67	291.43	296.51
52000	1.15	3.82	303.09	307.01
54000	1.20	3.98	314.74	318.52
56500	1.25	4.15	329.31	329.87

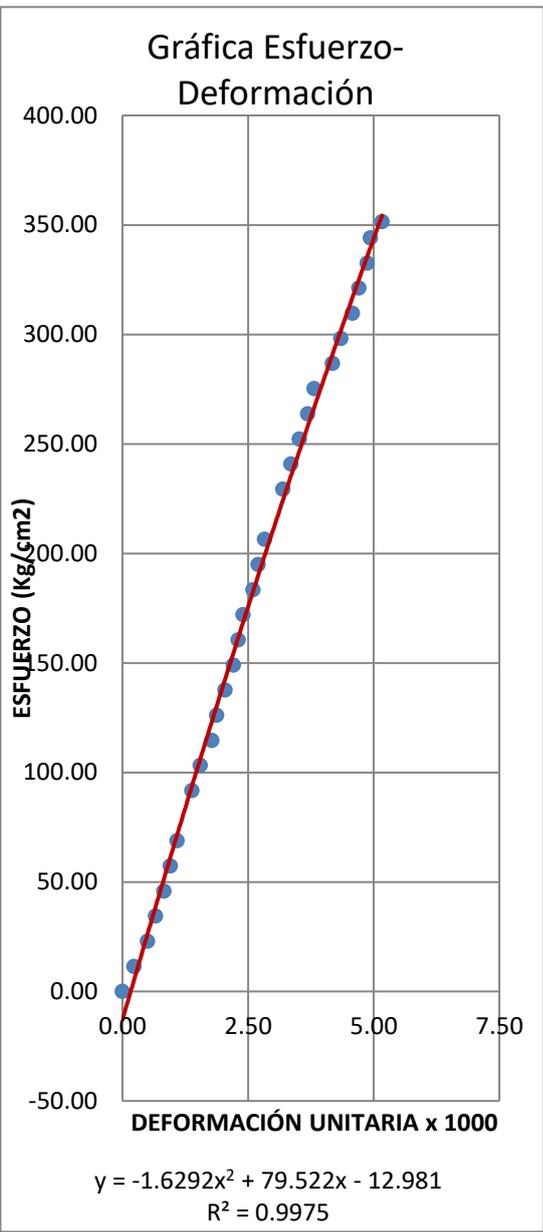


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-2.8577	X2	+	91.589	X	+	-3.8934
COEF. CORRELACIÓN:	R2= 0.9957						
ESF. ROTURA (kg/cm²):	329.31						
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	272205.0062						
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	104544.0076						
ECUACIÓN CORREGIDA:	-2.8577	X2	+	91.3457183	X	+	0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	P
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	P4-241217-7D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND TIPO
FECHA ELAB:	24/12/2017	LONGITUD (mm):	304.0
FECHA ENS:	31/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.900
EDAD:	7 DÍAS	AREA (cm²):	174.366

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0	0.00	0.00	0.00
2000	0.07	0.23	11.47	18.10
4000	0.15	0.49	22.94	38.58
6000	0.2	0.66	34.41	51.26
8000	0.25	0.82	45.88	63.86
10000	0.29	0.95	57.35	73.87
12000	0.33	1.09	68.82	83.82
16000	0.42	1.38	91.76	106.02
18000	0.47	1.55	103.23	118.23
20000	0.54	1.78	114.70	135.17
22000	0.57	1.88	126.17	142.38
24000	0.62	2.04	137.64	154.32
26000	0.67	2.20	149.11	166.17
28000	0.7	2.30	160.58	173.24
30000	0.73	2.40	172.05	180.28
32000	0.79	2.60	183.52	194.26
34000	0.82	2.70	194.99	201.21
36000	0.86	2.83	206.46	210.42
40000	0.97	3.19	229.40	235.45
42000	1.02	3.36	240.87	246.69
44000	1.07	3.52	252.34	257.83
46000	1.12	3.68	263.81	268.90
48000	1.16	3.82	275.28	277.68
50000	1.27	4.18	286.75	301.55
52000	1.32	4.34	298.22	312.26
54000	1.39	4.57	309.69	327.10
56000	1.43	4.70	321.16	335.51
58000	1.48	4.87	332.63	345.93
60000	1.5	4.93	344.10	350.08
61300	1.57	5.16	351.56	364.48

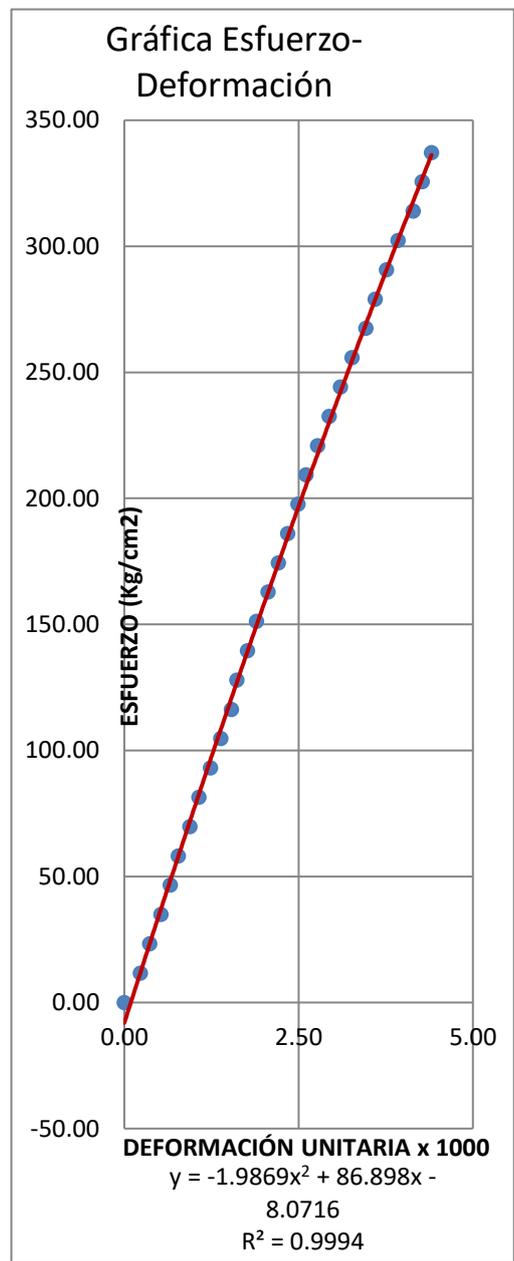


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-1.6292 X ² + 79.522 X + -12.981
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9975
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	351.56
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	281248.5468
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	84418.55893
ECUACIÓN CORREGIDA:	-1.6292 X ² + 78.988315 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	P
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	P5-241217-7D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND
FECHA ELAB:	24/12/2017	LONGITUD (mm):	303.0
FECHA ENS:	31/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.800
EDAD:	7 DÍAS	AREA (cm²):	172.034

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0	0.00	0.00	0.00
2000	0.07	0.23	11.63	19.88
4000	0.11	0.36	23.25	31.15
6000	0.16	0.53	34.88	45.14
8000	0.2	0.66	46.50	56.25
10000	0.24	0.78	58.13	65.91
12000	0.29	0.94	69.75	79.63
14000	0.33	1.07	81.38	90.52
16000	0.38	1.24	93.01	104.05
18000	0.42	1.39	104.63	116.12
20000	0.47	1.53	116.26	128.11
22000	0.49	1.62	127.88	134.73
24000	0.54	1.77	139.51	146.59
26000	0.58	1.90	151.13	157.05
28000	0.63	2.06	162.76	170.03
30000	0.67	2.21	174.38	181.62
32000	0.71	2.34	186.01	191.85
34000	0.76	2.49	197.64	203.27
36000	0.79	2.61	209.26	212.09
38000	0.84	2.77	220.89	224.61
40000	0.89	2.94	232.51	237.02
42000	0.94	3.10	244.14	249.31
44000	0.99	3.27	255.76	261.50
46000	1.05	3.47	267.39	275.99
48000	1.09	3.60	279.02	285.56
50000	1.14	3.76	290.64	297.43
52000	1.19	3.93	302.27	309.18
54000	1.26	4.14	313.89	324.31
56000	1.30	4.27	325.52	333.52
58000	1.34	4.41	337.14	342.67



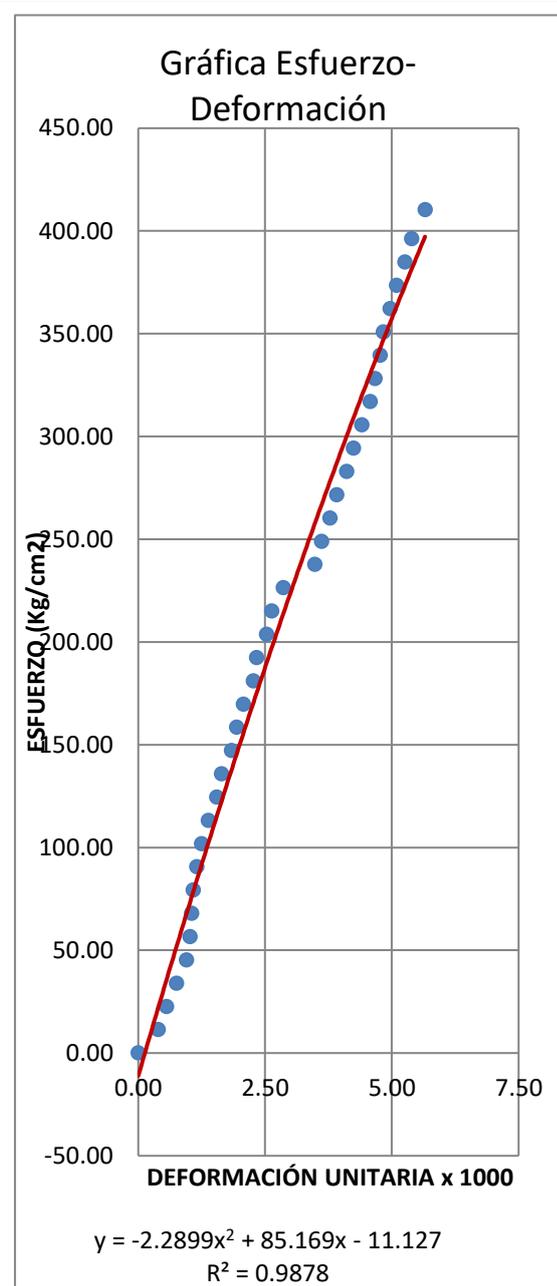
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-1.9869 X ² + 86.898 X + -8.0716
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9994
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	337.14
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	275421.9823
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	98986.87472
ECUACIÓN CORREGIDA:	-1.9869 X ² + 86.5281027 X + 0

EDAD: 14 DIAS

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	P
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	P1-101217-14D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	304.2
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	15.000
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm2):	176.715

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.12	0.39	11.32	33.00
4000	0.17	0.56	22.64	46.55
6000	0.23	0.76	33.95	62.63
8000	0.29	0.95	45.27	78.54
10000	0.31	1.02	56.59	83.80
12000	0.32	1.05	67.91	86.43
14000	0.33	1.08	79.22	89.05
18000	0.38	1.25	101.86	102.07
20000	0.42	1.38	113.18	112.40
22000	0.47	1.55	124.49	125.20
26000	0.56	1.84	147.13	147.92
28000	0.59	1.94	158.45	155.41
30000	0.63	2.07	169.77	165.32
32000	0.69	2.27	181.08	180.04
34000	0.71	2.33	192.40	184.91
36000	0.77	2.53	203.72	199.39
38000	0.80	2.63	215.04	206.57
40000	0.87	2.86	226.35	223.13
42000	1.06	3.48	237.67	266.88
44000	1.10	3.62	248.99	275.86
48000	1.19	3.91	271.62	295.78
50000	1.25	4.11	282.94	308.84
52000	1.29	4.24	294.26	317.44
54000	1.34	4.40	305.58	328.09
56000	1.39	4.57	316.90	338.61
60000	1.45	4.77	339.53	351.08
62000	1.47	4.83	350.85	355.19
64000	1.51	4.96	362.17	363.36
66000	1.55	5.10	373.48	371.45
68000	1.60	5.26	384.80	381.46
72500	1.72	5.65	410.27	404.96

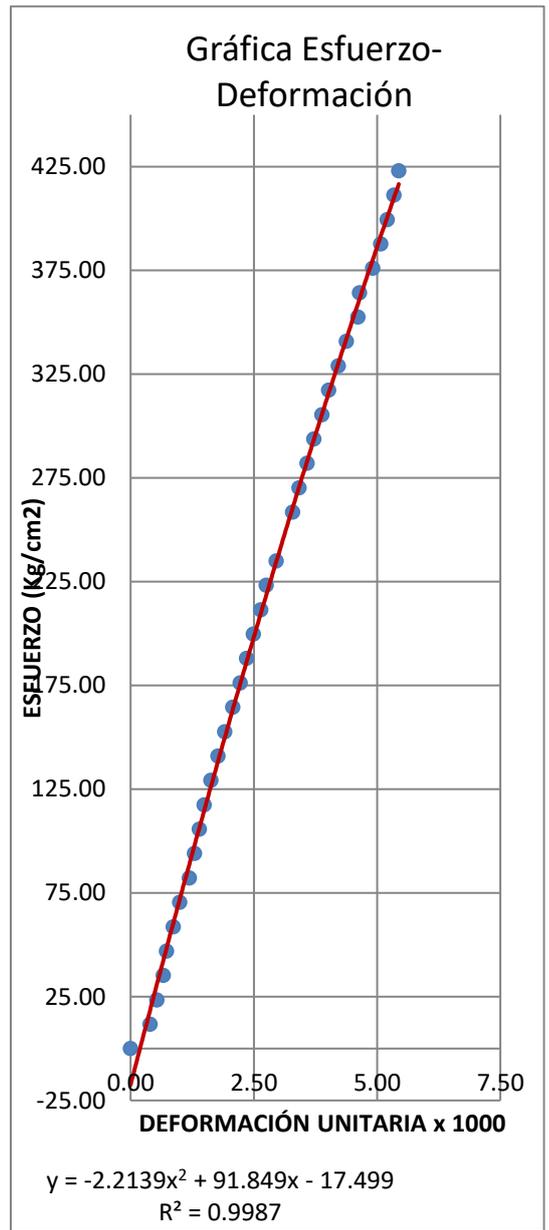


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-2.2899	X ²	+	85.169	X	+	-11.127
COEF. CORRELACIÓN:				R ² =	0.9878		
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	410.27						
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	303825.389						
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	112273.2459						
ECUACIÓN CORREGIDA:	-2.2899	X ²	+	84.5685503	X	+	0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	P
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	P2-101217-14D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND TIPO
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	301.5
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.720
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm2):	170.179

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.12	0.40	11.75	35.87
4000	0.16	0.53	23.50	47.67
8000	0.22	0.73	47.01	65.22
10000	0.26	0.86	58.76	76.83
12000	0.30	1.00	70.51	88.36
14000	0.36	1.19	82.27	105.50
16000	0.39	1.29	94.02	114.01
18000	0.42	1.39	105.77	122.47
20000	0.45	1.49	117.52	130.89
22000	0.49	1.63	129.28	142.05
26000	0.58	1.91	152.78	165.50
28000	0.63	2.07	164.53	179.13
30000	0.67	2.22	176.29	191.29
32000	0.71	2.35	188.04	202.02
34000	0.75	2.49	199.79	212.67
38000	0.83	2.75	223.29	233.74
40000	0.89	2.95	235.05	249.34
44000	0.99	3.28	258.55	274.94
46000	1.03	3.42	270.30	285.05
48000	1.08	3.58	282.06	297.57
50000	1.12	3.71	293.81	307.50
52000	1.17	3.88	305.56	319.80
56000	1.27	4.21	329.07	344.04
58000	1.32	4.38	340.82	355.98
60000	1.39	4.61	352.57	372.49
62000	1.40	4.64	364.32	374.83
64000	1.48	4.91	376.08	393.36
68000	1.57	5.21	399.58	413.84
70000	1.61	5.34	411.33	422.82
72000	1.64	5.44	423.08	429.50
74500	1.71	5.67	437.77	444.91

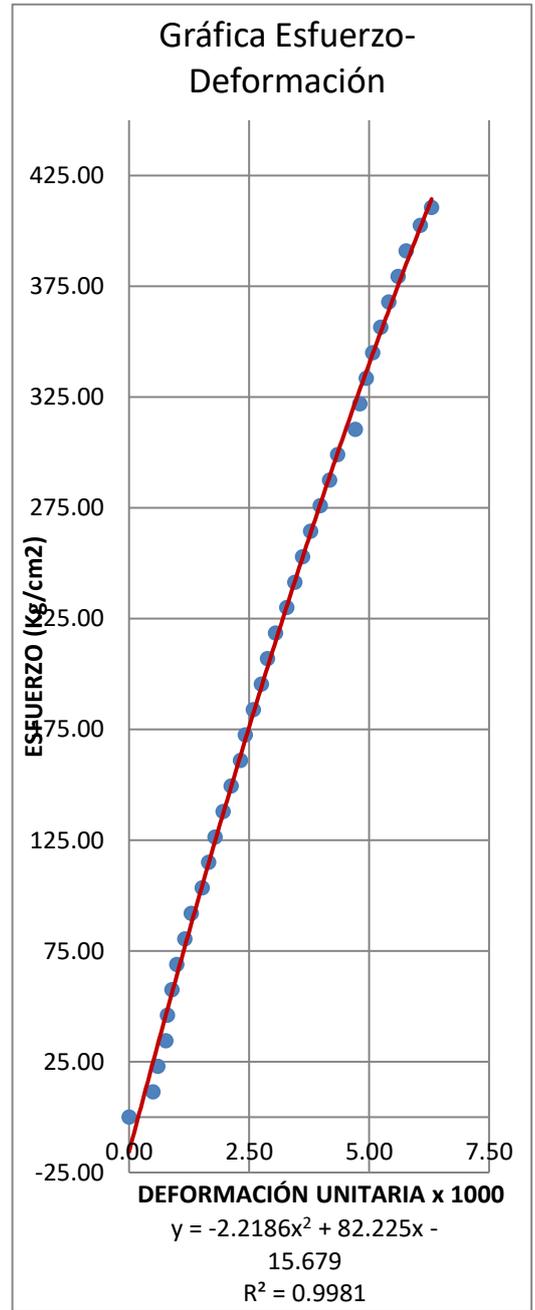


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-2.2139 X ² + 91.849 X + -17.499
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9987
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	437.77
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	313846.0339
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	119231.3516
ECUACIÓN CORREGIDA:	-2.2139 X ² + 91.0015091 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	P
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	P3-101217-14D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	303.0
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.880
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm2):	173.898

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.15	0.50	11.50	39.94
4000	0.18	0.60	23.00	47.79
6000	0.23	0.76	34.50	60.79
10000	0.27	0.90	57.50	71.09
12000	0.30	1.00	69.01	78.77
14000	0.35	1.16	80.51	91.47
16000	0.39	1.29	92.01	101.55
18000	0.46	1.53	103.51	118.99
20000	0.50	1.66	115.01	128.85
22000	0.54	1.79	126.51	138.63
24000	0.59	1.96	138.01	150.74
26000	0.64	2.12	149.51	162.74
28000	0.70	2.32	161.01	176.97
30000	0.73	2.42	172.51	184.02
32000	0.78	2.59	184.02	195.67
34000	0.83	2.75	195.52	207.20
36000	0.87	2.89	207.02	216.34
40000	0.99	3.28	230.02	243.28
42000	1.04	3.45	241.52	254.30
44000	1.09	3.62	253.02	265.19
46000	1.14	3.78	264.52	275.97
48000	1.20	3.98	276.02	288.73
50000	1.26	4.18	287.52	301.32
52000	1.31	4.34	299.03	311.68
54000	1.42	4.71	310.53	334.04
56000	1.45	4.81	322.03	340.04
60000	1.53	5.07	345.03	355.81
64000	1.63	5.41	368.03	375.09
66000	1.69	5.61	379.53	386.42
68000	1.74	5.77	391.03	395.73
70000	1.83	6.07	402.53	412.18
71400	1.90	6.30	410.58	424.70

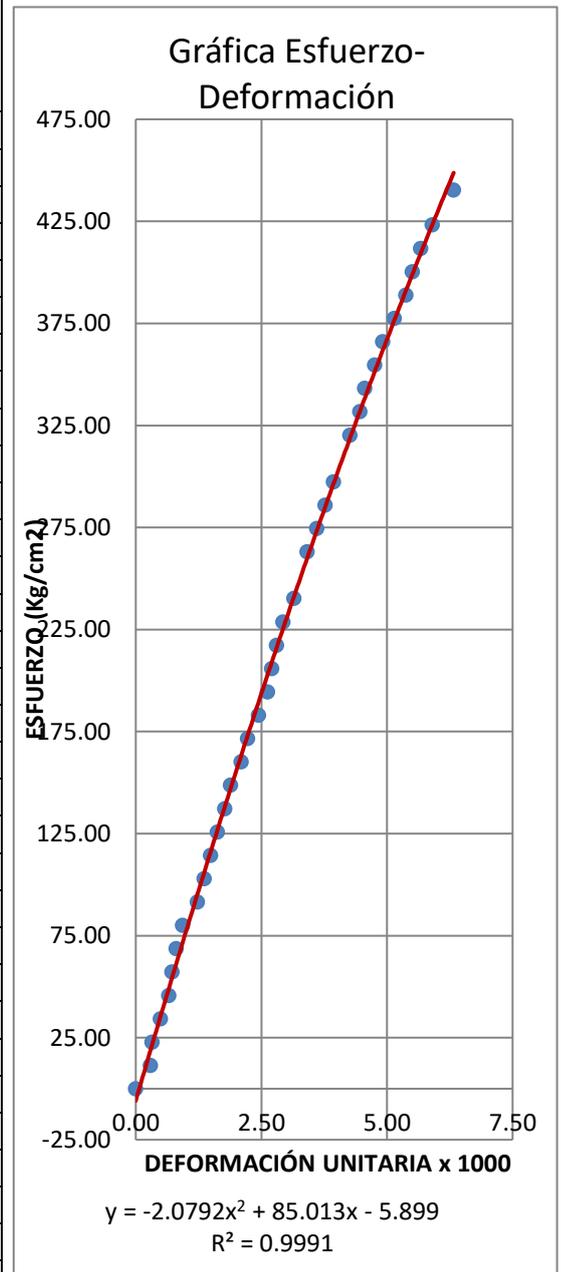


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-2.2186 X ² + 82.225 X + -15.679
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.998
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	410.58
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	303943.2431
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	95444.25852
ECUACIÓN CORREGIDA:	-2.2186 X ² + 81.3744979 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	P
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	P4-101217-14D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND TIPO
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	305.0
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.920
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm²):	174.835

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.09	0.30	11.44	24.82
4000	0.10	0.33	22.88	27.55
6000	0.15	0.49	34.32	41.16
10000	0.22	0.72	57.20	60.03
12000	0.25	0.80	68.64	66.72
14000	0.29	0.93	80.08	77.35
16000	0.38	1.23	91.52	101.03
18000	0.42	1.36	102.95	111.43
20000	0.46	1.49	114.39	121.76
22000	0.50	1.62	125.83	132.03
24000	0.54	1.77	137.27	143.49
28000	0.64	2.10	160.15	168.63
30000	0.68	2.23	171.59	178.56
32000	0.75	2.44	183.03	194.54
34000	0.80	2.62	194.47	207.92
36000	0.83	2.70	205.91	213.96
40000	0.90	2.93	228.79	230.71
42000	0.96	3.15	240.23	246.07
46000	1.04	3.41	263.11	264.72
48000	1.1	3.61	274.55	278.52
50000	1.15	3.77	285.98	289.89
52000	1.2	3.93	297.42	301.15
56000	1.3	4.26	320.30	323.35
58000	1.36	4.46	331.74	336.45
60000	1.39	4.56	343.18	342.93
64000	1.5	4.92	366.06	366.39
66000	1.57	5.15	377.50	381.03
68000	1.64	5.38	388.94	395.45
70000	1.68	5.51	400.38	403.59
74000	1.8	5.90	423.26	427.59
77000	1.93	6.33	440.42	452.87

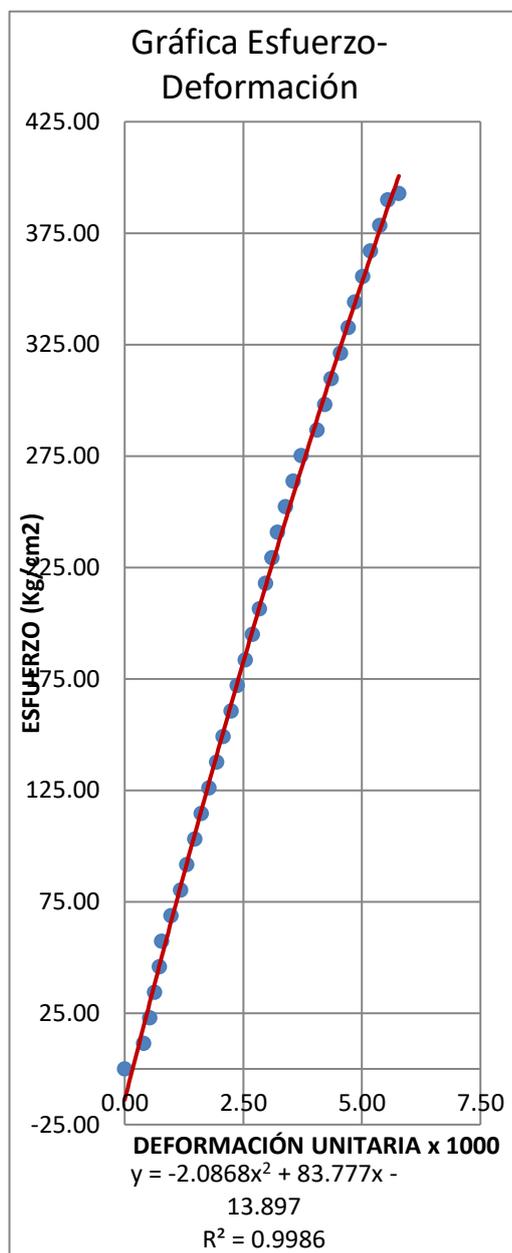


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-2.0792 X ² + 85.013 X + -5.899
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9991
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	440.42
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	314791.3991
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	101762.8135
ECUACIÓN CORREGIDA:	-2.0792 X ² + 84.7239598 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	P
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	P5-101217-14D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND TIPO
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	301.0
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.900
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm2):	174.366

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.12	0.40	11.47	32.79
6000	0.19	0.63	34.41	51.61
10000	0.24	0.78	57.35	63.59
12000	0.30	0.98	68.82	79.42
14000	0.36	1.18	80.29	95.08
16000	0.40	1.31	91.76	105.43
18000	0.45	1.48	103.23	118.27
20000	0.49	1.61	114.70	128.45
22000	0.54	1.78	126.17	141.08
24000	0.59	1.94	137.64	153.59
28000	0.68	2.24	160.58	175.82
30000	0.72	2.38	172.05	185.58
32000	0.77	2.54	183.52	197.68
34000	0.81	2.69	194.99	208.46
36000	0.86	2.84	206.46	219.16
38000	0.90	2.97	217.93	228.59
40000	0.94	3.11	229.40	237.94
44000	1.02	3.39	252.34	257.58
46000	1.07	3.55	263.81	268.97
48000	1.12	3.72	275.28	280.25
50000	1.22	4.05	286.75	302.46
52000	1.27	4.22	298.22	313.39
54000	1.31	4.35	309.69	322.06
56000	1.37	4.55	321.16	334.92
60000	1.46	4.85	344.10	353.89
62000	1.51	5.02	355.57	364.27
64000	1.56	5.18	367.04	374.54
66000	1.62	5.38	378.51	386.70
68000	1.67	5.55	389.98	396.72
68500	1.74	5.78	392.85	410.54



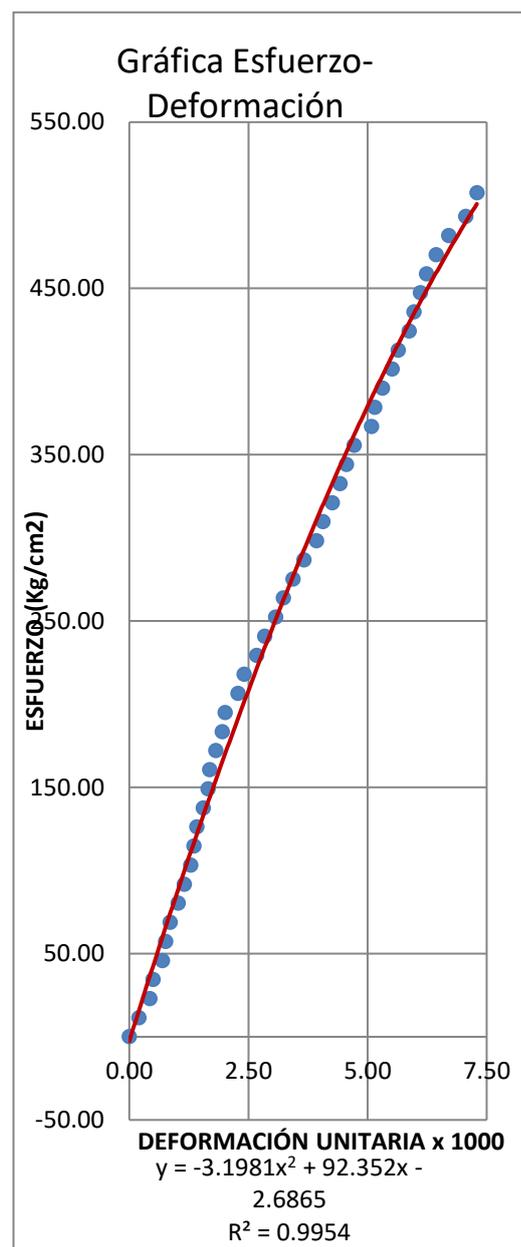
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-2.0868 X ² + 83.777 X + -13.897
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9986
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	392.85
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	297307.1376
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	103908.8138
ECUACIÓN CORREGIDA:	-2.0868 X ² + 83.0817952 X + 0

EDAD: 28 DIAS

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	P
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	P1-031217-28D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	03/12/2017	LONGITUD (mm):	303.0
FECHA ENS:	31/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.900
EDAD:	28 DÍAS	AREA (cm²):	174.366

