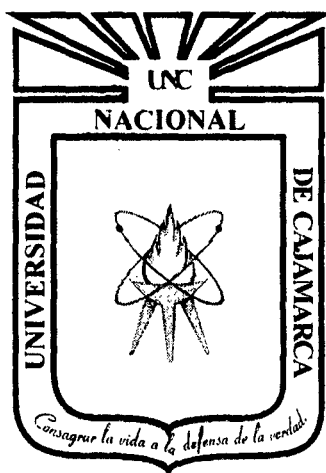


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE REDUCTOR DE AGUA EN LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

Presentado Por:

BACH. GÍLMER ADRIÁN VILLANUEVA SÁNCHEZ

Asesor:

M. en I. HÉCTOR PÉREZ LOAYZA

**CAJAMARCA PERÚ
2014**



DEDICATORIA

A MI MADRE

Por darme la oportunidad de existir, por brindarme su amor, fuerza, tenacidad y
ternura.

A MI PADRE

Por amarme y creer siempre en mí.

A MIS HERMANOS

Por ser los mejores y más grandes amigos que puedo tener, por su ayuda
incondicional y sobre todo por el amor que nos profesamos.



AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil, que a través del Departamento Académico de Ciencias de la Ingeniería, a través de sus docentes, me brindaron la oportunidad de realizar este trabajo de investigación.

Deseo expresar mi agradecimiento por su indudable apoyo a todas aquellas personas que hicieron posible la realización de esta Tesis. Son muchas las que de una u otra manera han contribuido a que este proyecto haya salido adelante. Sin esta contribución, su realización no habría sido posible, por eso quisiera que sintiesen este trabajo tan suyo como mío.

De manera especial hago llegar mi agradecimiento, al M. en I. Héctor Pérez Loayza, Asesor de esta Tesis, quien ha orientado la investigación por su apoyo y paciencia.

Gracias a mis padres, Gilmer y Luz, mis hermanos Eliana, Arturo y Eduardo, que son quienes han vivido más intensamente todas mis alegrías, mis frustraciones y quienes han estado ahí de manera incondicional. Gracias por todo. Son un ejemplo para mí. Los quiero mucho siempre, siempre, siempre.

A mis abuelos y tíos, así como a mis amigos (no podría nombrarlos a todos), quisiera agradecer a todos ellos su paciencia conmigo a lo largo de estos años.

Para terminar estos agradecimientos, merecen un párrafo especial mis hijos Ignacio y Luciana y mi compañera Miriam, que han sabido transmitirme todo su cariño para ayudarme a terminar este trabajo.

¡Gracias a todos por haberme ayudado!



ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| DEDICATORIA | 2 |
| AGRADECIMIENTO | 3 |
| ÍNDICE DE CONTENIDO | 4 |
| LISTADO DE FIGURAS | 7 |
| LISTADO DE TABLAS | 8 |
| LISTADO DE GRÁFICOS | 10 |
| LISTADO DE APENDICES | 11 |
| RESUMEN | 13 |
| ABSTRACT | 14 |
| CAPÍTULO 1: MARCO TEORICO | 15 |
| 1.1 INTRODUCCION | 15 |
| 1.2 ANTECEDENTES DEL USO DE ADITIVOS EN EL CONCRETO | 16 |
| 1.3 ANTECEDENTES INTERNACIONALES A NIVEL DE INVESTIGACION | 16 |
| 1.4 ANTECEDENTES NACIONALES A NIVEL DE INVESTIGACION | 17 |
| 1.5 ANTECEDENTES LOCALES A NIVE LOCALES A NIVEL DE INVESTIGACION | 17 |
| 1.6 BASE TEÓRICA DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA | 18 |
| 1.6.1 COMPONENTES DEL CONCRETO | 18 |
| Agregados, Agregado Fino, Agregado grueso | 19 |
| Propiedades físicas y resistentes de los agregados: | 19 |
| Resistencia, Tenacidad, Dureza, Módulo de elasticidad | 19 |
| Propiedades térmicas, Porosidad, Adherencia, Sanidad de los agregados, | |
| Resistencia a la abrasión | 20 |
| Propiedades químicas de los agregados, Reacción Álcali-Sílice, Reacción | |
| Álcali-Carbonatos, Características físicas de los agregados, Análisis | |
| granulométrico, Módulo de finura | 21 |
| Peso específico (Densidad ó gravedad específica) y absorción, Peso específico de | |
| la masa | 22 |
| Peso específico de masa saturada superficialmente seca, Peso específico | |
| nominal o aparente | 23 |
| Absorción, Contenido de humedad, Peso unitario, Peso unitario seco suelto | 24 |
| Peso unitario seco compactado, o varillado, Porcentaje que pasa el tamiz # 200 | |
| Formas de las partículas del agregado: Redondez, Esfericidad, Textura, Agua | 25 |
| Agua de mezclado, Agua de curado, Agua de lavado | 26 |
| 1.6.2 RELACIÓN AGUA/CEMENTO | 26 |
| Curado , Métodos de curado con agua | 27 |
| Métodos de curado con materiales selladores | 28 |



| | | |
|--|---|----|
| 1.6.3 | CEMENTO | 28 |
| | Definición, Propiedades físicas y mecánicas del cemento: Fraguado y endurecido, Finura, Resistencia mecánica | 28 |
| | Componentes químicos del cemento | 29 |
| 1.6.4 | CEMENTO PORTLAND | 29 |
| | Norma, Definición, Componentes de Cemento Portland | 29 |
| | Tipos de cemento | 30 |
| 1.6.5 | CEMENTO PORTLAND ADICIONADO | 30 |
| | Norma, Definición, Tipos de cemento Portland adicionados por desempeño (NTP: 334.082, ASTM C-1157), Tipos de cemento Portland adicionados (NPT 334.090, ASTM C-595) | 30 |
| 1.6.6 | ADITIVOS | 31 |
| | Norma, Definición, Clasificación de los aditivos según la Norma ASTM C-494 Inclusores de aire (ASTM C-260), Fluidificantes (ASTM C1017) | 31 |
| | Retardantes de fraguado (NTP 334.088), Acelerantes de la resistencia (ASTM D.98) | 32 |
| 1.6.7 | ADITIVO EMPLEADO EN LA INVESTIGACIÓN: SIKAMENT 290N | 32 |
| 1.7 | CONCRETO | 32 |
| 1.7.1 | PROPIEDADES PRINCIPALES DEL CONCRETO FRESCO | 33 |
| | Trabajabilidad | 33 |
| | Estabilidad, Compatibilidad, Movilidad, Segregación | 33 |
| | Exudación, Contracción, Peso unitario /ASTM C-29) | 34 |
| 1.7.2 | PROPIEDADES PRINCIPALES DEL CONCRETO ENDURECIDO | 35 |
| | Elasticidad, Módulo de elasticidad, Resistencia | 35 |
| | Durabilidad, Extensibilidad, Porosidad, Porosidad por aire atrapado | 36 |
| | Porosidad por aire incorporado, Poros capilares, Poros gel | 37 |
| 1.8 | DISEÑO DE MEZCLAS POR EL MÉTODO DEL MODULO DE FINURA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS ENSAYOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO | 37 |
| 1.9 | ENSAYOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO | 38 |
| 1.10 | ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS DE LAS VARIABLES DE EVALUACIÓN (ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN). | 39 |
| 1.10.1 | Análisis estadístico de resistencia a compresión a la edad de 7 días | 39 |
| 1.10.2 | Análisis estadístico de resistencia a compresión a la edad de 28 días | 40 |
| 1.10.3 | Análisis de uniformidad del concreto en resistencia a compresión final | 40 |
| 1.10.4 | Análisis estadístico del módulo de elasticidad | 40 |
| CAPÍTULO 2: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | | 41 |
| 2.1 | FORMULACION INTERROGATIVA DEL PROBLEMA | 41 |
| 2.2 | JUSTIFICACION DEL PROBLEMA | 42 |
| 2.3 | LIMITACIONES Y RESTRICCIONES DEL PROBLEMA | 42 |



| | | |
|---|--|-----------|
| 2.4 | ALCANCES | 42 |
| 2.5 | OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION | 43 |
| | 2.5.1 Objetivo general | 43 |
| | 2.5.2 Objetivos específicos | 43 |
| 2.6 | HIPÓTESIS | 43 |
| 2.7 | VARIABLES | 43 |
| | Dependientes | 43 |
| | Independientes | 44 |
| 2.8 | TIPO DE INVESTIGACION | 44 |
| 2.9 | NÚMERO DE ESPECÍMENES FABRICADOS | 44 |
| 2.10 | NÚMERO DE ESPECÍMENES SOMETIDOS A ENSAYOS DE COMPRESIÓN | 44 |
| CAPITULO 3: MATERIALES Y METODOLOGIA EMPLEADA | | 45 |
| 3.1 | CANTERA | 45 |
| | Elección de la cantera para el presente trabajo, Ubicación, | 45 |
| 3.2 | CARACTERÍSTICAS LOCALES | 45 |
| | Ubicación | 45 |
| | Altitud, Clima | 46 |
| 3.3 | DETERMINACION DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS | 46 |
| | Materiales, Equipo, Metodología | 46 |
| | Procedimiento | 47 |
| 3.4 | DISEÑO DE MEZCLAS | 47 |
| | 3.4.1 Elección de la dosificación óptima del aditivo | 48 |
| 3.5 | ELABORACIÓN DE ESPECÍMENES | 48 |
| 3.6 | CURADO DE ESPECÍMENES | 49 |
| 3.7 | PRUEBA DE ESPECÍMENES A COMPRESIÓN | 49 |
| 3.8 | PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN | 50 |
| | 3.8.1 Análisis estadísticos de los resultado | 50 |
| | 3.8.2 Análisis estadístico de varianza (ANOVA) y prueba de rango múltiple de Tukey | 50 |
| | 3.8.3 Estándares de control de concreto en resistencia a compresión | 51 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | | <u>52</u> |
| RECOMENDACIONES | | 53 |



LISTADO DE FIGURAS

| | | |
|-----------|--|---------------------------------|
| FIGURA 1 | HOJA TECNICA DE ADITIVO SIKÁMEN 290 N | 56;Error! Marcador no definido. |
| FIGURA 2: | DESARROLLO DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN EN PORCENTAJE EN FUNCIÓN DEL TIEMPO, PARA DIFERENTES TIPOS DE CEMENTO | 57 |
| FIGURA 3: | VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN CON LA VARIACIÓN DE LA RELACIÓN A/C | 57 |
| FIGURA 4: | ESQUEMA DE LA FABRICACION DEL CEMENTO. | 58 |
| FIGURA 5: | ESQUEMA DE FORMACIÓN DE LOS COMPONENTES QUÍMICOS DEL CEMENTO. | 58 |
| FIGURA 6: | PROPORCIONES TÍPICAS EN VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS COMPONENTES DEL CONCRETO | 59 |
| FIGURA 7: | ESQUEMA DE UNA CONCRETERA. | 59 |
| FIGURA 8: | ESTADOS DE HUMEDAD DEL AGREGADO | 60 |



LISTADO DE TABLAS

| | | |
|-------------|---|----|
| TABLA 3.1: | RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS. | 62 |
| TABLA 3.2: | CANTIDAD DE MATERIALES POR METRO CUBICO PARA CADA DOSIFICACION | 62 |
| TABLA 3.3: | ESFUERZO A COMPRESIÓN (Kg/cm ²); A 7 DÍAS DE CURADO | 62 |
| TABLA 3.4: | ESFUERZO A COMPRESIÓN (Kg/cm ²); A 14 DÍAS DE CURADO | 63 |
| TABLA 3.5: | ESFUERZO A COMPRESIÓN (Kg/cm ²); A 28 DÍAS DE CURADO | 64 |
| TABLA 3.6: | RESUMEN RESULTADOS AL ESFUERZO DE COMPRESIÓN | 64 |
| TABLA 3.7: | PORCENTAJES DE RESISTENCIA AL ESFUERZO DE COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS | 64 |
| TABLA 3.8: | MÓDULO DE ELASTICIDAD A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²) A LOS 7 DÍAS | 65 |
| TABLA 3.9: | MÓDULO DE ELASTICIDAD A COMPRESIÓN (KG/CM ²); A 14 DÍAS DE EDAD | 65 |
| TABLA 3.10: | MÓDULO DE ELASTICIDAD A COMPRESIÓN (KG/CM ²); A 28 DÍAS DE EDAD | 66 |
| TABLA 3.11: | PORCENTAJES DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DE COMPRESIÓN (Kg/cm ²) A LOS 28 DÍAS | 66 |
| TABLA 3.12: | RESUMEN COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS AL ESFUERZO DE COMPRESIÓN | 66 |
| TABLA 3.13: | RESUMEN DE COSTOS DE CONCRETO POR M ³ , DE CADA TIPO DE MUESTRA | 67 |
| TABLA 3.14: | ESTÁNDARES PARA CONTROL DEL CONCRETO (ACI 214-77) | 67 |
| TABLA 4.1: | HUSOS GRANULOMÉTRICOS DEL AGREGADO FINO | 68 |
| TABLA 4.2: | HUSOS GRANULOMÉTRICOS DEL AGREGADO GRUESO | 69 |
| TABLA 4.3: | TIPO DE GRADACIÓN SEGÚN PESO RETENIDO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE ESFERAS | 70 |
| TABLA 4.4: | NÚMERO DE ESFERAS SEGÚN TIPO DE GRADACIÓN DEL MATERIAL | 70 |
| TABLA 4.5: | RELACIÓN DE LAS PRINCIPALES PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS CON LOS ASPECTOS DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO | 71 |



| | | |
|-------------|--|----|
| TABLA 4.6: | PRINCIPALES COMPONENTES DEL CEMENTO PORTLAND. | 72 |
| TABLA 4.7: | AJUSTE PRINCIPAL PARA BRINDAR LAS CARACTERÍSTICAS ESPECIALES AL CEMENTO | 72 |
| TABLA 4.8: | MODIFICACIONES POSIBLES EN LAS MEZCLAS DE CONCRETO CON EL USO DE ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE MEZCLADO | 72 |
| TABLA 4.9: | RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN REQUERIDA CUANDO NO HAY DATOS DISPONIBLES PARA ESTABLECER UNA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA MUESTRA | 73 |
| TABLA 4.10: | CONSISTENCIA Y ASENTAMIENTOS | 73 |
| TABLA 4.11: | ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS PARA VARIOS TIPOS DE CONSTRUCCIÓN | 73 |
| TABLA 4.12: | REQUERIMIENTOS APROXIMADOS DE AGUA DE MEZCLADO Y DE CONTENIDO DE AIRE PARA DIFERENTES VALORES DE ASENTAMIENTO Y TAMAÑOS MÁXIMOS DE AGREGADOS | 74 |
| TABLA 4.13: | VOLUMEN UNITARIO DE AGUA DE MEZCLADO, PARA ASENTAMIENTOS Y TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL | 74 |
| TABLA 4.14: | RELACIÓN AGUA/MATERIAL CEMENTANTE Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO | 75 |
| TABLA 4.15: | REQUISITOS PARA CONDICIONES ESPECIALES DE EXPOSICIÓN | 75 |
| TABLA 4.16: | MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS | 76 |
| TABLA 4.17: | LÍMITES DE SUSTANCIA PERMISIBLES EN EL AGUA DE MEZCLA O CURADO. | 76 |
| TABLA 4.18: | LÍMITES DE SUSTANCIA QUÍMICAS PERMISIBLES EN EL AGUA DE MEZCLA O CURADO NO POTABLE. | 77 |



LISTADO DE GRAFICOS

| | | |
|-------------|--|----|
| GRAFICO 1: | TENDENCIA DE LA RESISTENCIA VS. % DE ADITIVO | 79 |
| GRAFICO 3: | TENDENCIA DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN VS. EDAD Y %DE ADITIVO | 79 |
| GRAFICO 3: | TENDENCIA DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD VS. % DE ADITIVO | 80 |
| GRAFICA 4: | VALORES INDIVIDUALES DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS VS. TRATAMIENTO DE CONCRETO | 81 |
| GRAFICA 5: | CAJA DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS | 82 |
| GRÁFICO 6: | VALORES INDIVIDUALES DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS VS. TRATAMIENTO DE CONCRETO | 83 |
| GRÁFICO 7: | CAJA DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS | 84 |
| GRÁFICO 8: | VALORES INDIVIDUALES DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS VS. TRATAMIENTO DE CONCRETO | 85 |
| GRÁFICO 9: | CAJA DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS | 86 |
| GRAFICO 10: | VALORES INDIVIDUALES DE MÓDULO DE ELASTICIDAD (28 DÍAS) VS. TRATAMIENTO DE CONCRETO | 87 |
| GRÁFICA 11: | CAJA DE MÓDULO DE ELASTICIDAD (28 DÍAS) | 88 |



BIBLIOGRAFÍA

89

LISTADO DE APENDICES

| | | |
|--------------|--|------------|
| APENDICE 1: | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y MÓDULO DE FINURA, AGREGADO FINO ENSAYO 01 | 93 |
| APENDICE 2: | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y MÓDULO DE FINURA, AGREGADO FINO ENSAYO 02 | 94 |
| APENDICE 3: | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y MÓDULO DE FINURA, AGREGADO FINO ENSAYO 03 | 95 |
| APENDICE 4: | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y MÓDULO DE FINURA, AGREGADO GRUESO: ENSAYO 01 | 96 |
| APENDICE 5: | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y MÓDULO DE FINURA, AGREGADO GRUESO Ensayo 02 | 97 |
| APENDICE 6: | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y MÓDULO DE FINURA, AGREGADO GRUESO Ensayo 03 | 98 |
| APENDICE 7: | PESO ESPECIFICO, AGREGADO FINO | 99 |
| APENDICE 8: | PESO ESPECIFICO, AGREGADO GRUESO | 100 |
| APENDICE 9: | CONTENIDO DE HUMEDAD, AGREGADO FINO, GRUESO, | 101 |
| APENDICE 10: | PESO UNITARIO SECO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO | 101 |
| APENDICE 11: | PESO UNITARIO SECO SUELTO Y COMPACTADO DE AGREGADO GRUESO | 102 |
| APENDICE 12: | PORCENTAJE DE PARTÍCULAS DE AGREGADO FINO MENORES A LA MALLA METODO SECO Y METODO HUMEDO | 102 102 |
| APENDICE 13: | RESISTENCIA A LA ABRASION DEL AGREGADO GRUESO DISEÑO DE MEZCLAS | 103 |
| APENDICE 14: | DISEÑO DE MEZCLA BASE- SIN USAR ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE, MEDIANTE EL MÉTODO DEL MÓDULO DE FINURA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS. | 104 |
| APENDICE 15: | DISEÑO DE MEZCLA USANDO EL 0.7% DEL $f'c$ EN LA CANTIDAD DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE | 108 |
| APENDICE 16: | DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO USANDO EL 1.4 % DEL PESO DE CEMENTO | |



| | |
|---|-----|
| EN LA CANTIDAD DEL ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE SIKAMENT 290N | 112 |
| APENDICE 17: RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN COMPRESIÓN MUESTRAS | 117 |
| APÉNDICE 18: CURVAS ESFUERZO DEFORMACION | 120 |
| APENDICE 19: PANEL FOTOGRAFICO | 212 |



RESUMEN

Este trabajo de investigación tiene como objetivo principal determinar la influencia del uso del aditivo súper plastificante reductor de agua de alto rango, en las características físico-mecánicas del Concreto de Alta Resistencia, utilizando agregados de la cantera del rio Chonta de la ciudad de Cajamarca y el cemento Portland Normal Tipo I.

La metodología empleada consiste en la determinación de las propiedades físico-mecánicas de los materiales constituyentes como de los agregados usados (cantera del rio Chonta), el peso específico del aditivo (Sikament 290N), y del cemento (Pacasmayo Tipo I). Luego se realizó el diseño de Mezclas, para una Resistencia Especificada a la Compresión a los 28 días de 350 kg/cm², usando el Método del Módulo de Finura de la Combinación de Agregados, considerando tres condiciones, la primera una mezcla sin aditivo, que sirvió como la mezcla base, la segunda con la incorporación aditivo Sikament 290N en una cantidad igual al 0.7% del peso del cemento y el tercer diseño considerando el 1.4% del factor cemento de aditivo superplastificante. Se determinó la cantidad de materiales para la elaboración de mezclas de prueba en el laboratorio y luego se realizaron los ajustes necesarios correspondientes. Se procedió luego con la elaboración de probetas estándar, las mismas que fueron curadas adecuadamente y ensayadas a los 7, 14 y 28 días de edad, evaluándose en cada etapa las características tanto físicas como mecánicas.

Después del tratamiento de los resultados obtenidos, se concluyó que se produce un incremento aproximadamente del 15% de la resistencia mecánica del concreto cuando se usa el 0.7% del F.C de aditivo y un incremento en la resistencia del 25%, cuando se usa el 1.4% del factor cemento de cantidad de aditivo, sin embargo el tipo y modo de falla se altera, siendo esta una falla frágil y explosiva (que debe tenerse en cuenta en el diseño estructural con este tipo de concreto)

Se concluye afirmando que es posible obtener un Concreto de Alta Resistencia usando los materiales de la zona, lográndose un concreto con buena calidad en estado fresco como en estado endurecido.

Este trabajo se realizó entre diciembre del 2011 a marzo del 2012, mediante la recopilación de fuentes bibliográficas, estudio de los agregados de la cantera, aditivo usado como el tipo de cemento.

Palabras clave: Concreto de Alta Resistencia, Superplastificante de alto rango, Modulo de Finura de la Combinación de Agregados, resistencia mecánica a la compresión.



ABSTRACT

This research has as main objective to determine the influence of the use of super plasticizer water reducing additive senior in the physic-mechanical characteristics of High Strength Concrete using aggregates quarry Chonta River city of Cajamarca and Normal Portland cement type I.

The methodology involves the determination of physical-mechanical constituent materials used as aggregates (quarry Chonta River), the specific weight of the additive (SIKAMENT 290N), and cement (Type I Pacasmayo) properties. Then the design of mixtures was carried out to a Specified Compressive Strength at 28 days 350 kg/cm², using Method Module Combination fineness Aggregates, considering three conditions, the first a mixture without additive, served as the base coat, the second with the additive incorporation SIKAMENT 290N in an amount equal to 0.7 % by weight of cement and the third design considering the 1.4 % cement super plasticizer additive factor. The amount of material was determined to prepare mixtures tested in the laboratory and then the appropriate adjustments were made. He then proceeded with the development of standard specimens , they were properly cured and tested at 7, 14 and 28 days of age, evaluated at each stage both physical and mechanical characteristics .

After treatment of the results, it was concluded that an increase of approximately 25% of the strength of concrete is produced when the 0.7 % of FC additive and an increase in resistance of 15% is used, when using the 1.4 % amount of cement additive factor, however the type and failure mode is altered, this being a fragile and explosive failure (which must be taken into account in structural design with this Type of concrete. It concludes that it is possible to obtain a High Strength Concrete using local materials, achieving good quality concrete with the fresh and hardened state.

This work was conducted from December 2011 to March 2012, by gathering bibliographic sources, study aggregates quarry additive used as the type of cement.

Keywords: High Strength Concrete, senior Super plasticizer, Fineness Modulus of Aggregate Combination, compared to mechanical resistance.



CAPÍTULO I: MARCO TEORICO

1.1 INTRODUCCIÓN

Los Concretos de Alta Resistencia, se logran obtener con un riguroso control de calidad de los materiales constitutivos, constituyen una nueva clase de concretos, que como su nombre lo indica, tienen resistencias en compresión a los 28 días, que sobrepasan resistencias convencionales de los 210 kg/cm² y que pueden alcanzar resistencias, en la actualidad hasta los 1,200 a 1500 kg/cm² o aún más, a los 90 días de edad.

Estos concretos tienen múltiples aplicaciones dentro de ellas las más estudiadas es la construcción de edificios de gran altura, así como de puentes de grandes luces, y en elementos de concreto pre y post tensado, que se caracteriza por tener una mayor resistencia que aquel que se emplea en concreto reforzado ordinario. Se le somete a cargas muy altas, y por lo tanto un aumento en su calidad generalmente conduce a resultados más económicos. El uso de concreto de alta resistencia permite la reducción de las dimensiones de la sección de los miembros a un mínimo, lográndose ahorros significativos en carga muerta siendo posible que se venzan grandes claros y grandes alturas y resulten técnica y económicamente posibles.

La principal limitación quizás que pueda tener, es que aún no se conocen en su totalidad las propiedades y comportamiento de estos concretos. El propósito de este trabajo es tratar de identificar los materiales y proporciones que conducen a los mejores resultados, no solo en resistencia sino en otras propiedades igualmente importantes como su módulo de elasticidad y tipo de falla y además reflexionar sobre el análisis de las implicancias en el diseño estructural del empleo del concreto de alta resistencia.

Para obtener el propósito indicado, se aplican los criterios de estudio y selección de los agregados, del tipo de cemento y del aditivo súper plastificante a usar, así como las propiedades del concreto fresco y endurecido, incidiendo en usar el mejor método de la selección de proporciones.



1.1 ANTECEDENTES DEL USO DE ADITIVOS EN EL CONCRETO

La historia del uso de aditivos químicos en los concretos se remonta al siglo XIX, tiempo después de Joseph Aspdin, patentó en Inglaterra, el 21 de octubre de 1824, un producto que llamó "Cemento Portland".

La primera adición de cloruro de calcio como aditivo a los concretos fue registrada en 1873, obteniéndose su patente en 1885; al mismo tiempo a principios del siglo se ensayó la incorporación de silicato de sodio y de diversos jabones para mejorar la impermeabilidad. En ese entonces, se comenzaron a añadir polvos finos para colorear endurecedores de superficie. La acción retardadora del fraguado también había sido ya observada.

En la década de los 1960 se inició el uso masivo de los aditivos plastificantes productos que hoy en día son los más utilizados en todo el mundo, debido a su capacidad para reducir el agua de amasado y por lo tanto para obtener concretos más resistentes, económicos y durables. Obras como la central hidroeléctrica Rapel y el aeropuerto Pudahuel son ejemplos de esa época. También se inició el uso masivo de los plastificantes en la edificación, donde como ejemplo está el edificio de la CEPAL construido en el año 1960.

En la década del 1970 se introdujeron en Chile, los primeros aditivos súper plastificantes revolucionando la tecnología del concreto en esta época, por cuanto se logró realizar concretos fluidos y de alta resistencia para elementos prefabricados y para la construcción de elementos esbeltos y de fina apariencia.

Con el pasar del tiempo, los avances tecnológicos y el incremento demográfico, en nuestro país y en el mundo se han visto en la necesidad de realizar obras civiles que requieren concretos de buena calidad y de alta resistencia, para lo cual se ha hecho muy difundido el uso de aditivos, los cuales modifican y mejoran las propiedades del concreto.

1.2 ANTECEDENTES INTERNACIONALES A NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Tesis: "*Plastificantes Para El Hormigón de Alta Resistencia*", Bach. César Augusto Hernández Preisler, Universidad Austral De Chile, Chile, 2005. En este estudio se concluyó que el uso de aditivos plastificantes permitían aumentar su trabajabilidad así como su resistencia mecánica sin los cuales es imposible obtener Concretos de alta resistencia, llegándose a alcanzar una resistencia a la compresión de 800kg/cm².

Tesis: "*Evaluación del concreto armado utilizando aditivos plastificantes del alto rango expuesto en ambiente marino*", Bach. Ing. Lúquez León, Yolimar, Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, Venezuela, 2010. En esta investigación se concluye que el uso de aditivos súper plastificantes permiten obtener concretos fluidos que no requieren compactación y



1.4 ANTECEDENTES NACIONALES.

En el Perú se están realizando investigaciones sobre el uso del aditivo súper plastificante, en las siguientes investigaciones:

Tesis: ***“Concreto de Alta Resistencia usando aditivo Súper plastificante, Microsilice y Nano sílice con cemento Portland tipo I”***, Bach. Ing. Edher Huincho, Universidad Nacional de Ingeniería, 2010.

Tesis: ***“Concreto de Alta Densidad con Súper plastificante”***, Bach. Ángel Antonio Millones Prado, Universidad Ricardo Palma, 2008.

1.5 ANTECEDENTES LOCALES A NIVEL DE INVESTIGACIÓN.

En nuestra ciudad se han realizado tesis a nivel de investigación como son:

Tesis: ***“Diseño de Mezclas de Concretos de Alta Resistencia en Cajamarca” (cantera-Chicche) para concreto $f'c=550$ kg/cm² utilizando aditivo Sikament FF – 86”***, Bach. John Sevillano Zavala –Universidad Nacional de Cajamarca, 2006.

De esta investigación se pudo concluir que el agregado grueso cumplió con las características necesarias para este diseño, mientras que para el agregado fino se presentaron ciertas dificultades debido al alto porcentaje de finos. Además, al utilizar el aditivo Sikament FF-86 se logró una trabajabilidad y consistencia óptima, lográndose realizar mezclas de concreto óptimo para $f'c=550$ kg/cm², con bajos costos.

Tesis: ***“Diseño para obtener concreto $f'c=210$ kg/cm² con la incorporación de aditivo superplastificante (RHEOBUILD 1000), empleando agregados de la cantera Rodolfito (carretera Cajamarca – Ciudad de Dios km 5.00)”***, Bach. Ing. Luis Basauri Ponce, Universidad Nacional de Cajamarca – 2010.

En esta investigación se llegó a determinar en cuanto a los agregados que en ciertos aspectos no cumplen con lo estipulado en las normas ASTM Y NTP; y con la incorporación de aditivo, se pudo reducir notablemente la cantidad de agua de mezclado manteniendo la consistencia plástica, trabajabilidad, cohesión y mínima exudación.

1.6 BASE TEÓRICA DEL C° DE ALTA RESISTENCIA

El Concreto de Alta Resistencia es un tipo de concreto de alto desempeño, que comúnmente tiene una resistencia a la compresión especificada de 350 kg/cm² (35 Mpa) o más. La producción de



1.6 BASE TEÓRICA DEL C° DE ALTA RESISTENCIA

El Concreto de Alta Resistencia es un tipo de concreto de alto desempeño, que comúnmente tiene una resistencia a la compresión especificada de 350 kg/cm^2 (35 Mpa) o más. La producción de concreto de alta resistencia requiere un mayor estudio así como un control de calidad más exigente en comparación con el concreto normal convencional.

Los concretos de alta resistencia se definen, en la literatura especializada, a partir de un $f'c$ superior a los 350 kg/cm^2 (4,600psi). En los Estados Unidos se han usado concretos con $f'c$ de hasta $1,300 \text{ kg/cm}^2$ en la construcción de algunos edificios altos.

Se logran con el uso de relaciones A/C muy bajas, con la ayuda de superplastificantes, micro sílice y el empleo de agregados resistentes, angulosos y de superficie rugosa. El concreto resultante tiene un volumen de vacíos menor que los concretos convencionales. Las curvas esfuerzo – deformación exhiben una zona lineal inicial de mayor amplitud y una rama descendente más pronunciada. La falla suele ocurrir por la fractura de los agregados con deformaciones laterales bastante menores que las asociadas a concretos convencionales, esto conlleva a que el refuerzo transversal de confinamiento sea menos efectivo en incrementar la resistencia y la deformación de rotura del concreto. El esfuerzo crítico se produce al 90% de $f'c$ aproximadamente.

1.6.1 COMPONENTES DEL CONCRETO

AGREGADOS

Definición: Conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.037 y ASTM C 33.

Importancia: Los agregados en el concreto ocupan alrededor de las tres cuartas partes del volumen, de ahí la justificación para su adecuada selección. Son estos elementos los que proporcionan estabilidad volumétrica y durabilidad al concreto.

Agregado Fino: Se define como agregado fino al proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa el tamiz 9.51 mm (3/8") y queda retenido en el tamiz 0.074 mm (N°200); además de cumplir con los límites establecidos en la norma NTP 400.037 o la norma ASTM C 33, (Ver TABLA N° 01: Husos Granulométricos del Agregado Fino).

El contenido de agregado fino normalmente del 35% al 45% por masa o volumen total del agregado. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular, duro, compactas y resistentes. El agregado no deberá retener más del 45% en dos tamices consecutivos cualesquiera.



Agregado grueso: Material retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4) y cumple los límites establecidos en la norma NTP 400.037 o la norma ASTM C 33, (Ver anexo A: TABLA N° 02: Granulometría del Agregado Grueso).

El agregado grueso podrá consistir de grava o piedra partida de origen natural o artificial. Deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferentemente angular, duras, compactas, resistentes, y de textura preferentemente rugosa.

Las partículas deberán ser químicamente estables y deberán estar libres de escamas, tierra, polvo, limo, humus, incrustaciones superficiales, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

La granulometría seleccionada deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto, con una adecuada trabajabilidad y consistencia en función de las condiciones de colocación de la mezcla.

La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 ½" y no más del 6% del agregado que pasa la malla de ¼".

Propiedades físicas y resistentes de los agregados

Resistencia: Capacidad de soportar esfuerzos de compresión, tracción y desgaste. La resistencia del concreto no puede ser mayor que el de los agregados; la textura la estructura y composición de las partículas del agregado influyen sobre la resistencia. El ensayo que se considera más representativo para hallar la resistencia mecánica de los agregados, corresponde a la prueba inglesa de "resistencia al aplastamiento"

Tenacidad: Esta característica está asociada con la resistencia al impacto del material. Está directamente relacionada con la flexión, angularidad y textura del material. En el concreto influye directamente en la resistencia del este.

Dureza: Se define como dureza de un agregado a su resistencia a la erosión, abrasión o en general al desgaste. La dureza de las partículas depende de sus constituyentes.

Módulo De Elasticidad: Mide la capacidad del agregado de recuperar su forma inicial tras la aplicación de un esfuerzo.

El valor del módulo de elasticidad además influye en el escurrimiento plástico y las contracciones que puedan presentarse.

El módulo de elasticidad del concreto, depende del módulo de elasticidad del agregado.



Propiedades térmicas: El coeficiente térmico del concreto es influenciado por los respectivos coeficientes térmicos del agregado y de la pasta de cemento, en forma proporcional a sus correspondientes contenidos unitarios.

Las propiedades térmicas normalmente consideradas para el concreto son la conductividad térmica (ASTM C177-para el agregado), el calor específico y la difusividad térmica.

Porosidad: Volumen de espacios dentro de las partículas de agregado.

La porosidad del agregado tiene influencia sobre la estabilidad química, resistencia a la abrasión, resistencias mecánicas, propiedades elásticas, gravedad específica, absorción y permeabilidad de las partículas, siendo todas estas propiedades menores conforme aumenta la porosidad del agregado.

Igualmente, las características de los poros determinan la capacidad y velocidad de absorción, la facilidad de drenaje, el área superficial interna de las partículas, y la porción de su volumen de masa ocupado por materia sólida.

Adherencia: La adherencia del agregado es una característica importante, porque la resistencia y durabilidad del concreto depende en gran parte del poder de aglutinamiento del agregado con el material cementante. La adherencia del agregado depende de la forma, textura y tamaño de las partículas.

No existe un método para medir la adherencia de un agregado con el cemento.

Sanidad de los agregados: Norma: NTP 400.016, ASTM C 88.

Capacidad para soportar cambios excesivos de volumen por la acción del intemperismo, depende de su procedencia, granulometría, forma, textura y porosidad.

Resistencia a la abrasión: Norma: NTP 400.019 – 400.020, ASTM C 131

Es la resistencia que ofrece el agregado a sufrir desgaste, rotura o desintegración de las partículas por el efecto de la abrasión; es una característica que suele usarse como índice de la calidad general, y en particular de producir concretos durables.

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

W_o: Peso Original de la muestra

W_f: Peso final de la muestra



Para el cálculo de la Resistencia a la Abrasión, se escogerá una de las 4 gradaciones (A, B, C, D) (ver anexo A: TABLA N° 3: Tipo de gradación según peso retenido para determinar el número de esferas); dependiendo el tipo de gradación se procederá al ensayo con un número determinado de esferas; (TABLA N° 4: Número de esferas según tipo de gradación del material). La norma ASTM C33, establecen una pérdida máxima permisible de 50%.

Propiedades químicas de los agregados

Reacción Álcali-Sílice: Norma: NTP 334.067, NTP 334.099, ASTM C227, ASTM C289, ASTM C-295.

Los agregados cuando poseen óxidos de silicio en sus formas inestables reaccionan con los hidróxidos alcalinos del cemento, produciéndose un gel que aumenta de volumen a medida que absorbe agua con lo que origina presiones internas en el concreto con la consiguiente expansión, agrietamiento y ruptura de la pasta de cemento; normalmente para que se produzca esta reacción es necesario contenidos de álcalis del orden del 0.6% temperaturas ambientes de 30°C y humedades relativas de 80% y un tiempo de 5 años para que se evidencie la reacción.

Reacción Álcali-Carbonatos: Norma: ASTM C586

La reacción álcali – carbonato se da en concretos que tienen rocas carbonatadas como áridos. Hay dos clases de reacciones álcali-carbonato:

- las rocas carbonatadas reaccionan con los álcalis presentes en los poros del concreto produciendo expansiones y fisuraciones nocivas,
- las zonas periféricas de las partículas de árido en contacto con la pasta de cemento, se modifican, desarrollándose bordes sobresalientes entre la partícula y la pasta alterada que la rodea.

Características físicas de los agregados

Análisis Granulométrico: Norma: NTP 400.037, ASTM C 136

Es el estudio de la manera como se encuentran distribuidos los tamaños de las partículas del agregado que van a ser utilizados en la fabricación de concreto.

Una elección incorrecta, puede resultar en un concreto susceptible de producir segregación o alveolado debido a un exceso de agregado grueso o en un concreto de baja densidad y alta demanda de agua provocada por un exceso de agregado fino.

Módulo de Finura: Norma: NTP 334.045, ASTM C 136, ASTM C 125

Indicador del grosor predominante de las partículas de un agregado.

Para el caso del agregado fino:



$$M.F = \frac{\% \text{ Ret. Acum. Tamices}(N_4, N_8, N_{16}, N_{30}, N_{50}, N_{100})}{100}$$

El módulo de fineza del agregado fino se mantendrá dentro del límite de ± 0.2 del valor asumido para la selección de las proporciones del concreto; siendo recomendable que el valor asumido esté entre 2.30 y 3.10.

Para el caso del agregado grueso:

$$M.G = \frac{\% \text{ Ret. Acum. Tamices}(1'', 3/4'', 3/8'', N_4) + 500}{100}$$

El módulo de finura es un indicador del grosor predominante en el conjunto de partículas del agregado; además de estar en relación inversa al área superficial y a la demanda del agua.

Peso específico (Densidad o gravedad específica) y Absorción: Norma: NTP 400.021 – 400.022, ASTM C 127 – C 128

La densidad de los agregados es especialmente importante para los casos en que se busca diseñar concretos de bajo o alto peso unitario.

Las bajas densidades indican también que el material es poroso y débil y de alta absorción.

Peso específico de masa: Relación a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de material permeable (incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material); a la masa en el aire de igual densidad, de un volumen igual de agua destilada libre de gas.

Para el Agregado Fino:

$$\text{Peso específico de masa} = \frac{W_0}{V - V_a}$$

W₀: Peso en el aire de la muestra secada al horno (gr)

V: Volumen del frasco (cm³)

V_a: Peso (gr) o volumen (cm³) del agua añadida al frasco.

Para el Agregado Grueso:

$$\text{Peso específico de masa} = \frac{A}{B - C}$$

A: Peso en el aire de la muestra secada al horno (gr).

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

C: Peso del agua de la muestra saturada (gr).



El peso específico puede ser un indicador de la porosidad, pero no necesariamente de su calidad intrínseca; es utilizado en el diseño de mezclas para convertir el volumen de los agregados a peso de estos.

Peso Específico De Masa Saturada Superficialmente Seca: Lo mismo que el peso específico de masa, excepto que la masa incluye el agua en los poros permeables.

Para el Agregado Fino:

$$Pe,s = \frac{500}{V - Va}$$

- Pe,s : Peso específico de masa del material saturado con superficie seca (gr/cm³)
V : Volumen del frasco (cm³)
Va : Peso (gr) o volumen (cm³) del agua añadida al frasco.

Para el Agregado Grueso:

$$Peso\ emss = \frac{B}{B - C}$$

- B : Peso en el aire de la muestra saturada de superficie seca (gr).
C : Peso del agua de la muestra saturada (gr).

Peso específico nominal o aparente: Es la relación a una temperatura estable, de la masa en el aire, de un volumen unitario de material, a la masa en el aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gas, si el material es un sólido, el volumen es igual a la porción impermeable.

Para el Agregado Fino:

$$Pe,a = \frac{Wo}{(V - Va) - (500 - Wo)}$$

- Pe,a : Peso específico aparente (gr/cm³)
Wo : Peso en el aire de la muestra secada al horno (gr)
V : Volumen del frasco (cm³)
Va : Peso (gr) o volumen (cm³) del agua añadida al frasco.

Para el Agregado Grueso:

$$Peso\ específico\ aparente = \frac{A}{A - C}$$

- A : Peso en el aire de la muestra secada al horno (gr).
C : Peso del agua de la muestra saturada (gr).



Absorción: Cantidad de agua absorbida por el agregado después de estar sumergido 24 horas ésta.

Para el Agregado Fino:

$$Ab = \frac{500 - W_o}{W_o} * 100$$

Ab : Porcentaje de absorción (%)
Wo : Peso en el aire de la muestra secada al horno (gr)

Para el Agregado Grueso:

$$\text{Absorción} = \frac{B - A}{A} * 100$$

A : Peso en el aire de la muestra secada al horno a 105°C (gr).
B : Peso en el aire de la muestra saturada de superficie seca (gr).

La absorción, depende de la porosidad, y es importante para las correcciones en las dosificaciones de mezclas de concreto.

Contenido de humedad: Norma: NTP 339.185, ASTM C 566

Es el total de agua que contiene el agregado en un momento dado. Si se expresa como porcentaje de la muestra seca, se le denomina Porcentaje de Humedad, pudiendo ser mayor o menor que el porcentaje de absorción.

Su influencia en el concreto, esta dada en la mayor o menor cantidad de agua necesaria en la mezcla

$$W\% = \frac{A - B}{B} * 100$$

A : Peso de la muestra húmeda
B : Peso de la muestra seca

Peso Unitario: Norma: NTP 400.017, ASTM C 29

Peso del material seco que se necesita para llenar un recipiente de volumen unitario. También se le denomina peso volumétrico y se emplean en la conversión de cantidades de peso a cantidades de volumen y viceversa, para calcular el porcentaje de vacíos entre las partículas del agregado.

Peso Unitario Seco Suelto: Relación peso/volumen dejando caer libremente desde cierta altura el agregado (5cm aproximadamente), en un recipiente de volumen conocido y estable. Este dato es importante porque permite convertir pesos en volúmenes y viceversa.



Peso Unitario Seco Compactado o varillado: Este proceso es parecido al del peso unitario suelto, pero compactando el material en capas dentro del molde, éste se usa en algunos métodos de diseño de mezcla como lo es el de American Concrete Institute.

Porcentaje que pasa el tamiz # 200: Norma: NTP 400.018, ASTM C 117

Porcentaje que pasa el tamiz # 200:

$$\% \text{pasa tamiz N}^\circ 200 = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$$

W_i : Peso seco de la muestra original
W_f : Peso seco de la muestra después del lavado

Porcentaje que pasa el tamiz # 200 (con lavado previo):

$$\% \text{pasa tamiz N}^\circ 200 = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$$

W_i : Peso seco de la muestra original
W_f : Peso seco de la muestra después del lavado

El contenido de finos es importante por dos aspectos:

- a mayor suciedad habrá mayor demanda de agua, ya que aumenta la superficie a mojar y por lo tanto también aumentará el contenido de cemento.
- si el polvo está finamente adherido a los agregados, impide una buena unión con la pasta y por lo tanto la interface mortero-agregado será una zona débil por donde se puede originar la rotura del concreto.

Formas de las partículas del agregado:

Redondez: Se aplica a la forma del filo; si la partícula tiene aristas bien definidas se dice que es angular, si por el contrario sus aristas están gastadas por la erosión o el rozamiento del agua se habla de partículas redondeadas.

Esfericidad: Es función de la relación entre área superficial y volumen, según la esfericidad las partículas pueden ser esféricas, cúbicas, tetraédricas, laminares y alargadas.

Textura: Es responsable de la adherencia del agregado y de la fluidez de las mezclas de concreto.

Según la textura superficial, el agregado puede ser liso o pulido (material de río) o áspero (material triturado).

AGUA

El agua cobra importancia en la fabricación del concreto como: agua de mezclado, agua de curado y agua de lavado de los agregados.



Agua de mezclado: Norma: NTP 339.088 – RNE E 060

Funciones:

- Reaccionar con el cemento, produciendo su hidratación
- Actuar como un lubricante, contribuyendo a la trabajabilidad de la mezcla.
- Asegurar el espacio necesario en la pasta, para el desarrollo de los productos de hidratación. La hidratación completa del cemento requiere del 22-25%, del agua de mezclado.

Las impurezas del agua pueden presentarse disueltas o en forma de suspensión y pueden ser: carbonatos o bicarbonatos, cloruros, sulfatos, sales de hierro, sales inorgánicas, ácidos, materia orgánica, aceites, o sedimentos y pueden interferir en la hidratación del cemento, producir modificaciones del tiempo de fraguado, reducir la resistencia mecánica, causar manchas en la superficie del concreto y aumentar el riesgo de corrosión de las armaduras. (Ver TABLA 4.17: Límites de sustancias permisibles en el agua de mezcla o curado y TABLA 4.18. Límites de sustancias permisibles en el agua de mezcla o curado no potable).

Agua de curado: Norma: NTP 339.088 – RNE E 060

El agua de curado no debe contener sustancias agresivas para el concreto endurecido o las armaduras, ya que durante las primeras edades el concreto es sumamente permeable; no emplear agua con elevados contenidos de cloruros en caso de estructuras armadas, evitar sustancias que puedan provocar decoloraciones o manchas superficiales y mantener reducida la diferencia de temperatura entre el agua de curado y el concreto para evitar la aparición de fisuras.

Agua de lavado: Norma: NTP 339.088 – RNE E 060

El agua para lavado de los agregados, no debe contener materiales, en cantidades tales que produzcan una película o revestimiento dañino sobre las partículas de agregados.

1.6.2 RELACIÓN AGUA/CEMENTO:

De ella dependen la resistencia y la durabilidad, así como los coeficientes de retracción y de fluencia. También determina la estructura interna de la pasta de cemento endurecida.

$$R = a/c$$

| | | |
|---|---|--|
| R | = | Relación agua/ material cementante |
| a | = | masa de agua del concreto fresco |
| c | = | masa del material cementante del concreto fresco |

Cuanto más baja es la relación agua/material cementante, tanto más favorables son las propiedades de la pasta de cemento endurecida, si en cambio esta relación es mayor, habrá mayor cantidad de poros capilares en la pasta de cemento, logrando el incrementando de la permeabilidad y reduciendo la resistencia.

Según Enrique Pasquel C. (2011):



- Para **A/C alta** sobra agua de hidratación y todo el cemento se hidrata.
Para **A/C = 0.42** no sobra agua de hidratación
Para **A/C < 0.42** queda cemento sin hidratar

La Tabla N°14. Relación agua/material cementante; por resistencia (Anexo A); muestra la esta relación A/C para los diferentes tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Curado: Normas: NTP 339.033, ASTM C31, ASTM C 192, ASTM C 156

Los especímenes deben contar con una humedad relativa entre el 95 y 100 %, o bien disponer los cilindros en una pileta con agua saturada con cal (2 % del peso del agua) con temperatura de 23 +/- 2 ° C en ambos casos.

El objeto del curado es mantener el concreto saturado, ya que la hidratación del cemento solo se logra en capilares llenos de agua. Además debe controlarse la temperatura, puesto que la rapidez de hidratación es más lenta a bajas temperaturas y más rápida a temperaturas elevadas (100°C).

Métodos de curado con agua.

- Anegamiento o inmersión

Es el método más completo de curado. Se usa cuando se trata de losas para pisos, puentes o pavimentos, techos planos (azoteas), es decir, en cualquier lugar donde sea posible almacenar agua con una altura pequeña.

- Rociado de niebla o aspersion

El rociado de niebla o aspersion mediante boquilla o aspersores proporciona un curado excelente cuando la temperatura es bastante superior a la congelación.

- Costales, carpetas de algodón y alfombras

Estos materiales retienen agua sobre la superficie de concreto. Cuanto más pesado sea el costal (o más grueso) más agua retendrá y requerirá periodos de remojo más prolongados.

- Curado con tierra

Se emplea especialmente en trabajos comparativamente más pequeños que losas o pisos. Lo importante es que la tierra esté libre de partículas mayores de 25 mm y que no contenga cantidades peligrosas de materia orgánica.

- Curado con arena y aserrín

La arena limpia y el aserrín, ambos mojados, se emplean para el curado de la misma manera que la tierra.

- Curado con paja o heno.



- Cuando se utiliza en el curado este tipo de materiales deben aplicarse capas gruesas y mojadas, para evitar que el viento las levante (debe tener un mínimo de 15 cm de espesor).

Métodos de curado con Materiales selladores

Aplicación de película plástica

Se trata de hojas de polietileno con espesor de 0.10 mm y están disponibles en hojas transparentes, blancas o negras. Estas películas plásticas deben colocarse sobre la superficie mojada del concreto fresco, cubriendo todas las partes expuestas.

Papel impermeable

Compuesto por 2 hojas de papel kraft unidas entre sí por medio de adhesivo bituminoso.

Compuestos líquidos para formar membranas de curado

Estos compuestos consisten esencialmente en ceras, resinas naturales o sintéticas y solventes de volatilidad elevada a la temperatura atmosférica.

1.6.3 CEMENTO

Definición: Conglomerante formado a partir de una mezcla de calizas y arcillas calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecer al contacto con el agua. El cemento mezclado con agregados pétreos (grava y arena) y agua, crea una mezcla uniforme, maleable y plástica que fragua y se endurece, adquiriendo una consistencia pétreo.

Propiedades físicas y mecánicas del cemento

Fraguado y endurecido: El fraguado es la pérdida de plasticidad que sufre la pasta de cemento. La velocidad de fraguado viene limitado por las normas estableciendo un periodo de tiempo, a partir del amasado, dentro del cual debe producirse el principio y fin del fraguado.

Finura: Norma: ASTM 325; 430

Influye decisivamente en la velocidad de reacciones químicas que tienen lugar durante el fraguado y el principio de este. La finura influye sobre las propiedades de ganancia de resistencia, en especial hasta un envejecimiento de 7 días.

La finura del cemento influye en el calor de hidratación.

Los cementos más finos experimentan una reacción más fuerte con los agregados reactivos alcalinos.

La finura aumenta la cantidad de yeso requerida para propiciar un efecto retardante requerida puesto que existe más C3A libre para una hidratación temprana

Resistencia mecánica: La velocidad de endurecimiento del cemento depende de las propiedades químicas y físicas del propio cemento y de las condiciones de curado, como son la



temperatura y la humedad. La relación agua/cemento (A/C) influye sobre el valor de la resistencia última, con base en el efecto del agua sobre la porosidad de la pasta.

Una relación A/C elevada produce una pasta de alta porosidad y baja resistencia. La resistencia es medida a los 3, 7 y 28 días, teniendo estas que cumplir los valores mínimos.

Para determinar la resistencia se aplica el ensayo de Compresión (NTP 339.034),

Componentes químicos del cemento

Los componentes básicos para el cemento Portland son: CaO, obtenida de materiales ricos en cal, como la piedra caliza rica en CaCO₃, con impurezas de SiO₂, Al₂O₃ y MgCO₃, de Margas, que son calizas acompañadas de sílice y productos arcillosos, conchas marinas, arcilla calcárea, greda, etc.

SiO₂ y Al₂O₃, obtenidos de Arcilla, arcilla esquistosa, pizarra, ceniza muy fina o arena para proporcionar sílice y alúmina.

Fe₂O₃, que se obtiene de mineral de hierro, costras de laminado o algún material semejante para suministrar el hierro o componente férrico.

| | | |
|-----------------------------|--|------|
| Silicato tricálcico: | 3CaO SiO ₂ | C3S |
| Silicato dicálcico: | 2CaO SiO ₂ | C2S |
| Aluminato tricálcico: | 3CaO Al ₂ O ₃ | C3A |
| Aluminoferrito tetracálcico | 4CaO Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ | C4AF |

1.6.4 CEMENTO PORTLAND

Norma: NTP 334.009; ASTM C 150

Definición: Es un aglomerante hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker, compuesto esencialmente de silicato de calcio hidráulico y que contiene generalmente una o más de las formas de sulfato de calcio. Con una adición de yeso u otro material durante la molienda (Clinker + Yeso + Caliza (máx. 5%)).

Componentes del Cemento Portland:

Principales: Los óxidos principales (C= CaO, S= SiO₂, A= Al₂O₃, F= Fe₂O₃) constituyen prácticamente más del 90% en peso del Clinker. De los cuatro óxidos principales la cal es de carácter básico y los otros tres de carácter ácido, de ellos la sílice y la cal son componentes activos, y la alúmina y el hierro actúan como fundentes.

NOTA 3: Ver TABLA 4.6: Para observar diferentes componentes del cemento Portland



Secundarios: Los compuestos secundarios proceden de las impurezas de la materia prima; son la parte indeseable del cemento, siempre que no sobrepasen los límites establecidos. Los compuestos secundarios del cemento portland pueden agruparse en: Óxido de cal libre, óxido de magnesio, óxido de sodio y potasio y cantidades pequeñas de otros óxidos

Tipos De Cemento Portland: Norma: NTP 334.009/ASTM C 150

- Tipo I : Uso general, alto calor, f'c rápido
- Tipo II : Mediana Resistencia Sulfatos, calor moderado, f'c lento.
- Tipo III : Alto calor, f'c muy rápido, baja resistencia sulfatos.
- Tipo IV : Muy bajo calor, f'c muy lento
- Tipo V : Muy resistente sulfatos bajo calor, f'c muy lento

NOTA 1: Ver GRÁFICO N° 1: Para observar el desarrollo de la resistencia en compresión en porcentaje en función del tiempo para los diferentes tipos de cemento y GRÁFICO 2: Para observar la variación de la resistencia mecánica a la compresión con la variación de a relación A/C

NOTA 2: Ver TABLA 4.7: Ajuste principal para brindar las características especiales al cemento

1.6.5 CEMENTO PORTLAND ADICIONADO

Norma: NTP 334.090/ ASTM C 595.

Definición:

Un cemento Portland consistente de dos o más constituyentes inorgánicos, los cuales contribuyen a mejorar las propiedades del cemento con o sin otros constituyentes como aditivos de procesamiento o aditivos funcionales (Clinker + Yeso + Adición Mineral)

Tipos de cemento Portland Adicionados por desempeño (Norma NTP-334.082/ASTM C-1157)

- Tipo GU : Cemento Portland adicionado para construcciones generales.
- Tipo HE : De alta resistencia inicial.
- Tipo MS : De moderada resistencia a los sulfatos.
- Tipo HS : De alta resistencia a los sulfatos.
- Tipo MH : De moderado calor de hidratación.
- Tipo LH : De bajo calor de hidratación.

Tipos de cemento Portland Adicionados (NTP 334.090/ ASTM C-595)

- Tipo IP : Uso general, hasta 15 % a 40% puzolana, menor calor, f'c después 28 días
- Tipo IPM : Uso general, hasta 15% puzolana. Menor calor, f'c después 28 días
- Tipo MS : Mediana resistencia a sulfatos, hasta 25% escoria, menor calor, f'c después 28 días



Tipo ICo: Uso general, hasta 30% filler calizo, menor calor, f'c después 28 días

1.6.6 ADITIVOS

Norma: NTP 334.088, ASTM C 494.

Definición: Los aditivos son productos que se adicionan en pequeña proporción al concreto durante el mezclado en porcentajes entre 0.1% y 5% (según el producto o el efecto deseado) de la masa o peso del cemento, con el propósito de producir una modificación en algunas de sus propiedades originales o en el comportamiento del concreto en su estado fresco y/o en condiciones de trabajo en una forma susceptible de ser prevista y controlada. Esta definición excluye, por ejemplo, a las fibras metálicas, las puzolanas y otros. 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.

Tanto por el Comité 116R del ACI como por la Norma ASTM C 125 (Glosario de términos) definen al aditivo como: "Un material distinto del agua, de los agregados y cemento hidráulico que se usa como componente del concreto o mortero. Las dosis en las que se utilizan los aditivos, están en relación a un pequeño porcentaje del peso de cemento, con las excepciones en las cuales se prefiere dosificar el aditivo en una proporción respecto al agua de amasado"

Clasificación de los aditivos según ASTM C-494

- TIPO A : Reductor de agua
- TIPO B : Retardador de fraguado
- TIPO C : Acelerador de fraguado
- TIPO D : Reductor de agua y retardador
- TIPO E : Reductor de agua y acelerador
- TIPO F : Reductor de agua de alto efecto
- TIPO G : Reductor de agua de alto efecto y retardador

Inclusores de aire (ASTM C260, NTP 334.089): Es un tipo de aditivo que al agregarse a la mezcla de concreto, produce un incremento en su contenido de aire provocando, por una parte, el aumento en la trabajabilidad y en la resistencia al congelamiento y , por otra , la reducción en el sangrado y en la segregación.

Fluidificantes: (ASTM C1017): Estos aditivos producen un aumento en la fluidez de la mezcla, o bien, permiten reducir el agua requerida para obtener una mezcla de consistencia determinada, lo que resulta en un aumento de la trabajabilidad, mientras se mantiene el mismo revenimiento. Además, pueden provocar aumentos en la resistencia tanto al congelamiento como a los sulfatos y



mejoran la adherencia. Ver anexo A: Tabla N° 08: Modificaciones posibles en las mezclas de concreto con el uso de aditivo reductor de agua de mezclado

Retardantes del fraguado (ASTM C-494, NTP 334.088): Son aditivos que retardan el tiempo de fraguado inicial en las mezclas y, por lo tanto, afectan su resistencia a edades tempranas. Estos pueden disminuir la resistencia inicial. Se recomienda para climas cálidos, grandes volúmenes o tiempos largos de transportación.

Acelerantes de la resistencia (ASTM D-98): Estos producen, como su nombre lo indica, un adelanto en el tiempo de fraguado inicial mediante la aceleración de la resistencia a edades tempranas. Se recomienda su uso en bajas temperaturas para adelantar descimbrados. Además, pueden disminuir la resistencia final.

1.6.7 ADITIVO EMPLEADO EN ESTA INVESTIGACIÓN: SIKAMENT 290N

Es un aditivo polifuncional para concretos que puede ser empleado como plastificante o superplastificante según la dosificación utilizada. No contiene cloruros y no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras (Ver: HOJA TÉCNICA SIKAMENT 290N).

1.7 CONCRETO

El concreto de uso común o convencional se produce mediante la mezcla de tres Componentes esenciales, cemento, agua y agregados, a los cuales eventualmente se incorpora un cuarto componente que genéricamente se designa como aditivo. Mediante un proceso llamado hidratación, las partículas del cemento reaccionan químicamente con el agua y el concreto se endurece y se convierte en un material durable.

En su forma más simple, el Concreto es un material compuesto constituido por un material cementante, agua y agregado. El cemento, normalmente tipo Portland, una vez hidratado genera la adhesión química entre los componentes. Por lo general el agregado representa entre el 60 al 75% del volumen total del concreto estructural, el cemento entre un 7 a 15% y el aire atrapado entre 1 al 3%. Para ciertos propósitos se puede incorporar hasta un 8% de aire, en forma de pequeñas burbujas en el mortero, agregando sustancias especiales. El aire incorporado es importante para concretos que van a estar sometidos a procesos de hielo – deshielo.



1.7.1 PROPIEDADES PRINCIPALES DEL CONCRETO FRESCO

Trabajabilidad: Está definida por la mayor o menor dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto.

Está influenciada principalmente por la pasta, el contenido de agua y el equilibrio adecuado entre gruesos y finos, que produce en el caso óptimo una suerte de continuidad en el desplazamiento natural y/o inducido de la masa.

Por lo general un concreto es trabajable en la mayoría de circunstancias, cuando durante su desplazamiento mantiene siempre una película de mortero de al menos $\frac{1}{4}$ " sobre el agregado grueso.

El método para medir la trabajabilidad es el "Slump" o asentamiento con el cono de Abrahams, ya que permite una aproximación numérica a ésta.

El Slump se mide con el ensayo establecido en la NTP 339.035 ASTM C143 (Asentamiento de concreto fresco con el cono de Abrahams)

Estabilidad: Es el desplazamiento o flujo que se produce en el concreto sin mediar la aplicación de fuerzas externas.

Se cuantifica por medio de la exudación y la segregación, ambos fenómenos no dependen expresamente del exceso de agua en la mezcla sino del contenido de finos y de las propiedades adherentes de la pasta.

Compactibilidad: Es la medida de la facilidad con que puede compactarse el concreto fresco. Existen varios métodos que establecen el denominado "Factor de compactación", que evalúa la cantidad de trabajo que se necesita para la compactación total, y que consiste en el cociente entre la densidad suelta del concreto en la prueba, dividido entre la densidad del concreto compactado.

Movilidad: Es la facilidad del concreto a ser desplazado mediante la aplicación de trabajo externo. Se evalúan en función de la viscosidad, cohesión y resistencia interna al corte.

La viscosidad viene dada por la fricción entre las capas de la pasta de cemento, la cohesión es la fuerza de adherencia entre la pasta de cemento y los agregados, y la resistencia interna al corte la provee la habilidad de las partículas de agregados a rotar y desplazarse dentro de la pasta.

Segregación: Las diferencia de densidades entre los componentes del concreto provocan una tendencia natural a que las partículas más pesadas descendan, pero en general, la densidad de la pasta con los agregados finos es sólo un 20% menor que la de los gruesos (para agregados normales) lo cual sumado a su viscosidad produce que el agregado grueso quede suspendido e inmerso en la matriz.



Cuando la viscosidad del mortero se reduce por insuficiente concentración la pasta, mala distribución de las partículas o granulometría deficiente, las partículas gruesas se separan del mortero y se produce lo que se conoce como segregación.

Exudación: Propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto.

Es un caso típico de sedimentación en que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica. El fenómeno está gobernado por las leyes físicas del flujo de un líquido en un sistema capilar, antes que el efecto de la viscosidad y la diferencia de densidades.

Está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fina es la molienda de este y mayor es el porcentaje de material menor que la malla N° 100, la exudación será menor pues se retiene el agua de mezcla.

Contracción:

Es una de las propiedades más importantes en función de los problemas de fisuración que acarrea con frecuencia.

La pasta de cemento necesariamente se contrae debido a la reducción del volumen original de agua por combinación química, y a esto se le llama contracción intrínseca que es un proceso irreversible.

Pero además existe otro tipo de contracción inherente también a la pasta de cemento y es la llamada contracción por secado, que es la responsable de la mayor parte de los problemas de fisuración, dado que ocurre tanto en el estado plástico como en el endurecido si se permite la pérdida de agua en la mezcla.

Peso unitario: ASTM C 29

El peso unitario es la cantidad de mezcla consolidada de una muestra representativa, que se requiere para llenar un recipiente de volumen unitario y se expresa en Kg/m³.

La naturaleza y tamaño máximo del agregado, influyen en la obtención de concretos densos, normales y livianos.

Un incremento en el contenido de aire (incorporado o atrapado), hará que disminuya tanto el peso unitario como la densidad.

En concretos preparados con agregados normales, el peso unitario varía de 2,300 a 2,400 Kg/m³.

En concretos preparados con agregados livianos, generalmente tienen un peso unitario que varía desde 400 a 1,700 Kg/m³.



Para concretos de alta resistencia, en los cuales el tamaño máximo del agregado varía de 3/8" a 1/2", el valor de su peso unitario se encuentra alrededor de los 2,300 Kg/m³.

Los concretos ciclópeos, cuyo tamaño máximo del agregado varía de 3" a 6", suelen alcanzar un peso unitario de hasta 2,500 Kg/m³.

1.7.2 PROPIEDADES PRINCIPALES DEL CONCRETO ENDURECIDO

Elasticidad: Capacidad del concreto de deformarse bajo carga, sin tener deformación permanente.

El concreto no es un material elástico estrictamente hablando, ya que no tiene un comportamiento lineal, sin embargo, convencionalmente se acostumbra definir un "Módulo de elasticidad estático" del concreto mediante una recta tangente a la parte inicial del diagrama, o una recta secante que une el origen del diagrama con un punto establecido que normalmente es un % de la tensión última.

Módulo de elasticidad: Se define el módulo de elasticidad (E) como la relación entre esfuerzo y deformación unitaria en el rango elástico de la curva esfuerzo – deformación del concreto (figura 6.2).

Los módulos de Elasticidad normales oscilan entre 250,000 a 350,000 kg/cm² y están en relación inversa con la relación Agua/material cementante.

Conceptualmente, las mezclas más ricas tienen módulos de Elasticidad mayores y mayor capacidad de deformación que las mezclas pobres.

El concreto de densidad normal tiene un módulo de elasticidad de 140 000 a 420 000 kg/cm², dependiendo de factores, tales como resistencia a compresión (f'_c) entre 210 y 360 kg/cm², el módulo de elasticidad se puede estimar como 15 000 veces la raíz cuadrada de la resistencia a compresión en kilogramos por centímetros cuadrados. El módulo de elasticidad del concreto estructural ligero (liviano) está entre 70 000 y 180 000 kg/cm². El módulo de elasticidad se puede determinar en cualquier concreto a través de las normas ASTM C469.

Resistencia: Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento.

Depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, que se acostumbra expresar en términos de la relación Agua/material cementante en peso.

La afectan además los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, junto a otros elementos adicionales constituidos por el tipo



y características resistentes del cemento en particular que se use y de la calidad de los agregados, que complementan la estructura del concreto.

Durabilidad:

Capacidad del concreto para resistir las condiciones, para las cuales se ha proyectado, sin deteriorarse con el tiempo. Esta propiedad es tan importante como la resistencia mecánica, especialmente cuando el concreto se halla expuesto al ataque severo de los agentes exteriores.

La falta de durabilidad puede ser originada por:

Reacción de álcalis-agregado; Cambios de volumen, debido a las diferencias térmicas del agregado y la pasta de cemento y, principalmente a la permeabilidad del concreto. Factor éste que determina en gran medida la vulnerabilidad del concreto ante los agentes externos, razón por la cual, un concreto durable deberá ser relativamente impermeable.

Las causas físicas, químicas o mecánicas; que pueden ser originadas por condiciones atmosféricas, temperaturas extremas, abrasión, ataques por líquidos y gases de origen natural o industrial, acción electrolítica, etc.

Extensibilidad: Es la propiedad del concreto de deformarse sin agrietarse. Se define en función de la deformación unitaria máxima que puede asumir el concreto sin que ocurran fisuraciones.

Depende de la elasticidad y del denominado flujo plástico, constituido por la deformación que tiene el concreto bajo carga constante en el tiempo.

El flujo plástico tiene la particularidad de ser parcialmente recuperable, estando relacionado también con la contracción, pese a ser dos fenómenos nominalmente independientes.

La micro fisuración aparece normalmente alrededor del 60% del esfuerzo último, y a una deformación unitaria de 0.0012, y en condiciones normales la fisuración visible aparece para 0.003 de deformación unitaria.

Porosidad

Los espacios vacíos presentes en el concreto se agrupan de la siguiente manera.

Porosidad por aire atrapado: Los vacíos de aire atrapado que se presentan en la masa de concreto, se originan durante su mezclado y colocación, son parte inevitable y perjudicial de éste. Tienen forma irregular, y en tamaño pueden variar desde aquellos imperceptibles al ojo humano hasta aquellos con un diámetro mayor de 1.5 cm, su tendencia a retener el agua es muy baja. Estos vacíos son más abundantes en mezclas pobres y normalmente se presentan en el orden de 1% como mínimo



Porosidad por aire incorporado: Son espacios vacíos que se adicionan intencionalmente al concreto mediante el empleo de algún aditivo incorporador de aire. Generalmente son de forma esférica, cuyo diámetro promedio varía entre 0.08 y 0.10 mm, ocupando de esta manera un rango de tamaños intermedios entre los poros capilares y los poros gel.

Este tipo de burbujas se encuentran distribuidas de manera homogénea y estrechamente separadas. Su influencia es decisiva en la protección del concreto durante los procesos de congelamiento y deshielo.

Estos vacíos se desarrollan mejor en mezclas que contienen agregado fino bien graduado y pueden llegar a representar el 5% o más del volumen del hormigón.

Poros capilares: Son cavidades constituidas por los residuos de los espacios originalmente ocupados por el agua en el hormigón fresco, y que no han sido llenados por los productos de hidratación. Estos poros no pueden ser vistos directamente, pero su tamaño se estima alrededor de 1.3 u.m., y son de forma variable y tienen mayor afinidad con el agua.

La porosidad capilar de una pasta depende tanto de la relación agua-material cementante de la mezcla, como del grado de hidratación. La interconexión de dichos poros es la causa principal de la permeabilidad de la pasta de cemento endurecido, y de su vulnerabilidad a las heladas.

Se puede manifestar entonces que, la resistencia mecánica de la pasta endurecida se verá disminuida conforme aumenta el número de poros capilares

Poros gel: Son espacios intersticiales interconectados entre las partículas del gel cemento y pueden comúnmente estar llenos de agua. Estos espacios son mucho más pequeños que los capilares, tal es así, que el agua en ellos contenido no congela, y está tan firmemente fijada que no se evaporaría bajo las más severas condiciones de secado. Su diámetro oscila entre 0.015 u.m. y 0.020 u.m.

Los poros gel ocupan alrededor de un 28% del volumen total del gel de cemento hidratado.

1.8 DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO POR EL METODO DEL MODULO DE FINURA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS

La metodología del diseño de mezclas es un proceso metodológico que consisten de pasos dependientes entre sí:

Fijar el valor de la resistencia especificada, a la edad de los 28 días.

Determinación de las propiedades físicas de los agregados.

Cálculo de la resistencia promedio requerida (f'_{cr})

Selección del tamaño máximo del agregado grueso.



Elección del Asentamiento (Slump)

Estimación del agua de mezclado y contenido de aire.

Selección de la relación agua/cemento (a/c).

Cálculo del contenido de cemento (factor cemento).

Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino.

Cálculo de proporciones en peso y volumen.

Ajustes de la cantidad de agua por humedad y absorción.

Los pasos se detallan en el ANEXO B: DISEÑO DE MEZCLAS.

Resultados y Discusión; en el Item 3.1.1 Procedimiento para realizar el diseño de mezcla por el método de combinación de agregados.

1.9 ENSAYOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

El valor de $f'c$ (resistencia a la compresión) se utiliza generalmente como indicador de la calidad del concreto. Es claro que pueden existir otros indicadores más importantes dependiendo de las solicitaciones y de la función del elemento estructural o estructura.

Las Normas o Códigos relacionan muchas de las características mecánicas del concreto (módulo de elasticidad, resistencia a la tracción, resistencia al corte, adherencia, etc.) con el valor de $f'c$

La resistencia a la compresión se determina a partir de ensayos de laboratorio en probetas estándar cargadas axialmente. Este ensayo se utiliza para monitorear la resistencia del concreto tanto para el control de la calidad como para la aceptación del concreto fabricado. La confección de las probetas y el ensayo están reguladas por las Normas (ASTM) y en ellas se especifica:

- El proceso de confección de las probetas.
- El tamaño de las probetas. Normalmente se utilizan probetas cilíndricas 6"x12".
- El proceso de curado de las probetas ya sea en el laboratorio o en obra para las probetas denominadas curadas bajo condiciones reales de obra. Estas últimas permiten determinar la Efectividad de los procesos de curado utilizados y los plazos de desencofrado y puesta en servicio de la estructura.
- El proceso de ensayo a compresión de las probetas. El ensayo puede estar controlado por carga o por deformación.

Cuando el ensayo es realizado controlando la carga, normalmente la velocidad es tal que se alcanza la falla de la probeta en 2 a 3 minutos, lo cual equivale a un incremento de esfuerzo entre 2.1 y 2.8 kg/cm² por segundo aproximadamente. Cuando el control es por deformación, la velocidad de deformación unitaria es de 0.001 por minuto aproximadamente.



Norma: ASTM C39, NTP 339.034

La resistencia (junto con la durabilidad, impermeabilidad y estabilidad) suele dar un panorama general de la calidad del concreto, por estar directamente relacionada con la estructura de la pasta de cemento.

Ningún ensayo individual de resistencia deberá estar por debajo de la resistencia de diseño en más de 35 kg/cm²; cuando el $f'c$ sea igual o menor a 350kg/cm².

Ningún ensayo individual de resistencia será menor que $f'c$ en más de 0.10 $f'c$ cuando $f'c$ es mayor a 350 kg/cm².

La resistencia a la compresión de las mezclas de concreto se puede diseñar de tal manera que tengan una amplia variedad de propiedades mecánicas y de durabilidad, que cumplan con los requerimientos de diseño de la estructura. La resistencia a la compresión del concreto es la medida más común de desempeño que emplean los ingenieros para diseñar edificios y otras estructuras. La resistencia a la compresión se mide ensayando probetas cilíndricas de concreto en una *máquina de ensayos de compresión*, en tanto la resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en megapascales (MPa) en unidades SI o en Kg/cm².

A continuación detallo el procedimiento para el ensayo de las probetas cilíndricas, dado en la norma ASTM C39 y NTP 339.034. Se requiere una máquina de ensayo capaz de mantener la velocidad de carga continua y uniforme. Se mide el diámetro y la altura de la probeta cilíndrica con una aproximación de 0.1mm con un calibrador micrométrico.

Se coloca la probeta sobre el bloque inferior de apoyo y se centra sobre el mismo.

Se aplica la carga en forma continua y constante evitando choques. La velocidad de carga estará en el rango de 0.14 a 0.34 Mpa/s.

Se anota la carga máxima, el tipo de rotura y además toda otra observación.

Cálculo:

$$R = P/A$$

Donde:

R= Resistencia a la compresión (Kg/cm²)

P= Carga máxima (Kg)

A= Sección normal a la carga (cm²)

1.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS DE LAS VARIABLES DE EVALUACIÓN (ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN).

1.10.1 Análisis Estadístico de resistencia a compresión a la edad de 7 días.



Se realizó el análisis de varianza (ANOVA), de los datos de *resistencia a la compresión a la edad de 7 días* 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 gráficos: TABLA 13.

El promedio de resistencia a compresión a la edad de 14 días con 0% de SIKAMENT 290N fue estadísticamente diferente a los otros dos concretos. El promedio del concreto con 0.7 % de SIKAMENT 290N fue estadísticamente igual al promedio del concreto con 1.4 % de SIKAMENT 290N.

1.10.2 Análisis Estadístico de resistencia a compresión a la edad de 28 días.

Se realizó el análisis de varianza (ANOVA), de los datos de resistencia a la compresión a la edad de 28 días. 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 gráficos: Los promedios de esfuerzo a compresión final a la edad de 28 días de los concretos con 0% de SIKAMENT 290N, con 0.7 % de y con 1.4 % de SIKAMENT 290N, fueron estadísticamente diferentes entre sí.

1.10.3 Análisis de uniformidad del concreto en resistencia a compresión final.

Según la *tabla de los* estándares de control del concreto en resistencia a compresión a la edad de 28 días, según la desviación estándar de cada tratamiento de concreto expuestos en el ítem anterior serían los que se observan en las tablas que están en el anexo.

1.10.4 Análisis Estadístico de Módulo de Elasticidad.

Se realizó el análisis de varianza (ANOVA), de los datos de módulos de elasticidad a la edad de 28 días 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 gráficos: Los promedios de Módulo de elasticidad a edad de 28 días de los concretos con 0% de SIKAMENT 290N, con 0.7 % de y con 1.4 % de SIKAMENT 290N, fueron estadísticamente diferentes entre sí.



CAPÍTULO 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Perú los concretos utilizados con mayor frecuencia, con fines estructurales, tienen generalmente una resistencia especificada comprendida dentro del rango de 175 a 250 Kg/cm² y muy pocas veces se requieren concretos de 250 a 350 Kg/cm² considerando entre otros a estos últimos, como concretos de alta resistencia.

Hacen varios años en los países desarrollados se han realizado construcciones utilizando concretos cuya resistencia a la compresión oscila entre 500 y 1,200 Kg/cm² y últimamente hasta 2100kg/cm².

No obstante, la evolución de los concretos de alta resistencia ha sido lenta, así por ejemplo en los Estados Unidos en los años de 1950 se consideraban como concretos de alta resistencia a los que tenían una resistencia a la compresión de 350 Kg/cm². En la década del 60 se consideraba a los que estaban dentro del rango de 420 a 525 Kg/cm². En la década de los 70 se fabricaban concretos superiores a los 630 Kg/cm². Recientemente se alcanzan concretos del orden de 1,000 Kg/cm² en elementos prefabricados y pretensados de concreto.

En la actualidad, en Cajamarca así como en diferentes ciudades del Perú y el mundo, el costo de los suelos o terrenos se va incrementando y consecuentemente existe la necesidad de optimizar las áreas disponibles para la expansión de la infraestructura habitacional y entonces se comienza a planificar un muchos casos un crecimiento urbano en altura,(en Cajamarca se ven edificios hasta de 8 niveles) abandonando la tendencia de un crecimiento urbano horizontal, de igual modo en la proyección de infraestructura vial, se proyectan hoy, puentes sin pilares centrales por tener estos, menor riesgo de colapso por erosión de las cimentaciones de los pilares centrales tradicionales. En la construcción de puentes de luces considerables es necesario usar concretos de alta resistencia.

En adelante el manejo de concretos de alta resistencia se volverá más cotidiano y necesario por la nuevas características obras de construcción civil, por lo que es necesario intensificar estudios acerca de las bondades y limitaciones de diversos tipos de aditivos en la obtención de concretos especiales necesarios para diversas clases de estructuras que hoy y mañana se plantearan, en la perspectiva de optimizar tiempos y costos en la industria de la construcción.

2.1 FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA

¿Cuál es el porcentaje del aditivo super plastificante SIKAMENTT 290N, que genere un incremento de la trabajabilidad y resistencia mecánica en la elaboración de un Concreto de Alta Resistencia?



2.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La información acerca de alcanzar un mejor comportamiento mecánico y mejor trabajabilidad en el diseño de un concreto de alta resistencia usando diferente dosificación del aditivo superplastificante reductor de agua, no sólo tiene un propósito académico de encontrar la variación en cuanto al $f'c$, sino que con ello se permitirá intensificar el uso de este tipo de concreto con este tipo de aditivo en la dosificación óptima en la perspectiva de obtener una mejor performance en la utilización del concreto de alta resistencia en nuestro medio, trayendo consigo ventajas técnicas y económicas.

El uso del aditivo SIKAMENT 290N en diferentes dosificaciones, y el uso del cemento más usado en nuestro medio como es el Tipo I Pacasmayo, permitirá lograr en la mezcla la disminución de la cantidad de agua, trayendo como beneficios la disminución del cemento, manteniendo así la relación A/C constante ($f'c$ 350kg/cm²), o disminuyendo solo el agua, lo que incrementó el $f'c$ de diseño del concreto.

Se establecerá con este trabajo un incremento de las propiedades tanto en estado fresco como en el estado endurecido del concreto de 350 kg/cm², con el aditivo SIKAMENT 290N (NTP 334.088 - ASTM C 494) y que ya se debe comenzar a usar en las estructuras altas o puentes de luces considerables que ya se comienzan a construir en Cajamarca.

2.3 LIMITACIONES Y RESTRICCIONES DEL PROBLEMA

Para la realización del presente trabajo se tienen las siguientes limitaciones:

Los escasos de canteras de agregados de buena calidad necesarios para su elaboración.

La presencia de sustancias degradantes del concreto, como sulfatos, cloruros, materia orgánica tanto en los agregados, como en el agua de mezcla y también en el suelo de fundación.

La obtención del tipo del aditivo a usar.

El control de la temperatura de curado del concreto.

Sin embargo adicionalmente como otras restricciones se pueden considerar las siguientes: el uso de un solo tipo de cemento, agregados de una sola cantera y además el uso de solo un tipo de aditivo superplastificante.

2.4 ALCANCES:

La investigación estará centrada en el diseño de mezclas de concreto de alta resistencia con el uso de agregados de una cantera importante de la ciudad de Cajamarca, cemento Portland Tipo 1 y aditivo súper plastificante reductor de agua.



Se determinará los porcentajes óptimos de estos materiales para lograr un concreto altamente resistente que en estado fresco y endurecido cumpla con las especificaciones técnicas propuestas.

Este trabajo beneficiará al Departamento de Cajamarca, donde se proyectan obras estructurales de mediana y gran envergadura como: edificios de altura ya considerable, construcción prioritaria de puentes pretensados para mejorar el acceso a las provincias que conforman este departamento, y por ende mejorar las vías de comunicación que se encuentran actualmente deterioradas en nuestro país.

Servirá también como una fuente bibliográfica para otros trabajos de naturaleza similar que se realicen en el futuro, y también como referente en trabajos del campo de la ingeniería civil.

2.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.

2.5.1 Objetivo general.

Determinar la influencia del aditivo súper plastificante reductor de agua en las características del concreto de alta resistencia

2.5.2 Objetivos específicos

- Determinar el porcentaje óptimo de aditivo súper plastificante reductor de agua, para obtener un concreto de alta resistencia cuyo $f'c$: 350 kg/cm²
- Determinar las propiedades físico-mecánicas de los agregados.
- Obtener las propiedades físicas del cemento a emplear.
- Determinar las propiedades y proporciones óptimas del aditivo súper plastificante reductor de agua
- Comprobar la influencia del aditivo usado en diferentes proporciones en la obtención del concreto de alta resistencia, tanto en su resistencia mecánica como en su módulo de elasticidad, y sus propiedades del concreto en estado fresco.

1.6 HIPÓTESIS

La cantidad equivalente al 1.4% del peso de cemento de aditivo Tipo SIKAMENT 290N, incrementa la resistencia mecánica a la compresión del Concreto de Alta Resistencia que tiene $f'c=350\text{kg/cm}^2$, así como también incrementa su Módulo de Elasticidad.

1.7 VARIABLES

DEPENDIENTE

Y1: Resistencia a compresión, de concreto de $f'c$ 350 kg/cm²



Y2: Modulo de elasticidad

INDEPENDIENTES:

X1: % de aditivo súper plastificante reductor de agua

X2: Cemento Tipo I normal (Tipo I Pacasmayo)

X3: Agregados

2.8 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación es del tipo DESCRIPTIVO – EXPERIMENTAL.

Es Descriptivo porque Sólo describen las características y propiedades de cada uno de los componentes del concreto (agregados, tipo de cemento, relación agua/cemento, diseño de mezclas, ensayos de resistencia, procesamiento de datos, análisis estadístico, lectura de datos y conclusiones del estudio, y es.

Es experimental porque se establece que una modificación en la variable independiente (controlada por el investigador) modifica la variable dependiente.

2.9 NUMERO DE ESPECÍMENES FABRICADOS

Se sometió al ensayo de compresión a una población de noventa (90) especímenes de concreto (utilizando la metodología dada en las normas ASTM C39, NTP 339.034), que fueron diseñados para obtener un $f'c$ de 350 kg/cm^2

2.10 MUESTRA SOMETIDA A ENSAYOS DE COMPRESIÓN

Para la resistencia a la compresión se muestreó 3 muestras de 30 testigos de concreto cada una: las 1ras. 30 sin aditivo, las 2das. 30 Con 2.4 Lts. de aditivo y las últimas 30 con 4.103 Lts, de aditivo de testigos estándares, que corresponde al total de la muestra de concreto los cuales fueron ensayadas a las edades 7,14 y28 días por cada diseño de mezcla, en tandas de 10 testigos cada una.



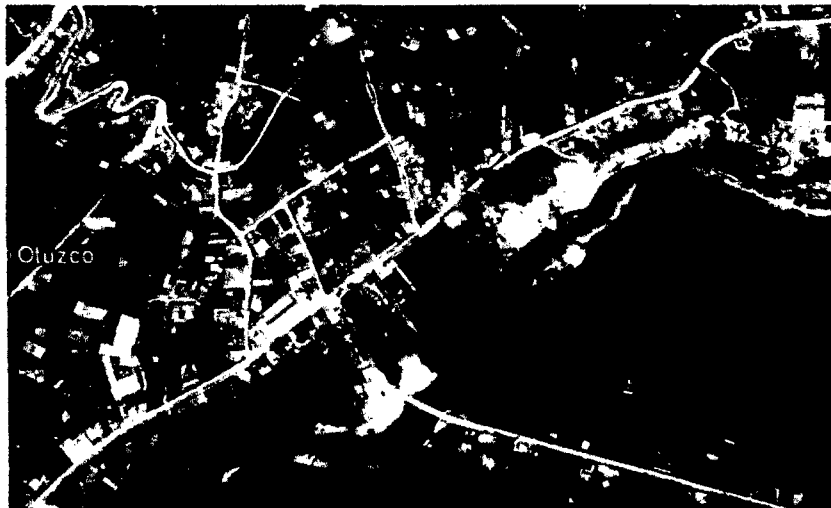
CAPÍTULO 3: MATERIALES Y METODOLOGÍA EMPLEADA

Los materiales y métodos que se han utilizado en esta investigación son: elección de cantera, determinación de las características físicas y mecánicas de los agregados, diseño de mezclas, ajuste del diseño, elaboración de los especímenes de prueba y elaboración de probetas definitivas a ensayar, Curado de los especímenes elaborados y Prueba de los especímenes a compresión; en cada ítem se describen tanto los materiales, equipo y metodología (método de experimentación y procedimiento); para obtener los datos necesarios para el procesamiento de resultados.

3.1 CANTERA

Elección de la cantera para el presente trabajo: Teniendo en cuenta las normas técnicas peruanas y el consejo del asesor; los agregados utilizados para la elaboración de los especímenes, fueron de origen pluvial, tanto el agregado fino (arena gruesa) como el agregado grueso (piedra); provienen de la cantera del Río Chonta (Otuzco).

Ubicación: La cantera está ubicada en el Río Chonta, distrito de Baños del Inca, denunciada y explotada por el Sr. Jorge Samán Llanos (cerca de las Ventanillas de Otuzco); se ubicada $7^{\circ} 04'21.48''$ de latitud sur y $78^{\circ} 26'59''$ de longitud Oeste. (2702 msnm).



Cantera
Otuzco

Figura N°10. Ubicación de la Cantera, de donde se extrajeron los agregados
Fuente. Google Earth 2013

3.2 CARACTERÍSTICAS LOCALES.

Ubicación:

El presente trabajo se realizara en la ciudad de Cajamarca-Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de Cajamarca.- Esta ciudad se encuentra situada en la zona Norte de la Sierra



del Perú, aproximadamente a 176 Km. del cruce de la Carretera Panamericana Norte (km. 686), se localiza entre las coordenadas 7°10'48" y 7°11'36" latitud sur y 78°03'18" Longitud Oeste.

ALTITUD:

Su altitud es de 2,750 m.s.n.m.

CLIMA:

Presenta un clima variado teniendo cambios de temperatura promedio anual de 11°C. Las temperaturas máximas llegan a superar los 20°C, mientras que las temperaturas mínimas promedio se encuentran por debajo -10°C, ocasionando heladas en los meses de julio a setiembre, por lo que se le considera zona de exposición moderada al intemperismo

3.3 DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

Materiales

- Agregado fino de la Cantera del Río Chonta (Otuzco).
- Agregado grueso de la Cantera del Río Chonta (Otuzco).
- Agua potable (Ciudad Universitaria U.N.C.).

Equipo

- Juego de tamices conformados por: Nº 100, Nº 50, Nº 30, Nº 16, Nº 8, Nº 4, 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1 1/2", 2", 2 1/2", 3", 3 1/2" y 4".
- Estufa a temperatura constante de 110 ° C ± 5 ° C.
- Balanza, con sensibilidad de 0.5 gr. y capacidad no menor de 5 Kg.
- Cesta de malla de alambre, con abertura no mayor de 3 mm.
- Depósito adecuado para sumergir la cesta de alambre en agua.
- Termómetro con aproximación de 0.5 ° c.
- La carga abrasiva consiste en esferas de acero, de aproximadamente 4.7 cm. diámetro y cada una con un peso entre 390 y 445 g.
- Barra compactadora de acero, circular, recta, de 5/8" de diámetro y 60 cm. de largo, con un extremo redondeado.
- Recipiente cilíndrico y de metal, suficientemente rígido para condiciones duras de trabajo.
- La Máquina de los Ángeles

Metodología

Método de experimentación



- **Objetivo** : Obtener las propiedades físicas y mecánicas de los agregados que intervinieron en la investigación, pues con esta información se procedió a realizar el diseño de mezclas, para un $f'c$ de 350 kg/cm².
- **Tipo de investigación** : Investigación Descriptiva – experimental.
- **Localización** : Laboratorio de Materiales de la Universidad Nacional de Cajamarca; Ciudad Universitaria.
- **Población** : Agregado fino y grueso, de procedencia fluvial de la cantera de Otuzco.
- **Muestra** : Para obtener las propiedades físicas y mecánicas de los agregados, se eligieron tres (03) muestras de los agregados (gr o kg.), establecidas en las normas para cada tipo de ensayo.

Procedimiento

Cada ensayo que se realizó para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados, siguieron el procedimiento dado en las especificaciones dadas en las siguientes normas.

| | |
|---------------------------------|--|
| NTP 400.037- ASTM C136 | Granulometría |
| NTP 400.021 -ASTM C127 | Agregados. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. |
| NTP 400.022 - ASTM C128 | Agregados. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino. |
| NTP 339.185 - ASTM C566 | Contenido de Humedad |
| NTP 400.017- ASTM C29 | Agregados. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. |
| NTP 400.018 - ASTM C117 | Material más fino que pasan por el tamiz normalizado 75 μ m (No. 200) por lavado en agregados. |
| NTP 400.019 - 400.020 ASTM C131 | Resistencia a la Abrasión |

3.4 DISEÑO DE MEZCLAS.

- a) **Método de experimentación**
 - **Objetivo** : Realizar el diseño de mezclas, para un $f'c$ de 350 kg/cm², este diseño de mezclas se realizó para los diferentes tipos de muestras (1 solo tipo de cemento, dosificación de mezclas).



b) Procedimiento : Este diseño se realizó por el método de Combinación de agregados; y estos fueron los pasos se siguieron para obtener las dosificaciones.

El método se detalla en el APENDICE 1: Procedimiento para realizar el diseño de mezcla por el Método del Módulo de la Combinación de Agregados

3.4.1 Elección de la dosificación óptima del aditivo

Se elaboraron tres muestras de especímenes de concreto, con dosificaciones distintas. En la ficha técnica del aditivo (Ver Anexo I: Hojas técnicas) se especifica la dosificación mínima y máxima; la variación de la resistencia a la compresión no varía radicalmente; por ello y por consejo del asesor de la tesis se optó por realizar la dosificación de las muestras M II y M III, con una dosis del 0.70% y 1.4% del peso de cemento.

3.5 ELABORACIÓN DE ESPECÍMENES

A) Materiales

- Cemento Portland Normal Tipo I -Pacasmayo. (ASTM C – 150)
- Agregado fino de la Cantera del Río Chonta (Otuzco).
- Agregado grueso de la Cantera del Río Chonta (Otuzco).
- Agua potable (Ciudad Universitaria U.N.C.).
- Aditivo tipo G; SIKAMENT 209N (ASTM 494)

B) Equipo

- Juego de tamices.
- Balanza con capacidad apropiada 30 Kg.
- Recipientes para pesar los materiales.
- Probeta graduada 1000 cm³.
- Herramientas: palanas, badilejo, baldes, cucharón, enrasador.
- Cono de Abrahams.
- Varilla de Acero lizo de 60 cm. de largo y 5/8" de diámetro, semi-redondeado.
- Aceite para los moldes.
- Mezcladora de 2.5 pie³.
- Comba de goma.
- Recipiente para determinar el Peso Unitario del Hormigón Fresco.



C) Metodología

c.1) Método de experimentación

- Objetivo: Elaborar los especímenes de concreto, para un $f'c$ de 350 kg/cm²., estos especímenes de concreto están divididos en varios tipos de muestra, de acuerdo al tipo de cemento empleado o a la dosificación del aditivo.

c.2) Procedimiento: Cada ensayo que se realizó para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados, siguieron el procedimiento dado en las especificaciones dadas en las siguientes normas.

NTP 339.035- ASTM C143 Asentamiento de concreto fresco con el cono de Abrahams

NTP 339.046 - ASTM C138 Peso unitario y rendimiento

NTP 339.033 - ASTM C31 Elaboración y curado de probetas cilíndricas en obra

3.6 CURADO DE ESPECÍMENES EN EL LABORATORIO.

NTP 339.116 Curado de Probetas de Concreto

- **A) Equipo:** Pozo del laboratorio

B) Metodología

a) Método de experimentación

Objetivo: Curar los especímenes de concreto elaborados, para garantizar un adecuado desarrollo de la resistencia a la compresión de los especímenes.

b) Procedimiento: Para realizar el curados de los especímenes, se siguieron la especificaciones dadas en las siguientes normas.

3.7 PRUEBA DE ESPECÍMENES A COMPRESIÓN

A) Equipo.

- Kapping CT - 55.
- Prensa Hidráulica de 200 Tn. de capacidad de carga
- Deformímetro

B) Metodología

a) Método de experimentación

- Objetivo : Ensayar los especímenes elaborados, sometiéndolos a cargas incrementadas hasta que estos fallen por compresión.



- Tipo de investigación : Investigación Descriptiva – experimental.
Según lo indicado en la norma ACI 318 indica que para obtener la resistencia promedio en un ensayo de compresión se necesita ensayar tres (03) especímenes de concreto.
 - Localización : Laboratorio de Materiales de la Universidad Nacional de Cajamarca; Ciudad Universitaria.
 - Población : Especímenes de concreto, cuyo $f'c$ es 350kg/cm².
 - Muestra : Resistencia a la compresión de 90 especímenes de concreto elaborados.
- b) Procedimiento : Para realizar la prueba en especímenes de concreto de las diferentes muestras elaboradas, se procedió a seguir las especificaciones dadas en las normas NTP 339.034 - ASTM C39.

3.8 PROCESAMIENTO DE INFORMACION (MATIAS)

3.8.1 Análisis estadístico de los resultados.

Los resultados de los ensayos realizados están sujetos a variaciones, que indicarían la uniformidad de estos resultados y el cuidado en la realización de los ensayos. Así mismo con estas variaciones se podría diferenciar los tratamientos de estudio. Se realizaron los análisis estadísticos de los resultados de las siguientes variables de evaluación: (a) Asentamiento en el concreto en estado no endurecido, (b) Peso unitario de los especímenes cilíndricos de concreto, (c) Resistencia a compresión en especímenes cilíndricos de concreto a la edad de 7, 14 y 28 días. Para lo cual se realizó un análisis estadístico de varianza con una prueba de rango múltiple. Se analizó también los estándares de control del concreto en resistencia a compresión.

3.8.2 Análisis estadístico de varianza (ANOVA) y prueba de rango múltiple de Tukey.

Se utilizó el Análisis de Varianza (ANOVA) ya que es uno de los métodos estadísticos más utilizados y más elaborados en la investigación moderna. Se usa para la prueba de hipótesis para dos o más medias poblacionales; de tal manera que en investigación permite probar si dos o más medias muestrales pertenecen o no a la misma población. Si las medias muestrales tienen diferencia estadísticas entonces significa que pertenecen a diferentes poblaciones.

Esta prueba se basa en la descomposición de la variación total existente en sus componentes llamados fuentes de variabilidad. Para nuestro caso estas fuentes de variabilidad serán: tratamiento y error correspondiendo a un diseño experimental llamado "Diseño completamente al azar". Que



se usa en datos obtenidos en laboratorio por presentar menor cantidad de errores que en datos obtenidos en campo.

Respecto a las Pruebas de Rango Múltiple (PRM) son pruebas estadísticas que permiten conocer la diferencia estadística entre las medias muestrales de los tratamientos que se estudian; por lo tanto se usan cuando en el cuadro de análisis de varianza se encuentra significación estadística en la fuente de variación respectiva. Para nuestro caso se usó la PRM de Tukey para la fuente de tratamientos; ya que dicha fuente mostró significación estadística en el ANOVA; Siendo esta prueba más exigente que otras como la PRM de Duncan.

Los cálculos de estos ANOVA y de las pruebas de rango múltiple de Tukey se realizaron utilizando el programa estadístico *Minitab versión 16.1.0* del año 2010 que sirve para realizar análisis estadísticos y gráficas de estos.

3.8.3 Estándares de control de concreto en resistencia a compresión.

El comité ACI 214 propone la *tabla 3.10.2.1* tomada del *reporte del ACI 214 -77*, donde se dan los estándares del control del concreto mediante los resultados de desviación estándar¹, considerando si las operaciones fueron realizadas en Construcciones en general o ensayos de laboratorio. Se realizó el análisis estándares de control del concreto para los resultados de resistencia a compresión a la edad de 28 días.

¹ La desviación estándar es una medida de la dispersión o variabilidad de los datos respecto al promedio.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

De todo lo expuesto a lo largo de esta Tesis, se resaltan a continuación las principales conclusiones a que se ha llegado.

Sobre la influencia del porcentaje de aditivo en las propiedades de concreto:

- Se logró determinar la influencia del porcentaje de aditivo en las propiedades del concreto, obteniéndose el 1.4% del peso del cemento, como el porcentaje que generó la mayor resistencia del concreto elaborado ($438,69 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días de edad), así como el máximo valor de su Módulo de Elasticidad ($228,022 \text{ kg/cm}^2$)
- En estado fresco cumplió con los requerimientos de trabajabilidad y asentamiento con un incremento de 1.2 pulgadas, lográndose una mezcla más trabajable, sin la presencia de sangrado ni segregación y con una apariencia equilibrada).
- Del tratamiento estadístico de los resultados de resistencia a los 7 días, se deduce que los tres tipos de probetas ensayadas, tienen una mínima dispersión de valores lo que significa que tienen la misma tendencia y su diferencia es pequeña, se agrupan estadísticamente en un mismo grupo.

Sobre la aplicación del porcentaje de aditivo

- A los 14 días de edad de las probetas ensayadas a compresión se puede afirmar que hay una clara tendencia de aumento de la resistencia mecánica del concreto elaborado, siendo las probetas que tienen el 1.4% del peso del cemento, con un alto grado de confiabilidad del 98%

Sobre los análisis de Resistencia, Módulo de elasticidad y Modo de falla.

- A los 28 días de edad de las probetas, se observa claramente que las elaboradas con el concreto que contiene el 1.4% de aditivo son las que alcanzan el mayor valor de resistencia a la compresión.



- La variación de los valores del Módulo de Elasticidad, sigue la misma variación que el de la resistencia, es decir con la edad del concreto así como la cantidad del superplastificante reductor de agua.
- El modo de falla del concreto con aditivo, fue súbito, lo que demuestra que el aditivo usado influye en el tipo de ruptura del concreto de alta resistencia, efecto que se tendrá en cuenta en el diseño estructural de los elementos vaciados con este tipo de material.



RECOMENDACIONES

Las futuras líneas de investigación que se proponen se refieren principalmente al uso de aditivos y su aplicación a concretos cuya $f'c$ sea mayor a 350 Kg/cm^2

- Se recomienda realizar ensayos preliminares para determinar el tiempo de fragua cuando se usa el aditivo SIKAMENT-290N en la proporción del 1.4% del peso del cemento a usar, ya que tiene tendencia a prologarse.
- Se recomienda continuar con estudios de esta naturaleza, para determinar la variación de las propiedades físico mecánicas 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.



LISTADO DE FIGURAS




| | | |
|---|--|---|
| Conservación | Hoja Técnica Edición 8.06.02.12, CG Sikament® 290N | |
| | <h2>Sikament® 290N</h2> <h3>Aditivo Polifuncional para Concreto</h3> | |
| | Descripción General | <p>Sikament® 290N es un aditivo polifuncional para concretos que puede ser empleado como plastificante o superplastificante según la dosificación utilizada.</p> <p>Muy adecuado para plantas de concreto al obtener con un único aditivo dos efectos diferentes sólo por la variación de la proporción del mismo.</p> <p>Sikament® 290N no contiene cloruros y no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras.</p> |
| | Campos de aplicación | <p>Sikament® 290N está particularmente indicado para:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Todo tipo de concretos fabricados en plantas concretoras 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. |
| | Ventajas | <ul style="list-style-type: none"> ■ 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. |
| | Datos Básicos | |
| | Aspecto | Líquido. |
| | Color | Pardo oscuro. |
| | Presentación | Cántaro x 200 L Balde x 20 L Dispenser x 1000 L |
| | Almacenamiento | 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 | 1,18 kg/L +/- 0,02 | |
| Norma | Como plastificante cumple con la Norma ASTM C 494, tipo D y como superplastificante con la Norma ASTM C 494, tipo G. | |
|  | | |

FIGURA 1 Ficha Técnica del aditivo superplastificante usado

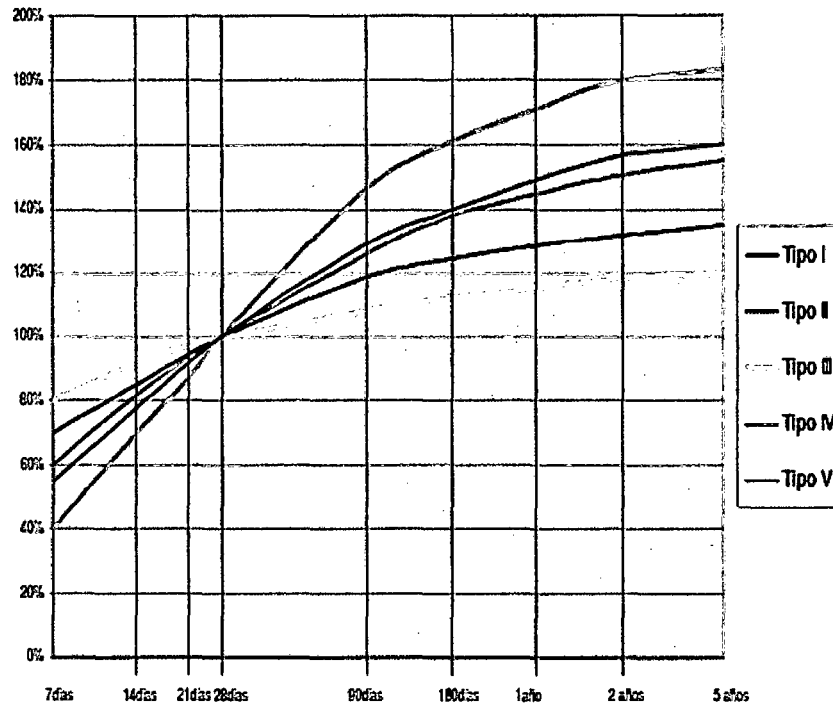


FIGURA 2: DESARROLLO DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN EN PORCENTAJE EN FUNCIÓN DEL TIEMPO, PARA DIFERENTES TIPOS DE CEMENTO

Fuente: Enrique Pasquel C. (2011). Nuevas Tendencias en Edificaciones Urbanas e Industriales, Comportamiento de los Materiales y sus Posibilidades

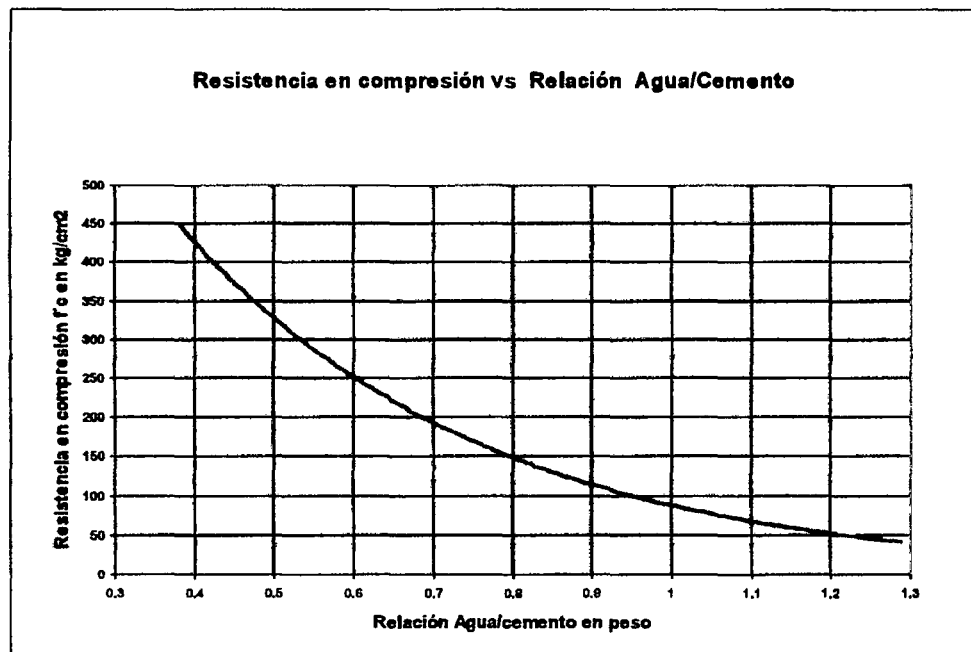


FIGURA 3: VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN CON LA VARIACIÓN DE LA RELACIÓN A/C

Fuente: Enrique Pasquel C. (2011). Nuevas Tendencias en Edificaciones Urbanas e Industriales, Comportamiento de los Materiales y sus Posibilidades

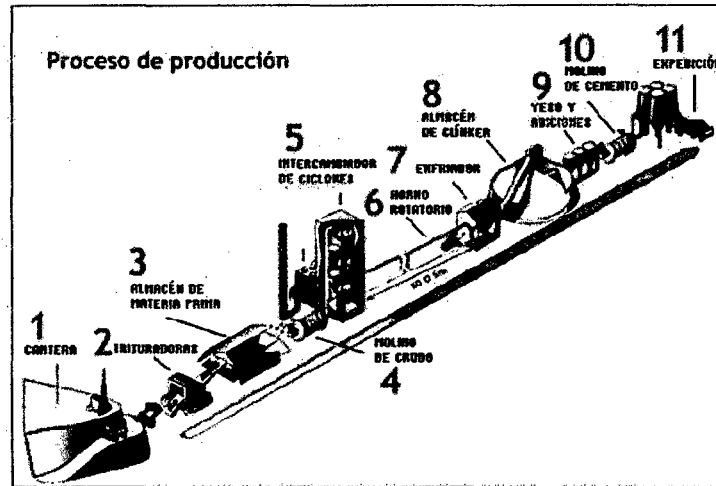


FIGURA 4: ESQUEMA DE LA FABRICACION DEL CEMENTO.

Fuente Tecnología del Concreto IMC

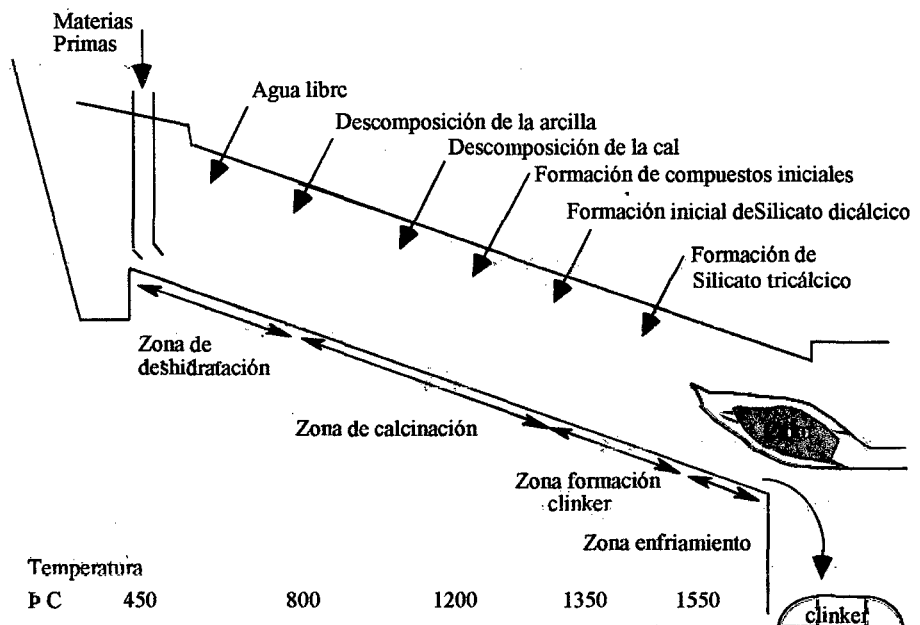


FIGURA 5: ESQUEMA DE LA FORMACIÓN DE LOS COMPONENTES QUÍMICOS DEL CEMENTO.

Fuente Tópicos de la Tecnología del Concreto. Ing. Enrique Pasquel-2002

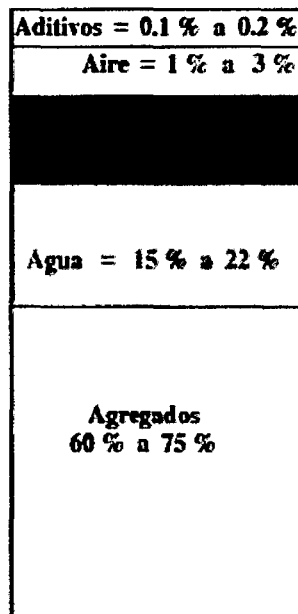


FIGURA 6: PROPORCIONES TÍPICAS EN VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS COMPONENTES DEL CONCRETO

Fuente: Ing. Enrique Pasquel C. (2011). Tópicos de Tecnología del Concreto

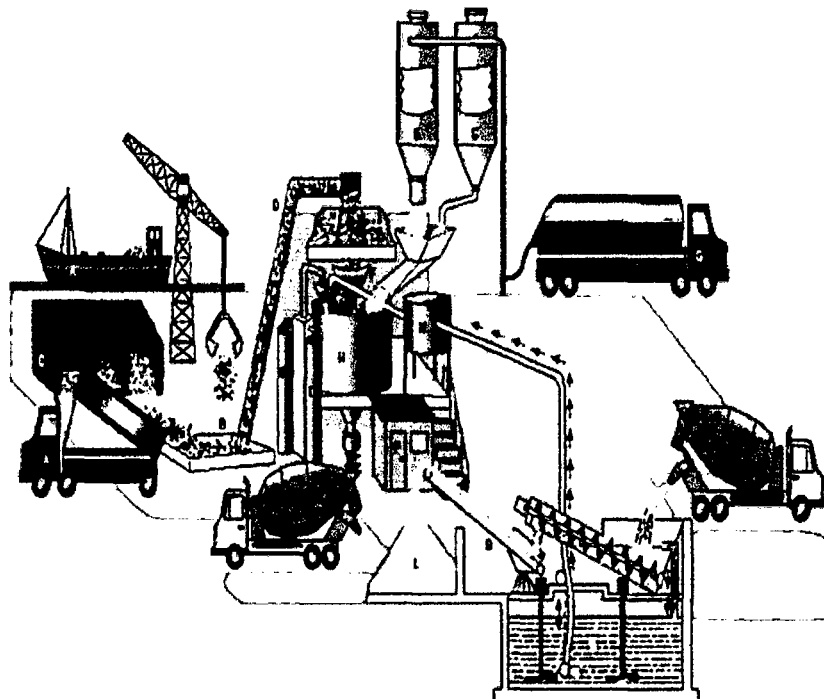


FIGURA 7: ESQUEMA DE UNA CONCRETERA.

Fuente: Tecnología del Concreto. Instituto Mexicano del Cemento y Concreto



FIGURA 8: ESTADOS DE HUMEDAD DEL AGREGADO
Fuente Ing. Enrique Pasquel



LISTADO DE TABLAS



**TABLA 3.1: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LAS PROPIEDADES
FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS.**

| Agregados : Características | A. FINO | A. GRUESO |
|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Peso específico de Masa | 2.58 gr/cm ³ | 2.55 gr/cm ³ |
| Peso unitario seco suelto | 1534 kg/m ³ | 1497 kg/m ³ |
| Peso unitario seco compactado | 1636 kg/m ³ | 1593 kg/m ³ |
| Peso específico superficialmente seco | 2.67 gr/cm ³ | 2.62 gr/cm ³ |
| Módulo de finura | 3.01 | 6.95 |
| Contenido de Humedad | 6.80 % | 2.30 % |
| Absorción | 3.65 % | 2.63 % |
| Partículas menores a #200 | 2.67 % | |
| Perfil | Redondeado | Redondeado |
| T.M.N | ----- | 3/4 |
| Abrasión | ----- | |

**TABLA 3.2: CANTIDAD DE MATERIALES POR METRO CUBICO
PARA CADA DOSIFICACION**

| TIPO DE MEZCLA | Cemento Kg/m ³ | Agua Efectiva Lts/m ³ | AF húmedo Kg/m ³ | AG húmedo Kg/m ³ |
|----------------|------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| M1 | 528.57 | 165 | 775.7 | 897.6 |
| M2 | 468.6 | 142.8 | 821.7 | 944.5 |
| M3 | 468.6 | 143 | 818.6 | 947.2 |

M 1: Mezcla de concreto con cemento Pacasmayo tipo I sin aditivo.

M 2: Mezcla de concreto con Cemento Pacasmayo tipo I con aditivo SIKAMENT 290N con 0.70% del peso del factor cemento.

M 3: Mezcla de concreto con Cemento Pacasmayo tipo I con aditivo SIKAMENT 290N con 1.4% del peso del factor cemento.

Las proporciones que aparecen en el cuadro se lograron con el ajuste previo en las mezclas de prueba, habiéndose constatado que para la inclusión del 0.70% de aditivo el incremento del asentamiento fue mínimo y estuvo dentro de los límites permisibles para la consistencia elegida, en cambio cuando se utilizó el 1.4% de aditivo el incremento del asentamiento fue de 1.2 pulgadas que se corrigieron según el método del ACI.



| Probeta N° | M1 | M2 | M3 |
|---------------|--------|--------|--------|
| 1 | 308.32 | 313.20 | 319.17 |
| 2 | 312.22 | 307.72 | 330.82 |
| 3 | 312.23 | 314.19 | 357.58 |
| 4 | 317.61 | 317.16 | 313.13 |
| 5 | 318.99 | 303.95 | 314.67 |
| 6 | 303.88 | 306.28 | 301.95 |
| 7 | 301.26 | 324.94 | 303.81 |
| 8 | 315.06 | 313.93 | 314.47 |
| 9 | 315.32 | 315.32 | 314.62 |
| 10 | 306.27 | 308.64 | 316.20 |
| Val. Promedio | 311.11 | 312.53 | 318.64 |
| C.V. % | 8.55 | 10.2 | 7.42 |

| Probeta N° | M1 | M2 | M3 |
|---------------|--------|--------|--------|
| 1 | 345.27 | 345.46 | 391.05 |
| 2 | 337.59 | 350.20 | 361.81 |
| 3 | 336.36 | 370.64 | 372.78 |
| 4 | 343.42 | 346.01 | 383.74 |
| 5 | 335.42 | 347.13 | 355.45 |
| 6 | 351.07 | 359.36 | 383.74 |
| 7 | 347.04 | 356.21 | 372.77 |
| 8 | 336.48 | 346.03 | 383.74 |
| 9 | 331.09 | 360.47 | 372.78 |
| 10 | 342.51 | 372.43 | 361.81 |
| Val. Promedio | 340.80 | 355.39 | 373.93 |
| C.V.% | 11.2 | 9.80 | 8.79 |



TABLA 3.5: ESFUERZO A COMPRESIÓN (Kg/cm²); A 28 DÍAS DE CURADO

| Probeta N° | M1 | M2 | M3 |
|---------------|--------|--------|--------|
| 1 | 361.59 | 368.79 | 435.40 |
| 2 | 351.20 | 369.27 | 433.91 |
| 3 | 347.64 | 362.60 | 429.81 |
| 4 | 363.75 | 386.31 | 438.38 |
| 5 | 345.75 | 382.12 | 453.96 |
| 6 | 372.11 | 384.42 | 437.64 |
| 7 | 351.80 | 383.44 | 448.59 |
| 8 | 362.86 | 369.49 | 426.21 |
| 9 | 340.82 | 379.47 | 431.67 |
| 10 | 350.13 | 370.36 | 451.28 |
| Val. Promedio | 354.74 | 375.63 | 438.69 |
| C.V.% | 12.21 | 10.10 | 8.28 |

TABLA 3.6: RESUMEN RESULTADOS AL ESFUERZO DE COMPRESIÓN

| MUESTRA | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm ²) | | |
|---------|--|---------|---------|
| | 7 días | 14 días | 28 días |
| M I | 311.11 | 340.80 | 354.74 |
| M II | 312.53 | 355.39 | 375.63 |
| M III | 318.64 | 373.97 | 438.69 |

TABLA 3.7: PORCENTAJES DE RESISTENCIA AL ESFUERZO DE COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS

| MUESTRA | Resistencia a compresión (kg/cm ²) | |
|---------|--|--------|
| | 28 días | % |
| M1 | 354.74 | 101.40 |
| M2 | 375.63 | 107.32 |
| M3 | 438.69 | 125.34 |



TABLA 3.8: MÓDULO DE ELASTICIDAD A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²) A LOS 7 DÍAS

| Prob. N° | M1 | M2 | M3 |
|------------|----------|----------|----------|
| 1 | 199251.9 | 200428.4 | 201855.3 |
| 2 | 202579.1 | 199106.6 | 204601.9 |
| 3 | 202605.2 | 200665.9 | 210733.2 |
| 4 | 201483.7 | 201376.4 | 200380.4 |
| 5 | 201812.5 | 198190.4 | 200780.9 |
| 6 | 198173.3 | 198757.3 | 197702.0 |
| 7 | 197533.2 | 203221.8 | 198156.2 |
| 8 | 200874.4 | 200603.6 | 200733.1 |
| 9 | 200936.6 | 200936.6 | 200769.0 |
| 10 | 198754.9 | 199329.3 | 201147.1 |
| Val. Prom. | 200411.6 | 200267.4 | 201729.2 |
| C.V.% | 10.92 | 12.44 | 11.22 |

TABLA 3.9: MÓDULO DE ELASTICIDAD A COMPRESIÓN (KG/CM²); A 14 DÍAS DE EDAD

| Prob.N° | M1 | M2 | M3 |
|-----------|----------|----------|----------|
| 1 | 207942.2 | 207985.7 | 218087.4 |
| 2 | 206175.8 | 209065.9 | 211681.1 |
| 3 | 205891.1 | 213642.1 | 214113.9 |
| 4 | 207518.6 | 208111.4 | 216508.9 |
| 5 | 205673.0 | 208367.1 | 210253.7 |
| 6 | 209263.3 | 211132.7 | 216508.9 |
| 7 | 208346.6 | 210115.9 | 214111.6 |
| 8 | 205918.8 | 208115.9 | 216508.9 |
| 9 | 204664.9 | 211381.4 | 214113.9 |
| 10 | 207309.7 | 214036.8 | 211681.1 |
| Val. Prom | 206916.5 | 210240.2 | 214375.6 |
| C.V. | 9.68 | 10.42 | 8.45 |



TABLA 3.10: MÓDULO DE ELASTICIDAD A COMPRESIÓN (KG/CM²); A 28 DÍAS DE EDAD

| Prob. N° | M1 | M2 | M3 |
|---------------|----------|----------|----------|
| 1 | 211631.9 | 213233.2 | 227363,0 |
| 2 | 209292.8 | 213339.3 | 227059.3 |
| 3 | 208483.4 | 211857.5 | 226220.8 |
| 4 | 212113.9 | 216998.5 | 227968.9 |
| 5 | 208483.4 | 216157.1 | 231103.9 |
| 6 | 212113.9 | 216656,4 | 227818.7 |
| 7 | 208052.0 | 216443.8 | 230029.5 |
| 8 | 213966.3 | 213388.0 | 225481.3 |
| 9 | 209428.8 | 215579.9 | 226601.7 |
| 10 | 206921.1 | 213633.3 | 230568.5 |
| Val. Promedio | 210093.6 | 214740.0 | 228033.9 |
| C.V.% | 11.21 | 12.43 | 9.23 |

TABLA 3.11: PORCENTAJES DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DE COMPRESIÓN(Kg/cm²) A LOS 28 DÍAS

| MUESTRA | MODULO DE ELASTICIDAD | PORCENTAJE |
|---------|-----------------------------|------------|
| M1 | 210093.6 Kg/cm ² | 100.51% |
| M2 | 214740.0 Kg/cm ² | 102.74% |
| M3 | 228033.9 Kg/cm ² | 109.1% |

TABLA 3.12: RESUMEN COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS AL ESFUERZO DE COMPRESIÓN

| COMPARACIÓN | f'c (kg/cm ²), A LOS DÍAS DE ENSAYO | | | | | | COMPARACIÓN |
|-------------|---|-----|-------|-----|-------|-----|-------------|
| | SIGNO | 7 | SIGNO | 14 | SIGNO | 28 | |
| M1 | mayor | 0.6 | menor | 70 | menor | 45 | M2 |
| M2 | > | 110 | > | 80 | > | 50 | M1 |
| M3 | > | 185 | > | 160 | > | 110 | M2 |



TABLA 3.13: RESUMEN DE COSTOS DE CONCRETO POR M3, DE CADA TIPO DE MUESTRA

| | | |
|---------------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| 1. CONCRETO (MUESTRA M1) | f'c Promedio (28d): | 354.74 kg/cm² |
| | 0.95 | (kg/cm²)/(S/.) |
| 2. CONCRETO (MUESTRA M2) | f'c Promedio (21d): | 183.74 kg/cm² |
| | 0.77 | (kg/cm²)/(S/.) |
| 3. CONCRETO (MUESTRA M3) | f'c Promedio (21d): | 302.70 kg/cm² |
| | 1.13 | (kg/cm²)/(S/.) |

TABLA 3.14: ESTÁNDARES PARA CONTROL DEL CONCRETO (ACI 214-77)

| Clase de operación | Desviación estándar para los diferentes estándares de control. (kg/cm ²) | | | | |
|-------------------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Excelente | Muy bueno | Bueno | Regular | Malo |
| Construcción en general | Menos de 28.1 | 28.1 a 35.2 | 35.2 a 42.2 | 42.2 a 49.2 | Más de 49.2 |
| Ensayos en laboratorio | Menos de 14.1 | 14.1 a 17.6 | 17.6 a 21.1 | 21.1 a 24.6 | Más de 24.6 |



TABLA 4.1: HUSOS GRANULOMÉTRICOS DEL AGREGADO FINO

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

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

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.037- ASTM C 33



TABL 4.2: HUSOS GRANULOMÉTRICOS DEL AGREGADO GRUESO

| Nº A.S.T. M | TAMAÑO O NOMINAL | % QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------------------------|---|------------------|----------------|------------------|----------------|--------------------|----------------|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| | | 100m m 4" | 90m m 3.5" | 75m m 3" | 63m m 2.5" | 50m m 2" | 37,5m m 1.5" | 25m m 1" | 19m m ¾" | 12,5m m ½" | 9,5m m 3/8" | 4,75m m Nº4 | 2,36m m Nº8 | 1,18m m Nº16 |
| 1 | 3½" a | 100 | 90 | | 25 | | 0 | | 0 | | | | | |
| | 1½" | | 100 | | 60 | | 15 | | 5 | | | | | |
| 2 | 2½" a | | | 100 | 90 | 35 | 0 | | 0 | | | | | |
| | 1½" | | | | 100 | 70 | 15 | | 5 | | | | | |
| 3 | 2" a | | | | 100 | 90 | 35 | 0 | | 0 | | | | |
| | 1" | | | | | 100 | 70 | 15 | | 5 | | | | |
| 357 | 2" a | | | | 100 | 95 | | 35 | | 10 | | 0 | | |
| | Nº4 | | | | | 100 | | 70 | | 30 | | 5 | | |
| 4 | 1½" a | | | | 100 | | 90 | 20 | 0 | | 0 | | | |
| | ¾" | | | | | | 100 | 55 | 15 | | 5 | | | |
| 467 | 1½" a | | | | 100 | | 95 | | 35 | | 10 | 0 | | |
| | Nº4 | | | | | | 100 | | 70 | | 30 | 5 | | |
| 5 | 1" a | | | | | | 100 | 90 | 20 | 0 | 0 | | | |
| | ½" | | | | | | | 100 | 55 | 10 | 5 | | | |
| 56 | 1" a | | | | | | 100 | 90 | 40 | 10 | 0 | 0 | | |
| | 3/8" | | | | | | | 100 | 85 | 40 | 15 | 5 | | |
| 57 | 1" a | | | | | | 100 | 95 | | 25 | | 0 | 0 | |
| | Nº4 | | | | | | | 100 | | 60 | | 10 | 5 | |
| 6 | ¾" a | | | | | | 100 | | 90 | 20 | 0 | 0 | | |
| | 3/8" | | | | | | | | 10 | 55 | 15 | 5 | | |
| 67 | ¾" a | | | | | | | 100 | 90 | | 20 | 0 | 0 | |
| | Nº4 | | | | | | | | 100 | | 55 | 10 | 5 | |
| 7 | ½" a | | | | | | | | 100 | 90 | 40 | 0 | 0 | |
| | Nº4 | | | | | | | | | 100 | 70 | 15 | 5 | |
| 9 | 3/8" a | | | | | | | | 100 | | 85 | 10 | 0 | 0 |
| | Nº8 | | | | | | | | | | 100 | 30 | 10 | 5 |

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.037- ASTM C 33



TABLA 4.3: TIPO DE GRADACIÓN SEGÚN PESO RETENIDO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE ESFERAS

| TAMAÑO DE LOS TAMICES | | PESO DE LOS TAMAÑOS INDICADOS (gr) | | | |
|-----------------------|-----------------|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| PASA | RETENIDO | A | B | C | D |
| 37.50 mm (1 1/2") | 25.40 mm (1") | 1250 ± 25 | ----- | ----- | ----- |
| 25.40 mm (1") | 19.00 mm (3/4") | 1250 ± 25 | ----- | ----- | ----- |
| 19.00 mm (3/4") | 12.70 mm (1/2") | 1250 ± 10 | 2500 ± 10 | ----- | ----- |
| 12.70 mm (1/2") | 9.51 mm (3/8") | 1250 ± 10 | 2500 ± 10 | ----- | ----- |
| 9.51 mm (3/8") | 6.35 mm (1/4") | ----- | ----- | 2500 ± 10 | ----- |
| 6.35 mm (1/4") | 4.76 mm (Nº 4) | ----- | ----- | 2500 ± 10 | ----- |
| 4.76 mm (Nº 4) | 2.36 mm (Nº 8) | ----- | ----- | ----- | 5000 ± 10 |

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.019

TABLA 4.4: NÚMERO DE ESFERAS SEGÚN TIPO DE GRADACIÓN DEL MATERIAL

| GRADACIÓN | NÚMEROS DE ESFERAS | MASA DE LAS ESFERAS (grs) |
|-----------|--------------------|---------------------------|
| A | 12 | 5000 ± 25 |
| B | 11 | 4584 ± 25 |
| C | 8 | 3330 ± 25 |
| D | 6 | 2500 ± 15 |

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 400.019



TABLA 4.5: RELACIÓN DE LAS PRINCIPALES PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS CON LOS ASPECTOS DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO

| Características de los agregados | Aspectos influidos en el Concreto | |
|--|---|--|
| | Concreto Fresco | Concreto Endurecido |
| Granulometría | Manejabilidad Requerimiento de agua Sangrado | Resistencia mecánica Cambios volumétricos Economía |
| Limpieza (materia orgánica, limo, arcilla y otros finos indeseables) | Requerimiento de agua Contracción plástica | Durabilidad Resistencia mecánica Cambios volumétricos |
| Densidad (gravedad específica) | Peso unitario | Peso unitario |
| Sanidad | Requerimiento de agua | Durabilidad |
| Absorción y porosidad | Pérdida de revenimiento Contracción plástica | Durabilidad Permeabilidad |
| Forma de las partículas | Manejabilidad Requerimiento de agua Sangrado | Resistencia mecánica Cambios volumétricos Economía |
| Textura superficial | Manejabilidad Requerimiento de agua | Durabilidad Resistencia al desgaste Economía |
| Tamaño máximo | Segregación Peso unitario Requerimiento de agua | Resistencia mecánica Cambios volumétricos Peso unitario Permeabilidad Economía |
| Reactividad con los álcalis | | Durabilidad |
| Módulo de elasticidad | | Módulo de elasticidad Cambios volumétricos |
| Resistencia a la abrasión | | Resistencia a la abrasión Durabilidad |
| Resistencia mecánica (por aplastamiento) | | Resistencia mecánica |
| Partículas friables y terrones de arcilla | Contracción plástica | Resistencia mecánica Durabilidad Reventones superficiales |
| Coefficiente de expansión térmica | | Propiedades térmicas |

Fuente: Manual de tecnología del concreto, Comisión Federal De Electricidad (pág 101)



TABLA 4.6: PRINCIPALES COMPONENTES DEL CEMENTO PORTLAND

| Cemento | C3S | C2S | C3A | C3AF | CaSO4 | CaO Libre | MgO |
|----------|--------|---------|--------|------|-------|-----------|-----|
| Tipo I | 59 | 15 | 12 | 8 | 2.9 | 0.8 | 2.4 |
| Tipo II | 46 | 29 | 6-8* | 12 | 2.8 | 0.6 | 3.0 |
| Tipo III | 60 | 12 | 12-15* | 8 | 3.9 | 1.3 | 2.6 |
| Tipo IV | 30-35* | 40**-46 | 5-7* | 13 | 2.9 | 0.3 | 2.7 |
| Tipo V | 43 | 36 | 4-5* | 12 | 2.7 | 0.4 | 1.6 |

(*) Como máximo

(**) Como mínimo

Fuente: Tecnología del concreto, A.M Neville y J.J. Brooks

TABLA 4.7: AJUSTE PRINCIPAL PARA BRINDAR LAS CARACTERÍSTICAS ESPECIALES AL CEMENTO

| Tipo | Característica | Ajuste Principal |
|------|--|-------------------------|
| I | Sin características especiales | Sin ajustes específicos |
| II | Moderado calor de hidratación y resistencia a los sulfatos | Moderado C3A |
| III | Alta resistencia rápida | Alto C3S |
| IV | Bajo calor de hidratación | Alto C2S, moderado C3A |
| V | Alta resistencia a los sulfatos | Bajo C3A |

Fuente: Manual de tecnología del concreto, Comisión Federal De Electricidad (pág. 19)

Silicato tricálcico $3CaO SiO_2$ = C3S
 Silicato dicálcico $2CaO SiO_2$ = C2S
 Aluminato tricálcico $3CaO Al_2O_3$ = C3A
 Aluminoferrito tetracálcico $4CaO Al_2O_3 Fe_2O_3$ = C4AF

TABLA 4.8: MODIFICACIONES POSIBLES EN LAS MEZCLAS DE CONCRETO CON EL USO DE ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE MEZCLADO

| Conceptos | Mezcla sin aditivo | Mezclas con reductor de agua | | |
|--------------------------|--------------------|------------------------------|----------|---------------|
| | | (1) | (2) | (3) |
| Contenido de agua | A | $A' < A$ | A | $A' < A$ |
| Contenido de cemento | C | C | C | $C' < C$ |
| Material cementante/agua | A/C | $A'/C < A/C$ | A/C | $A'/C' = A/C$ |
| Revenimiento | r | r | $r' > r$ | r |
| Resistencia a compresión | R | $R' > R$ | R | R |

Fuente: Manual de tecnología del concreto, Comisión Federal De Electricidad. 213 pág.



TABLA 4.9: RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN REQUERIDA CUANDO NO HAY DATOS DISPONIBLES PARA ESTABLECER UNA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA MUESTRA

| Resistencia especificada a la compresión, MPa | Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa |
|---|---|
| $f'c < 21$ | $f'cr = f'c + 7,0$ |
| $21 < f'c < 35$ | $f'cr = f'c + 8,5$ |
| $f'c > 35$ | $f'cr = 1,1 f'c + 5,0$ |

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE 060)

TABLA 4.10: CONSISTENCIA Y ASENTAMIENTOS

| Consistencia | Asentamiento | Trabajabilidad |
|--------------|--------------|-----------------|
| Seca | 0" a 2" | Poco trabajable |
| Plástica | 3" a 4" | Trabajable |
| Húmeda | ≥ 5" | Muy Trabajable |

Fuente: "Diseño de mezclas" Enrique Rivva López

TABLA 4.11: 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: ACI 211



TABLA 4.12: REQUERIMIENTOS APROXIMADOS DE AGUA DE MEZCLADO Y DE CONTENIDO DE AIRE PARA DIFERENTES VALORES DE ASENTAMIENTO Y TAMAÑOS MÁXIMOS DE AGREGADOS

| ASENTAMIENTO | Agua , en 1/m ³ , para los tamaños máximos nominales del agregado grueso y consistencia indicados | | | | | | | |
|---|--|------|------|-----|--------|-----|-----|------|
| | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1 1/2" | 2" | 3" | 6" |
| CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO | | | | | | | | |
| 1" a 2" | 207 | 199 | 190 | 179 | 166 | 154 | 130 | 11 |
| 3" a 4" | 228 | 216 | 205 | 193 | 181 | 169 | 145 | 124 |
| 6" a 7" | 243 | 228 | 216 | 202 | 190 | 178 | 160 | ---- |
| Cont. Aire atrapado (%) | 3 | 2.5 | 2 | 1.5 | 1 | 0.5 | 0.3 | 0.2 |
| CONCRETO CON AIRE INCORPORADO | | | | | | | | |
| 1" a 2" | 181 | 175 | 168 | 160 | 150 | 142 | 122 | 107 |
| 3" a 4" | 202 | 193 | 184 | 175 | 165 | 157 | 133 | 119 |
| 6" a 7" | 216 | 205 | 197 | 184 | 174 | 166 | 154 | ---- |
| Promedio recomendable para el contenido total de aire (%) | 8 | 7 | 6 | 5 | 4.5 | 4 | 3.5 | 3 |

Fuente: ACI 211 y ACI 318

TABLA 4.13: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA DE MEZCLADO, PARA ASENTAMIENTOS Y TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL

| Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso | Volumen unitario de agua (lt/m ³); para asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados. | | | | | |
|---|--|------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|
| | 1" a 2" | | 3" a 4" | | 6" a 7" | |
| | Agregado redondeado | Agregado angular | Agregado redondeado | Agregado angular | Agregado redondeado | Agregado angular |
| 3/8" | 185 | 212 | 201 | 227 | 230 | 250 |
| 1/2" | 182 | 201 | 197 | 216 | 219 | 238 |
| 3/4" | 170 | 189 | 185 | 204 | 208 | 227 |
| 1" | 163 | 182 | 178 | 197 | 197 | 216 |
| 1 1/2" | 155 | 170 | 170 | 185 | 185 | 204 |
| 2" | 148 | 163 | 163 | 178 | 178 | 197 |
| 3" | 136 | 151 | 151 | 167 | 163 | 182 |

Fuente: "Diseño de mezclas" Enrique Riva López



TABLA 4.14: RELACIÓN AGUA/MATERIAL CEMENTANTE Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

| f _{cr} (28 días) | Estimación de la relación agua / material cementante en peso para agregado del tamaño máximo nominal indicado | | |
|------------------------------|---|------|--------|
| | 3/8" | 3/4" | 1 1/2" |
| 140 | 0.87 | 0.85 | 0.8 |
| 175 | 0.79 | 0.76 | 0.71 |
| 210 | 0.72 | 0.69 | 0.64 |
| 245 | 0.66 | 0.62 | 0.58 |
| 280 | 0.61 | 0.58 | 0.53 |
| 315 | 0.57 | 0.53 | 0.49 |
| 350 | 0.53 | 0.49 | 0.45 |

* Esta tabla ha sido confeccionada un grupo de investigadores de la Nacional Ready Mixed Concrete Association.