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.06	0.20	11.47	18.13
6000	0.15	0.50	34.41	44.84
8000	0.21	0.69	45.88	62.34
10000	0.23	0.76	57.35	68.12
14000	0.31	1.02	80.29	90.95
20000	0.41	1.35	114.70	118.86
22000	0.43	1.42	126.17	124.36
26000	0.50	1.65	149.11	143.38
28000	0.51	1.68	160.58	146.07
30000	0.55	1.82	172.05	156.76
36000	0.69	2.28	206.46	193.30
38000	0.73	2.41	217.93	203.49
40000	0.81	2.67	229.40	223.53
44000	0.93	3.07	252.34	252.76
46000	0.98	3.23	263.81	264.64
48000	1.04	3.43	275.28	278.67
50000	1.11	3.66	286.75	294.72
54000	1.23	4.06	309.69	321.44
56000	1.29	4.26	321.16	334.42
58000	1.34	4.42	332.63	345.05
60000	1.38	4.55	344.10	353.43
64000	1.54	5.08	367.04	385.82
66000	1.56	5.15	378.51	389.74
68000	1.61	5.31	389.98	399.43
70000	1.67	5.51	401.45	410.83
72000	1.71	5.64	412.92	418.28
76000	1.81	5.97	435.86	436.44
78000	1.85	6.11	447.33	443.51
80000	1.89	6.24	458.80	450.46
84000	2.03	6.70	481.74	473.93
86000	2.14	7.06	493.21	491.41
88500	2.21	7.29	507.55	502.10

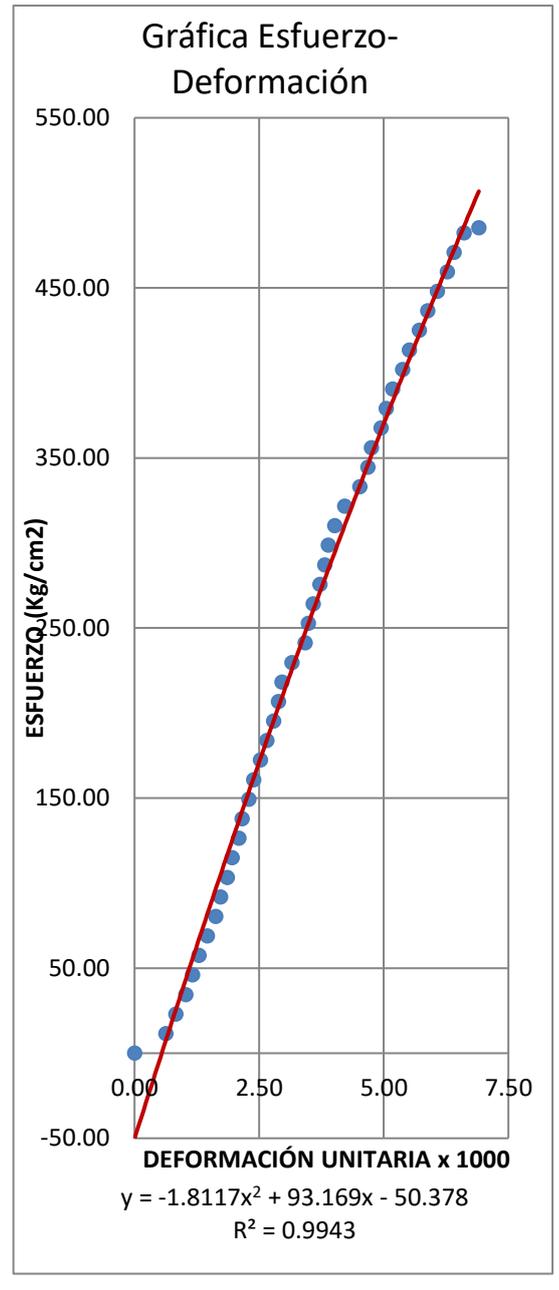


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-3.1981 X ² + 92.352 X + -2.6865
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9954
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	507.55
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	337933.8416
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	95878.03332
ECUACIÓN CORREGIDA:	-3.1981 X ² + 92.1657481 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	P
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	P2-031217-28D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	03/12/2017	LONGITUD (mm):	301.1
FECHA ENS:	31/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.890
EDAD:	28 DÍAS	AREA (cm2):	174.132

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.19	0.63	11.49	56.82
4000	0.25	0.83	22.97	74.46
6000	0.31	1.03	34.46	91.96
8000	0.35	1.16	45.94	103.55
10000	0.39	1.30	57.43	115.07
14000	0.49	1.63	80.40	143.60
16000	0.52	1.73	91.88	152.08
18000	0.56	1.86	103.37	163.33
20000	0.59	1.96	114.86	171.73
24000	0.65	2.16	137.83	188.41
28000	0.72	2.39	160.80	207.69
30000	0.76	2.52	172.28	218.63
34000	0.84	2.79	195.25	240.30
38000	0.89	2.96	218.22	253.71
40000	0.95	3.16	229.71	269.67
44000	1.05	3.49	252.68	295.96
46000	1.08	3.59	264.17	303.77
48000	1.12	3.72	275.65	314.13
50000	1.15	3.82	287.14	321.85
54000	1.21	4.02	310.11	337.19
56000	1.27	4.22	321.59	352.39
58000	1.36	4.52	333.08	374.92
60000	1.41	4.68	344.57	387.29
64000	1.49	4.95	367.54	406.88
66000	1.52	5.05	379.02	414.17
68000	1.56	5.18	390.51	423.82
70000	1.62	5.38	401.99	438.18
74000	1.72	5.71	424.96	461.79
78000	1.83	6.08	447.94	487.30
80000	1.89	6.28	459.42	501.01
84000	1.99	6.61	482.39	523.54
84500	2.08	6.91	485.26	543.48

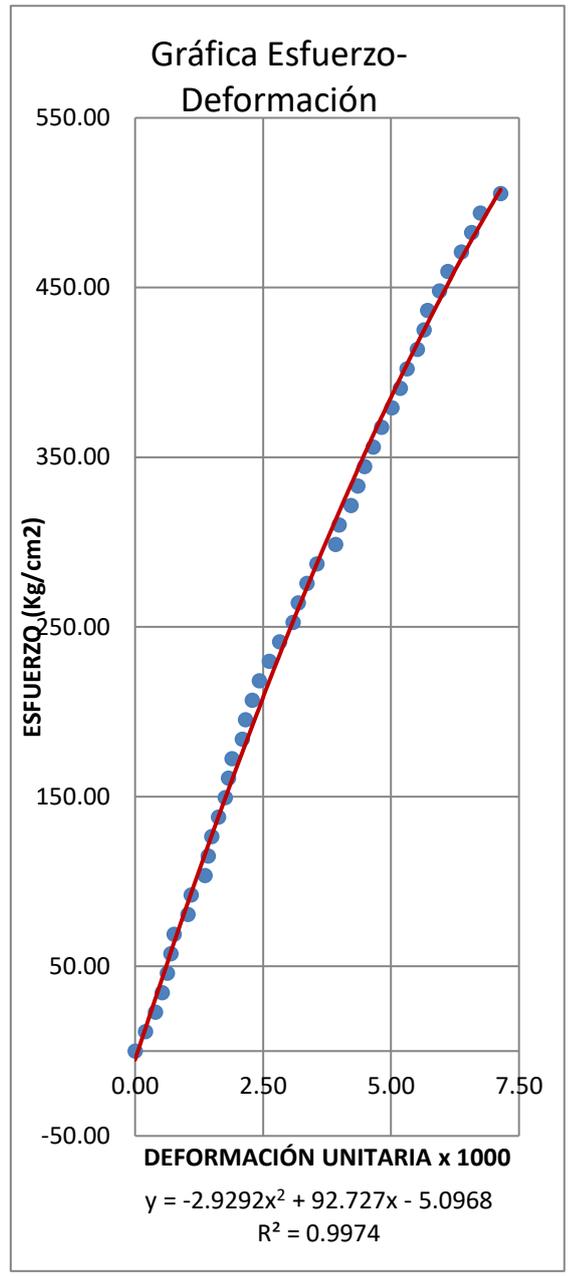


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-1.8117 X ² + 93.169 X + -50.378
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9943
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	485.26
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	330430.384
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	98871.81927
ECUACIÓN CORREGIDA:	-1.8117 X ² + 91.1887234 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	P
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	P3-031217-28D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND TIPO
FECHA ELAB:	03/12/2017	LONGITUD (mm):	305.0
FECHA ENS:	31/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.890
EDAD:	28 DÍAS	AREA (cm²):	174.132

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.06	0.20	11.49	18.25
4000	0.12	0.40	22.97	36.27
8000	0.19	0.63	45.94	57.00
10000	0.21	0.70	57.43	62.87
14000	0.31	1.03	80.40	91.82
16000	0.33	1.10	91.88	97.54
20000	0.43	1.43	114.86	125.73
24000	0.49	1.63	137.83	142.34
26000	0.53	1.76	149.31	153.28
28000	0.55	1.83	160.80	158.72
30000	0.57	1.89	172.28	164.13
34000	0.65	2.16	195.25	185.51
38000	0.73	2.42	218.22	206.49
40000	0.79	2.62	229.71	221.95
44000	0.93	3.09	252.68	257.15
48000	1.01	3.35	275.65	276.70
50000	1.07	3.55	287.14	291.10
54000	1.20	3.99	310.11	321.51
56000	1.27	4.22	321.59	337.44
58000	1.31	4.35	333.08	346.40
60000	1.35	4.48	344.57	355.26
64000	1.45	4.82	367.54	376.97
66000	1.51	5.01	379.02	389.69
68000	1.56	5.18	390.51	400.12
70000	1.60	5.31	401.99	408.34
74000	1.70	5.65	424.96	428.46
76000	1.72	5.71	436.45	432.41
78000	1.79	5.94	447.94	446.03
80000	1.84	6.11	459.42	455.57
84000	1.98	6.58	482.39	481.42
86000	2.03	6.74	493.88	490.35
88000	2.15	7.14	505.36	511.14

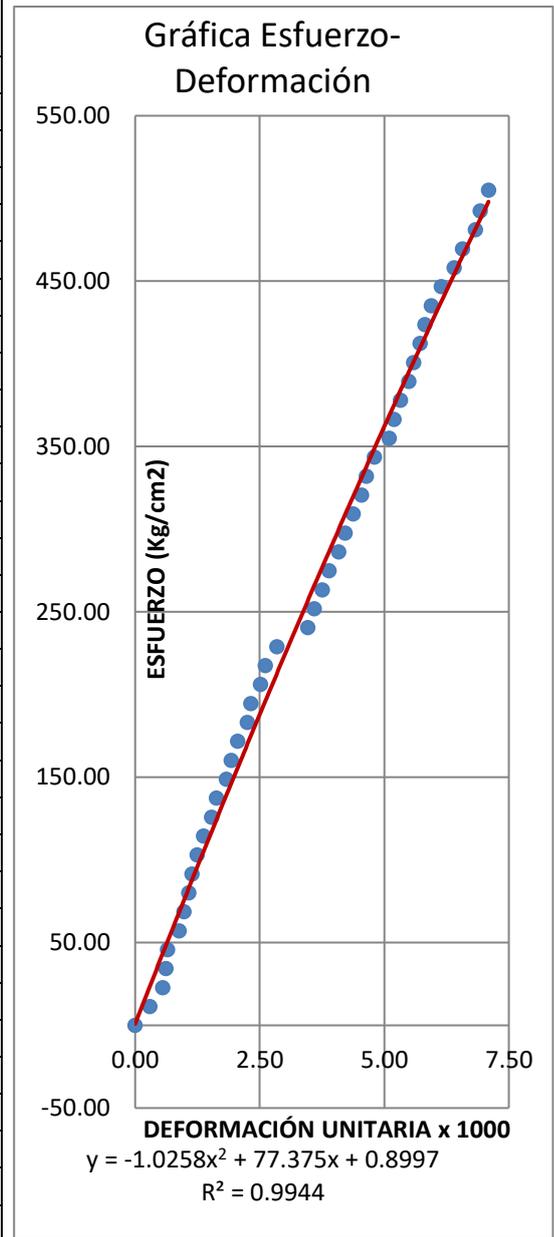


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-2.8806 X ² + 92.456 X + -4.8639
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9972
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	505.36
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	337204.1856
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	98310.36499
ECUACIÓN CORREGIDA:	-2.8806 X ² + 92.152418 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	P
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	P4-031217-28D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND TIPO
FECHA ELAB:	03/12/2017	LONGITUD (mm):	306.0
FECHA ENS:	31/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.910
EDAD:	28 DÍAS	AREA (cm2):	174.600

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.09	0.29	11.45	26.83
6000	0.19	0.62	34.36	55.99
8000	0.20	0.65	45.82	58.87
10000	0.27	0.88	57.27	78.83
14000	0.33	1.08	80.18	95.67
16000	0.35	1.14	91.64	101.23
18000	0.38	1.24	103.09	109.52
20000	0.42	1.37	114.55	120.48
24000	0.50	1.63	137.46	142.06
28000	0.59	1.93	160.37	165.82
30000	0.63	2.06	171.82	176.20
34000	0.71	2.32	194.73	196.63
36000	0.77	2.52	206.19	211.67
38000	0.80	2.61	217.64	219.10
40000	0.87	2.84	229.09	236.19
42000	1.06	3.46	240.55	280.89
46000	1.15	3.76	263.46	301.21
48000	1.19	3.89	274.91	310.06
50000	1.25	4.08	286.37	323.13
54000	1.34	4.38	309.28	342.27
58000	1.42	4.64	332.19	358.83
60000	1.47	4.80	343.64	368.95
64000	1.59	5.20	366.55	392.55
66000	1.63	5.33	378.01	400.20
68000	1.68	5.49	389.46	409.61
70000	1.71	5.59	400.92	415.17
76000	1.82	5.95	435.28	435.04
78000	1.88	6.14	446.73	445.53
80000	1.96	6.41	458.19	459.13
84000	2.09	6.83	481.10	480.31
86000	2.12	6.93	492.55	485.03
88200	2.17	7.09	505.15	492.76

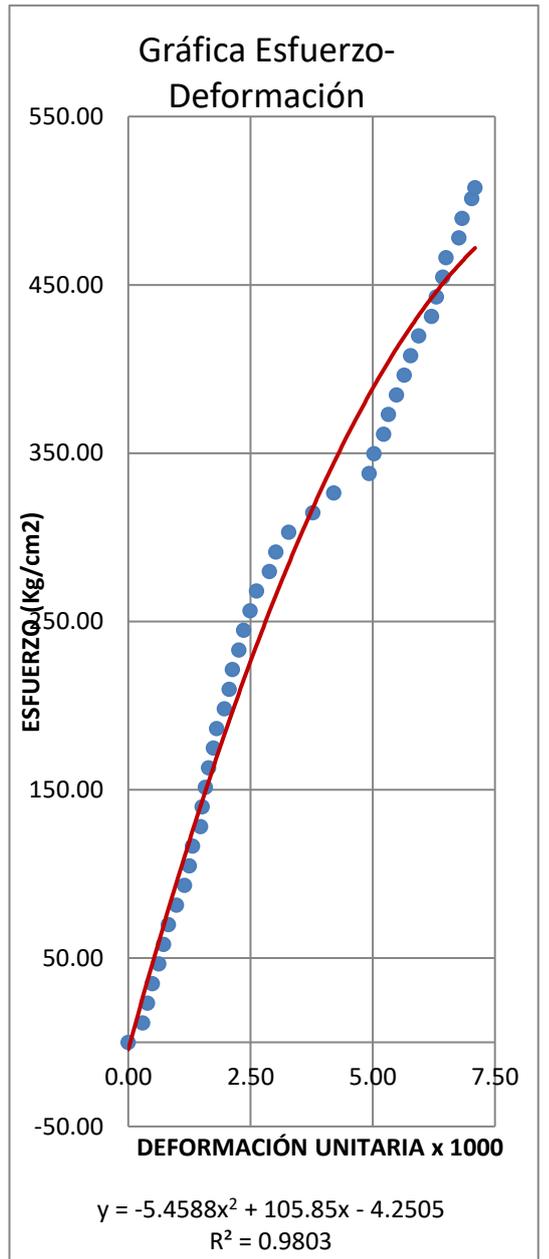


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-3.1981 X ² + 92.352 X + -2.6865
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9954
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	505.15
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	337134.3215
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	99215.01217
ECUACIÓN CORREGIDA:	-3.1981 X ² + 92.1657481 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	P
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	P5-031217-28D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	03/12/2017	LONGITUD (mm):	304.5
FECHA ENS:	31/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.780
EDAD:	28 DÍAS	AREA (cm2):	171.569

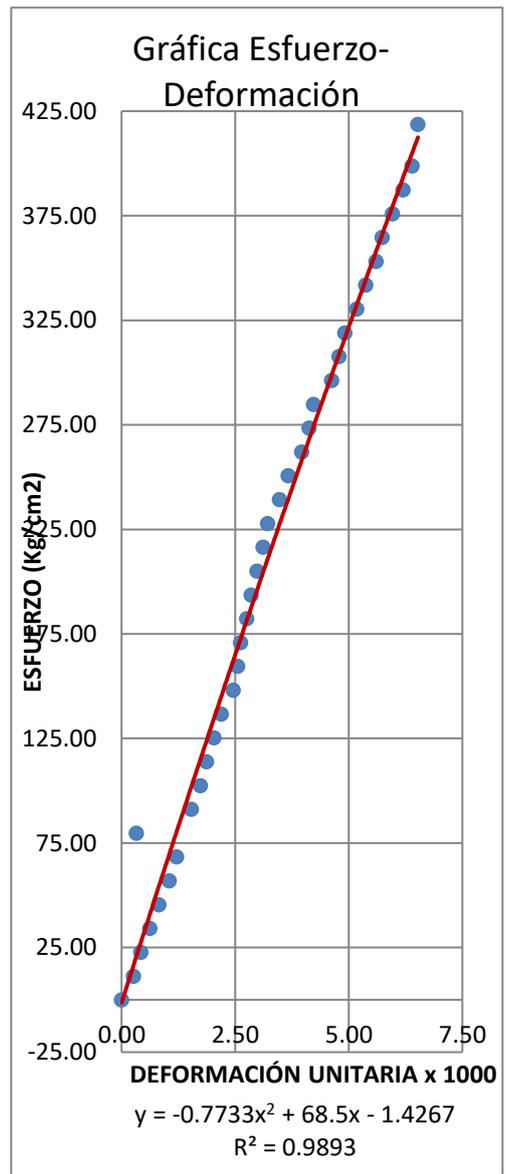
CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.09	0.30	11.66	26.96
4000	0.12	0.39	23.31	35.82
6000	0.15	0.49	34.97	44.63
8000	0.19	0.62	46.63	56.26
10000	0.22	0.72	58.29	64.92
16000	0.35	1.15	93.26	101.71
18000	0.38	1.25	104.91	110.04
20000	0.40	1.31	116.57	115.55
24000	0.46	1.51	139.89	131.93
28000	0.50	1.64	163.20	142.72
30000	0.53	1.74	174.86	150.73
34000	0.60	1.97	198.17	169.19
36000	0.63	2.07	209.83	177.00
38000	0.65	2.13	221.49	182.17
40000	0.69	2.27	233.14	192.43
44000	0.76	2.50	256.46	210.11
46000	0.80	2.63	268.11	220.07
48000	0.88	2.89	279.77	239.65
50000	0.92	3.02	291.43	249.27
54000	1.15	3.78	314.74	302.47
58000	1.50	4.93	338.06	376.41
60000	1.53	5.02	349.71	382.36
66000	1.67	5.48	384.68	409.28
68000	1.72	5.65	396.34	418.57
70000	1.76	5.78	408.00	425.87
74000	1.89	6.21	431.31	448.85
76000	1.92	6.31	442.97	453.99
78000	1.96	6.44	454.63	460.75
80000	1.98	6.50	466.28	464.08
84000	2.08	6.83	489.60	480.35
86000	2.14	7.03	501.26	489.77
87100	2.16	7.09	507.67	492.86



ECUACIÓN (ESFUERZO):	-3.1981 X ² + 92.352 X - 2.6865
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9957
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	507.67
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	337972.1868
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	99667.80749
ECUACIÓN CORREGIDA:	-3.1981 X ² + 92.1657481 X + 0

**B) MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO DE MEZCLA B:
EDAD: 7 DIAS**

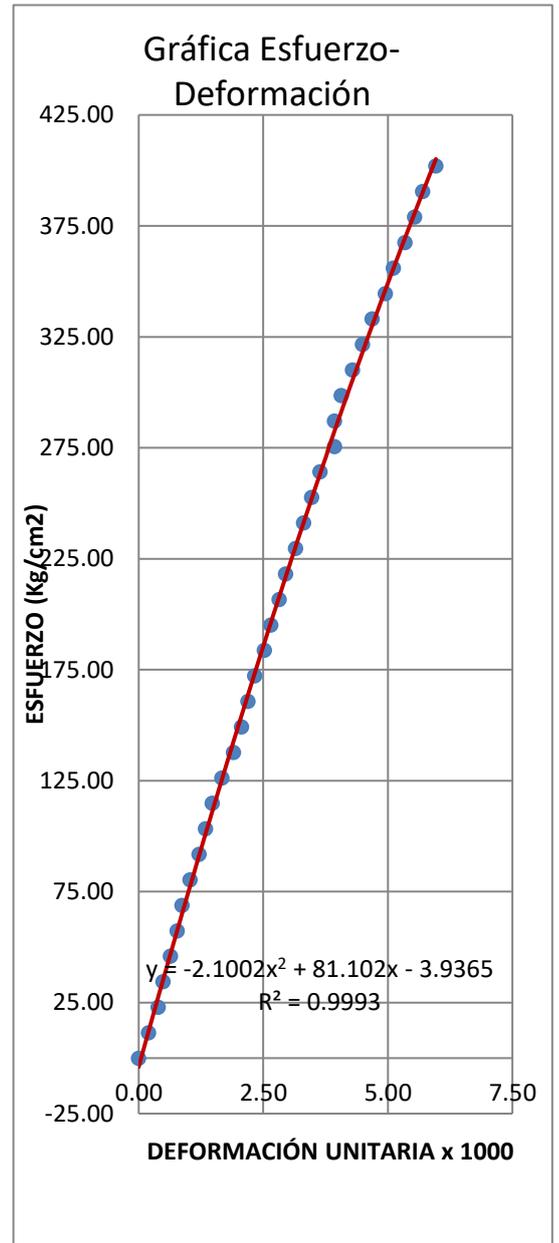
DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO					
TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas		TIPO DE MEZCLA:	B	
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA		CODIGO:	B1-241217-7D	
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²		CEMENTO :	PORTLAND T1	
FECHA ELAB:	24/12/2017		LONGITUD (mm):	305.1	
FECHA ENS:	31/12/2017		DIAMETRO (cm):	14.950	
EDAD:	7 DÍAS		AREA (cm2):	175.538	
CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	
0	0.00	0.00	0.00	0.00	
2000	0.08	0.26	11.39	17.90	
4000	0.13	0.43	22.79	29.03	
6000	0.19	0.62	34.18	42.34	
8000	0.25	0.82	45.57	55.58	
10000	0.32	1.05	56.97	70.96	
14000	0.10	0.33	79.75	22.36	
18000	0.53	1.74	102.54	116.60	
20000	0.57	1.87	113.94	125.22	
24000	0.67	2.20	136.72	146.63	
26000	0.75	2.46	148.12	163.64	
28000	0.78	2.56	159.51	169.99	
30000	0.80	2.62	170.90	174.21	
34000	0.87	2.85	193.69	188.95	
36000	0.91	2.98	205.08	197.33	
38000	0.95	3.11	216.48	205.69	
40000	0.98	3.21	227.87	211.94	
44000	1.12	3.67	250.66	240.92	
46000	1.21	3.97	262.05	259.37	
48000	1.26	4.13	273.44	269.57	
50000	1.29	4.23	284.84	275.67	
54000	1.46	4.79	307.62	309.93	
56000	1.50	4.92	319.02	317.92	
58000	1.58	5.18	330.41	333.83	
60000	1.64	5.38	341.81	345.69	
64000	1.75	5.74	364.59	367.28	
66000	1.82	5.97	375.99	380.91	
68000	1.89	6.19	387.38	394.46	
70000	1.95	6.39	398.77	406.01	
73500	1.99	6.52	418.71	413.68	
ECUACIÓN (ESFUERZO):			-0.7733 X ²	+ 68.5 X	+ -1.4267
COEF. CORRELACIÓN:			R ² = 0.9993		
ESF. ROTURA (kg/cm ²):			418.71		
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:			306936.6828		
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:			92585.10841		
ECUACIÓN CORREGIDA:			-0.7733 X ²	+ 68.4677802 X	+ 0



DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	B
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	B2-241217-7D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	24/12/2017	LONGITUD (mm):	305.1
FECHA ENS:	31/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.890
EDAD:	7 DÍAS	AREA (cm2):	174.132

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.06	0.20	11.49	15.83
4000	0.12	0.39	22.97	31.49
6000	0.15	0.49	34.46	39.27
8000	0.20	0.64	45.94	50.85
10000	0.24	0.77	57.43	61.06
14000	0.32	1.03	80.40	81.28
16000	0.37	1.21	91.88	95.02
18000	0.41	1.34	103.37	104.92
20000	0.45	1.47	114.86	114.75
24000	0.58	1.90	137.83	146.20
26000	0.63	2.06	149.31	158.09
28000	0.67	2.20	160.80	167.52
30000	0.71	2.33	172.28	176.88
34000	0.81	2.65	195.25	199.97
38000	0.90	2.95	218.22	220.36
40000	0.96	3.15	229.71	233.75
42000	1.01	3.31	241.20	244.79
44000	1.06	3.47	252.68	255.71
46000	1.11	3.64	264.17	266.52
48000	1.20	3.93	275.65	285.69
50000	1.20	3.93	287.14	285.69
52000	1.24	4.06	298.62	294.10
54000	1.31	4.29	310.11	308.63
56000	1.37	4.49	321.59	320.91
58000	1.43	4.69	333.08	333.03
60000	1.51	4.95	344.57	348.94
64000	1.63	5.34	367.54	372.25
66000	1.69	5.54	379.02	383.67
68000	1.74	5.70	390.51	393.06
70000	1.82	5.97	401.99	407.84

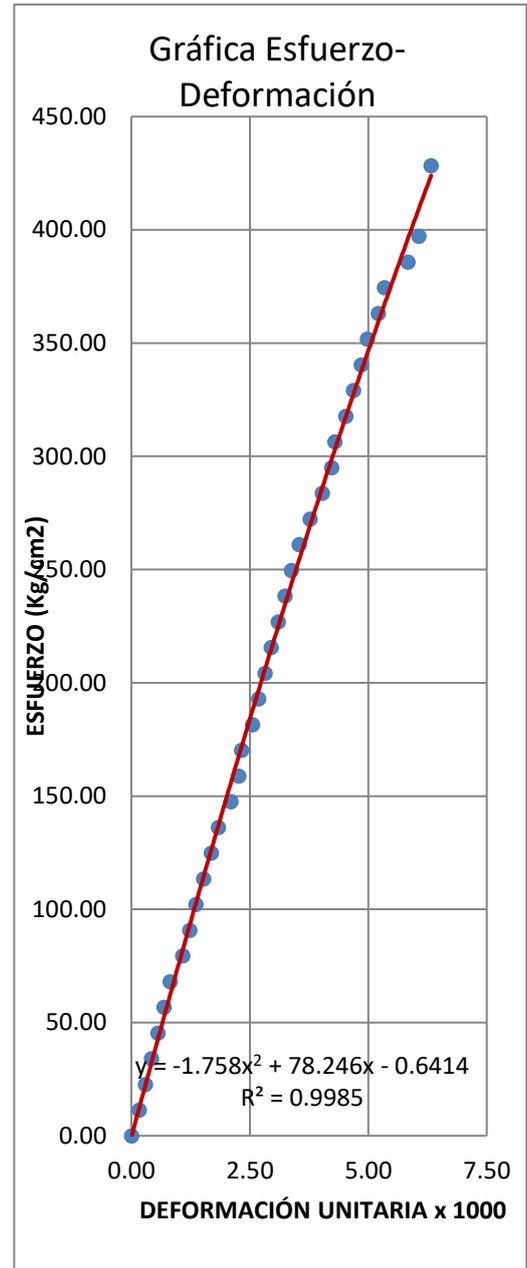


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-2.1002 X ² + 81.102 X + -3.9365
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9993
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	401.99
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	300746.5407
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	101378.857
ECUACIÓN CORREGIDA:	-2.1002 X ² + 80.8978656 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	B
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	B3-241217-7D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	24/12/2017	LONGITUD (mm):	300.0
FECHA ENS:	31/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.980
EDAD:	7 DÍAS	AREA (cm2):	176.244

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.05	0.16	11.35	12.77
4000	0.09	0.29	22.70	22.92
6000	0.13	0.43	34.04	33.01
8000	0.17	0.56	45.39	43.04
10000	0.21	0.69	56.74	53.00
14000	0.33	1.08	79.44	82.54
18000	0.42	1.36	102.13	103.14
20000	0.47	1.52	113.48	115.13
24000	0.56	1.84	136.18	137.64
26000	0.64	2.10	147.52	156.34
28000	0.69	2.26	158.87	167.90
30000	0.71	2.33	170.22	172.50
34000	0.82	2.69	192.91	197.52
36000	0.86	2.82	204.26	206.51
38000	0.90	2.95	215.61	215.43
40000	0.95	3.10	226.96	225.40
44000	1.03	3.38	249.65	244.02
46000	1.08	3.54	261.00	254.85
48000	1.15	3.77	272.35	269.84
50000	1.23	4.03	283.70	286.76
52000	1.29	4.23	295.05	299.28
54000	1.31	4.29	306.39	303.43
56000	1.38	4.52	317.74	317.82
58000	1.43	4.69	329.09	327.98
60000	1.48	4.85	340.44	338.05
64000	1.59	5.21	363.13	359.88
66000	1.63	5.34	374.48	367.70
68000	1.78	5.83	385.83	396.49
70000	1.85	6.06	397.18	409.64
75500	1.93	6.33	428.38	424.44

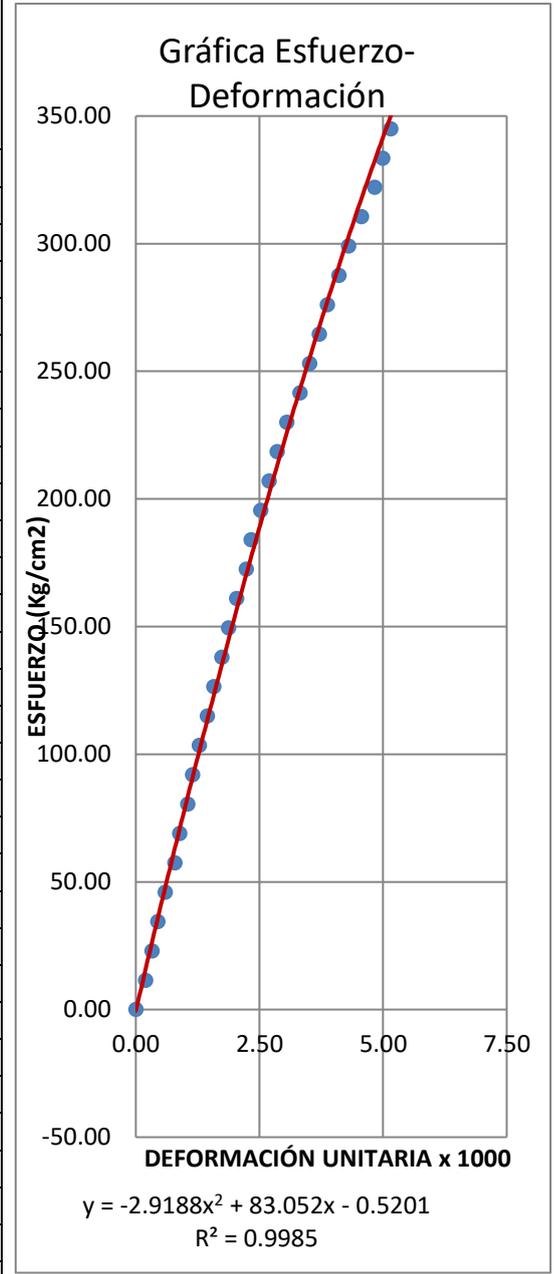


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-1.758 X ² + 78.246 X + -0.6414
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9985
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	428.38
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	310461.664
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	105420.2445
ECUACIÓN CORREGIDA:	-1.758 X ² + 78.2171732 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	B
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	B4-241217-7D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND TIPO
FECHA ELAB:	24/12/2017	LONGITUD (mm):	304.5
FECHA ENS:	31/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.880
EDAD:	7 DÍAS	AREA (cm2):	173.898

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.06	0.20	11.50	16.24
4000	0.10	0.33	23.00	26.95
6000	0.14	0.44	34.50	36.23
8000	0.18	0.59	46.00	48.05
10000	0.24	0.79	57.50	63.62
14000	0.32	1.05	80.51	84.02
16000	0.35	1.15	92.01	91.56
18000	0.39	1.28	103.51	101.54
20000	0.44	1.44	115.01	113.86
24000	0.53	1.74	138.01	135.65
26000	0.57	1.87	149.51	145.17
28000	0.62	2.04	161.01	156.93
30000	0.68	2.23	172.51	170.83
34000	0.77	2.53	195.52	191.26
36000	0.82	2.69	207.02	202.39
38000	0.87	2.86	218.52	213.36
40000	0.93	3.05	230.02	226.32
42000	1.01	3.32	241.52	243.24
44000	1.07	3.51	253.02	255.67
46000	1.13	3.71	264.52	267.87
48000	1.18	3.88	276.02	277.87
50000	1.25	4.11	287.52	291.60
54000	1.39	4.56	310.53	318.13
58000	1.52	4.99	333.53	341.67
60000	1.57	5.16	345.03	350.43
64000	1.69	5.55	368.03	370.83
66000	1.72	5.65	379.53	375.79
68000	1.81	5.94	391.03	390.33
70000	1.86	6.11	402.53	398.18
73000	1.91	6.27	419.79	405.88

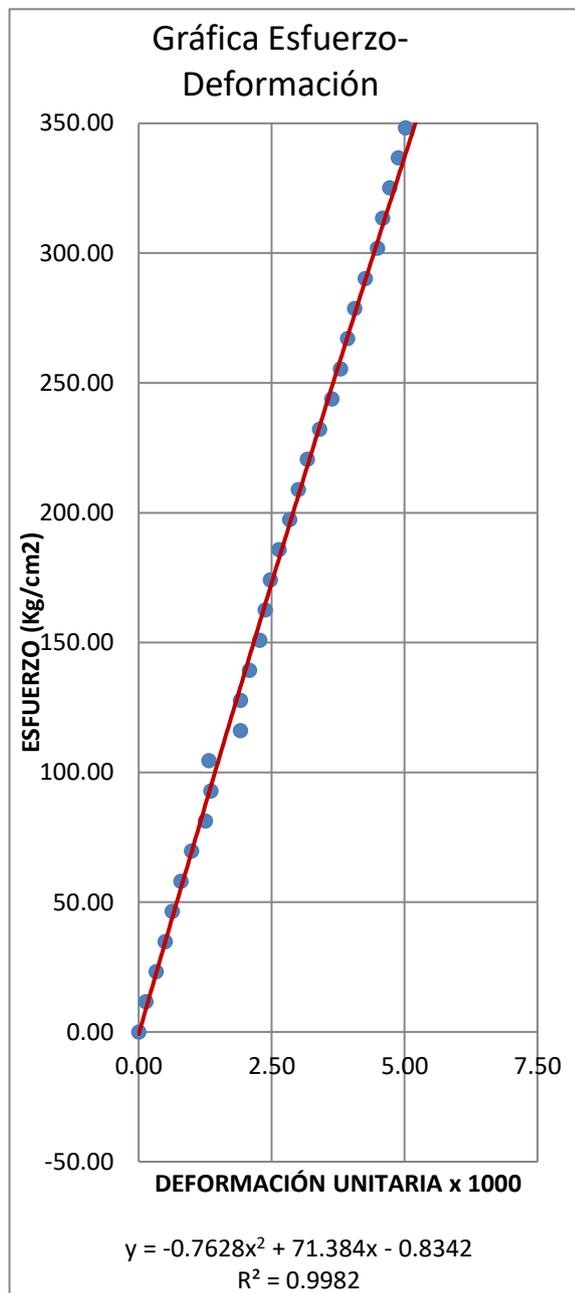


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-2.9188 X ² + 83.052 X + -0.5201
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9985
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	419.79
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	307329.9018
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	98251.03109
ECUACIÓN CORREGIDA:	-2.9188 X ² + 83.0154349 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	B
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	B5-241217-7D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	24/12/2017	LONGITUD (mm):	303.0
FECHA ENS:	31/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.810
EDAD:	7 DÍAS	AREA (cm²):	172.266

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.04	0.13	11.61	9.41
4000	0.10	0.33	23.22	23.47
6000	0.15	0.50	34.83	35.14
8000	0.19	0.63	46.44	44.45
10000	0.24	0.79	58.05	56.05
14000	0.38	1.25	81.27	88.30
18000	0.40	1.32	104.49	92.89
20000	0.58	1.91	116.10	133.82
24000	0.63	2.08	139.32	145.09
26000	0.69	2.28	150.93	158.57
28000	0.72	2.38	162.54	165.28
30000	0.75	2.48	174.15	171.98
34000	0.86	2.84	197.37	196.42
36000	0.91	3.00	208.98	207.46
38000	0.96	3.17	220.59	218.46
40000	1.03	3.40	232.20	233.79
44000	1.15	3.80	255.42	259.88
46000	1.19	3.93	267.03	268.53
48000	1.23	4.06	278.64	277.14
50000	1.29	4.26	290.25	290.02
52000	1.36	4.49	301.86	304.96
54000	1.39	4.59	313.47	311.35
56000	1.43	4.72	325.08	319.83
58000	1.48	4.88	336.69	330.40
60000	1.52	5.02	348.30	338.82
62000	1.60	5.28	359.91	355.59
64000	1.68	5.54	371.52	372.25
66000	1.74	5.74	383.13	384.68
68000	1.81	5.97	394.74	399.11
70000	1.87	6.17	406.35	411.40
72000	1.94	6.40	417.96	425.67



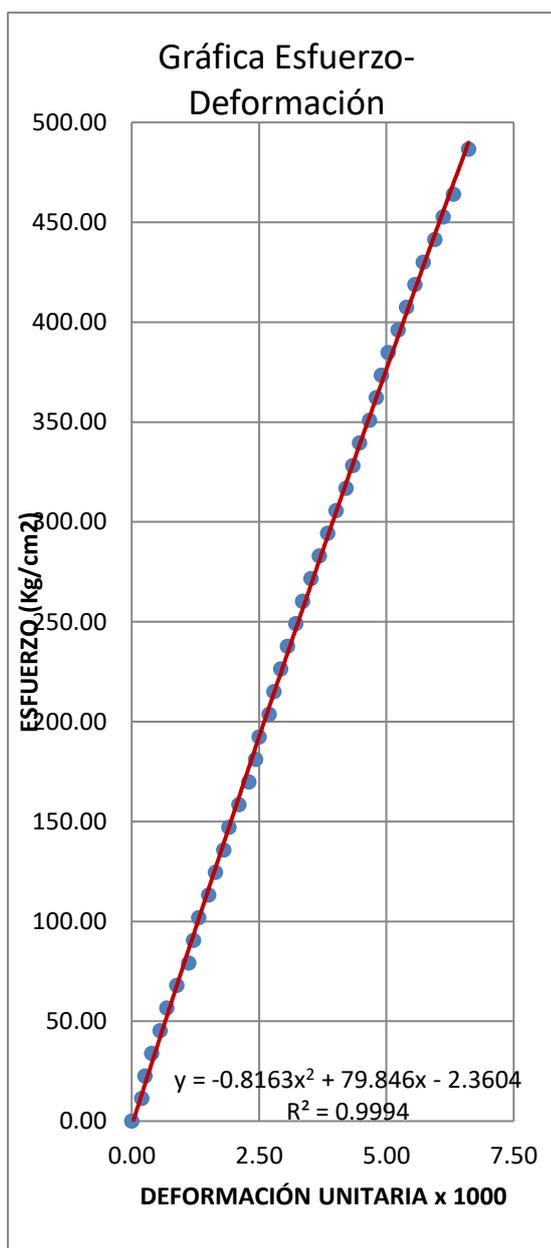
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-0.7628 X ² + 71.386 X - 0.8342
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9982
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	417.96
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	306660.266
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	94933.45721
ECUACIÓN CORREGIDA:	-0.7628 X ² + 71.36817 X + 0

EDAD: 14 DIAS

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	B
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	B1-101217-14D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	304.0
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	15.000
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm2):	176.715

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.06	0.20	11.32	15.72
4000	0.08	0.26	22.64	20.94
6000	0.12	0.39	33.95	31.37
8000	0.17	0.56	45.27	44.37
10000	0.21	0.69	56.59	54.73
14000	0.34	1.12	79.22	88.23
16000	0.37	1.22	90.54	95.91
18000	0.40	1.32	101.86	103.58
20000	0.46	1.51	113.18	118.88
24000	0.55	1.81	135.81	141.70
28000	0.64	2.11	158.45	164.38
30000	0.70	2.30	169.77	179.42
34000	0.76	2.50	192.40	194.39
38000	0.85	2.80	215.04	216.74
40000	0.89	2.93	226.35	226.62
44000	0.98	3.22	248.99	248.76
48000	1.07	3.52	271.62	270.75
52000	1.17	3.85	294.26	295.02
54000	1.22	4.01	305.58	307.09
56000	1.28	4.21	316.90	321.52
58000	1.32	4.34	328.21	331.10
60000	1.36	4.47	339.53	340.65
64000	1.46	4.80	362.17	364.41
68000	1.53	5.03	384.80	380.94
70000	1.59	5.23	396.12	395.03
74000	1.69	5.56	418.75	418.38
76000	1.74	5.72	430.07	429.99
78000	1.81	5.95	441.39	446.17
80000	1.86	6.12	452.71	457.68
82000	1.92	6.32	464.03	471.42
86000	2.01	6.61	486.66	491.92

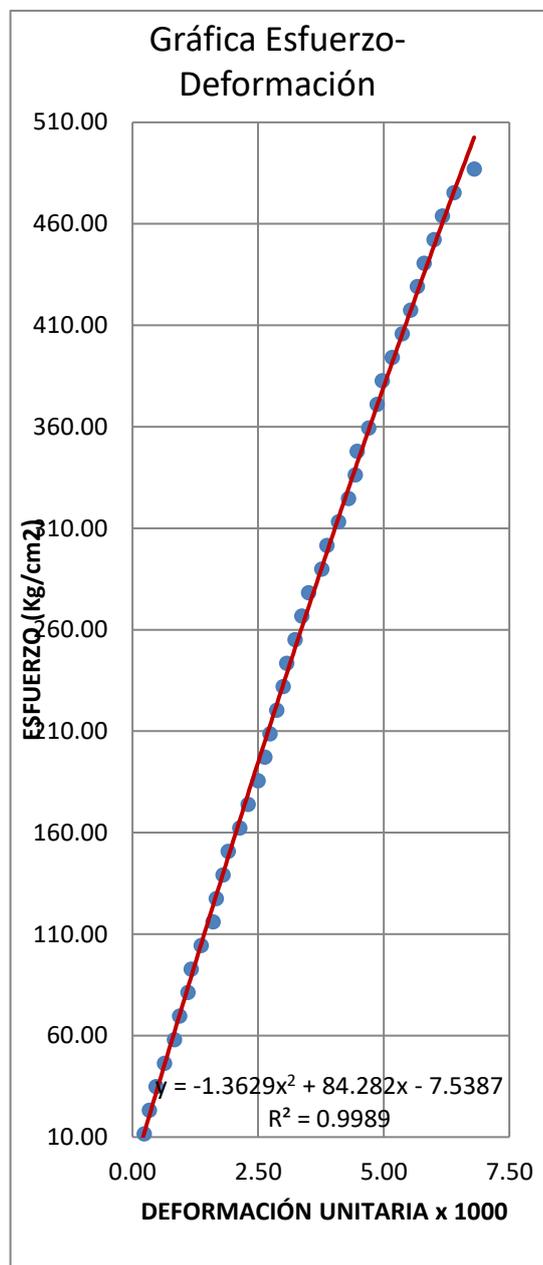


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-0.8163 X ² + 79.846 X + -2.3604
COEF. CORRELACIÓN:	R2= 0.9893
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	486.66
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	330905.728
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	105524.0915
ECUACIÓN CORREGIDA:	-0.8163 X ² + 79.797226 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	B
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	B2-101217-14D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	300.0
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.820
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm2):	172.499

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.07	0.23	11.59	19.53
4000	0.10	0.33	23.19	27.86
8000	0.19	0.63	46.38	52.68
10000	0.25	0.83	57.97	69.09
14000	0.33	1.10	81.16	90.79
16000	0.35	1.17	92.75	96.19
20000	0.48	1.60	115.94	130.97
24000	0.54	1.80	139.13	146.85
26000	0.57	1.90	150.73	154.75
28000	0.64	2.13	162.32	173.08
30000	0.69	2.30	173.91	186.08
34000	0.79	2.63	197.10	211.85
36000	0.82	2.73	208.70	219.52
38000	0.86	2.87	220.29	229.71
40000	0.90	3.00	231.89	239.85
44000	0.97	3.23	255.07	257.47
46000	1.01	3.37	266.67	267.48
48000	1.05	3.50	278.26	277.44
52000	1.16	3.87	301.45	304.57
54000	1.23	4.10	313.05	321.64
58000	1.33	4.43	336.23	345.78
60000	1.34	4.47	347.83	348.18
64000	1.46	4.87	371.02	376.70
66000	1.49	4.97	382.61	383.77
68000	1.55	5.17	394.21	397.81
70000	1.61	5.37	405.80	411.75
76000	1.74	5.80	440.58	441.57
78000	1.80	6.00	452.18	455.16
80000	1.85	6.17	463.77	466.41
84000	2.04	6.80	486.96	508.44
86500	2.11	7.03	501.45	523.65

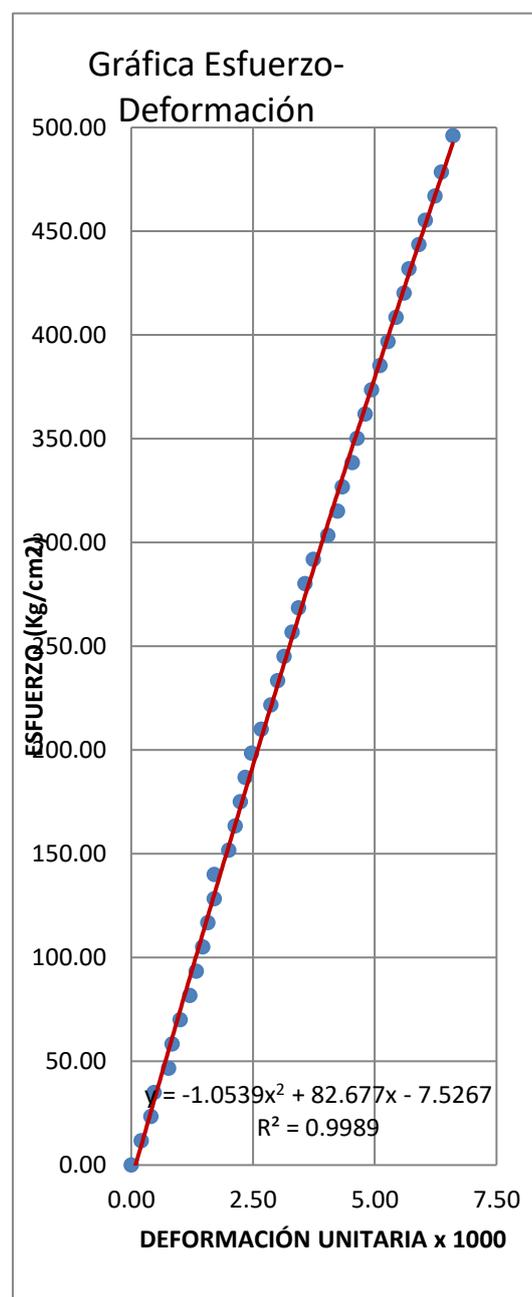


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-1.3629 X ² + 84.282 X + -7.5387
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9993
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	501.45
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	335897.0336
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	99626.32863
ECUACIÓN CORREGIDA:	-1.3629 X ² + 84.037834 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	B
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	B3-101217-14D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	303.5
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.770
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm2):	171.337

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.06	0.20	11.67	16.45
4000	0.12	0.40	23.35	32.83
6000	0.14	0.47	35.02	38.26
8000	0.23	0.77	46.69	62.62
10000	0.25	0.83	58.36	68.01
14000	0.36	1.20	81.71	97.46
16000	0.40	1.33	93.38	108.11
18000	0.44	1.47	105.06	118.71
20000	0.47	1.57	116.73	126.64
26000	0.60	2.00	151.75	160.75
30000	0.67	2.23	175.09	178.96
34000	0.74	2.47	198.44	197.05
36000	0.80	2.67	210.11	212.47
38000	0.86	2.87	221.79	227.80
40000	0.90	3.00	233.46	237.97
44000	0.99	3.30	256.80	260.72
46000	1.03	3.43	268.48	270.77
48000	1.07	3.57	280.15	280.79
52000	1.21	4.03	303.50	315.54
54000	1.27	4.23	315.17	330.30
58000	1.36	4.53	338.51	352.27
60000	1.39	4.63	350.19	359.56
64000	1.48	4.93	373.53	381.28
66000	1.53	5.10	385.21	393.26
68000	1.58	5.27	396.88	405.19
70000	1.63	5.43	408.55	417.06
74000	1.71	5.70	431.90	435.92
76000	1.77	5.90	443.57	449.97
78000	1.81	6.03	455.24	459.30
80000	1.87	6.23	466.92	473.21
82000	1.91	6.37	478.59	482.43
85000	1.98	6.60	496.10	498.49

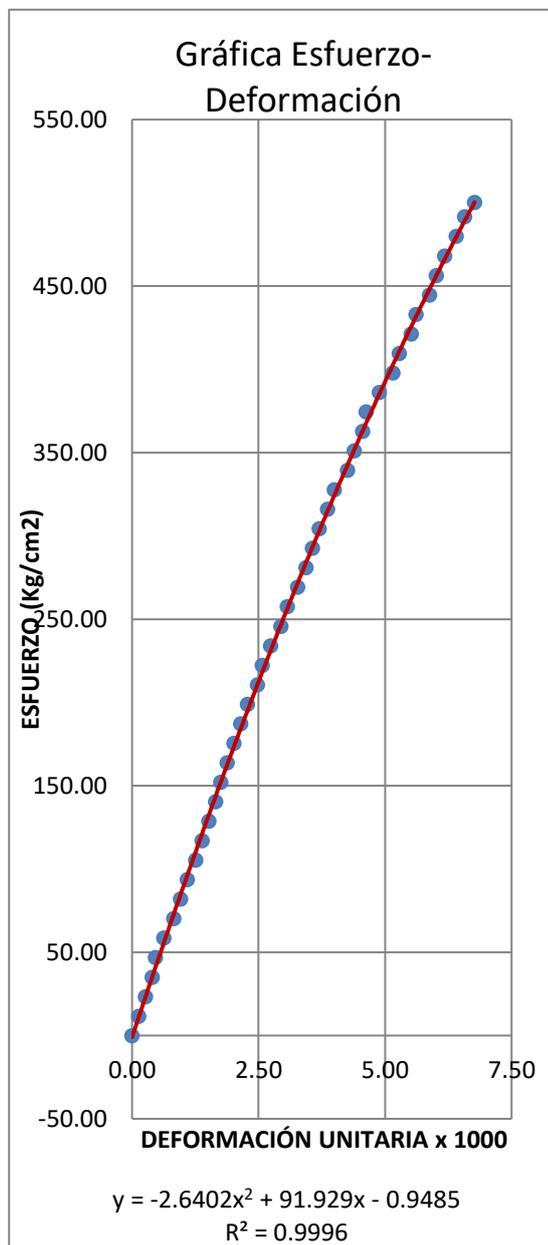


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-1.0539 X ² + 82.677 X + -7.5267
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9984
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	496.10
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	334099.0848
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	107847.5347
ECUACIÓN CORREGIDA:	-1.0539 X ² + 82.4848881 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	B
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	B4-101217-14D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	302.8
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.750
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm²):	170.873

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.04	0.13	11.70	12.09
4000	0.08	0.26	23.41	24.09
8000	0.14	0.46	46.82	41.91
10000	0.19	0.63	58.52	56.61
14000	0.29	0.96	81.93	85.57
18000	0.38	1.25	105.34	111.14
20000	0.42	1.39	117.05	122.36
24000	0.50	1.65	140.46	144.51
26000	0.53	1.75	152.16	152.72
28000	0.57	1.88	163.86	163.59
30000	0.61	2.01	175.57	174.37
34000	0.69	2.28	198.98	195.65
36000	0.75	2.48	210.68	211.36
40000	0.83	2.74	234.09	232.00
44000	0.93	3.07	257.50	257.27
46000	0.99	3.27	269.21	272.16
52000	1.12	3.70	304.32	303.71
54000	1.17	3.86	316.02	315.58
56000	1.21	4.00	327.73	324.97
58000	1.29	4.26	339.43	343.49
60000	1.33	4.39	351.14	352.61
64000	1.40	4.62	374.55	368.34
66000	1.48	4.89	386.25	385.98
68000	1.56	5.15	397.96	403.25
70000	1.60	5.28	409.66	411.75
74000	1.70	5.61	433.07	432.59
76000	1.78	5.88	444.77	448.85
78000	1.82	6.01	456.48	456.84
80000	1.87	6.18	468.18	466.69
84000	1.99	6.57	491.59	489.77
85500	2.05	6.77	500.37	500.99

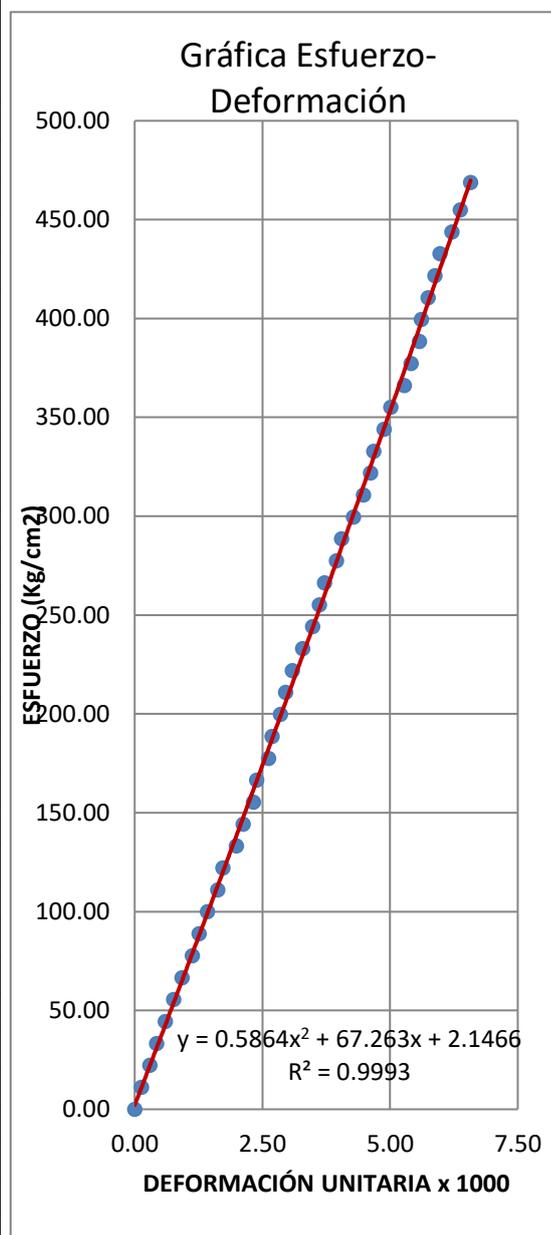


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-2.6402	X ²	+	91.929	X	+	-0.9485
COEF. CORRELACIÓN:				R ² =	0.9893		
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	500.37						
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	335534.6344						
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	104896.4						
ECUACIÓN CORREGIDA:	-2.6402	X ²	+	91.874502	X	+	0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	B
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	B5-101217-14D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	301.1
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	15.150
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm²):	180.267

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.04	0.13	11.09	8.94
4000	0.09	0.30	22.19	20.15
6000	0.13	0.43	33.28	29.13
8000	0.18	0.60	44.38	40.40
10000	0.23	0.76	55.47	51.69
14000	0.34	1.13	77.66	76.66
18000	0.43	1.43	99.85	97.20
20000	0.49	1.63	110.95	110.95
24000	0.60	1.99	133.14	136.29
26000	0.64	2.13	144.23	145.54
28000	0.70	2.32	155.33	159.46
30000	0.72	2.39	166.42	164.10
34000	0.81	2.69	188.61	185.09
36000	0.86	2.86	199.70	196.79
40000	0.93	3.09	221.89	213.23
44000	1.05	3.49	244.08	241.56
46000	1.09	3.62	255.18	251.05
48000	1.12	3.72	266.27	258.17
52000	1.22	4.05	288.46	282.01
54000	1.29	4.28	299.56	298.78
56000	1.35	4.48	310.65	313.20
58000	1.39	4.62	321.75	322.84
60000	1.41	4.68	332.84	327.66
64000	1.51	5.01	355.03	351.88
68000	1.63	5.41	377.22	381.11
70000	1.68	5.58	388.31	393.34
74000	1.73	5.75	410.50	405.61
78000	1.80	5.98	432.69	422.84
80000	1.87	6.21	443.79	440.13
82000	1.92	6.38	454.88	452.52
84500	1.98	6.58	468.75	467.43

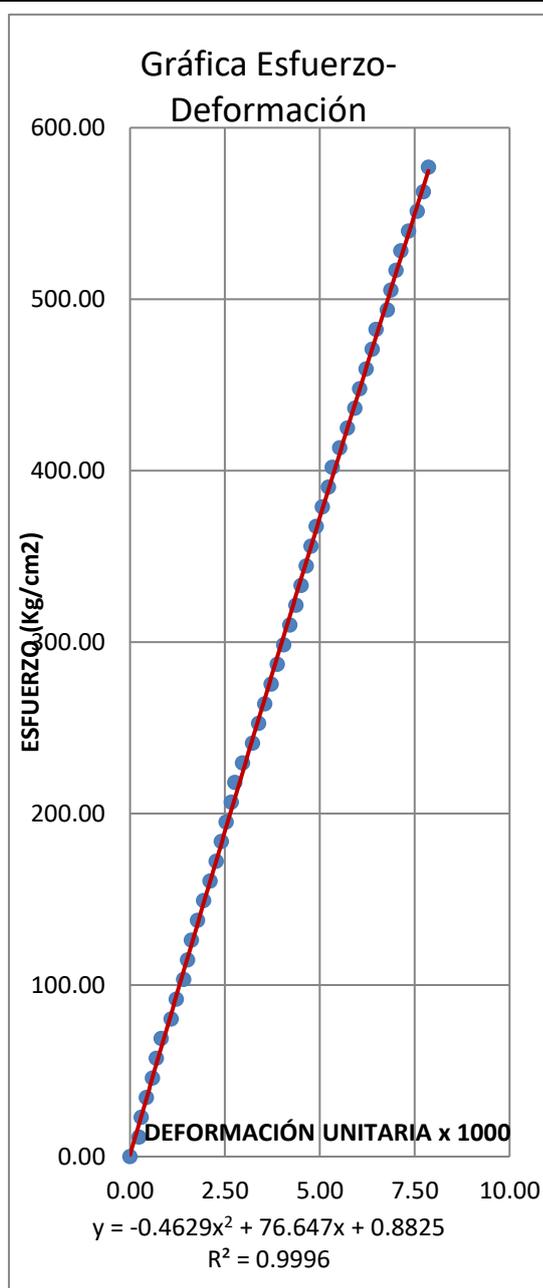


ECUACIÓN (ESFUERZO):	0.5864 X ² + 67.263 X + 2.1466
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9893
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	468.75
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	324759.6315
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	102439.1903
ECUACIÓN CORREGIDA:	0.5864 X ² + 67.2255614 X + 0

EDAD: 28 DIAS

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO			
TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	B
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	B1-031217-28D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	304.0
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.890
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm2):	174.132