** Los valores corresponden a concretos sin aire incorporado. En concretos con aire incorporado, la reacción agua/cemento deberá estimarse sobre la base de la reducción del 5% en la resistencia por cada 1% de aire incorporado

Fuente: "Diseño de mezclas" Enrique Rivva López

| TABLA 4.15: REQUISITOS PARA CONDICIONES ESPECIALES DE EXPOSICIÓN | | |
|--|--|--|
| Condición de la exposición | Relación máxima agua-material cementante(en peso) para concreto de peso normal | f _c mínimo(Mpa) para concretos de peso normal o con agregados ligeros |
| Concreto que se pretende tenga baja permeabilidad en exposición al agua. | 0.5 | 28 |
| Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo en condición húmeda o a productos químicos descongelantes. | 0.45 | 31 |
| Para proteger de la corrosión el refuerzo de acero cuando el concreto está expuesto a cloruros provenientes de productos descongelantes, sal, agua salobre, agua de mar o a salpicaduras del mismo origen. | 0.4 | 35 |

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE 060)



TABLA 4.16: MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS

| Tamaño máximo nominal del agregado grueso | Módulo de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos / metro cúbico indicados | | | |
|---|---|------|------|------|
| | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 3/8" | 3.96 | 4.04 | 4.11 | 4.19 |
| 1/2" | 4.46 | 4.54 | 4.61 | 4.69 |
| 3/4" | 4.96 | 5.04 | 5.11 | 5.19 |
| 1" | 5.26 | 5.34 | 5.41 | 5.49 |
| 1 1/2" | 5.56 | 5.64 | 5.71 | 5.79 |
| 2" | 5.86 | 5.94 | 6.01 | 6.09 |
| 3" | 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 del porcentaje de vacíos.

** Los valores de esta tabla pueden dar mezclas ligeramente sobre arenosas para pavimento o estructuras ciclópicas. Para condiciones de colocación favorables deben ser incrementados en 0.2.

Fuente: Universidad de Maryland (Diseño de mezclas. Rivva López)

TABLA 4.17: LÍMITES DE SUSTANCIA PERMISIBLES EN EL AGUA DE MEZCLA O CURADO.

| Descripción | Límites permisibles |
|--|---------------------|
| Sólidos en suspensión | 5000 ppm máximo |
| Materia orgánica | 3 ppm máximo |
| Alcalinidad (NaHCO ₃) | 1000 ppm máximo |
| Sulfatos (ión SO ₄ ⁻²) | 600 ppm máximo |
| Cloruros (ión Cl ⁻¹) | 1000 ppm máximo |
| pH | entre 5.0 y 8.0 |
| De preferencia el agua a emplear debe ser potable. | |
| Fuente: Norma Técnica Peruana 339.088 | |



TABLA 4.18: LÍMITES DE SUSTANCIA QUÍMICAS PERMISIBLES EN EL AGUA DE MEZCLA O CURADO NO POTABLE.

| Descripción | Límites permisibles |
|---------------------------------------|---------------------|
| Cloruros (ión Cl^{-1}) | 300 ppm máximo |
| Sulfatos (ión SO_4^{-2}) | 300 ppm máximo |
| Sales de magnesio | 150ppm máximo |
| Sales solubles totales | 1500 ppm máximo |
| pH | mayor de 7 |
| Sólidos en suspensión | 1500 ppm máximo |
| Materia orgánica | 10 ppm máximo |
| Fuente: Norma Técnica Peruana 339.088 | |



LISTADO DE GRAFICOS



Resistencia a la compresión a los 28 días vs % SIKAMENT 290N

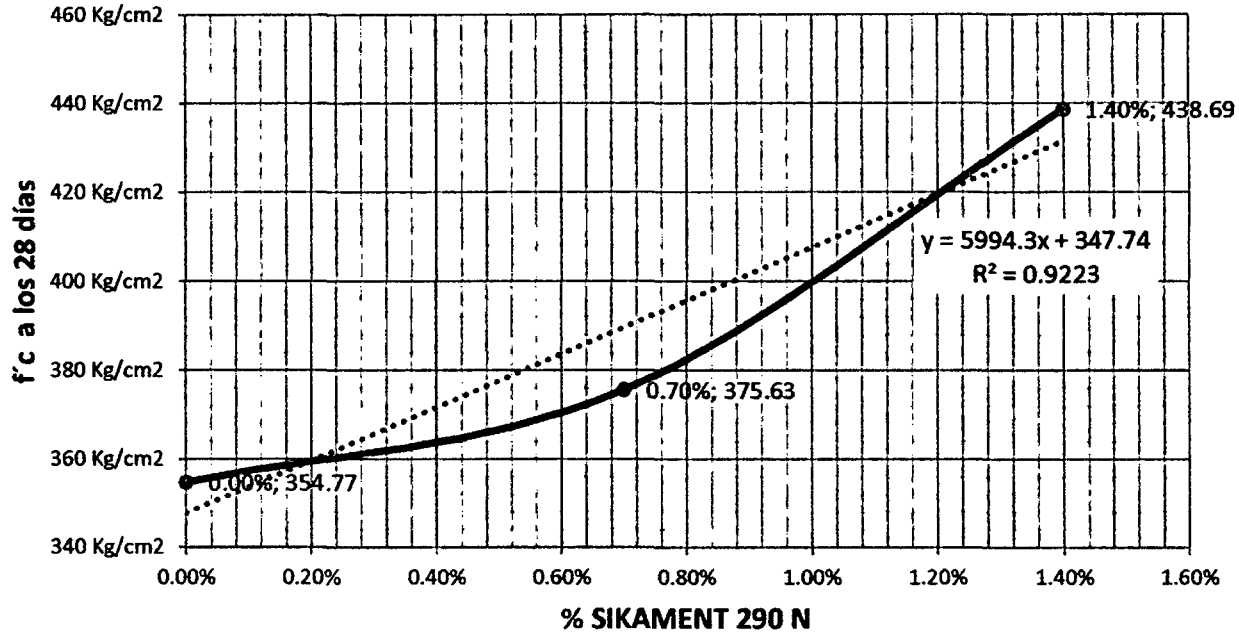


GRAFICO 1: TENDENCIA DE LA RESISTENCIA VS. % DE ADITIVO

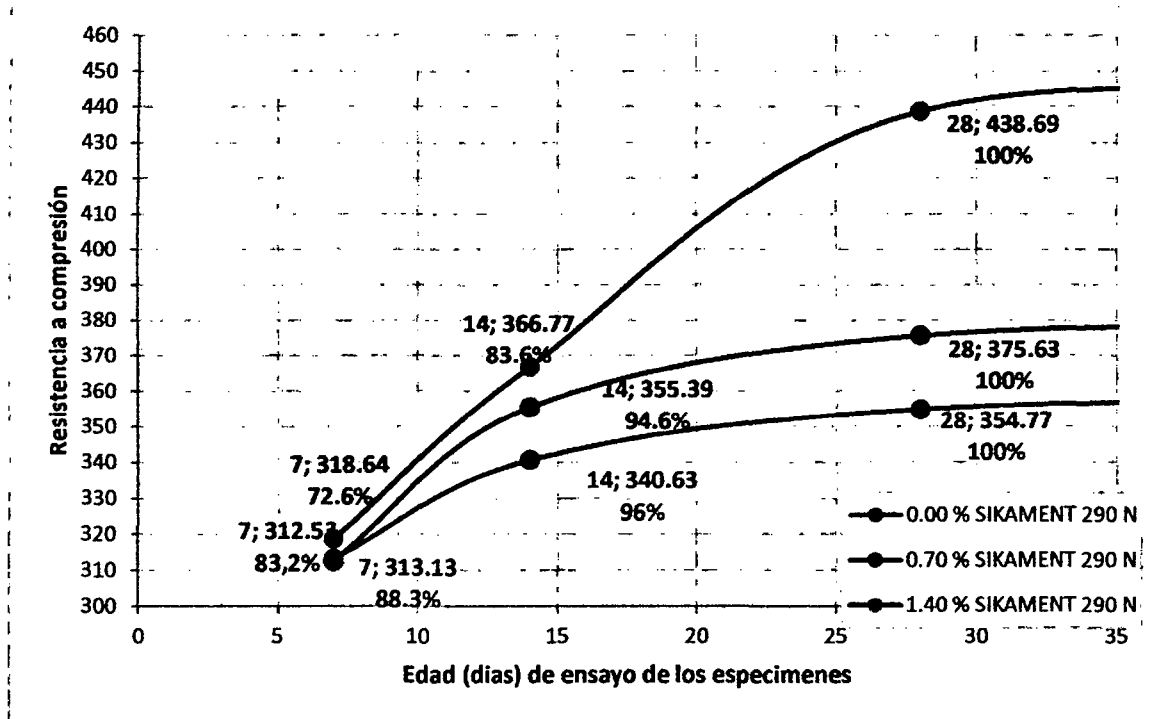


GRAFICO 2: TENDENCIA DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN VS. EDAD Y %DE ADITIVO



3.4.3 Análisis del Módulo de elasticidad del Concreto.

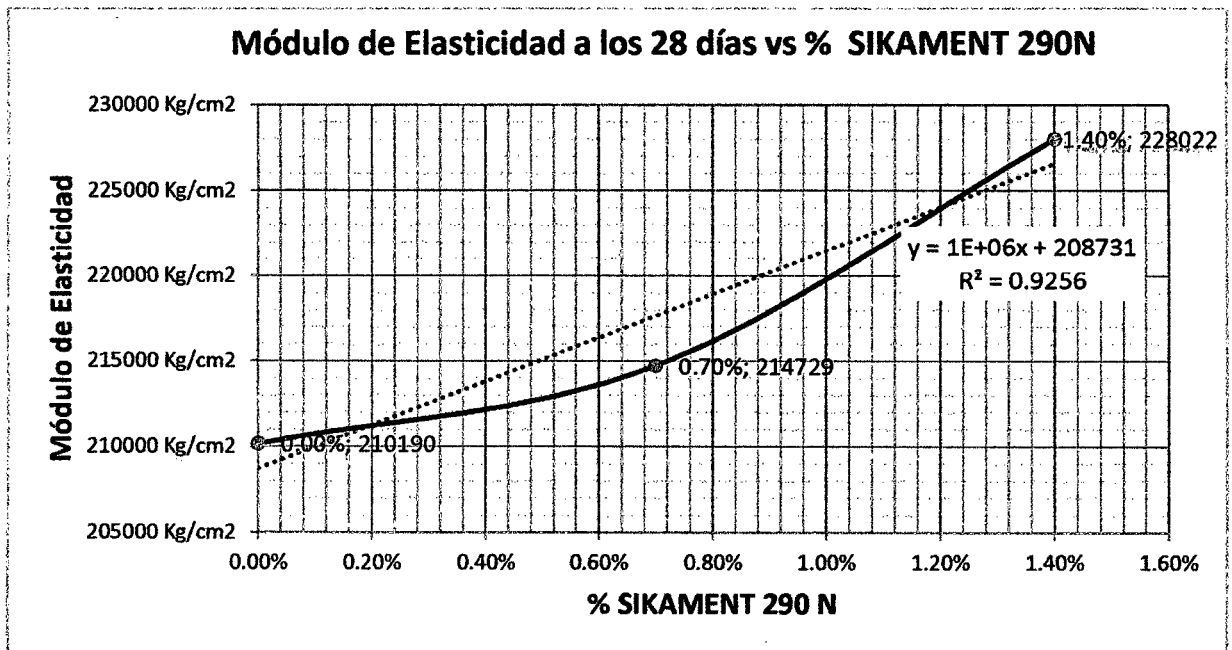


GRAFICO 3. TENDENCIA DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD VS. % DE ADITIVO



RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS VS. TRATAMIENTO

| Fuente de variabilidad | GL | SC | CM | F | P |
|------------------------|----|------|-----|------|----------|
| Tratamiento | 2 | 227 | 113 | 0.98 | 0.387 ns |
| Error | 27 | 3115 | 115 | | |
| Total | 29 | 3342 | | | |

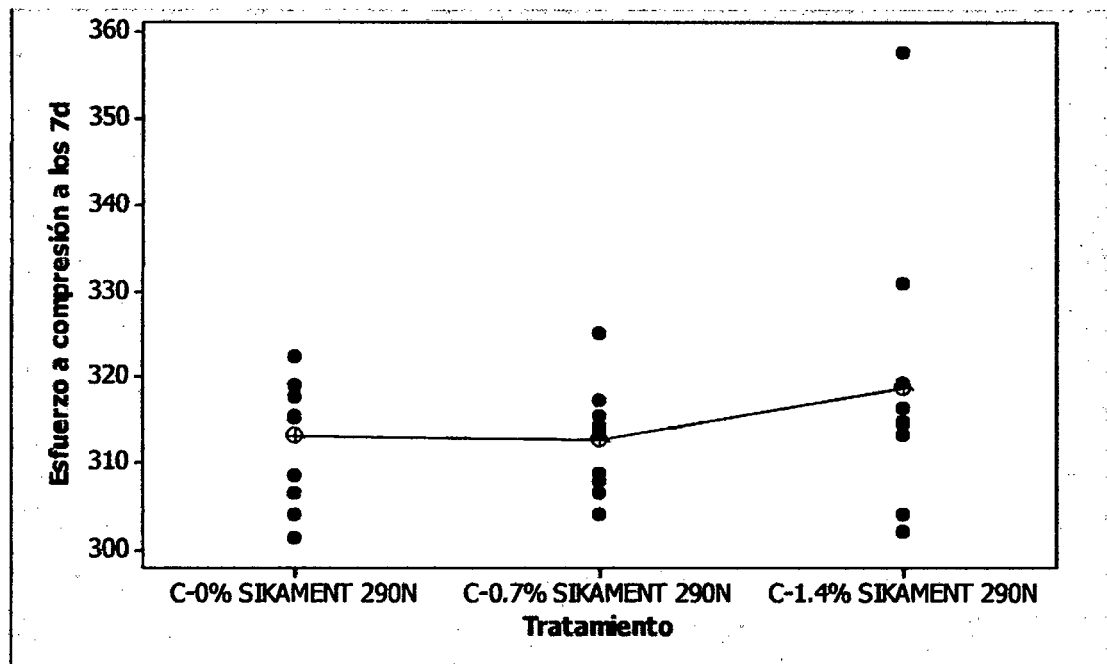
*: Con significación estadística en el ANOVA ($0.01 < P < 0.05$); **: con alta significación estadística en el ANOVA ($P < 0.01$); ns: sin diferencia estadística en el ANOVA ($P > 0.05$) GL(Grados de Libertad), SC(Suma de cuadrados), CM(Cuadrado Medio), F(F calculado)

AGRUPACIÓN DE INFORMACIÓN UTILIZANDO EL MÉTODO DE TUKEY

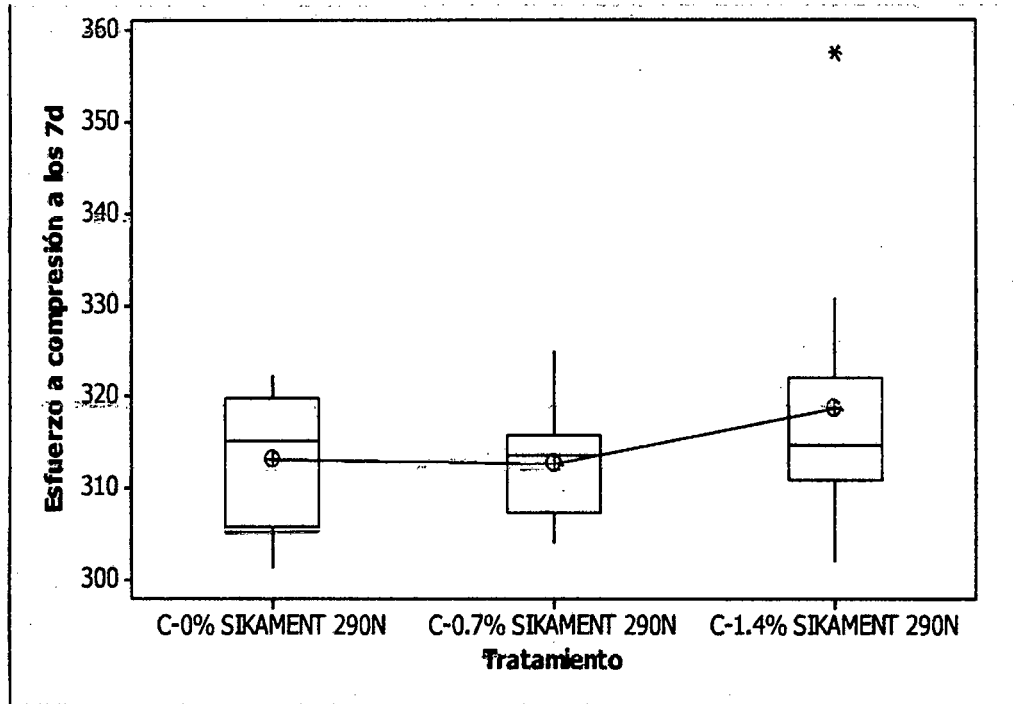
| Tratamiento | Número de Repeticiones | Media (Kg/m ²) | Desv. Est. (Kg/m ²) | Agrupación(*) |
|----------------------|------------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------|
| C-0% SIKAMENT 290N | 10 | 313.13 | 7.65 | A |
| C-0.7% SIKAMENT 290N | 10 | 312.53 | 6.14 | A |
| C-1.4% SIKAMENT 290N | 10 | 318.64 | 15.81 | A |

Desv. Est. agrupada = 10.74

(*)Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
 Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%
 Nivel de confianza individual = 98.00%



GRAFICA 4: VALORES INDIVIDUALES DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS VS. TRATAMIENTO DE CONCRETO



GRAFICA 5: CAJA DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS



RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS VS. TRATAMIENTO

| Fuente de variabilidad | GL | SC | CM | F | P |
|------------------------|----|------|------|------|---------|
| Tratamiento | 2 | 3436 | 1718 | 9.86 | 0.001** |
| Error | 27 | 4707 | 174 | | |
| Total | 29 | 8143 | | | |

*: 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 cuadrados), CM(Cuadrado Medio), F(F calculado)

AGRUPACIÓN DE INFORMACIÓN UTILIZANDO EL MÉTODO DE TUKEY

| Tratamiento | Número de Repeticiones | Media (Kg/m ²) | Desv. Est. (Kg/m ²) | Agrupación(*) |
|----------------------|------------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------|
| C-0% SIKAMENT 290N | 10 | 340.63 | 6.20 | A |
| C-0.7% SIKAMENT 290N | 10 | 355.39 | 10.19 | B |
| C-1.4% SIKAMENT 290N | 10 | 366.77 | 19.51 | B |

Desv. Est. agrupada = 13.20

(*)Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
 Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%
 Nivel de confianza individual = 98.00%

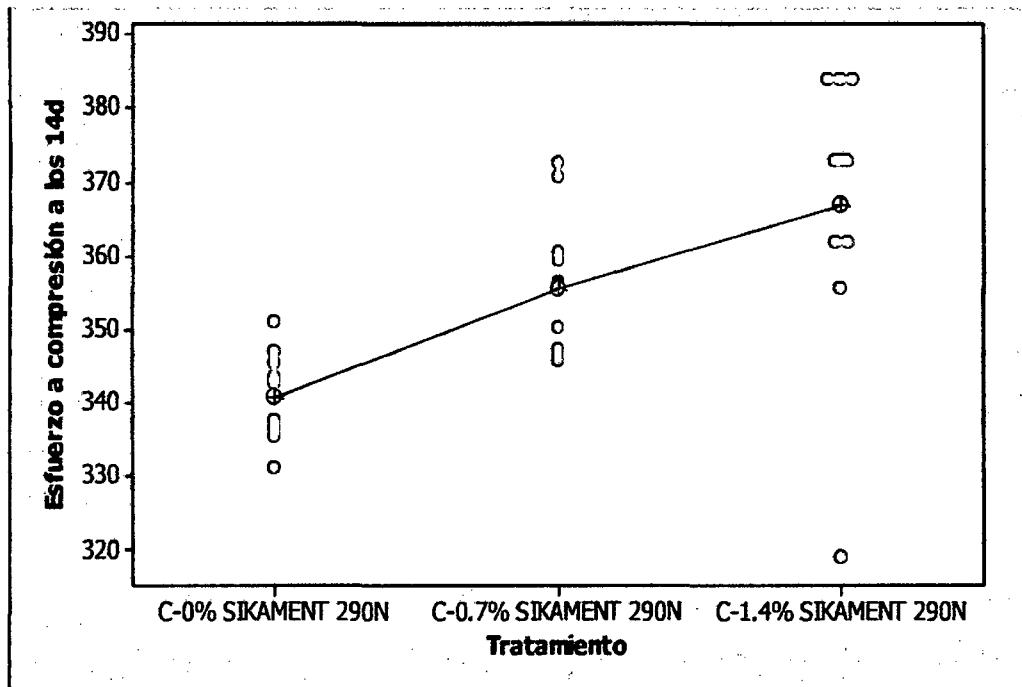


GRÁFICO 6: VALORES INDIVIDUALES DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS VS. TRATAMIENTO DE CONCRETO

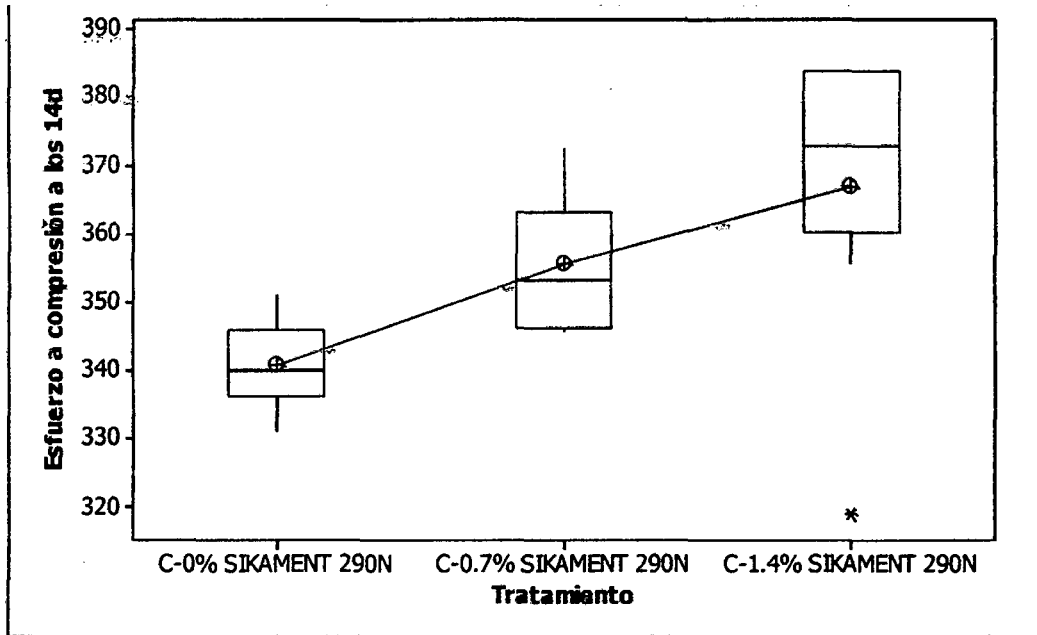


GRÁFICO 7: CAJA DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS



RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS VS. TRATAMIENTO

| Fuente de variabilidad | GL | SC | CM | F | P |
|------------------------|----|---------|---------|--------|---------|
| Tratamiento | 2 | 38180.3 | 19090.2 | 223.78 | 0.000** |
| Error | 27 | 2303.3 | 85.3 | | |
| Total | 29 | 40483.6 | | | |

*: 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 cuadrados), CM(Cuadrado Medio), F(F calculado)

AGRUPACIÓN DE INFORMACIÓN UTILIZANDO EL MÉTODO DE TUKEY

| Tratamiento | Número de Repeticiones | Media (Kg/m ²) | Dev. Est. (Kg/m ²) | Agrupación(*) |
|----------------------|------------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------|
| C-0% SIKAMENT 290N | 10 | 354.77 | 9.79 | A |
| C-0.7% SIKAMENT 290N | 10 | 375.63 | 8.38 | B |
| C-1.4% SIKAMENT 290N | 10 | 438.69 | 9.48 | C |

Dev. Est. agrupada = 9.24

(*) Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
 Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%
 Nivel de confianza individual = 98.00%

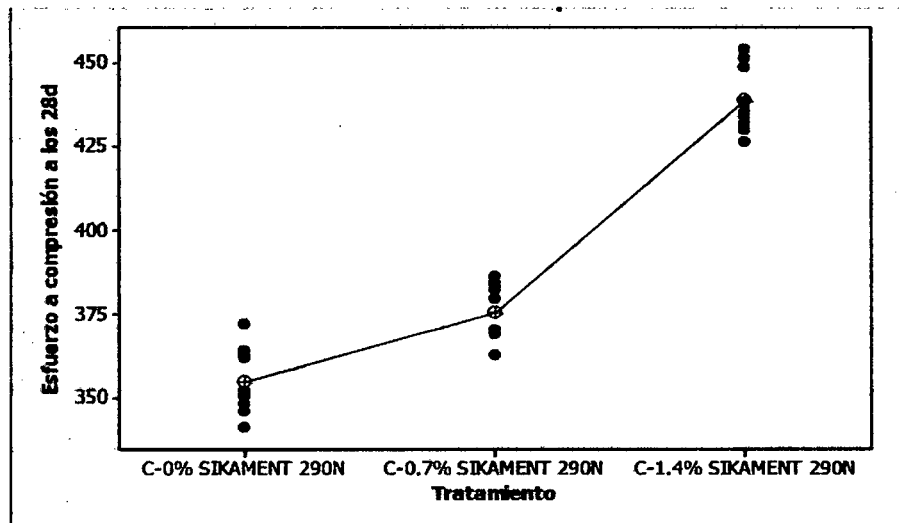


GRÁFICO 8: VALORES INDIVIDUALES DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS VS. TRATAMIENTO DE CONCRETO

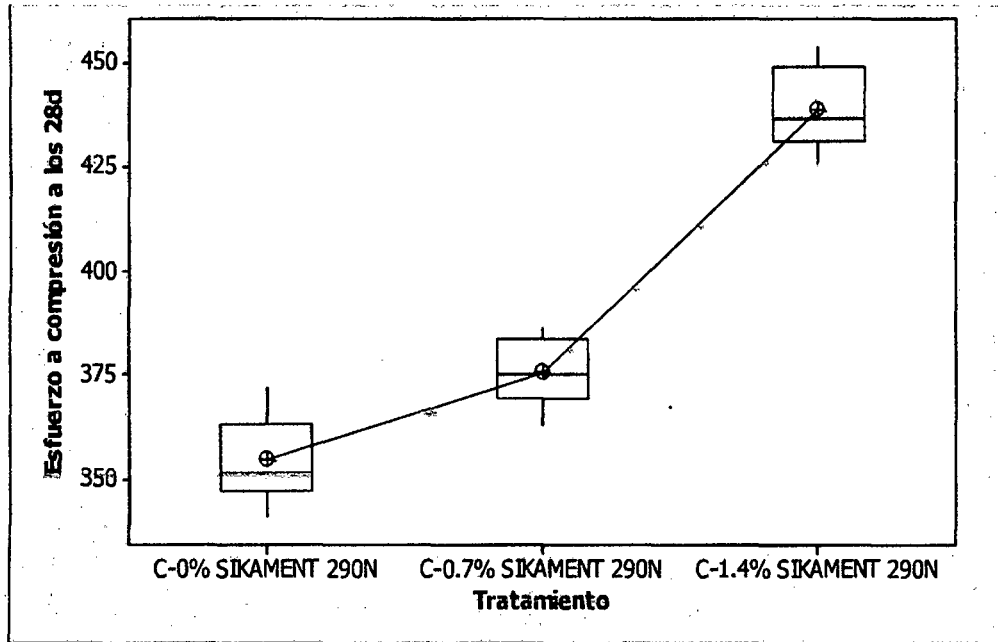


GRÁFICO 9: CAJA DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS



ESTÁNDARES DE CONTROL DE CONCRETO EN RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS

| Tratamiento | Desviación Estándar (Kg/m ²) | Estándar de control |
|--|--|---------------------|
| C-BL(0.23%MMF) | 9.79 | Excelente |
| C-ML(1.24%MMF) | 8.38 | Excelente |
| C-SL(2.21%MMF) | 9.48 | Excelente |
| Desviación Estándar agrupada = 9.24Kg/m ² | | Excelente |

UNIDIRECCIONAL: MÓDULO DE ELASTICIDAD (28 DÍAS) VS. TRATAMIENTO

| Fuente de variabilidad | GL | SC | CM | F | P |
|------------------------|----|------------|-----------|--------|---------|
| Tratamiento | 2 | 1717566085 | 858783043 | 219.37 | 0.000** |
| Error | 27 | 105698628 | 3914764 | | |
| Total | 29 | 1823264714 | | | |

*: 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 ($P > 0.05$)

AGRUPACIÓN DE INFORMACIÓN UTILIZANDO EL MÉTODO DE TUKEY

| Tratamiento | Número de Repeticiones | Media (Kg/m ²) | Desv. Est. | Agrupación(*) |
|----------------------------|------------------------|----------------------------|------------|---------------|
| C-BL(0.23%MMF) | 10 | 210190 | 2.175 | A |
| C-ML(1.24%MMF) | 10 | 214729 | 1.825 | B |
| C-SL(2.21%MMF) | 10 | 228022 | 1.919 | C |
| Desv. Est. agrupada = 1979 | | | | |

(*)Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
 Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%
 Nivel de confianza individual \approx 98.00%.

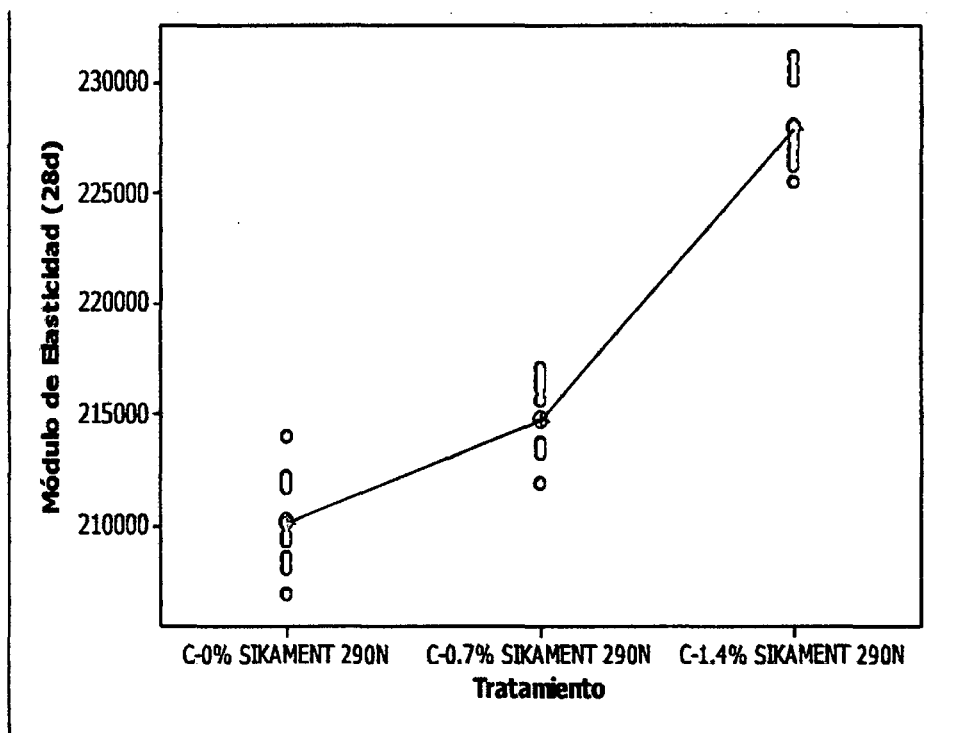
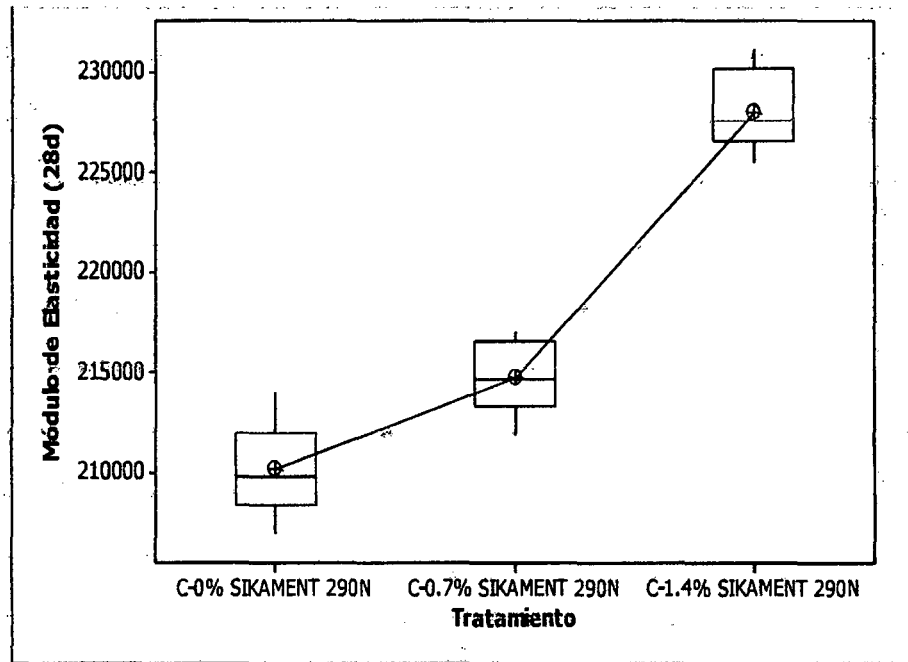


GRAFICO 10: VALORES INDIVIDUALES DE MÓDULO DE ELASTICIDAD (28 DÍAS) VS. TRATAMIENTO DE CONCRETO



GRÁFICA 11: CAJA DE MÓDULO DE ELASTICIDAD (28 DÍAS)



BIBLIOGRAFÍA

1. Libros

- A.M.Neville y J.J. Brooks (1998). **Tecnología del concreto**. México. Editorial Trillas.329p.
- Comisión Federal de Electricidad (1994). **Manual de Tecnología del Concreto**. México. Instituto de Ingeniería UNAM. Limusa Noriega Editores. Sección 1, Definición y requisitos de los componentes del concreto. 258p.
- Comisión Federal de Electricidad (1994). **Manual de Tecnología del Concreto**. México. Instituto de Ingeniería UNAM. Limusa Noriega Editores. Sección 2, Concreto fresco y en curso de endurecimiento. 262p.
- Enrique Pasquel C. (2011). **Nuevas Tendencias en Edificaciones Urbanas e Industriales, Comportamiento de los Materiales y sus Posibilidades Estructurales**. UPC Escuela de Postgrado.
- Enrique Rivva López (2002). **Concretos de alta resistencia**. Lima, PE. Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Enrique Riva López (2010). **Concreto Tomo 2 Diseño de Mezclas**. Fondo Editorial ICG.192p.
- Flavio Abanto Castillo. **Tecnología Del Concreto**. Editorial San Marcos pp. 239.
- Libia Gutiérrez de López(2003). **El concreto y otros materiales para la construcción**, Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.
- Steven H. Kosmatka y colaboradores (2004). **Diseño y control de mezclas de Concreto**. EE.UU. Portland Cement Association. Fondo Editorial ICG.
- **Materiales de construcción; curado del concreto**. Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas", UCA. Departamento de Mecánica Estructural, San Salvador.

2. Tesis:



- Álvarez M,A; Marín L.E. 2007. *Ventajas económicas usando aditivos en un diseño de mezclas de hormigón de $f'c=175/210\text{Kg/cm}^2$, con cantera de río en la Ciudad de Cajamarca*. Tesis de pregrado Ing. civil. Cajamarca, PE. Universidad Nacional de Cajamarca. 379p.
- Basauri L,M. 2010. *Diseño para obtener concreto $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ con la incorporación de Aditivo Plastificante (Rheobuild 1000), Empleando agregados de la Cantera Rodolfito (Cantera Cajamarca – ciudad de Dios Km 5.00*. Tesis de pregrado Ing. civil. Cajamarca, PE. Universidad Nacional de Cajamarca. 182p.
- Chávez M,A; Seminario F; Salazar F.E. 2006. *Estudio del concreto empleando agregado de la cantera Sangal Carretera Cajamarca – Combayo) y cantera Km 14+00 (Carretera Cajamarca – Chilete) para $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ utilizando aditivos euco 37, Euowe-91 y Polyheed Ry*. Tesis de pregrado Ing. civil. Cajamarca, PE. Universidad Nacional de Cajamarca. 244p.
- Joo G.A; 2003. *Comportamiento del concreto con el aditivo plastificante reductor de Agua y retardante de fragua EucoWr51*. Tesis. Piura, PE. Resumen. 1p.
- Hernández C.A; 2005. *Plastificantes para el hormigón. Tesis pregrado constructor civil. Valdivia, CL*. Universidad Austral de Chile.109p.
- Mena J; 2004. *Variación en las características de fluidez en mezclas de concreto mediante la modificación de aditivo y agua para la obtención de un concreto auto compactable*. Tesis pregrado constructor civil. CR. Instituto tecnológico de Costa Rica. 52p.

Ing. Gianfranco Ottazzi Pasino, "*Material de Apoyo para la Enseñanza de los Cursos de Diseño y Comportamiento del Concreto Armado*", TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN INGENIERÍA CIVIL, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, ESCUELA DE GRADUADOS, Lima – Perú, 2004.

3. Páginas de internet

<http://www.monografias.com/trabajos58/produccion-cemento/produccion-cemento.shtml>

(revisado el 03/01/2013)

icc.ucv.cl/hormigon/aditivos.doc (revisado el 03/01/2013)



per.sika.com/dms/getredirect.get/pe01.webdms.sika.com/98

<http://www.ficunfv.com/articulos/46-articulos/229-probetas-de-concreto-norma-astm-c31>(revisado el 03/01/2013)

<ftp://ftp.unicauca.edu.co/cuentas/harenas/docs/PRACTICA%20INVESTIGATIVA%201/11%20dise%C3%B1o%20de%20mezclas.pdf> (revisado el 03/01/2013)

<http://catarina.udlap.mx/udi/tales/documentos/lic/ayalae/capitulo3.pdf> (revisado el 03/01/2013)

<http://documentos.dicym.uson.mx/resp2008/acreditacion%20civil%202008/5.-%20proceso%20de%20ense%C3%B1anza%20aprendizaje/5.1/archivos%20en%20PDF/UNI-IT-CO-06%20ELABORACION%20Y%20CURADO%20DE%20ESPECIMENES%20DE%20CONCRETO.pdf>(revisado el 03/01/2013)

<http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/30542/1/Tesis.pdf> (revisado el 03/01/2013)

[http://Agregados\(página2\)-Monografias.com.mht](http://Agregados(página2)-Monografias.com.mht) (revisado el 17/03/2013)



APENDICES



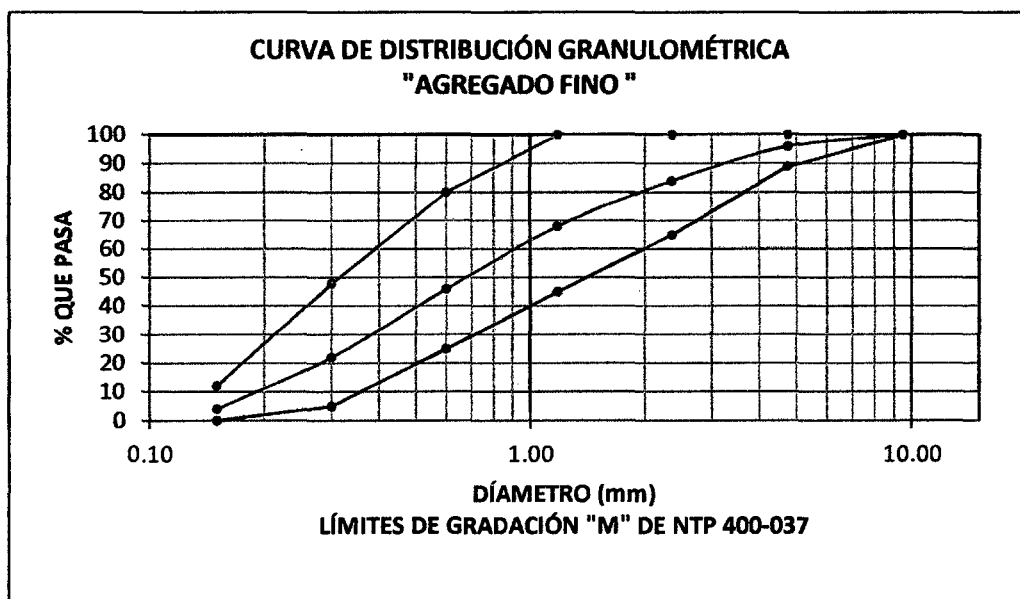
PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO

APENDICE 1: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y MÓDULO DE FINURA, AGREGADO FINO ENSAYO 01

| Peso de tara | Peso de material + tara | | Peso de material | | | |
|----------------|-------------------------|-----------------|------------------|--------|--------------|----------|
| 265.60gr | 1226.30gr | | 960.70gr | | | |
| N° Tara | Peso de tara | Peso mat.+ tara | Peso Mat. | % Ret. | % Ret. Acum. | % Q Pasa |
| 9.50 mm 3/8" | 456.90gr | 1417.60gr | 960.70gr | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 4.75 mm N°4 | 456.90gr | 494.20gr | 37.30gr | 3.88 | 3.88 | 96.12 |
| 2.36 mm N°8 | 737.70gr | 852.70gr | 115.00gr | 11.97 | 15.85 | 84.15 |
| 1.18 mm N°16 | 391.60gr | 544.00gr | 152.40gr | 15.86 | 31.72 | 68.28 |
| 0.60 mm N°30 | 414.00gr | 622.20gr | 208.20gr | 21.67 | 53.39 | 46.61 |
| 0.30 mm N°50 | 367.10gr | 596.60gr | 229.50gr | 23.89 | 77.28 | 22.72 |
| 0.15 mm N°100 | 297.30gr | 470.30gr | 173.00gr | 18.01 | 95.28 | 4.72 |
| 0.075 mm N°200 | 297.30gr | 338.70gr | 41.40gr | 4.31 | 99.59 | 0.41 |
| Cazoleta | 274.10gr | 278.00gr | 3.90gr | 0.41 | 100.00 | 0.00 |
| Peso Total | | | 960.70gr | 100.00 | | |
| mf= | 2.77 | | | | | |

$$MF = \frac{\sum \%ACUMULADOS \text{ RETENIDO (1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100)}}{100}$$

MF = 2.77





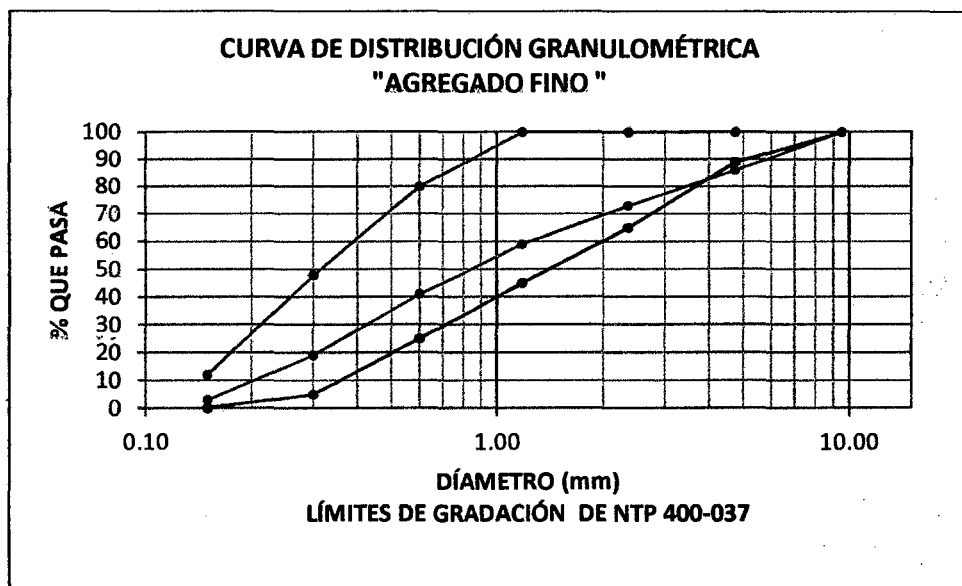
**APENDICE 2: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y MÓDULO DE FINURA, AGREGADO FINO:
 ENSAYO 02**

| | | |
|--------------|-------------------------|------------------|
| Peso de tara | Peso de material + tara | Peso de material |
| 265.60gr | 1465.60gr | 1200.00gr |

| N° Tara | Peso de tara | Peso mat.+ tara | Peso Mat. | % Ret. | % Ret. Acum. | % Q Pasa |
|----------------|--------------|-----------------|-----------|--------|--------------|----------|
| 9.50 mm 3/8" | 456.90gr | 1656.90gr | 1200.00gr | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 4.75 mm N°4 | 457.00gr | 608.30gr | 151.30gr | 12.61 | 12.61 | 87.39 |
| 2.36 mm N°8 | 737.90gr | 902.70gr | 164.80gr | 13.73 | 26.34 | 73.66 |
| 1.18 mm N°16 | 391.70gr | 549.40gr | 157.70gr | 13.14 | 39.48 | 60.52 |
| 0.60 mm N°30 | 414.00gr | 632.60gr | 218.60gr | 18.22 | 57.70 | 42.30 |
| 0.30 mm N°50 | 367.10gr | 631.20gr | 264.10gr | 22.01 | 79.71 | 20.29 |
| 0.15 mm N°100 | 297.30gr | 486.80gr | 189.50gr | 15.79 | 95.50 | 4.50 |
| 0.075 mm N°200 | 297.30gr | 345.00gr | 47.70gr | 3.98 | 99.48 | 0.52 |
| Cazoleta | 274.10gr | 280.40gr | 6.30gr | 0.52 | 100.00 | 0.00 |
| Peso Total | | | 1200.00gr | 100.00 | | |

$$MF = \frac{\sum \%ACUMULADOS\ RETENIDO\ (1\ 1/2",\ 3/4",\ 3/8",\ N^{\circ}4,\ N^{\circ}8,\ N^{\circ}16,\ N^{\circ}30,\ N^{\circ}50\ y\ N^{\circ}100)}{100}$$

mf= 3.11





**APENDICE 3: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y MÓDULO DE FINURA, AGREGADO FINO:
 ENSAYO 03**

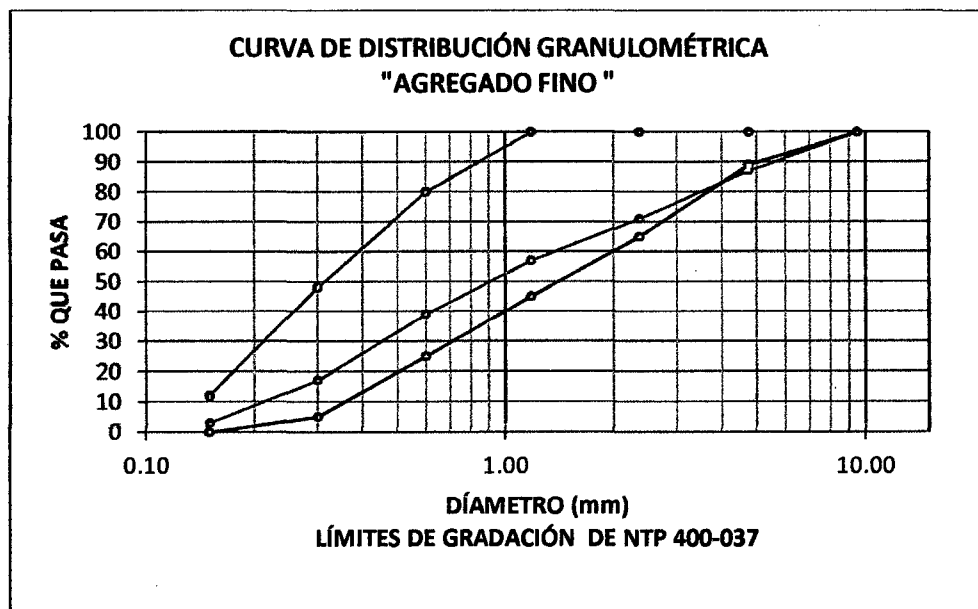
| | | |
|--------------|-------------------------|------------------|
| Peso de tara | Peso de material + tara | Peso de material |
| 265.60gr | 1465.60gr | 1200.00gr |

| N° Tara | Peso de tara | Peso mat.+ tara | Peso Mat. | % Ret. | % Ret. Acum. | % Q Pasa |
|----------------|--------------|-----------------|-----------|--------|--------------|----------|
| 9.50 mm 3/8" | 456.90gr | 1656.90gr | 1200.00gr | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 4.75 mm N°4 | 456.90gr | 595.10gr | 138.20gr | 11.52 | 11.52 | 88.48 |
| 2.36 mm N°8 | 737.80gr | 924.80gr | 187.00gr | 15.58 | 27.10 | 72.90 |
| 1.18 mm N°16 | 391.70gr | 554.90gr | 163.20gr | 13.60 | 40.70 | 59.30 |
| 0.60 mm N°30 | 414.00gr | 632.20gr | 218.20gr | 18.18 | 58.88 | 41.12 |
| 0.30 mm N°50 | 367.10gr | 629.30gr | 262.20gr | 21.85 | 80.73 | 19.27 |
| 0.15 mm N°100 | 297.30gr | 466.30gr | 169.00gr | 14.08 | 94.82 | 5.18 |
| 0.075 mm N°200 | 298.30gr | 355.00gr | 56.70gr | 4.73 | 99.54 | 0.46 |
| Cazoleta | 274.00gr | 279.50gr | 5.50gr | 0.46 | 100.00 | 0.00 |
| Peso Total | | | 1200.00gr | 100.00 | | |

$$MF = \frac{\sum \%ACUMULADOS\ RETENIDO\ (1\ 1/2",\ 3/4",\ 3/8",\ N^{\circ}4,\ N^{\circ}8,\ N^{\circ}16,\ N^{\circ}30,\ N^{\circ}50\ y\ N^{\circ}100)}{100}$$

Mf =3.14

MODULO DE FINURA PROMEDIO DEL AGREGADO FINO = 3.01





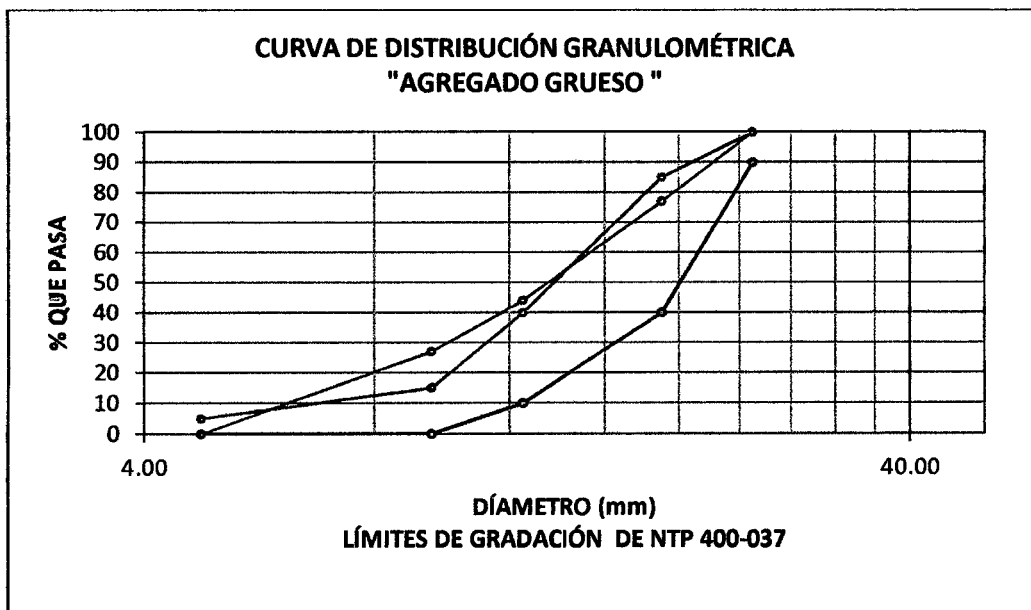
**APENDICE 4: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y MÓDULO DE FINURA, AGREGADO GRUESO:
 ENSAYO 01**

| | | |
|--------------|-------------------------|------------------|
| Peso de tara | Peso de material + tara | Peso de material |
| 265.60gr | 5017.00gr | 4751.40gr |

| N° Tara | Peso de tara | Peso mat.+ tara | Peso Mat. | % Ret. | % Ret. Acum. | % Q Pasa |
|---------------|--------------|-----------------|-----------|--------|--------------|----------|
| 25 mm 1" | 277.70gr | 5029.10gr | 4751.40gr | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 19 mm 3/4" | 147.10gr | 1209.00gr | 1061.90gr | 22.35 | 22.35 | 77.65 |
| 12.50 mm 1/2" | 148.30gr | 1705.20gr | 1556.90gr | 32.77 | 55.12 | 44.88 |
| 9.50 mm 3/8" | 277.70gr | 1098.80gr | 821.10gr | 17.28 | 72.40 | 27.60 |
| 4.75 mm N°4 | 231.30gr | 1542.80gr | 1311.50gr | 27.60 | 100.00 | 0.00 |
| Peso Total | | | 4751.40gr | | | |

$$MF = \frac{\sum \%ACUMULADOS\ RETENIDO\ (1\frac{1}{2}" , 3\frac{1}{4}" , 3\frac{3}{8}" , N^{\circ}4) + 500}{100}$$

mf=6.95





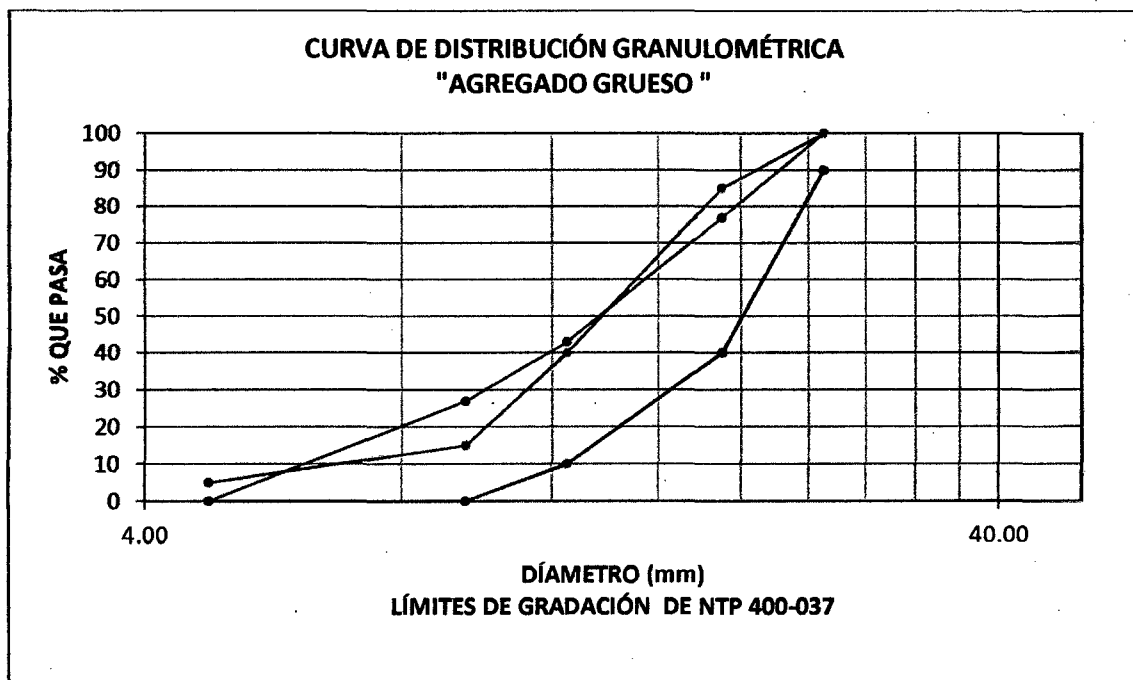
APENDICE 5: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y MÓDULO DE FINURA, AGREGADO GRUESO: Ensayo 02

| | | |
|--------------|----------------------------|------------------|
| Peso de tara | Peso de material + tara | Peso de material |
| 265.60gr | 5507.10gr | 5241.50gr |

| N° Tara | Peso de tara | Peso mat.+ tara | Peso Mat. | % Ret. | % Ret. Acum. | % Q Pasa |
|---------------|--------------|-----------------|-----------|--------|--------------|----------|
| 25 mm 1" | 277.70gr | 5519.20gr | 5241.50gr | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 19 mm 3/4" | 147.10gr | 1329.50gr | 1182.40gr | 22.56 | 22.56 | 77.44 |
| 12.50 mm 1/2" | 148.30gr | 1934.70gr | 1786.40gr | 34.08 | 56.64 | 43.36 |
| 9.50 mm 3/8" | 275.40gr | 1116.00gr | 840.60gr | 16.04 | 72.68 | 27.32 |
| 4.75 mm N°4 | 231.20gr | 1663.30gr | 1432.10gr | 27.32 | 100.00 | 0.00 |
| Peso Total | | | 5241.50gr | | | |

$$MF = \frac{\sum \%ACUMULADOS\ RETENIDO\ (1\ 1/2",\ 3/4",\ 3/8",\ N^{\circ}4) + 500}{100}$$

Mf = 6.95





APENDICE 6: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y MÓDULO DE FINURA, AGREGADO GRUESO: Ensayo 03

| | | |
|--------------|-------------------------|------------------|
| Peso de tara | Peso de material + tara | Peso de material |
| 265.60gr | 5934.15gr | 5668.55gr |

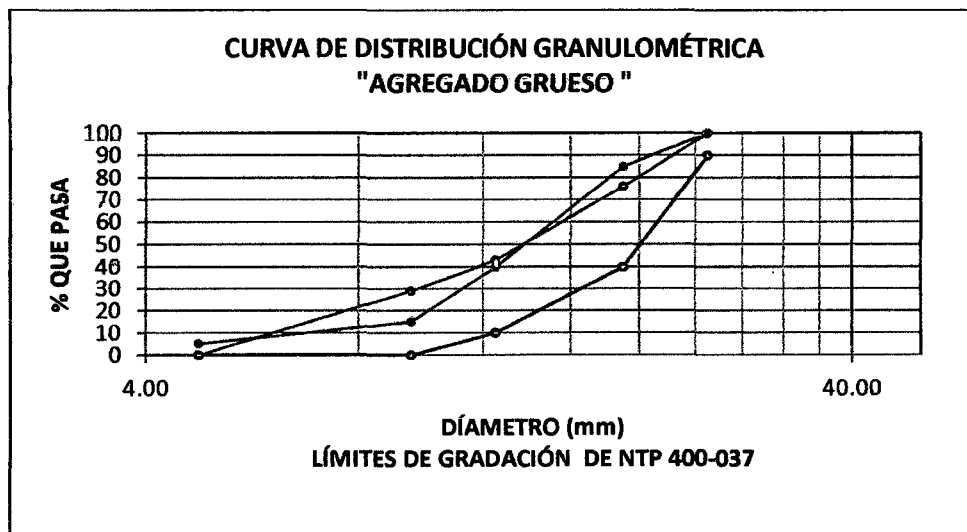
| Nº Tara | Peso de tara | Peso mat.+ tara | Peso Mat. | % Ret. | % Ret. Acum. | % Q Pasa |
|---------------|--------------|-----------------|-----------|--------|--------------|----------|
| 25 mm 1" | 277.70gr | 5946.25gr | 5668.55gr | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 19 mm 3/4" | 147.10gr | 1269.25gr | 1322.50gr | 23.33 | 23.33 | 76.67 |
| 12.50 mm 1/2" | 148.30gr | 2005.00gr | 1856.70gr | 32.75 | 56.08 | 43.92 |
| 9.50 mm 3/8" | 277.70gr | 1107.40gr | 829.70gr | 14.64 | 70.72 | 29.28 |
| 4.75 mm N°4 | 231.30gr | 1890.95gr | 1659.65gr | 29.28 | 100.00 | 0.00 |
| Peso Total | | | 5668.55gr | | | |

$$MF = \frac{\sum \%ACUMULADOS\ RETENIDO (1", 3/4", 3/8", N^{\circ}4) + 500}{100}$$

MF = 6.94

MODULO DE FINURA PROMEDIO
 DEL AGREGADO GRUESO = 6.95

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL = 3/4"





APENDICE 7: PESO ESPECÍFICO

Agregado fino

| Datos | Muestra 01 | Muestra 02 | Muestra 03 |
|---|---|------------|------------|
| Wo = | 482.50 | 482.30 | 482.40 |
| probeta | 548.60 | 197.60 | 808.90 |
| probeta+agua | 1048.60 | 697.60 | 1308.90 |
| Wo+probeta+agua | 1343.50 | 992.00 | 1605.40 |
| V = | 500.00 | 500.00 | 500.00 |
| Va = | 312.40 | 312.10 | 314.10 |
| Donde : | | | |
| Wo = | Peso en aire de la muestra secada en el horno gr. | | |
| V = | Volumen de la probeta cm ³ . | | |
| Va = | Volumen del agua añadida a la probeta cm ³ . | | |
| PESO ESPECÍFICO DE MASA | | | |
| Pe.masa = | $Wo/(V-Va)$ | = | 2.58 |
| Datos | Muestra 01 | Muestra 02 | Muestra 03 |
| Pe.masa | 2.57 | 2.57 | 2.59 |
| PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA | | | |
| Pe.sss = | $500/(V-Va)$ | = | 2.67 |
| Datos | Muestra 01 | Muestra 02 | Muestra 03 |
| Pe.sss | 2.67 | 2.66 | 2.69 |
| PORCENTAJE DE ABSORCIÓN | | | |
| Ab (%)= | $(500-Wo)*100/Wo$ | = | 3.65 |
| Datos | Muestra 01 | Muestra 02 | Muestra 03 |
| Ab (%) | 3.63 | 3.67 | 3.65 |



APENDICE 8: PESO ESPECÍFICO Agregado grueso

| Datos | Muestra 01 | Muestra 02 | Muestra 03 |
|-------|------------|------------|------------|
| A= | 3003.70 | 2998.10 | 2668.70 |
| B= | 3082.80 | 3076.20 | 2739.20 |
| C= | 1907.00 | 1900.10 | 1693.50 |

Donde :

A =Peso en aire de la muestra secada en el horno Kg.

B = Peso en aire de la muestra saturada con superficie seca Kg.

C = Peso sumergido de la muestra saturada Kg.