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.07	0.23	11.49	17.63
6000	0.13	0.43	34.46	32.70
8000	0.18	0.59	45.94	45.23
10000	0.21	0.69	57.43	52.73
14000	0.33	1.09	80.40	82.67
18000	0.43	1.41	103.37	107.50
20000	0.46	1.51	114.86	114.94
24000	0.54	1.78	137.83	134.71
26000	0.59	1.94	149.31	147.03
30000	0.69	2.27	172.28	171.61
34000	0.77	2.53	195.25	191.20
38000	0.84	2.76	218.22	208.28
40000	0.90	2.96	229.71	222.89
44000	1.03	3.39	252.68	254.41
48000	1.13	3.72	275.65	278.55
50000	1.18	3.88	287.14	290.58
54000	1.28	4.21	310.11	314.56
58000	1.37	4.51	333.08	336.06
60000	1.41	4.64	344.57	345.59
64000	1.49	4.90	367.54	364.60
68000	1.59	5.23	390.51	388.28
70000	1.62	5.33	401.99	395.36
74000	1.74	5.72	424.96	423.60
78000	1.84	6.05	447.94	447.02
80000	1.89	6.22	459.42	458.70
84000	1.97	6.48	482.39	477.32
88000	2.09	6.88	505.36	505.14
90000	2.13	7.01	516.85	514.38
94000	2.23	7.34	539.82	537.42
96000	2.30	7.57	551.31	553.48
98000	2.35	7.73	562.79	564.92
100500	2.39	7.86	577.15	574.06

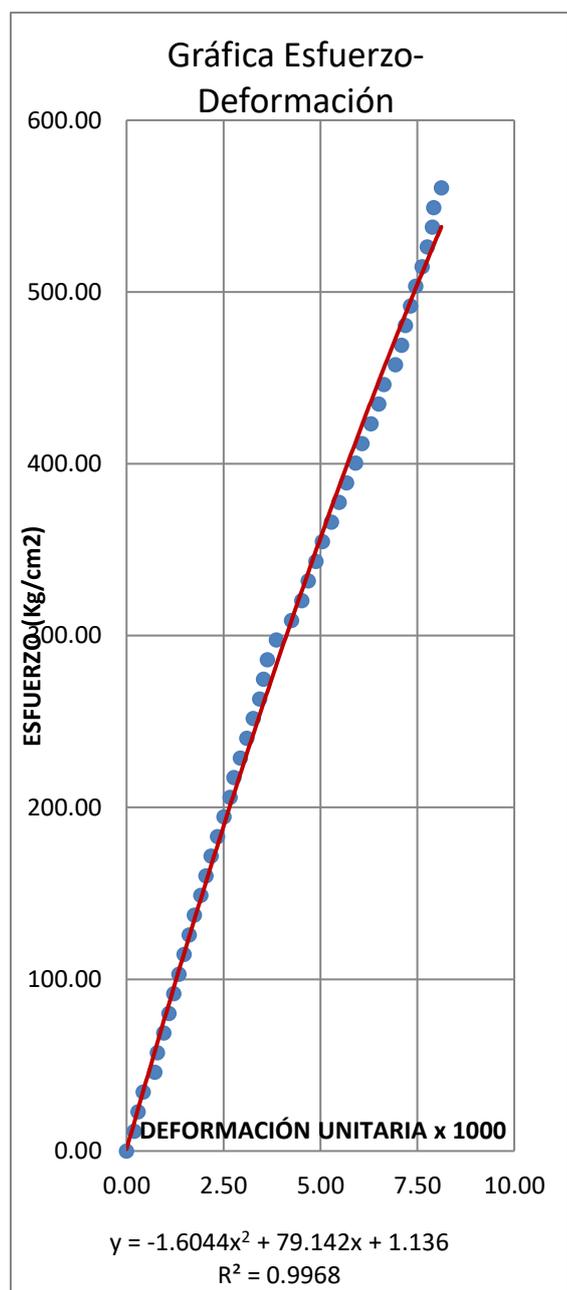


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-0.4629 X ² + 76.647 X + 0.8825
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9996
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	577.15
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	360358.4013
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	98458.37615
ECUACIÓN CORREGIDA:	-0.4629 X ² + 76.6576588 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	B
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	B2-031217-28D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	303.0
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.920
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm2):	174.835

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.06	0.20	11.44	15.60
6000	0.13	0.43	34.32	33.64
8000	0.22	0.73	45.76	56.58
10000	0.24	0.79	57.20	61.64
14000	0.33	1.09	80.08	84.24
18000	0.41	1.35	102.95	104.09
20000	0.45	1.49	114.39	113.93
24000	0.53	1.75	137.27	133.44
30000	0.66	2.18	171.59	164.68
34000	0.76	2.51	194.47	188.30
38000	0.84	2.77	217.35	206.95
40000	0.89	2.94	228.79	218.49
44000	0.99	3.27	251.67	241.30
48000	1.07	3.53	274.55	259.31
50000	1.10	3.63	285.98	266.00
54000	1.29	4.26	308.86	307.66
58000	1.42	4.69	331.74	335.44
60000	1.48	4.88	343.18	348.07
64000	1.60	5.28	366.06	372.93
66000	1.66	5.48	377.50	385.18
68000	1.72	5.68	388.94	397.29
70000	1.79	5.91	400.38	411.27
74000	1.91	6.30	423.26	434.84
76000	1.97	6.50	434.70	446.43
78000	2.01	6.63	446.14	454.09
80000	2.10	6.93	457.58	471.12
84000	2.18	7.19	480.45	486.02
88000	2.26	7.46	503.33	500.70
90000	2.31	7.62	514.77	509.76
94000	2.39	7.89	537.65	524.07
98000	2.46	8.12	560.53	536.41
99500	2.51	8.28	569.11	545.12

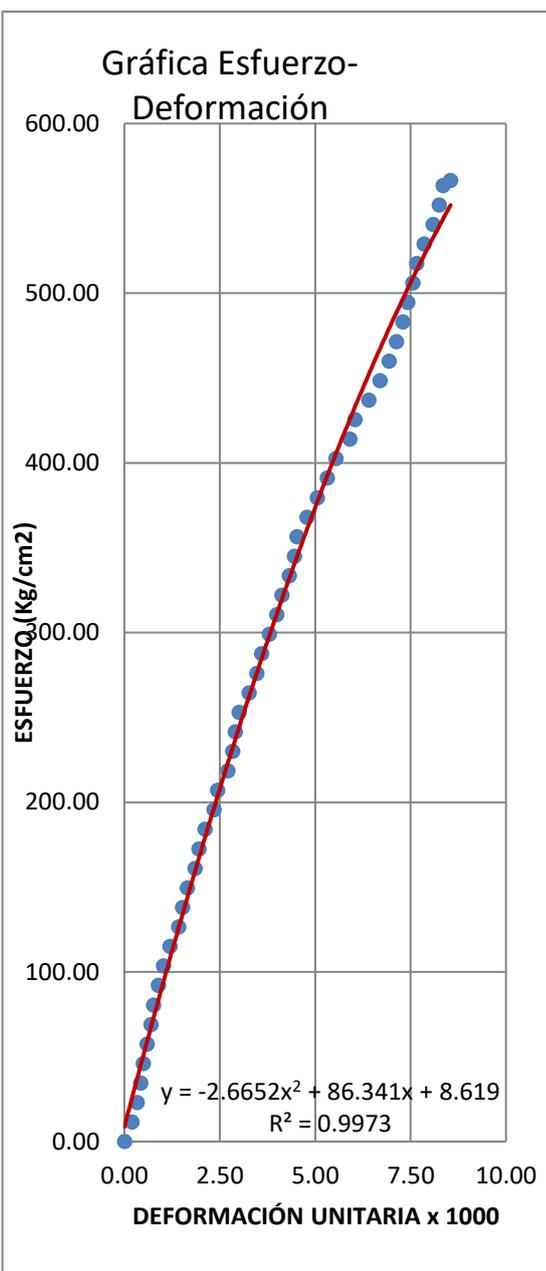


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-1.6044 X ² + 79.142 X + -1.136
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9968
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	569.11
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	357840.124
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	90567.26181
ECUACIÓN CORREGIDA:	-1.6044 X ² + 79.0959276 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	B
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	B3-031217-28D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	303.0
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.880
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm²):	173.898

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.06	0.20	11.50	17.10
6000	0.13	0.43	34.50	36.78
8000	0.15	0.50	46.00	42.35
10000	0.18	0.59	57.50	50.67
14000	0.23	0.76	80.51	64.41
18000	0.31	1.02	103.51	86.09
20000	0.36	1.19	115.01	99.45
24000	0.46	1.52	138.01	125.74
26000	0.50	1.65	149.51	136.09
28000	0.56	1.85	161.01	151.45
30000	0.59	1.95	172.51	159.05
34000	0.71	2.34	195.52	188.93
38000	0.82	2.71	218.52	215.58
40000	0.86	2.84	230.02	225.10
44000	0.91	3.00	253.02	236.86
48000	1.05	3.47	276.02	269.03
50000	1.09	3.60	287.52	278.02
54000	1.21	3.99	310.53	304.41
58000	1.31	4.32	333.53	325.76
60000	1.35	4.46	345.03	334.14
64000	1.45	4.79	368.03	354.69
70000	1.68	5.54	402.53	399.73
74000	1.83	6.04	425.54	427.45
78000	2.03	6.70	448.54	462.38
80000	2.10	6.93	460.04	474.06
84000	2.21	7.29	483.04	491.83
86000	2.25	7.43	494.54	498.12
88000	2.29	7.56	506.04	504.32
90000	2.32	7.66	517.54	508.90
94000	2.45	8.09	540.55	528.17
98000	2.53	8.35	563.55	539.55
98500	2.59	8.55	566.42	547.83

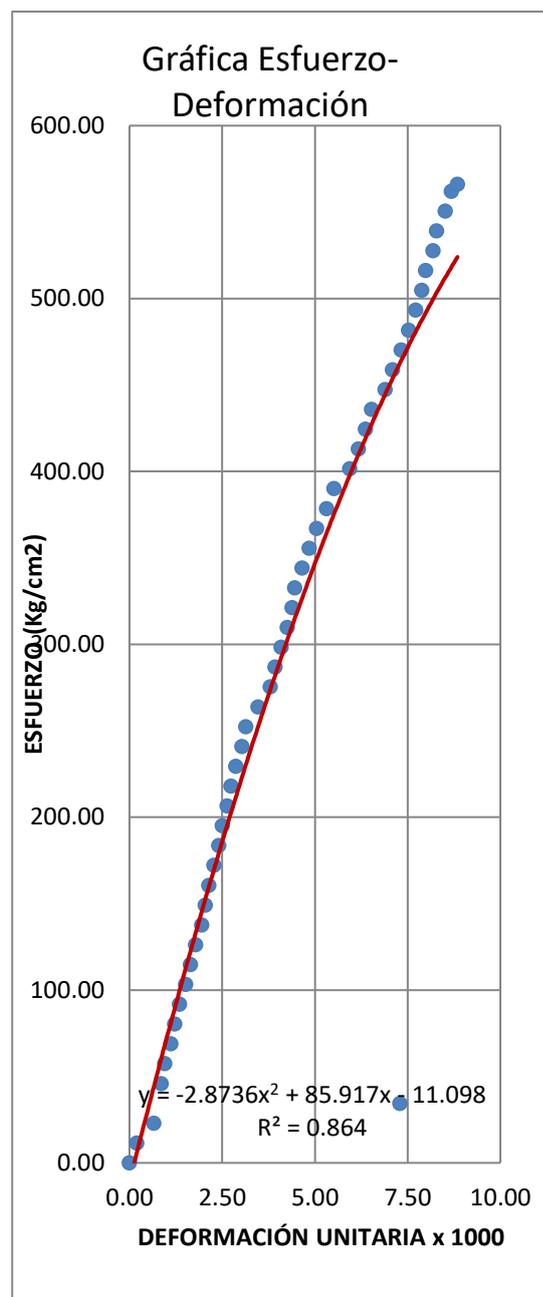


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-2.6652 X ² + 86.341 X + 8.619
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9973
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	566.42
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	356994.4812
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	86505.04719
ECUACIÓN CORREGIDA:	-2.6652 X ² + 86.8714782 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	B
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	B4-031217-28D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	303.0
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.900
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm²):	174.366

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.06	0.20	11.47	16.75
6000	2.21	7.29	34.41	468.35
8000	0.26	0.86	45.88	70.97
10000	0.29	0.96	57.35	78.88
14000	0.37	1.22	80.29	99.72
16000	0.41	1.35	91.76	109.99
18000	0.46	1.52	103.23	122.68
20000	0.50	1.65	114.70	132.72
24000	0.59	1.95	137.64	154.95
26000	0.62	2.05	149.11	162.25
28000	0.65	2.15	160.58	169.49
30000	0.69	2.28	172.05	179.05
38000	0.83	2.74	217.93	211.75
40000	0.87	2.87	229.40	220.86
44000	0.95	3.14	252.34	238.79
50000	1.19	3.93	286.75	290.18
54000	1.29	4.26	309.69	310.52
58000	1.35	4.46	332.63	322.43
60000	1.41	4.65	344.10	334.12
64000	1.53	5.05	367.04	356.80
66000	1.61	5.31	378.51	371.43
70000	1.80	5.94	401.45	404.56
74000	1.93	6.37	424.39	425.92
76000	1.98	6.53	435.86	433.86
78000	2.09	6.90	447.33	450.77
80000	2.15	7.10	458.80	459.67
84000	2.28	7.52	481.74	478.18
88000	2.39	7.89	504.68	493.03
90000	2.42	7.99	516.15	496.94
94000	2.51	8.28	539.10	508.35
98000	2.63	8.68	562.04	522.78
98700	2.68	8.84	566.05	528.52

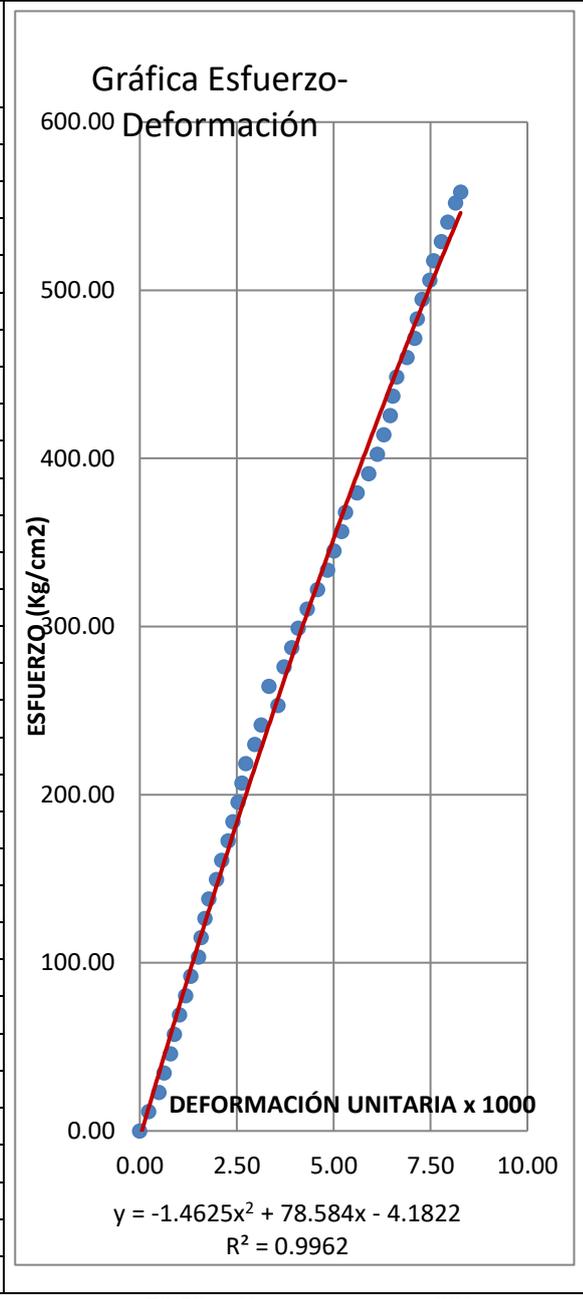


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-2.8736 X ² + 85.917 X - 11.098
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.864
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	566.05
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	356877.0549
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	82696.78216
ECUACIÓN CORREGIDA:	-2.8736 X ² + 85.1713921 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	B
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	B5-031217-28D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	303.3
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.880
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm2):	173.898

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.07	0.23	11.50	18.02
6000	0.19	0.63	34.50	48.56
8000	0.24	0.79	46.00	61.14
10000	0.27	0.89	57.50	68.66
14000	0.36	1.19	80.51	91.03
16000	0.40	1.32	92.01	100.89
18000	0.46	1.52	103.51	115.58
20000	0.48	1.58	115.01	120.46
24000	0.54	1.78	138.01	135.00
28000	0.64	2.11	161.01	158.98
30000	0.69	2.27	172.51	170.85
34000	0.77	2.54	195.52	189.68
38000	0.83	2.74	218.52	203.67
40000	0.90	2.97	230.02	219.85
44000	1.08	3.56	253.02	260.73
46000	1.01	3.33	264.52	244.95
48000	1.13	3.73	276.02	271.90
50000	1.19	3.92	287.52	285.20
54000	1.31	4.32	310.53	311.46
60000	1.52	5.01	345.03	356.31
64000	1.61	5.31	368.03	375.11
66000	1.70	5.61	379.53	393.64
70000	1.86	6.13	402.53	425.96
74000	1.96	6.46	425.54	445.75
78000	2.01	6.63	448.54	455.52
84000	2.17	7.15	483.04	486.26
88000	2.27	7.48	506.04	505.06
90000	2.30	7.58	517.54	510.64
94000	2.41	7.95	540.55	530.85
96000	2.47	8.14	552.05	541.71
97100	2.51	8.28	558.37	548.88



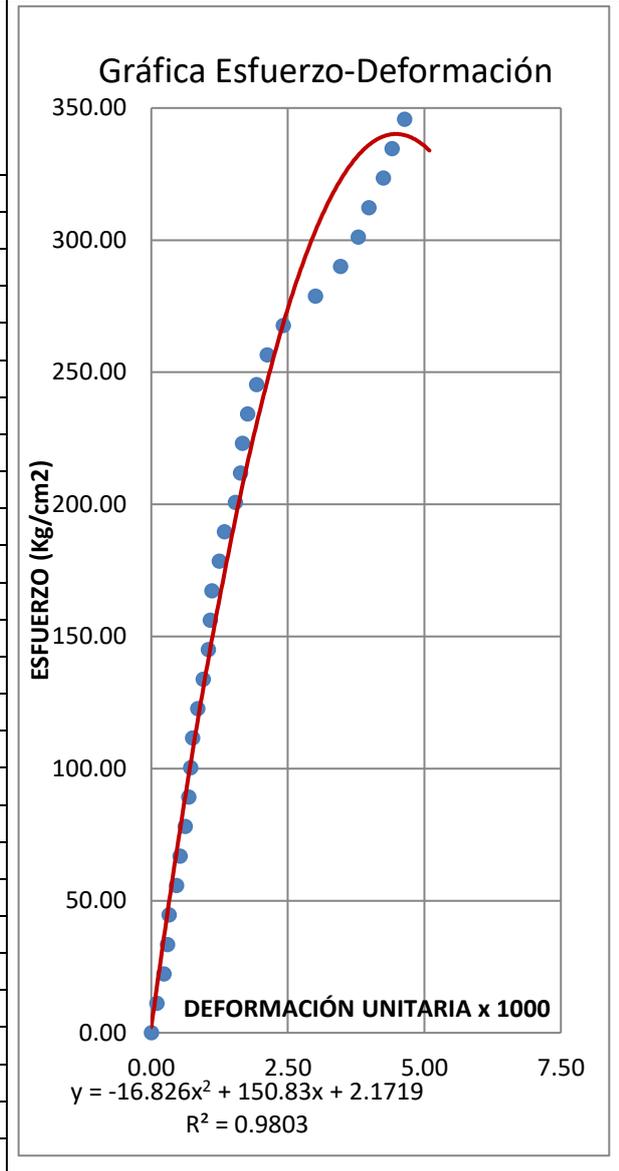
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-1.4625 X ² + 78.584 X + -4.1822
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9878
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	558.37
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	354448.3852
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	88974.55641
ECUACIÓN CORREGIDA:	-1.4625 X ² + 78.4281785 X + 0

**C) MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO DE MEZCLA C:
EDAD: 7 DIAS**

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	C
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	C1-241217-7D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND TIPO I
FECHA ELAB:	24/12/2017	LONGITUD (mm):	306.3
FECHA ENS:	31/12/2017	DIAMETRO (cm):	15.110
EDAD:	7 DÍAS	AREA (cm2):	179.316

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.03	0.10	11.15	14.66
4000	0.07	0.23	22.31	33.70
8000	0.10	0.33	44.61	47.61
10000	0.14	0.46	55.77	65.65
14000	0.19	0.62	78.07	87.39
16000	0.21	0.69	89.23	95.83
18000	0.22	0.72	100.38	100.00
20000	0.23	0.75	111.54	104.13
24000	0.29	0.95	133.84	128.18
26000	0.32	1.04	145.00	139.72
28000	0.33	1.08	156.15	143.49
30000	0.34	1.11	167.30	147.23
34000	0.41	1.34	189.61	172.39
36000	0.47	1.53	200.76	192.57
38000	0.50	1.63	211.92	202.17
40000	0.51	1.67	223.07	205.30
44000	0.59	1.93	245.38	229.03
46000	0.65	2.12	256.53	245.33
48000	0.74	2.42	267.68	267.36
50000	0.92	3.00	278.84	302.69
54000	1.16	3.79	301.14	331.72
56000	1.22	3.98	312.30	335.75
58000	1.30	4.24	323.45	339.12
60000	1.35	4.41	334.61	340.05
64000	1.48	4.83	356.91	338.29
66300	1.56	5.09	369.74	334.20

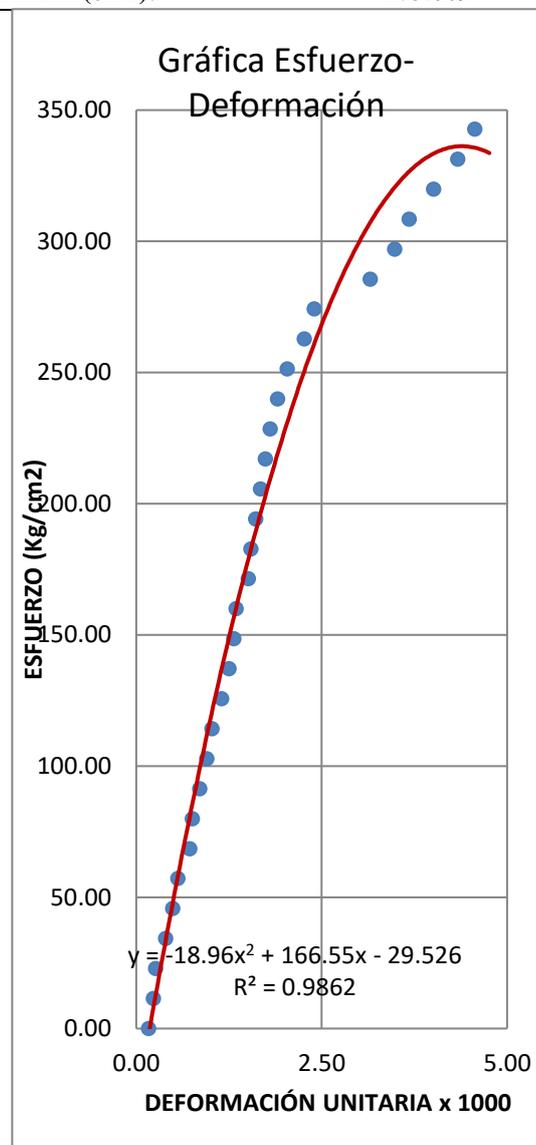


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-16.826 X ² + 150.83 X + 2.1719
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9803
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	369.74
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	288428.7968
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	119538.6467
ECUACIÓN CORREGIDA:	-16.826 X ² + 151.313801 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	C
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	C2-241217-7D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	24/12/2017	LONGITUD (mm):	304.5
FECHA ENS:	31/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.930
EDAD:	7 DÍAS	AREA (cm²):	175.069

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.05	0.16	0.00	25.71
2000	0.07	0.23	11.42	35.71
4000	0.08	0.26	22.85	40.64
8000	0.15	0.49	45.70	74.06
10000	0.17	0.56	57.12	83.24
14000	0.23	0.76	79.97	109.80
16000	0.26	0.85	91.39	122.53
18000	0.29	0.95	102.82	134.88
20000	0.31	1.02	114.24	142.92
24000	0.38	1.25	137.09	169.75
26000	0.40	1.31	148.51	177.05
28000	0.41	1.35	159.94	180.64
30000	0.46	1.51	171.36	197.96
34000	0.49	1.61	194.21	207.87
36000	0.51	1.67	205.63	214.27
38000	0.53	1.74	217.06	220.50
40000	0.55	1.81	228.48	226.57
44000	0.62	2.04	251.33	246.54
46000	0.69	2.27	262.75	264.49
48000	0.73	2.40	274.18	273.86
50000	0.96	3.15	285.60	314.99
54000	1.12	3.68	308.45	330.84
56000	1.22	4.01	319.87	335.44
58000	1.32	4.33	331.30	335.94
60000	1.39	4.56	342.72	333.86

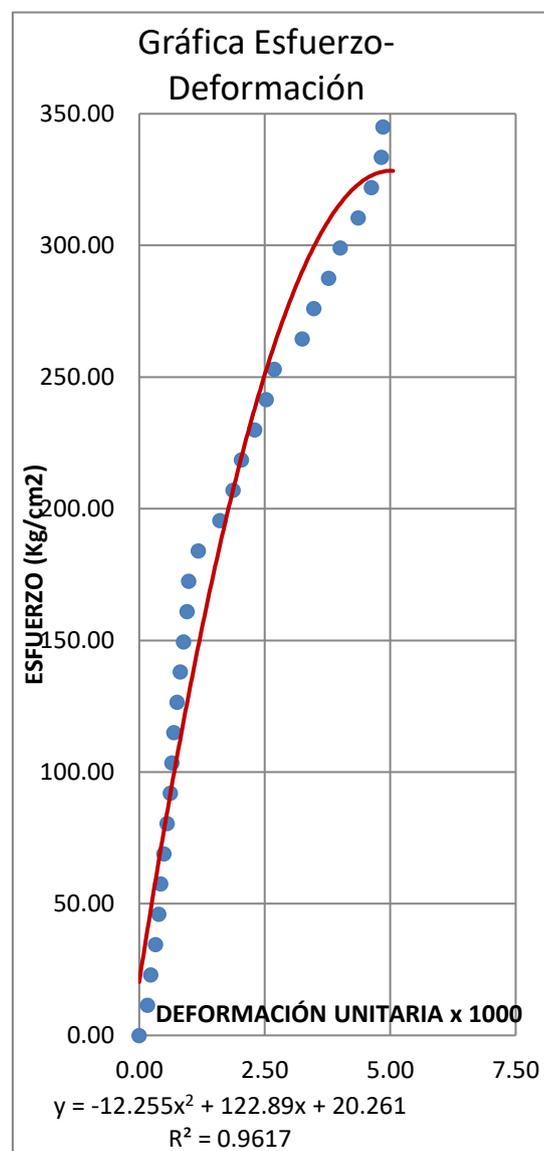


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-18.96	X ²	+	166.55	X	+	-29.526
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9862						
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	358.14						
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	283870.512						
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	129672.9363						
ECUACIÓN CORREGIDA:	-18.96	X ²	+	159.6861	X	+	0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	C
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	C3-241217-7D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	24/12/2017	LONGITUD (mm):	305.0
FECHA ENS:	31/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.880
EDAD:	7 DÍAS	AREA (cm2):	173.898

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.05	0.16	11.50	20.50
4000	0.07	0.23	23.00	28.52
8000	0.12	0.39	46.00	48.09
10000	0.13	0.43	57.50	51.93
14000	0.17	0.56	80.51	67.01
16000	0.19	0.62	92.01	74.39
18000	0.20	0.66	103.51	78.04
20000	0.21	0.69	115.01	81.67
24000	0.25	0.82	138.01	95.90
26000	0.27	0.89	149.51	102.86
28000	0.29	0.95	161.01	109.71
30000	0.30	0.99	172.51	113.10
34000	0.49	1.61	195.52	172.42
36000	0.57	1.87	207.02	194.54
38000	0.62	2.04	218.52	207.51
40000	0.70	2.30	230.02	226.88
44000	0.82	2.69	253.02	252.77
46000	0.99	3.25	264.52	282.93
48000	1.06	3.48	276.02	293.13
50000	1.15	3.78	287.52	304.34
54000	1.33	4.37	310.53	320.33
56000	1.41	4.63	322.03	324.69
58000	1.47	4.83	333.53	326.85
60000	1.48	4.86	345.03	327.12

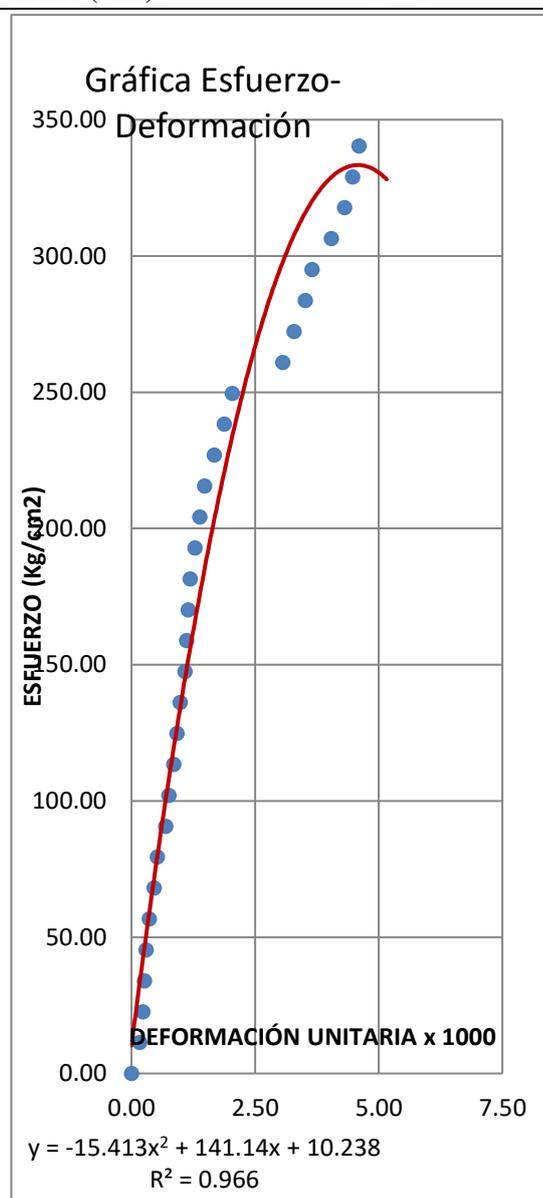


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-12.255 X ² + 122.89 X + 20.261
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9617
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	365.16
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	286635.68
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	119430.5954
ECUACIÓN CORREGIDA:	-12.255 X ² + 126.866648 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	C
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	C4-241217-7D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND TIPO I
FECHA ELAB:	24/12/2017	LONGITUD (mm):	304.2
FECHA ENS:	31/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.980
EDAD:	7 DÍAS	AREA (cm2):	176.244