PESO ESPECÍFICO DE MASA

| Pe.masa = | A/(B-C) | = | 2.55 |
|-----------|------------|------------|------------|
| Datos | Muestra 01 | Muestra 02 | Muestra 03 |
| Pe.masa | 2.55 | 2.55 | 2.55 |

PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA

| Pe.sss = | B/(B-C) | = | 2.62 |
|----------|------------|------------|------------|
| Datos | Muestra 01 | Muestra 02 | Muestra 03 |
| Pe.sss | 2.62 | 2.62 | 2.62 |

PORCENTAJE DE ABSORSIÓN

| Ab (%)= | (B-A)*100/A | = | 2.63 |
|---------|-------------|------------|------------|
| Datos | Muestra 01 | Muestra 02 | Muestra 03 |
| Ab (%) | 2.63 | 2.60 | 2.64 |



APENDICE 9: CONTENIDO DE HUMEDAD
Agregado fino

| Peso de Tara | Peso de Material húmedo + tara | Peso de Material seco + tara | Peso de Material húmedo | Peso de Material seco | Contenido de Humedad |
|--------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|
| 38.40gr | 593.90gr | 558.60gr | 555.50gr | 520.20gr | 6.79% |
| 38.50gr | 582.00gr | 547.20gr | 543.50gr | 508.70gr | 6.84% |
| 38.70gr | 574.40gr | 540.40gr | 535.70gr | 501.70gr | 6.78% |
| PROMEDIO | | | | | 6.80% |

Agregado grueso

| Peso de Tara | Peso de Material húmedo + tara | Peso de Material seco + tara | Peso de Material húmedo | Peso de Material seco | Contenido de Humedad |
|--------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|
| 275.60gr | 5651.00gr | 5528.80gr | 5375.40gr | 5253.20gr | 2.33% |
| 118.10gr | 1751.40gr | 1715.10gr | 1633.30gr | 1597.00gr | 2.27% |
| 222.40gr | 5320.40gr | 5205.70gr | 5098.00gr | 4983.30gr | 2.30% |

| | |
|----------|-------|
| PROMEDIO | 2.30% |
|----------|-------|

APENDICE 10: PESO UNITARIO
Agregado fino

| Datos | Muestra 01 | Muestra 02 | Muestra 03 |
|-----------------------|------------|------------|------------|
| Peso tara (gr.) | 8210.00 | 8210.00 | 8210.00 |
| Peso A.F + tara (gr.) | 16920.00 | 16950.00 | 16990.00 |
| Peso A.F (gr.) | 8710.00 | 8740.00 | 8780.00 |
| Volumen (cm3) | 5699.71 | 5699.71 | 5699.71 |
| Pu.sss (gr/cm3) | 1.53 | 1.53 | 1.54 |

| | |
|------------------------------------|-------|
| Peso unitario seco suelto (gr/cm3) | 1.534 |
|------------------------------------|-------|

| Datos | Muestra 01 | Muestra 02 | Muestra 03 |
|-----------------------|------------|------------|------------|
| Peso tara (gr.) | 8210.00 | 8210.00 | 8210.00 |
| Peso A.F + tara (gr.) | 17500.00 | 17550.00 | 17550.00 |
| Peso A.F (gr.) | 9290.00 | 9340.00 | 9340.00 |
| Volumen (cm3) | 5699.71 | 5699.71 | 5699.71 |
| Pu.s.c (gr/cm3) | 1.63 | 1.64 | 1.64 |

| | |
|--|-------|
| Peso unitario seco compactado (gr/cm3) | 1.636 |
|--|-------|



APENDICE 11: PESO UNITARIO Agregado grueso

| Datos | Muestra 01 | Muestra 02 | Muestra 03 |
|-----------------------|------------|------------|------------|
| Peso tara (gr.) | 8210.00 | 8210.00 | 8210.00 |
| Peso A.F + tara (gr.) | 16780.00 | 16750.00 | 16700.00 |
| Peso A.F (gr.) | 8570.00 | 8540.00 | 8490.00 |
| Volumen (cm3) | 5699.71 | 5699.71 | 5699.71 |
| Pu.sss (gr/cm3) | 1.50 | 1.50 | 1.49 |

| | |
|------------------------------------|-------|
| Peso unitario seco suelto (gr/cm3) | 1.497 |
|------------------------------------|-------|

| Datos | Muestra 01 | Muestra 02 | Muestra 03 |
|-----------------------|------------|------------|------------|
| Peso tara (gr.) | 8210.00 | 8210.00 | 8210.00 |
| Peso A.F + tara (gr.) | 17270.00 | 17340.00 | 17260.00 |
| Peso A.F (gr.) | 9060.00 | 9130.00 | 9050.00 |
| Volumen (cm3) | 5699.71 | 5699.71 | 5699.71 |
| Pu.s.c (gr/cm3) | 1.59 | 1.60 | 1.59 |

| | |
|--|-------|
| Peso unitario seco compactado (gr/cm3) | 1.593 |
|--|-------|

APENDICE 12: PORCENTAJE DE PARTÍCULAS DE AGREGADO FINO MENORES A LA MALLA N°200

Método seco

| Peso de Tara (gr) | Peso de Material antes de lavar + tara (gr) | Peso de Material antes de lavar (gr) | Peso de Tara (gr) | Peso de Material despues de lavar + tara (gr) | Peso de Material seco (gr) | % de finos |
|-------------------|---|--------------------------------------|-------------------|---|----------------------------|------------|
| 38.40 | 539.60 | 501.20 | 256.60 | 750.00 | 493.40 | 1.58% |
| 38.50 | 528.20 | 489.70 | 1661.20 | 2135.10 | 473.90 | 3.33% |
| 38.50 | 537.15 | 498.65 | 1661.20 | 2144.85 | 483.65 | 3.10% |

| | |
|----------|-------|
| PROMEDIO | 2.67% |
|----------|-------|

Método húmedo

| Peso de Tara (gr) | Peso de Material antes + tara (gr) | Peso de Material antes de lavar (gr) | Peso de Tara (gr) | Peso de Material despues + tara (gr) | Peso de Material seco (gr) | % de finos |
|-------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|----------------------------|------------|
| 256.60 | 781.40 | 524.80 | 256.60 | 778.30 | 521.70 | 0.59% |
| 256.60 | 786.70 | 530.10 | 256.60 | 782.50 | 525.90 | 0.80% |
| 256.60 | 784.90 | 528.30 | 256.60 | 781.20 | 524.60 | 0.71% |

| | |
|----------|-------|
| PROMEDIO | 0.70% |
|----------|-------|



APENDICE 13: RESISTENCIA A LA ABRASIÓN
Agregado grueso

| Peso de Tara | Peso de Material seco +Tara | Peso de Material seco | Peso Mat. seco después del ensayo+Tara | Peso de Material seco después del ensayo | % de material desgastado |
|--------------|-----------------------------|-----------------------|--|--|--------------------------|
| 1661.20gr | 6661.20gr | 5000.00gr | 5531.10gr | 3869.90gr | 22.60% |
| 1661.20gr | 6661.20gr | 5000.00gr | 5419.90gr | 3758.70gr | 24.83% |
| 1661.20gr | 6661.20gr | 5000.00gr | 5468.50gr | 3807.30gr | 23.85% |

Promedio de material no resistente a la abrasión 23.76%



DISEÑO DE MEZCLAS

APENDICE 14: DISEÑO DE MEZCLA BASE- SIN USAR ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE, MEDIANTE EL MÉTODO DEL MÓDULO DE FINURA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS.

Diseño de Mezcla "Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados" con cemento Portland Normal Tipo I- Pacasmayo, para $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$, asumiendo una relación $A/C=0.35$, justificada por experiencia acumulada en trabajos anteriores realizados.

Características de los materiales a usar para la elaboración del concreto:

Cantera donde se extrajeron los materiales: Río Chonta

Características del concreto:

Resistencia a la compresión especificada del concreto: 350 kg/cm^2

Determinación de la resistencia promedio:

$$f'_{cr} = 1.20 \times f'_c = 1.20 \times 350 = 420 \text{ kg/cm}^2$$

Características de los materiales:

AGREGADOS:

ANEXO A. Propiedades físicas de los agregados para el diseño de mezcla.

AGREGADO GRUESO

| | |
|---|---------|
| Tamaño máximo Nominal (Pulg.) | 3/4 " |
| Peso seco compactado (kg/m ³) | 1,497 |
| Peso específico de masa | 2.55 |
| Absorción (%) | 2.66 |
| Contenido de Humedad (%) | 2.33 |
| Perfil del Agregado | Angular |
| Módulo de Finura | 6.95 |

AGREGADO FINO

| | |
|---|--------------------------------------|
| Peso específico de masa grs/cm ³ | 2.58 |
| Absorción (%) | 3.65 |
| Contenido de Humedad (%) | 6.80 |
| Módulo de Finura | 3.101 |
| Cemento | : Portland Normal Tipo I - Pacasmayo |
| Peso específico | : 3.12 gr/cm ³ |



Agua : Agua potable de la ciudad de Cajamarca

Selección del asentamiento :

Tipo de consistencia : Plástica

Asentamiento : 3" a 4"

Tipo de concreto a diseñar : Concreto sin aire incorporado.

Volumen unitario de agua : 185 lt/m³

Volumen de aire total : 2%

Relación Agua/Cemento (A/C) : 0.35....teniendo como referencia la Tabla 12.2.4

Según las experiencias realizadas para éste tipo de concreto se logró determinar dicha relación A/C :0.35

Factor cemento : $185/0.35 = 528.57 \text{ kg/m}^3$

Factor cemento : $468.6/42.5 = 12.44 \text{ bolsas/m}^3$

Cálculo de los volúmenes absoluto de la pasta: $= 0.33743 \text{ m}^3$

Cemento = (Fac. cemento)/(Pe cemento) $= 528.57/(3.12 \times 1000) = 0.1694135 \text{ m}^3$

Agua = (Vol.unit. agua)/(Peso específico agua) $= 185/(1 \times 1000) = 0.185 \text{ m}^3$

Aire=Contenido de aire total% $= 2/100 = 0.02 \text{ m}^3$

Suma de vol.absol. pasta $= 0.1502 + 0.164 + 0.02 = 0.374414 \text{ m}^3$

Vol.absol. agregados $= 1 - \text{vol.absol.pasta} = 1 - 0.374414 = 0.625586 \text{ m}^3$

Cálculo del módulo de finura de la combinación de agregados: 5.20

De los resultados obtenidos de los ensayos realizados correspondientes al módulo de finura se tiene:

Para el Agregado Fino :

mf1 = 3.105; mf2 = 3.129; mf3 = 3.068

mfCA = (mf1+mf2+mf3)/3 = (3.105+3.129+3.068)/3 = 3.101

mfAf = 3.101

Para el Agregado Grueso :

mg1 = 7.102; mg2 = 6.892; mg3 = 7.052

mfAg = (mg1+mg2+mg3)/3 = (7.102+6.892+7.052)/3 = 6.95

mfAg = 6.95

La fórmula del módulo de finura de la combinación de agregados es:

Mc = rf x mf + rg x mg... (α)



Pero: $r_f + r_g = 1... \quad (\beta)$

Donde:

$m_f C_a$ = 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 del agregado.

R_g = Porcentaje de incidencia del agregado grueso en relación al volumen absoluto del agregado global.

Entonces se tiene por tanteos, asumiendo que el valor de "m" óptimo es de 5.20:

$$5.20 = r_f \times 3.101 + 6.95 \times r_g$$

Asumiendo que:

$$r_f = 0.45 \text{ y}$$

$$r_g = 0.55.$$

Entonces $m = 5.20$

-Cálculo de los volúmenes absolutos de los agregados:

$$\text{Vol. Abs. Afino} = 0.625586 \times 0.45 = 0.2815137 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Abs. Agrueso} = 0.625586 \times 0.55 = 0.3440723 \text{ m}^3$$

-Cálculo de los pesos secos de los agregados:

$$\text{Agregado Fino} = 0.2815137 \times 2.58 \times 1000 = 726.31 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso} = 0.3440723 \times 2.55 \times 1000 = 877.38 \text{ kg/m}^3$$

Valores de diseño en laboratorio, de las cantidades de materiales calculados por el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados:

$$\text{Cemento} = 528.57 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua de Diseño} = 185 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agregado Fino Seco} = 726.31 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso Seco} = 877.38 \text{ kg/m}^3$$

Corrección por humedad de los agregados de los valores de diseño:

Contenido de humedad de los agregados:

$$\text{Agregado Fino} = 6.80\%$$

$$\text{Agregado Grueso} = 2.30\%$$

Pesos Húmedos de los Agregados:

$$\text{Agregado Fino} = 726.31 \times 1.068 = 775.70 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso} = 877.38 \times 1.023 = 897.56 \text{ kg/m}^3$$



Humedad Superficial de los Agregados:

$$\text{Agregado Fino} = 6.8\% - 3.65\% = +3.15\%$$

$$\text{Agregado Grueso} = 2.3\% - 2.63\% = -0.33\%$$

Aporte de Humedad de los Agregados:

$$\text{Agregado Fino} = +3.15/100 \times 726.31 = +22.87 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso} = -0.33/100 \times 877.38 = -2.895 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Aporte Total} = +19.97 \text{ lt/m}^3$$

Agua Efectiva:

$$\text{Agua Efectiva} = 185 - 19.97 = 165.00 \text{ lt/m}^3$$

Los pesos de los materiales, ya corregidos por humedad del agregado, a ser empleados en la mezcla, serán:

$$\text{Cemento} = 528.57 \text{ kg/m}^3 / 42.5$$

$$= 12.44 \text{ bolsas}$$

$$\text{Agua de Diseño} = 165 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agregado Fino Húmedo} = 775.70 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso Húmedo} = 897.56 \text{ kg/m}^3$$

Relaciones Agua/Cemento:

$$\text{Relación A/C de Diseño} = 194/554 = 0.35$$

$$\text{Relación A/C Efectiva} = 174/554 = 0.31$$

Proporción en peso de los materiales,

$$\text{ya corregidos por humedad del agregado:} = 528.57/528.57 : 775.7/528.57 : 897.56/528.57 \\ /165/12.44 \text{ lts/saco}$$

$$\text{Proporcionamiento en peso:} \quad 1 : 1.58 : 2.19 / 13.26 \text{ lts/saco}$$

-Cantidad de materiales para la MEZCLA DE PRUEBA de 0.02 m^3 , que permita colar 3 tres probetas estándar de ensayo.

$$\text{- Cemento} = 528.57 \times 0.02 = 10.57 \text{ kg}$$

$$\text{- Agua} = 165 \times 0.02 = 3.30 \text{ lts}$$

$$\text{- A. fino Húmedo} = 775.7 \times 0.02 = 16.43 \text{ kg}$$

$$\text{- A. grueso húmedo} = 897.56 \times 0.02 = 15.51 \text{ kg}$$

$$\text{- PESO DE LA COLADA} = 45.81 \text{ Kg}$$

DATOS OBTENIDOS EN LA MEZCLA DE PRUEBA:

$$\text{- Apariencia de la mezcla} = \text{equilibrada}$$

$$\text{- Agua adicional} = \text{no se uso}$$



- Segregación = no se presento
- Exudación = no se presento
- Peso unitario del concreto fresco = 2394.52 Kg/m^3
- Rendimiento de la mezcla = $45.81/2394.52 = 0.01913 \text{ m}^3$

APENDICE 15: DISEÑO DE MEZCLA USANDO EL 0.7% DEL f'_c EN LA CANTIDAD DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

Método de diseño de mezcla: Módulo de Finura de la Combinación de los Agregados.

Diseño de Mezcla "Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados" con cemento Portland Normal Tipo I- Pacasmayo, para $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$, asumiendo una relación $A/C = 0.35$, justificada por experiencia acumulada en trabajos anteriores realizados.

-Características de los materiales a usar para la elaboración del concreto:

Cantera donde se extraen los materiales: Río Chonta

Características del concreto:

Resistencia a la compresión especificada del concreto: 350 kg/cm^2

Determinación de la resistencia promedio:

$$f'_{cr} = 1.20 \times f'_c = 1.20 \times 350 = 420 \text{ kg/cm}^2$$

Características de los materiales:

AGREGADOS:

ANEXO A: Propiedades físicas de los agregados para el diseño de mezcla.

AGREGADO GRUESO

| | |
|--|------------|
| Tamaño máximo Nominal (Pulg.) | 3/4 " |
| Peso seco compactado (kg/m^3) | 1497 |
| Peso específico de masa (gr/cm^3) | 2.55 |
| Absorción (%) | 2.66 |
| Contenido de Humedad (%) | 2.33 |
| Perfil del Agregado | redondeado |
| Módulo de Finura | 6.95 |

AGREGADO FINO

| | |
|--|-------|
| Peso específico de masa gr/cm^3 | 2.58 |
| Absorción (%) | 3.65 |
| Contenido de Humedad (%) | 6.80 |
| Módulo de Finura | 3.101 |



Cemento : Pacasmayo Tipo I
Peso específico : 3.12 gr/cm³
Agua : Agua potable de la ciudad de Cajamarca
Superplastificante : SIKAMENT- 290N

Diseño de mezcla propiamente dicho:

Selección del asentamiento :

Tipo de consistencia : Plástica

Asentamiento : 3" a 4"

Tipo de concreto a diseñar : Concreto sin aire incorporado.

Vol.unit. agua = 205 - 205×0.20=164 lt/m³

Según la experiencia y los ensayos de concreto en estado fresco se pudo determinar que el aditivo superplastificante SIKAMENTT 290N utilizado reduce la cantidad de agua en un 20% para éste diseño (teniendo en cuenta que la hoja técnica del aditivo precisa que la cantidad de agua que reduce éste aditivo está dentro del rango del 5% al 25%, incidiendo significativamente en esta reducción de agua el perfil del agregado que para este caso es redondeado).

Contenido de aire total : 2%

Relación Agua/Cemento (A/C): 0.35

Según las experiencias realizadas para éste tipo de concreto se logró determinar dicha relación A/C:0.35

Factor cemento = (Vol.unit.agua)/(relación A/C) = 164/0.35 = 468.6 kg/m³

Factor cemento = 468.6/42.5 = 11 bolsas/m³

Cálculo del volúmen absoluto de la pasta:

Cemento = (Fact. cemen.)/(Pe cemento) = 468.6/(3.12×1000) = 0.1502 m³

Agua =(Vol.unit. agua)/(Peso específico agua)=164/(1×1000) = 0.164 m³

Aire =Contenido de aire total% = 2/100 = 0.02 m³

Aditivo = 0.7×468.6/100 = 3.28/1180 = 0.003 m³

Suma de vol.absol. Pasta = 0.1502 + 0.164 + 0.02 + 0.0033 = 0.33743 m³

Volúmenes absolutos de los agregados : 0.603 m³

Vol.absol. agregados = 1 - vol.absol.pasta = 1 - 0.33743 = 0.6626 m³

Cálculo del módulo de finura de la combinación de agregados: 5.20

De los resultados obtenidos de los ensayos realizados correspondientes al módulo de finura se tiene:

Para el Agregado Fino :



$$\begin{aligned}mf1 &= 3.105; & mf2 &= 3.129; & mf3 &= 3.068 \\mfCA &= (mf1+mf2+mf3)/3 & &= (3.105+3.129+3.068)/3 & &= 3.101 \\mfAf &= 3.101\end{aligned}$$

Para el Agregado Grueso :

$$\begin{aligned}mg1 &= 7.102; & mg2 &= 7.118; & mg3 &= 7.052 \\mfAg &= (mg1+mg2+mg3)/3 & &= (7.102+7.118+7.052)/3 & &= 7.091 \\mfAg &= 6.95\end{aligned}$$

La fórmula del módulo de finura de la combinación de agregados es:

$$Mc = rf \times mf + rg \times mg \dots (\alpha)$$

$$\text{Pero: } rf + rg = 1 \dots (\beta)$$

Donde:

mfCa = Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

mf = Módulo de Fineza del Agregado Fino.

Mg = Módulo de Fineza del Agregado Grueso.

Rf = Porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto total del agregado.

Rg = Porcentaje de incidencia del agregado grueso en relación al volumen absoluto del agregado global.

Entonces se tiene por tanteos, asumiendo que el valor de "m óptimo" es de 5.20:

$$5.20 = rf \times 3.101 + 6.95 \times rg$$

Asumiendo que $rf = 0.45$ y

$$rg = 0.55.$$

$$\text{Entonces } m = 5.20$$

-Cálculo de los volúmenes absolutos de los agregados:

$$\text{Vol. Abs. Afino} = 0.6626 \times 0.45 = 0.2983 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Abs. Agrueso} = 0.6626 \times 0.55 = 0.3644 \text{ m}^3$$

-Cálculo de los pesos secos de los agregados:

$$\text{Agregado Fino} = 0.2983 \times 2.58 \times 1000 = 769.36 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso} = 0.3644 \times 2.55 \times 1000 = 929.22 \text{ kg/m}^3$$

Valores de diseño en laboratorio, de las cantidades de materiales calculados por el Método del

Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados:

$$\text{Cemento} = 468.6 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua de Diseño} = 164 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agregado Fino Seco} = 769.36 \text{ kg/m}^3$$



Agregado Grueso Seco = 923.22 kg/m³

Aditivo Sikament 290N = 3.23 lts/m³

Corrección por humedad de los agregados de los valores de diseño:

Contenido de humedad de los agregados:

Agregado Fino = 6.80%

Agregado Grueso = 2.30%

Pesos Húmedos de los Agregados:

Agregado Fino = 769.36×1.068 = 821.68 kg/m³

Agregado Grueso = 923.22×1.023 = 944.45 kg/m³

Humedad Superficial de los Agregados:

Agregado Fino = $6.8\% - 3.65\%$ = +3.15 %

Agregado Grueso = $2.3\% - 2.63\%$ = -0.33 %

Aporte de Humedad de los Agregados:

Agregado Fino = $+3.15/100 \times 769.36$ = + 24.23 lt/m³

Agregado Grueso = $-0.33/100 \times 923.22$ = - 3.047 lt/m³

Aporte Total = +21.18 lt/m³

Agua Efectiva:

Agua Efectiva = $164 - 21.18$ = 142.82 lt/m³

Los pesos de los materiales, ya corregidos por humedad del agregado, a ser empleados en la mezcla, serán:

Cemento = 468.60 kg/m³

Agua de Diseño = 142.82 lt/m³

Agregado Fino Húmedo = 821.68 kg/m³

Agregado Grueso Húmedo = 944.45 kg/m³

Relaciones Agua/Cemento:

Calculo de la cantidad de superplastificante a utilizar:

Superplastificante = 0.70% del Peso del Cemento = 0.07×468.6

Superplastificante = 3.23 lt

Dosificaciones de los diseños de mezclas f'c 350 kg/cm².

Proporcionamiento en peso:

$468.6/468.6 : 821.44/468.6 : 944.45/468.6 / 142.82/11$

Proporcionamiento en peso: 1: .58:2.19 / 13lts/saco



-Cantidad de materiales para la MEZCLA DE PRUEBA de 0.02m³, que permita obtener 3 tres probetas estándar de ensayo.

- Cemento = $468.6 \times 0.02 = 9.372 \text{ kg}$
- Agua = $142.82 \times 0.02 = 2.86 \text{ lts}$
- A. Fino Húmedo = $821.68 \times 0.02 = 16.43 \text{ kg}$
- A. Grueso húmedo = $944.45 \times 0.02 = 18.89 \text{ kg}$
- PESO DE LA COLADA = 46.082 Kg

DATOS OBTENIDOS EN LA MEZCLA DE PRUEBA:

- Apariencia de la mezcla = equilibrada
- Agua adicional = no se uso
- Segregación = no se presento
- Exudación = no se presento
- Peso unitario del concreto fresco = 2395.32 Kg/m^3

Rendimiento de la mezcla = $46.082 / 2395.32 = 0.01978 \text{ m}^3$

APENDICE 16: DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO USANDO EL 1.4 % DEL PESO DE CEMENTO EN LA CANTIDAD DEL ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE SIKAMENT 290N

Módulo de Finura de la Combinación de los Agregados.

Diseño de Mezcla "Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados" con cemento Portland Normal Tipo I- Pacasmayo, para $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$, asumiendo una relación $A/C = 0.35$, justificando por experiencia acumulada en trabajos anteriores realizados.

-Características de los materiales a usar para la elaboración del concreto:

Cantera donde se extraen los materiales: Río Chonta

-Características del concreto:

Resistencia a la compresión especificada del concreto: 350 kg/cm^2

Determinación de la resistencia promedio:

$$f'_{cr} = 1.20 \times f'c = 1.20 \times 350 = 420 \text{ kg/cm}^2$$

Características de los materiales:

AGREGADOS:

ANEXO A. Propiedades físicas de los agregados para el diseño de mezcla.

AGREGADO GRUESO



Tamaño máximo Nominal (Pulg.) 3/4 "

Peso seco compactado (kg/m³) 1497

Peso específico de masa 2.55

Absorción (%) 2.66

Contenido de Humedad (%) 2.33

Perfil del Agregado redondeado

Módulo de Finura 6.95

AGREGADO FINO

Peso específico de masa grs/cm³ 2.58

Absorción (%) 3.65

Contenido de Humedad (%) 6.80

Módulo de Finura 3.101

Cemento : Pacasmayo Tipo I

Peso específico : 3.12 gr/cm³

Agua : Agua potable de la ciudad de Cajamarca

Superplastificante : SIKAMENT- 290N

Diseño de mezcla propiamente dicho:

Selección del asentamiento :

Tipo de consistencia : Plástica

Asentamiento : 3" a 4"

Tipo de concreto a diseñar : Concreto sin aire incorporado.

Volumen unitario de agua : 164 lt/m³

Vol.unit. agua = $205 - 205 \times 0.20 = 164$ lt/m³

Según la experiencia y los ensayos de concreto en estado fresco se pudo determinar que el aditivo superplastificante SIKAMENTT 290N utilizado reduce la cantidad de agua en un 20% para éste diseño (teniendo en cuenta que la hoja técnica del aditivo precisa que la cantidad de agua que reduce éste aditivo está dentro del rango del 5% al 25%, incidiendo significativamente en esta reducción de agua el perfil del agregado que para este caso es angular).

Contenido de aire total : 2%

Entiéndase por aire total a la suma de aire incorporado más el aire atrapado.

Relación Agua/Cemento (A/C): 0.35

Según las experiencias realizadas para éste tipo de concreto se logró determinar dicha relación A/C.



$$\begin{aligned}\text{Factor cemento:} & \quad 468.6 \text{ kg/m}^3 \equiv 11 \text{ bolsas/m}^3 \\ \text{Factor cemento} & \quad = (\text{Vol. unit. agua}) / (\text{relación A/C}) = 164 / 0.35 = 468.6 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Factor cemento} & \quad = 468.6 / 42.5 = 11 \text{ bolsas/m}^3\end{aligned}$$

Cálculo de los volúmenes absolutos de los elementos de la pasta: 0.33743 m³

$$\text{Cemento} = (\text{Fac. cemen.}) / (\text{Pe cemento}) = 468.6 / (3.12 \times 1000) = 0.1502 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = (\text{Vol. unit. agua}) / (\text{Peso específico agua}) = 164 / (1 \times 1000) = 0.164 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = \text{Contenido de aire total\%} = 2 / 100 = 0.02 \text{ m}^3$$

$$\text{Aditivo} = 1.4 \times 468.6 / 100 = 6.56 / 1180 = 0.0056 \text{ m}^3$$

$$\text{Suma de vol. absol. Pasta} = 0.1502 + 0.164 + 0.02 + 0.0056 = 0.3398 \text{ m}^3$$

Volúmenes absolutos de los agregados: 0.6602 m³

$$\text{Vol. absol. agregados} = 1 - \text{vol. absol. pasta} = 1 - 0.3398 = 0.6602 \text{ m}^3$$

Cálculo del módulo de finura de la combinación de agregados: 5.20

De los resultados obtenidos de los ensayos realizados correspondientes al módulo de finura se tiene:

Para el Agregado Fino :

$$\text{mf1} = 3.105; \quad \text{mf2} = 3.129; \quad \text{mf3} = 3.068$$

$$\text{mfCA} = (\text{mf1} + \text{mf2} + \text{mf3}) / 3 = (3.105 + 3.129 + 3.068) / 3 = 3.101$$

$$\text{mfAf} = 3.101$$

Para el Agregado Grueso :

$$\text{mg1} = 7.102; \quad \text{mg2} = 7.118; \quad \text{mg3} = 7.052$$

$$\text{mfAg} = (\text{mg1} + \text{mg2} + \text{mg3}) / 3 = (7.102 + 7.118 + 7.052) / 3 = 7.091$$

$$\text{mfAg} = 6.95$$

La fórmula del módulo de finura de la combinación de agregados es:

$$\text{Mc} = r_f \times \text{mf} + r_g \times \text{mg} \dots (\alpha)$$

$$\text{Pero: } r_f + r_g = 1 \dots (\beta)$$

Donde:

mfCa = Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

mf = Módulo de Fineza del Agregado Fino.

Mg = Módulo de Fineza del Agregado Grueso.

Rf = Porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto total del agregado.

Rg = Porcentaje de incidencia del agregado grueso en relación al volumen absoluto del agregado global.

Entonces se tiene por tanteos, asumiendo que el valor de "m óptimo" es de 5.20:



$$5.20 = r_f \times 3.101 + 6.95 \times r_g$$

Asumiendo que $r_f = 0.45$ y

$$r_g = 0.55.$$

Entonces $m = 5.20$

-Cálculo de los volúmenes absolutos de los agregados:

$$\text{Vol. Abs. Afino} = 0.6602 \times 0.45 = 0.2971 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Abs. Agrueso} = 0.6602 \times 0.55 = 0.3631 \text{ m}^3$$

-Cálculo de los pesos secos de los agregados:

$$\text{Agregado Fino} = 0.2971 \times 2.58 \times 1000 = 766.52 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso} = 0.3631 \times 2.55 \times 1000 = 925.91 \text{ kg/m}^3$$

Valores de diseño en laboratorio, de las cantidades de materiales calculados por el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados:

$$\text{Cemento} = 468.6 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua de Diseño} = 164 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agregado Fino Seco} = 766.52 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso Seco} = 925.91 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Aditivo Sikament 290N} = 5.62 \text{ lts/m}^3$$

Corrección por humedad de los agregados de los valores de diseño:

Contenido de humedad de los agregados:

$$\text{Agregado Fino} = 6.80\%$$

$$\text{Agregado Grueso} = 2.30\%$$

Pesos Húmedos de los Agregados:

$$\text{Agregado Fino} = 766.52 \times 1.068 = 818.64 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso} = 925.91 \times 1.023 = 947.21 \text{ kg/m}^3$$

Humedad Superficial de los Agregados:

$$\text{Agregado Fino} = 6.8\% - 3.65\% = +3.15\%$$

$$\text{Agregado Grueso} = 2.3\% - 2.63\% = -0.33\%$$

Aporte de Humedad de los Agregados:

$$\text{Agregado Fino} = +3.15/100 \times 766.52 = +24.15 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso} = -0.33/100 \times 925.91 = -3.06 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Aporte Total} = +21.09 \text{ lt/m}^3$$

Agua Efectiva:

$$\text{Agua Efectiva} = 164 - 21.09 = 142.91 \text{ lt/m}^3$$



Los pesos de los materiales, ya corregidos por humedad del agregado, a ser empleados en la mezcla, serán:

$$\text{Cemento} = 468.60 \text{ kg/m}^3 / 42.5 = 11 \text{ bolsas}$$

$$\text{Agua de Diseño} = 142.91 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agregado Fino Húmedo} = 818.64 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso Húmedo} = 947.21 \text{ kg/m}^3$$

Calculo de la cantidad de superplastificante a utilizar:

$$\text{Superplastificante} = 1.40\% \text{ del Peso del Cemento} = 0.014 \times 468.6$$

$$\text{Superplastificante} = 6.44 \text{ lt}$$

Dosificaciones de los diseños de mezclas $f'c$ 350 kg/cm².

A) Concreto $f'c$ 350 kg/cm²; cemento Pacasmayo Tipo I

Proporcionamiento en peso:

$$468.6/468.6 : 818.64/468.6 : 947.21/468.6 / 142.91/11$$

Proporcionamiento en peso : 1 : 1.75 : 2.02 / 13lts/saco

-Cantidad de materiales para la MEZCLA DE PRUEBA de 0.02m³, que permita obtener 3 tres probetas estándar de ensayo.

$$\text{- Cemento} = 468.6 \times 0.02 = 9.372 \text{ kg}$$

$$\text{- Agua} = 142.82 \times 0.02 = 2.86 \text{ lts}$$

$$\text{- A.fino Húmedo} = 818.64 \times 0.02 = 16.37 \text{ kg}$$

$$\text{- A.grueso húmedo} = 947.21 \times 0.02 = 18.94 \text{ kg}$$

$$\text{- PESO DE LA COLADA} = 47.54 \text{ Kg}$$

DATOS OBTENIDOS EN LA MEZCLA DE PRUEBA:

- Apariencia de la mezcla = equilibrada
- Agua adicional = no se uso
- Segregación = no se presento
- Exudación = no se presento
- Peso unitario del concreto fresco = 2395.32 Kg/m³

$$\text{Rendimiento de la mezcla} = 47.54/2395.32 = 0.019847 \text{ m}^3$$

Medida del Slump = 3.9 pulgadas (cumple con la consistencia proyectada)



APENDICE 17: RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN COMPRESIÓN MUESTRAS MUESTRAM IV(CONCRETO CON ADITIVO TIPO G _CEMENTO TIPO I MODIFICADO)

PROPORCIÓN EN PESO

Pp = 1.00 : 2.69 : 2.87 / 23.80 lt mezcla
 23.71 lt efectiva

Peso del aditivo SIKAMENT 290N en relación al del cemento: 0.80%

CANTIDAD DE MATERIALES POR ESPECIMEN DE CONCRETO

| | | |
|-----------------------------|----------|-----------|
| Volumen de especimen: | 0.020 m3 | 1.0 m3 |
| Cantidad de cemento: | 6.61 kg | 330.36 kg |
| Cantidad de aditivo: | 0.05 kg | 2.64 kg |
| Cantidad húmedo de A. fino: | 17.73 kg | 886.44 kg |
| Cant.húmedo de A. grueso: | 18.93 kg | 946.31 kg |
| Cantidad de Agua efectiva: | 3.08 kg | 153.96 lt |

| N° Tanda | Peso Molde (gr) | Peso Molde + C° (gr) | Peso C° (Kg) | Peso Vol. Kg/m3 |
|----------|-----------------|----------------------|--------------|-----------------|
| 1 | 8225 | 21270 | 13.05 | 2346.22 |
| 2 | 8225 | 21200 | 12.98 | 2333.63 |
| 3 | 8225 | 21270 | 13.05 | 2346.22 |
| 4 | 8225 | 21190 | 12.97 | 2331.83 |
| 5 | 8225 | 21240 | 13.02 | 2340.83 |
| Promedio | | | 13.01 | 2339.75 |

| N° Tanda | Agua prueba (lt) | Agua añadida (lt) | Total de Agua (lt) |
|----------|------------------|-------------------|--------------------|
| 1-5 | 3.08 | -0.33 | 2.75 |

CANTIDAD DE MATERIALES POR TANDA

| | | |
|-------------------------------|---------------|-----------------|
| Volumen de especimen: | 0.02000 m3 | |
| Peso específico de C° fresco: | 2339.75 m3 | |
| | | |
| Cemento: | 0.02*330.36 = | 6.61 KG |
| A. Fino húmedo: | 0.02*886.44 = | 17.73 KG |
| A. grueso húmedo: | 0.02*946.31 = | 18.93 KG |
| Aditivo: | 0.02*2.64 = | 0.05 KG |
| Agua empleada: | | 2.75 KG |
| | | |
| Peso de tanda: | | 46.06 KG |

RENDIMIENTO = **0.01969 m3 ***

* Por la disminución de la cantidad de agua necesaria para obtener el asentamiento de diseño, el rendimiento es menor al volumen de la tanda.



5. NUEVA RELACIÓN AGUA /MATERIAL CEMENTANTE

De la ley de Powers, se ha obtenido la nueva relación agua: material cementante, en función a los datos de resistencia obtenidos en la prueba de compresión en los especímenes de concreto.

| | | |
|---------------------------|------------------|-----------|
| A/C (Ver tabla N° 26) = | | 0.59 |
| Agua por tanda = | | 2.75 lt |
| Agua por m ³ = | $2.75/0.01969 =$ | 139.64 lt |
| Cemento = | $139.64/0.59 =$ | 235.45 KG |
| Aditivo Sikamentt 290N = | $0.05/0.02 =$ | 2.68 KG |

6. NUEVA CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO

| | | |
|------------------------------------|------------------------|-----------|
| Nueva Cant. de Ag. grueso húmedo = | $18.93/0.01969 =$ | 961.32 KG |
| Nueva Cant. de Ag. grueso seco = | $961.32/(1+2.3/100) =$ | 939.71 KG |

7. NUEVA CANTIDAD DE AGREGADO FINO

| | | |
|--------------------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Vol. absoluto de cemento = | $235.45/3.05 =$ | 0.077 m ³ |
| Vol. absoluto del aditivo = | $2.68/1.18 =$ | 0.002 m ³ |
| Vol. absoluto de agua = | $139.64/1000 =$ | 0.140 m ³ |
| Vol. absoluto A. grueso seco = | $939.71/2.55/1000 =$ | 0.368 m ³ |
| Vol. absoluto de aire = | $2/100 =$ | 0.020 m ³ |
| Vol. Abs. A. fino seco = | $1 - (0.077+0.002+0.14+0.368+0.02) =$ | 0.393 m ³ |
| Peso agregado fino seco = | $2.58*1000*0.39266 =$ | 1012.23 KG |

8. NUEVA CANTIDAD DE MATERIALES POR M³

| | |
|------------------------------------|------------|
| ⇒ Peso seco absoluto del A. Fino = | 1012.23 KG |
| ⇒ Peso seco abs. del A. Grueso = | 939.71 KG |
| ⇒ Peso de cemento = | 235.45 KG |
| ⇒ Peso de aditivo = | 0.0023 lt |
| ⇒ Peso agua de mezcla = | 139.64 lt |

9. CORRECCIÓN POR HUMEDAD

| | | |
|-----------------------------|--|------------|
| Peso húmedo del A. Fino = | $1012.23*(1+6.8/100)=$ | 1081.07 KG |
| Peso húmedo del A. Grueso = | $939.71*(1+2.3/100)=$ | 961.32 KG |
| Afectiva : | $139.64-(6.8-3.65)*1081.07/100-(2.3-2.63)*961.32/100=$ | 110.80 lt |

$$Afectiva = \text{Agua mezcla} - \frac{(W-abs)}{100} * P_{saf} - \frac{(W-abs)}{100} * P_{sag}$$



10. NUEVA CANTIDAD DE MATERIALES POR M3 CORREGIDOS POR HUMEDAD

| | | |
|---|-----------------------------|------------|
| ⇒ | Peso húmedo del A. Fino = | 1081.07 KG |
| ⇒ | Peso húmedo del A. Grueso = | 961.32 KG |
| ⇒ | Peso de cemento = | 235.45 KG |
| ⇒ | Peso agua efectiva = | 110.80 lt |
| ⇒ | Peso de aditivo = | 0.0023 lt |

11. PROPORCIÓN EN PESO DE LOS MATERIALES

$$P_p = \frac{235.45}{235.45} : \frac{1081.07}{235.45} : \frac{961.32}{235.45}$$

$$P_p = 1.00 : 4.59 : 4.08 \quad \left/ \quad \begin{array}{l} 25.21 \text{ lt} \\ 25.05 \text{ lt} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{mezcla} \\ \text{efectiva} \end{array}$$

12. DETERMINAR LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$P_v = \frac{P_p * 42.5}{P_{ush}}$$

Pv: Proporción en volumen.
 Pp: Proporción en peso.
 Push: Peso unitario suelto húmedo.
 Puss: Peso unitario seco suelto.

$$P_{ush} = (P_{uss}) \left(1 + \frac{w}{100} \right)$$

Push = 46.39 kg/pie3 Peso unitario Agregado Fino.

Push = 43.37 kg/pie3 Peso unitario Agregado Grueso.

$$P_v = \frac{42.5 \text{ kg}}{1 \text{ pie}^3} : \frac{P_p * 42.5}{\text{Push}} : \frac{P_p * 42.5}{\text{Push}}$$

$$P_v = \frac{1.00}{1.00} : \frac{195.14}{46.39} : \frac{173.53}{43.37}$$

$$P_v = 1.00 : 4.21 : 4.00 \quad \left/ \quad \begin{array}{l} 25.21 \text{ lt} \\ 25.05 \text{ lt} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{mezcla} \\ \text{efectiva} \end{array}$$



APENDICE 18

CURVAS ESFUERZO - DEFORMACION

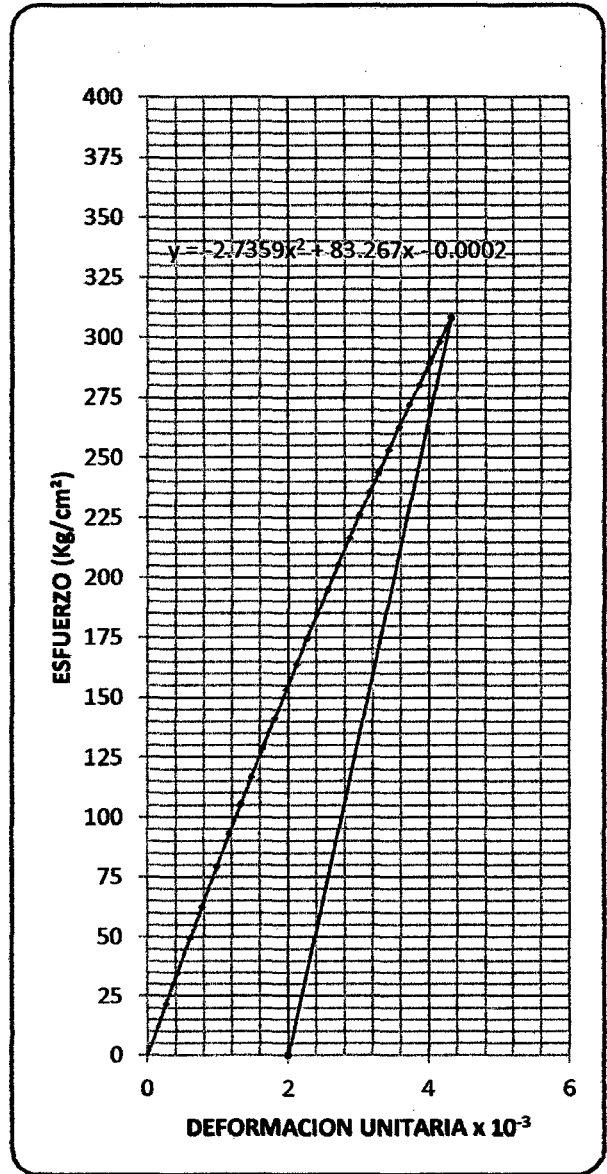


A) ENSAYO DE PROBETAS DE CONCRETO SOMETIDOS A COMPRESIÓN

| | | | |
|--|------------------------|----|-----------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | | |
| Edad | 7 días | | |
| Fecha de elaboración | 22.DIC.2011 | | |
| Fecha de Rotura | 18.ENE.2012 | | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | | |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.41512 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.41512 |
| Altura (mm) | 304.8 | | |

ESPECIMEN Nº 1 SIN ADITIVO

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.080 | 0.2625 | 10.9640 | 21.6662 |
| 4,000 | 0.130 | 0.4265 | 21.9280 | 35.0162 |
| 6,000 | 0.185 | 0.6070 | 32.8920 | 49.5312 |
| 8,000 | 0.235 | 0.7710 | 43.8560 | 62.5721 |
| 10,000 | 0.300 | 0.9843 | 54.8200 | 79.3051 |
| 12,000 | 0.355 | 1.1647 | 65.7840 | 93.2694 |
| 14,000 | 0.405 | 1.3287 | 76.7480 | 105.8096 |
| 16,000 | 0.450 | 1.4764 | 87.7120 | 116.9699 |
| 18,000 | 0.500 | 1.6404 | 98.6760 | 129.2304 |
| 20,000 | 0.550 | 1.8045 | 109.6400 | 141.3436 |
| 22,000 | 0.600 | 1.9685 | 120.6040 | 153.3096 |
| 24,000 | 0.645 | 2.1161 | 131.5680 | 163.9530 |
| 26,000 | 0.690 | 2.2638 | 142.5320 | 174.4773 |
| 28,000 | 0.735 | 2.4114 | 153.4960 | 184.8822 |
| 30,000 | 0.780 | 2.5591 | 164.4601 | 195.1679 |
| 32,000 | 0.825 | 2.7067 | 175.4241 | 205.3343 |
| 34,000 | 0.875 | 2.8707 | 186.3881 | 216.4904 |
| 36,000 | 0.920 | 3.0184 | 197.3521 | 226.4050 |
| 38,000 | 0.965 | 3.1660 | 208.3161 | 236.2004 |
| 40,000 | 1.000 | 3.2808 | 219.2801 | 243.7365 |
| 42,000 | 1.045 | 3.4285 | 230.2441 | 253.3198 |
| 44,000 | 1.090 | 3.5761 | 241.2081 | 262.7839 |
| 46,000 | 1.135 | 3.7238 | 252.1721 | 272.1286 |
| 48,000 | 1.175 | 3.8550 | 263.1361 | 280.3350 |
| 50,000 | 1.220 | 4.0026 | 274.1001 | 289.4545 |
| 52,000 | 1.265 | 4.1503 | 285.0641 | 298.4547 |
| 55,080 | 1.315 | 4.3143 | 296.0281 | 308.3151 |

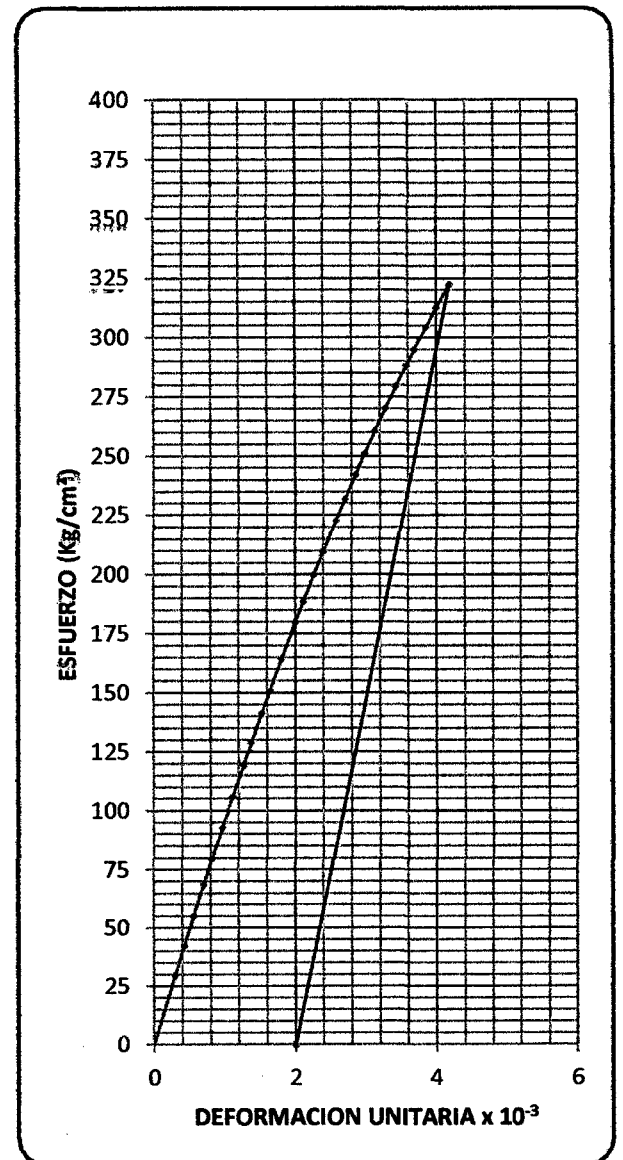


| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 308.3151 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 133221.4763 |



| | | | |
|--|--------|----|------------------------|
| Cemento | | | Pacasmayo TIPO I |
| Edad | | | 7 días |
| Fecha de elaboración | | | 22.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | | | 18.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | | | 350 Kg/cm ² |
| Área de la probeta (cm ²) | | | 182.415119 |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | | | 304.8 |

ESPECIMEN Nº 2 SIN ADITIVO



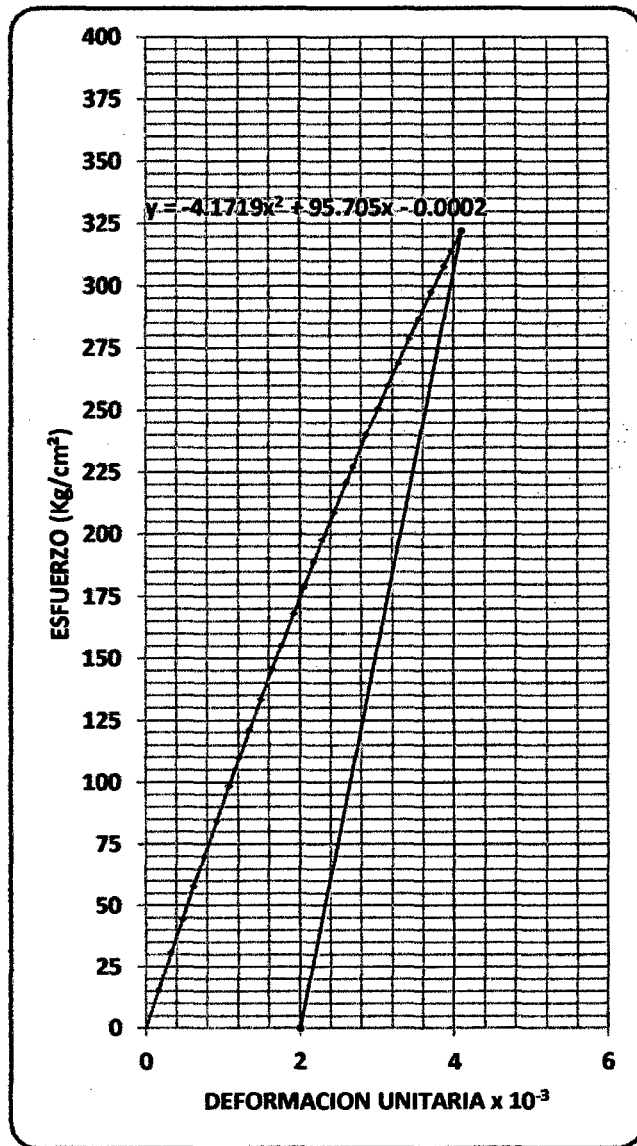
| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0003 |
| 2,000 | 0.090 | 0.2953 | 10.9640 | 29.4849 |
| 4,000 | 0.130 | 0.4265 | 21.9280 | 42.2608 |
| 6,000 | 0.170 | 0.5577 | 32.8920 | 54.8344 |
| 8,000 | 0.215 | 0.7054 | 43.8560 | 68.7380 |
| 10,000 | 0.250 | 0.8202 | 54.8200 | 79.3750 |
| 12,000 | 0.295 | 0.9678 | 65.7840 | 92.8236 |
| 14,000 | 0.340 | 1.1155 | 76.7480 | 106.0162 |
| 16,000 | 0.385 | 1.2631 | 87.7120 | 118.9529 |
| 18,000 | 0.420 | 1.3780 | 98.6760 | 128.8378 |
| 20,000 | 0.465 | 1.5256 | 109.6400 | 141.3195 |
| 22,000 | 0.500 | 1.6404 | 120.6040 | 150.8505 |
| 24,000 | 0.550 | 1.8045 | 131.5680 | 164.1976 |
| 26,000 | 0.610 | 2.0013 | 142.5320 | 179.7970 |
| 28,000 | 0.645 | 2.1161 | 153.4960 | 188.6866 |
| 30,000 | 0.690 | 2.2638 | 164.4600 | 199.8885 |
| 32,000 | 0.730 | 2.3950 | 175.4240 | 209.6308 |
| 34,000 | 0.785 | 2.5755 | 186.3880 | 222.6964 |
| 36,000 | 0.825 | 2.7067 | 197.3520 | 231.9584 |
| 38,000 | 0.870 | 2.8543 | 208.3160 | 242.1365 |
| 40,000 | 0.910 | 2.9856 | 219.2800 | 250.9688 |
| 42,000 | 0.955 | 3.1332 | 230.2440 | 260.6635 |
| 44,000 | 1.000 | 3.2808 | 241.2080 | 270.1021 |
| 46,000 | 1.045 | 3.4285 | 252.1720 | 279.2848 |
| 48,000 | 1.090 | 3.5761 | 263.1360 | 288.2116 |
| 50,000 | 1.125 | 3.6909 | 274.1000 | 294.9777 |
| 52,000 | 1.175 | 3.8550 | 285.0640 | 304.3749 |
| 54,000 | 1.220 | 4.0026 | 296.0280 | 312.5623 |
| 56,440 | 1.275 | 4.1831 | 306.9920 | 322.2214 |

| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 322.2214 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 147600.0768 |



| | | |
|--|------------------------|-----------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 7 días | |
| Fecha de elaboración | 22.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 18.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 182.41512 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 182.41512 |
| Altura (mm) | 304.8 | |

ESPECIMEN Nº 3 SIN ADITIVO



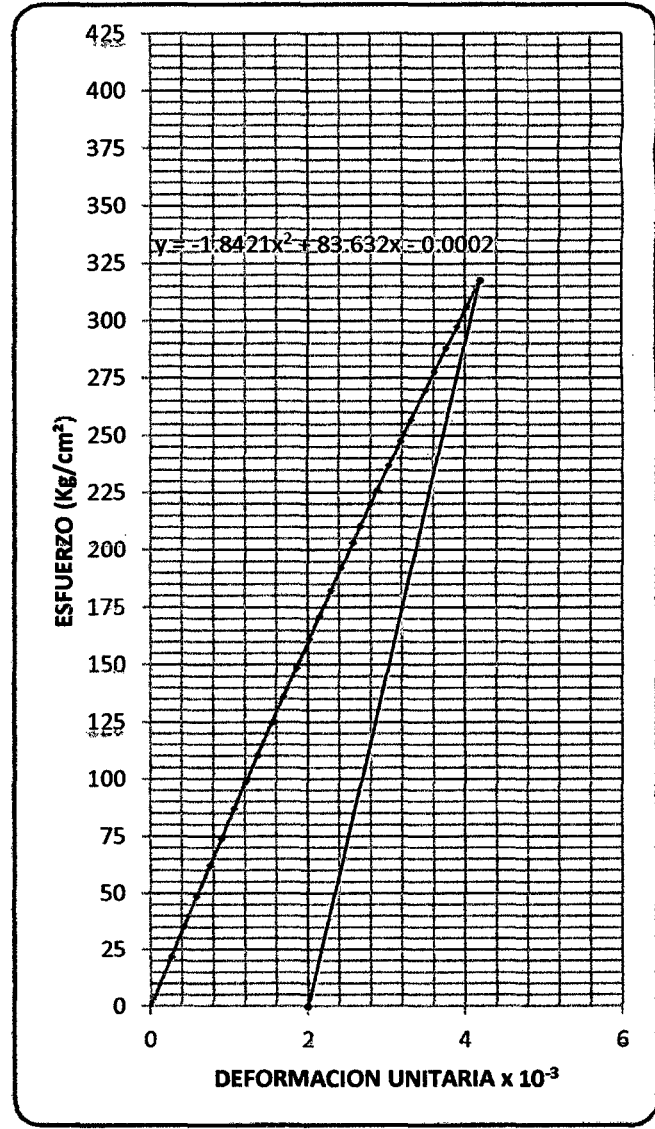
| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.050 | 0.1640 | 10.9640 | 15.5872 |
| 4,000 | 0.100 | 0.3281 | 21.9280 | 30.9501 |
| 6,000 | 0.145 | 0.4757 | 32.8920 | 44.5846 |
| 8,000 | 0.190 | 0.6234 | 43.8560 | 58.0374 |
| 10,000 | 0.230 | 0.7546 | 54.8200 | 69.8427 |
| 12,000 | 0.280 | 0.9186 | 65.7840 | 84.3972 |
| 14,000 | 0.330 | 1.0827 | 76.7480 | 98.7272 |
| 16,000 | 0.370 | 1.2139 | 87.7120 | 110.0295 |
| 18,000 | 0.410 | 1.3451 | 98.6760 | 121.1882 |
| 20,000 | 0.455 | 1.4928 | 109.6400 | 133.5699 |
| 22,000 | 0.500 | 1.6404 | 120.6040 | 145.7697 |
| 24,000 | 0.535 | 1.7552 | 131.5680 | 155.1328 |
| 26,000 | 0.585 | 1.9193 | 142.5320 | 168.3177 |
| 28,000 | 0.625 | 2.0505 | 153.4960 | 178.7039 |
| 30,000 | 0.665 | 2.1818 | 164.4601 | 188.9465 |
| 32,000 | 0.700 | 2.2966 | 175.4241 | 197.7909 |
| 34,000 | 0.745 | 2.4442 | 186.3881 | 209.0005 |
| 36,000 | 0.795 | 2.6083 | 197.3521 | 221.2424 |
| 38,000 | 0.820 | 2.6903 | 208.3161 | 227.2792 |
| 40,000 | 0.875 | 2.8707 | 219.2801 | 240.3624 |
| 42,000 | 0.920 | 3.0184 | 230.2441 | 250.8648 |
| 44,000 | 0.960 | 3.1496 | 241.2081 | 260.0476 |
| 46,000 | 1.000 | 3.2808 | 252.1721 | 269.0867 |
| 48,000 | 1.045 | 3.4285 | 263.1361 | 279.0839 |
| 50,000 | 1.080 | 3.5433 | 274.1001 | 286.7337 |
| 52,000 | 1.130 | 3.7073 | 285.0641 | 297.4713 |
| 54,000 | 1.180 | 3.8714 | 296.0281 | 307.9843 |
| 56,000 | 1.210 | 3.9698 | 306.9921 | 314.1843 |
| 59,500 | 1.250 | 4.1010 | 317.9561 | 322.3253 |

| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 322.3253 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 153411.5214 |



| | | |
|--|------------------------|-----------------|
| Cemento | Pacasmayo TÍPO I | |
| Edad | 7 días | |
| Fecha de elaboración | 22.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 18.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 182.41512 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 182.41512 |
| Altura (mm) | 304.8 | |

ESPECIMEN Nº 4 SIN ADITIVO



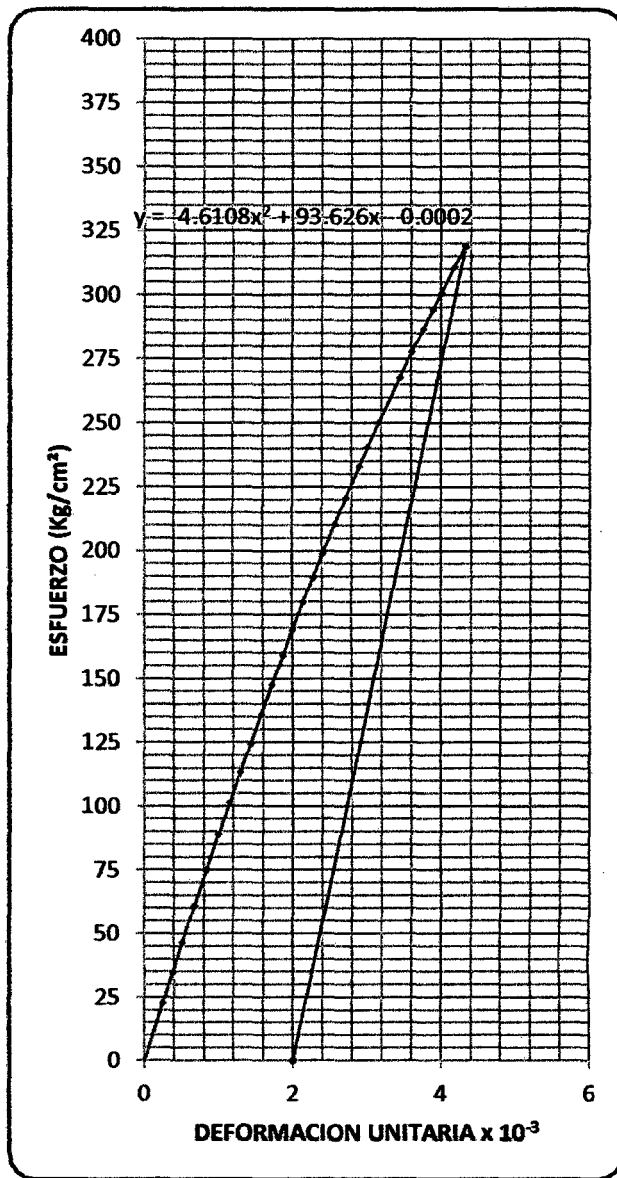
| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.080 | 0.2625 | 10.9640 | 21.8236 |
| 4,000 | 0.130 | 0.4265 | 21.9280 | 35.3345 |
| 6,000 | 0.180 | 0.5906 | 32.8920 | 48.7464 |
| 8,000 | 0.230 | 0.7546 | 43.8560 | 62.0590 |
| 10,000 | 0.275 | 0.9022 | 54.8200 | 73.9557 |
| 12,000 | 0.325 | 1.0663 | 65.7840 | 87.0800 |
| 14,000 | 0.370 | 1.2139 | 76.7480 | 98.8071 |
| 16,000 | 0.415 | 1.3615 | 87.7120 | 110.4539 |
| 18,000 | 0.470 | 1.5420 | 98.6760 | 124.5799 |
| 20,000 | 0.515 | 1.6896 | 109.6400 | 136.0482 |
| 22,000 | 0.565 | 1.8537 | 120.6040 | 148.6967 |
| 24,000 | 0.615 | 2.0177 | 131.5680 | 161.2460 |
| 26,000 | 0.655 | 2.1490 | 142.5320 | 171.2140 |
| 28,000 | 0.700 | 2.2966 | 153.4960 | 182.3522 |
| 30,000 | 0.740 | 2.4278 | 164.4601 | 192.1855 |
| 32,000 | 0.785 | 2.5755 | 175.4241 | 203.1720 |
| 34,000 | 0.815 | 2.6739 | 186.3881 | 210.4517 |
| 36,000 | 0.855 | 2.8051 | 197.3521 | 220.1025 |
| 38,000 | 0.880 | 2.8871 | 208.3161 | 226.1021 |
| 40,000 | 0.925 | 3.0348 | 219.2801 | 236.8388 |
| 42,000 | 0.970 | 3.1824 | 230.2441 | 247.4952 |
| 44,000 | 1.010 | 3.3136 | 241.2081 | 256.9001 |
| 46,000 | 1.065 | 3.4941 | 252.1721 | 269.7283 |
| 48,000 | 1.100 | 3.6089 | 263.1361 | 277.8292 |
| 50,000 | 1.145 | 3.7566 | 274.1001 | 288.1733 |
| 52,000 | 1.185 | 3.8878 | 285.0641 | 297.3007 |
| 54,000 | 1.225 | 4.0190 | 296.0281 | 306.3645 |
| 57,705 | 1.275 | 4.1831 | 306.9921 | 317.6052 |

| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 317.6052 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 145485.5110 |



| | | | | |
|--|--------|----|-------|------------------|
| Cemento | | | | Pacasmayo TIPO I |
| Edad | | | | 7 días |
| Fecha de elaboración | | | | 10.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | | | | 22.DIC.2011 |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | | | | 18.ENE.2012 |
| Área de la probeta (cm ²) | | | | 182.415119 |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 | 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 | 182.415119 |
| Altura (mm) | | | | 304.8 |

ESPECIMEN Nº 5 SIN ADITIVO



| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.075 | 0.2461 | 10.9640 | 22.7585 |
| 4,000 | 0.115 | 0.3773 | 21.9280 | 34.6682 |
| 6,000 | 0.155 | 0.5085 | 32.8920 | 46.4191 |
| 8,000 | 0.205 | 0.6726 | 43.8560 | 60.8843 |
| 10,000 | 0.255 | 0.8366 | 54.8200 | 75.1014 |
| 12,000 | 0.305 | 1.0007 | 65.7840 | 89.0704 |
| 14,000 | 0.350 | 1.1483 | 76.7480 | 101.4303 |
| 16,000 | 0.395 | 1.2959 | 87.7120 | 113.5892 |
| 18,000 | 0.435 | 1.4272 | 98.6760 | 124.2283 |
| 20,000 | 0.480 | 1.5748 | 109.6400 | 136.0075 |
| 22,000 | 0.525 | 1.7224 | 120.6040 | 147.5857 |
| 24,000 | 0.570 | 1.8701 | 131.5680 | 158.9629 |
| 26,000 | 0.610 | 2.0013 | 142.5320 | 168.9073 |
| 28,000 | 0.655 | 2.1490 | 153.4960 | 179.9048 |
| 30,000 | 0.695 | 2.2802 | 164.4601 | 189.5116 |
| 32,000 | 0.735 | 2.4114 | 175.4241 | 198.9597 |
| 34,000 | 0.785 | 2.5755 | 186.3881 | 210.5464 |
| 36,000 | 0.830 | 2.7231 | 197.3521 | 220.7622 |
| 38,000 | 0.885 | 2.9035 | 208.3161 | 232.9753 |
| 40,000 | 0.920 | 3.0184 | 219.2801 | 240.5909 |
| 42,000 | 0.965 | 3.1660 | 230.2441 | 250.2038 |
| 44,000 | 1.050 | 3.4449 | 241.2081 | 267.8130 |
| 46,000 | 1.100 | 3.6089 | 252.1721 | 277.8363 |
| 48,000 | 1.145 | 3.7566 | 263.1361 | 286.6452 |
| 50,000 | 1.185 | 3.8878 | 274.1001 | 294.3065 |
| 52,000 | 1.220 | 4.0026 | 285.0641 | 300.8799 |
| 54,000 | 1.275 | 4.1831 | 296.0281 | 310.9638 |
| 57,400 | 1.320 | 4.3307 | 314.6669 | 318.9910 |

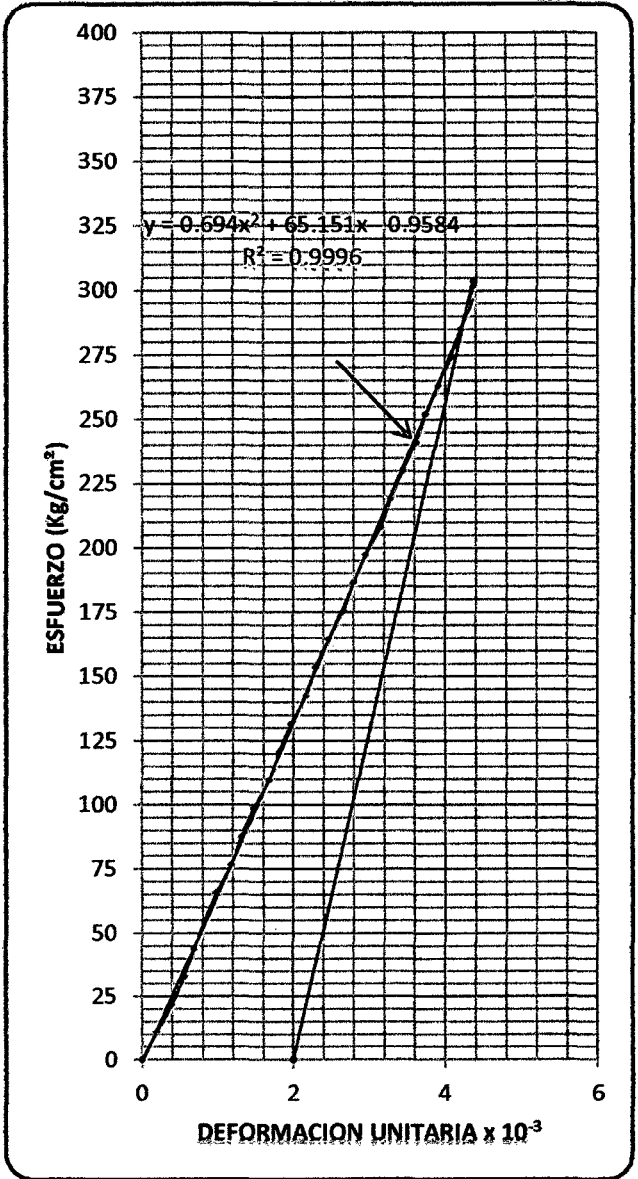
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 318.9910 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 136864.3861 |



| | | | |
|--|------------------------|----|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | | |
| Edad | 7 días | | |
| Fecha de elaboración | 22.DIC.2011 | | |
| Fecha de Rotura | 18.ENE.2012 | | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | | |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | | |