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.05	0.16	11.35	23.15
4000	0.07	0.23	22.70	32.17
8000	0.09	0.30	45.39	41.06
10000	0.11	0.36	56.74	49.82
14000	0.16	0.53	79.44	71.14
16000	0.21	0.69	90.78	91.62
18000	0.23	0.76	102.13	99.58
20000	0.26	0.85	113.48	111.27
24000	0.30	0.99	136.18	126.39
26000	0.33	1.08	147.52	137.38
28000	0.34	1.12	158.87	140.98
30000	0.35	1.15	170.22	144.54
34000	0.39	1.28	192.91	158.46
36000	0.42	1.38	204.26	168.55
38000	0.45	1.48	215.61	178.34
40000	0.51	1.68	226.96	197.02
44000	0.62	2.04	249.65	228.16
46000	0.93	3.06	261.00	294.22
48000	1.00	3.29	272.35	304.71
50000	1.07	3.52	283.70	313.56
54000	1.23	4.04	306.39	327.67
56000	1.31	4.31	317.74	331.52
58000	1.36	4.47	329.09	332.85
60000	1.40	4.60	340.44	333.31
65200	1.57	5.16	369.94	329.33

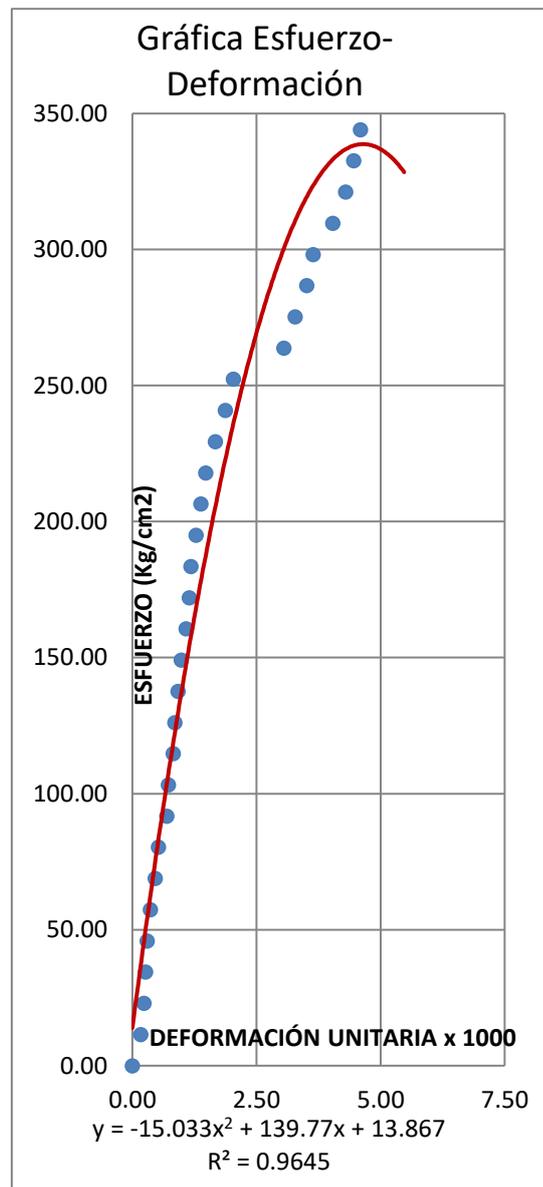


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-15.413 X ² + 141.14 X + 10.238
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.966
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	369.94
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	288508.2941
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	117030.4413
ECUACIÓN CORREGIDA:	-15.413 X ² + 143.358616 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	C
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	C5-241217-7D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND TIPO I
FECHA ELAB:	24/12/2017	LONGITUD (mm):	305.0
FECHA ENS:	31/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.900
EDAD:	7 DÍAS	AREA (cm2):	174.366

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.05	0.16	11.47	22.99
4000	0.07	0.23	22.94	31.96
8000	0.09	0.30	45.88	40.81
10000	0.11	0.36	57.35	49.52
14000	0.16	0.52	80.29	70.73
16000	0.21	0.69	91.76	91.14
18000	0.22	0.72	103.23	95.13
20000	0.25	0.82	114.70	106.88
24000	0.28	0.92	137.64	118.35
26000	0.30	0.98	149.11	125.84
28000	0.33	1.08	160.58	136.82
30000	0.35	1.15	172.05	143.98
34000	0.39	1.28	194.99	157.92
36000	0.42	1.38	206.46	168.03
38000	0.45	1.48	217.93	177.85
40000	0.51	1.67	229.40	196.62
44000	0.62	2.03	252.34	228.00
46000	0.93	3.05	263.81	295.42
48000	1.00	3.28	275.28	306.34
50000	1.07	3.51	286.75	315.68
54000	1.23	4.03	309.69	331.08
56000	1.31	4.30	321.16	335.68
58000	1.36	4.46	332.63	337.50
60000	1.40	4.59	344.10	338.38
64500	1.67	5.48	369.91	330.77



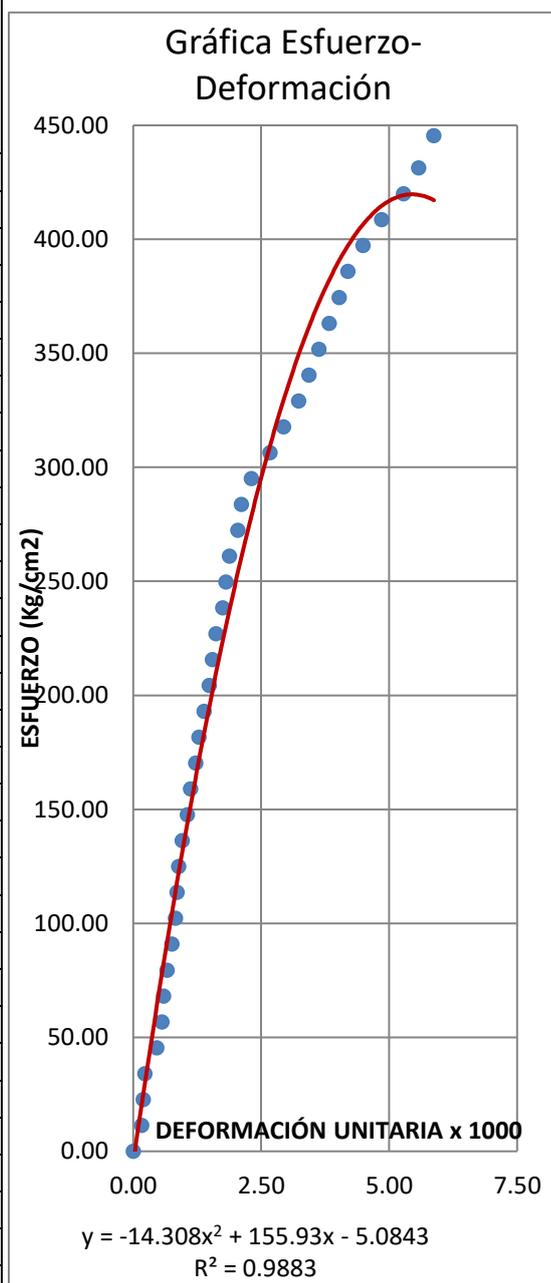
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-15.033 X ² + 139.77 X + 13.867
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9645
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	369.91
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	288496.0739
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	106436.668
ECUACIÓN CORREGIDA:	-15.033 X ² + 142.721769 X + 0

EDAD: 14 DIAS

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	C
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	C1-101217-14D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	303.0
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.980
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm2):	176.244

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.05	0.17	11.35	25.19
6000	0.07	0.23	34.04	35.04
8000	0.14	0.46	45.39	68.56
10000	0.17	0.56	56.74	82.46
14000	0.20	0.66	79.44	96.07
16000	0.23	0.76	90.78	109.41
18000	0.25	0.83	102.13	118.14
20000	0.26	0.86	113.48	122.46
24000	0.29	0.96	136.18	135.24
26000	0.32	1.06	147.52	147.73
28000	0.34	1.12	158.87	155.91
30000	0.37	1.22	170.22	167.93
34000	0.42	1.39	192.91	187.35
36000	0.45	1.49	204.26	198.63
38000	0.47	1.55	215.61	205.99
40000	0.49	1.62	226.96	213.23
46000	0.57	1.88	261.00	240.94
48000	0.62	2.05	272.35	257.24
50000	0.64	2.11	283.70	263.55
54000	0.81	2.67	306.39	312.09
56000	0.89	2.94	317.74	331.82
58000	0.98	3.23	329.09	351.63
60000	1.04	3.43	340.44	363.43
64000	1.16	3.83	363.13	383.67
66000	1.22	4.03	374.48	392.11
68000	1.27	4.19	385.83	398.28
70000	1.36	4.49	397.18	407.43
74000	1.60	5.28	419.87	419.49
76000	1.69	5.58	431.22	419.38
78500	1.78	5.87	445.41	416.75

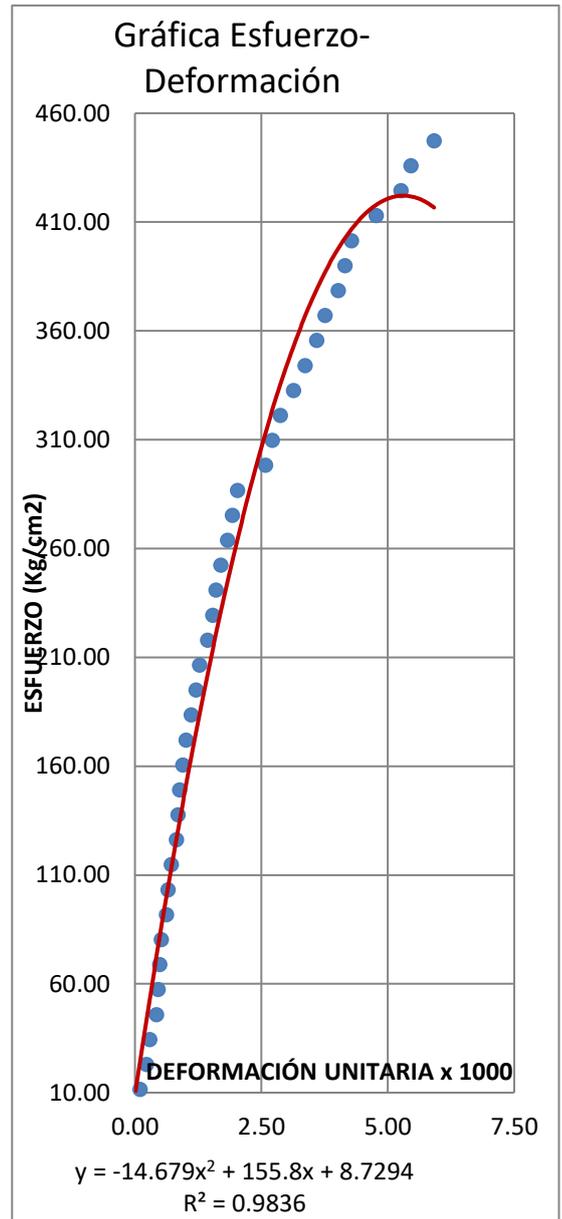


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-14.308	X ²	+	155.93	X	+	-5.0843
COEF. CORRELACIÓN:				R ² =	0.9893		
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	445.41						
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	316569.6918						
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	114955.745						
ECUACIÓN CORREGIDA:	-14.308	X ²	+	154.99413	X	+	0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	C
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	C2-101217-14D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	306.0
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.900
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm2):	174.366

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.03	0.10	11.47	15.29
6000	0.09	0.29	34.41	45.03
8000	0.13	0.42	45.88	64.24
10000	0.14	0.46	57.35	68.96
14000	0.16	0.52	80.29	78.31
16000	0.19	0.62	91.76	92.10
18000	0.20	0.65	103.23	96.63
20000	0.22	0.72	114.70	105.60
24000	0.26	0.85	137.64	123.17
26000	0.27	0.88	149.11	127.49
28000	0.29	0.95	160.58	136.02
30000	0.31	1.01	172.05	144.43
34000	0.37	1.21	194.99	168.90
36000	0.39	1.27	206.46	176.81
38000	0.44	1.44	217.93	196.03
40000	0.47	1.54	229.40	207.18
44000	0.52	1.70	252.34	225.15
46000	0.56	1.83	263.81	238.96
48000	0.59	1.93	275.28	248.98
50000	0.62	2.03	286.75	258.73
54000	0.83	2.71	309.69	319.04
58000	0.96	3.14	332.63	349.44
60000	1.03	3.37	344.10	363.62
64000	1.15	3.76	367.04	384.35
66000	1.23	4.02	378.51	395.66
68000	1.27	4.15	389.98	400.56
70000	1.31	4.28	401.45	404.96
74000	1.61	5.26	424.39	421.99
76000	1.67	5.46	435.86	422.00
78000	1.81	5.92	447.33	417.66

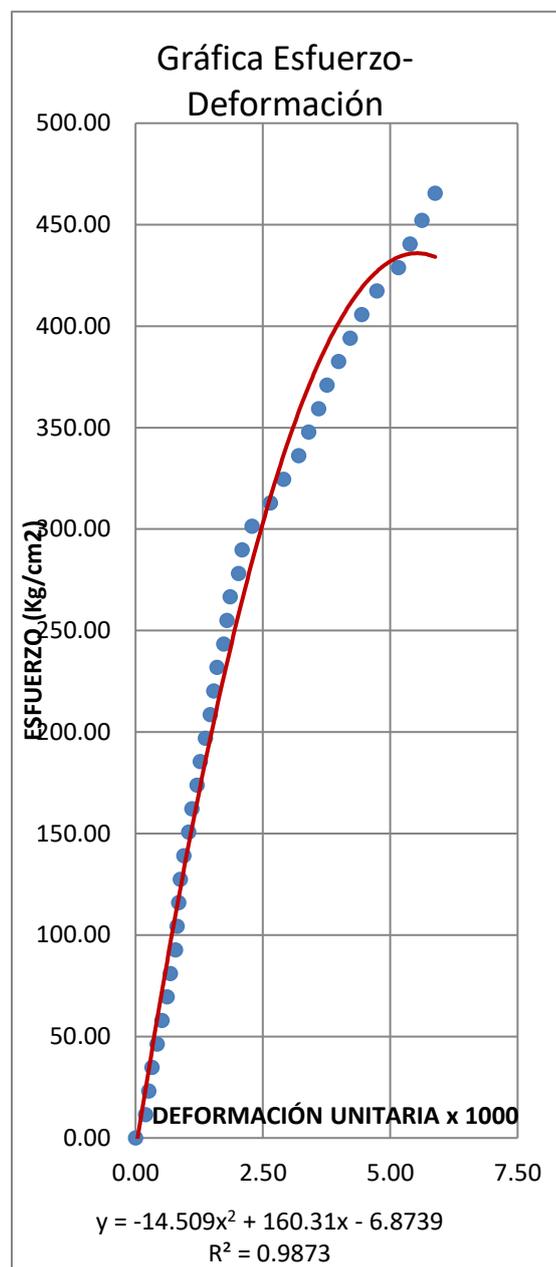


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-14.679 X ² + 155.8 X + 8.7294
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9836
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	447.33
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	317254.1789
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	114260.677
ECUACIÓN CORREGIDA:	-14.679 X ² + 157.436322 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	C
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	C3-101217-14D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	305.0
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.820
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm2):	172.499

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.06	0.20	11.59	30.63
6000	0.10	0.33	34.78	50.43
8000	0.13	0.42	46.38	64.96
10000	0.16	0.52	57.97	79.20
14000	0.21	0.69	81.16	102.33
16000	0.24	0.78	92.75	115.83
18000	0.25	0.82	104.35	120.27
20000	0.26	0.85	115.94	124.68
24000	0.29	0.95	139.13	137.71
28000	0.34	1.11	162.32	158.82
30000	0.37	1.21	173.91	171.12
34000	0.42	1.37	197.10	190.99
36000	0.45	1.47	208.70	202.54
38000	0.47	1.54	220.29	210.08
40000	0.49	1.60	231.89	217.50
44000	0.55	1.80	255.07	239.02
46000	0.57	1.86	266.67	245.95
48000	0.62	2.03	278.26	262.72
50000	0.64	2.09	289.86	269.21
54000	0.81	2.65	313.05	319.38
58000	0.98	3.20	336.23	360.60
60000	1.04	3.40	347.83	373.00
64000	1.15	3.76	371.02	392.85
66000	1.22	3.99	382.61	403.54
68000	1.29	4.22	394.21	412.70
70000	1.36	4.44	405.80	420.34
74000	1.58	5.16	428.99	434.47
76000	1.65	5.39	440.58	435.83
78000	1.72	5.62	452.18	435.66
80300	1.80	5.88	465.51	433.61

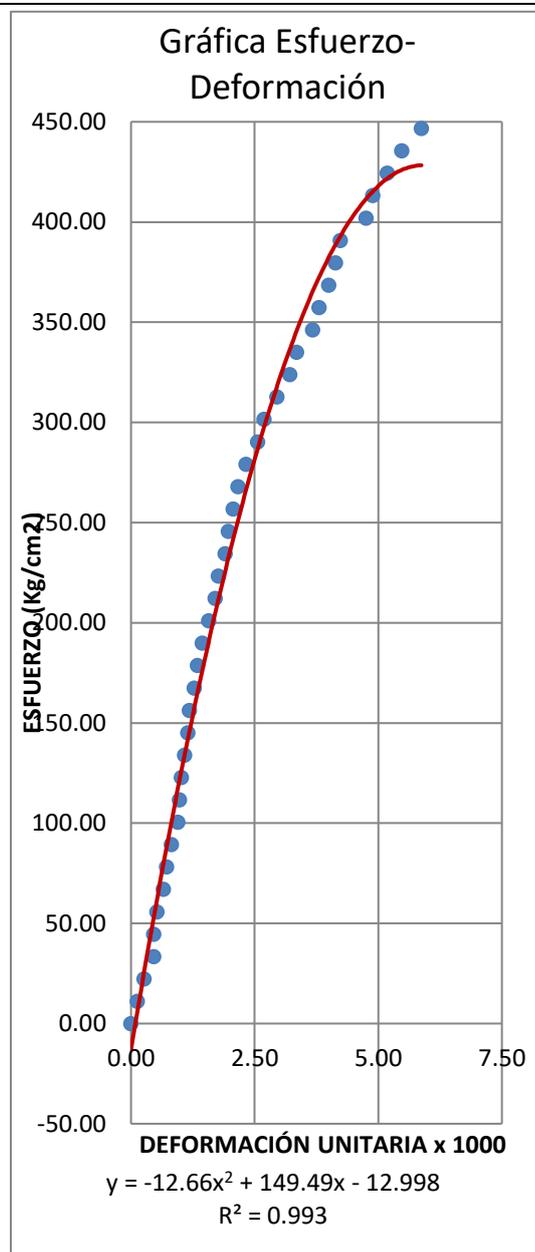


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-14.509 X ² + 160.31 X - 6.8739
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9879
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	465.51
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	323635.3014
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	119904.1577
ECUACIÓN CORREGIDA:	-14.509 X ² + 159.060877 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	C
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	C4-101217-14D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	304.8
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	15.100
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm2):	179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.04	0.13	11.17	19.11
6000	0.14	0.46	33.50	64.97
8000	0.14	0.46	44.67	64.97
10000	0.16	0.52	55.84	73.82
14000	0.22	0.72	78.18	99.70
16000	0.25	0.82	89.35	112.28
18000	0.29	0.95	100.51	128.66
20000	0.30	0.98	111.68	132.69
24000	0.33	1.08	134.02	144.61
26000	0.35	1.15	145.19	152.42
28000	0.36	1.18	156.36	156.28
30000	0.39	1.28	167.52	167.71
34000	0.44	1.44	189.86	186.22
36000	0.48	1.57	201.03	200.53
40000	0.54	1.77	223.37	221.18
44000	0.60	1.97	245.70	240.85
46000	0.63	2.07	256.87	250.31
48000	0.66	2.17	268.04	259.54
50000	0.71	2.33	279.21	274.36
54000	0.82	2.69	301.54	304.58
56000	0.90	2.95	312.71	324.48
58000	0.98	3.22	323.88	342.64
60000	1.02	3.35	335.05	351.06
66000	1.22	4.00	368.55	386.65
68000	1.26	4.13	379.72	392.46
70000	1.29	4.23	390.89	396.53
74000	1.49	4.89	413.23	417.40
76000	1.58	5.18	424.39	423.23
78000	1.67	5.48	435.56	426.86
80000	1.79	5.87	446.73	428.26

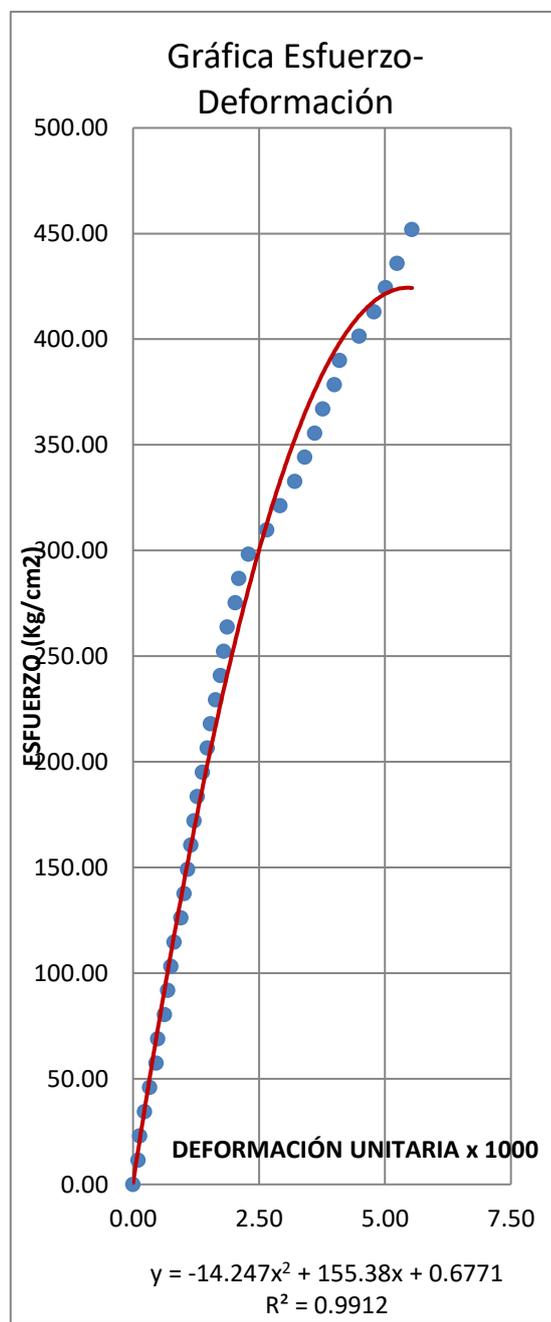


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-12.66 X ² + 149.49 X + -12.998
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.993
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	446.73
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	317040.2228
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	115353.8178
ECUACIÓN CORREGIDA:	-12.66 X ² + 147.271998 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	C
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	C5-101217-14D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	305.2
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.900
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm²):	174.366

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.03	0.10	11.47	15.15
6000	0.07	0.23	34.41	34.92
8000	0.10	0.33	45.88	49.42
10000	0.14	0.46	57.35	68.33
14000	0.19	0.62	80.29	91.29
16000	0.21	0.69	91.76	100.25
18000	0.23	0.75	103.23	109.10
20000	0.25	0.82	114.70	117.82
24000	0.31	1.02	137.64	143.25
26000	0.33	1.08	149.11	151.48
28000	0.35	1.15	160.58	159.59
30000	0.37	1.21	172.05	167.58
34000	0.42	1.38	194.99	187.02
36000	0.45	1.47	206.46	198.31
38000	0.47	1.54	217.93	205.69
40000	0.50	1.64	229.40	216.52
44000	0.55	1.80	252.34	233.97
46000	0.57	1.87	263.81	240.73
48000	0.62	2.03	275.28	257.10
50000	0.64	2.10	286.75	263.44
54000	0.81	2.65	309.69	312.36
56000	0.89	2.92	321.16	332.32
58000	0.98	3.21	332.63	352.43
60000	1.04	3.41	344.10	364.46
64000	1.15	3.77	367.04	383.66
66000	1.22	4.00	378.51	393.96
68000	1.25	4.10	389.98	397.91
70000	1.37	4.49	401.45	410.96
74000	1.53	5.01	424.39	421.51
76000	1.60	5.24	435.86	423.67
78800	1.69	5.54	451.92	424.24



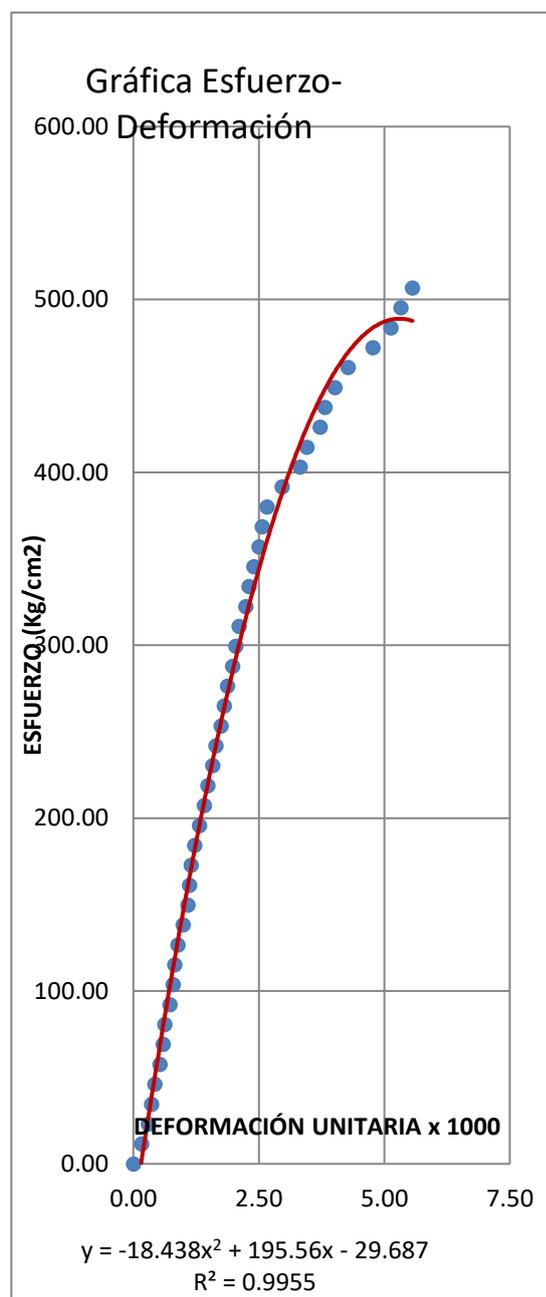
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-14.247 X ² + 155.38 X + 0.6771
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9912
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	451.92
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	318876.973
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	127757.2199
ECUACIÓN CORREGIDA:	-14.247 X ² + 155.504119 X + 0

EDAD: 28 DIAS

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	C
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	C1-031217-28D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	304.0
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.870
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm2):	173.665

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.05	0.16	11.52	30.73
4000	0.09	0.30	23.03	54.60
6000	0.11	0.36	34.55	66.29
8000	0.13	0.43	46.07	77.83
10000	0.16	0.53	57.58	94.83
14000	0.19	0.63	80.62	111.47
16000	0.22	0.72	92.13	127.76
20000	0.25	0.82	115.16	143.68
24000	0.30	0.99	138.20	169.43
26000	0.33	1.09	149.71	184.39
28000	0.34	1.12	161.23	189.30
30000	0.35	1.15	172.75	194.17
34000	0.40	1.32	195.78	217.92
36000	0.43	1.41	207.30	231.69
38000	0.45	1.48	218.81	240.67
40000	0.48	1.58	230.33	253.84
44000	0.53	1.74	253.36	275.00
50000	0.60	1.97	287.91	302.94
54000	0.64	2.11	310.94	318.03
56000	0.68	2.24	322.46	332.48
58000	0.70	2.30	333.98	339.46
60000	0.73	2.40	345.49	349.64
64000	0.78	2.57	368.53	365.81
68000	0.90	2.96	391.56	400.54
74000	1.13	3.72	426.11	451.05
76000	1.16	3.82	437.62	456.08
78000	1.22	4.01	449.14	465.06
80000	1.30	4.28	460.66	474.81
82000	1.45	4.77	472.17	486.20
84000	1.56	5.13	483.69	488.85
86000	1.62	5.33	495.21	488.26
88000	1.69	5.56	506.72	485.76

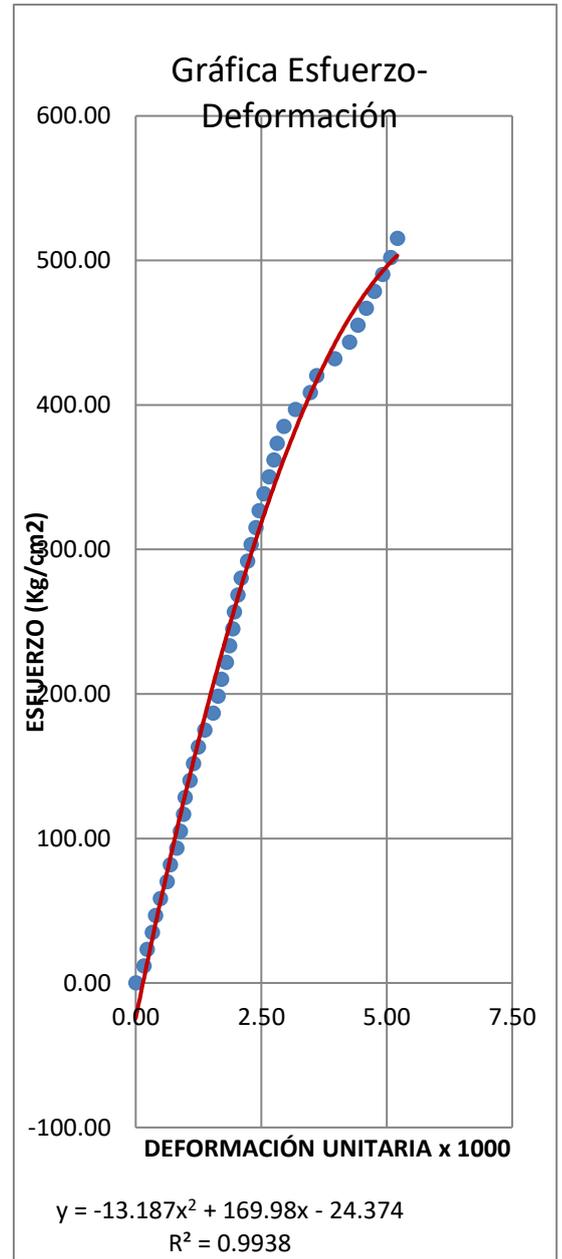


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-18.438 X ² + 195.56 X + -29.687
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9956
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	506.72
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	337657.7218
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	111142.7676
ECUACIÓN CORREGIDA:	-18.438 X ² + 189.879535 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	C
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	C2-031217-28D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	305.1
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.770
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm2):	171.337

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.05	0.16	11.67	26.88
4000	0.07	0.23	23.35	37.43
8000	0.12	0.39	46.69	63.31
10000	0.15	0.49	58.36	78.50
14000	0.21	0.69	81.71	108.12
16000	0.25	0.82	93.38	127.29
18000	0.27	0.88	105.06	136.71
20000	0.29	0.95	116.73	146.02
24000	0.33	1.08	140.07	164.29
26000	0.35	1.15	151.75	173.25
28000	0.38	1.25	163.42	186.49
30000	0.42	1.38	175.09	203.74
34000	0.50	1.64	198.44	236.88
36000	0.52	1.70	210.11	244.88
38000	0.55	1.80	221.79	256.67
40000	0.57	1.87	233.46	264.39
44000	0.60	1.97	256.80	275.76
50000	0.68	2.23	291.82	304.82
54000	0.73	2.39	315.17	322.06
56000	0.75	2.46	326.84	328.76
60000	0.81	2.65	350.19	348.17
64000	0.86	2.82	373.53	363.57
68000	0.97	3.18	396.88	394.96
74000	1.21	3.97	431.90	451.55
76000	1.30	4.26	443.57	468.56
78000	1.35	4.42	455.24	477.02
80000	1.40	4.59	466.92	484.77
82000	1.45	4.75	478.59	491.81
84000	1.50	4.92	490.26	498.14
86000	1.55	5.08	501.94	503.77
88300	1.59	5.21	515.36	507.76

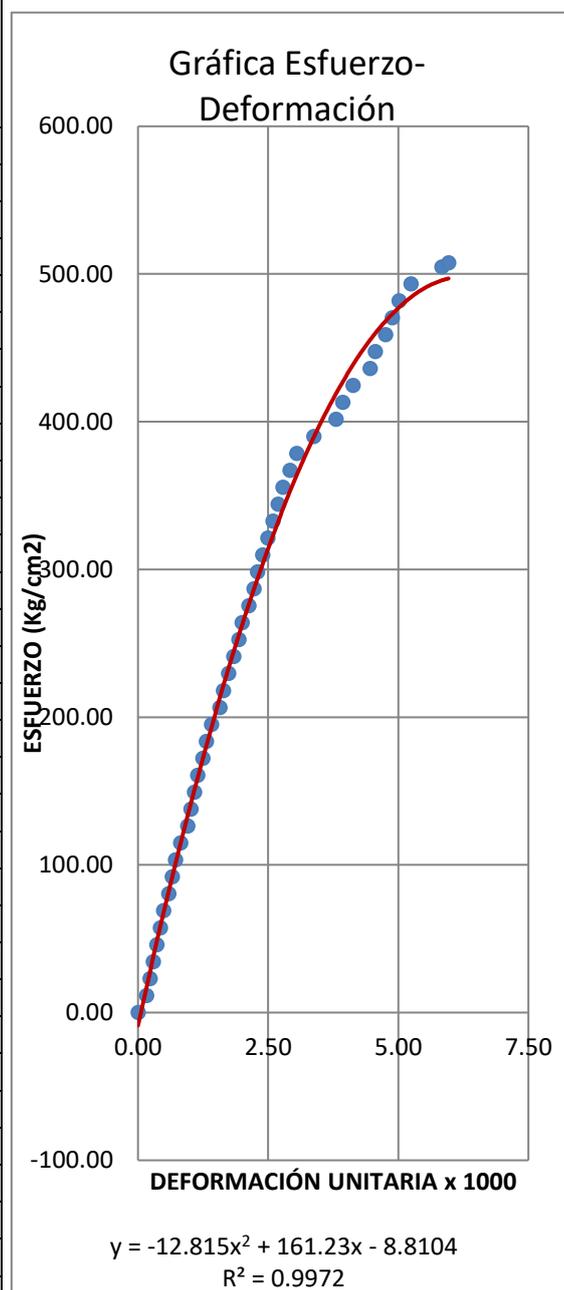


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-13.187	X ²	+	169.98	X	+	-24.374
COEF. CORRELACIÓN:				R ² =	0.9938		
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	515.36						
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	340522.7836						
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	122372.1837						
ECUACIÓN CORREGIDA:	-13.187	X ²	+	166.15511	X	+	0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	C
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	C3-031217-28D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	305.3
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.900
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm2):	174.366

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.05	0.16	11.47	25.85
6000	0.09	0.29	34.41	46.03
8000	0.11	0.36	45.88	55.96
10000	0.13	0.43	57.35	65.77
14000	0.18	0.59	80.29	89.83
16000	0.20	0.66	91.76	99.26
18000	0.22	0.72	103.23	108.58
20000	0.25	0.82	114.70	122.36
24000	0.31	1.02	137.64	149.16
26000	0.33	1.08	149.11	157.87
28000	0.35	1.15	160.58	166.48
30000	0.38	1.25	172.05	179.18
34000	0.43	1.41	194.99	199.80
38000	0.50	1.64	217.93	227.50
40000	0.53	1.74	229.40	238.96
44000	0.59	1.93	252.34	261.14
46000	0.61	2.00	263.81	268.32
50000	0.68	2.23	286.75	292.55
54000	0.73	2.39	309.69	309.04
56000	0.76	2.49	321.16	318.60
58000	0.79	2.59	332.63	327.91
60000	0.82	2.69	344.10	336.98
64000	0.89	2.92	367.04	357.17
68000	1.03	3.38	389.98	393.50
74000	1.26	4.13	424.39	441.47
76000	1.36	4.46	435.86	457.79
78000	1.39	4.56	447.33	462.15
80000	1.45	4.75	458.80	470.12
84000	1.53	5.01	481.74	479.21
88000	1.78	5.83	504.68	496.25
88500	1.82	5.97	507.55	497.37

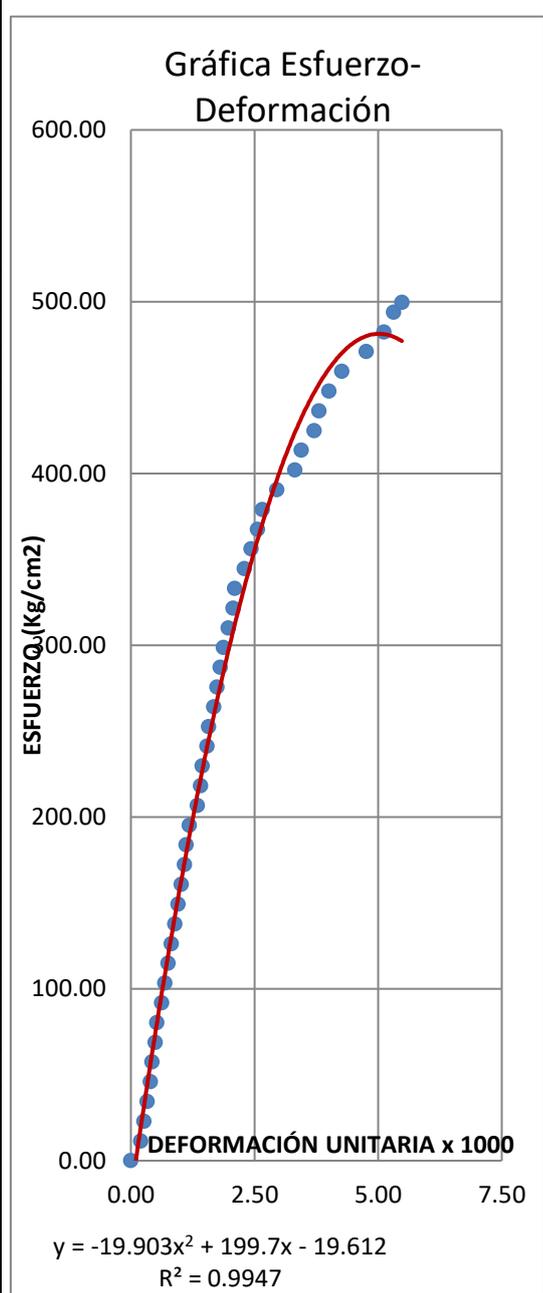


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-12.815 X ² + 161.23 X + -8.8104
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9972
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	507.55
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	337933.8416
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	104993.0337
ECUACIÓN CORREGIDA:	-12.815 X ² + 159.823314 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	C
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	C4-031217-28D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	304.8
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.890
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm2):	174.132

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.06	0.20	11.49	37.76
6000	0.10	0.33	34.46	62.08
8000	0.12	0.39	45.94	73.98
10000	0.13	0.43	57.43	79.87
14000	0.16	0.52	80.40	97.27
16000	0.19	0.62	91.88	114.29
18000	0.21	0.69	103.37	125.42
20000	0.23	0.75	114.86	136.38
24000	0.27	0.89	137.83	157.78
26000	0.29	0.95	149.31	168.23
30000	0.33	1.08	172.28	188.61
34000	0.36	1.18	195.25	203.44
36000	0.41	1.35	206.74	227.30
38000	0.43	1.41	218.22	236.55
40000	0.44	1.44	229.71	241.11
44000	0.48	1.57	252.68	258.91
46000	0.51	1.67	264.17	271.82
50000	0.55	1.80	287.14	288.42
54000	0.60	1.97	310.11	308.21
56000	0.63	2.07	321.59	319.58
58000	0.64	2.10	333.08	323.28
64000	0.78	2.56	367.54	370.60
68000	0.90	2.95	390.51	404.48
70000	1.01	3.31	401.99	430.11
74000	1.13	3.71	424.96	452.16
76000	1.16	3.81	436.45	456.71
78000	1.22	4.00	447.94	464.65
80000	1.30	4.27	459.42	472.84
82000	1.45	4.76	470.91	480.81
86000	1.62	5.31	493.88	478.18
87000	1.67	5.48	499.62	475.05

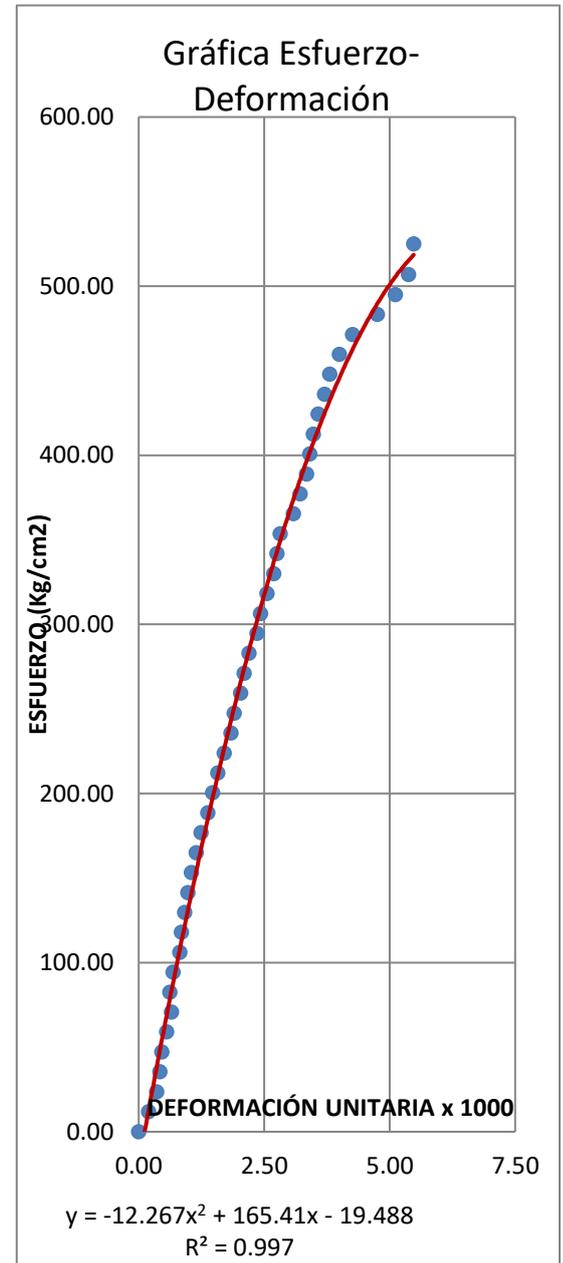


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-19.903 X ² + 199.7 X + -19.612
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9947
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	499.62
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	335282.7786
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	111547.1963
ECUACIÓN CORREGIDA:	-19.903 X ² + 195.751729 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	C
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	C5-031217-28D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	304.8
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.700
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm²):	169.717

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.06	0.20	11.78	31.51
6000	0.13	0.43	35.35	67.07
8000	0.14	0.46	47.14	72.05
10000	0.17	0.56	58.92	86.81
14000	0.19	0.62	82.49	96.53
16000	0.21	0.69	94.27	106.13
18000	0.25	0.82	106.06	125.03
20000	0.26	0.85	117.84	129.68
24000	0.30	0.98	141.41	148.05
26000	0.32	1.05	153.20	157.08
28000	0.35	1.15	164.98	170.42
34000	0.45	1.48	200.33	213.16
36000	0.48	1.57	212.12	225.47
38000	0.52	1.71	223.90	241.52
40000	0.56	1.84	235.69	257.14
44000	0.62	2.03	259.26	279.78
46000	0.64	2.10	271.04	287.11
50000	0.72	2.36	294.61	315.39
54000	0.78	2.56	318.18	335.50
56000	0.82	2.69	329.96	348.37
58000	0.84	2.76	341.75	354.65
64000	0.98	3.22	377.10	395.64
68000	1.04	3.41	400.67	411.63
74000	1.13	3.71	436.02	433.82
76000	1.16	3.81	447.81	440.74
78000	1.22	4.00	459.59	453.87
80000	1.30	4.27	471.37	469.90
82000	1.45	4.76	483.16	495.40
84000	1.56	5.12	494.94	510.33
86000	1.64	5.38	506.73	519.17
89100	1.67	5.48	524.99	522.06



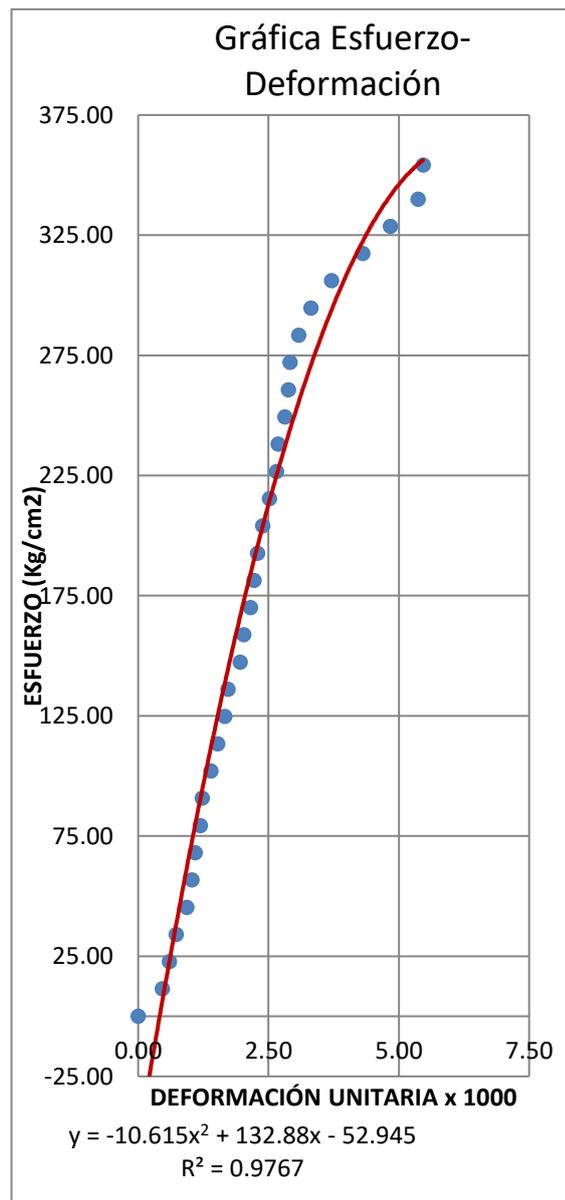
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-12.267 X ² + 165.41 X + -19.488
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.997
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	524.99
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	343690.7435
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	117211.9352
ECUACIÓN CORREGIDA:	-12.267 X ² + 162.493787 X + 0

**D) MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO DE MEZCLA D:
EDAD: 7 DIAS**

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	D
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	D1-241217-7D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND TIPO I
FECHA ELAB:	24/12/2017	LONGITUD (mm):	302.0
FECHA ENS:	31/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.990
EDAD:	7 DÍAS	AREA (cm2):	176.479

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.14	0.46	11.33	55.26
4000	0.18	0.60	22.67	70.22
6000	0.22	0.73	34.00	84.80
8000	0.28	0.93	45.33	105.97
10000	0.31	1.03	56.66	116.24
14000	0.36	1.19	79.33	132.89
16000	0.37	1.23	90.66	136.15
18000	0.42	1.39	102.00	152.10
20000	0.46	1.52	113.33	164.45
24000	0.52	1.72	135.99	182.27
26000	0.59	1.95	147.33	202.00
28000	0.61	2.02	158.66	207.42
30000	0.65	2.15	169.99	218.00
34000	0.69	2.28	192.66	228.20
36000	0.72	2.38	203.99	235.61
38000	0.76	2.52	215.32	245.16
40000	0.80	2.65	226.66	254.34
42000	0.81	2.68	237.99	256.58
44000	0.85	2.81	249.32	265.29
46000	0.87	2.88	260.65	269.51
48000	0.88	2.91	271.99	271.58
50000	0.93	3.08	283.32	281.60
54000	1.12	3.71	305.99	314.37
56000	1.30	4.30	317.32	337.65
58000	1.46	4.83	328.65	352.02
60000	1.62	5.36	339.98	360.43
62500	1.65	5.46	354.15	361.35

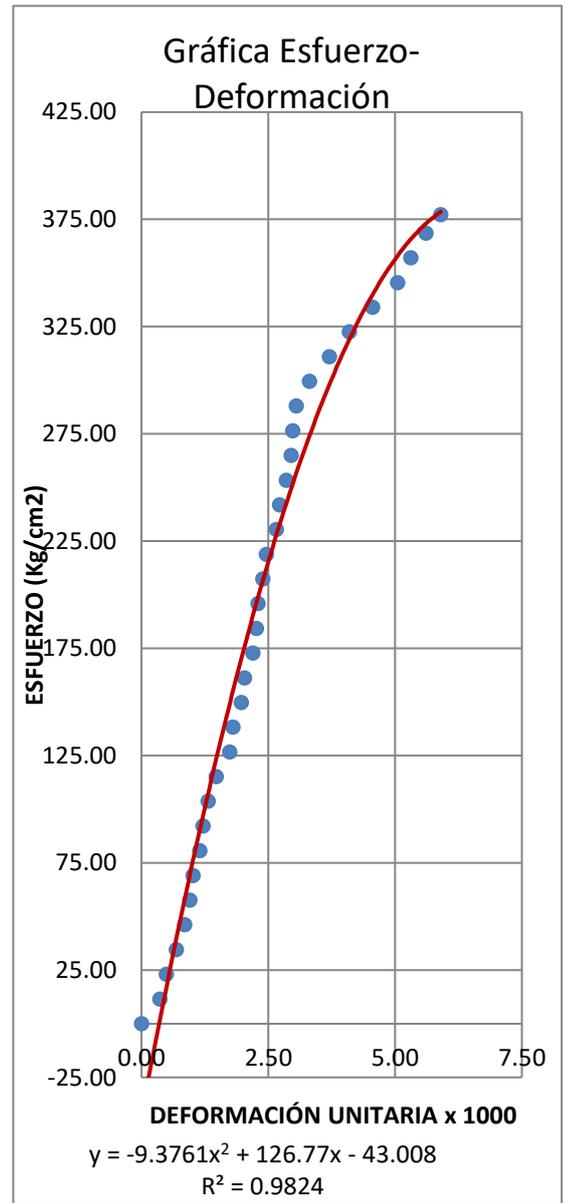


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-10.615 X ² + 132.88 X + -52.945
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9767
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	354.15
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	282282.9804
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	102249.7203
ECUACIÓN CORREGIDA:	-10.615 X ² + 124.133193 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	D
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	D2-241217-7D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND TIPO I
FECHA ELAB:	24/12/2017	LONGITUD (mm):	304.9
FECHA ENS:	31/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.870
EDAD:	7 DÍAS	AREA (cm²):	173.665

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.11	0.36	11.52	42.16
4000	0.15	0.49	23.03	56.88
6000	0.21	0.69	34.55	78.37
8000	0.26	0.85	46.07	95.72
10000	0.29	0.95	57.58	105.88
14000	0.35	1.15	80.62	125.67
16000	0.37	1.21	92.13	132.11
18000	0.40	1.31	103.65	141.61
20000	0.45	1.48	115.16	157.04
24000	0.55	1.80	138.20	186.39
26000	0.60	1.97	149.71	200.31
28000	0.62	2.03	161.23	205.73
30000	0.67	2.20	172.75	218.95
34000	0.70	2.30	195.78	226.63
36000	0.73	2.39	207.30	234.13
38000	0.75	2.46	218.81	239.04
40000	0.81	2.66	230.33	253.26
42000	0.83	2.72	241.85	257.84
44000	0.87	2.85	253.36	266.75
46000	0.90	2.95	264.88	273.23
48000	0.91	2.98	276.39	275.35
50000	0.93	3.05	287.91	279.52
54000	1.13	3.71	310.94	316.84
56000	1.25	4.10	322.46	335.36
58000	1.39	4.56	333.98	353.29
60000	1.54	5.05	345.49	368.12
62000	1.62	5.31	357.01	374.17
64000	1.71	5.61	368.53	379.44
65500	1.80	5.90	377.16	383.07

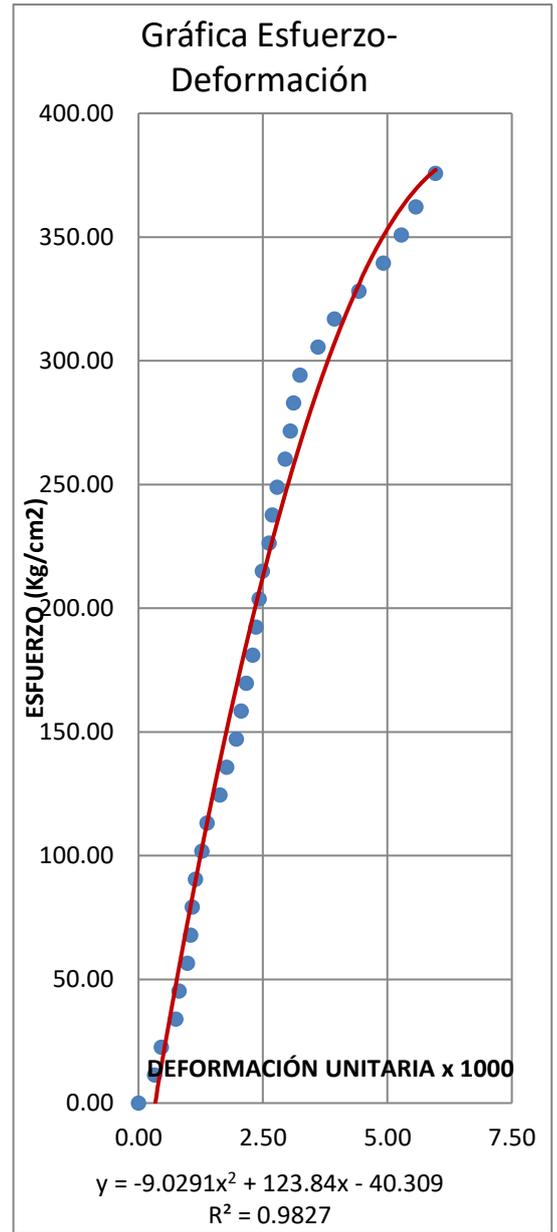


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-9.3761	X ²	+	126.77	X	+	-43.008
COEF. CORRELACIÓN:	R ² =						0.9824
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	377.16						
MÓD. DE ELASTICIDAD:	291310.4069						
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	104523.8181						
ECUACIÓN CORREGIDA:	-9.3761	X ²	+	120.239942	X	+	0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	D
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	D3-241217-7D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND TIPO I
FECHA ELAB:	24/12/2017	LONGITUD (mm):	304.8
FECHA ENS:	31/12/2017	DIAMETRO (cm):	15.000
EDAD:	7 DÍAS	AREA (cm2):	176.715

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.10	0.33	11.32	37.67
4000	0.14	0.46	22.64	52.19
6000	0.23	0.75	33.95	83.74
8000	0.25	0.82	45.27	90.53
10000	0.30	0.98	56.59	107.18
14000	0.33	1.08	79.22	116.94
16000	0.35	1.15	90.54	123.34
18000	0.39	1.28	101.86	135.93
20000	0.42	1.38	113.18	145.16
24000	0.54	1.77	135.81	180.34
26000	0.60	1.97	147.13	196.88
28000	0.63	2.07	158.45	204.89
30000	0.66	2.16	169.77	212.72
34000	0.72	2.36	192.40	227.86
36000	0.74	2.43	203.72	232.76
38000	0.76	2.49	215.04	237.57
40000	0.80	2.62	226.35	246.97
42000	0.82	2.69	237.67	251.55
44000	0.85	2.79	248.99	258.27
46000	0.90	2.95	260.31	269.10
48000	0.93	3.05	271.62	275.36
50000	0.95	3.12	282.94	279.43
54000	1.10	3.61	305.58	307.53
56000	1.20	3.94	316.90	323.83
58000	1.35	4.43	328.21	344.64
60000	1.50	4.92	339.53	361.08
62000	1.61	5.28	350.85	370.36
64000	1.70	5.58	362.17	376.20
66400	1.82	5.97	375.75	381.55

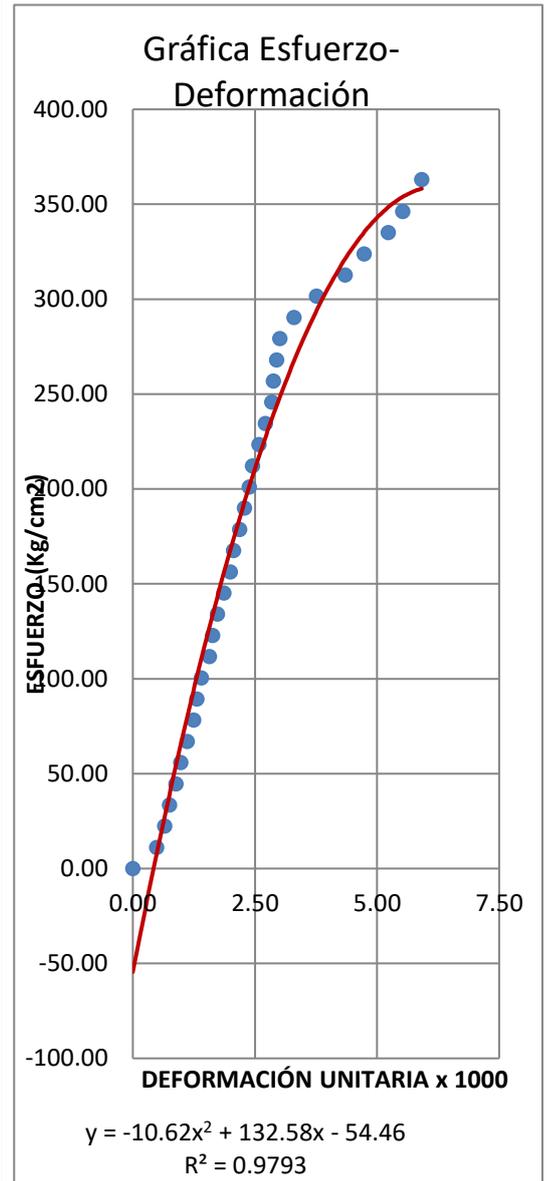


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-9.0291 X ² + 123.84 X - 40.309
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9827
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	375.75
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	290762.9718
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	94666.42042
ECUACIÓN CORREGIDA:	-9.0291 X ² + 117.81566 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	D
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	D4-241217-7D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND TIPO I
FECHA ELAB:	24/12/2017	LONGITUD (mm):	306.0
FECHA ENS:	31/12/2017	DIAMETRO (cm):	15.100
EDAD:	7 DÍAS	AREA (cm²):	179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.15	0.49	11.17	58.01
4000	0.20	0.65	22.34	76.21
6000	0.23	0.75	33.50	86.86
8000	0.27	0.88	44.67	100.74
10000	0.30	0.98	55.84	110.92
14000	0.38	1.24	78.18	137.05
16000	0.40	1.31	89.35	143.35
18000	0.43	1.41	100.51	152.64
20000	0.48	1.57	111.68	167.67
24000	0.53	1.73	134.02	182.13
26000	0.57	1.86	145.19	193.29
28000	0.61	1.99	156.36	204.08
30000	0.63	2.06	167.52	209.35
34000	0.70	2.29	189.86	227.05
36000	0.73	2.39	201.03	234.30
38000	0.75	2.45	212.20	239.02
40000	0.79	2.58	223.37	248.18
42000	0.83	2.71	234.53	256.98
44000	0.87	2.84	245.70	265.42
46000	0.88	2.88	256.87	267.47
48000	0.90	2.94	268.04	271.51
50000	0.92	3.01	279.21	275.45
54000	1.15	3.76	301.54	314.32
56000	1.33	4.35	312.71	336.36
58000	1.45	4.74	323.88	346.98
60000	1.60	5.23	335.05	355.65
62000	1.69	5.52	346.22	358.40
65000	1.81	5.92	362.97	359.22