ESPECIMEN Nº 6 SIN ADITIVO

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.060 | 0.1969 | 10.9640 | 17.1621 |
| 4,800 | 0.120 | 0.3937 | 21.9280 | 33.9980 |
| 6,000 | 0.170 | 0.5577 | 32.8920 | 47.7787 |
| 8,000 | 0.210 | 0.6890 | 43.8560 | 58.6402 |
| 10,000 | 0.250 | 0.8202 | 54.8200 | 69.3566 |
| 12,000 | 0.300 | 0.9843 | 65.7840 | 82.5482 |
| 14,000 | 0.360 | 1.1811 | 76.7480 | 98.0789 |
| 16,000 | 0.400 | 1.3123 | 87.7120 | 108.2515 |
| 18,000 | 0.450 | 1.4764 | 98.6760 | 120.7633 |
| 20,000 | 0.510 | 1.6732 | 109.6400 | 135.4784 |
| 22,000 | 0.550 | 1.8045 | 120.6040 | 145.1072 |
| 24,000 | 0.600 | 1.9685 | 131.5680 | 156.9392 |
| 26,000 | 0.660 | 2.1654 | 142.5320 | 170.8385 |
| 28,000 | 0.700 | 2.2966 | 153.4960 | 179.9235 |
| 30,000 | 0.750 | 2.4606 | 164.4600 | 191.0758 |
| 32,000 | 0.810 | 2.6575 | 175.4240 | 204.1594 |
| 34,000 | 0.850 | 2.7887 | 186.3880 | 212.7005 |
| 36,000 | 0.900 | 2.9528 | 197.3520 | 223.1730 |
| 38,000 | 0.960 | 3.1496 | 208.3160 | 235.4409 |
| 40,000 | 1.000 | 3.2808 | 219.2800 | 243.4382 |
| 42,000 | 1.050 | 3.4449 | 230.2440 | 253.2309 |
| 44,000 | 1.100 | 3.6089 | 241.2080 | 262.7970 |
| 46,000 | 1.140 | 3.7402 | 252.1720 | 270.2868 |
| 48,000 | 1.190 | 3.9042 | 263.1360 | 279.4450 |
| 50,000 | 1.240 | 4.0682 | 274.1000 | 288.3767 |
| 52,000 | 1.280 | 4.1995 | 285.0640 | 295.3589 |
| 55,080 | 1.330 | 4.3635 | 301.9487 | 303.8827 |

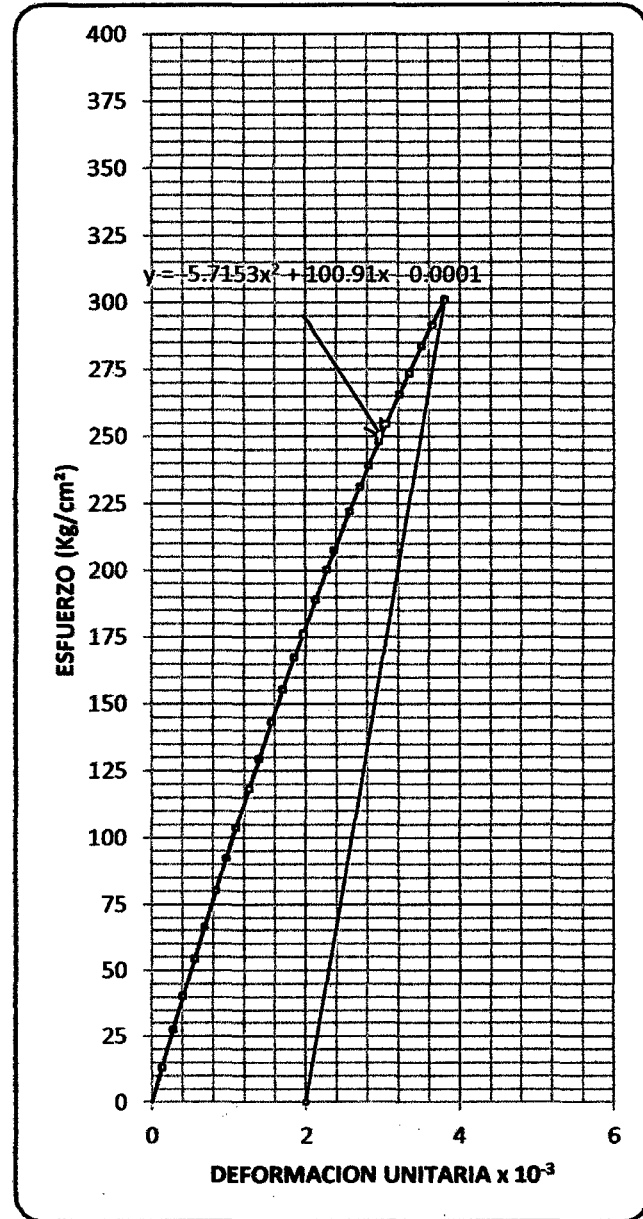


| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 303.8827 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 128572.2313 |



| | | |
|--|------------------------|------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 7 días | |
| Fecha de elaboración | 22.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 18.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 15.240 cm | Area1 | 182.415119 |
| φ2 15.240 cm | Area2 | 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | |

ESPECIMEN N° 7 SIN ADITIVO



| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.040 | 0.1312 | 10.9640 | 13.1442 |
| 4,000 | 0.085 | 0.2789 | 21.9280 | 27.6963 |
| 6,000 | 0.125 | 0.4101 | 32.8920 | 40.4223 |
| 8,000 | 0.170 | 0.5577 | 43.8560 | 54.5038 |
| 10,000 | 0.210 | 0.6890 | 54.8200 | 66.8115 |
| 12,000 | 0.255 | 0.8366 | 65.7840 | 80.4223 |
| 14,000 | 0.295 | 0.9678 | 76.7480 | 92.3117 |
| 16,000 | 0.335 | 1.0991 | 87.7120 | 104.0042 |
| 18,000 | 0.385 | 1.2631 | 98.6760 | 118.3430 |
| 20,000 | 0.425 | 1.3944 | 109.6400 | 129.5926 |
| 22,000 | 0.475 | 1.5584 | 120.6040 | 143.3777 |
| 24,000 | 0.520 | 1.7060 | 131.5680 | 155.5213 |
| 26,000 | 0.565 | 1.8537 | 142.5320 | 167.4158 |
| 28,000 | 0.600 | 1.9685 | 153.4960 | 176.4948 |
| 30,000 | 0.650 | 2.1325 | 164.4600 | 189.2033 |
| 32,000 | 0.695 | 2.2802 | 175.4240 | 200.3780 |
| 34,000 | 0.725 | 2.3786 | 186.3880 | 207.6894 |
| 36,000 | 0.785 | 2.5755 | 197.3520 | 221.9799 |
| 38,000 | 0.825 | 2.7067 | 208.3160 | 231.2609 |
| 40,000 | 0.860 | 2.8215 | 219.2800 | 239.2202 |
| 42,000 | 0.900 | 2.9528 | 230.2440 | 248.1321 |
| 44,000 | 0.930 | 3.0512 | 241.2080 | 254.6868 |
| 46,000 | 0.982 | 3.2218 | 252.1720 | 265.7859 |
| 48,000 | 1.020 | 3.3465 | 263.1360 | 273.6865 |
| 50,000 | 1.070 | 3.5105 | 274.1000 | 283.8112 |
| 52,000 | 1.110 | 3.6417 | 285.0640 | 291.6895 |
| 55,420 | 1.160 | 3.8058 | 303.8125 | 301.2606 |

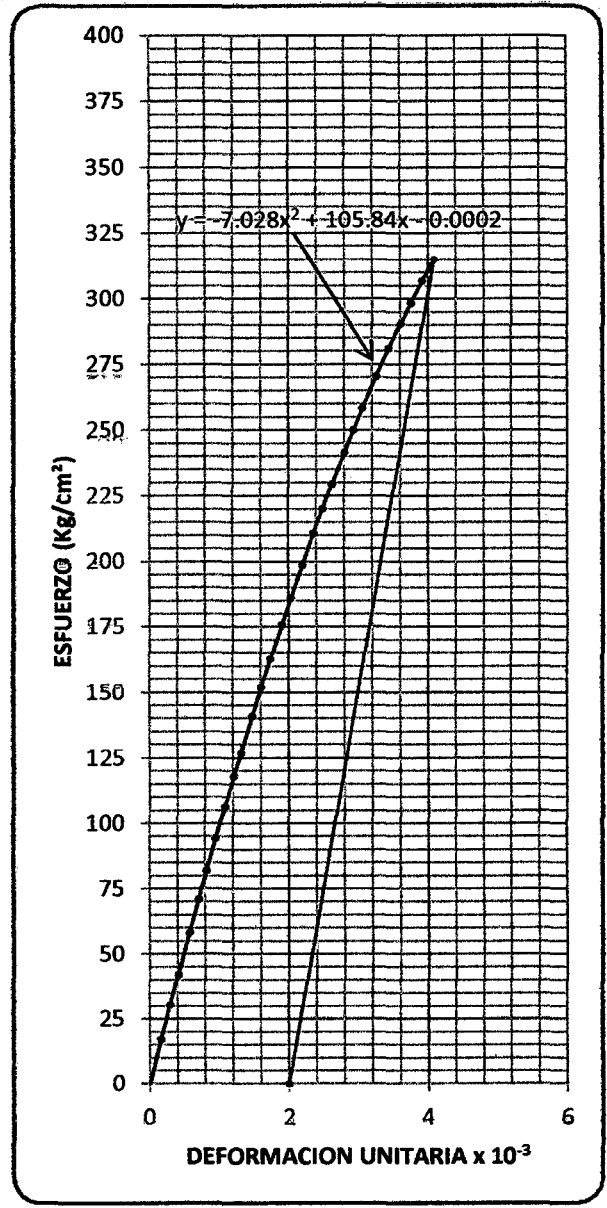
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 301.2606 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 166831.8208 |



| | | | |
|--|------------------------|----|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | | |
| Edad | 7 días | | |
| Fecha de elaboración | 22.DIC.2011 | | |
| Fecha de Rotura | 18.ENE.2012 | | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | | |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | | |

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.050 | 0.1640 | 10.9640 | 17.1729 |
| 4,000 | 0.090 | 0.2953 | 21.9280 | 30.6391 |
| 6,000 | 0.125 | 0.4101 | 32.8920 | 42.2233 |
| 8,000 | 0.175 | 0.5741 | 43.8560 | 58.4508 |
| 10,000 | 0.215 | 0.7054 | 54.8200 | 71.1605 |
| 12,000 | 0.250 | 0.8202 | 65.7840 | 82.0828 |
| 14,000 | 0.290 | 0.9514 | 76.7480 | 94.3386 |
| 16,000 | 0.330 | 1.0827 | 87.7120 | 106.3523 |
| 18,000 | 0.370 | 1.2139 | 98.6760 | 118.1238 |
| 20,000 | 0.400 | 1.3123 | 109.6400 | 126.7937 |
| 22,000 | 0.450 | 1.4764 | 120.6040 | 140.9408 |
| 24,000 | 0.490 | 1.6076 | 131.5680 | 151.9862 |
| 26,000 | 0.530 | 1.7388 | 142.5320 | 162.7895 |
| 28,000 | 0.580 | 1.9029 | 153.4960 | 175.9532 |
| 30,000 | 0.620 | 2.0341 | 164.4600 | 186.2118 |
| 32,000 | 0.670 | 2.1982 | 175.4240 | 198.6947 |
| 34,000 | 0.720 | 2.3622 | 186.3880 | 210.7993 |
| 36,000 | 0.760 | 2.4934 | 197.3520 | 220.2106 |
| 38,000 | 0.800 | 2.6247 | 208.3160 | 229.3799 |
| 40,000 | 0.855 | 2.8051 | 219.2800 | 241.5924 |
| 42,000 | 0.895 | 2.9364 | 230.2440 | 250.1868 |
| 44,000 | 0.935 | 3.0676 | 241.2080 | 258.5390 |
| 46,000 | 0.995 | 3.2644 | 252.1720 | 270.6136 |
| 48,000 | 1.050 | 3.4449 | 263.1360 | 281.2034 |
| 50,000 | 1.100 | 3.6089 | 274.1000 | 290.4334 |
| 52,000 | 1.145 | 3.7566 | 285.0640 | 298.4169 |
| 54,000 | 1.195 | 3.9206 | 296.0280 | 306.9282 |
| 56,576 | 1.245 | 4.0846 | 310.1497 | 315.0613 |

ESPECIMEN N° 8 SIN ADITIVO



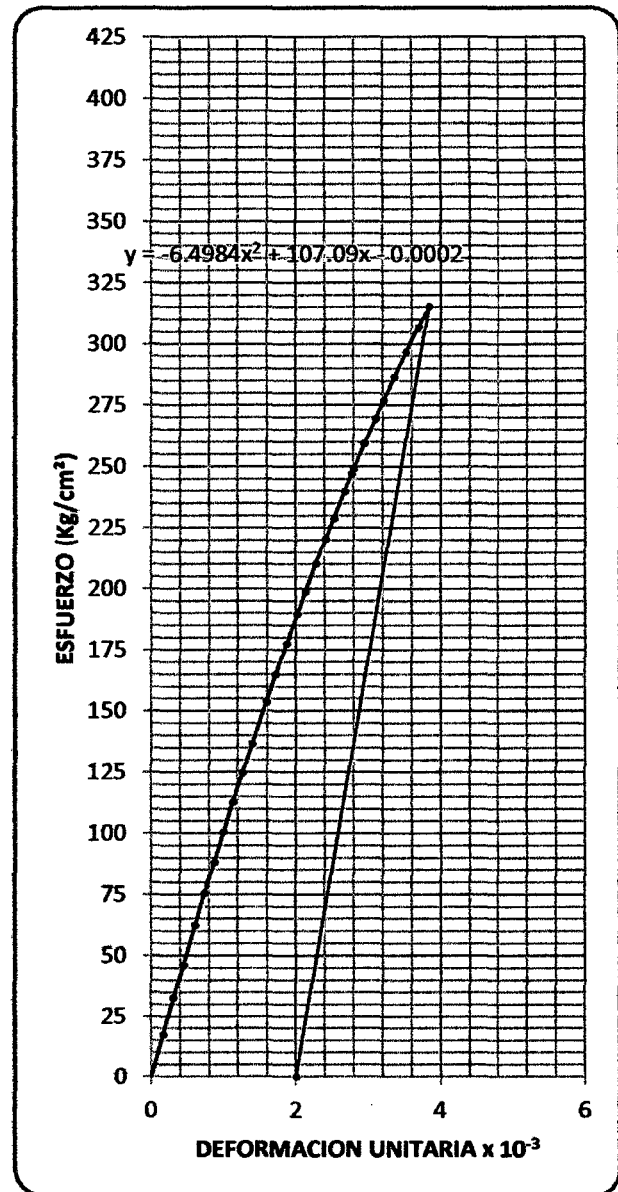
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 315.0613 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 151134.2089 |



| | | |
|--|------------------------|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 7 días | |
| Fecha de elaboración | 22.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 18.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | |

ESPECIMEN Nº 9 SIN ADITIVO

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.050 | 0.1640 | 10.9640 | 17.3922 |
| 4,000 | 0.095 | 0.3117 | 21.9280 | 32.7463 |
| 6,000 | 0.135 | 0.4429 | 32.8920 | 46.1566 |
| 8,000 | 0.185 | 0.6070 | 43.8560 | 62.6047 |
| 10,000 | 0.225 | 0.7382 | 54.8200 | 75.5113 |
| 12,000 | 0.265 | 0.8694 | 65.7840 | 88.1941 |
| 14,000 | 0.305 | 1.0007 | 76.7480 | 100.6531 |
| 16,000 | 0.345 | 1.1319 | 87.7120 | 112.8883 |
| 18,000 | 0.385 | 1.2631 | 98.6760 | 124.8996 |
| 20,000 | 0.425 | 1.3944 | 109.6400 | 136.6871 |
| 22,000 | 0.485 | 1.5912 | 120.6040 | 153.9486 |
| 24,000 | 0.525 | 1.7224 | 131.5680 | 165.1765 |
| 26,000 | 0.570 | 1.8701 | 142.5320 | 177.5404 |
| 28,000 | 0.615 | 2.0177 | 153.4960 | 189.6209 |
| 30,000 | 0.650 | 2.1325 | 164.4601 | 198.8210 |
| 32,000 | 0.695 | 2.2802 | 175.4241 | 210.3979 |
| 34,000 | 0.735 | 2.4114 | 186.3881 | 220.4507 |
| 36,000 | 0.770 | 2.5262 | 197.3521 | 229.0633 |
| 38,000 | 0.815 | 2.6739 | 208.3161 | 239.8847 |
| 40,000 | 0.845 | 2.7723 | 219.2801 | 246.9417 |
| 42,000 | 0.855 | 2.8051 | 230.2441 | 249.2660 |
| 44,000 | 0.900 | 2.9528 | 241.2081 | 259.5524 |
| 46,000 | 0.945 | 3.1004 | 252.1721 | 269.5555 |
| 48,000 | 0.980 | 3.2152 | 263.1361 | 277.1398 |
| 50,000 | 1.025 | 3.3629 | 274.1001 | 286.6392 |
| 52,000 | 1.075 | 3.5269 | 285.0641 | 296.8619 |
| 54,000 | 1.125 | 3.6909 | 296.0281 | 306.7349 |
| 57,392 | 1.170 | 3.8386 | 314.6230 | 315.3215 |

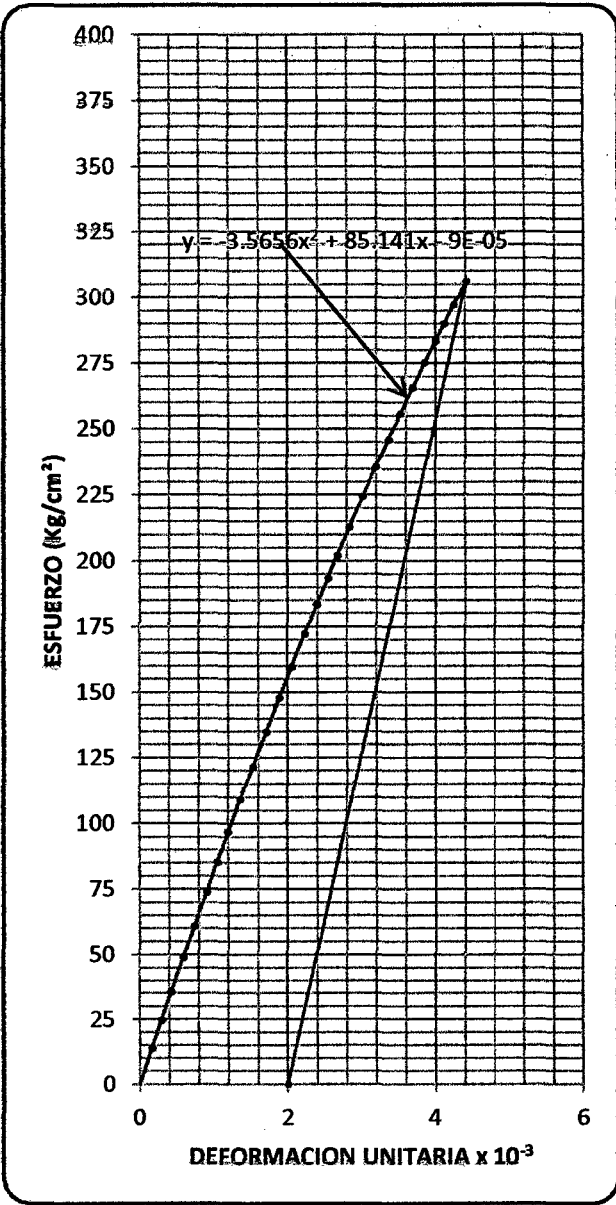


| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 315.3215 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 171502.5025 |



| | | | |
|--|------------------------|----|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | | |
| Edad | 7 días | | |
| Fecha de elaboración | 22.DIC.2011 | | |
| Fecha de Rotura | 18.ENE.2012 | | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | | |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | | |

ESPECIMEN Nº 10 SIN ADITIVO



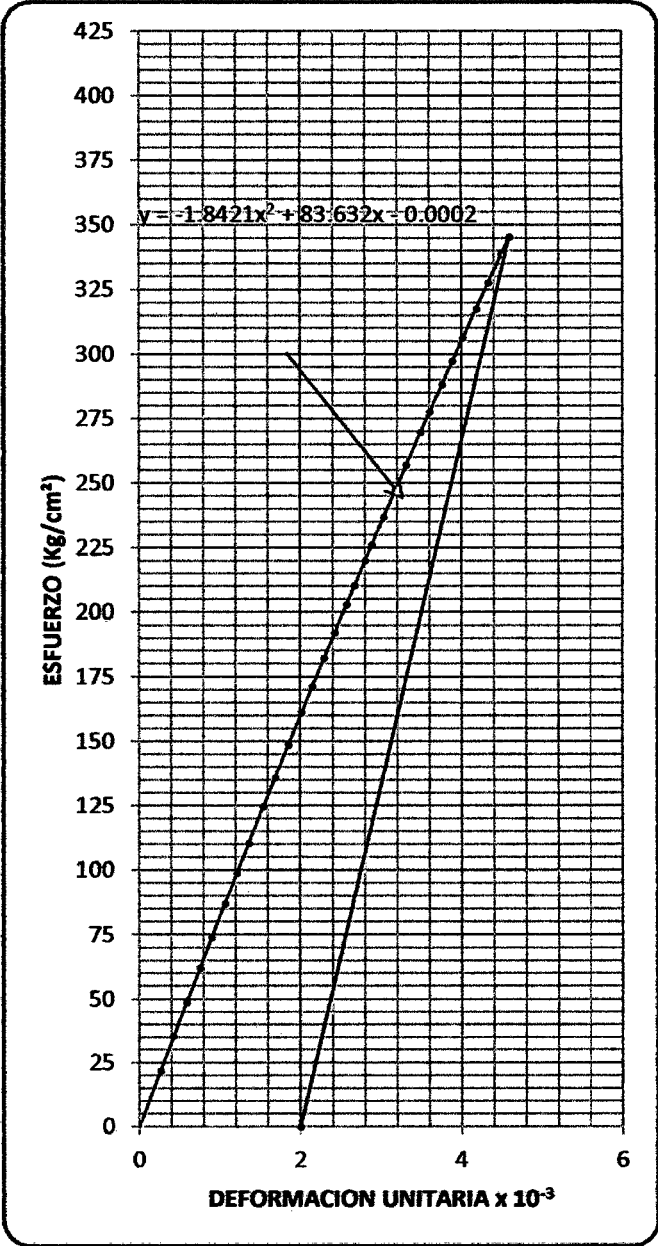
| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.050 | 0.1640 | 10.9640 | 13.8707 |
| 4,000 | 0.090 | 0.2953 | 21.9280 | 24.8291 |
| 6,000 | 0.130 | 0.4265 | 32.8920 | 35.6647 |
| 8,000 | 0.180 | 0.5906 | 43.8560 | 49.0365 |
| 10,000 | 0.225 | 0.7382 | 54.8200 | 60.9071 |
| 12,000 | 0.275 | 0.9022 | 65.7840 | 73.9143 |
| 14,000 | 0.320 | 1.0499 | 76.7480 | 85.4567 |
| 16,000 | 0.365 | 1.1975 | 87.7120 | 96.8437 |
| 18,000 | 0.415 | 1.3615 | 98.6760 | 109.3136 |
| 20,000 | 0.465 | 1.5256 | 109.6400 | 121.5915 |
| 22,000 | 0.520 | 1.7060 | 120.6040 | 134.8757 |
| 24,000 | 0.575 | 1.8865 | 131.5680 | 147.9276 |
| 26,000 | 0.625 | 2.0505 | 142.5320 | 159.5915 |
| 28,000 | 0.680 | 2.2310 | 153.4960 | 172.2002 |
| 30,000 | 0.730 | 2.3950 | 164.4601 | 183.4611 |
| 32,000 | 0.775 | 2.5427 | 175.4241 | 193.4319 |
| 34,000 | 0.815 | 2.6739 | 186.3881 | 202.1643 |
| 36,000 | 0.865 | 2.8379 | 197.3521 | 212.9071 |
| 38,000 | 0.920 | 3.0184 | 208.3161 | 224.5025 |
| 40,000 | 0.975 | 3.1988 | 219.2801 | 235.8658 |
| 42,000 | 1.025 | 3.3629 | 230.2441 | 245.9945 |
| 44,000 | 1.075 | 3.5269 | 241.2081 | 255.9313 |
| 46,000 | 1.125 | 3.6909 | 252.1721 | 265.6762 |
| 48,000 | 1.175 | 3.8550 | 263.1361 | 275.2292 |
| 50,000 | 1.220 | 4.0026 | 274.1001 | 283.6629 |
| 52,000 | 1.255 | 4.1175 | 285.0641 | 290.1149 |
| 54,000 | 1.295 | 4.2487 | 296.0281 | 297.3735 |
| 56,032 | 1.345 | 4.4127 | 307.1675 | 306.2741 |

| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 306.2741 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 126940.9164 |



| | | |
|--|------------------------|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 14 días | |
| Fecha de elaboración | 24.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 20.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | |

ESPECIMEN N° 11 SIN ADITIVO



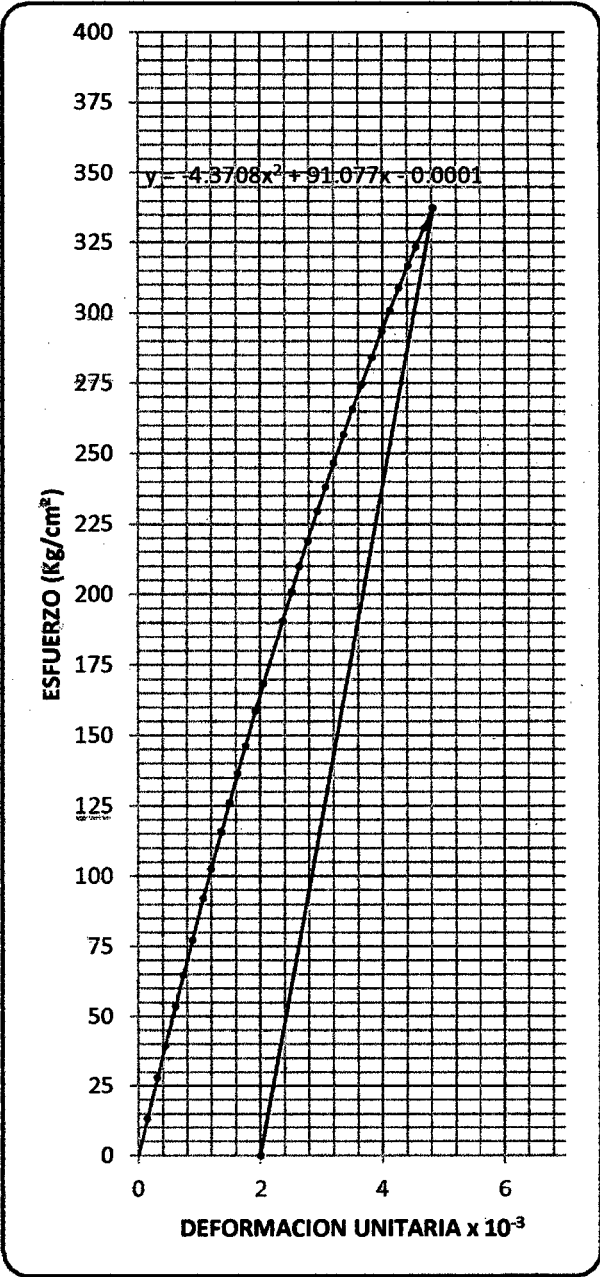
| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.080 | 0.2625 | 10.9640 | 21.8236 |
| 4,000 | 0.130 | 0.4265 | 21.9280 | 35.3345 |
| 6,000 | 0.180 | 0.5906 | 32.8920 | 48.7464 |
| 8,000 | 0.230 | 0.7546 | 43.8560 | 62.0590 |
| 10,000 | 0.275 | 0.9022 | 54.8200 | 73.9557 |
| 12,000 | 0.325 | 1.0663 | 65.7840 | 87.0800 |
| 14,000 | 0.370 | 1.2139 | 76.7480 | 98.8071 |
| 16,000 | 0.415 | 1.3615 | 87.7120 | 110.4539 |
| 18,000 | 0.470 | 1.5420 | 98.6760 | 124.5799 |
| 20,000 | 0.515 | 1.6896 | 109.6400 | 136.0482 |
| 22,000 | 0.565 | 1.8537 | 120.6040 | 148.6967 |
| 24,000 | 0.615 | 2.0177 | 131.5680 | 161.2460 |
| 26,000 | 0.655 | 2.1490 | 142.5320 | 171.2140 |
| 28,000 | 0.700 | 2.2966 | 153.4960 | 182.3522 |
| 30,000 | 0.740 | 2.4278 | 164.4601 | 192.1855 |
| 32,000 | 0.785 | 2.5755 | 175.4241 | 203.1720 |
| 34,000 | 0.815 | 2.6739 | 186.3881 | 210.4517 |
| 36,000 | 0.855 | 2.8051 | 197.3521 | 220.1025 |
| 38,000 | 0.880 | 2.8871 | 208.3161 | 226.1021 |
| 40,000 | 0.925 | 3.0348 | 219.2801 | 236.8388 |
| 42,000 | 0.970 | 3.1824 | 230.2441 | 247.4952 |
| 44,000 | 1.010 | 3.3136 | 241.2081 | 256.9001 |
| 46,000 | 1.065 | 3.4941 | 252.1721 | 269.7283 |
| 48,000 | 1.100 | 3.6089 | 263.1361 | 277.8292 |
| 50,000 | 1.145 | 3.7566 | 274.1001 | 288.1733 |
| 52,000 | 1.185 | 3.8878 | 285.0641 | 297.3007 |
| 54,000 | 1.225 | 4.0190 | 296.0281 | 306.3645 |
| 56,000 | 1.275 | 4.1831 | 306.9921 | 317.6052 |
| 58,000 | 1.320 | 4.3307 | 317.9561 | 327.6370 |
| 60,000 | 1.370 | 4.4948 | 328.9201 | 338.6893 |
| 63,840 | 1.400 | 4.5932 | 349.9710 | 345.2730 |

| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 345.2730 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 133146.7845 |



| | | | |
|--|--------|----|------------------------|
| Cemento | | | Pacasmayo TIPO I |
| Edad | | | 14 días |
| Fecha de elaboración | | | 24.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | | | 20.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | | | 350 Kg/cm ² |
| Área de la probeta (cm ²) | | | 182.415119 |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | | | 304.8 |

ESPECIMEN Nº 12 SIN ADITIVO



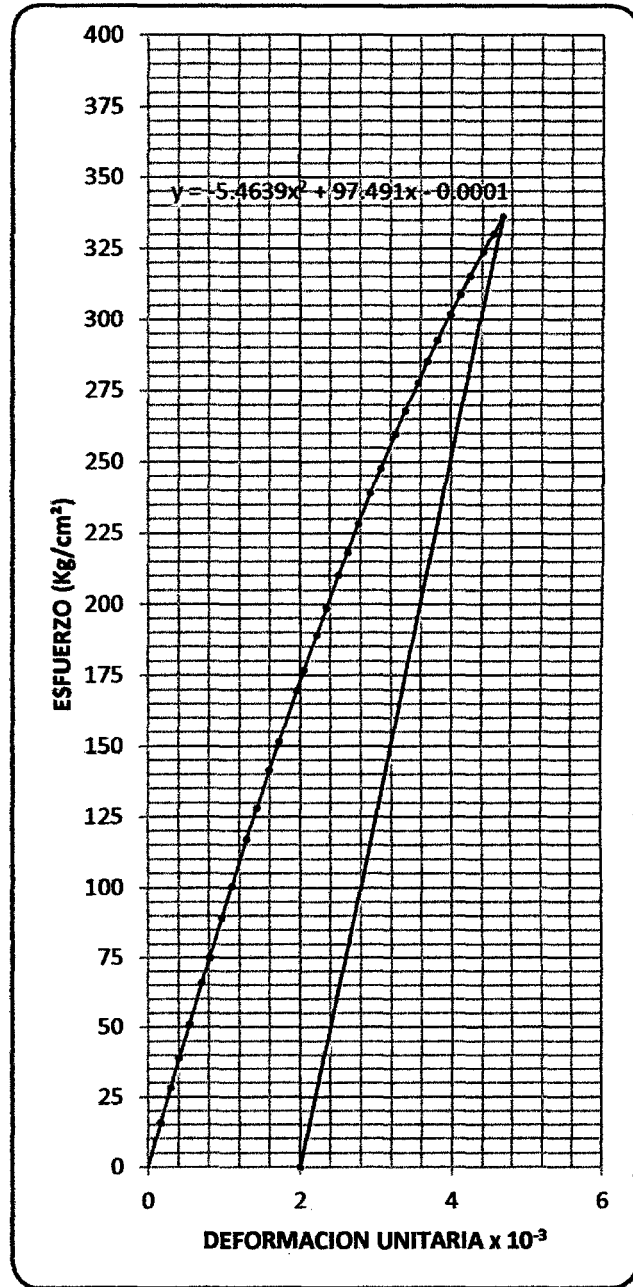
| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.045 | 0.1476 | 10.9640 | 13.3510 |
| 4,000 | 0.095 | 0.3117 | 21.9280 | 27.9621 |
| 6,000 | 0.135 | 0.4429 | 32.8920 | 39.4817 |
| 8,000 | 0.185 | 0.6070 | 43.8560 | 53.6694 |
| 10,000 | 0.225 | 0.7382 | 54.8200 | 64.8502 |
| 12,000 | 0.270 | 0.8858 | 65.7840 | 77.2486 |
| 14,000 | 0.325 | 1.0663 | 76.7480 | 92.1435 |
| 16,000 | 0.365 | 1.1975 | 87.7120 | 102.7974 |
| 18,000 | 0.415 | 1.3615 | 98.6760 | 115.9030 |
| 20,000 | 0.455 | 1.4928 | 109.6400 | 126.2181 |
| 22,000 | 0.496 | 1.6257 | 120.6040 | 136.5088 |
| 24,000 | 0.535 | 1.7552 | 131.5680 | 146.3967 |
| 26,000 | 0.585 | 1.9193 | 142.5320 | 158.7026 |
| 28,000 | 0.625 | 2.0505 | 153.4960 | 168.3778 |
| 30,000 | 0.720 | 2.3622 | 164.4601 | 190.7533 |
| 32,000 | 0.765 | 2.5098 | 175.4241 | 201.0558 |
| 34,000 | 0.805 | 2.6411 | 186.3881 | 210.0536 |
| 36,000 | 0.845 | 2.7723 | 197.3521 | 218.9009 |
| 38,000 | 0.895 | 2.9364 | 208.3161 | 229.7482 |
| 40,000 | 0.935 | 3.0676 | 219.2801 | 238.2568 |
| 42,000 | 0.975 | 3.1988 | 230.2441 | 246.6148 |
| 44,000 | 1.025 | 3.3629 | 241.2081 | 256.8505 |
| 46,000 | 1.070 | 3.5105 | 252.1721 | 265.8616 |
| 48,000 | 1.115 | 3.6581 | 263.1361 | 274.6821 |
| 50,000 | 1.165 | 3.8222 | 274.1001 | 284.2592 |
| 52,000 | 1.215 | 3.9862 | 285.0641 | 293.6011 |
| 54,000 | 1.255 | 4.1175 | 296.0281 | 300.9052 |
| 56,000 | 1.300 | 4.2651 | 306.9921 | 308.9424 |
| 58,000 | 1.345 | 4.4127 | 317.9561 | 316.7890 |
| 60,000 | 1.385 | 4.5440 | 328.9201 | 323.6039 |
| 62,000 | 1.425 | 4.6752 | 339.8841 | 330.2682 |
| 65,008 | 1.470 | 4.8228 | 356.3740 | 337.5855 |

| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 337.5855 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 119590.9753 |



| | | |
|--|------------------------|----|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 14 días | |
| Fecha de elaboración | 24.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 20.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 | cm |
| φ2 | 15.240 | cm |
| Altura (mm) | 304.8 | |

ESPECIMEN Nº 13 SIN ADITIVO



| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.050 | 0.1640 | 10.9640 | 15.8455 |
| 4,000 | 0.090 | 0.2953 | 21.9280 | 28.3102 |
| 6,000 | 0.125 | 0.4101 | 32.8920 | 39.0625 |
| 8,000 | 0.165 | 0.5413 | 43.8560 | 51.1743 |
| 10,000 | 0.215 | 0.7054 | 54.8200 | 66.0495 |
| 12,000 | 0.245 | 0.8038 | 65.7840 | 74.8335 |
| 14,000 | 0.295 | 0.9678 | 76.7480 | 89.2381 |
| 16,000 | 0.335 | 1.0991 | 87.7120 | 100.5501 |
| 18,000 | 0.395 | 1.2959 | 98.6760 | 117.1653 |
| 20,000 | 0.435 | 1.4272 | 109.6400 | 128.0068 |
| 22,000 | 0.485 | 1.5912 | 120.6040 | 141.2940 |
| 24,000 | 0.525 | 1.7224 | 131.5680 | 151.7121 |
| 26,000 | 0.595 | 1.9521 | 142.5320 | 169.4908 |
| 28,000 | 0.625 | 2.0505 | 153.4960 | 176.9338 |
| 30,000 | 0.675 | 2.2146 | 164.4601 | 189.1036 |
| 32,000 | 0.715 | 2.3458 | 175.4241 | 198.6277 |
| 34,000 | 0.765 | 2.5098 | 186.3881 | 210.2681 |
| 36,000 | 0.800 | 2.6247 | 197.3521 | 218.2415 |
| 38,000 | 0.845 | 2.7723 | 208.3161 | 228.2812 |
| 40,000 | 0.895 | 2.9364 | 219.2801 | 239.1571 |
| 42,000 | 0.935 | 3.0676 | 230.2441 | 247.6461 |
| 44,000 | 0.995 | 3.2644 | 241.2081 | 260.0267 |
| 46,000 | 1.035 | 3.3957 | 252.1721 | 268.0452 |
| 48,000 | 1.085 | 3.5597 | 263.1361 | 277.8036 |
| 50,000 | 1.125 | 3.6909 | 274.1001 | 285.3987 |
| 52,000 | 1.165 | 3.8222 | 285.0641 | 292.8055 |
| 54,000 | 1.215 | 3.9862 | 296.0281 | 301.7994 |
| 56,000 | 1.255 | 4.1175 | 306.9921 | 308.7828 |
| 58,000 | 1.295 | 4.2487 | 317.9561 | 315.5779 |
| 60,000 | 1.345 | 4.4127 | 328.9201 | 323.8072 |
| 62,000 | 1.385 | 4.5440 | 339.8841 | 330.1790 |
| 64,192 | 1.425 | 4.6752 | 351.9007 | 336.3625 |

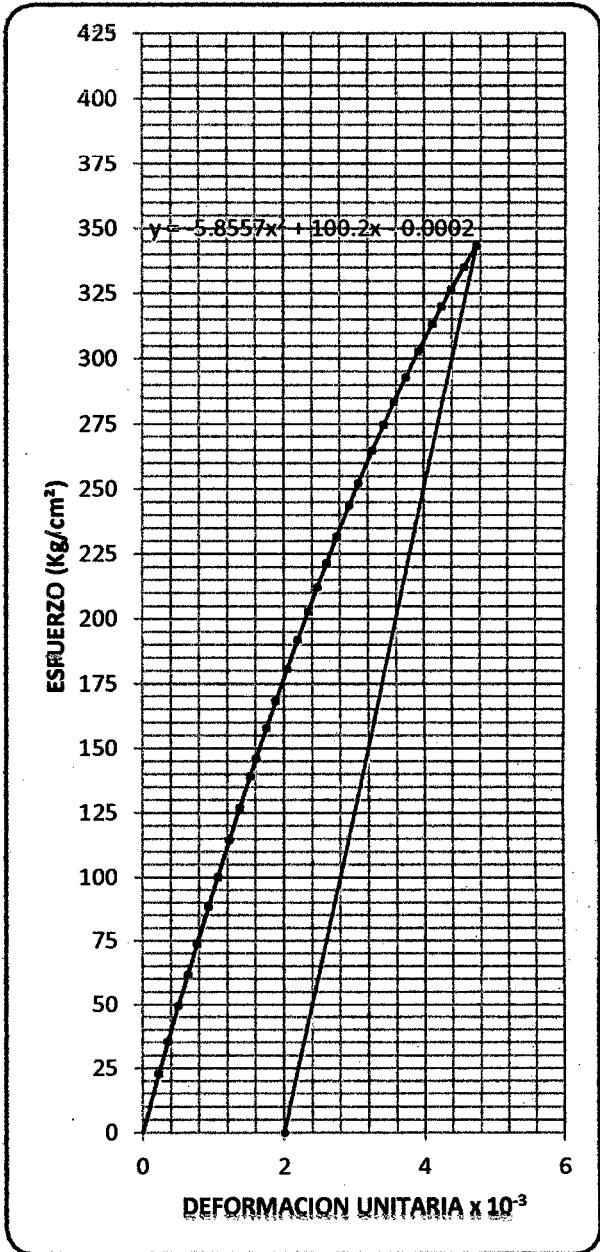
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 336.3625 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 125733.7320 |



| | | | | |
|---|--------|----|-------------------------|------------|
| Cemento | | | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | | | 14 días | |
| Fecha de elaboración | | | 24.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | | | 20.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm²) | | | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm²) | | | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 | 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 | 182.415119 |
| Altura (mm) | | | 304.8 | |

ESPECIMEN Nº 14 SIN ADITIVO

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0002 |
| 2,000 | 0.070 | 0.2297 | 10.9640 | 22.7028 |
| 4,000 | 0.110 | 0.3609 | 21.9280 | 35.3986 |
| 6,000 | 0.155 | 0.5085 | 32.8920 | 49.4402 |
| 8,000 | 0.195 | 0.6398 | 43.8560 | 61.7074 |
| 10,000 | 0.235 | 0.7710 | 54.8200 | 73.7729 |
| 12,000 | 0.285 | 0.9350 | 65.7840 | 88.5711 |
| 14,000 | 0.325 | 1.0663 | 76.7480 | 100.1828 |
| 16,000 | 0.375 | 1.2303 | 87.7120 | 114.4137 |
| 18,000 | 0.420 | 1.3780 | 98.6760 | 126.9521 |
| 20,000 | 0.465 | 1.5256 | 109.6400 | 139.2353 |
| 22,000 | 0.490 | 1.6076 | 120.6040 | 145.9489 |
| 24,000 | 0.535 | 1.7552 | 131.5680 | 157.8350 |
| 26,000 | 0.575 | 1.8865 | 142.5320 | 168.1860 |
| 28,000 | 0.625 | 2.0505 | 153.4960 | 180.8412 |
| 30,000 | 0.670 | 2.1982 | 164.4601 | 191.9614 |
| 32,000 | 0.715 | 2.3458 | 175.4241 | 202.8264 |
| 34,000 | 0.755 | 2.4770 | 186.3881 | 212.2698 |
| 36,000 | 0.795 | 2.6083 | 197.3521 | 221.5115 |
| 38,000 | 0.840 | 2.7559 | 208.3161 | 231.6674 |
| 40,000 | 0.895 | 2.9364 | 219.2801 | 243.7335 |
| 42,000 | 0.935 | 3.0676 | 230.2441 | 252.2692 |
| 44,000 | 0.995 | 3.2644 | 241.2081 | 264.6948 |
| 46,000 | 1.045 | 3.4285 | 252.1721 | 274.7027 |
| 48,000 | 1.090 | 3.5761 | 263.1361 | 283.4404 |
| 50,000 | 1.140 | 3.7402 | 274.1001 | 292.8495 |
| 52,000 | 1.195 | 3.9206 | 285.0641 | 302.8355 |
| 54,000 | 1.255 | 4.1175 | 296.0281 | 313.2945 |
| 56,000 | 1.295 | 4.2487 | 306.9921 | 320.0150 |
| 58,000 | 1.335 | 4.3799 | 317.9561 | 326.5339 |
| 60,000 | 1.390 | 4.5604 | 328.9201 | 335.1679 |
| 63,383 | 1.445 | 4.7408 | 347.4646 | 343.4206 |



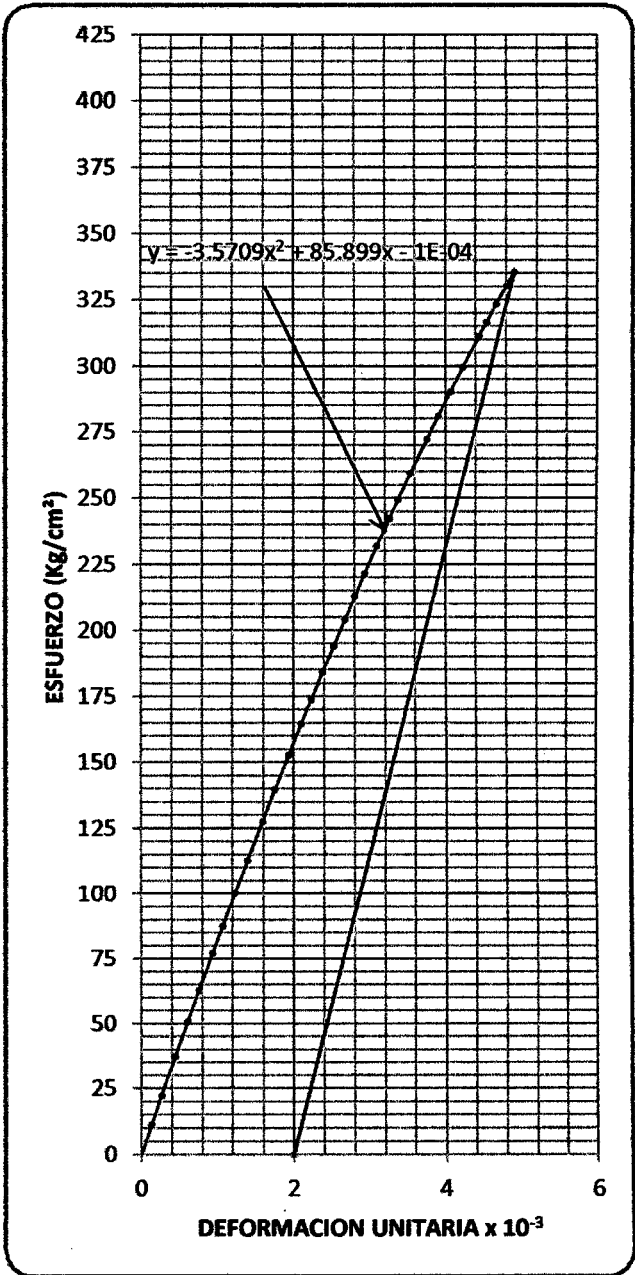
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 343.4206 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 125298.7893 |



| | | |
|--|------------------------|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 14 días | |
| Fecha de elaboración | 24.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 20.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | |

ESPECIMEN Nº 15 SIN ADITIVO

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.040 | 0.1312 | 10.9640 | 11.2112 |
| 4,000 | 0.080 | 0.2625 | 21.9280 | 22.2996 |
| 6,000 | 0.135 | 0.4429 | 32.8920 | 37.3452 |
| 8,000 | 0.185 | 0.6070 | 43.8560 | 50.8213 |
| 10,000 | 0.230 | 0.7546 | 54.8200 | 62.7854 |
| 12,000 | 0.285 | 0.9350 | 65.7840 | 77.1968 |
| 14,000 | 0.325 | 1.0663 | 76.7480 | 87.5318 |
| 16,000 | 0.375 | 1.2303 | 87.7120 | 100.2775 |
| 18,000 | 0.425 | 1.3944 | 98.6760 | 112.8311 |
| 20,000 | 0.485 | 1.5912 | 109.6400 | 127.6417 |
| 22,000 | 0.535 | 1.7552 | 120.6040 | 139.7725 |
| 24,000 | 0.590 | 1.9357 | 131.5680 | 152.8943 |
| 26,000 | 0.640 | 2.0997 | 142.5320 | 164.6215 |
| 28,000 | 0.680 | 2.2310 | 153.4960 | 173.8649 |
| 30,000 | 0.725 | 2.3786 | 164.4601 | 184.1167 |
| 32,000 | 0.770 | 2.5262 | 175.4241 | 194.2128 |
| 34,000 | 0.815 | 2.6739 | 186.3881 | 204.1532 |
| 36,000 | 0.855 | 2.8051 | 197.3521 | 212.8584 |
| 38,000 | 0.895 | 2.9364 | 208.3161 | 221.4407 |
| 40,000 | 0.945 | 3.1004 | 219.2801 | 231.9956 |
| 42,000 | 0.995 | 3.2644 | 230.2441 | 242.3582 |
| 44,000 | 1.030 | 3.3793 | 241.2081 | 249.4977 |
| 46,000 | 1.080 | 3.5433 | 252.1721 | 259.5337 |
| 48,000 | 1.145 | 3.7566 | 263.1361 | 272.2931 |
| 50,000 | 1.190 | 3.9042 | 274.1001 | 280.9363 |
| 52,000 | 1.240 | 4.0682 | 285.0641 | 290.3573 |
| 54,000 | 1.290 | 4.2323 | 296.0281 | 299.5861 |
| 56,000 | 1.355 | 4.4455 | 306.9921 | 311.2962 |
| 58,000 | 1.385 | 4.5440 | 317.9561 | 316.5913 |
| 60,000 | 1.425 | 4.6752 | 328.9201 | 323.5438 |
| 62,000 | 1.465 | 4.8064 | 339.8841 | 330.3733 |
| 64,063 | 1.495 | 4.9049 | 351.1924 | 335.4148 |

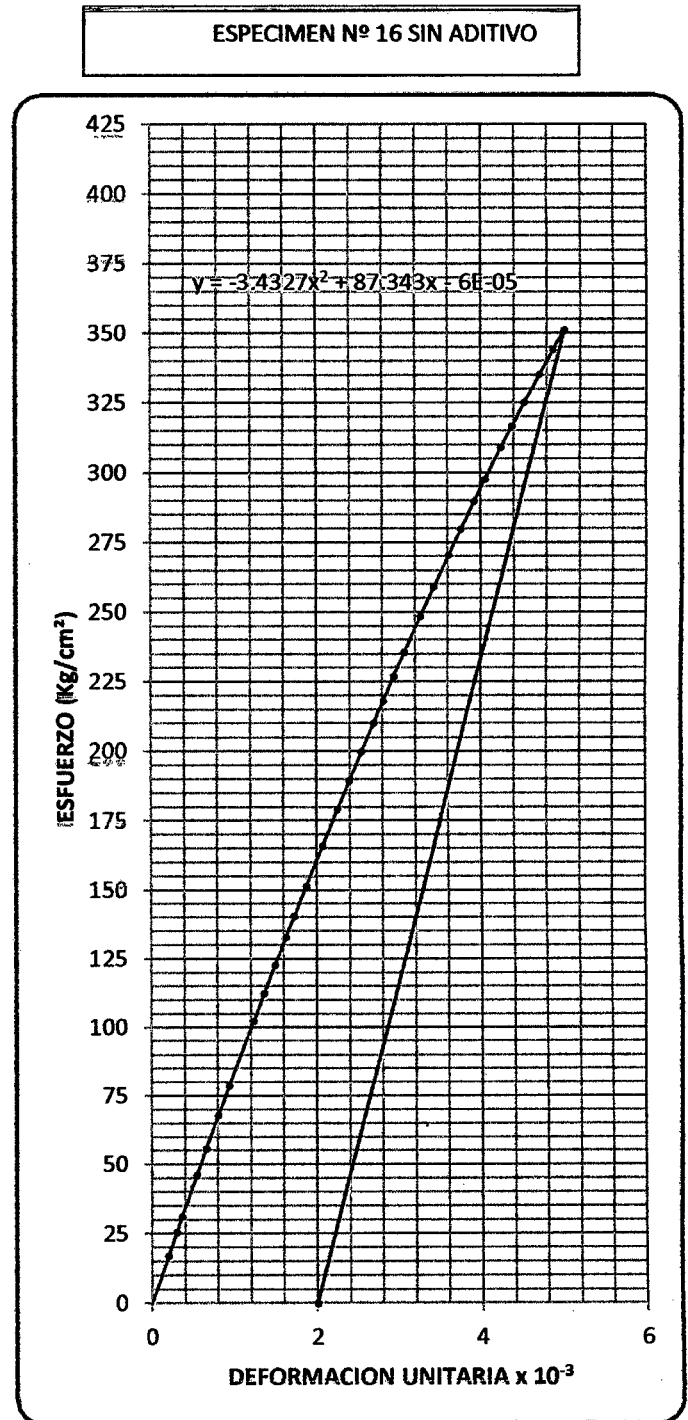


| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 335.4148 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 115466.9363 |



| | | |
|--|------------------------|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 14 días | |
| Fecha de elaboración | 24.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 20.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | |

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.060 | 0.1969 | 10.9640 | 17.0604 |
| 4,000 | 0.090 | 0.2953 | 21.9280 | 25.4909 |
| 6,000 | 0.110 | 0.3609 | 32.8920 | 31.0743 |
| 8,000 | 0.165 | 0.5413 | 43.8560 | 46.2761 |
| 10,000 | 0.200 | 0.6562 | 54.8200 | 55.8336 |
| 12,000 | 0.245 | 0.8038 | 65.7840 | 67.9889 |
| 14,000 | 0.285 | 0.9350 | 76.7480 | 78.6679 |
| 16,000 | 0.375 | 1.2303 | 87.7120 | 102.2633 |
| 18,000 | 0.415 | 1.3615 | 98.6760 | 112.5581 |
| 20,000 | 0.455 | 1.4928 | 109.6400 | 122.7346 |
| 22,000 | 0.495 | 1.6240 | 120.6040 | 132.7928 |
| 24,000 | 0.525 | 1.7224 | 131.5680 | 140.2590 |
| 26,000 | 0.570 | 1.8701 | 142.5320 | 151.3334 |
| 28,000 | 0.630 | 2.0669 | 153.4960 | 165.8666 |
| 30,000 | 0.685 | 2.2474 | 164.4601 | 178.9549 |
| 32,000 | 0.730 | 2.3950 | 175.4241 | 189.4973 |
| 34,000 | 0.775 | 2.5427 | 186.3881 | 199.8900 |
| 36,000 | 0.820 | 2.6903 | 197.3521 | 210.1331 |
| 38,000 | 0.855 | 2.8051 | 208.3161 | 217.9965 |
| 40,000 | 0.895 | 2.9364 | 219.2801 | 226.8724 |
| 42,000 | 0.935 | 3.0676 | 230.2441 | 235.6301 |
| 44,000 | 0.995 | 3.2644 | 241.2081 | 248.5448 |
| 46,000 | 1.045 | 3.4285 | 252.1721 | 259.1039 |
| 48,000 | 1.100 | 3.6089 | 263.1361 | 270.5056 |
| 50,000 | 1.145 | 3.7566 | 274.1001 | 279.6679 |
| 52,000 | 1.195 | 3.9206 | 285.0641 | 289.6727 |
| 54,000 | 1.235 | 4.0518 | 296.0281 | 297.5436 |
| 56,000 | 1.295 | 4.2487 | 306.9921 | 309.1282 |
| 58,000 | 1.335 | 4.3799 | 317.9561 | 316.7035 |
| 60,000 | 1.380 | 4.5276 | 328.9201 | 325.0843 |
| 62,000 | 1.435 | 4.7080 | 339.8841 | 335.1244 |
| 64,000 | 1.485 | 4.8720 | 350.8481 | 344.0577 |
| 67,655 | 1.525 | 5.0033 | 370.8848 | 351.0713 |

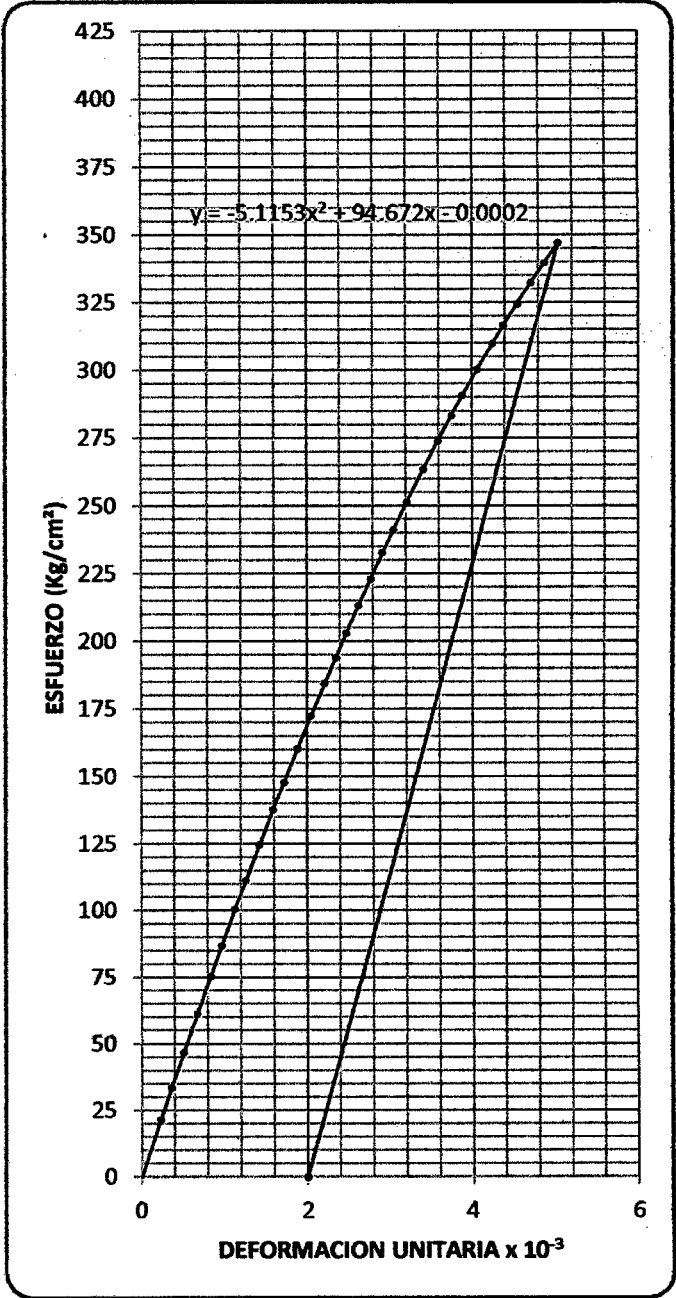


| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 351.0713 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 116895.9402 |



| | | | |
|--|------------------------|----|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | | |
| Edad | 14 días | | |
| Fecha de elaboración | 24.DIC.2011 | | |
| Fecha de Rotura | 20.ENE.2012 | | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | | |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | | |

ESPECIMEN Nº 17 SIN ADITIVO



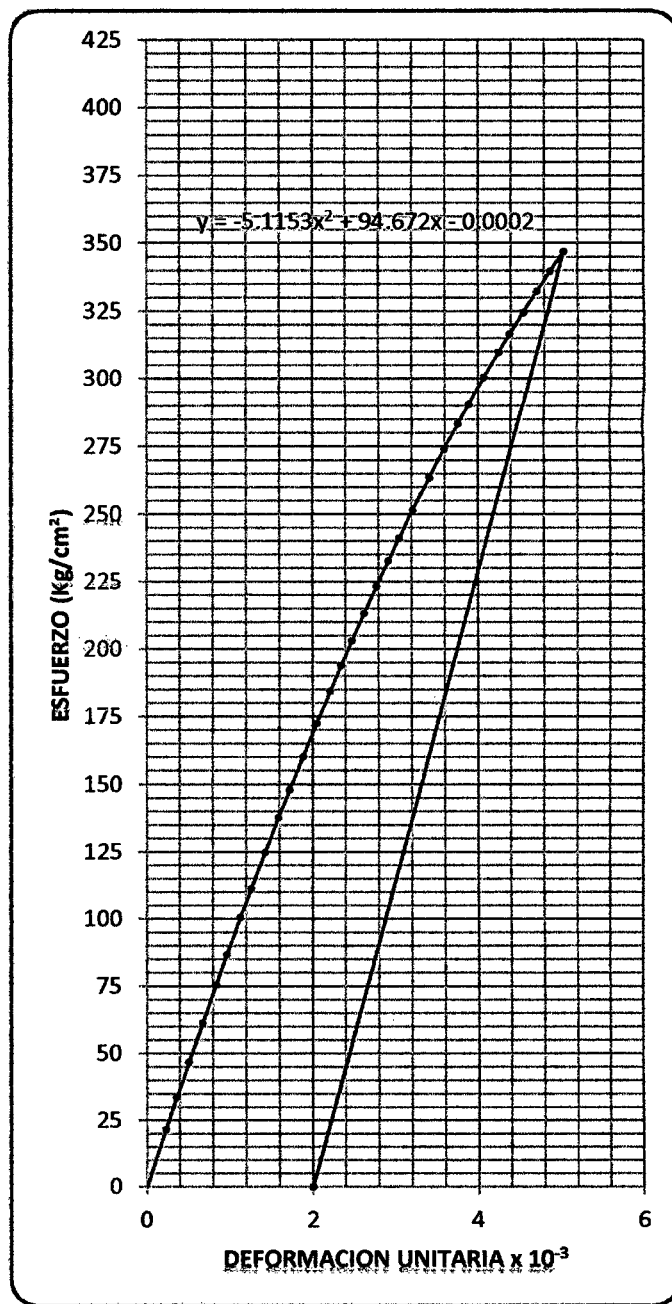
| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.070 | 0.2297 | 10.9640 | 21.4723 |
| 4,000 | 0.110 | 0.3609 | 21.9280 | 33.5000 |
| 6,000 | 0.155 | 0.5085 | 32.8920 | 46.8205 |
| 8,000 | 0.205 | 0.6726 | 43.8560 | 61.3596 |
| 10,000 | 0.255 | 0.8366 | 54.8200 | 75.6234 |
| 12,000 | 0.295 | 0.9678 | 65.7840 | 86.8362 |
| 14,000 | 0.345 | 1.1319 | 76.7480 | 100.6045 |
| 16,000 | 0.385 | 1.2631 | 87.7120 | 111.4209 |
| 18,000 | 0.435 | 1.4272 | 98.6760 | 124.6936 |
| 20,000 | 0.485 | 1.5912 | 109.6400 | 137.6909 |
| 22,000 | 0.525 | 1.7224 | 120.6040 | 147.8906 |
| 24,000 | 0.575 | 1.8865 | 131.5680 | 160.3925 |
| 26,000 | 0.625 | 2.0505 | 142.5320 | 172.6190 |
| 28,000 | 0.675 | 2.2146 | 153.4960 | 184.5703 |
| 30,000 | 0.715 | 2.3458 | 164.4601 | 193.9331 |
| 32,000 | 0.755 | 2.4770 | 175.4241 | 203.1196 |
| 34,000 | 0.800 | 2.6247 | 186.3881 | 213.2439 |
| 36,000 | 0.845 | 2.7723 | 197.3521 | 223.1452 |
| 38,000 | 0.890 | 2.9199 | 208.3161 | 232.8235 |
| 40,000 | 0.930 | 3.0512 | 219.2801 | 241.2393 |
| 42,000 | 0.980 | 3.2152 | 230.2441 | 251.5112 |
| 44,000 | 1.040 | 3.4121 | 241.2081 | 263.4740 |
| 46,000 | 1.095 | 3.5925 | 252.1721 | 274.0918 |
| 48,000 | 1.145 | 3.7566 | 263.1361 | 283.4551 |
| 50,000 | 1.185 | 3.8878 | 274.1001 | 290.7476 |
| 52,000 | 1.240 | 4.0682 | 285.0641 | 300.4871 |
| 54,000 | 1.295 | 4.2487 | 296.0281 | 309.8935 |
| 56,000 | 1.335 | 4.3799 | 306.9921 | 316.5253 |
| 58,000 | 1.385 | 4.5440 | 317.9561 | 324.5672 |
| 60,000 | 1.435 | 4.7080 | 328.9201 | 332.3338 |
| 62,000 | 1.485 | 4.8720 | 339.8841 | 339.8252 |
| 64,824 | 1.535 | 5.0361 | 355.3675 | 347.0412 |

| | | |
|---|------------------|-----------------------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | | 347.0412 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | | 114305.3390 |
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | ESPECIMEN Nº 17 SIN ADITIVO |



| | |
|--|------------------------|
| Fecha de elaboración | 24.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | 20.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 |
| φ1 15.240 cm | Area1 182.415119 |
| φ2 15.240 cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 |

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.070 | 0.2297 | 10.9640 | 21.4723 |
| 4,000 | 0.110 | 0.3609 | 21.9280 | 33.5000 |
| 6,000 | 0.155 | 0.5085 | 32.8920 | 46.8205 |
| 8,000 | 0.205 | 0.6726 | 43.8560 | 61.3596 |
| 10,000 | 0.255 | 0.8366 | 54.8200 | 75.6234 |
| 12,000 | 0.295 | 0.9678 | 65.7840 | 86.8362 |
| 14,000 | 0.345 | 1.1319 | 76.7480 | 100.6045 |
| 16,000 | 0.385 | 1.2631 | 87.7120 | 111.4209 |
| 18,000 | 0.435 | 1.4272 | 98.6760 | 124.6936 |
| 20,000 | 0.485 | 1.5912 | 109.6400 | 137.6909 |
| 22,000 | 0.525 | 1.7224 | 120.6040 | 147.8906 |
| 24,000 | 0.575 | 1.8865 | 131.5680 | 160.3925 |
| 26,000 | 0.625 | 2.0505 | 142.5320 | 172.6190 |
| 28,000 | 0.675 | 2.2146 | 153.4960 | 184.5703 |
| 30,000 | 0.715 | 2.3458 | 164.4601 | 193.9331 |
| 32,000 | 0.755 | 2.4770 | 175.4241 | 203.1196 |
| 34,000 | 0.800 | 2.6247 | 186.3881 | 213.2439 |
| 36,000 | 0.845 | 2.7723 | 197.3521 | 223.1452 |
| 38,000 | 0.890 | 2.9199 | 208.3161 | 232.8235 |
| 40,000 | 0.930 | 3.0512 | 219.2801 | 241.2393 |
| 42,000 | 0.980 | 3.2152 | 230.2441 | 251.5112 |
| 44,000 | 1.040 | 3.4121 | 241.2081 | 263.4740 |
| 46,000 | 1.095 | 3.5925 | 252.1721 | 274.0918 |
| 48,000 | 1.145 | 3.7566 | 263.1361 | 283.4551 |
| 50,000 | 1.185 | 3.8878 | 274.1001 | 290.7476 |
| 52,000 | 1.240 | 4.0682 | 285.0641 | 300.4871 |
| 54,000 | 1.295 | 4.2487 | 296.0281 | 309.8935 |
| 56,000 | 1.335 | 4.3799 | 306.9921 | 316.5253 |
| 58,000 | 1.385 | 4.5440 | 317.9561 | 324.5672 |
| 60,000 | 1.435 | 4.7080 | 328.9201 | 332.3338 |
| 62,000 | 1.485 | 4.8720 | 339.8841 | 339.8252 |
| 64,824 | 1.535 | 5.0361 | 355.3675 | 347.0412 |