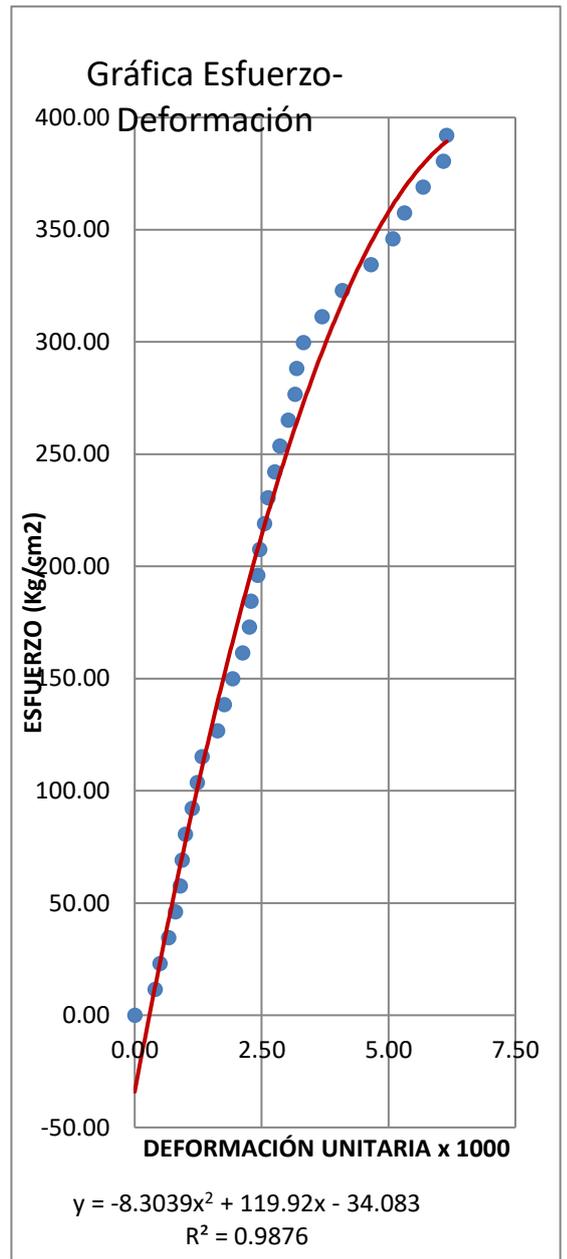


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-10.62 X ² + 132.58 X + -54.46
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9793
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	362.97
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	285776.195
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	92711.62412
ECUACIÓN CORREGIDA:	-10.62 X ² + 123.547544 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	D
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	D5-241217-7D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	24/12/2017	LONGITUD (mm):	301.0
FECHA ENS:	31/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.860
EDAD:	7 DÍAS	AREA (cm2):	173.431

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.12	0.40	11.53	44.57
4000	0.15	0.50	23.06	55.30
6000	0.20	0.66	34.60	72.81
8000	0.24	0.80	46.13	86.50
10000	0.27	0.90	57.66	96.57
14000	0.30	1.00	80.72	106.47
16000	0.34	1.13	92.26	119.42
18000	0.37	1.23	103.79	128.94
20000	0.40	1.33	115.32	138.30
24000	0.53	1.76	138.38	176.93
26000	0.58	1.93	149.92	190.96
28000	0.64	2.13	161.45	207.20
30000	0.68	2.26	172.98	217.65
34000	0.73	2.43	196.04	230.31
36000	0.74	2.46	207.57	232.79
38000	0.77	2.56	219.11	240.11
40000	0.79	2.62	230.64	244.90
44000	0.86	2.86	253.70	261.08
46000	0.91	3.02	265.23	272.09
48000	0.95	3.16	276.77	280.56
50000	0.96	3.19	288.30	282.64
54000	1.11	3.69	311.36	311.54
56000	1.23	4.09	322.89	331.69
58000	1.40	4.65	334.43	355.72
60000	1.53	5.08	345.96	370.52
62000	1.60	5.32	357.49	377.21
64000	1.71	5.68	369.02	385.90
66000	1.83	6.08	380.55	392.86
68000	1.85	6.15	392.09	393.76
70000	1.84	6.11	403.62	393.32



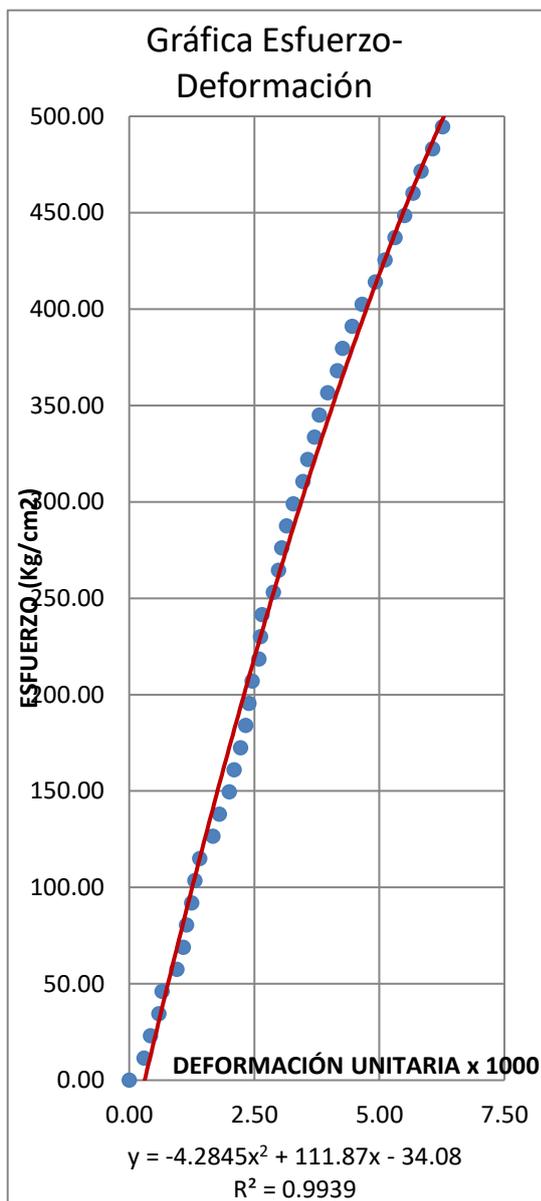
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-8.3039 X ² + 119.92 X + -34.083
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9876
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	403.62
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	301353.7006
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	97346.97263
ECUACIÓN CORREGIDA:	-8.3039 X ² + 115.10308 X + 0

EDAD: 14 DIAS

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	D
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	D1-101217-14D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	305.0
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.880
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm²):	173.898

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.09	0.30	11.50	31.86
8000	0.20	0.66	46.00	69.78
16000	0.38	1.25	92.01	129.44
20000	0.43	1.41	115.01	145.48
24000	0.55	1.80	138.01	183.04
26000	0.61	2.00	149.51	201.32
28000	0.64	2.10	161.01	210.34
30000	0.68	2.23	172.51	222.23
34000	0.73	2.39	195.52	236.89
36000	0.75	2.46	207.02	242.69
38000	0.79	2.59	218.52	254.17
40000	0.80	2.62	230.02	257.02
44000	0.88	2.89	253.02	279.48
48000	0.93	3.05	276.02	293.22
54000	1.06	3.48	310.53	327.86
58000	1.13	3.70	333.53	345.87
60000	1.16	3.80	345.03	353.45
64000	1.27	4.16	368.03	380.53
68000	1.36	4.46	391.03	401.86
70000	1.42	4.66	402.53	415.67
74000	1.56	5.11	425.54	446.59
76000	1.62	5.31	437.04	459.29
84000	1.85	6.07	483.04	504.90
88000	2.01	6.59	506.04	533.76
90000	2.06	6.75	517.54	542.29

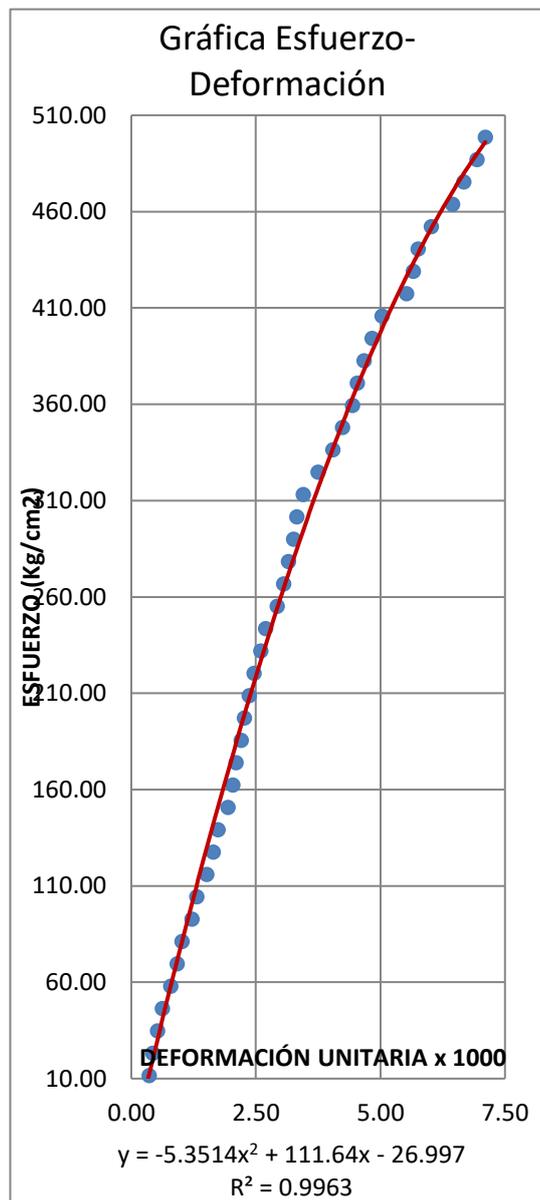


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-4.2845 X ² + 111.87 X + -34.08
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9939
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	517.54
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	341243.6997
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	108862.575
ECUACIÓN CORREGIDA:	-4.2845 X ² + 109.228356 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	D
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	D2-101217-14D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND TIPO I
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	304.0
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.820
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm²):	172.499

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.11	0.36	11.59	38.75
6000	0.16	0.53	34.78	55.90
10000	0.24	0.79	57.97	82.73
14000	0.31	1.02	81.16	105.61
16000	0.37	1.22	92.75	124.76
18000	0.40	1.32	104.35	134.18
20000	0.46	1.51	115.94	152.71
24000	0.53	1.74	139.13	173.80
26000	0.59	1.94	150.73	191.43
28000	0.62	2.04	162.32	200.09
30000	0.64	2.11	173.91	205.80
34000	0.69	2.27	197.10	219.88
36000	0.72	2.37	208.70	228.19
38000	0.75	2.47	220.29	236.39
40000	0.79	2.60	231.89	247.17
44000	0.89	2.93	255.07	273.31
48000	0.96	3.16	278.26	290.91
50000	0.99	3.26	289.86	298.28
54000	1.05	3.45	313.05	312.71
56000	1.14	3.75	324.64	333.58
58000	1.23	4.05	336.23	353.50
60000	1.29	4.24	347.83	366.26
64000	1.38	4.54	371.02	384.62
68000	1.47	4.84	394.21	402.05
70000	1.53	5.03	405.80	413.14
74000	1.72	5.66	428.99	445.52
76000	1.75	5.76	440.58	450.25
80000	1.96	6.45	463.77	480.45
84000	2.11	6.94	486.96	498.89

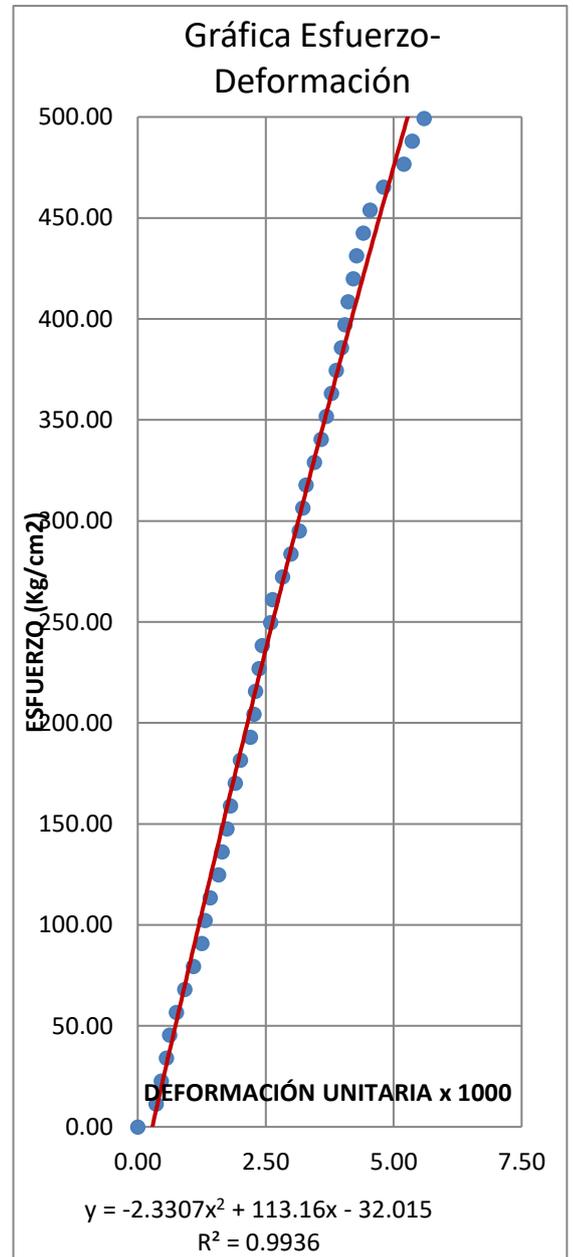


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-5.3514 X ² + 111.64 X + -26.997
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9963
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	498.55
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	334924.8259
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	97654.89767
ECUACIÓN CORREGIDA:	-5.3514 X ² + 109.021111 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	D
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	D3-101217-14D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	305.0
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.980
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm²):	176.244

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.11	0.36	11.35	40.16
6000	0.17	0.56	34.04	61.81
10000	0.23	0.76	56.74	83.28
14000	0.33	1.09	79.44	118.65
16000	0.38	1.25	90.78	136.15
18000	0.40	1.32	102.13	143.11
20000	0.43	1.41	113.48	153.52
24000	0.50	1.64	136.18	177.63
26000	0.53	1.74	147.52	187.89
28000	0.55	1.81	158.87	194.70
30000	0.58	1.91	170.22	204.88
34000	0.67	2.20	192.91	235.15
36000	0.69	2.27	204.26	241.83
38000	0.70	2.30	215.61	245.15
40000	0.72	2.37	226.96	251.79
44000	0.79	2.60	249.65	274.88
50000	0.91	2.99	283.70	313.88
54000	0.98	3.22	306.39	336.29
56000	1.00	3.29	317.74	342.65
58000	1.05	3.45	329.09	358.46
60000	1.09	3.59	340.44	371.02
64000	1.15	3.78	363.13	389.70
68000	1.21	3.98	385.83	408.20
70000	1.23	4.05	397.18	414.33
74000	1.28	4.21	419.87	429.56
76000	1.30	4.28	431.22	435.61
80000	1.38	4.54	453.92	459.64
84000	1.58	5.20	476.61	518.28
88000	1.70	5.59	499.31	552.50
90000	1.73	5.69	510.66	560.94

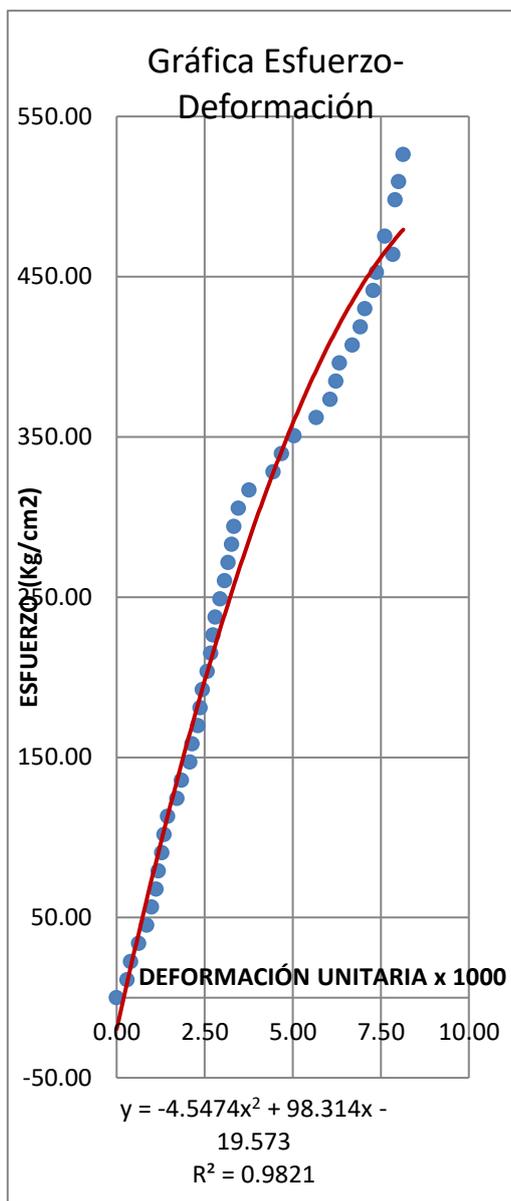


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-2.3307 X ² + 113.16 X + -32.015
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9936
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	510.66
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	338965.7044
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	138359.7371
ECUACIÓN CORREGIDA:	-2.3307 X ² + 111.83343 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	D
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	D4-101217-14D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	303.5
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	15.000
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm²):	176.715

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.09	0.30	11.32	28.21
6000	0.19	0.63	33.95	58.62
10000	0.30	0.99	56.59	90.93
14000	0.36	1.19	79.22	108.05
16000	0.39	1.29	90.54	116.48
18000	0.41	1.35	101.86	122.05
20000	0.44	1.45	113.18	130.32
24000	0.56	1.85	135.81	162.55
26000	0.63	2.08	147.13	180.69
28000	0.65	2.14	158.45	185.78
30000	0.70	2.31	169.77	198.35
36000	0.78	2.57	203.72	217.94
38000	0.81	2.67	215.04	225.12
40000	0.83	2.73	226.35	229.86
44000	0.89	2.93	248.99	243.84
48000	0.96	3.16	271.62	259.70
50000	0.99	3.26	282.94	266.35
54000	1.05	3.46	305.58	279.38
56000	1.14	3.76	316.90	298.26
58000	1.35	4.45	328.21	339.21
60000	1.42	4.68	339.53	351.89
64000	1.72	5.67	362.17	400.76
68000	1.89	6.23	384.80	424.51
74000	2.10	6.92	418.75	449.90
76000	2.14	7.05	430.07	454.25
80000	2.24	7.38	452.71	464.41
84000	2.31	7.61	475.34	470.94
90000	2.43	8.01	509.30	481.01
93000	2.47	8.14	526.27	484.05

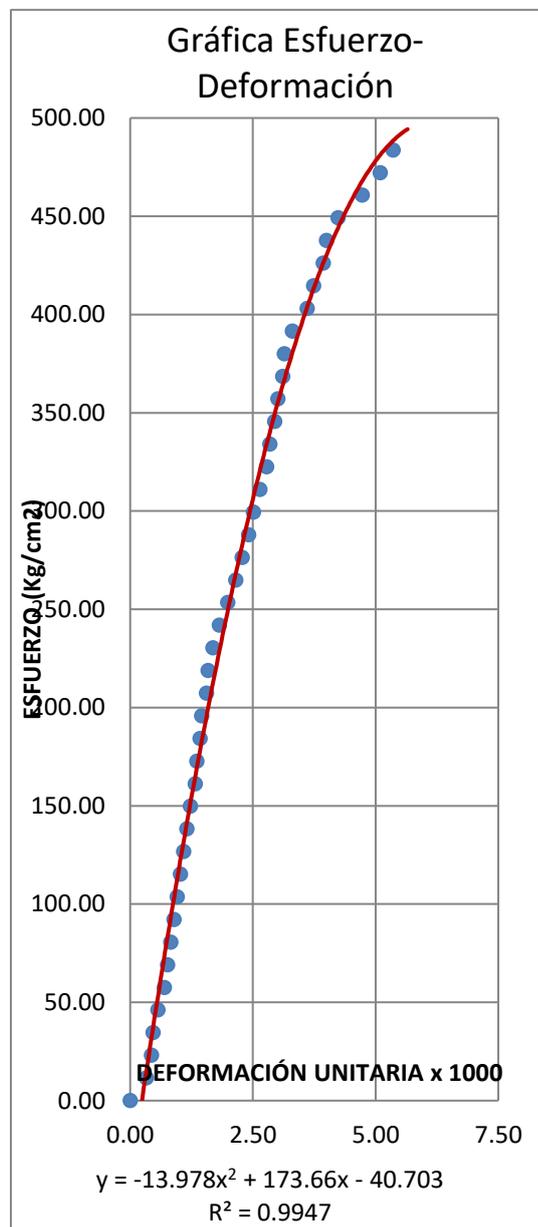


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-4.5474 X ² + 98.314 X + -19.573
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9821
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	526.27
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	344109.3978
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	85734.65204
ECUACIÓN CORREGIDA:	-4.5474 X ² + 96.4863594 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	D
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	D5-101217-14D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	302.5
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.870
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm2):	173.665

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.10	0.33	11.52	53.67
6000	0.14	0.46	34.55	74.29
10000	0.21	0.69	57.58	109.18
14000	0.25	0.83	80.62	128.45
16000	0.27	0.89	92.13	137.90
18000	0.29	0.96	103.65	147.23
20000	0.31	1.02	115.16	156.44
24000	0.35	1.16	138.20	174.49
26000	0.37	1.22	149.71	183.33
28000	0.40	1.32	161.23	196.36
30000	0.41	1.36	172.75	200.64
34000	0.44	1.45	195.78	213.31
36000	0.47	1.55	207.30	225.70
38000	0.48	1.59	218.81	229.76
40000	0.51	1.69	230.33	241.79
44000	0.60	1.98	253.36	276.21
48000	0.69	2.28	276.39	308.15
50000	0.73	2.41	287.91	321.55
54000	0.80	2.64	310.94	343.83
56000	0.84	2.78	322.46	355.89
58000	0.86	2.84	333.98	361.74
60000	0.89	2.94	345.49	370.28
64000	0.94	3.11	368.53	383.90
68000	1.00	3.31	391.56	399.24
70000	1.09	3.60	403.08	420.19
74000	1.19	3.93	426.11	440.56
76000	1.21	4.00	437.62	444.27
80000	1.43	4.73	460.66	476.99
84000	1.62	5.36	483.69	493.35



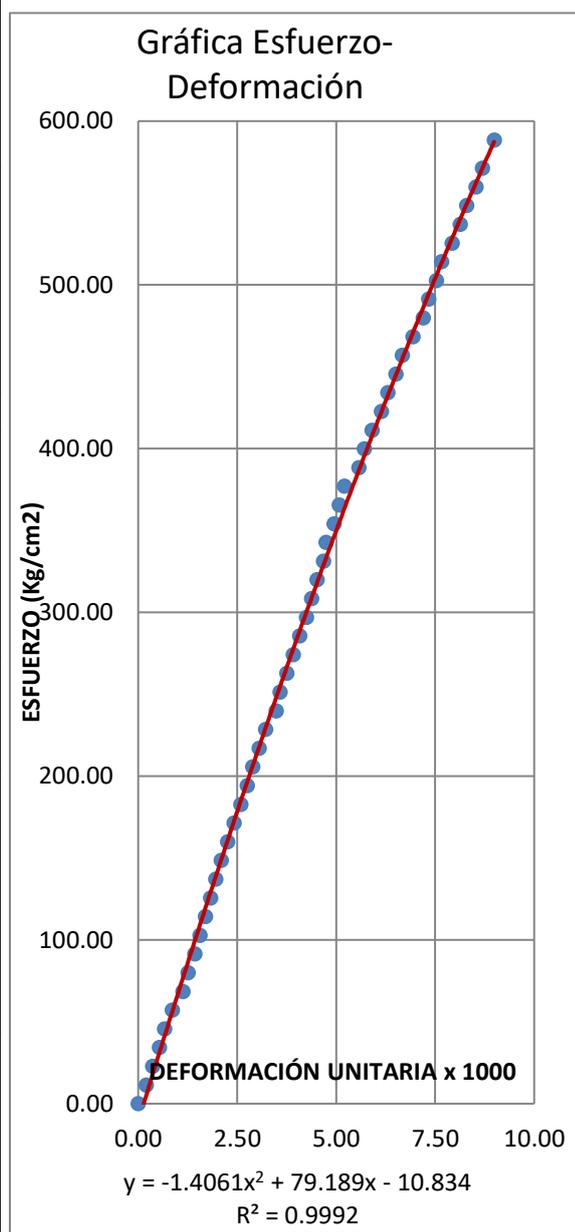
ECUACIÓN (ESFUERZO):	-13.978 X ² + 173.66 X + -40.703
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9893
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	500.97
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	335733.7305
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	137142.0178
ECUACIÓN CORREGIDA:	-13.978 X ² + 166.979069 X + 0

EDAD: 28 DIAS

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	D
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	D1-031217-28D
f_c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	301.5
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.930
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm²):	175.069

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.06	0.20	11.42	15.63
14000	0.38	1.26	79.97	97.09
16000	0.43	1.43	91.39	109.53
18000	0.47	1.56	102.82	119.43
20000	0.51	1.69	114.24	129.28
24000	0.59	1.96	137.09	148.82
28000	0.68	2.26	159.94	170.58
38000	0.92	3.05	217.06	227.37
40000	0.97	3.22	228.48	238.98
44000	1.08	3.58	251.33	264.24
46000	1.13	3.75	262.75	275.60
48000	1.18	3.91	274.18	286.88
50000	1.23	4.08	285.60	298.08
54000	1.32	4.38	308.45	318.06
56000	1.36	4.51	319.87	326.85
58000	1.41	4.68	331.30	337.78
60000	1.43	4.74	342.72	342.13
64000	1.53	5.07	365.57	363.69
66000	1.57	5.21	376.99	372.22
68000	1.68	5.57	388.42	395.45
70000	1.72	5.70	399.84	403.80
74000	1.85	6.14	422.69	430.60
78000	1.96	6.50	445.54	452.86
84000	2.17	7.20	479.81	494.34
88000	2.27	7.53	502.66	513.61
90000	2.31	7.66	514.08	521.23
94000	2.45	8.13	536.93	547.51
103000	2.71	8.99	588.34	594.71

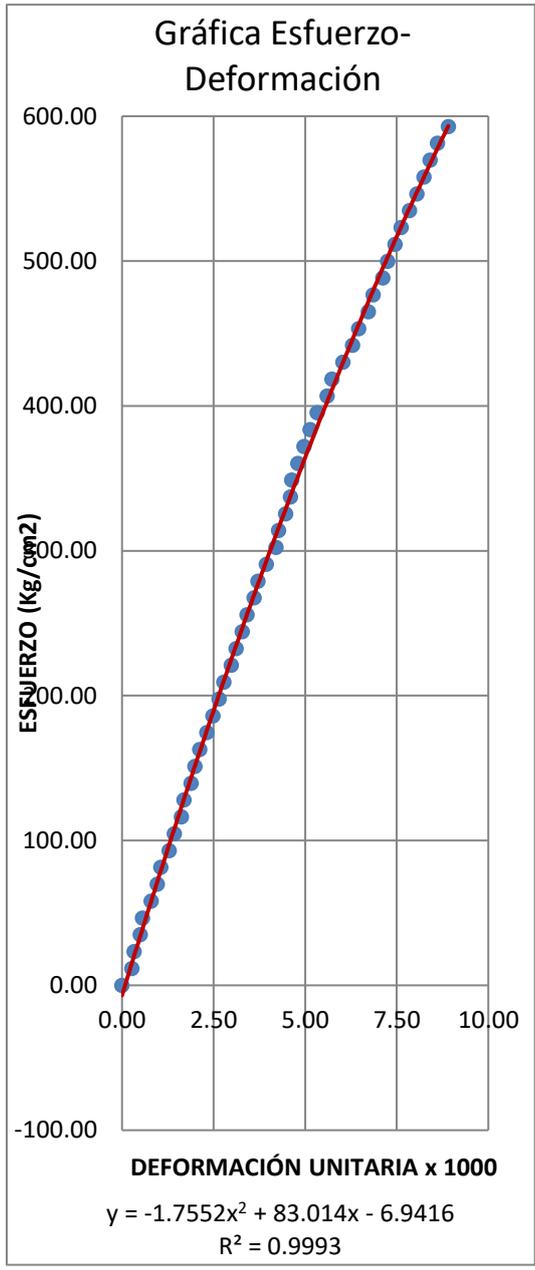


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-1.4061 X ² + 79.189 X + -10.834
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9992
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	588.34
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	363835.5431
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	117941.6524
ECUACIÓN CORREGIDA:	-1.4061 X ² + 78.8033183 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	D
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	D2-031217-28D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	302.0
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.800
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm2):	172.034

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.08	0.26	11.63	21.79
6000	0.15	0.50	34.88	40.65
14000	0.32	1.06	81.38	85.68
16000	0.39	1.29	93.01	103.90
18000	0.43	1.42	104.63	114.22
20000	0.49	1.62	116.26	129.59
24000	0.57	1.89	139.51	149.87
28000	0.64	2.12	162.76	167.42
30000	0.70	2.32	174.38	182.31
34000	0.80	2.65	197.64	206.81
38000	0.90	2.98	220.89	230.93
40000	0.94	3.11	232.51	240.47
44000	1.03	3.41	255.76	261.71
48000	1.12	3.71	279.02	282.64
54000	1.29	4.27	313.89	321.31
56000	1.35	4.47	325.52	334.70
58000	1.39	4.60	337.14	343.55
60000	1.40	4.64	348.77	345.75
64000	1.50	4.97	372.02	367.56
68000	1.61	5.33	395.27	391.11
74000	1.82	6.03	430.15	434.76
78000	1.95	6.46	453.40	460.94
80000	2.03	6.72	465.03	476.73
84000	2.15	7.12	488.28	499.94
88000	2.25	7.45	511.53	518.86
90000	2.30	7.62	523.15	528.18
94000	2.43	8.05	546.40	551.96
102000	2.69	8.91	592.91	597.55
104000	2.73	9.04	604.53	604.34
106000	2.78	9.21	616.16	612.73