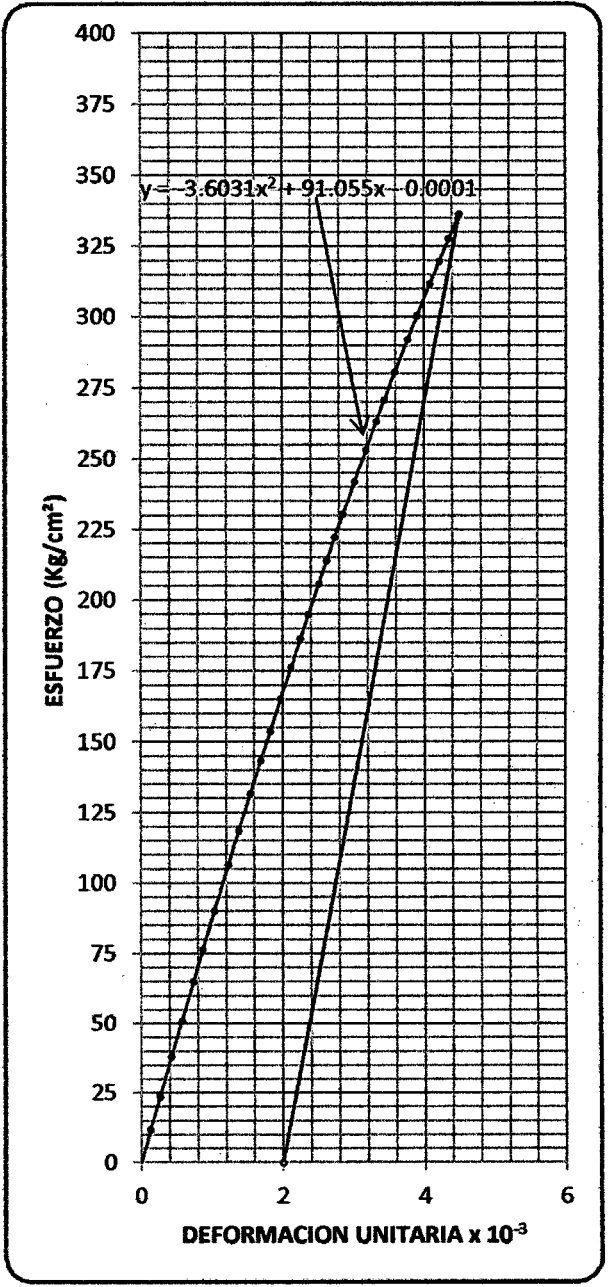


| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 347.0412 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 114305.3390 |



| | | | |
|--|------------------------|-------|------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | | |
| Edad | 14 días | | |
| Fecha de elaboración | 24.DIC.2011 | | |
| Fecha de Rotura | 20.ENE.2012 | | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 | 182.415119 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 | 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | | |

ESPECIMEN Nº 18 SIN ADITIVO



| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.040 | 0.1312 | 10.9640 | 11.8873 |
| 4,000 | 0.080 | 0.2625 | 21.9280 | 23.6506 |
| 6,000 | 0.130 | 0.4265 | 32.8920 | 38.1802 |
| 8,000 | 0.175 | 0.5741 | 43.8560 | 51.0911 |
| 10,000 | 0.225 | 0.7382 | 54.8200 | 65.2523 |
| 12,000 | 0.265 | 0.8694 | 65.7840 | 76.4416 |
| 14,000 | 0.315 | 1.0335 | 76.7480 | 90.2537 |
| 16,000 | 0.375 | 1.2303 | 87.7120 | 106.5723 |
| 18,000 | 0.420 | 1.3780 | 98.6760 | 118.6280 |
| 20,000 | 0.470 | 1.5420 | 109.6400 | 131.8390 |
| 22,000 | 0.515 | 1.6896 | 120.6040 | 143.5630 |
| 24,000 | 0.555 | 1.8209 | 131.5680 | 153.8526 |
| 26,000 | 0.600 | 1.9685 | 142.5320 | 165.2800 |
| 28,000 | 0.645 | 2.1161 | 153.4960 | 176.5503 |
| 30,000 | 0.685 | 2.2474 | 164.4601 | 186.4365 |
| 32,000 | 0.720 | 2.3622 | 175.4241 | 194.9851 |
| 34,000 | 0.765 | 2.5098 | 186.3881 | 205.8366 |
| 36,000 | 0.800 | 2.6247 | 197.3521 | 214.1680 |
| 38,000 | 0.835 | 2.7395 | 208.3161 | 222.4044 |
| 40,000 | 0.870 | 2.8543 | 219.2801 | 230.5458 |
| 42,000 | 0.920 | 3.0184 | 230.2441 | 242.0115 |
| 44,000 | 0.970 | 3.1824 | 241.2081 | 253.2833 |
| 46,000 | 1.015 | 3.3301 | 252.1721 | 263.2621 |
| 48,000 | 1.050 | 3.4449 | 263.1361 | 270.9149 |
| 50,000 | 1.095 | 3.5925 | 274.1001 | 280.6144 |
| 52,000 | 1.150 | 3.7730 | 285.0641 | 292.2562 |
| 54,000 | 1.190 | 3.9042 | 296.0281 | 300.5755 |
| 56,000 | 1.245 | 4.0846 | 306.9921 | 311.8120 |
| 58,000 | 1.285 | 4.2159 | 317.9561 | 319.8366 |
| 60,000 | 1.325 | 4.3471 | 328.9201 | 327.7371 |
| 63,861 | 1.370 | 4.4948 | 350.0861 | 336.4768 |

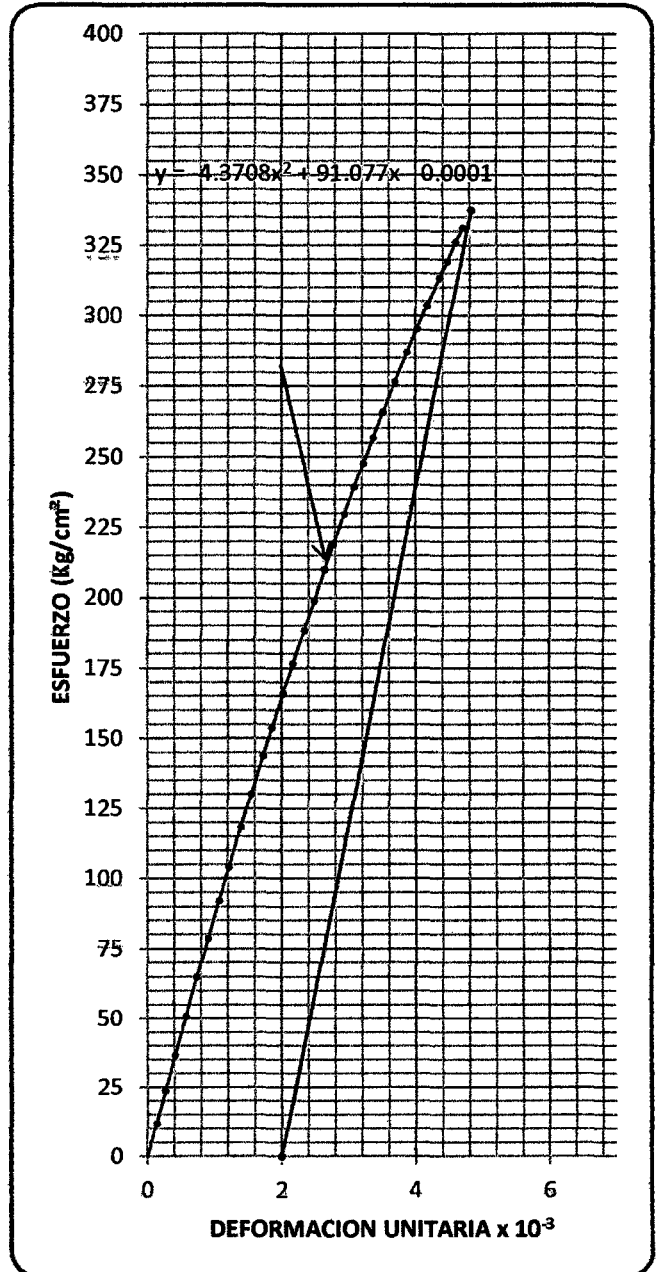
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 336.4768 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 134873.9024 |



| | | | |
|--|------------------------|-------|------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | | |
| Edad | 14 días | | |
| Fecha de elaboración | 24.DIC.2011 | | |
| Fecha de Rotura | 20.ENE.2012 | | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 | 182.415119 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 | 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | | |

ESPECIMEN Nº 19 SIN ADITIVO

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unif. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.040 | 0.1312 | 10.9640 | 11.8770 |
| 4,000 | 0.080 | 0.2625 | 21.9280 | 23.6035 |
| 6,000 | 0.125 | 0.4101 | 32.8920 | 36.6159 |
| 8,000 | 0.175 | 0.5741 | 43.8560 | 50.8507 |
| 10,000 | 0.225 | 0.7382 | 54.8200 | 64.8502 |
| 12,000 | 0.275 | 0.9022 | 65.7840 | 78.6145 |
| 14,000 | 0.325 | 1.0663 | 76.7480 | 92.1435 |
| 16,000 | 0.370 | 1.2139 | 87.7120 | 104.1185 |
| 18,000 | 0.425 | 1.3944 | 98.6760 | 118.4959 |
| 20,000 | 0.470 | 1.5420 | 109.6400 | 130.0475 |
| 22,000 | 0.525 | 1.7224 | 120.6040 | 143.9073 |
| 24,000 | 0.565 | 1.8537 | 131.5680 | 153.8085 |
| 26,000 | 0.615 | 2.0177 | 142.5320 | 165.9731 |
| 28,000 | 0.660 | 2.1654 | 153.4960 | 176.7202 |
| 30,000 | 0.710 | 2.3294 | 164.4601 | 188.4380 |
| 32,000 | 0.755 | 2.4770 | 175.4241 | 198.7828 |
| 34,000 | 0.805 | 2.6411 | 186.3881 | 210.0536 |
| 36,000 | 0.845 | 2.7723 | 197.3521 | 218.9009 |
| 38,000 | 0.895 | 2.9364 | 208.3161 | 229.7482 |
| 40,000 | 0.940 | 3.0840 | 219.2801 | 239.3098 |
| 42,000 | 0.980 | 3.2152 | 230.2441 | 247.6489 |
| 44,000 | 1.025 | 3.3629 | 241.2081 | 256.8505 |
| 46,000 | 1.070 | 3.5105 | 252.1721 | 265.8616 |
| 48,000 | 1.125 | 3.6909 | 263.1361 | 276.6163 |
| 50,000 | 1.180 | 3.8714 | 274.1001 | 287.0865 |
| 52,000 | 1.225 | 4.0190 | 285.0641 | 295.4412 |
| 54,000 | 1.270 | 4.1667 | 296.0281 | 303.6054 |
| 56,000 | 1.325 | 4.3471 | 306.9921 | 313.3252 |
| 58,000 | 1.360 | 4.4619 | 317.9561 | 319.3623 |
| 60,000 | 1.400 | 4.5932 | 328.9201 | 326.1206 |
| 62,764 | 1.430 | 4.6916 | 344.0724 | 331.0906 |

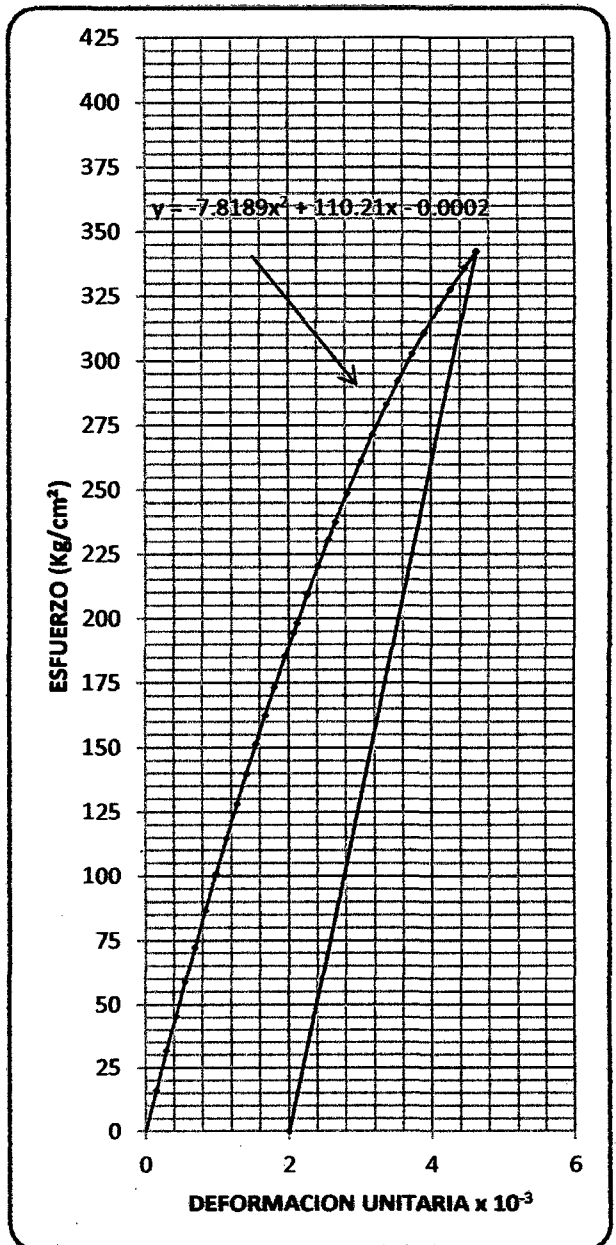


| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 331.0906 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 123008.8042 |



| | | | |
|--|------------------------|----|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | | |
| Edad | 14 días | | |
| Fecha de elaboración | 24.DIC.2011 | | |
| Fecha de Rotura | 20.ENE.2012 | | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | | |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | | |

ESPECIMEN Nº 20 SIN ADITIVO



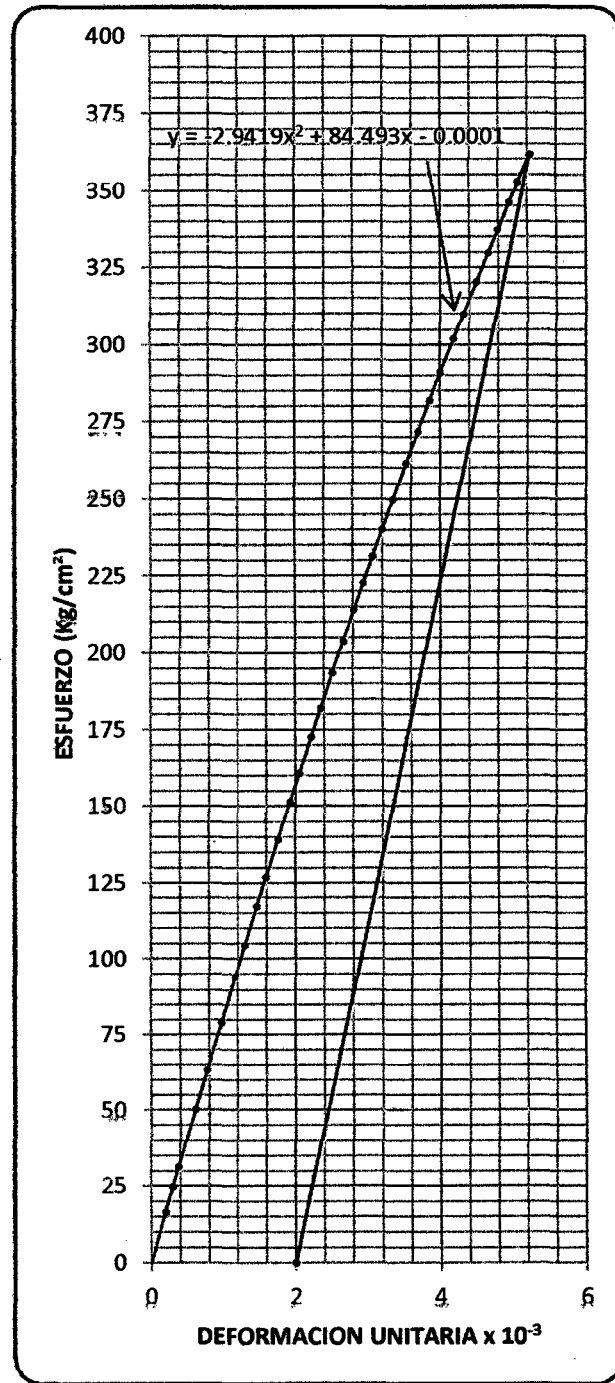
| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.045 | 0.1476 | 10.9640 | 16.1005 |
| 4,000 | 0.090 | 0.2953 | 21.9280 | 31.8604 |
| 6,000 | 0.130 | 0.4265 | 32.8920 | 45.5830 |
| 8,000 | 0.170 | 0.5577 | 43.8560 | 59.0364 |
| 10,000 | 0.210 | 0.6890 | 54.8200 | 72.2204 |
| 12,000 | 0.255 | 0.8366 | 65.7840 | 86.7304 |
| 14,000 | 0.300 | 0.9843 | 76.7480 | 100.8996 |
| 16,000 | 0.345 | 1.1319 | 87.7120 | 114.7280 |
| 18,000 | 0.390 | 1.2795 | 98.6760 | 128.2155 |
| 20,000 | 0.430 | 1.4108 | 109.6400 | 139.9183 |
| 22,000 | 0.470 | 1.5420 | 120.6040 | 151.3517 |
| 24,000 | 0.510 | 1.6732 | 131.5680 | 162.5158 |
| 26,000 | 0.550 | 1.8045 | 142.5320 | 173.4106 |
| 28,000 | 0.595 | 1.9521 | 153.4960 | 185.3453 |
| 30,000 | 0.630 | 2.0669 | 164.4601 | 194.3922 |
| 32,000 | 0.645 | 2.1161 | 175.4241 | 198.2063 |
| 34,000 | 0.690 | 2.2638 | 186.3881 | 209.4215 |
| 36,000 | 0.735 | 2.4114 | 197.3521 | 220.2957 |
| 38,000 | 0.780 | 2.5591 | 208.3161 | 230.8291 |
| 40,000 | 0.810 | 2.6575 | 219.2801 | 237.6621 |
| 42,000 | 0.860 | 2.8215 | 230.2441 | 248.7136 |
| 44,000 | 0.920 | 3.0184 | 241.2081 | 261.4200 |
| 46,000 | 0.970 | 3.1824 | 252.1721 | 271.5458 |
| 48,000 | 1.030 | 3.3793 | 263.1361 | 283.1412 |
| 50,000 | 1.080 | 3.5433 | 274.1001 | 292.3412 |
| 52,000 | 1.140 | 3.7402 | 285.0641 | 302.8257 |
| 54,000 | 1.190 | 3.9042 | 296.0281 | 311.0999 |
| 56,000 | 1.250 | 4.1010 | 306.9921 | 320.4735 |
| 58,000 | 1.300 | 4.2651 | 317.9561 | 327.8219 |
| 60,000 | 1.360 | 4.4619 | 328.9201 | 336.0845 |
| 63,512 | 1.410 | 4.6260 | 348.1729 | 342.5072 |

| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 342.5072 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 130430.0212 |



| | | | | |
|--|--------|----|-------|------------------------|
| Cemento | | | | Pacasmayo TIPO I |
| Edad | | | | 28 días |
| Fecha de elaboración | | | | 26.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | | | | 22.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | | | | 350 Kg/cm ² |
| Área de la probeta (cm ²) | | | | 182.415119 |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 | 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 | 182.415119 |
| Altura (mm) | | | | 304.8 |

ESPECIMEN Nº 21 SIN ADITIVO



| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.060 | 0.1969 | 10.9640 | 16.5184 |
| 4,000 | 0.090 | 0.2953 | 21.9280 | 24.6921 |
| 6,000 | 0.115 | 0.3773 | 32.8920 | 31.4600 |
| 8,000 | 0.185 | 0.6070 | 43.8560 | 50.1996 |
| 10,000 | 0.235 | 0.7710 | 54.8200 | 63.3950 |
| 12,000 | 0.295 | 0.9678 | 65.7840 | 79.0205 |
| 14,000 | 0.355 | 1.1647 | 76.7480 | 94.4180 |
| 16,000 | 0.395 | 1.2959 | 87.7120 | 104.5563 |
| 18,000 | 0.445 | 1.4600 | 98.6760 | 117.0867 |
| 20,000 | 0.485 | 1.5912 | 109.6400 | 126.9971 |
| 22,000 | 0.535 | 1.7552 | 120.6040 | 139.2425 |
| 24,000 | 0.585 | 1.9193 | 131.5680 | 151.3296 |
| 26,000 | 0.625 | 2.0505 | 142.5320 | 160.8852 |
| 28,000 | 0.675 | 2.2146 | 153.4960 | 172.6873 |
| 30,000 | 0.715 | 2.3458 | 164.4600 | 182.0150 |
| 32,000 | 0.765 | 2.5098 | 175.4240 | 193.5321 |
| 34,000 | 0.810 | 2.6575 | 186.3880 | 203.7621 |
| 36,000 | 0.855 | 2.8051 | 197.3520 | 213.8638 |
| 38,000 | 0.895 | 2.9364 | 208.3160 | 222.7355 |
| 40,000 | 0.935 | 3.0676 | 219.2800 | 231.5059 |
| 42,000 | 0.975 | 3.1988 | 230.2440 | 240.1749 |
| 44,000 | 1.020 | 3.3465 | 241.2080 | 249.8064 |
| 46,000 | 1.075 | 3.5269 | 252.1720 | 261.4041 |
| 48,000 | 1.125 | 3.6909 | 263.1360 | 271.7812 |
| 50,000 | 1.175 | 3.8550 | 274.1000 | 281.9999 |
| 52,000 | 1.220 | 4.0026 | 285.0640 | 291.0615 |
| 54,000 | 1.275 | 4.1831 | 296.0280 | 301.9625 |
| 56,000 | 1.315 | 4.3143 | 306.9920 | 309.7702 |
| 58,000 | 1.370 | 4.4948 | 317.9560 | 320.3403 |
| 60,000 | 1.420 | 4.6588 | 328.9200 | 329.7832 |
| 62,000 | 1.460 | 4.7900 | 339.8840 | 337.2236 |
| 64,000 | 1.510 | 4.9541 | 350.8480 | 346.3815 |
| 66,000 | 1.545 | 5.0689 | 361.8120 | 352.6979 |
| 70,000 | 1.595 | 5.2329 | 383.7400 | 361.5867 |

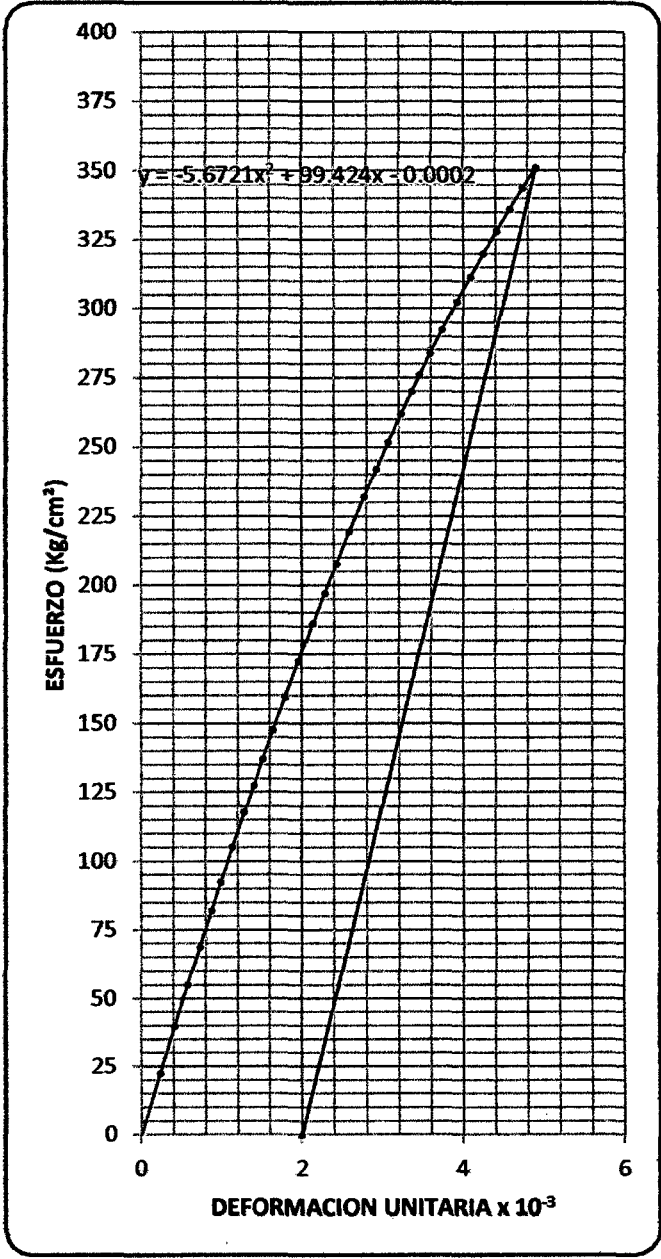
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 361.5867 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 111844.5509 |



| | |
|--|------------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I |
| Edad | 28 días |
| Fecha de elaboración | 26.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | 22.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² |

ESPECIMEN N° 22 SIN ADITIVO

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.070 | 0.2297 | 10.9640 | 22.5342 |
| 4,000 | 0.125 | 0.4101 | 21.9280 | 39.8201 |
| 6,000 | 0.175 | 0.5741 | 32.8920 | 55.2140 |
| 8,000 | 0.220 | 0.7218 | 43.8560 | 68.8075 |
| 10,000 | 0.265 | 0.8694 | 54.8200 | 82.1537 |
| 12,000 | 0.300 | 0.9843 | 65.7840 | 92.3632 |
| 14,000 | 0.345 | 1.1319 | 76.7480 | 105.2698 |
| 16,000 | 0.390 | 1.2795 | 87.7120 | 117.9292 |
| 18,000 | 0.425 | 1.3944 | 98.6760 | 127.6044 |
| 20,000 | 0.460 | 1.5092 | 109.6400 | 137.1301 |
| 22,000 | 0.500 | 1.6404 | 120.6040 | 147.8334 |
| 24,000 | 0.545 | 1.7881 | 131.5680 | 159.6411 |
| 26,000 | 0.595 | 1.9521 | 142.5320 | 172.4707 |
| 28,000 | 0.650 | 2.1325 | 153.4960 | 186.2307 |
| 30,000 | 0.695 | 2.2802 | 164.4601 | 197.2142 |
| 32,000 | 0.740 | 2.4278 | 175.4241 | 207.9503 |
| 34,000 | 0.790 | 2.5919 | 186.3881 | 219.5894 |
| 36,000 | 0.845 | 2.7723 | 197.3521 | 232.0398 |
| 38,000 | 0.890 | 2.9199 | 208.3161 | 244.9518 |
| 40,000 | 0.935 | 3.0676 | 219.2801 | 256.6165 |
| 42,000 | 0.985 | 3.2316 | 230.2441 | 266.0650 |
| 44,000 | 1.025 | 3.3629 | 241.2081 | 270.2040 |
| 46,000 | 1.055 | 3.4613 | 252.1721 | 276.1801 |
| 48,000 | 1.095 | 3.5925 | 263.1361 | 283.9772 |
| 50,000 | 1.140 | 3.7402 | 274.1001 | 292.5154 |
| 52,000 | 1.195 | 3.9206 | 285.0641 | 302.6153 |
| 54,000 | 1.245 | 4.0846 | 296.0281 | 311.4764 |
| 56,000 | 1.295 | 4.2487 | 306.9921 | 320.0322 |
| 58,000 | 1.345 | 4.4127 | 317.9561 | 328.2828 |
| 60,000 | 1.395 | 4.5768 | 328.9201 | 336.2281 |
| 62,000 | 1.445 | 4.7408 | 339.8841 | 343.8682 |
| 66,000 | 1.495 | 4.9049 | 361.8121 | 351.2030 |

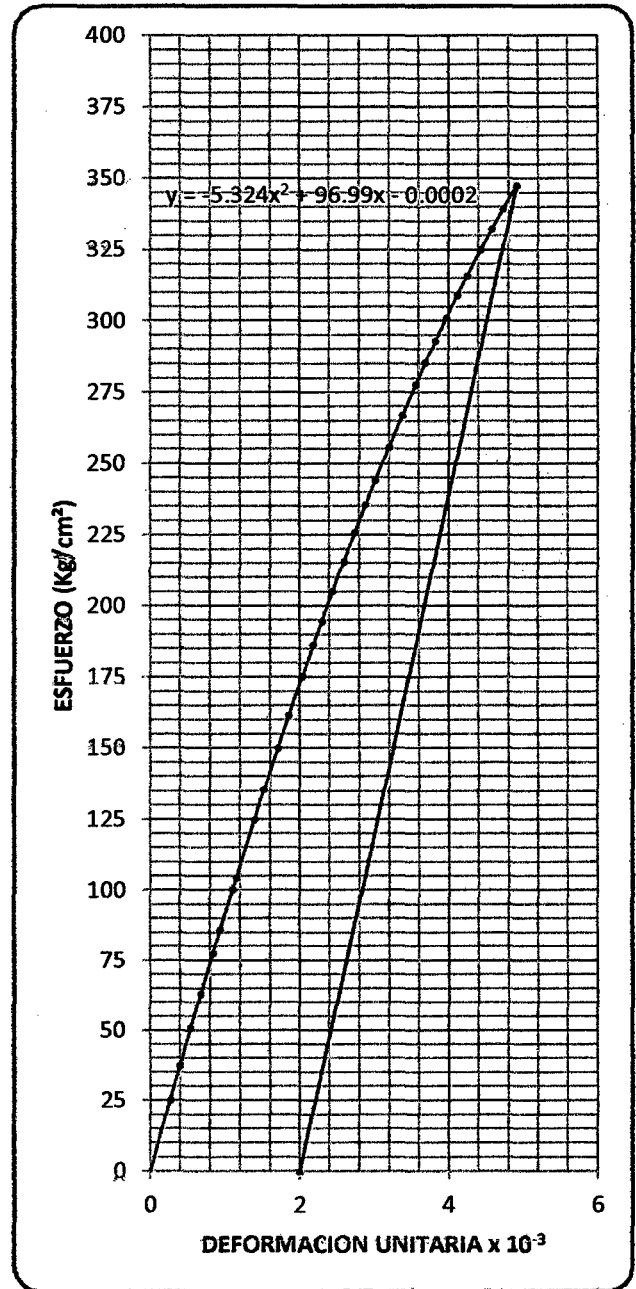


| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 351.2030 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 120902.0381 |



| | | | |
|--|--------|----|------------------------|
| Cemento | | | Pacasmayo TIPO I |
| Edad | | | 28 días |
| Fecha de elaboración | | | 26.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | | | 22.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | | | 350 Kg/cm ² |
| Área de la probeta (cm ²) | | | 182.415119 |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | | | 304.8 |

ESPECIMEN Nº 23 SIN ADITIVO



| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.080 | 0.2625 | 10.9640 | 25.0897 |
| 4,000 | 0.120 | 0.3937 | 21.9280 | 37.3596 |
| 6,000 | 0.165 | 0.5413 | 32.8920 | 50.9440 |
| 8,000 | 0.205 | 0.6726 | 43.8560 | 62.8242 |
| 10,000 | 0.255 | 0.8366 | 54.8200 | 77.4166 |
| 12,000 | 0.285 | 0.9350 | 65.7840 | 86.0345 |
| 14,000 | 0.335 | 1.0991 | 76.7480 | 100.1684 |
| 16,000 | 0.350 | 1.1483 | 87.7120 | 104.3527 |
| 18,000 | 0.425 | 1.3944 | 98.6760 | 124.8874 |
| 20,000 | 0.465 | 1.5256 | 109.6400 | 135.5756 |
| 22,000 | 0.520 | 1.7060 | 120.6040 | 149.9725 |
| 24,000 | 0.565 | 1.8537 | 131.5680 | 161.4938 |
| 26,000 | 0.620 | 2.0341 | 142.5320 | 175.2603 |
| 28,000 | 0.665 | 2.1818 | 153.4960 | 186.2659 |
| 30,000 | 0.700 | 2.2966 | 164.4601 | 194.6654 |
| 32,000 | 0.745 | 2.4442 | 175.4241 | 205.2584 |
| 34,000 | 0.790 | 2.5919 | 186.3881 | 215.6193 |
| 36,000 | 0.835 | 2.7395 | 197.3521 | 225.7481 |
| 38,000 | 0.880 | 2.8871 | 208.3161 | 235.6448 |
| 40,000 | 0.920 | 3.0184 | 219.2801 | 244.2471 |
| 42,000 | 0.975 | 3.1988 | 230.2441 | 255.7757 |
| 44,000 | 1.030 | 3.3793 | 241.2081 | 266.9577 |
| 46,000 | 1.085 | 3.5597 | 252.1721 | 277.7929 |
| 48,000 | 1.125 | 3.6909 | 263.1361 | 285.4553 |
| 50,000 | 1.165 | 3.8222 | 274.1001 | 292.9343 |
| 52,000 | 1.210 | 3.9698 | 285.0641 | 301.1290 |
| 54,000 | 1.255 | 4.1175 | 296.0281 | 309.0916 |
| 56,000 | 1.295 | 4.2487 | 306.9921 | 315.9746 |
| 58,000 | 1.350 | 4.4291 | 317.9561 | 325.1394 |
| 60,000 | 1.395 | 4.5768 | 328.9201 | 332.3799 |
| 62,000 | 1.440 | 4.7244 | 339.8841 | 339.3883 |
| 66,000 | 1.495 | 4.9049 | 361.8121 | 347.6390 |

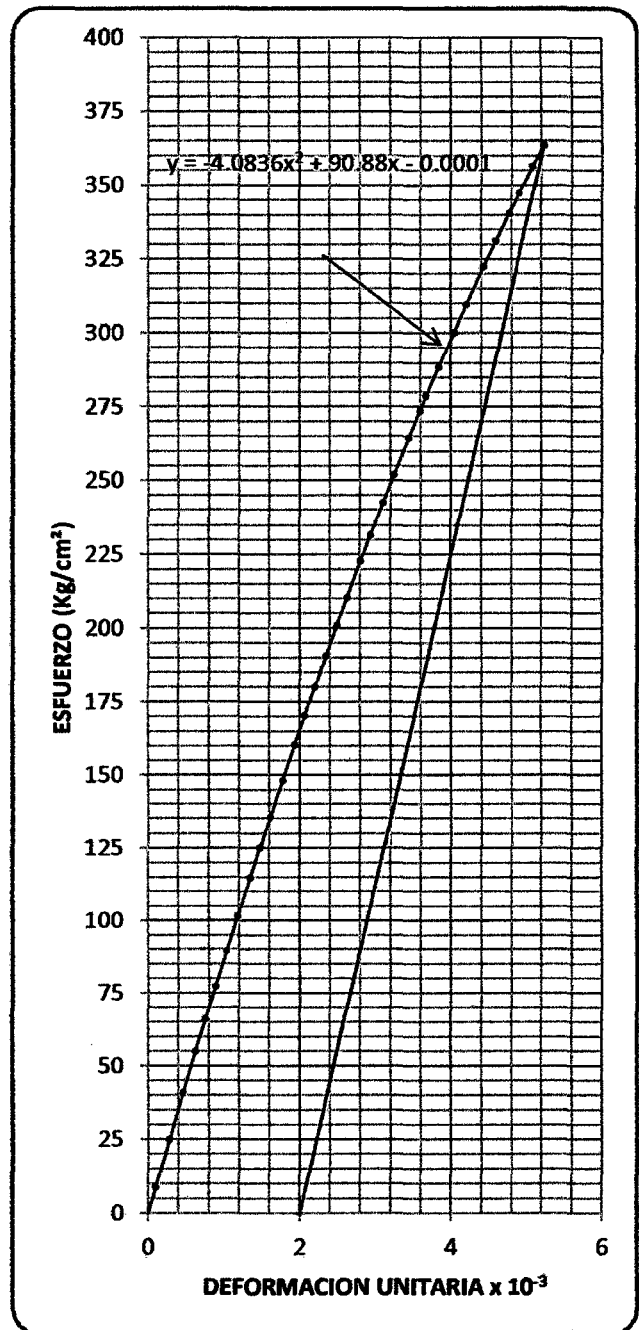
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 347.6390 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 119675.1489 |



| | |
|--|------------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I |
| Edad | 28 días |
| Fecha de elaboración | 26.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | 22.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² |

ESPECIMEN N° 24 SIN ADITIVO

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.030 | 0.0984 | 10.9640 | 8.9052 |
| 4,000 | 0.085 | 0.2789 | 21.9280 | 25.0262 |
| 6,000 | 0.140 | 0.4593 | 32.8920 | 40.8812 |
| 8,000 | 0.190 | 0.6234 | 43.8560 | 55.0640 |
| 10,000 | 0.230 | 0.7546 | 54.8200 | 66.2521 |
| 12,000 | 0.270 | 0.8858 | 65.7840 | 77.2995 |
| 14,000 | 0.315 | 1.0335 | 76.7480 | 89.5597 |
| 16,000 | 0.360 | 1.1811 | 87.7120 | 101.6418 |
| 18,000 | 0.410 | 1.3451 | 98.6760 | 114.8577 |
| 20,000 | 0.450 | 1.4764 | 109.6400 | 125.2721 |
| 22,000 | 0.490 | 1.6076 | 120.6040 | 135.5459 |
| 24,000 | 0.540 | 1.7717 | 131.5680 | 148.1903 |
| 26,000 | 0.590 | 1.9357 | 142.5320 | 160.6150 |
| 28,000 | 0.630 | 2.0669 | 153.4960 | 170.3965 |
| 30,000 | 0.670 | 2.1982 | 164.4601 | 180.0373 |
| 32,000 | 0.715 | 2.3458 | 175.4241 | 190.7151 |
| 34,000 | 0.760 | 2.4934 | 186.3881 | 201.2149 |
| 36,000 | 0.800 | 2.6247 | 197.3521 | 210.3986 |
| 38,000 | 0.855 | 2.8051 | 208.3161 | 222.7965 |
| 40,000 | 0.895 | 2.9364 | 219.2801 | 231.6461 |
| 42,000 | 0.945 | 3.1004 | 230.2441 | 242.5103 |
| 44,000 | 0.990 | 3.2480 | 241.2081 | 252.1002 |
| 46,000 | 1.050 | 3.4449 | 252.1721 | 264.6098 |
| 48,000 | 1.095 | 3.5925 | 263.1361 | 273.7843 |
| 50,000 | 1.120 | 3.6745 | 274.1001 | 278.8044 |
| 52,000 | 1.170 | 3.8386 | 285.0641 | 288.6796 |
| 54,000 | 1.230 | 4.0354 | 296.0281 | 300.2398 |
| 56,000 | 1.280 | 4.1995 | 306.9921 | 309.6315 |
| 58,000 | 1.350 | 4.4291 | 317.9561 | 322.4107 |
| 60,000 | 1.400 | 4.5932 | 328.9201 | 331.2749 |
| 62,000 | 1.455 | 4.7736 | 339.8841 | 340.7718 |
| 64,000 | 1.495 | 4.9049 | 350.8481 | 347.5115 |
| 66,000 | 1.550 | 5.0853 | 361.8121 | 356.5490 |
| 70,000 | 1.595 | 5.2329 | 383.7401 | 363.7455 |

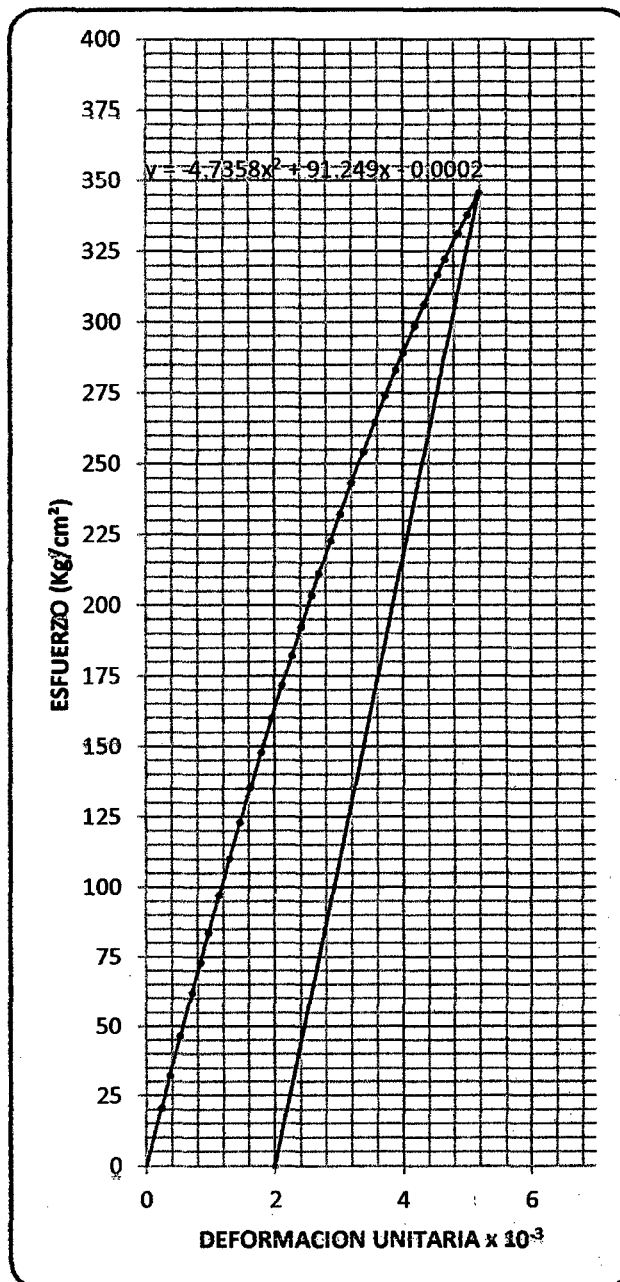


| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 363.7455 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 112512.3235 |



| | | | |
|--|--------|----|------------------------|
| Cemento | | | Pacasmayo TÍPO I |
| Edad | | | 28 días |
| Fecha de elaboración | | | 26.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | | | 22.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | | | 350 Kg/cm ² |
| Área de la probeta (cm ²) | | | 182.415119 |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | | | 304.8 |

ESPECIMEN Nº 25 SIN ADITIVO



| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.070 | 0.2297 | 10.9640 | 20.7062 |
| 4,000 | 0.110 | 0.3609 | 21.9280 | 32.3141 |
| 6,000 | 0.160 | 0.5249 | 32.8920 | 46.5946 |
| 8,000 | 0.215 | 0.7054 | 43.8560 | 62.0087 |
| 10,000 | 0.255 | 0.8366 | 54.8200 | 73.0253 |
| 12,000 | 0.295 | 0.9678 | 65.7840 | 83.8788 |
| 14,000 | 0.345 | 1.1319 | 76.7480 | 97.2162 |
| 16,000 | 0.395 | 1.2959 | 87.7120 | 110.2988 |
| 18,000 | 0.445 | 1.4600 | 98.6760 | 123.1265 |
| 20,000 | 0.495 | 1.6240 | 109.6400 | 135.6993 |
| 22,000 | 0.545 | 1.7881 | 120.6040 | 148.0172 |
| 24,000 | 0.595 | 1.9521 | 131.5680 | 160.0803 |
| 26,000 | 0.645 | 2.1161 | 142.5320 | 171.8885 |
| 28,000 | 0.690 | 2.2638 | 153.4960 | 182.2979 |
| 30,000 | 0.735 | 2.4114 | 164.4601 | 192.5009 |
| 32,000 | 0.785 | 2.5755 | 175.4241 | 203.5954 |
| 34,000 | 0.820 | 2.6903 | 186.3881 | 211.2099 |
| 36,000 | 0.875 | 2.8707 | 197.3521 | 222.9232 |
| 38,000 | 0.920 | 3.0184 | 208.3161 | 232.2774 |
| 40,000 | 0.975 | 3.1988 | 219.2801 | 243.4300 |
| 42,000 | 1.030 | 3.3793 | 230.2441 | 254.2742 |
| 44,000 | 1.085 | 3.5597 | 241.2081 | 264.8100 |
| 46,000 | 1.135 | 3.7238 | 252.1721 | 274.1204 |
| 48,000 | 1.185 | 3.8878 | 263.1361 | 283.1759 |
| 50,000 | 1.220 | 4.0026 | 274.1001 | 289.3630 |
| 52,000 | 1.275 | 4.1831 | 285.0641 | 298.8334 |
| 54,000 | 1.320 | 4.3307 | 296.0281 | 306.3525 |
| 56,000 | 1.385 | 4.5440 | 306.9921 | 316.8490 |
| 58,000 | 1.420 | 4.6588 | 317.9561 | 322.3225 |
| 60,000 | 1.480 | 4.8556 | 328.9201 | 331.4152 |
| 62,000 | 1.525 | 5.0033 | 339.8841 | 337.9938 |
| 66,000 | 1.580 | 5.1837 | 361.8121 | 345.7539 |

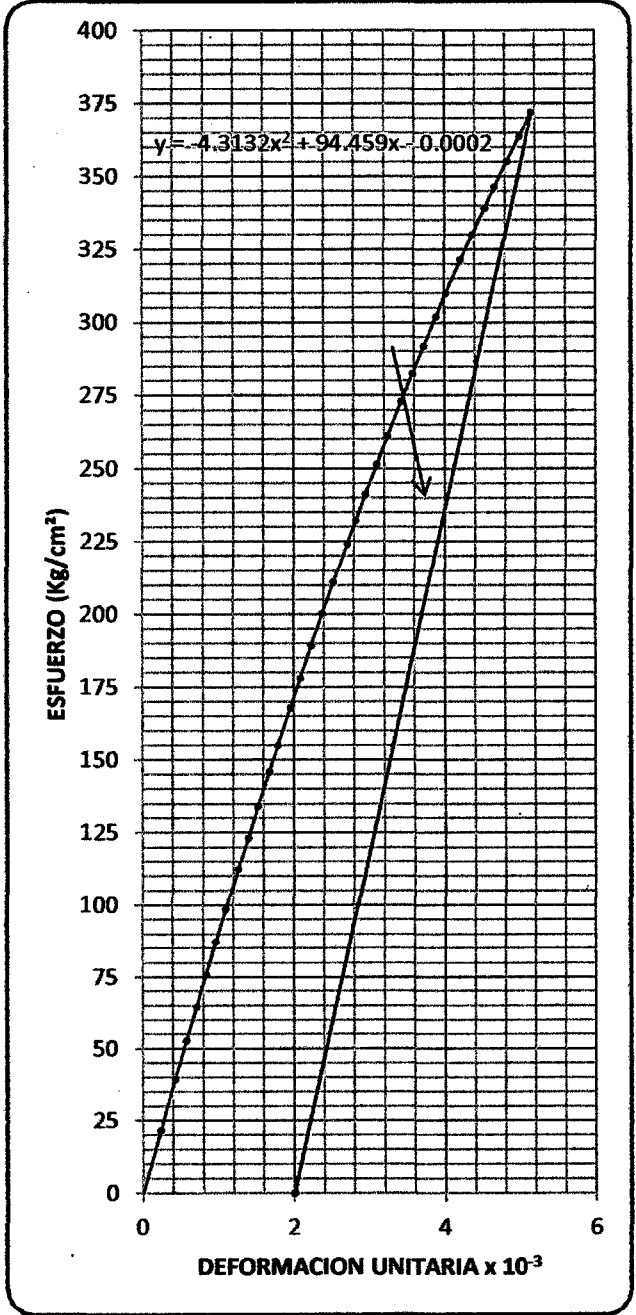
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 345.7539 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 108600.3649 |



| | | | |
|--|------------------------|----|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | | |
| Edad | 28 días | | |
| Fecha de elaboración | 26.DIC.2011 | | |
| Fecha de Rotura | 22.ENE.2012 | | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | | |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | | |

ESPECIMEN N° 26 SIN ADITIVO

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.070 | 0.2297 | 10.9640 | 21.4657 |
| 4,000 | 0.130 | 0.4265 | 21.9280 | 39.5028 |
| 6,000 | 0.175 | 0.5741 | 32.8920 | 52.8113 |
| 8,000 | 0.215 | 0.7054 | 43.8560 | 64.4833 |
| 10,000 | 0.255 | 0.8366 | 54.8200 | 76.0066 |
| 12,000 | 0.295 | 0.9678 | 65.7840 | 87.3814 |
| 14,000 | 0.335 | 1.0991 | 76.7480 | 98.6077 |
| 16,000 | 0.385 | 1.2631 | 87.7120 | 112.4315 |
| 18,000 | 0.425 | 1.3944 | 98.6760 | 123.3235 |
| 20,000 | 0.465 | 1.5256 | 109.6400 | 134.0669 |
| 22,000 | 0.510 | 1.6732 | 120.6040 | 145.9756 |
| 24,000 | 0.545 | 1.7881 | 131.5680 | 155.1080 |
| 26,000 | 0.595 | 1.9521 | 142.5320 | 167.9569 |
| 28,000 | 0.635 | 2.0833 | 153.4960 | 178.0689 |
| 30,000 | 0.680 | 2.2310 | 164.4601 | 189.2673 |
| 32,000 | 0.725 | 2.3786 | 175.4241 | 200.2777 |
| 34,000 | 0.770 | 2.5262 | 186.3881 | 211.1000 |
| 36,000 | 0.825 | 2.7067 | 197.3521 | 224.0720 |
| 38,000 | 0.860 | 2.8215 | 208.3161 | 232.1806 |
| 40,000 | 0.900 | 2.9528 | 219.2801 | 241.3084 |
| 42,000 | 0.945 | 3.1004 | 230.2441 | 251.3995 |
| 44,000 | 0.990 | 3.2480 | 241.2081 | 261.3026 |
| 46,000 | 1.045 | 3.4285 | 252.1721 | 273.1510 |
| 48,000 | 1.090 | 3.5761 | 263.1361 | 282.6363 |
| 50,000 | 1.135 | 3.7238 | 274.1001 | 291.9335 |
| 52,000 | 1.185 | 3.8878 | 285.0641 | 302.0432 |
| 54,000 | 1.225 | 4.0190 | 296.0281 | 309.9639 |
| 56,000 | 1.285 | 4.2159 | 306.9921 | 321.5663 |
| 58,000 | 1.330 | 4.3635 | 317.9561 | 330.0487 |
| 60,000 | 1.380 | 4.5276 | 328.9201 | 339.2531 |
| 62,000 | 1.420 | 4.6588 | 339.8841 | 346.4495 |
| 64,000 | 1.470 | 4.8228 | 350.8481 | 355.2361 |
| 66,000 | 1.520 | 4.9869 | 361.8121 | 363.7905 |
| 70,000 | 1.570 | 5.1509 | 383.7401 | 372.1128 |

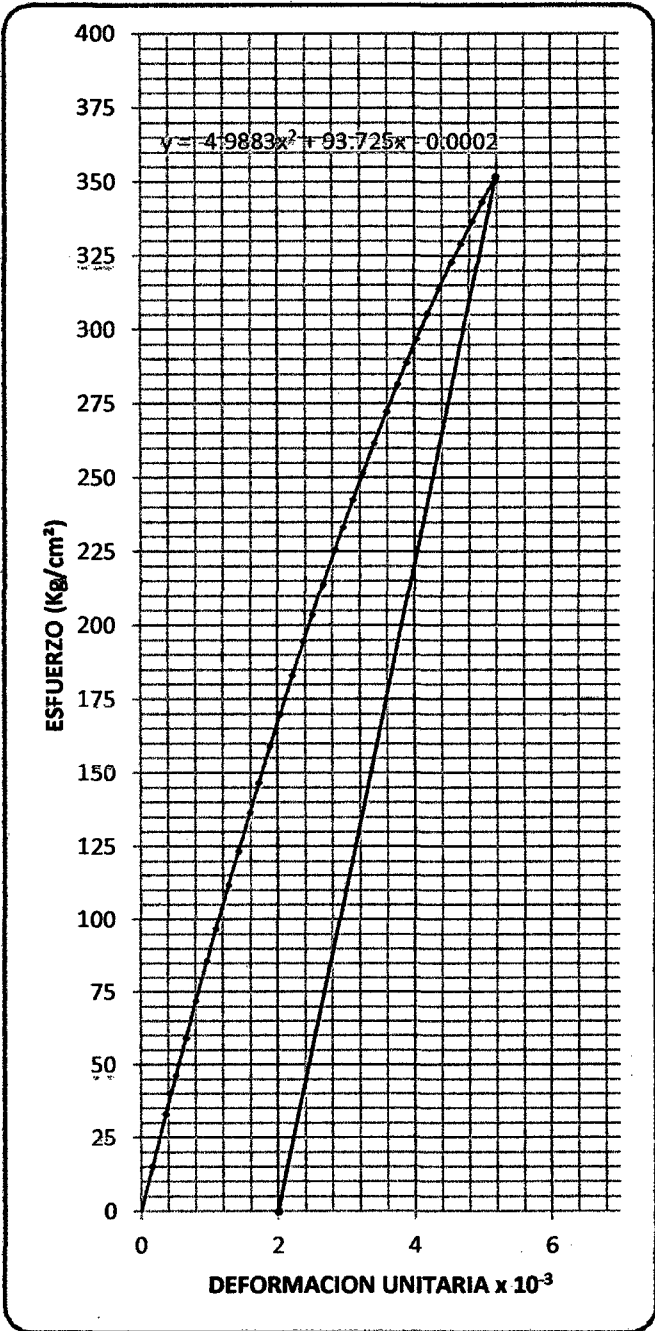


| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 372.1128 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 118096.5963 |



| | | |
|--|------------------------|----|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 28 días | |
| Fecha de elaboración | 26.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 22.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 | cm |
| φ2 | 15.240 | cm |
| Altura (mm) | 304.8 | |

ESPECIMEN Nº 27 SIN ADITIVO



| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.050 | 0.1640 | 10.9640 | 15.2404 |
| 4,000 | 0.110 | 0.3609 | 21.9280 | 33.1748 |
| 6,000 | 0.155 | 0.5085 | 32.8920 | 46.3718 |
| 8,000 | 0.200 | 0.6562 | 43.8560 | 59.3514 |
| 10,000 | 0.245 | 0.8038 | 54.8200 | 72.1136 |
| 12,000 | 0.295 | 0.9678 | 65.7840 | 86.0387 |
| 14,000 | 0.335 | 1.0991 | 76.7480 | 96.9855 |
| 16,000 | 0.390 | 1.2795 | 87.7120 | 111.7567 |
| 18,000 | 0.435 | 1.4272 | 98.6760 | 123.6007 |
| 20,000 | 0.485 | 1.5912 | 109.6400 | 136.5056 |
| 22,000 | 0.525 | 1.7224 | 120.6040 | 146.6363 |
| 24,000 | 0.575 | 1.8865 | 131.5680 | 159.0580 |
| 26,000 | 0.620 | 2.0341 | 142.5320 | 170.0080 |
| 28,000 | 0.675 | 2.2146 | 153.4960 | 183.0960 |
| 30,000 | 0.725 | 2.3786 | 164.4601 | 194.7122 |
| 32,000 | 0.765 | 2.5098 | 175.4241 | 203.8120 |
| 34,000 | 0.810 | 2.6575 | 186.3881 | 213.8438 |
| 36,000 | 0.865 | 2.8379 | 197.3521 | 225.8096 |
| 38,000 | 0.900 | 2.9528 | 208.3161 | 233.2550 |
| 40,000 | 0.945 | 3.1004 | 219.2801 | 242.6345 |
| 42,000 | 0.990 | 3.2480 | 230.2441 | 251.7965 |
| 44,000 | 1.040 | 3.4121 | 241.2081 | 261.7214 |
| 46,000 | 1.095 | 3.5925 | 252.1721 | 272.3287 |
| 48,000 | 1.145 | 3.7566 | 263.1361 | 281.6899 |
| 50,000 | 1.185 | 3.8878 | 274.1001 | 288.9855 |
| 52,000 | 1.230 | 4.0354 | 285.0641 | 296.9877 |
| 54,000 | 1.280 | 4.1995 | 296.0281 | 305.6240 |
| 56,000 | 1.330 | 4.3635 | 306.9921 | 313.9918 |
| 58,000 | 1.385 | 4.5440 | 317.9561 | 322.8863 |
| 60,000 | 1.425 | 4.6752 | 328.9201 | 329.1510 |
| 62,000 | 1.475 | 4.8392 | 339.8841 | 336.7403 |
| 64,000 | 1.520 | 4.9869 | 350.8481 | 343.3411 |
| 68,000 | 1.580 | 5.1837 | 372.7761 | 351.8039 |

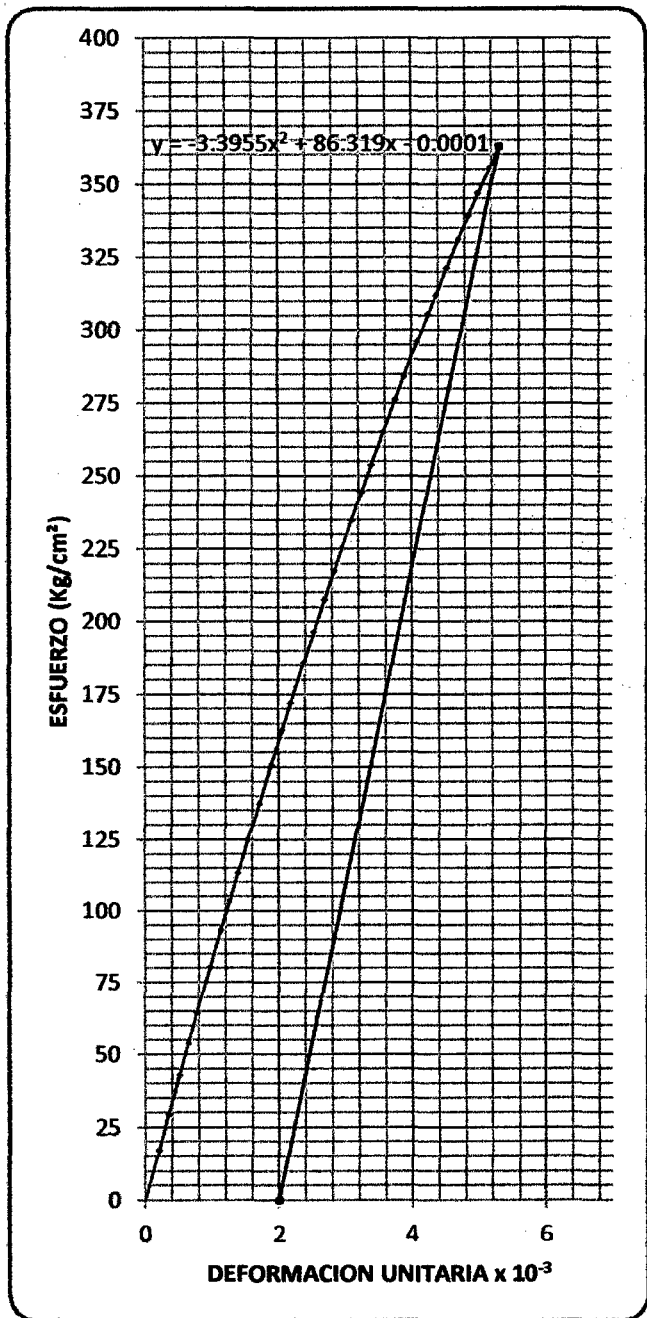
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 351.8039 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 110500.6468 |



| | | | |
|--|--------|----|------------------------|
| Cemento | | | Pacasmayo TIPO I |
| Edad | | | 28 días |
| Fecha de elaboración | | | 26.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | | | 22.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | | | 350 Kg/cm ² |
| Área de la probeta (cm ²) | | | 182.415119 |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | | | 304.8 |

ESPECIMEN N° 28 SIN ADITIVO

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.060 | 0.1969 | 10.9640 | 16.8602 |
| 4,000 | 0.105 | 0.3445 | 21.9280 | 29.3328 |
| 6,000 | 0.155 | 0.5085 | 32.8920 | 43.0176 |
| 8,000 | 0.195 | 0.6398 | 43.8560 | 53.8339 |
| 10,000 | 0.235 | 0.7710 | 54.8200 | 64.5332 |
| 12,000 | 0.295 | 0.9678 | 65.7840 | 80.3629 |
| 14,000 | 0.345 | 1.1319 | 76.7480 | 93.3532 |
| 16,000 | 0.385 | 1.2631 | 87.7120 | 103.6140 |
| 18,000 | 0.424 | 1.3894 | 98.6760 | 113.3795 |
| 20,000 | 0.470 | 1.5420 | 109.6400 | 125.0297 |
| 22,000 | 0.520 | 1.7060 | 120.6040 | 137.3804 |
| 24,000 | 0.575 | 1.8865 | 131.5680 | 150.7552 |
| 26,000 | 0.625 | 2.0505 | 142.5320 | 162.7222 |
| 28,000 | 0.665 | 2.1818 | 153.4960 | 172.1643 |
| 30,000 | 0.725 | 2.3786 | 164.4601 | 186.1080 |
| 32,000 | 0.770 | 2.5262 | 175.4241 | 196.3931 |
| 34,000 | 0.820 | 2.6903 | 186.3881 | 207.6475 |
| 36,000 | 0.865 | 2.8379 | 197.3521 | 217.6201 |
| 38,000 | 0.900 | 2.9528 | 208.3161 | 225.2742 |
| 40,000 | 0.945 | 3.1004 | 219.2801 | 234.9837 |
| 42,000 | 0.990 | 3.2480 | 230.2441 | 244.5452 |
| 44,000 | 1.035 | 3.3957 | 241.2081 | 253.9586 |
| 46,000 | 1.090 | 3.5761 | 252.1721 | 265.2629 |
| 48,000 | 1.145 | 3.7566 | 263.1361 | 276.3461 |
| 50,000 | 1.185 | 3.8878 | 274.1001 | 284.2677 |
| 52,000 | 1.245 | 4.0846 | 285.0641 | 295.9308 |
| 54,000 | 1.295 | 4.2487 | 296.0281 | 305.4490 |
| 56,000 | 1.330 | 4.3635 | 306.9921 | 312.0030 |
| 58,000 | 1.380 | 4.5276 | 317.9561 | 321.2106 |
| 60,000 | 1.435 | 4.7080 | 328.9201 | 331.1279 |
| 62,000 | 1.480 | 4.8556 | 339.8841 | 339.0775 |
| 64,000 | 1.525 | 5.0033 | 350.8481 | 346.8791 |
| 66,000 | 1.575 | 5.1673 | 361.8121 | 355.3740 |
| 70,000 | 1.620 | 5.3150 | 383.7401 | 362.8631 |



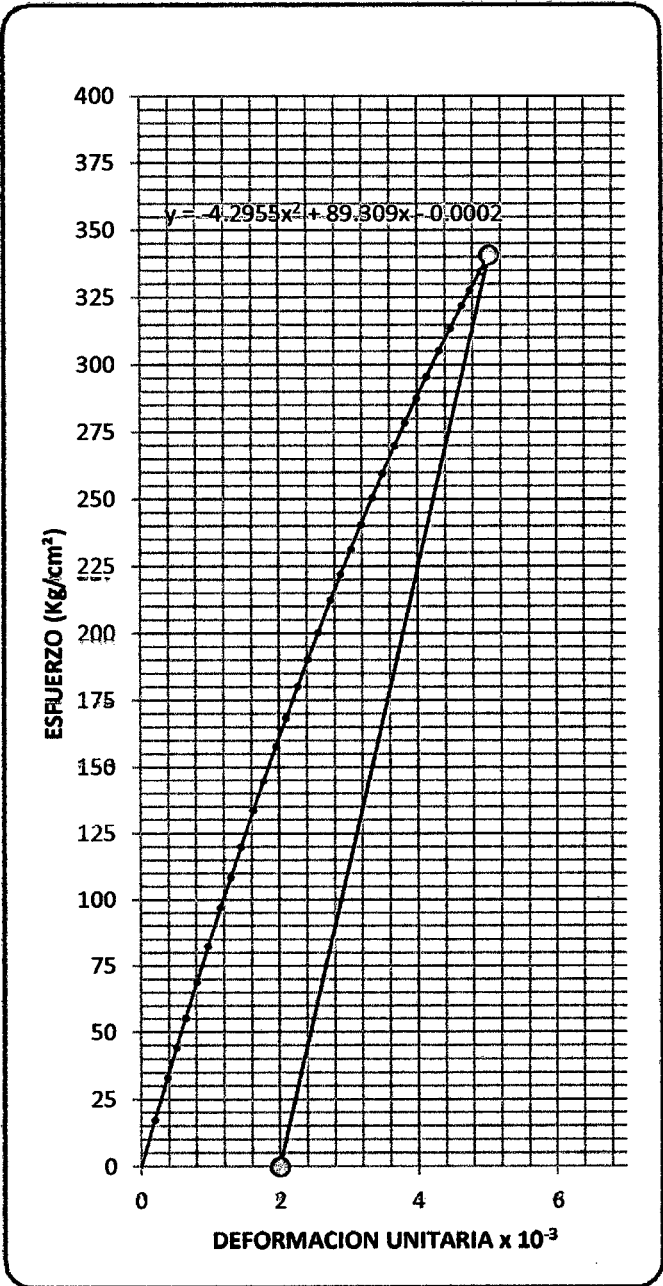
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 362.8631 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 109462.2770 |



| | | | |
|--|------------------------|------------|--|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | | |
| Edad | 28 días | | |
| Fecha de elaboración | 26.DIC.2011 | | |
| Fecha de Rotura | 22.ENE.2012 | | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | | |
| φ1 15.240 cm | Area1 | 182.415119 | |
| φ2 15.240 cm | Area2 | 182.415119 | |
| Altura (mm) | 304.8 | | |

ESPECIMEN Nº 29 SIN ADITIVO

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.060 | 0.1969 | 10.9640 | 17.4139 |
| 4,000 | 0.115 | 0.3773 | 21.9280 | 33.0843 |
| 6,000 | 0.155 | 0.5085 | 32.8920 | 44.3053 |
| 8,000 | 0.195 | 0.6398 | 43.8560 | 55.3784 |
| 10,000 | 0.245 | 0.8038 | 54.8200 | 69.0116 |
| 12,000 | 0.295 | 0.9678 | 65.7840 | 82.4136 |
| 14,000 | 0.350 | 1.1483 | 76.7480 | 96.8889 |
| 16,000 | 0.395 | 1.2959 | 87.7120 | 108.5242 |
| 18,000 | 0.440 | 1.4436 | 98.6760 | 119.9722 |
| 20,000 | 0.495 | 1.6240 | 109.6400 | 133.7100 |
| 22,000 | 0.540 | 1.7717 | 120.6040 | 144.7419 |
| 24,000 | 0.595 | 1.9521 | 131.5680 | 157.9711 |
| 26,000 | 0.640 | 2.0997 | 142.5320 | 168.5869 |
| 28,000 | 0.690 | 2.2638 | 153.4960 | 180.1626 |
| 30,000 | 0.735 | 2.4114 | 164.4601 | 190.3831 |
| 32,000 | 0.780 | 2.5591 | 175.4241 | 200.4163 |
| 34,000 | 0.835 | 2.7395 | 186.3881 | 212.4248 |
| 36,000 | 0.880 | 2.8871 | 197.3521 | 222.0419 |
| 38,000 | 0.925 | 3.0348 | 208.3161 | 231.4717 |
| 40,000 | 0.970 | 3.1824 | 219.2801 | 240.7143 |
| 42,000 | 1.020 | 3.3465 | 230.2441 | 250.7642 |
| 44,000 | 1.065 | 3.4941 | 241.2081 | 259.6115 |
| 46,000 | 1.120 | 3.6745 | 252.1721 | 270.1705 |
| 48,000 | 1.165 | 3.8222 | 263.1361 | 278.6016 |
| 50,000 | 1.215 | 3.9862 | 274.1001 | 287.7499 |
| 52,000 | 1.260 | 4.1339 | 285.0641 | 295.7857 |
| 54,000 | 1.315 | 4.3143 | 296.0281 | 305.3530 |
| 56,000 | 1.365 | 4.4783 | 306.9921 | 313.8077 |
| 58,000 | 1.415 | 4.6424 | 317.9561 | 322.0313 |
| 60,000 | 1.450 | 4.7572 | 328.9201 | 327.6502 |
| 62,000 | 1.495 | 4.9049 | 339.8841 | 334.7081 |
| 66,000 | 1.535 | 5.0361 | 361.8121 | 340.8246 |

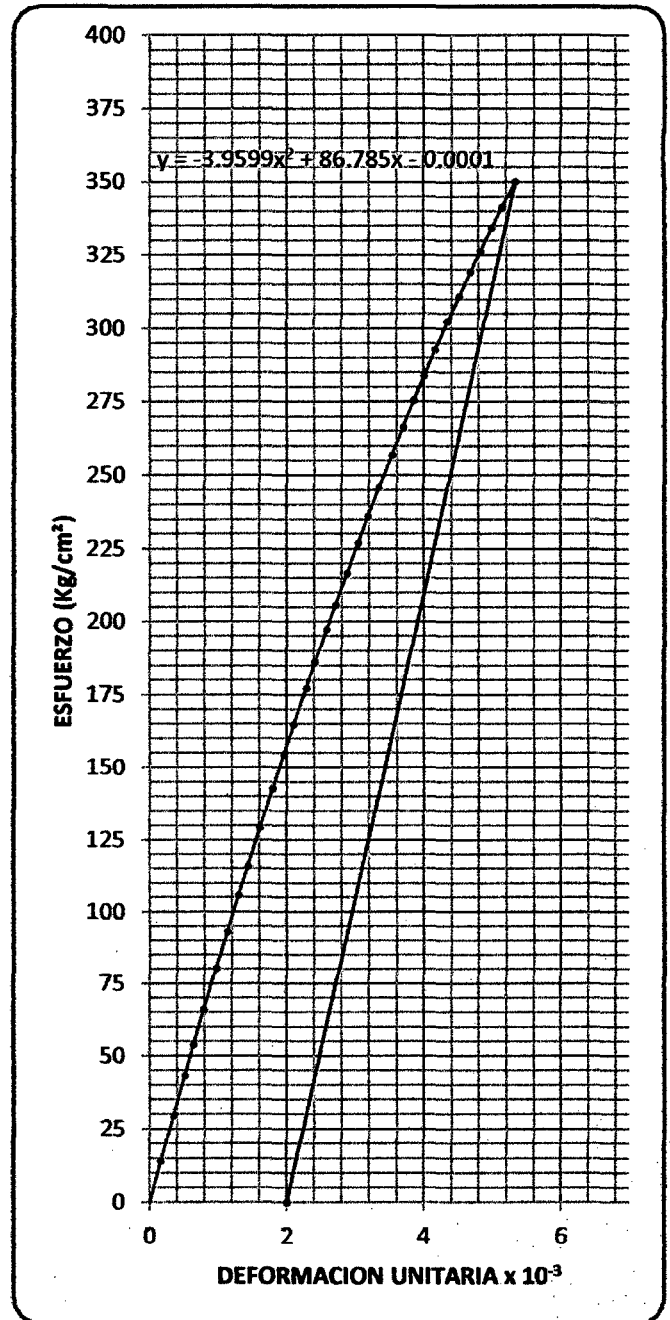


| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 340.8246 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 112257.7752 |



| | | | |
|--|--------|----|------------------------|
| Cemento | | | Pacasmayo TIPO I |
| Edad | | | 28 días |
| Fecha de elaboración | | | 26.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | | | 22.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | | | 350 Kg/cm ² |
| Área de la probeta (cm ²) | | | 182.415119 |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | | | 304.8 |

ESPECIMEN N° 30 SIN ADITIVO



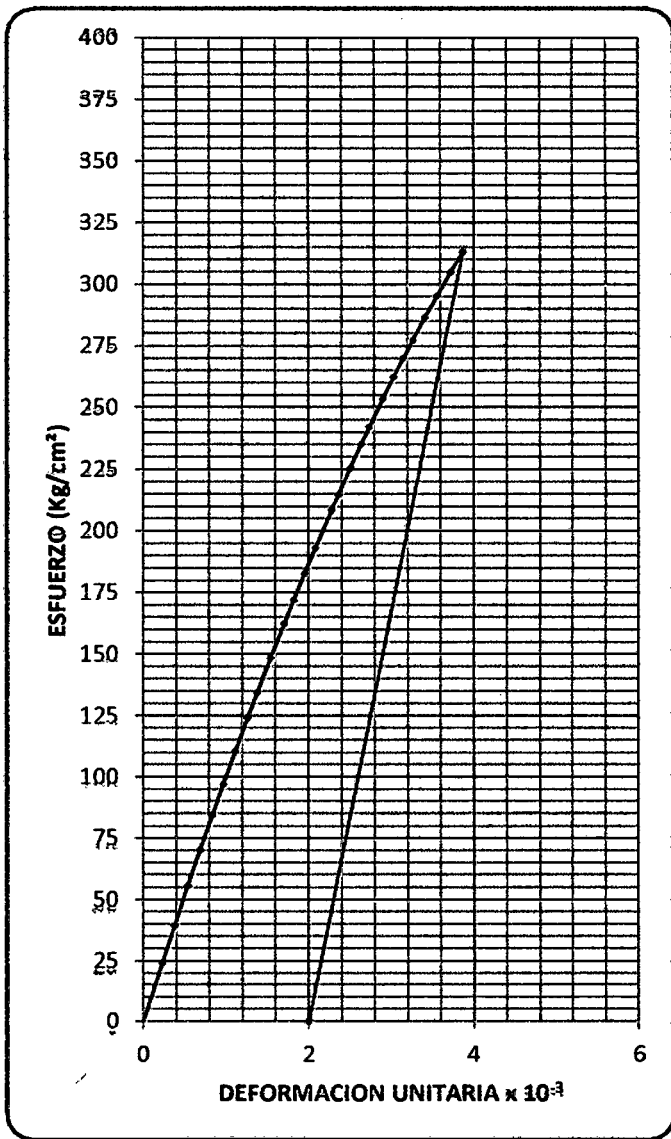
| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.050 | 0.1640 | 10.9640 | 14.1297 |
| 4,000 | 0.105 | 0.3445 | 21.9280 | 29.4263 |
| 6,000 | 0.155 | 0.5085 | 32.8920 | 43.1086 |
| 8,000 | 0.195 | 0.6398 | 43.8560 | 53.9010 |
| 10,000 | 0.240 | 0.7874 | 54.8200 | 65.8794 |
| 12,000 | 0.295 | 0.9678 | 65.7840 | 80.2852 |
| 14,000 | 0.345 | 1.1319 | 76.7480 | 93.1576 |
| 16,000 | 0.395 | 1.2959 | 87.7120 | 105.8169 |
| 18,000 | 0.435 | 1.4272 | 98.6760 | 115.7909 |
| 20,000 | 0.490 | 1.6076 | 109.6400 | 129.2824 |
| 22,000 | 0.546 | 1.7913 | 120.6040 | 142.7543 |
| 24,000 | 0.595 | 1.9521 | 131.5680 | 154.3229 |
| 26,000 | 0.640 | 2.0997 | 142.5320 | 164.7668 |
| 28,000 | 0.695 | 2.2802 | 153.4960 | 177.2971 |
| 30,000 | 0.735 | 2.4114 | 164.4601 | 186.2482 |
| 32,000 | 0.785 | 2.5755 | 175.4241 | 197.2451 |
| 34,000 | 0.825 | 2.7067 | 186.3881 | 205.8892 |
| 36,000 | 0.875 | 2.8707 | 197.3521 | 216.5026 |
| 38,000 | 0.925 | 3.0348 | 208.3161 | 226.9028 |
| 40,000 | 0.970 | 3.1824 | 219.2801 | 236.0808 |
| 42,000 | 1.020 | 3.3465 | 230.2441 | 246.0761 |
| 44,000 | 1.075 | 3.5269 | 241.2081 | 256.8248 |
| 46,000 | 1.125 | 3.6909 | 252.1721 | 266.3725 |
| 48,000 | 1.175 | 3.8550 | 263.1361 | 275.7071 |
| 50,000 | 1.220 | 4.0026 | 274.1001 | 283.9261 |
| 52,000 | 1.270 | 4.1667 | 285.0641 | 292.8558 |
| 54,000 | 1.325 | 4.3471 | 296.0281 | 302.4323 |
| 56,000 | 1.375 | 4.5112 | 306.9921 | 310.9144 |
| 58,000 | 1.425 | 4.6752 | 317.9561 | 319.1834 |
| 60,000 | 1.470 | 4.8228 | 328.9201 | 326.4434 |
| 62,000 | 1.520 | 4.9869 | 339.8841 | 334.3074 |
| 64,000 | 1.565 | 5.1345 | 350.8481 | 341.2029 |
| 68,000 | 1.625 | 5.3314 | 372.7761 | 350.1283 |

| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 350.1283 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 105100.5692 |



| | | | |
|--|-----------|------------------------|-----------|
| Cemento | | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | | 7 días | |
| Fecha de elaboración | | 16.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | | 12.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 | 182.41512 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 | 182.41512 |
| Altura (mm) | | 304.8 | |

ESPECIMEN N° 31 CON ADITIVO (2.4 lts)



| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0003 |
| 2,000 | 0.070 | 0.2297 | 10.9640 | 24.1053 |
| 4,000 | 0.115 | 0.3773 | 21.9280 | 39.2338 |
| 6,000 | 0.165 | 0.5413 | 32.8920 | 55.7053 |
| 8,000 | 0.210 | 0.6890 | 43.8560 | 70.2258 |
| 10,000 | 0.255 | 0.8366 | 54.8200 | 84.4581 |
| 12,000 | 0.295 | 0.9678 | 65.7840 | 96.8674 |
| 14,000 | 0.340 | 1.1155 | 76.7480 | 110.5557 |
| 16,000 | 0.385 | 1.2631 | 87.7120 | 123.9561 |
| 18,000 | 0.420 | 1.3780 | 98.6760 | 134.1794 |
| 20,000 | 0.470 | 1.5420 | 109.6400 | 148.4820 |
| 22,000 | 0.520 | 1.7060 | 120.6040 | 162.4296 |
| 24,000 | 0.555 | 1.8209 | 131.5680 | 171.9803 |
| 26,000 | 0.595 | 1.9521 | 142.5320 | 182.6828 |
| 28,000 | 0.635 | 2.0833 | 153.4960 | 193.1577 |
| 30,000 | 0.695 | 2.2802 | 164.4600 | 208.4434 |
| 32,000 | 0.720 | 2.3622 | 175.4240 | 214.6613 |
| 34,000 | 0.765 | 2.5098 | 186.3880 | 225.6295 |
| 36,000 | 0.805 | 2.6411 | 197.3520 | 235.1372 |
| 38,000 | 0.835 | 2.7395 | 208.3160 | 242.1187 |
| 40,000 | 0.885 | 2.9035 | 219.2800 | 253.4700 |
| 42,000 | 0.925 | 3.0348 | 230.2440 | 262.2950 |
| 44,000 | 0.960 | 3.1496 | 241.2080 | 269.8302 |
| 46,000 | 0.995 | 3.2644 | 252.1720 | 277.1912 |
| 48,000 | 1.040 | 3.4121 | 263.1360 | 286.3993 |
| 50,000 | 1.085 | 3.5597 | 274.1000 | 295.3194 |
| 52,000 | 1.135 | 3.7238 | 285.0640 | 304.8928 |
| 55,080 | 1.180 | 3.8714 | 301.9480 | 313.2049 |

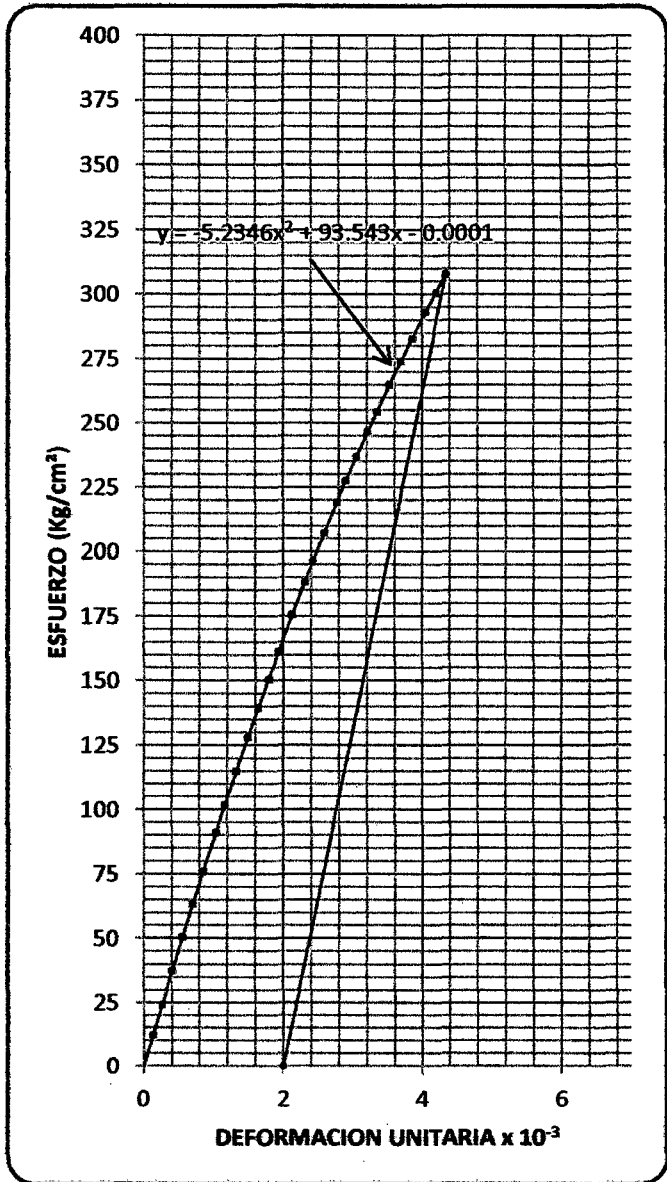
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 313.2049 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 167364.7572 |



| | | |
|--|------------------------|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 7 días | |
| Fecha de elaboración | 16.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 12.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | |

ESPECIMEN Nº 32 CON ADITIVO (2.4 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.040 | 0.1312 | 10.9640 | 12.1857 |
| 4,000 | 0.080 | 0.2625 | 21.9280 | 24.1913 |
| 6,000 | 0.125 | 0.4101 | 32.8920 | 37.4820 |
| 8,000 | 0.170 | 0.5577 | 43.8560 | 50.5445 |
| 10,000 | 0.215 | 0.7054 | 54.8200 | 63.3788 |
| 12,000 | 0.260 | 0.8530 | 65.7840 | 75.9849 |
| 14,000 | 0.315 | 1.0335 | 76.7480 | 91.0825 |
| 16,000 | 0.355 | 1.1647 | 87.7120 | 101.8484 |
| 18,000 | 0.405 | 1.3287 | 98.6760 | 115.0523 |
| 20,000 | 0.455 | 1.4928 | 109.6400 | 127.9744 |
| 22,000 | 0.500 | 1.6404 | 120.6040 | 139.3635 |
| 24,000 | 0.545 | 1.7881 | 131.5680 | 150.5244 |
| 26,000 | 0.590 | 1.9357 | 142.5320 | 161.4570 |
| 28,000 | 0.650 | 2.1325 | 153.4960 | 175.6790 |
| 30,000 | 0.705 | 2.3130 | 164.4601 | 188.3594 |
| 32,000 | 0.740 | 2.4278 | 175.4241 | 196.2512 |
| 34,000 | 0.790 | 2.5919 | 186.3881 | 207.2858 |
| 36,000 | 0.845 | 2.7723 | 197.3521 | 219.0985 |
| 38,000 | 0.885 | 2.9035 | 208.3161 | 227.4754 |
| 40,000 | 0.930 | 3.0512 | 219.2801 | 236.6839 |
| 42,000 | 0.980 | 3.2152 | 230.2441 | 246.6480 |
| 44,000 | 1.020 | 3.3465 | 241.2081 | 254.4164 |
| 46,000 | 1.075 | 3.5269 | 252.1721 | 264.8035 |
| 48,000 | 1.125 | 3.6909 | 263.1361 | 273.9506 |
| 50,000 | 1.175 | 3.8550 | 274.1001 | 282.8159 |
| 52,000 | 1.235 | 4.0518 | 285.0641 | 293.0825 |
| 54,000 | 1.280 | 4.1995 | 296.0281 | 300.5161 |
| 56,440 | 1.325 | 4.3471 | 309.4042 | 307.7216 |



| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 307.7216 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 131106.4298 |

| | |
|---------|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I |
|---------|------------------|

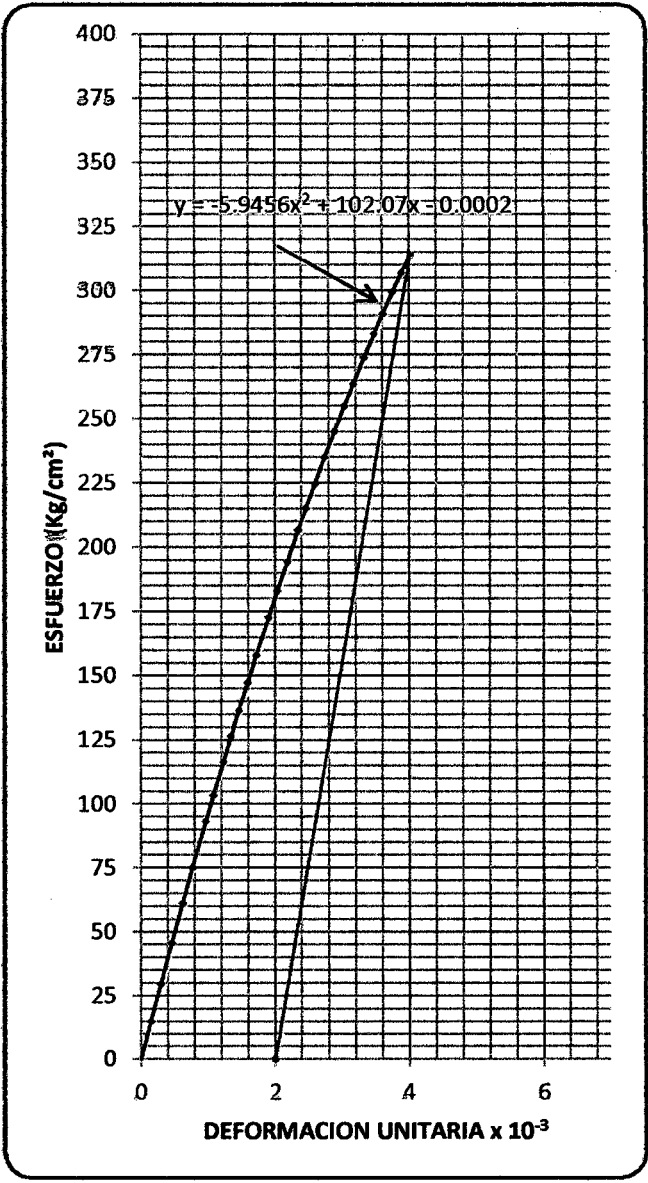
| |
|--|
| |
|--|



| | | | |
|--|------------------------|----|-----------------|
| Edad | 7 días | | |
| Fecha de elaboración | 16.DIC.2011 | | |
| Fecha de Rotura | 12.ENE.2012 | | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | | |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.41512 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.41512 |
| Altura (mm) | 304.8 | | |

ESPECIMEN N° 33 CON ADITIVO (2.4 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.045 | 0.1476 | 10.9640 | 14.9396 |
| 4,000 | 0.090 | 0.2953 | 21.9280 | 29.6202 |
| 6,000 | 0.140 | 0.4593 | 32.8920 | 45.6280 |
| 8,000 | 0.190 | 0.6234 | 43.8560 | 61.3158 |
| 10,000 | 0.235 | 0.7710 | 54.8200 | 75.1612 |
| 12,000 | 0.295 | 0.9678 | 65.7840 | 93.2186 |
| 14,000 | 0.330 | 1.0827 | 76.7480 | 103.5393 |
| 16,000 | 0.375 | 1.2303 | 87.7120 | 116.5783 |
| 18,000 | 0.410 | 1.3451 | 98.6760 | 126.5406 |
| 20,000 | 0.445 | 1.4600 | 109.6400 | 136.3461 |
| 22,000 | 0.485 | 1.5912 | 120.6040 | 147.3604 |
| 24,000 | 0.525 | 1.7224 | 131.5680 | 158.1699 |
| 26,000 | 0.580 | 1.9029 | 142.5320 | 172.6986 |
| 28,000 | 0.620 | 2.0341 | 153.4960 | 183.0217 |
| 30,000 | 0.665 | 2.1818 | 164.4601 | 194.3904 |
| 32,000 | 0.715 | 2.3458 | 175.4241 | 206.7183 |
| 34,000 | 0.750 | 2.4606 | 186.3881 | 215.1575 |
| 36,000 | 0.790 | 2.5919 | 197.3521 | 224.6102 |
| 38,000 | 0.835 | 2.7395 | 208.3161 | 234.9998 |
| 40,000 | 0.880 | 2.8871 | 219.2801 | 245.1901 |
| 42,000 | 0.925 | 3.0348 | 230.2441 | 255.0013 |
| 44,000 | 0.965 | 3.1660 | 241.2081 | 263.5580 |
| 46,000 | 1.015 | 3.3301 | 252.1721 | 273.9660 |
| 48,000 | 1.060 | 3.4777 | 263.1361 | 283.0596 |
| 50,000 | 1.100 | 3.6089 | 274.1001 | 290.9252 |
| 52,000 | 1.145 | 3.7566 | 285.0641 | 299.5292 |
| 54,000 | 1.185 | 3.8878 | 296.0281 | 306.9596 |
| 57,800 | 1.225 | 4.0190 | 316.8597 | 314.1852 |



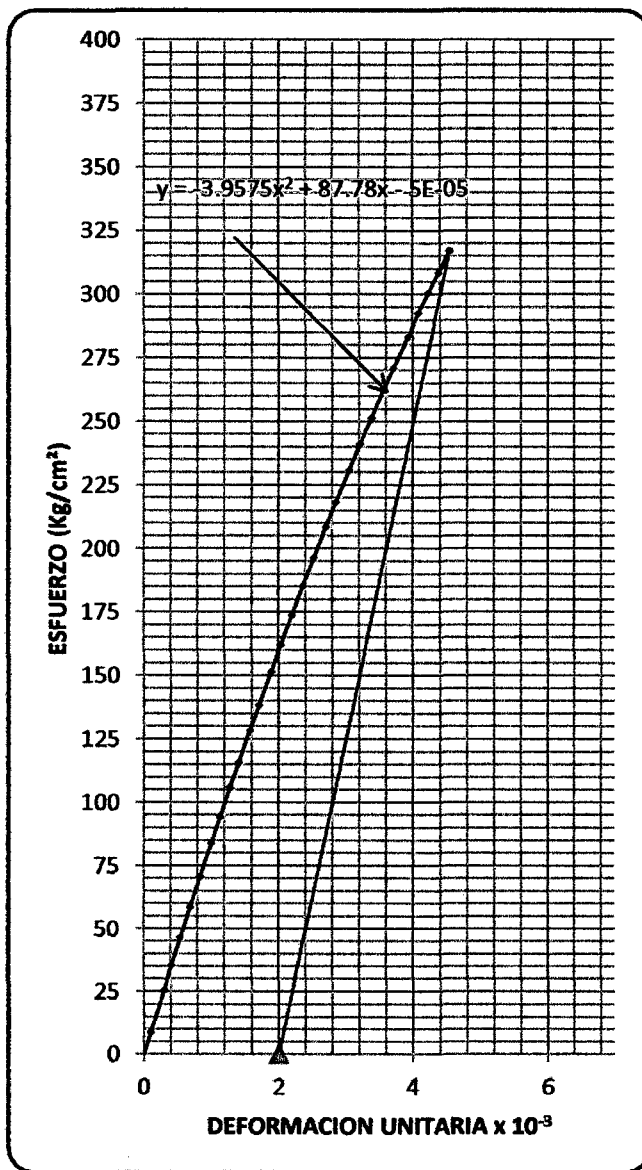
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 314.1852 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 155612.0515 |



| | |
|---|------------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I |
| Edad | 7 días |
| Fecha de elaboración | 16.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | 12.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² |
| Altura (mm) | 304.8 |

ESPECIMEN N° 34 CON ADITIVO (2.4 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.030 | 0.0984 | 10.9640 | 8.6014 |
| 4,000 | 0.090 | 0.2953 | 21.9280 | 25.5742 |
| 6,000 | 0.125 | 0.4101 | 32.8920 | 35.3334 |
| 8,000 | 0.165 | 0.5413 | 43.8560 | 46.3589 |
| 10,000 | 0.210 | 0.6890 | 54.8200 | 58.5997 |
| 12,000 | 0.255 | 0.8366 | 65.7840 | 70.6680 |
| 14,000 | 0.305 | 1.0007 | 76.7480 | 83.8749 |
| 16,000 | 0.345 | 1.1319 | 87.7120 | 94.2870 |
| 18,000 | 0.390 | 1.2795 | 98.6760 | 105.8377 |
| 20,000 | 0.430 | 1.4108 | 109.6400 | 115.9602 |
| 22,000 | 0.480 | 1.5748 | 120.6040 | 128.4215 |
| 24,000 | 0.520 | 1.7060 | 131.5680 | 138.2373 |
| 26,000 | 0.575 | 1.8865 | 142.5320 | 151.5114 |
| 28,000 | 0.620 | 2.0341 | 153.4960 | 162.1803 |
| 30,000 | 0.670 | 2.1982 | 164.4601 | 173.8324 |
| 32,000 | 0.720 | 2.3622 | 175.4241 | 185.2714 |
| 34,000 | 0.770 | 2.5262 | 186.3881 | 196.4974 |
| 36,000 | 0.825 | 2.7067 | 197.3521 | 208.6001 |
| 38,000 | 0.870 | 2.8543 | 208.3161 | 218.3105 |
| 40,000 | 0.930 | 3.0512 | 219.2801 | 230.9895 |
| 42,000 | 0.980 | 3.2152 | 230.2441 | 241.3209 |
| 44,000 | 1.030 | 3.3793 | 241.2081 | 251.4394 |
| 46,000 | 1.085 | 3.5597 | 252.1721 | 262.3238 |
| 48,000 | 1.130 | 3.7073 | 263.1361 | 271.0374 |
| 50,000 | 1.195 | 3.9206 | 274.1001 | 283.3193 |
| 52,000 | 1.245 | 4.0846 | 285.0641 | 292.5219 |
| 54,000 | 1.290 | 4.2323 | 296.0281 | 300.6222 |
| 56,000 | 1.335 | 4.3799 | 306.9921 | 308.5499 |
| 58,800 | 1.385 | 4.5440 | 322.3417 | 317.1562 |



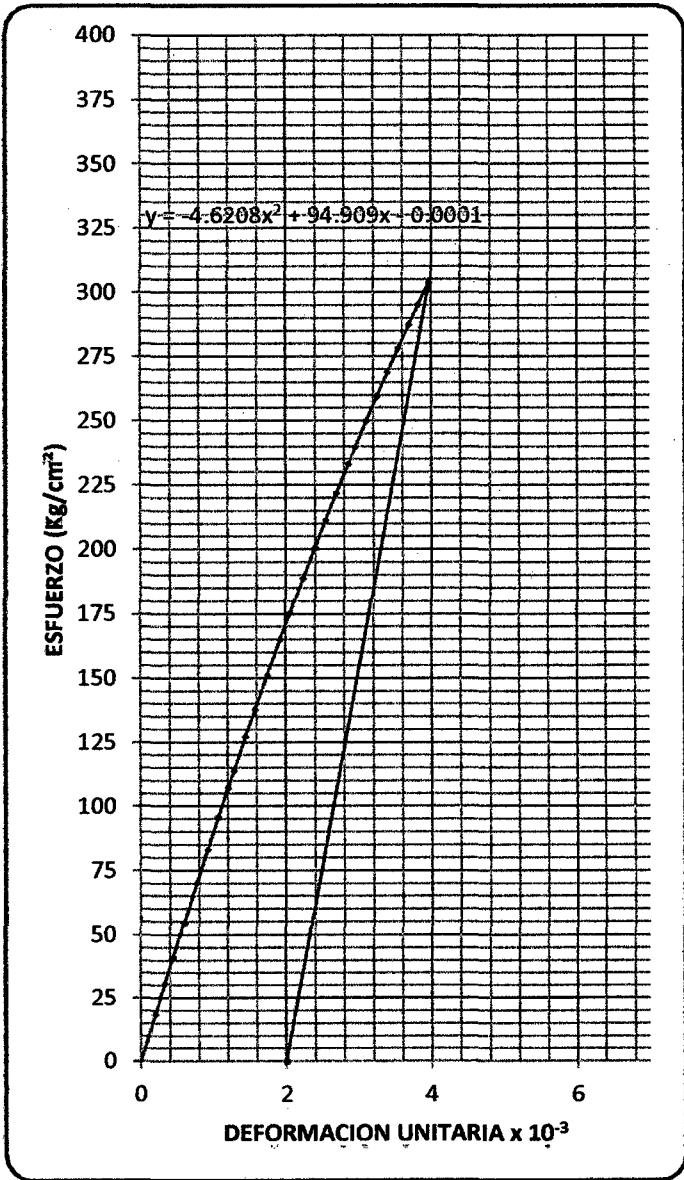
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 317.1562 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 124670.1014 |



| | | |
|--|------------------------|------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 7 días | |
| Fecha de elaboración | 16.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 12.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 15.240 cm | Area1 | 182.415119 |
| φ2 15.240 cm | Area2 | 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | |

ESPECIMEN N° 35 CON ADITIVO (2.4 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.060 | 0.1969 | 10.9640 | 18.5037 |
| 4,000 | 0.100 | 0.3281 | 21.9280 | 30.6406 |
| 6,000 | 0.135 | 0.4429 | 32.8920 | 41.1298 |
| 8,000 | 0.180 | 0.5906 | 43.8560 | 54.4370 |
| 10,000 | 0.235 | 0.7710 | 54.8200 | 70.4277 |
| 12,000 | 0.280 | 0.9186 | 65.7840 | 83.2872 |
| 14,000 | 0.325 | 1.0663 | 76.7480 | 95.9452 |
| 16,000 | 0.365 | 1.1975 | 87.7120 | 107.0277 |
| 18,000 | 0.390 | 1.2795 | 98.6760 | 113.8734 |
| 20,000 | 0.440 | 1.4436 | 109.6400 | 127.3783 |
| 22,000 | 0.480 | 1.5748 | 120.6040 | 138.0032 |
| 24,000 | 0.530 | 1.7388 | 131.5680 | 151.0605 |
| 26,000 | 0.585 | 1.9193 | 142.5320 | 165.1363 |
| 28,000 | 0.625 | 2.0505 | 153.4960 | 175.1843 |
| 30,000 | 0.680 | 2.2310 | 164.4601 | 188.7403 |
| 32,000 | 0.730 | 2.3950 | 175.4241 | 200.8028 |
| 34,000 | 0.775 | 2.5427 | 186.3881 | 211.4465 |
| 36,000 | 0.820 | 2.6903 | 197.3521 | 221.8887 |
| 38,000 | 0.870 | 2.8543 | 208.3161 | 233.2549 |
| 40,000 | 0.900 | 2.9528 | 219.2801 | 239.9553 |
| 42,000 | 0.945 | 3.1004 | 230.2441 | 249.8380 |
| 44,000 | 0.990 | 3.2480 | 241.2081 | 259.5192 |
| 46,000 | 1.035 | 3.3957 | 252.1721 | 268.9990 |
| 48,000 | 1.080 | 3.5433 | 263.1361 | 278.2773 |
| 50,000 | 1.125 | 3.6909 | 274.1001 | 287.3542 |
| 52,000 | 1.165 | 3.8222 | 285.0641 | 295.2535 |
| 54,120 | 1.210 | 3.9698 | 296.6859 | 303.9499 |

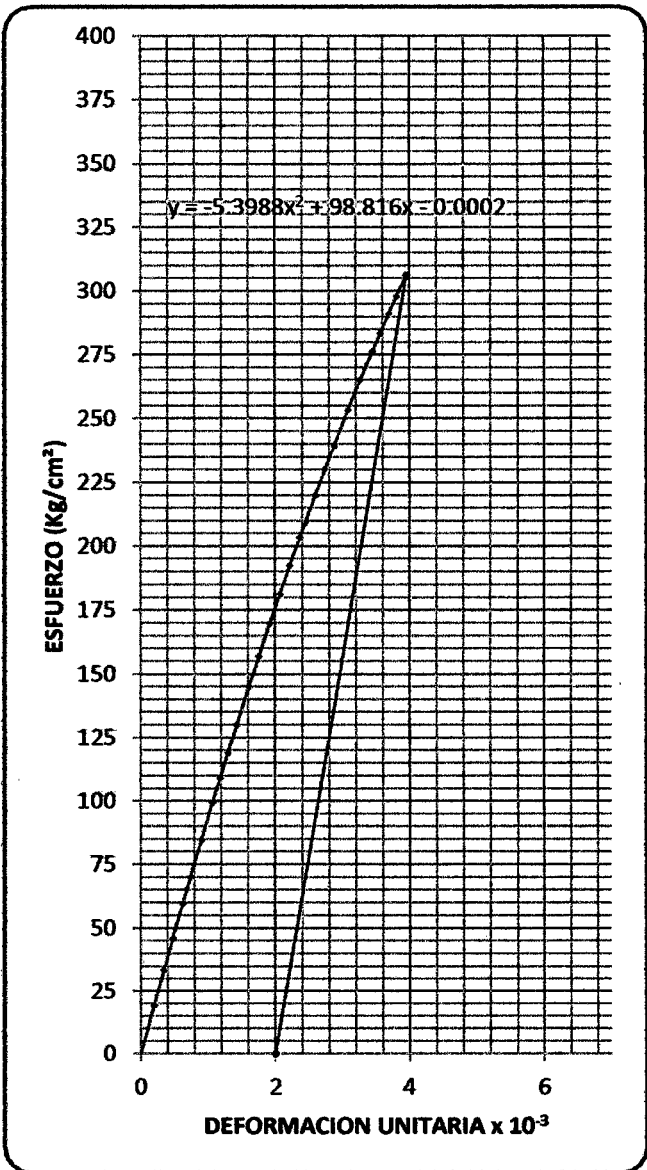


| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 303.9499 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 154303.6913 |



| | | | |
|--|------------------------|----|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | | |
| Edad | 7 días | | |
| Fecha de elaboración | 16.DIC.2011 | | |
| Fecha de Rotura | 12.ENE.2012 | | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | | |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | | |

ESPECIMEN N° 36 CON ADITIVO (2.4 lts)



| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.060 | 0.1969 | 10.9640 | 19.2426 |
| 4,000 | 0.105 | 0.3445 | 21.9280 | 33.4001 |
| 6,000 | 0.145 | 0.4757 | 32.8920 | 45.7869 |
| 8,000 | 0.190 | 0.6234 | 43.8560 | 59.4999 |
| 10,000 | 0.225 | 0.7382 | 54.8200 | 70.0028 |
| 12,000 | 0.275 | 0.9022 | 65.7840 | 84.7599 |
| 14,000 | 0.325 | 1.0663 | 76.7480 | 99.2266 |
| 16,000 | 0.360 | 1.1811 | 87.7120 | 109.1803 |
| 18,000 | 0.395 | 1.2959 | 98.6760 | 118.9917 |
| 20,000 | 0.435 | 1.4272 | 109.6400 | 130.0303 |
| 22,000 | 0.490 | 1.6076 | 120.6040 | 144.9048 |
| 24,000 | 0.535 | 1.7552 | 131.5680 | 156.8134 |
| 26,000 | 0.585 | 1.9193 | 142.5320 | 169.7691 |
| 28,000 | 0.630 | 2.0669 | 153.4960 | 181.1808 |
| 30,000 | 0.675 | 2.2146 | 164.4600 | 192.3571 |
| 32,000 | 0.720 | 2.3622 | 175.4240 | 203.2981 |
| 34,000 | 0.745 | 2.4442 | 186.3880 | 209.2747 |
| 36,000 | 0.790 | 2.5919 | 197.3520 | 219.8496 |
| 38,000 | 0.835 | 2.7395 | 208.3160 | 230.1891 |
| 40,000 | 0.875 | 2.8707 | 219.2800 | 239.1822 |
| 42,000 | 0.940 | 3.0840 | 230.2440 | 253.3994 |
| 44,000 | 0.995 | 3.2644 | 241.2080 | 265.0458 |
| 46,000 | 1.050 | 3.4449 | 252.1720 | 276.3406 |
| 48,000 | 1.085 | 3.5597 | 263.1360 | 283.3451 |
| 50,000 | 1.125 | 3.6909 | 274.1000 | 291.1760 |
| 52,000 | 1.160 | 3.8058 | 285.0640 | 297.8754 |
| 55,080 | 1.205 | 3.9534 | 301.9480 | 306.2798 |

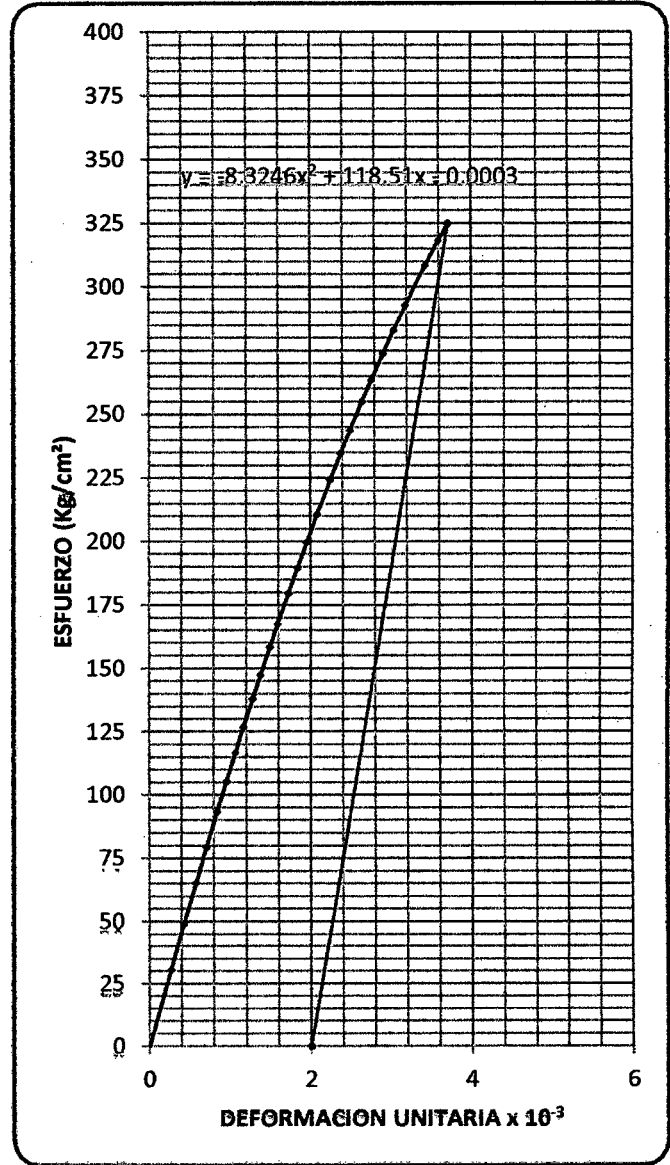
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 306.2798 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 156792.2267 |



| | | | |
|--|------------------------|----|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | | |
| Edad | 7 días | | |
| Fecha de elaboración | 16.DIC.2011 | | |
| Fecha de Rotura | 12.ENE.2012 | | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | | |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | | |

ESPECIMEN Nº 37 CON ADITIVO (2.4 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0003 |
| 2,000 | 0.080 | 0.2625 | 10.9640 | 30.5312 |
| 4,000 | 0.130 | 0.4265 | 21.9280 | 49.0310 |
| 6,000 | 0.175 | 0.5741 | 32.8920 | 65.2977 |
| 8,000 | 0.215 | 0.7054 | 43.8560 | 79.4523 |
| 10,000 | 0.255 | 0.8366 | 54.8200 | 93.3202 |
| 12,000 | 0.290 | 0.9514 | 65.7840 | 105.2195 |
| 14,000 | 0.325 | 1.0663 | 76.7480 | 116.8991 |
| 16,000 | 0.355 | 1.1647 | 87.7120 | 126.7356 |
| 18,000 | 0.390 | 1.2795 | 98.6760 | 138.0075 |
| 20,000 | 0.420 | 1.3780 | 109.6400 | 147.4945 |
| 22,000 | 0.455 | 1.4928 | 120.6040 | 158.3588 |
| 24,000 | 0.485 | 1.5912 | 131.5680 | 167.4963 |
| 26,000 | 0.525 | 1.7224 | 142.5320 | 179.4287 |
| 28,000 | 0.560 | 1.8373 | 153.4960 | 189.6344 |
| 30,000 | 0.595 | 1.9521 | 164.4601 | 199.6205 |
| 32,000 | 0.635 | 2.0833 | 175.4241 | 210.7644 |
| 34,000 | 0.685 | 2.2474 | 186.3881 | 224.2911 |
| 36,000 | 0.725 | 2.3786 | 197.3521 | 234.7899 |
| 38,000 | 0.760 | 2.4934 | 208.3161 | 243.7411 |
| 40,000 | 0.805 | 2.6411 | 219.2801 | 254.9272 |
| 42,000 | 0.840 | 2.7559 | 230.2441 | 263.3766 |
| 44,000 | 0.885 | 2.9035 | 241.2081 | 273.9175 |
| 46,000 | 0.925 | 3.0348 | 252.1721 | 282.9826 |
| 48,000 | 0.970 | 3.1824 | 263.1361 | 292.8381 |
| 50,000 | 1.045 | 3.4285 | 274.1001 | 308.4574 |
| 52,000 | 1.095 | 3.5925 | 285.0641 | 318.3103 |
| 55,420 | 1.130 | 3.7073 | 303.8125 | 324.9407 |

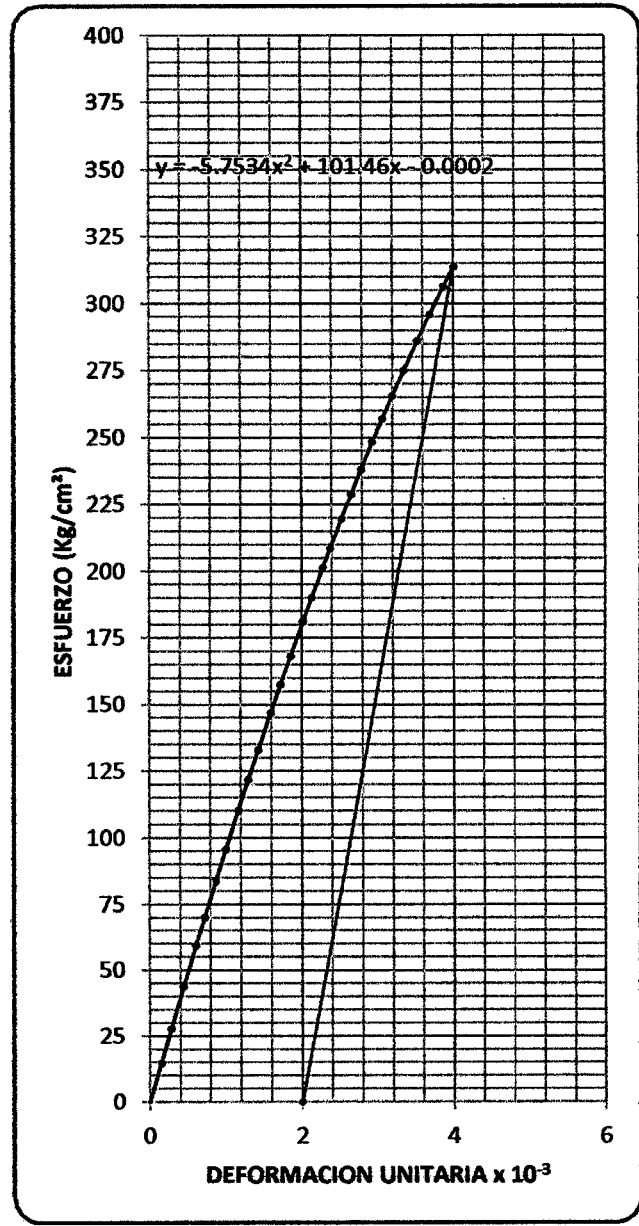


| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 324.9407 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 190318.8312 |



| | | | |
|--|------------------------|----|------------------|
| Cemento | Pacasmayo | | |
| Edad | TIPO I | | |
| Fecha de elaboración | 7 días | | |
| Fecha de Rotura | 16.DIC.2011 | | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 12.ENE.2012 | | |
| Área de la probeta (cm ²) | 350 Kg/cm ² | | |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | | |

ESPECIMEN Nº 38 CON ADITIVO (2.4 lts)



| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.045 | 0.1476 | 10.9640 | 14.8538 |
| 4,000 | 0.085 | 0.2789 | 21.9280 | 27.8467 |
| 6,000 | 0.135 | 0.4429 | 32.8920 | 43.8092 |
| 8,000 | 0.185 | 0.6070 | 43.8560 | 59.4620 |
| 10,000 | 0.220 | 0.7218 | 54.8200 | 70.2348 |
| 12,000 | 0.265 | 0.8694 | 65.7840 | 83.8625 |
| 14,000 | 0.305 | 1.0007 | 76.7480 | 95.7655 |
| 16,000 | 0.355 | 1.1647 | 87.7120 | 110.3655 |
| 18,000 | 0.395 | 1.2959 | 98.6760 | 121.8226 |
| 20,000 | 0.435 | 1.4272 | 109.6400 | 133.0815 |
| 22,000 | 0.485 | 1.5912 | 120.6040 | 146.8765 |
| 24,000 | 0.525 | 1.7224 | 131.5680 | 157.6895 |
| 26,000 | 0.565 | 1.8537 | 142.5320 | 168.3043 |
| 28,000 | 0.615 | 2.0177 | 153.4960 | 181.2942 |
| 30,000 | 0.650 | 2.1325 | 164.4601 | 190.2029 |
| 32,000 | 0.695 | 2.2802 | 175.4241 | 201.4340 |
| 34,000 | 0.725 | 2.3786 | 186.3881 | 208.7820 |
| 36,000 | 0.770 | 2.5262 | 197.3521 | 219.5951 |
| 38,000 | 0.810 | 2.6575 | 208.3161 | 228.9961 |
| 40,000 | 0.850 | 2.7887 | 219.2801 | 238.1990 |
| 42,000 | 0.895 | 2.9364 | 230.2441 | 248.3153 |
| 44,000 | 0.935 | 3.0676 | 241.2081 | 257.0971 |
| 46,000 | 0.975 | 3.1988 | 252.1721 | 265.6807 |
| 48,000 | 1.020 | 3.3465 | 263.1361 | 275.1003 |
| 50,000 | 1.075 | 3.5269 | 274.1001 | 286.2726 |
| 52,000 | 1.125 | 3.6909 | 285.0641 | 296.1041 |
| 54,000 | 1.180 | 3.8714 | 296.0281 | 306.5611 |
| 56,576 | 1.220 | 4.0026 | 310.1497 | 313.9309 |

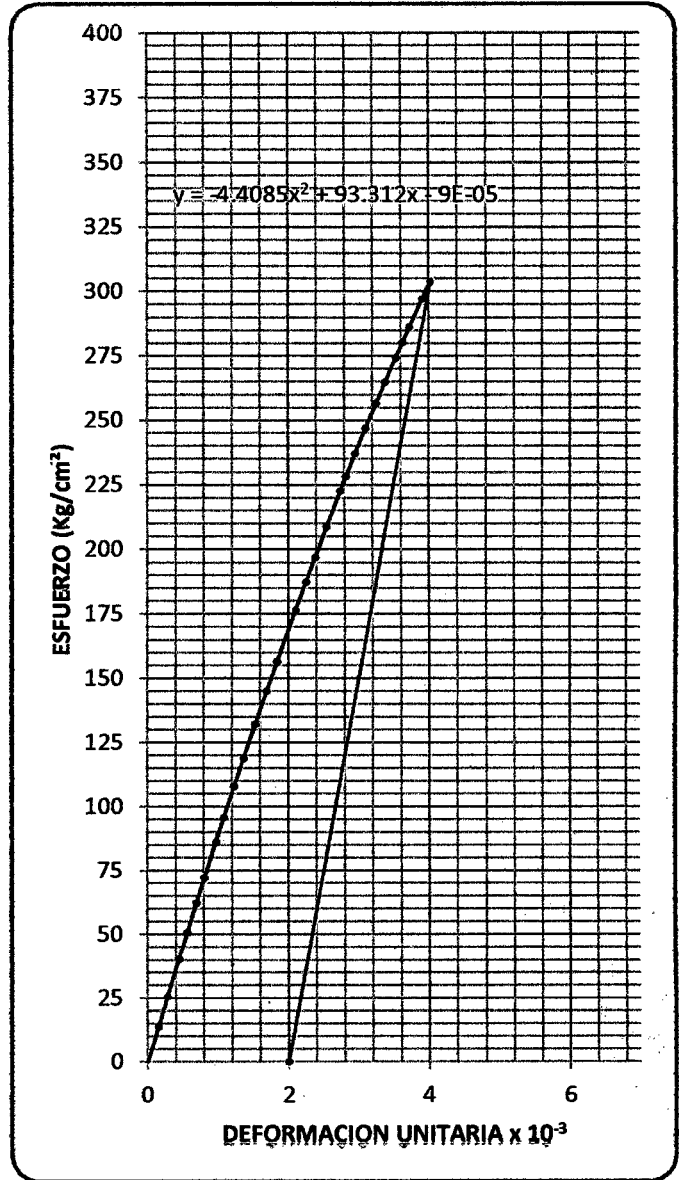
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 313.9309 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 156759.7253 |



| | | | |
|--|--------|----|------------------------|
| Cemento | | | Pacasmayo TIPO I |
| Edad | | | 7 días |
| Fecha de elaboración | | | 16.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | | | 12.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | | | 350 Kg/cm ² |
| Área de la probeta (cm ²) | | | 182.415119 |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | | | 304.8 |

ESPECIMEN Nº 39 CON ADITIVO (2.4 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.045 | 0.1476 | 10.9640 | 13.6802 |
| 4,000 | 0.085 | 0.2789 | 21.9280 | 25.6791 |
| 6,000 | 0.135 | 0.4429 | 32.8920 | 40.4642 |
| 8,000 | 0.170 | 0.5577 | 43.8560 | 50.6726 |
| 10,000 | 0.210 | 0.6890 | 54.8200 | 62.1970 |
| 12,000 | 0.245 | 0.8038 | 65.7840 | 72.1563 |
| 14,000 | 0.295 | 0.9678 | 76.7480 | 86.1821 |
| 16,000 | 0.330 | 1.0827 | 87.7120 | 95.8591 |
| 18,000 | 0.375 | 1.2303 | 98.6760 | 108.1300 |
| 20,000 | 0.415 | 1.3615 | 109.6400 | 118.8762 |
| 22,000 | 0.465 | 1.5256 | 120.6040 | 132.0954 |
| 24,000 | 0.515 | 1.6896 | 131.5680 | 145.0773 |
| 26,000 | 0.560 | 1.8373 | 142.5320 | 156.5581 |
| 28,000 | 0.640 | 2.0997 | 153.4960 | 176.4940 |
| 30,000 | 0.685 | 2.2474 | 164.4601 | 187.4410 |
| 32,000 | 0.725 | 2.3786 | 175.4241 | 197.0103 |
| 34,000 | 0.775 | 2.5427 | 186.3881 | 208.7585 |
| 36,000 | 0.835 | 2.7395 | 197.3521 | 222.5430 |
| 38,000 | 0.860 | 2.8215 | 208.3161 | 228.1858 |
| 40,000 | 0.900 | 2.9528 | 219.2801 | 237.0908 |
| 42,000 | 0.945 | 3.1004 | 230.2441 | 246.9274 |
| 44,000 | 0.990 | 3.2480 | 241.2081 | 256.5718 |
| 46,000 | 1.030 | 3.3793 | 252.1721 | 264.9833 |
| 48,000 | 1.075 | 3.5269 | 263.1361 | 274.2647 |
| 50,000 | 1.105 | 3.6253 | 274.1001 | 280.3456 |
| 52,000 | 1.135 | 3.7238 | 285.0641 | 286.3410 |
| 54,000 | 1.190 | 3.9042 | 296.0281 | 297.1108 |
| 57,392 | 1.170 | 3.8386 | 314.6230 | 315.3215 |



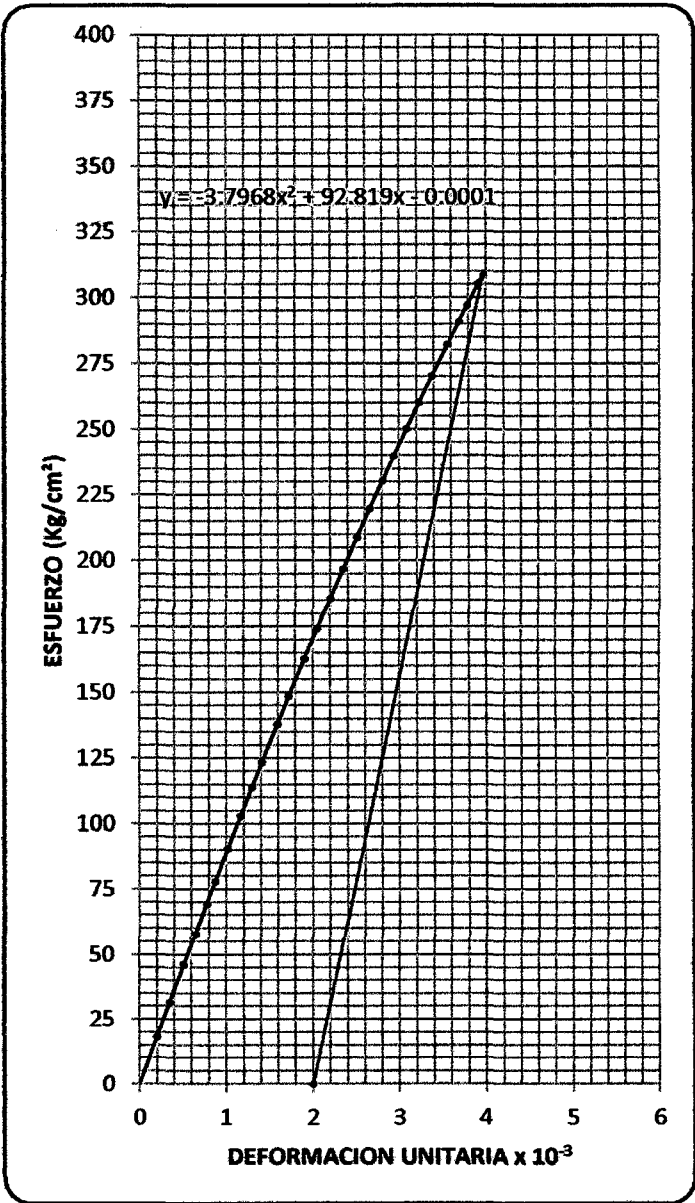
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 315.3215 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 171502.5025 |



| | | | |
|--|------------------------|-------|------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | | |
| Edad | 7 días | | |
| Fecha de elaboración | 16.DIC.2011 | | |
| Fecha de Rotura | 12.ENE.2012 | | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 | 182.415119 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 | 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | | |

ESPECIMEN Nº 40 CON ADITIVO (2.4 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.060 | 0.1969 | 10.9640 | 18.1242 |
| 4,000 | 0.105 | 0.3445 | 21.9280 | 31.5243 |
| 6,000 | 0.155 | 0.5085 | 32.8920 | 46.2193 |
| 8,000 | 0.195 | 0.6398 | 43.8560 | 57.8281 |
| 10,000 | 0.235 | 0.7710 | 54.8200 | 69.3061 |
| 12,000 | 0.265 | 0.8694 | 65.7840 | 77.8288 |
| 14,000 | 0.310 | 1.0171 | 76.7480 | 90.4749 |
| 16,000 | 0.355 | 1.1647 | 87.7120 | 102.9555 |
| 18,000 | 0.395 | 1.2959 | 98.6760 | 113.9105 |
| 20,000 | 0.430 | 1.4108 | 109.6400 | 123.3887 |
| 22,000 | 0.485 | 1.5912 | 120.6040 | 138.0809 |
| 24,000 | 0.525 | 1.7224 | 131.5680 | 148.6108 |
| 26,000 | 0.580 | 1.9029 | 142.5320 | 162.8758 |
| 28,000 | 0.625 | 2.0505 | 153.4960 | 174.3633 |
| 30,000 | 0.670 | 2.1982 | 164.4601 | 185.6853 |
| 32,000 | 0.715 | 2.3458 | 175.4241 | 196.8418 |
| 34,000 | 0.765 | 2.5098 | 186.3881 | 209.0437 |
| 36,000 | 0.810 | 2.6575 | 197.3521 | 219.8508 |
| 38,000 | 0.855 | 2.8051 | 208.3161 | 230.4923 |
| 40,000 | 0.895 | 2.9364 | 219.2801 | 239.8125 |
| 42,000 | 0.940 | 3.0840 | 230.2441 | 250.1414 |
| 44,000 | 0.985 | 3.2316 | 241.2081 | 260.3047 |
| 46,000 | 1.030 | 3.3793 | 252.1721 | 270.3026 |
| 48,000 | 1.085 | 3.5597 | 263.1361 | 282.2974 |
| 50,000 | 1.125 | 3.6909 | 274.1001 | 290.8656 |
| 52,000 | 1.155 | 3.7894 | 285.0641 | 297.2059 |
| 54,000 | 1.195 | 3.9206 | 296.0281 | 305.5453 |
| 57,680 | 1.210 | 3.9698 | 316.2019 | 308.6388 |



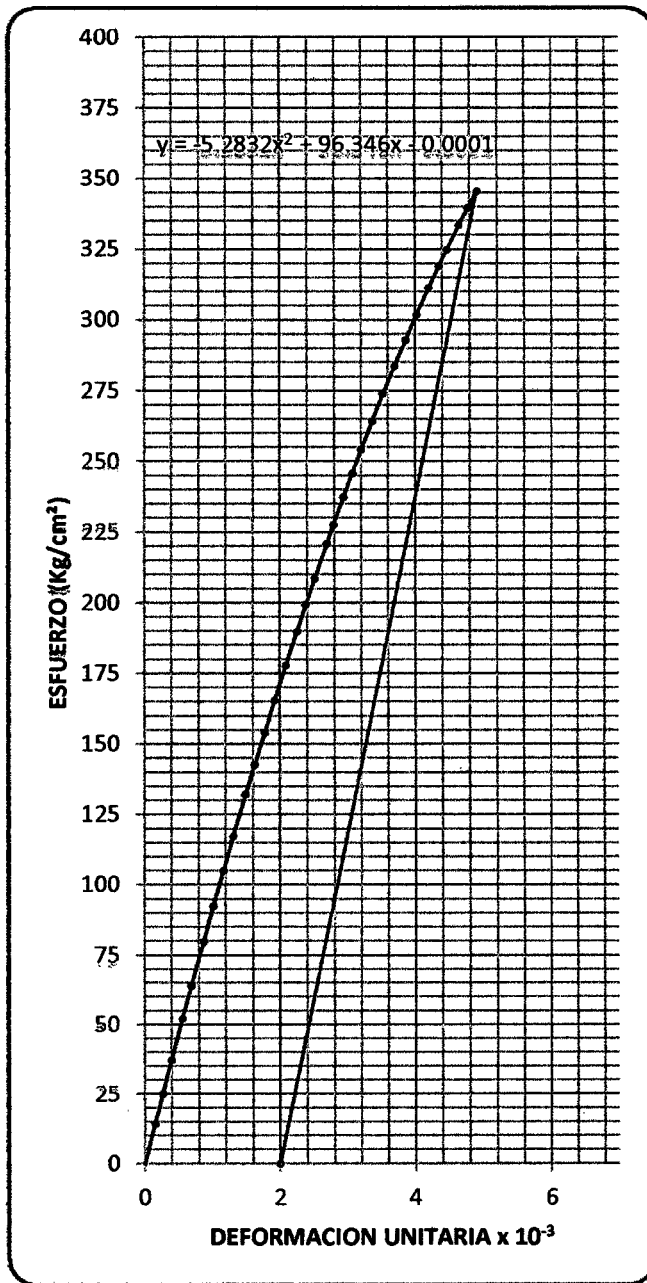
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 308.6388 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 156684.0511 |



| | | |
|--|------------------------|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 14 días | |
| Fecha de elaboración | 18.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 14.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | |

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.045 | 0.1476 | 10.9640 | 14.1090 |
| 4,000 | 0.080 | 0.2625 | 21.9280 | 24.9236 |
| 6,000 | 0.120 | 0.3937 | 32.8920 | 37.1125 |
| 8,000 | 0.170 | 0.5577 | 43.8560 | 52.0927 |
| 10,000 | 0.210 | 0.6890 | 54.8200 | 63.8721 |
| 12,000 | 0.265 | 0.8694 | 65.7840 | 79.7717 |
| 14,000 | 0.310 | 1.0171 | 76.7480 | 92.5246 |
| 16,000 | 0.355 | 1.1647 | 87.7120 | 105.0471 |
| 18,000 | 0.400 | 1.3123 | 98.6760 | 117.3393 |
| 20,000 | 0.455 | 1.4928 | 109.6400 | 132.0504 |
| 22,000 | 0.495 | 1.6240 | 120.6040 | 142.5332 |
| 24,000 | 0.540 | 1.7717 | 131.5680 | 154.1089 |
| 26,000 | 0.585 | 1.9193 | 142.5320 | 165.4543 |
| 28,000 | 0.635 | 2.0833 | 153.4960 | 177.7902 |
| 30,000 | 0.685 | 2.2474 | 164.4601 | 189.8417 |
| 32,000 | 0.725 | 2.3786 | 175.4241 | 199.2781 |
| 34,000 | 0.765 | 2.5098 | 186.3881 | 208.5326 |
| 36,000 | 0.820 | 2.6903 | 197.3521 | 220.9605 |
| 38,000 | 0.850 | 2.7887 | 208.3161 | 227.5943 |
| 40,000 | 0.895 | 2.9364 | 219.2801 | 237.3530 |
| 42,000 | 0.935 | 3.0676 | 230.2441 | 245.8341 |
| 44,000 | 0.975 | 3.1988 | 241.2081 | 254.1332 |
| 46,000 | 1.025 | 3.3629 | 252.1721 | 264.2512 |
| 48,000 | 1.075 | 3.5269 | 263.1361 | 274.0849 |
| 50,000 | 1.125 | 3.6909 | 274.1001 | 283.6342 |
| 52,000 | 1.175 | 3.8550 | 285.0641 | 292.8992 |
| 54,000 | 1.225 | 4.0190 | 296.0281 | 301.8798 |
| 56,000 | 1.280 | 4.1995 | 306.9921 | 311.4301 |
| 58,000 | 1.325 | 4.3471 | 317.9561 | 318.9881 |
| 60,000 | 1.360 | 4.4619 | 328.9201 | 324.7073 |
| 62,000 | 1.415 | 4.6424 | 339.8841 | 333.4131 |
| 64,000 | 1.455 | 4.7736 | 350.8481 | 339.5285 |
| 68,000 | 1.495 | 4.9049 | 372.7761 | 345.4619 |

ESPECIMEN N° 41 CON ADITIVO (2.4 lts)



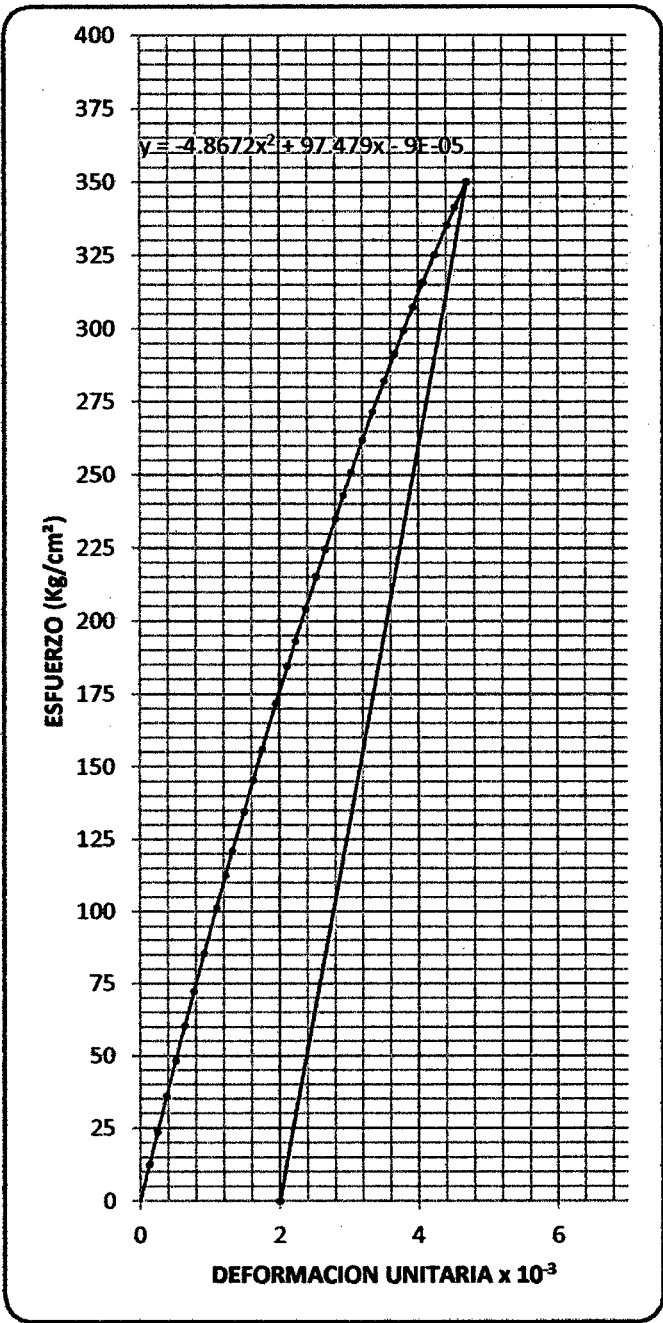
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 345.4619 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 118925.6808 |



| | | | |
|---|--------|----|-------------------------|
| Cemento | | | Pacasmayo TIPO I |
| Edad | | | 14 días |
| Fecha de elaboración | | | 18.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | | | 14.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm²) | | | 350 Kg/cm ² |
| Área de la probeta (cm²) | | | 182.415119 |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | | | 304.8 |