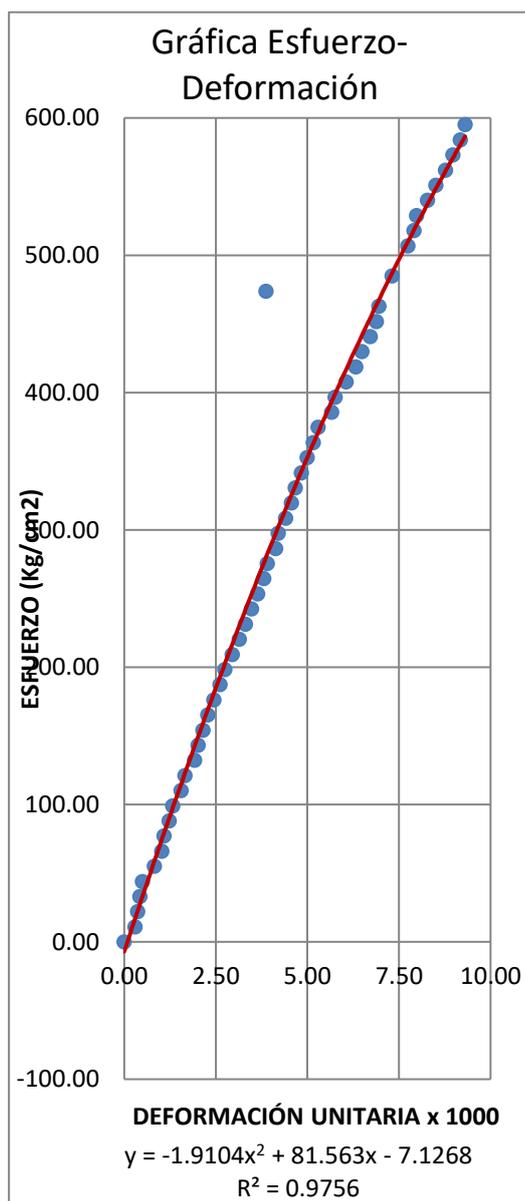


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-1.7552 X ² + 83.014 X + -6.9416
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9993
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	616.16
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	372338.1492
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	118371.4464
ECUACIÓN CORREGIDA:	-1.7552 X ² + 82.7199408 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	D
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	D3-031217-28D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	305.0
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	15.200
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm2):	181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.09	0.30	11.02	24.04
6000	0.13	0.43	33.07	34.61
10000	0.25	0.83	55.11	65.93
14000	0.33	1.09	77.15	86.48
16000	0.37	1.23	88.17	96.65
18000	0.40	1.32	99.20	104.24
20000	0.47	1.56	110.22	121.79
24000	0.58	1.92	132.26	148.96
28000	0.65	2.15	154.31	165.98
30000	0.69	2.28	165.33	175.62
38000	0.89	2.95	209.41	222.79
40000	0.95	3.15	220.44	236.62
44000	1.05	3.48	242.48	259.32
48000	1.15	3.81	264.52	281.61
50000	1.18	3.91	275.55	288.22
54000	1.27	4.21	297.59	307.81
58000	1.38	4.57	319.63	331.29
60000	1.41	4.67	330.65	337.60
64000	1.51	5.00	352.70	358.38
68000	1.60	5.30	374.74	376.73
70000	1.71	5.66	385.76	398.69
74000	1.83	6.06	407.81	422.06
78000	1.96	6.49	429.85	446.71
80000	2.03	6.72	440.87	459.69
88000	2.21	7.32	484.96	492.12
92000	2.34	7.75	507.00	514.69
96000	2.41	7.98	529.05	526.55
104000	2.71	8.97	573.13	575.07
106000	2.77	9.17	584.16	584.32
108000	2.81	9.30	595.18	590.41

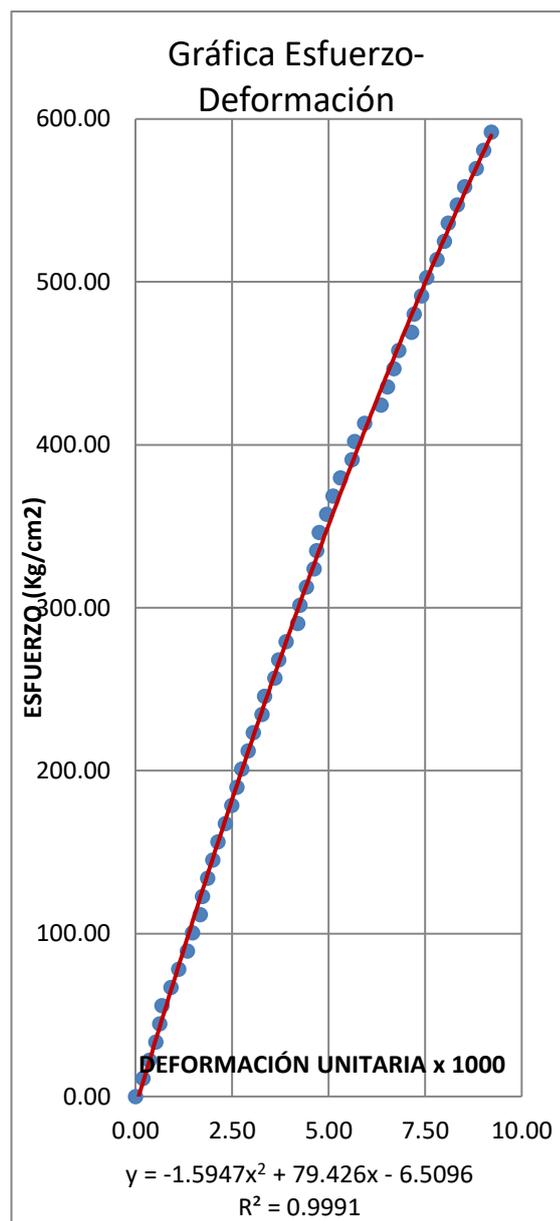


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-1.9104	X ²	+	81.563	X	+	-7.1268
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9756						
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	595.18						
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	365943.9809						
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	112199.5537						
ECUACIÓN CORREGIDA:	-1.9104	X ²	+	81.2284606	X	+	0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	D
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	D4-031217-28D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	305.0
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	15.100
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm²):	179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.06	0.20	11.17	15.51
10000	0.21	0.69	55.84	53.75
14000	0.34	1.11	78.18	86.27
16000	0.41	1.34	89.35	103.54
18000	0.45	1.48	100.51	113.33
20000	0.51	1.67	111.68	127.91
28000	0.65	2.13	156.36	161.47
30000	0.71	2.33	167.52	175.64
34000	0.80	2.62	189.86	196.67
38000	0.89	2.92	212.20	217.42
40000	0.93	3.05	223.37	226.56
44000	1.02	3.34	245.70	246.91
48000	1.13	3.70	268.04	271.41
50000	1.19	3.90	279.21	284.59
54000	1.30	4.26	301.54	308.45
56000	1.35	4.43	312.71	319.16
58000	1.41	4.62	323.88	331.89
60000	1.43	4.69	335.05	336.11
64000	1.51	4.95	357.38	352.84
68000	1.62	5.31	379.72	375.49
74000	1.81	5.93	413.23	413.63
78000	1.99	6.52	435.56	448.63
80000	2.04	6.69	446.73	458.15
84000	2.18	7.15	469.07	484.36
90000	2.30	7.54	502.57	506.29
94000	2.44	8.00	524.91	531.25
100000	2.60	8.52	558.41	558.96
102000	2.69	8.82	569.58	574.16
104000	2.75	9.02	580.75	584.13
106000	2.81	9.21	591.92	593.99

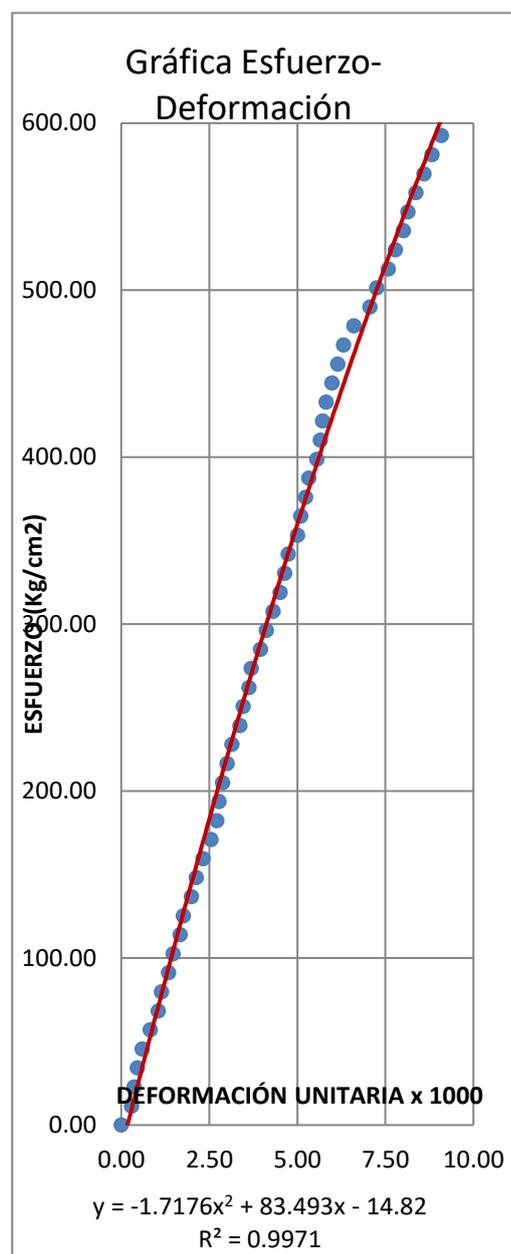


ECUACIÓN (ESFUERZO):	-1.5947 X ² + 79.426 X + -6.5096
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9991
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	591.92
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	364940.7025
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	113544.1607
ECUACIÓN CORREGIDA:	-1.5947 X ² + 79.1641714 X + 0

DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

TESISTA:	Nélida Estrella Cotrina Rojas	TIPO DE MEZCLA:	D
ASESOR:	M. en I. HECTOR PÉREZ LOAYZA	CODIGO:	D5-031217-28D
f'c DE DISEÑO:	450 kg/cm ²	CEMENTO :	PORTLAND T1
FECHA ELAB:	10/12/2017	LONGITUD (mm):	306.0
FECHA ENS:	24/12/2017	DIAMETRO (cm):	14.950
EDAD:	14 DÍAS	AREA (cm²):	175.538

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESF (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.09	0.29	11.39	24.23
6000	0.14	0.46	34.18	37.56
10000	0.25	0.82	56.97	66.57
14000	0.35	1.14	79.75	92.55
16000	0.41	1.34	91.15	107.97
18000	0.45	1.47	102.54	118.17
20000	0.51	1.67	113.94	133.36
28000	0.71	2.32	159.51	183.06
34000	0.85	2.78	193.69	216.97
38000	0.92	3.01	216.48	233.66
40000	0.96	3.14	227.87	243.11
44000	1.06	3.46	250.66	266.49
48000	1.13	3.69	273.44	282.64
50000	1.21	3.95	284.84	300.88
54000	1.32	4.31	307.62	325.56
56000	1.38	4.51	319.02	338.84
58000	1.42	4.64	330.41	347.62
60000	1.45	4.74	341.81	354.17
64000	1.56	5.10	364.59	377.89
68000	1.63	5.33	387.38	392.75
70000	1.70	5.56	398.77	407.44
74000	1.75	5.72	421.56	417.82
78000	1.83	5.98	444.35	434.23
80000	1.88	6.14	455.74	444.37
88000	2.22	7.25	501.31	510.89
90000	2.32	7.58	512.71	529.65
94000	2.45	8.01	535.50	553.48
100000	2.63	8.59	569.68	585.46
102000	2.70	8.82	581.07	597.58
104000	2.78	9.08	592.46	611.21



ECUACIÓN (ESFUERZO):	-1.7176 X ² + 83.493 X + -14.82
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9971
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	592.46
MÓD. DE ELASTICIDAD TEORICO:	365108.3752
MÓD. DE ELASTICIDAD REAL:	116512.6034
ECUACIÓN CORREGIDA:	-1.7176 X ² + 82.8810094 X + 0

ANEXO V: Cálculos y resultados de los ensayos de la resistencia a Flexión del concreto de diferentes Tipos de mezcla a los 28 días

DISEÑO MEZCLA PATRÓN (28 DÍAS)										
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	FECHA	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA(Tn)	f _c (Kg/cm ²)	L (cm)	B (cm)	H (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	% DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
1	FP-1	21/10/2017	28	2140	450	45	14.9	15.4	40.88	9.08%
2	FP-2	21/10/2017	28	2000	450	45	15.2	15.1	38.95	8.66%
3	FP-3	21/10/2017	28	2220	450	45.3	15.2	14.9	44.70	9.93%
4	FP-4	21/10/2017	28	2160	450	45.1	15.2	15	42.73	9.49%
5	FP-5	21/10/2017	28	2240	450	45.2	15.15	15.15	43.68	9.71%
PROMEDIO									42.19	9.37%

DISEÑO MEZCLA B (28 DÍAS)										
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	FECHA	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA(Tn)	f _c (Kg/cm ²)	L (cm)	B (cm)	H (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	% DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
1	FT-1	21/10/2017	28	2600	450	45	15.1	15.3	49.65	11.03%
2	FT-2	21/10/2017	28	2620	450	45.3	15.1	15.4	49.71	11.05%
3	FT-3	21/10/2017	28	2610	450	45.3	15	15	52.55	11.68%
4	FT-4	21/10/2017	28	2620	450	45.15	15	15.4	49.88	11.08%
5	FT-5	21/10/2017	28	2640	450	45.25	15.1	15	52.74	11.72%
PROMEDIO									50.91	11.31%

DISEÑO MEZCLA C (28 DÍAS)										
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	FECHA	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA(Tn)	f _c (Kg/cm ²)	L (cm)	B (cm)	H (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	% DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
1	FT-1	21/10/2017	28	2925	450	45	15.1	15.4	55.13	12.25%
2	FT-2	21/10/2017	28	3010	450	45.3	15	15.4	57.49	12.78%
3	FT-3	21/10/2017	28	2940	450	45.3	15.1	15.4	55.79	12.40%
4	FT-4	21/10/2017	28	2920	450	45.15	15	15.5	54.88	12.19%
5	FT-5	21/10/2017	28	3000	450	45.25	15	15	60.33	13.41%
PROMEDIO									56.72	12.61%

DISEÑO MEZCLA D (28 DÍAS)										
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	FECHA	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA(Tn)	f _c (Kg/cm ²)	L (cm)	B (cm)	H (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	% DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
1	FT-1	21/10/2017	28	2370	450	45	15.1	15.4	44.67	9.93%
2	FT-2	21/10/2017	28	2450	450	45.2	15	15.4	46.69	10.38%
3	FT-3	21/10/2017	28	2390	450	45.3	15	15.4	45.65	10.14%
4	FT-4	21/10/2017	28	2420	450	45.25	15.1	15.5	45.28	10.06%
5	FT-5	21/10/2017	28	2440	450	45.15	15.1	15	48.64	10.81%
PROMEDIO									46.19	10.26%

ANEXO VI: Cálculos y resultados de los ensayos de la resistencia a Tracción del concreto de diferentes Tipos de mezcla a los 28 días

DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN (28 DÍAS)									
Nº DE ENSAYO	CÓDIGO	FECHA	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA(Tn)	f'c (Kg/cm2)	L (cm)	B (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm2)	% DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
1	FP-1	21/10/2017	28	27000	450	30.4	14.9	37.95	8.43%
2	FP-2	21/10/2017	28	24500	450	30.3	14.98	34.36	7.64%
3	FP-3	21/10/2017	28	26000	450	30.42	14.88	36.57	8.13%
4	FP-4	21/10/2017	28	24000	450	30.5	14.92	33.58	7.46%
5	FP-5	21/10/2017	28	24500	450	30.1	14.9	34.78	7.73%
PROMEDIO								35.45	7.88%

DISEÑO DE MEZCLA B (28 DÍAS)									
Nº DE ENSAYO	CÓDIGO	FECHA	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA(Tn)	f'c (Kg/cm2)	L (cm)	B (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm2)	% DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
1	FT-1	21/10/2017	28	25500	450	30.6	14.8	35.85	7.97%
2	FT-2	21/10/2017	28	25000	450	30.4	14.96	35.00	7.78%
3	FT-3	21/10/2017	28	26000	450	30.42	15	36.27	8.06%
4	FT-4	21/10/2017	28	21000	450	30.3	14.93	29.55	6.57%
5	FT-5	21/10/2017	28	25000	450	30.14	14.92	35.39	7.86%
PROMEDIO								34.41	7.65%

DISEÑO DE MEZCLA C (28 DÍAS)									
Nº DE ENSAYO	CÓDIGO	FECHA	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA(Tn)	f'c (Kg/cm2)	L (cm)	B (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm2)	% DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
1	FT-1	21/10/2017	28	2000	450	30.5	14.82	2.82	0.63%
2	FT-2	21/10/2017	28	18000	450	30.48	14.98	25.10	5.58%
3	FT-3	21/10/2017	28	19000	450	30.52	14.95	26.51	5.89%
4	FT-4	21/10/2017	28	18500	450	30.41	14.8	26.17	5.82%
5	FT-5	21/10/2017	28	2000	450	30.22	15.1	2.79	0.62%
PROMEDIO								16.68	3.71%

DISEÑO DE MEZCLA D (28 DÍAS)									
Nº DE ENSAYO	CÓDIGO	FECHA	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA(Tn)	f'c (Kg/cm2)	L (cm)	B (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm2)	% DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
1	FT-1	21/10/2017	28	17000	450	30.6	14.99	23.59	5.24%
2	FT-2	21/10/2017	28	28000	450	30.4	14.9	39.35	8.75%
3	FT-3	21/10/2017	28	27000	450	30.2	14.95	38.07	8.46%
4	FT-4	21/10/2017	28	29300	450	30.5	14.96	40.88	9.08%
5	FT-5	21/10/2017	28	29000	450	30.48	14.93	40.57	9.02%
PROMEDIO								36.49	8.11%

ANEXO VII: Análisis de precios Unitarios

Análisis de precios unitarios MEZCLA PATRÓN							
Presupuesto	CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y ADICION MINERAL						
Subpresupuesto	MEZCLA PATRON					Fecha presupuesto	17/05/2018
01.01	MEZCLA PATRÓN CONCRETO						
	F'C=450 KG/CM2						
Rendimiento							
m3/DIA	10.0000	EQ.	10.0000	Costo unitario directo por : m3	471.32		
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
OPERARIO		hh	1.0000	0.8000	18.36	14.69	
OFICIAL		hh	1.0000	0.8000	15.39	12.31	
PEON		hh	8.0000	6.4000	13.84	88.58	
						115.58	
Materiales							
AGREGADO GRUESO DE 3/4" (GRAVA)		m3		0.3385	60.00	20.31	
AGREGADO FINO		m3		0.2762	60.00	16.57	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)		BOL		11.7600	25.00	294.00	
AGUA		m3		0.2018	5.00	1.01	
						331.89	
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	115.58	3.47	
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"		hm	0.5000	0.4000	10.00	4.00	
MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3		hm	1.0000	0.8000	20.48	16.38	
						23.85	

Análisis de precios unitarios MEZCLA B							
Presupuesto	CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y ADICION MINERAL						
Subpresupuesto	MEZCLA B: SIKAMENT-290N					Fecha presupuesto	17/05/2018
01.01	MEZCLA B CONCRETO FC=450						
	KG/CM2						
Rendimiento							
m3/DIA	MO. 10.0000	EQ.	10.0000	Costo unitario directo por : m3	488.57		
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
OPERARIO		hh	1.0000	0.8000	18.36	14.69	
OFICIAL		hh	1.0000	0.8000	15.39	12.31	
PEON		hh	8.0000	6.4000	13.84	88.58	
						115.58	
Materiales							
AGREGADO GRUESO DE 3/4" (GRAVA)		m3		0.3487	60.00	20.92	
AGREGADO FINO		m3		0.3361	60.00	20.17	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)		BOL		9.4100	25.00	235.25	
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKAMENT-290N		lt		3.6000	20.00	72.00	
AGUA		m3		0.1591	5.00	0.80	
						349.14	
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	115.58	3.47	
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"		hm	0.5000	0.4000	10.00	4.00	
MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3		hm	1.0000	0.8000	20.48	16.38	
						23.85	

Análisis de precios unitarios MEZCLA C

Presupuesto	CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y ADICION MINERAL						
Subpresupuesto	MEZCLA C: SIKA FUME				Fecha presupuesto	17/05/2018	
01.01	MEZCLA C CONCRETO FC=450						
	KG/CM2						
Rendimiento					Costo unitario directo por : m3		669.96
m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000					
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra							
OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	18.36	14.69		
OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	15.39	12.31		
PEON	hh	8.0000	6.4000	13.84	88.58		
						115.58	
Materiales							
AGREGADO GRUESO DE 3/4" (GRAVA)	m3		0.3260	60.00	19.56		
AGREGADO FINO	m3		0.2660	60.00	15.96		
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		11.7600	25.00	294.00		
ADICION MINERAL SIKA FUME	kg		50.0000	4.00	200.00		
GASOLINA 84 OCTANOS	gln		0.5400	8.12	4.38		
AGUA	m3		0.2020	5.00	1.01		
						530.53	
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	115.58	3.47		
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	0.5000	0.4000	10.00	4.00		
MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1.0000	0.8000	20.48	16.38		
						23.85	

Análisis de precios unitarios MEZCLA D

Presupuesto	CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y ADICION MINERAL						
Subpresupuesto	MEZCLA D: SIKAMENT-290 N Y SIKAFUME				Fecha presupuesto	17/05/2018	
01.01	MEZCLA D CONCRETO FC=450						
	KG/CM2						
Rendimiento					Costo unitario directo por : m3		647.48
m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000					
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra							
OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	18.36	14.69		
OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	15.39	12.31		
PEON	hh	8.0000	6.4000	13.84	88.58		
						115.58	
Materiales							
AGREGADO GRUESO DE 3/4" (GRAVA)	m3		0.3395	60.00	20.37		
AGREGADO FINO	m3		0.3271	60.00	19.63		
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.4100	25.00	235.25		
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKAMENT-290N	lt		3.6000	20.00	72.00		
ADICION MINERAL SIKA FUME	kg		40.0000	4.00	160.00		
AGUA	m3		0.1593	5.00	0.80		
						508.05	
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	115.58	3.47		
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	0.5000	0.4000	10.00	4.00		
MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1.0000	0.8000	20.48	16.38		
						23.85	

ANEXO VIII: Panel Fotográfico



Figura 38: Fotografía del ensayo Peso específico del Agregado Grueso.



Figura 39: Fotografía del Ensayo de Peso específico del Agregado Fino



Figura 40: Fotografía del ensayo del Cono de Absorción de Arenas



Figura 41: Fotografía de la Tesista elaborando la mezcla de concreto.



Figura 42: Fotografía del ensayo de Cono de Abrams de la Mezcla B.



Figura 43: Fotografía de la toma del peso de los especímenes.



Figura 44: Tesista con especímenes recién vaciados a moldes los cuales serán ensayados a tracción



Figura 45: Fotografía de la medida de la esbeltez de los especímenes de concreto



Figura 46: Fotografía de espécimen con falla frágil producto de ensayo a compresión.



Figura 47: Tesista realizando ensayo a compresión.



Figura 48: Tesista realizando ensayo a Tracción de especímenes de concreto



Figura 49: Probetas de concreto prismáticas para ensayo a flexión.



Figura 50: Fotografía de probeta prismática que ha fallado producto de ensayo a flexión



Figura 51: Tesista realizando ensayo de resistencia a Flexión

ANEXO IX: Ficha Técnica del cemento 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 ESPECIFICA

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)	39.8 (406)	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.



HOJA TÉCNICA Sikament®-290N

Aditivo Polifuncional para Concreto

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sikament®-290N es un aditivo polifuncional para concretos que puede ser empleado como plastificante o superplastificante según la dosificación utilizada.

Muy adecuado para plantas de concreto al obtener con un único aditivo dos efectos diferentes sólo por la variación de la proporción del mismo.

Sikament®-290N no contiene cloruros y no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras.

USOS

Sikament®-290N está particularmente indicado para:

Todo tipo de concretos fabricados en plantas concretéreas con la ventaja de poder utilizarse como plastificante o superplastificante con sólo variar la dosificación.

En concretos bombeados porque permite obtener consistencias adecuadas sin aumentar la relación agua/cemento.

Transporte a largas distancias sin pérdidas de trabajabilidad.

Concretos fluidos que no presentan segregación ni exudación.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Aumento de las resistencias mecánicas.
- Terminación superficial de alta calidad.
- Mayor adherencia a las armaduras.
- Permite obtener mayores tiempos de manejabilidad de la mezcla a cualquier temperatura.
- Permite reducir hasta el 25% del agua de la mezcla.
- Aumenta considerablemente la impermeabilidad y durabilidad del concreto.
- Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.

- Proporciona una gran manejabilidad de la mezcla evitando segregación y la formación de cangrejeras.
- Reductor de agua.

NORMAS
Como plastificante cumple con la Norma ASTM C 494, tipo D y como superplastificante con la Norma ASTM C 494, tipo G.

DATOS BÁSICOS

FORMA

ASPECTO
Líquido

COLOR
Pardo oscuro.

PRESENTACIÓN
Cilindro x 200 L
Balde x 20 L
Dispenser x 1000 L
Granel x 1L

ALMACENAMIENTO

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL

Un año en su envase original bien cerrado y bajo techo en lugar fresco resguardado de heladas. Para el transporte debe tomarse las precauciones normales para el manejo de un producto químico.

DATOS TÉCNICOS

DENSIDAD
1,20 kg/L +/- 0,02
USGBC VALORACIÓN LEED

Sikament®-290 N cumple con los requerimientos LEED. Conforme con el LEED V3 EQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants.

Contenido de VOC < 420 g/L (menos agua)

INFORMACIÓN DEL SISTEMA

DETALLES DE APLICACIÓN

CONSUMO / DOSIS

Como plastificante: del 0,3 % – 0,7 % del peso del cemento.
Como superplastificante: del 0,7 % - 1,4 % del peso del cemento.

MÉTODO DE APLICACIÓN

MÉTODO DE APLICACIÓN

Como Plastificante.

Debe incorporarse junto con el agua de amasado.

Como Superplastificante.

Debe incorporarse preferentemente una vez amasado el concreto y haciendo un re-amasado de al menos 1 minuto por cada m3 de carga de la amasadora o camión concreto.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

PRECAUCIONES DURANTE LA MANIPULACION

Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintética y anteojos de seguridad.

En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.

OBSERVACIONES

La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: www.sika.com.pe

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.

Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos, cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe.

"La presente Edición anula y reemplaza la Edición Nº 10

la misma que deberá ser destruida"

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE Sikament®-290N :

1.- SIKA PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS



2.- SIKA CIUDAD VIRTUAL



Sika Perú S.A.
Concrete
Centro Industrial "Las Praderas
de Lurín" s/n MZ B, lotes 5 y 6,
Lurín
Lima
Perú
www.sika.com.pe

Versión elaborada por: Sika Perú S.A.
CG, Departamento Técnico
Telf: 618-6060
Fax: 618-6070
Mail: informacion@pe.sika.com



HOJA TÉCNICA

Sika® Fume

Adición mineral - Microsilíce

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un aditivo en polvo compuesto por microsilíce (Silica Fume) de alta calidad y que acondicionado a la mezcla de concreto o mortero, disminuye el lavado del cemento en el vaciado de la mezcla bajo agua. Sika® Fume no contiene cloruros y puede utilizarse en concretos y morteros en conjunto con un superplastificante para obtener la fluidez necesaria para la colocación del concreto.

USOS

- En el concreto bajo agua en puertos, puentes, presas, reparaciones, rellenos, entre otros.
- En concretos de alta impermeabilidad y durabilidad.
- En concretos de alta resistencia (mayor a 500 kg/cm²).
- En concretos bombeados y proyectados.
- En morteros y lechadas de inyección.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Disminuye la pérdida de cemento y elementos finos.
- Aumenta la resistencia mecánica.
- Aumenta la impermeabilidad.
- Aumenta la resistencia química.
- Aumenta la adherencia al acero.
- Permite utilizar mezclas altamente fluidas con alta cohesión.
- Aumenta la cohesión y disminuye la exudación de la mezcla fresca.
- Aumenta la durabilidad frente a agentes agresivos.
- Aumenta la resistencia a abrasión.

DATOS BÁSICOS

FORMA

COLOR
Gris

ASPECTO Polvo.	
PRESENTACIÓN Bolsa de 25 kg	
ALMACENAMIENTO	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL Se puede almacenar durante 2 años en su envase original cerrado en un lugar fresco y bajo techo.
DATOS TÉCNICOS	GRAVEDAD ESPECÍFICA 2.2 BLANIE(SUPERFICIE ESPECÍFICA) 18,000 – 22,000 m ² /kg. ANÁLISIS QUÍMICO SiO ₂ 93.0 % mín. Fe ₂ O ₃ 0.80 % máx. Al ₂ O ₃ 0.40 % máx. CaO 0.60 % máx. MgO 0.60 % máx. Na ₂ O 0.20 % máx. K ₂ O 1.2 % máx. C (libre) 2.0 % máx. SO ₃ 0.40 % máx. L.O.I. 3.5 % máx. FINURA (DIÁMETRO PROMEDIO) 0.1 – 0.2 mm PORCENTAJE PASANDO 45 MM 95 – 100 % PARTÍCULA Esférica FORMA Amorfa NORMA Cumple con la norma CSA – A 3001 – 03
INFORMACIÓN DEL SISTEMA	
DETALLES DE APLICACIÓN	CONSUMO / DOSIS Puede utilizarse en dosis de aproximadamente 10 % del peso del cemento. Se recomienda realizar ensayos previos para definir el consumo exacto.
MÉTODO DE APLICACIÓN	MÉTODO DE APLICACIÓN/HERRAMIENTAS Se puede mezclar con productos Sikament® o Viscocrete. La dosificación del concreto se realiza de acuerdo a la práctica normal para concreto bajo agua o para la aplicación específica que se requiera. La utilización conjunta de ambos productos asegura las características de cohesión, adherencia y resistencia en el concreto bajo agua. Sika® Fume se adiciona a la mezcladora junto con el cemento o la arena. El aditivo Sikament® se agrega diluido en el agua de amasado.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

PRECAUCIONES DE MANIPULACIÓN

Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintética y anteojos de seguridad.

En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.

OBSERVACIONES

La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: www.sika.com.pe

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.

Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe.

“La presente Edición anula y reemplaza la Edición Nº 6

la misma que deberá ser destruida”

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE Sika® Fume :

1.- SIKA PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS



2.- SIKA CIUDAD VIRTUAL



Versión elaborada por: Sika Perú S.A.
CG, Departamento Técnico
Telf: 618-6060
Fax: 618-6070
Mail: informacion@pe.sika.com

Sika Perú S.A.
Concrete
Centro Industrial "Las Praderas
de Lurín" s/n MZ B, lotes 5 y 6,
Lurín
Lima
Perú
www.sika.com.pe

Hoja Técnica
Sika® Fume
24.11.14, Edición 7