ESPECIMEN N° 42 CON ADITIVO (2.4 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.040 | 0.1312 | 10.9640 | 12.7086 |
| 4,000 | 0.075 | 0.2461 | 21.9280 | 23.6912 |
| 6,000 | 0.115 | 0.3773 | 32.8920 | 36.0855 |
| 8,000 | 0.155 | 0.5085 | 43.8560 | 48.3123 |
| 10,000 | 0.195 | 0.6398 | 54.8200 | 60.3713 |
| 12,000 | 0.235 | 0.7710 | 65.7840 | 72.2627 |
| 14,000 | 0.280 | 0.9186 | 76.7480 | 85.4402 |
| 16,000 | 0.335 | 1.0991 | 87.7120 | 101.2578 |
| 18,000 | 0.375 | 1.2303 | 98.6760 | 112.5624 |
| 20,000 | 0.405 | 1.3287 | 109.6400 | 120.9309 |
| 22,000 | 0.455 | 1.4928 | 120.6040 | 134.6688 |
| 24,000 | 0.495 | 1.6240 | 131.5680 | 145.4705 |
| 26,000 | 0.535 | 1.7552 | 142.5320 | 156.1045 |
| 28,000 | 0.595 | 1.9521 | 153.4960 | 171.7412 |
| 30,000 | 0.645 | 2.1161 | 164.4601 | 184.4837 |
| 32,000 | 0.680 | 2.2310 | 175.4241 | 193.2476 |
| 34,000 | 0.725 | 2.3786 | 186.3881 | 204.3268 |
| 36,000 | 0.770 | 2.5262 | 197.3521 | 215.1938 |
| 38,000 | 0.810 | 2.6575 | 208.3161 | 224.6753 |
| 40,000 | 0.855 | 2.8051 | 219.2801 | 235.1415 |
| 42,000 | 0.890 | 2.9199 | 230.2441 | 243.1353 |
| 44,000 | 0.925 | 3.0348 | 241.2081 | 251.0006 |
| 46,000 | 0.975 | 3.1988 | 252.1721 | 262.0142 |
| 48,000 | 1.020 | 3.3465 | 263.1361 | 271.7025 |
| 50,000 | 1.070 | 3.5105 | 274.1001 | 282.2184 |
| 52,000 | 1.115 | 3.6581 | 285.0641 | 291.4587 |
| 54,000 | 1.155 | 3.7894 | 296.0281 | 299.4942 |
| 56,000 | 1.195 | 3.9206 | 306.9921 | 307.3621 |
| 58,000 | 1.240 | 4.0682 | 317.9561 | 316.0130 |
| 60,000 | 1.290 | 4.2323 | 328.9201 | 325.3763 |
| 62,000 | 1.345 | 4.4127 | 339.8841 | 335.3734 |
| 64,000 | 1.380 | 4.5276 | 350.8481 | 341.5701 |
| 68,000 | 1.430 | 4.6916 | 372.7761 | 350.2000 |



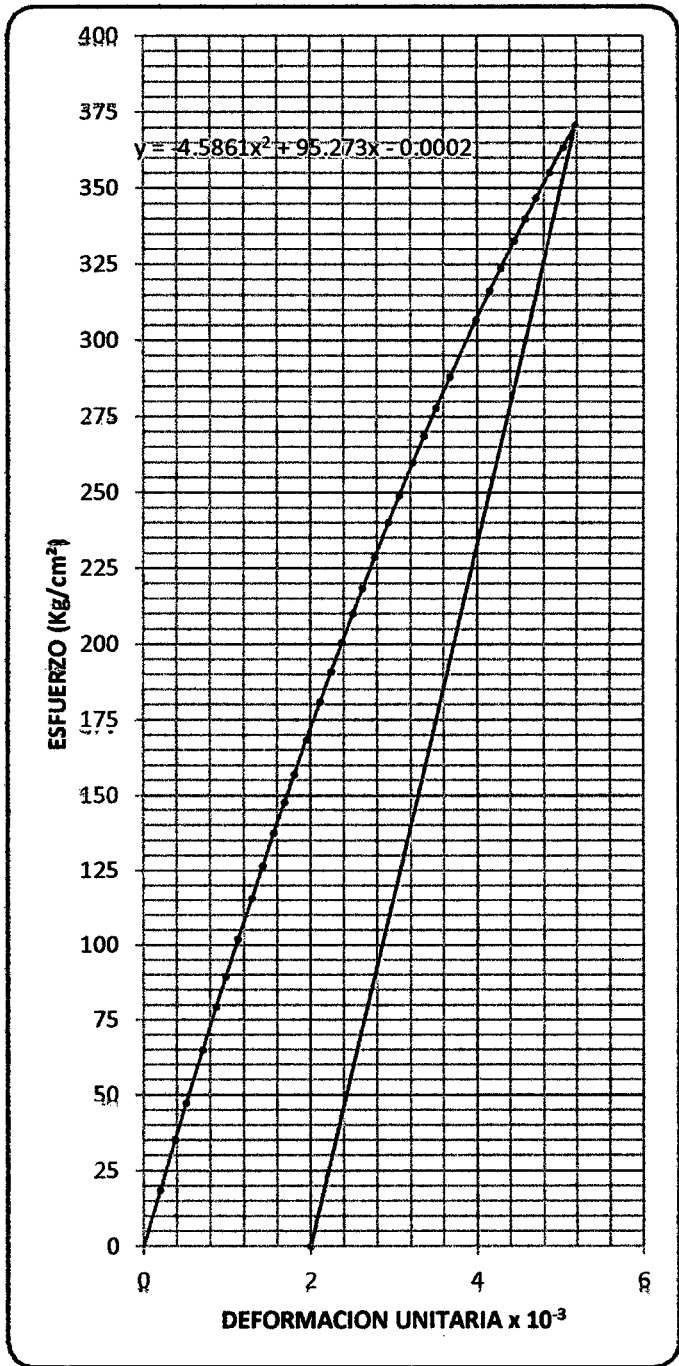
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 350.2000 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 130108.4228 |



| | | | |
|--|--------|----|------------------------|
| Cemento | | | Pacasmayo TIPO I |
| Edad | | | 14 días |
| Fecha de elaboración | | | 18.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | | | 14.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | | | 350 Kg/cm ² |
| Área de la probeta (cm ²) | | | 182.415119 |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | | | 304.8 |

ESPECIMEN Nº 43 CON ADITIVO (2.4 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.060 | 0.1969 | 10.9640 | 18.5766 |
| 4,000 | 0.115 | 0.3773 | 21.9280 | 35.2931 |
| 6,000 | 0.155 | 0.5085 | 32.8920 | 47.2630 |
| 8,000 | 0.215 | 0.7054 | 43.8560 | 64.9217 |
| 10,000 | 0.265 | 0.8694 | 54.8200 | 79.3657 |
| 12,000 | 0.300 | 0.9843 | 65.7840 | 89.3296 |
| 14,000 | 0.345 | 1.1319 | 76.7480 | 101.9627 |
| 16,000 | 0.395 | 1.2959 | 87.7120 | 115.7650 |
| 18,000 | 0.435 | 1.4272 | 98.6760 | 126.6292 |
| 20,000 | 0.475 | 1.5584 | 109.6400 | 137.3353 |
| 22,000 | 0.515 | 1.6896 | 120.6040 | 147.8835 |
| 24,000 | 0.550 | 1.8045 | 131.5680 | 156.9836 |
| 26,000 | 0.595 | 1.9521 | 142.5320 | 168.5060 |
| 28,000 | 0.645 | 2.1161 | 153.4960 | 181.0742 |
| 30,000 | 0.685 | 2.2474 | 164.4600 | 190.9510 |
| 32,000 | 0.725 | 2.3786 | 175.4240 | 200.6699 |
| 34,000 | 0.765 | 2.5098 | 186.3880 | 210.2308 |
| 36,000 | 0.800 | 2.6247 | 197.3520 | 218.4670 |
| 38,000 | 0.845 | 2.7723 | 208.3160 | 228.8787 |
| 40,000 | 0.895 | 2.9364 | 219.2800 | 240.2127 |
| 42,000 | 0.935 | 3.0676 | 230.2440 | 249.1023 |
| 44,000 | 0.985 | 3.2316 | 241.2080 | 259.9921 |
| 46,000 | 1.026 | 3.3645 | 252.1720 | 268.6319 |
| 48,000 | 1.070 | 3.5105 | 263.1360 | 277.9383 |
| 50,000 | 1.120 | 3.6745 | 274.1000 | 288.1617 |
| 52,000 | 1.215 | 3.9862 | 285.0640 | 306.9061 |
| 54,000 | 1.265 | 4.1503 | 296.0280 | 316.4137 |
| 56,000 | 1.305 | 4.2815 | 306.9920 | 323.8420 |
| 58,000 | 1.355 | 4.4455 | 317.9560 | 332.9053 |
| 60,000 | 1.395 | 4.5768 | 328.9200 | 339.9783 |
| 62,000 | 1.435 | 4.7080 | 339.8840 | 346.8932 |
| 64,000 | 1.485 | 4.8720 | 350.8480 | 355.3148 |
| 66,000 | 1.535 | 5.0361 | 361.8120 | 363.4896 |
| 70,000 | 1.580 | 5.1837 | 383.7401 | 370.6358 |



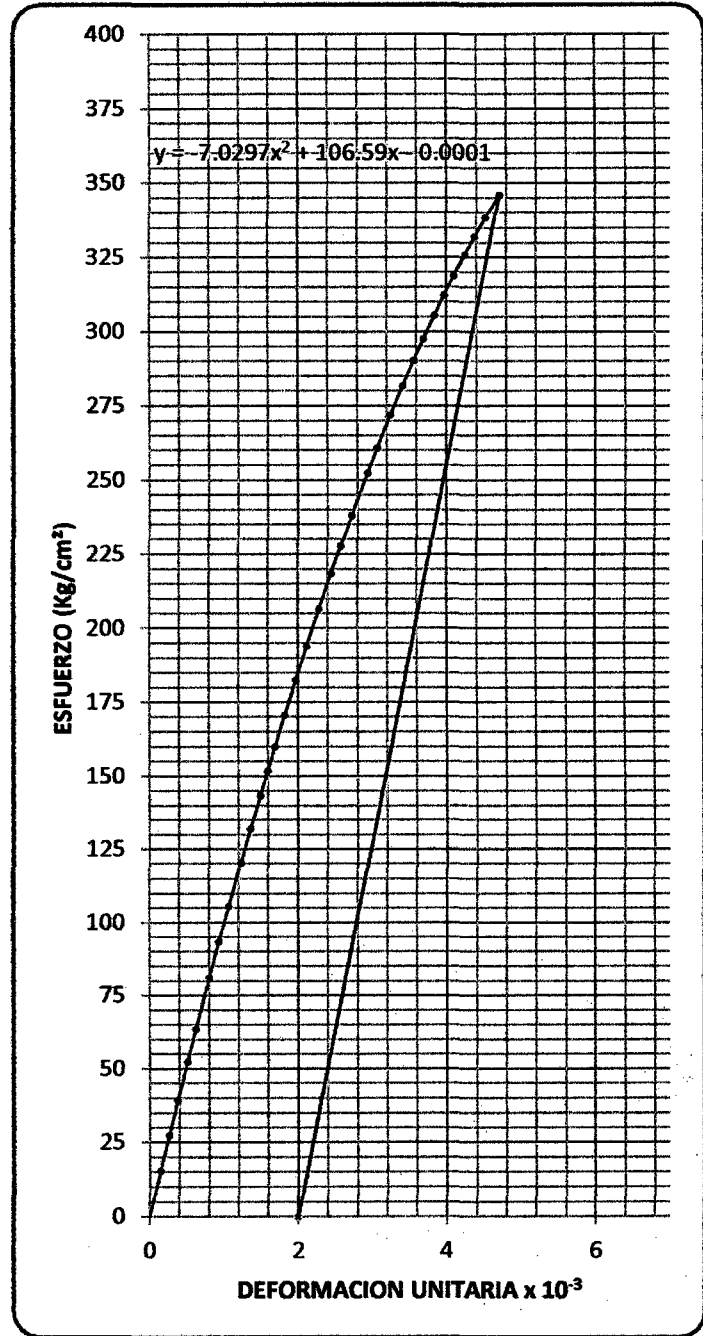
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 370.6358 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 116415.7020 |



| | | | |
|--|--------|----|------------------------|
| Cemento | | | Pacasmayo TIPO I |
| Edad | | | 14 días |
| Fecha de elaboración | | | 18.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | | | 14.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | | | 350 Kg/cm ² |
| Área de la probeta (cm ²) | | | 182.415119 |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | | | 304.8 |

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.045 | 0.1476 | 10.9640 | 15.5834 |
| 4,000 | 0.080 | 0.2625 | 21.9280 | 27.4920 |
| 6,000 | 0.115 | 0.3773 | 32.8920 | 39.2152 |
| 8,000 | 0.155 | 0.5085 | 43.8560 | 52.3862 |
| 10,000 | 0.190 | 0.6234 | 54.8200 | 63.7122 |
| 12,000 | 0.245 | 0.8038 | 65.7840 | 81.1356 |
| 14,000 | 0.285 | 0.9350 | 76.7480 | 93.5197 |
| 16,000 | 0.325 | 1.0663 | 87.7120 | 105.6616 |
| 18,000 | 0.375 | 1.2303 | 98.6760 | 120.4985 |
| 20,000 | 0.415 | 1.3615 | 109.6400 | 132.0956 |
| 22,000 | 0.455 | 1.4928 | 120.6040 | 143.4505 |
| 24,000 | 0.485 | 1.5912 | 131.5680 | 151.8079 |
| 26,000 | 0.515 | 1.6896 | 142.5320 | 160.0290 |
| 28,000 | 0.555 | 1.8209 | 153.4960 | 170.7786 |
| 30,000 | 0.600 | 1.9685 | 164.4601 | 182.5826 |
| 32,000 | 0.645 | 2.1161 | 175.4241 | 194.0800 |
| 34,000 | 0.695 | 2.2802 | 186.3881 | 206.4956 |
| 36,000 | 0.745 | 2.4442 | 197.3521 | 218.5328 |
| 38,000 | 0.785 | 2.5755 | 208.3161 | 227.8901 |
| 40,000 | 0.830 | 2.7231 | 219.2801 | 238.1278 |
| 42,000 | 0.895 | 2.9364 | 230.2441 | 252.3744 |
| 44,000 | 0.935 | 3.0676 | 241.2081 | 260.8237 |
| 46,000 | 0.990 | 3.2480 | 252.1721 | 272.0463 |
| 48,000 | 1.040 | 3.4121 | 263.1361 | 281.8513 |
| 50,000 | 1.085 | 3.5597 | 274.1001 | 290.3523 |
| 52,000 | 1.125 | 3.6909 | 285.0641 | 297.6516 |
| 54,000 | 1.170 | 3.8386 | 296.0281 | 305.5738 |
| 56,000 | 1.210 | 3.9698 | 306.9921 | 312.3584 |
| 58,000 | 1.250 | 4.1010 | 317.9561 | 318.9010 |
| 60,000 | 1.295 | 4.2487 | 328.9201 | 325.9719 |
| 62,000 | 1.335 | 4.3799 | 339.8841 | 331.9999 |
| 64,000 | 1.380 | 4.5276 | 350.8481 | 338.4920 |
| 68,000 | 1.435 | 4.7080 | 372.7761 | 346.0106 |

ESPECIMEN Nº 44 CON ADITIVO (2.4 lts)



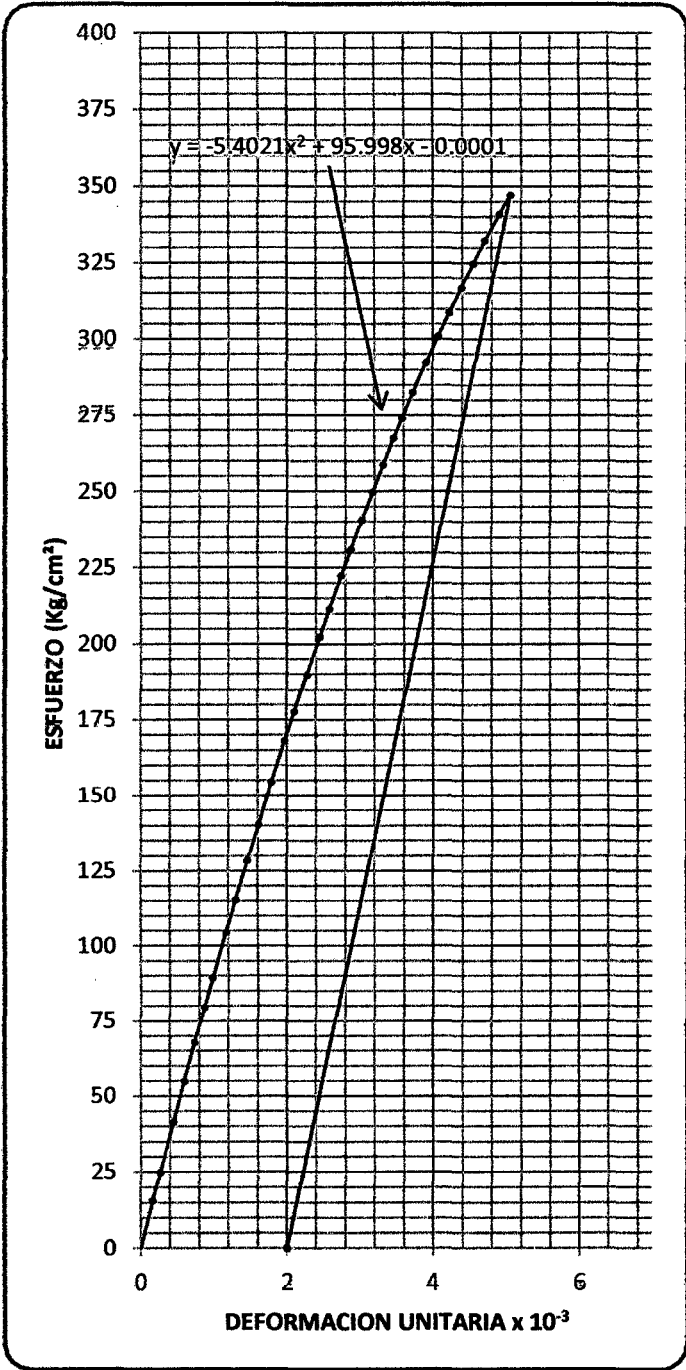
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 346.0106 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 127773.2542 |



| | | | |
|---|--------|----|-------------------------|
| Cemento | | | Pacasmayo TIPO I |
| Edad | | | 14 días |
| Fecha de elaboración | | | 18.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | | | 14.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm²) | | | 350 Kg/cm ² |
| Área de la probeta (cm²) | | | 182.415119 |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | | | 304.8 |

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.050 | 0.1640 | 10.9640 | 15.6022 |
| 4,000 | 0.080 | 0.2625 | 21.9280 | 24.8240 |
| 6,000 | 0.135 | 0.4429 | 32.8920 | 41.4589 |
| 8,000 | 0.180 | 0.5906 | 43.8560 | 54.8076 |
| 10,000 | 0.225 | 0.7382 | 54.8200 | 67.9208 |
| 12,000 | 0.265 | 0.8694 | 65.7840 | 79.3793 |
| 14,000 | 0.300 | 0.9843 | 76.7480 | 89.2528 |
| 16,000 | 0.355 | 1.1647 | 87.7120 | 104.4805 |
| 18,000 | 0.395 | 1.2959 | 98.6760 | 115.3342 |
| 20,000 | 0.445 | 1.4600 | 109.6400 | 128.6397 |
| 22,000 | 0.490 | 1.6076 | 120.6040 | 140.3661 |
| 24,000 | 0.545 | 1.7881 | 131.5680 | 154.3785 |
| 26,000 | 0.600 | 1.9685 | 142.5320 | 168.0391 |
| 28,000 | 0.640 | 2.0997 | 153.4960 | 177.7532 |
| 30,000 | 0.690 | 2.2638 | 164.4601 | 189.6340 |
| 32,000 | 0.745 | 2.4442 | 175.4241 | 202.3672 |
| 34,000 | 0.785 | 2.5755 | 186.3881 | 211.4067 |
| 36,000 | 0.835 | 2.7395 | 197.3521 | 222.4445 |
| 38,000 | 0.875 | 2.8707 | 208.3161 | 231.0653 |
| 40,000 | 0.920 | 3.0184 | 219.2801 | 240.5414 |
| 42,000 | 0.965 | 3.1660 | 230.2441 | 249.7819 |
| 44,000 | 1.010 | 3.3136 | 241.2081 | 258.7870 |
| 46,000 | 1.055 | 3.4613 | 252.1721 | 267.5565 |
| 48,000 | 1.090 | 3.5761 | 263.1361 | 274.2145 |
| 50,000 | 1.135 | 3.7238 | 274.1001 | 282.5654 |
| 52,000 | 1.190 | 3.9042 | 285.0641 | 292.4522 |
| 54,000 | 1.240 | 4.0682 | 296.0281 | 301.1350 |
| 56,000 | 1.285 | 4.2159 | 306.9921 | 308.7009 |
| 58,000 | 1.335 | 4.3799 | 317.9561 | 316.8312 |
| 60,000 | 1.385 | 4.5440 | 328.9201 | 324.6708 |
| 62,000 | 1.435 | 4.7080 | 339.8841 | 332.2197 |
| 64,000 | 1.495 | 4.9049 | 350.8481 | 340.8946 |
| 68,000 | 1.540 | 5.0525 | 372.7761 | 347.1260 |

ESPECIMEN Nº 45 CON ADITIVO (2.4 lts)



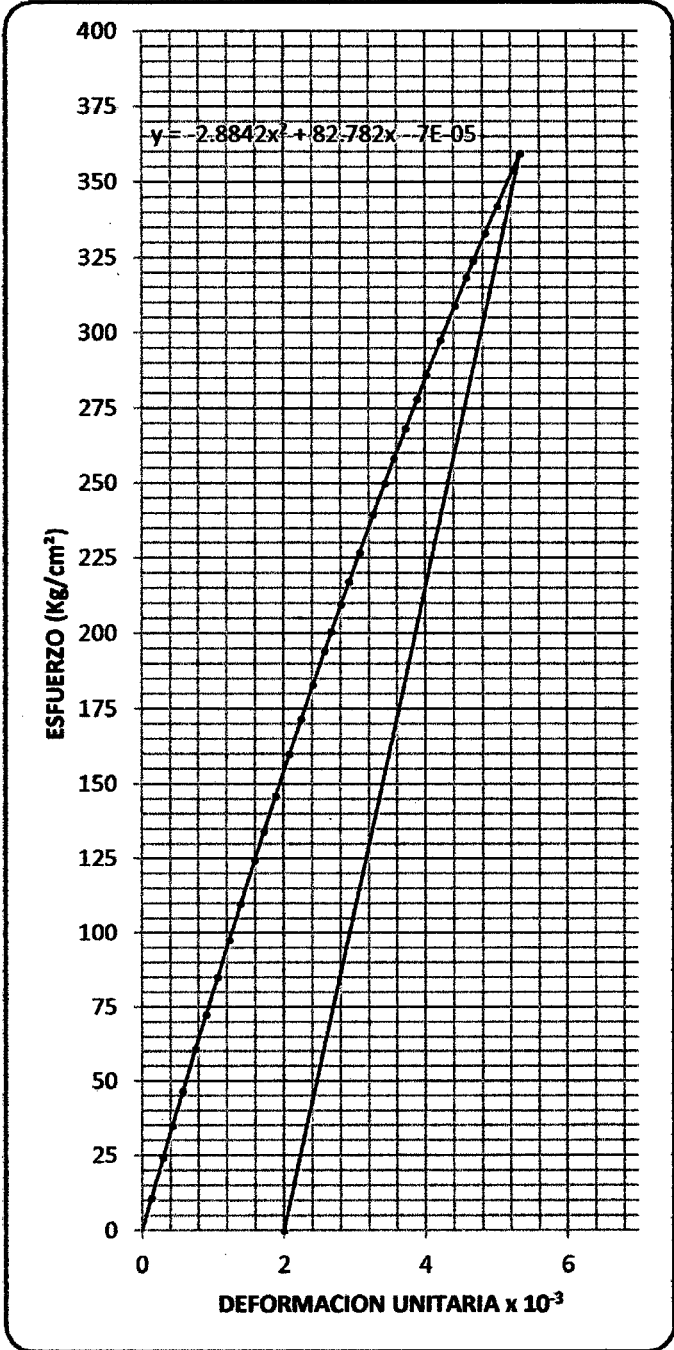
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 347.1260 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 113718.8344 |



| | | |
|--|------------------------|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 14 días | |
| Fecha de elaboración | 18.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 14.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | |

ESPECIMEN N° 46 CON ADITIVO (2.4 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.040 | 0.1312 | 10.9640 | 10.8140 |
| 4,000 | 0.090 | 0.2953 | 21.9280 | 24.1920 |
| 6,000 | 0.130 | 0.4265 | 32.8920 | 34.7825 |
| 8,000 | 0.175 | 0.5741 | 43.8560 | 46.5782 |
| 10,000 | 0.230 | 0.7546 | 54.8200 | 60.8244 |
| 12,000 | 0.275 | 0.9022 | 65.7840 | 72.3406 |
| 14,000 | 0.325 | 1.0663 | 76.7480 | 84.9890 |
| 16,000 | 0.375 | 1.2303 | 87.7120 | 97.4821 |
| 18,000 | 0.425 | 1.3944 | 98.6760 | 109.8200 |
| 20,000 | 0.485 | 1.5912 | 109.6400 | 124.4206 |
| 22,000 | 0.525 | 1.7224 | 120.6040 | 134.0302 |
| 24,000 | 0.575 | 1.8865 | 131.5680 | 145.9024 |
| 26,000 | 0.635 | 2.0833 | 142.5320 | 159.9442 |
| 28,000 | 0.685 | 2.2474 | 153.4960 | 171.4749 |
| 30,000 | 0.735 | 2.4114 | 164.4600 | 182.8504 |
| 32,000 | 0.785 | 2.5755 | 175.4240 | 194.0707 |
| 34,000 | 0.815 | 2.6739 | 186.3880 | 200.7284 |
| 36,000 | 0.855 | 2.8051 | 197.3520 | 209.5183 |
| 38,000 | 0.890 | 2.9199 | 208.3160 | 217.1281 |
| 40,000 | 0.935 | 3.0676 | 219.2800 | 226.8002 |
| 42,000 | 0.995 | 3.2644 | 230.2440 | 239.5008 |
| 44,000 | 1.045 | 3.4285 | 241.2080 | 249.9140 |
| 46,000 | 1.085 | 3.5597 | 252.1720 | 258.1327 |
| 48,000 | 1.135 | 3.7238 | 263.1360 | 268.2664 |
| 50,000 | 1.185 | 3.8878 | 274.1000 | 278.2448 |
| 52,000 | 1.225 | 4.0190 | 285.0640 | 286.1159 |
| 54,000 | 1.285 | 4.2159 | 296.0280 | 297.7361 |
| 56,000 | 1.345 | 4.4127 | 306.9920 | 309.1328 |
| 58,000 | 1.395 | 4.5768 | 317.9560 | 318.4594 |
| 60,000 | 1.425 | 4.6752 | 328.9200 | 323.9808 |
| 62,000 | 1.475 | 4.8392 | 339.8840 | 333.0589 |
| 64,000 | 1.525 | 5.0033 | 350.8480 | 341.9819 |
| 66,000 | 1.595 | 5.2329 | 361.8120 | 354.2132 |
| 70,000 | 1.625 | 5.3314 | 383.7400 | 359.3621 |



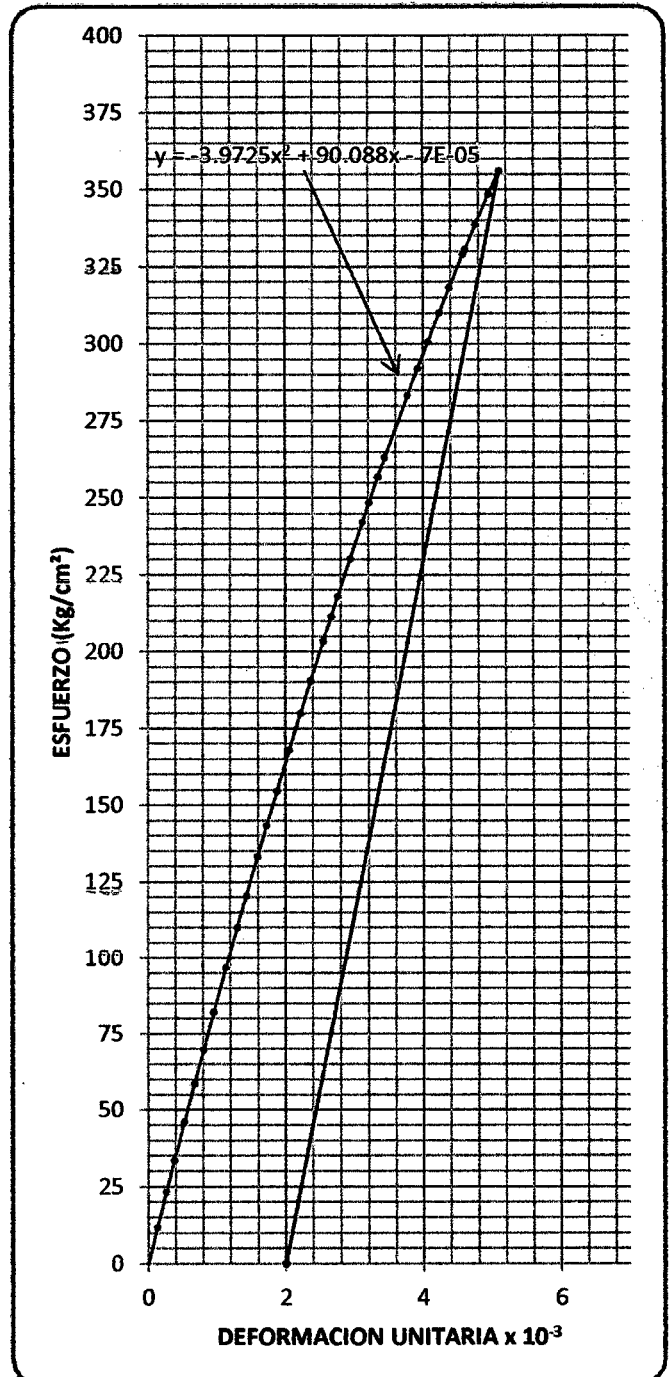
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 359.3621 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 107872.3197 |



| | | | |
|--|------------------------|----|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | | |
| Edad | 14 días | | |
| Fecha de elaboración | 18.DIC.2011 | | |
| Fecha de Rotura | 14.ENE.2012 | | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | | |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | | |

ESPECIMEN Nº 47 CON ADITIVO (2.4 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.040 | 0.1312 | 10.9640 | 11.7541 |
| 4,000 | 0.080 | 0.2625 | 21.9280 | 23.3714 |
| 6,000 | 0.115 | 0.3773 | 32.8920 | 33.4243 |
| 8,000 | 0.160 | 0.5249 | 43.8560 | 46.1956 |
| 10,000 | 0.205 | 0.6726 | 54.8200 | 58.7936 |
| 12,000 | 0.245 | 0.8038 | 65.7840 | 69.8465 |
| 14,000 | 0.290 | 0.9514 | 76.7480 | 82.1175 |
| 16,000 | 0.345 | 1.1319 | 87.7120 | 96.8802 |
| 18,000 | 0.395 | 1.2959 | 98.6760 | 110.0763 |
| 20,000 | 0.435 | 1.4272 | 109.6400 | 120.4792 |
| 22,000 | 0.485 | 1.5912 | 120.6040 | 133.2905 |
| 24,000 | 0.525 | 1.7224 | 131.5680 | 143.3856 |
| 26,000 | 0.570 | 1.8701 | 142.5320 | 154.5790 |
| 28,000 | 0.625 | 2.0505 | 153.4960 | 168.0246 |
| 30,000 | 0.675 | 2.2146 | 164.4601 | 180.0235 |
| 32,000 | 0.720 | 2.3622 | 175.4241 | 190.6396 |
| 34,000 | 0.775 | 2.5427 | 186.3881 | 203.3798 |
| 36,000 | 0.810 | 2.6575 | 197.3521 | 211.3524 |
| 38,000 | 0.840 | 2.7559 | 208.3161 | 218.1028 |
| 40,000 | 0.895 | 2.9364 | 219.2801 | 230.2785 |
| 42,000 | 0.950 | 3.1168 | 230.2441 | 242.1955 |
| 44,000 | 0.980 | 3.2152 | 241.2081 | 248.5866 |
| 46,000 | 1.020 | 3.3465 | 252.1721 | 256.9884 |
| 48,000 | 1.050 | 3.4449 | 263.1361 | 263.2000 |
| 50,000 | 1.150 | 3.7730 | 274.1001 | 283.3493 |
| 52,000 | 1.195 | 3.9206 | 285.0641 | 292.1375 |
| 54,000 | 1.240 | 4.0682 | 296.0281 | 300.7525 |
| 56,000 | 1.290 | 4.2323 | 306.9921 | 310.1216 |
| 58,000 | 1.335 | 4.3799 | 317.9561 | 318.3710 |
| 60,000 | 1.395 | 4.5768 | 328.9201 | 329.1008 |
| 62,000 | 1.405 | 4.6079 | 339.8841 | 330.7715 |
| 64,000 | 1.450 | 4.7572 | 350.8481 | 338.6660 |
| 66,000 | 1.510 | 4.9541 | 361.8121 | 348.8058 |
| 70,000 | 1.555 | 5.1017 | 383.7401 | 356.2086 |



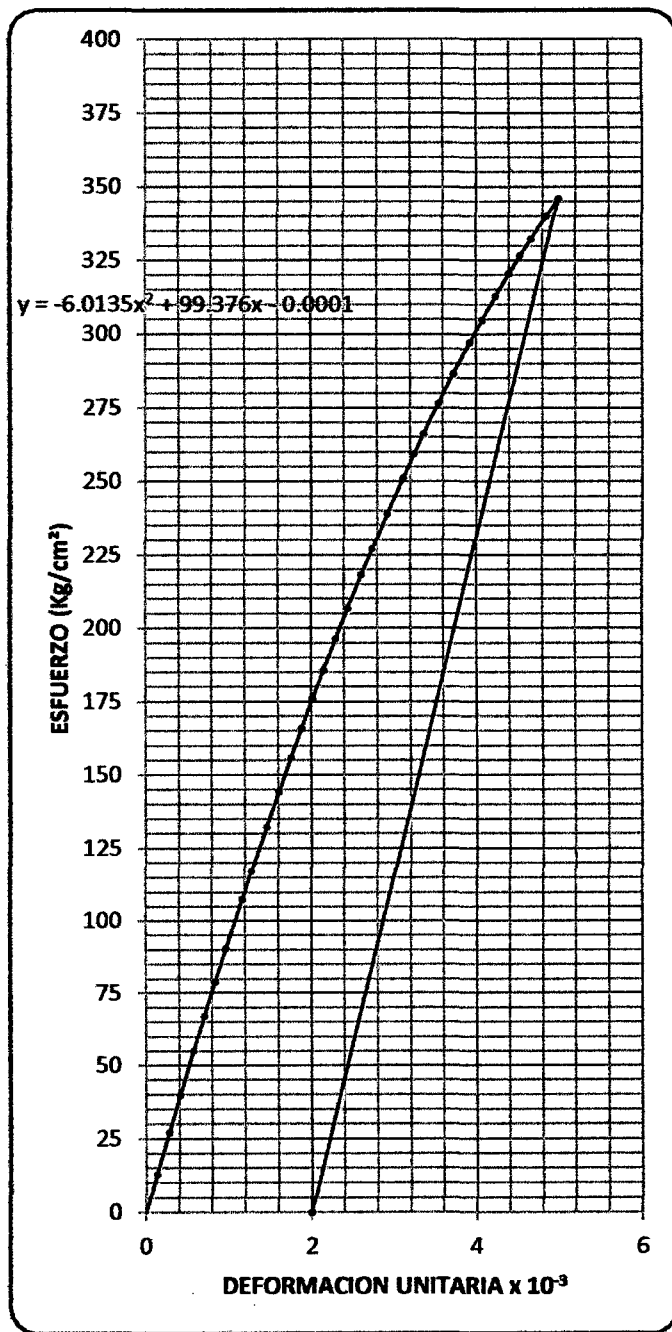
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 356.2086 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 114842.7864 |



| | | |
|--|------------------------|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 14 días | |
| Fecha de elaboración | 18.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 14.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | |

ESPECIMEN Nº 48 CON ADITIVO (2.4 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.040 | 0.1312 | 10.9640 | 12.9378 |
| 4,000 | 0.085 | 0.2789 | 21.9280 | 27.2453 |
| 6,000 | 0.125 | 0.4101 | 32.8920 | 39.7431 |
| 8,000 | 0.175 | 0.5741 | 43.8560 | 55.0740 |
| 10,000 | 0.215 | 0.7054 | 54.8200 | 67.1057 |
| 12,000 | 0.255 | 0.8366 | 65.7840 | 78.9302 |
| 14,000 | 0.295 | 0.9678 | 76.7480 | 90.5477 |
| 16,000 | 0.355 | 1.1647 | 87.7120 | 107.5855 |
| 18,000 | 0.390 | 1.2795 | 98.6760 | 117.3089 |
| 20,000 | 0.445 | 1.4600 | 109.6400 | 132.2683 |
| 22,000 | 0.490 | 1.6076 | 120.6040 | 144.2165 |
| 24,000 | 0.535 | 1.7552 | 131.5680 | 155.9025 |
| 26,000 | 0.575 | 1.8865 | 142.5320 | 166.0700 |
| 28,000 | 0.615 | 2.0177 | 153.4960 | 176.0304 |
| 30,000 | 0.655 | 2.1490 | 164.4601 | 185.7837 |
| 32,000 | 0.700 | 2.2966 | 175.4241 | 196.5085 |
| 34,000 | 0.745 | 2.4442 | 186.3881 | 206.9712 |
| 36,000 | 0.795 | 2.6083 | 197.3521 | 218.2889 |
| 38,000 | 0.835 | 2.7395 | 208.3161 | 227.1100 |
| 40,000 | 0.890 | 2.9199 | 219.2801 | 238.9009 |
| 42,000 | 0.950 | 3.1168 | 230.2441 | 251.3171 |
| 44,000 | 0.990 | 3.2480 | 241.2081 | 259.3356 |
| 46,000 | 1.025 | 3.3629 | 252.1721 | 266.1819 |
| 48,000 | 1.080 | 3.5433 | 263.1361 | 276.6199 |
| 50,000 | 1.135 | 3.7238 | 274.1001 | 286.6663 |
| 52,000 | 1.195 | 3.9206 | 285.0641 | 297.1795 |
| 54,000 | 1.240 | 4.0682 | 296.0281 | 304.7585 |
| 56,000 | 1.290 | 4.2323 | 306.9921 | 312.8721 |
| 58,000 | 1.340 | 4.3963 | 317.9561 | 320.6621 |
| 60,000 | 1.380 | 4.5276 | 328.9201 | 326.6611 |
| 62,000 | 1.420 | 4.6588 | 339.8841 | 332.4529 |
| 64,000 | 1.475 | 4.8392 | 350.8481 | 340.0785 |
| 68,000 | 1.520 | 4.9869 | 372.7761 | 346.0264 |



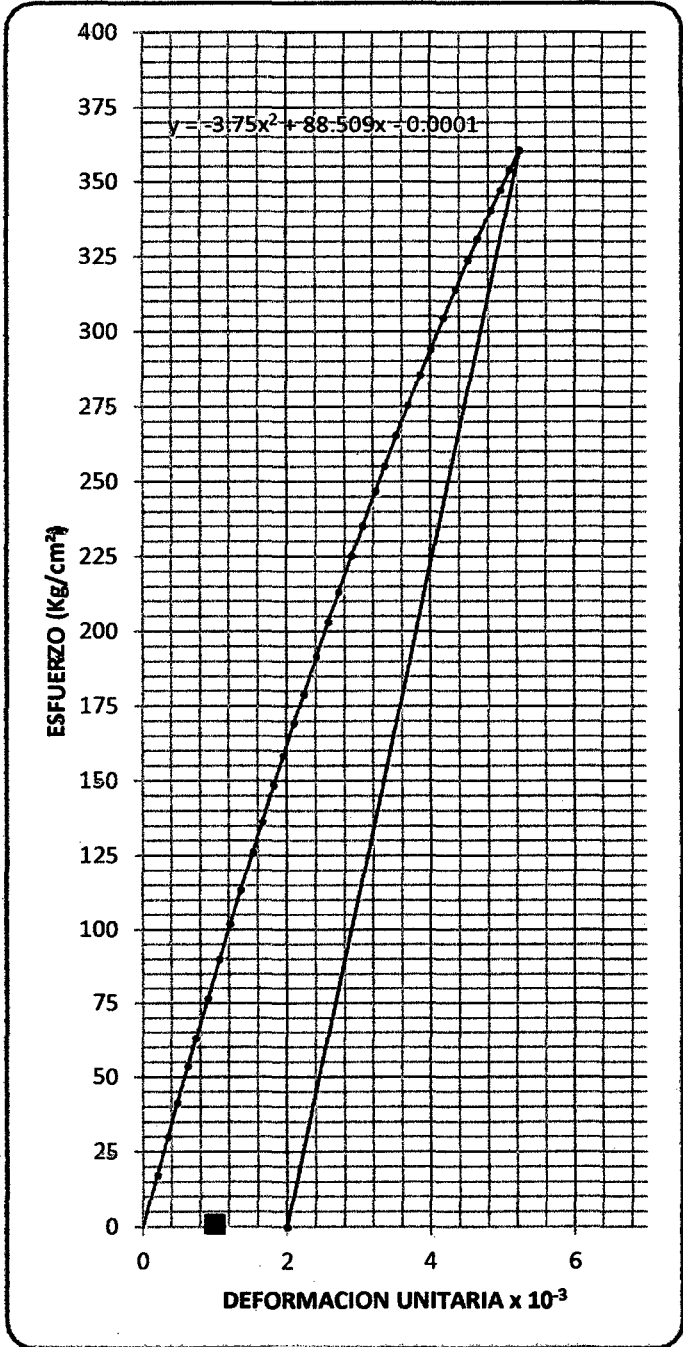
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 346.0264 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 115848.8937 |



| | | |
|--|------------------------|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 14 días | |
| Fecha de elaboración | 18.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 14.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | |

ESPECIMEN Nº 49 CON ADITIVO (2.4 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.060 | 0.1969 | 10.9640 | 17.2776 |
| 4,000 | 0.105 | 0.3445 | 21.9280 | 30.0452 |
| 6,000 | 0.145 | 0.4757 | 32.8920 | 41.2569 |
| 8,000 | 0.190 | 0.6234 | 43.8560 | 53.7157 |
| 10,000 | 0.225 | 0.7382 | 54.8200 | 63.2928 |
| 12,000 | 0.275 | 0.9022 | 65.7840 | 76.8029 |
| 14,000 | 0.325 | 1.0663 | 76.7480 | 90.1111 |
| 16,000 | 0.370 | 1.2139 | 87.7120 | 101.9160 |
| 18,000 | 0.415 | 1.3615 | 98.6760 | 113.5574 |
| 20,000 | 0.465 | 1.5256 | 109.6400 | 126.3005 |
| 22,000 | 0.505 | 1.6568 | 120.6040 | 136.3497 |
| 24,000 | 0.555 | 1.8209 | 131.5680 | 148.7296 |
| 26,000 | 0.595 | 1.9521 | 142.5320 | 158.4882 |
| 28,000 | 0.640 | 2.0997 | 153.4960 | 169.3122 |
| 30,000 | 0.680 | 2.2310 | 164.4601 | 178.7963 |
| 32,000 | 0.735 | 2.4114 | 175.4241 | 191.6260 |
| 34,000 | 0.785 | 2.5755 | 186.3881 | 203.0775 |
| 36,000 | 0.830 | 2.7231 | 197.3521 | 213.2113 |
| 38,000 | 0.885 | 2.9035 | 208.3161 | 225.3750 |
| 40,000 | 0.930 | 3.0512 | 219.2801 | 235.1455 |
| 42,000 | 0.985 | 3.2316 | 230.2441 | 246.8652 |
| 44,000 | 1.025 | 3.3629 | 241.2081 | 255.2352 |
| 46,000 | 1.075 | 3.5269 | 252.1721 | 265.5161 |
| 48,000 | 1.125 | 3.6909 | 263.1361 | 275.5952 |
| 50,000 | 1.175 | 3.8550 | 274.1001 | 285.4725 |
| 52,000 | 1.220 | 4.0026 | 285.0641 | 294.1894 |
| 54,000 | 1.275 | 4.1831 | 296.0281 | 304.6215 |
| 56,000 | 1.325 | 4.3471 | 306.9921 | 313.8933 |
| 58,000 | 1.380 | 4.5276 | 317.9561 | 323.8591 |
| 60,000 | 1.420 | 4.6588 | 328.9201 | 330.9537 |
| 62,000 | 1.475 | 4.8392 | 339.8841 | 340.4977 |
| 64,000 | 1.515 | 4.9705 | 350.8481 | 347.2854 |
| 66,000 | 1.555 | 5.1017 | 361.8121 | 353.9440 |
| 70,000 | 1.595 | 5.2329 | 383.7401 | 360.4734 |



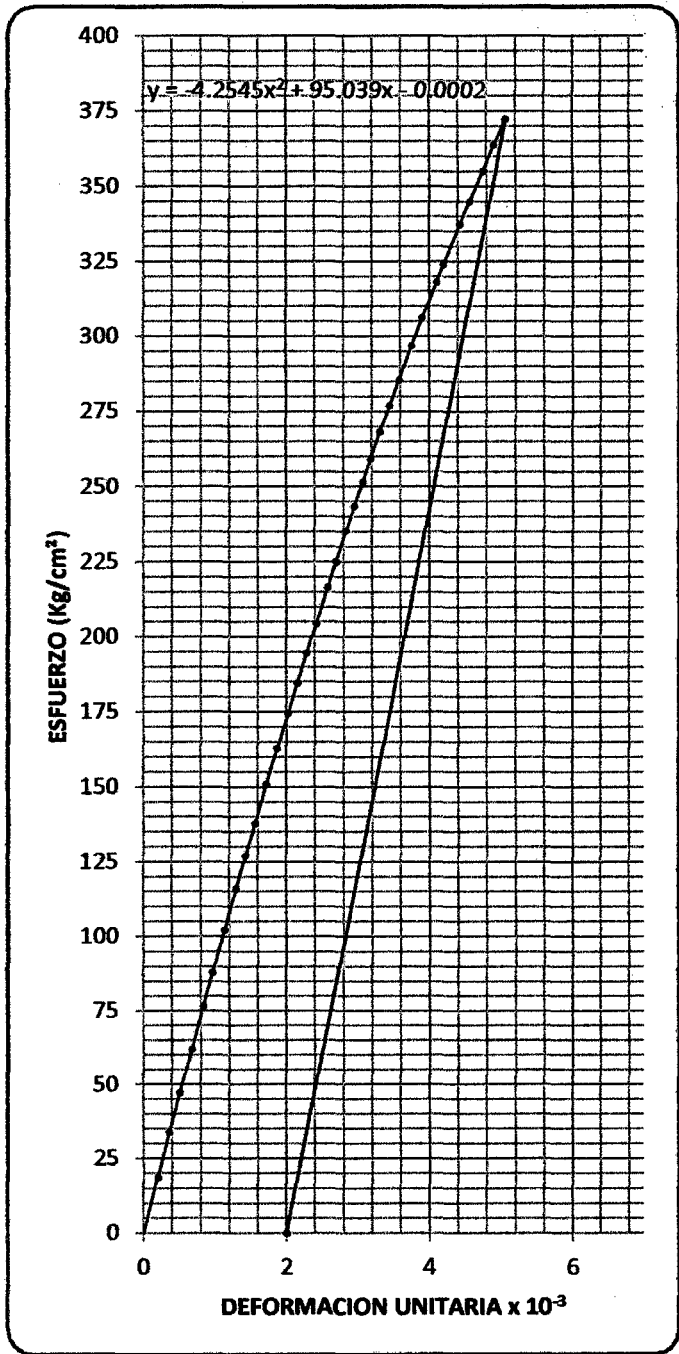
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 360.4734 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 111500.2033 |



| | | |
|--|------------------------|----|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 14 días | |
| Fecha de elaboración | 18.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 14.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 | cm |
| φ2 | 15.240 | cm |
| Altura (mm) | 304.8 | |

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.060 | 0.1969 | 10.9640 | 18.5434 |
| 4,000 | 0.110 | 0.3609 | 21.9280 | 33.7445 |
| 6,000 | 0.155 | 0.5085 | 32.8920 | 47.2298 |
| 8,000 | 0.205 | 0.6726 | 43.8560 | 61.9958 |
| 10,000 | 0.255 | 0.8366 | 54.8200 | 76.5330 |
| 12,000 | 0.295 | 0.9678 | 65.7840 | 87.9978 |
| 14,000 | 0.345 | 1.1319 | 76.7480 | 102.1227 |
| 16,000 | 0.395 | 1.2959 | 87.7120 | 116.0187 |
| 18,000 | 0.435 | 1.4272 | 98.6760 | 126.9706 |
| 20,000 | 0.475 | 1.5584 | 109.6400 | 137.7760 |
| 22,000 | 0.525 | 1.7224 | 120.6040 | 151.0766 |
| 24,000 | 0.570 | 1.8701 | 131.5680 | 162.8514 |
| 26,000 | 0.615 | 2.0177 | 142.5320 | 174.4407 |
| 28,000 | 0.655 | 2.1490 | 153.4960 | 184.5866 |
| 30,000 | 0.695 | 2.2802 | 164.4601 | 194.5860 |
| 32,000 | 0.735 | 2.4114 | 175.4241 | 204.4389 |
| 34,000 | 0.785 | 2.5755 | 186.3881 | 216.5488 |
| 36,000 | 0.820 | 2.6903 | 197.3521 | 224.8896 |
| 38,000 | 0.865 | 2.8379 | 208.3161 | 235.4485 |
| 40,000 | 0.900 | 2.9528 | 219.2801 | 243.5328 |
| 42,000 | 0.935 | 3.0676 | 230.2441 | 251.5049 |
| 44,000 | 0.970 | 3.1824 | 241.2081 | 259.3647 |
| 46,000 | 1.010 | 3.3136 | 252.1721 | 268.2101 |
| 48,000 | 1.050 | 3.4449 | 263.1361 | 276.9089 |
| 50,000 | 1.090 | 3.5761 | 274.1001 | 285.4611 |
| 52,000 | 1.145 | 3.7566 | 285.0641 | 296.9812 |
| 54,000 | 1.190 | 3.9042 | 296.0281 | 306.2006 |
| 56,000 | 1.250 | 4.1010 | 306.9921 | 318.2047 |
| 58,000 | 1.280 | 4.1995 | 317.9561 | 324.0831 |
| 60,000 | 1.350 | 4.4291 | 328.9201 | 337.4788 |
| 62,000 | 1.390 | 4.5604 | 339.8841 | 344.9319 |
| 64,000 | 1.445 | 4.7408 | 350.8481 | 354.9408 |
| 66,000 | 1.495 | 4.9049 | 361.8121 | 363.7993 |
| 70,000 | 1.545 | 5.0689 | 383.7401 | 372.4288 |

ESPECIMEN Nº 50 CON ADITIVO (2.4 lts)



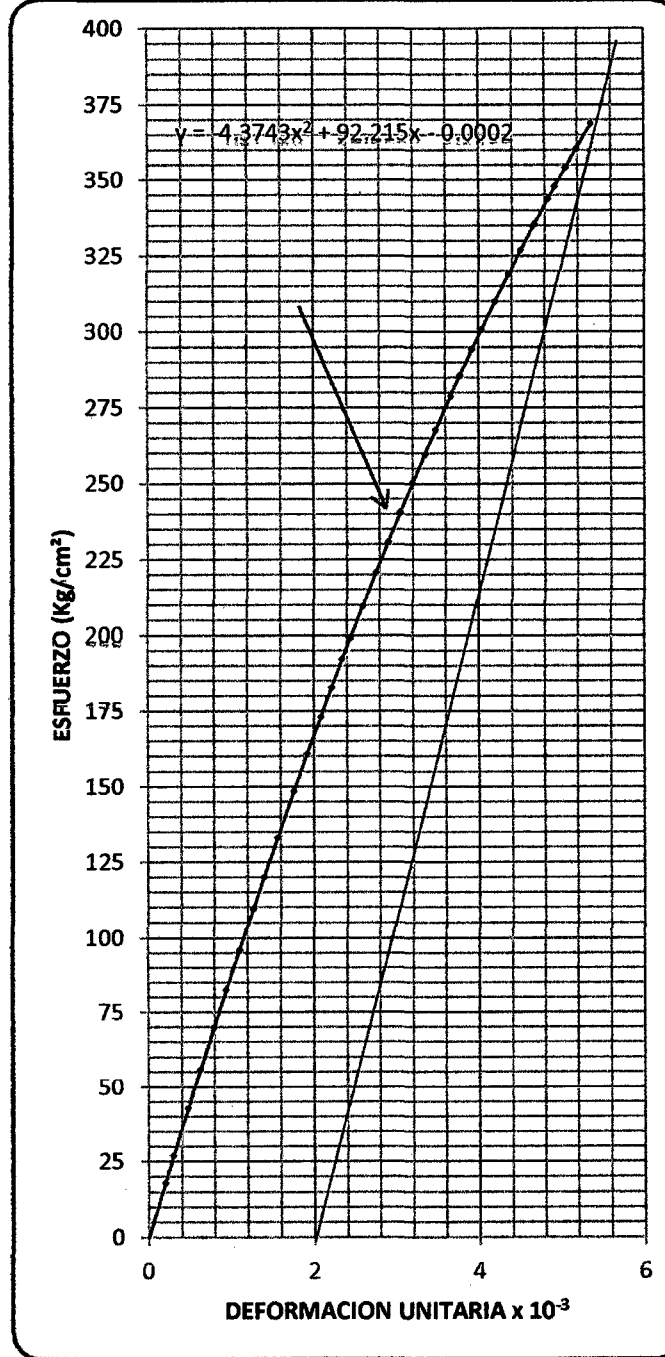
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 372.4288 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 121355.8941 |



| | | |
|--|------------------------|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 28 días | |
| Fecha de elaboración | 20.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 16.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | |

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.060 | 0.1969 | 10.9640 | 17.9829 |
| 4,000 | 0.090 | 0.2953 | 21.9280 | 26.8473 |
| 6,000 | 0.145 | 0.4757 | 32.8920 | 42.8786 |
| 8,000 | 0.190 | 0.6234 | 43.8560 | 55.7832 |
| 10,000 | 0.240 | 0.7874 | 54.8200 | 69.8980 |
| 12,000 | 0.285 | 0.9350 | 65.7840 | 82.4001 |
| 14,000 | 0.335 | 1.0991 | 76.7480 | 96.0676 |
| 16,000 | 0.385 | 1.2631 | 87.7120 | 109.4996 |
| 18,000 | 0.425 | 1.3944 | 98.6760 | 120.0758 |
| 20,000 | 0.475 | 1.5584 | 109.6400 | 133.0841 |
| 22,000 | 0.535 | 1.7552 | 120.6040 | 148.3834 |
| 24,000 | 0.585 | 1.9193 | 131.5680 | 160.8738 |
| 26,000 | 0.635 | 2.0833 | 142.5320 | 173.1287 |
| 28,000 | 0.675 | 2.2146 | 153.4960 | 182.7632 |
| 30,000 | 0.715 | 2.3458 | 164.4601 | 192.2470 |
| 32,000 | 0.745 | 2.4442 | 175.4241 | 199.2610 |
| 34,000 | 0.790 | 2.5919 | 186.3881 | 209.6231 |
| 36,000 | 0.840 | 2.7559 | 197.3521 | 220.9128 |
| 38,000 | 0.885 | 2.9035 | 208.3161 | 230.8723 |
| 40,000 | 0.930 | 3.0512 | 219.2801 | 240.6411 |
| 42,000 | 0.975 | 3.1988 | 230.2441 | 250.2192 |
| 44,000 | 1.020 | 3.3465 | 241.2081 | 259.6066 |
| 46,000 | 1.060 | 3.4777 | 252.1721 | 267.7908 |
| 48,000 | 1.115 | 3.6581 | 263.1361 | 278.7982 |
| 50,000 | 1.150 | 3.7730 | 274.1001 | 285.6545 |
| 52,000 | 1.195 | 3.9206 | 285.0641 | 294.3004 |
| 54,000 | 1.230 | 4.0354 | 296.0281 | 300.8930 |
| 56,000 | 1.280 | 4.1995 | 306.9921 | 310.1111 |
| 58,000 | 1.330 | 4.3635 | 317.9561 | 319.0937 |
| 60,000 | 1.375 | 4.5112 | 328.9201 | 326.9767 |
| 62,000 | 1.425 | 4.6752 | 339.8841 | 335.5120 |
| 64,000 | 1.475 | 4.8392 | 350.8481 | 343.8119 |
| 66,000 | 1.500 | 4.9213 | 361.8121 | 347.8735 |
| 68,000 | 1.540 | 5.0525 | 372.7761 | 354.2497 |
| 70,000 | 1.580 | 5.1837 | 383.7401 | 360.4753 |

ESPECIMEN Nº 51 CON ADITIVO (2.4 its)

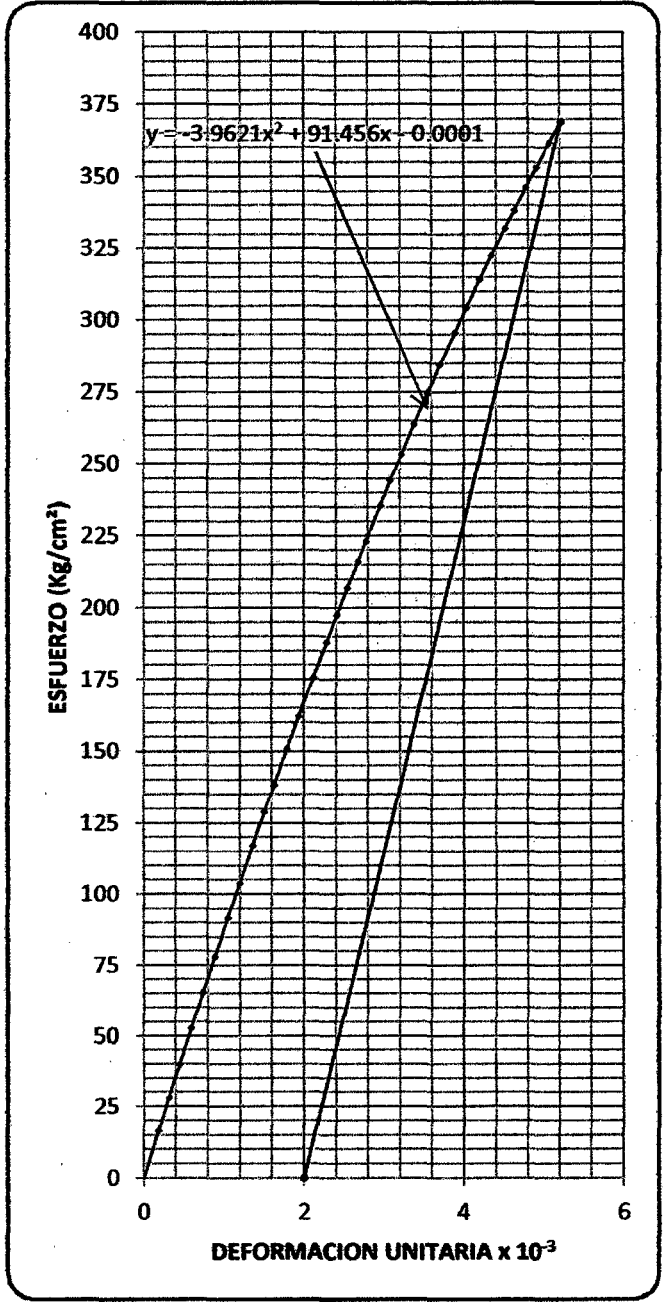


| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 368.7894 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 109622.5999 |



| | | |
|--|------------------------|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 28 días | |
| Fecha de elaboración | 20.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 16.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | |

ESPECIMEN Nº 52 CON ADITIVO (2.4 lts)



| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.055 | 0.1804 | 10.9640 | 16.3738 |
| 4,000 | 0.095 | 0.3117 | 21.9280 | 28.1200 |
| 6,000 | 0.135 | 0.4429 | 32.8920 | 39.7297 |
| 8,000 | 0.180 | 0.5906 | 43.8560 | 52.6275 |
| 10,000 | 0.225 | 0.7382 | 54.8200 | 65.3526 |
| 12,000 | 0.270 | 0.8858 | 65.7840 | 77.9050 |
| 14,000 | 0.320 | 1.0499 | 76.7480 | 91.6496 |
| 16,000 | 0.365 | 1.1975 | 87.7120 | 103.8373 |
| 18,000 | 0.415 | 1.3615 | 98.6760 | 117.1767 |
| 20,000 | 0.460 | 1.5092 | 109.6400 | 128.9998 |
| 22,000 | 0.495 | 1.6240 | 120.6040 | 138.0761 |
| 24,000 | 0.545 | 1.7881 | 131.5680 | 150.8611 |
| 26,000 | 0.590 | 1.9357 | 142.5320 | 162.1852 |
| 28,000 | 0.645 | 2.1161 | 153.4960 | 175.7912 |
| 30,000 | 0.695 | 2.2802 | 164.4601 | 187.9365 |
| 32,000 | 0.735 | 2.4114 | 175.4241 | 197.4991 |
| 34,000 | 0.775 | 2.5427 | 186.3881 | 206.9253 |
| 36,000 | 0.815 | 2.6739 | 197.3521 | 216.2150 |
| 38,000 | 0.845 | 2.7723 | 208.3161 | 223.0927 |
| 40,000 | 0.900 | 2.9528 | 219.2801 | 235.5025 |
| 42,000 | 0.940 | 3.0840 | 230.2441 | 244.3657 |
| 44,000 | 0.980 | 3.2152 | 241.2081 | 253.0925 |
| 46,000 | 1.030 | 3.3793 | 252.1721 | 263.8090 |
| 48,000 | 1.080 | 3.5433 | 263.1361 | 274.3123 |
| 50,000 | 1.130 | 3.7073 | 274.1001 | 284.6024 |
| 52,000 | 1.185 | 3.8878 | 285.0641 | 295.6751 |
| 54,000 | 1.230 | 4.0354 | 296.0281 | 304.5428 |
| 56,000 | 1.280 | 4.1995 | 306.9921 | 314.1931 |
| 58,000 | 1.325 | 4.3471 | 317.9561 | 322.6961 |
| 60,000 | 1.375 | 4.5112 | 328.9201 | 331.9413 |
| 62,000 | 1.410 | 4.6260 | 339.8841 | 338.2860 |
| 64,000 | 1.455 | 4.7736 | 350.8481 | 346.2900 |
| 66,000 | 1.495 | 4.9049 | 361.8121 | 353.2597 |
| 68,000 | 1.545 | 5.0689 | 372.7761 | 361.7799 |
| 71,767 | 1.590 | 5.2165 | 393.4279 | 369.2657 |

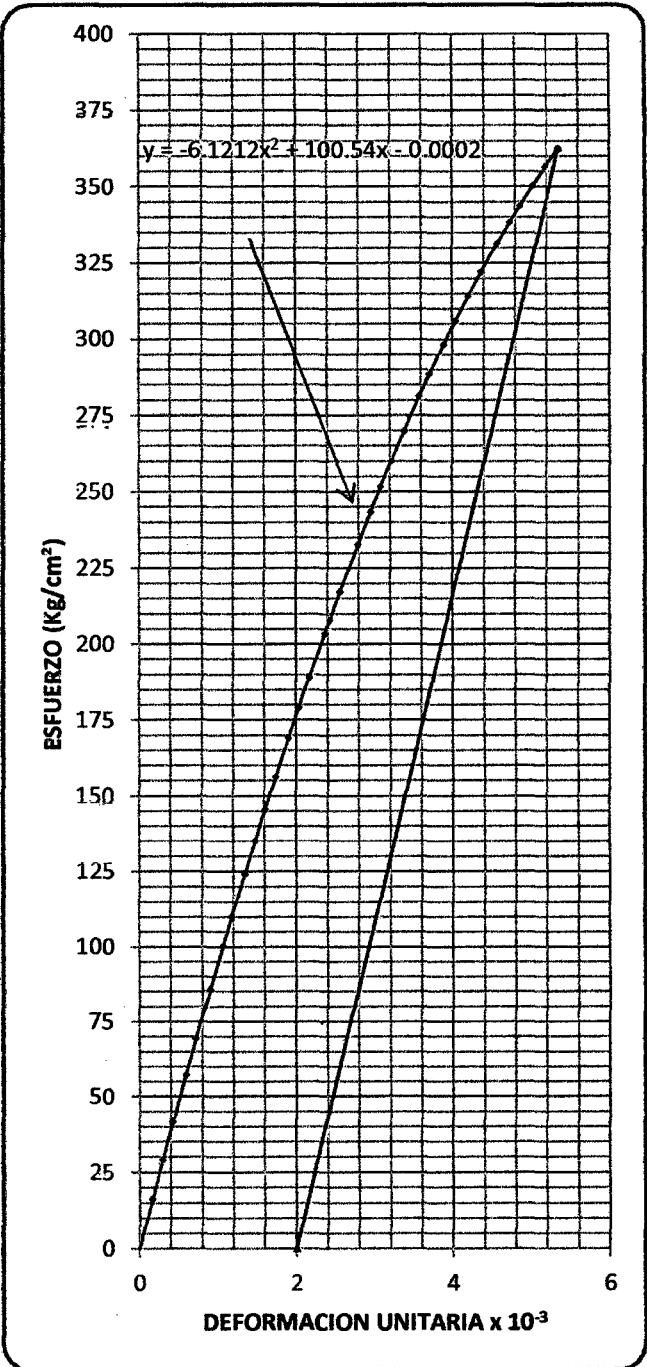
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 369.2657 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 114802.3160 |



| | | |
|--|------------------------|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TÍPO I | |
| Edad | 28 días | |
| Fecha de elaboración | 20.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 16.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | |

ESPECIMEN N° 53 CON ADITIVO (2.4 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.050 | 0.1640 | 10.9640 | 16.3279 |
| 4,000 | 0.090 | 0.2953 | 21.9280 | 29.1531 |
| 6,000 | 0.130 | 0.4265 | 32.8920 | 41.7676 |
| 8,000 | 0.180 | 0.5906 | 43.8560 | 57.2391 |
| 10,000 | 0.220 | 0.7218 | 54.8200 | 69.3791 |
| 12,000 | 0.275 | 0.9022 | 65.7840 | 85.7274 |
| 14,000 | 0.325 | 1.0663 | 76.7480 | 100.2435 |
| 16,000 | 0.360 | 1.1811 | 87.7120 | 110.2088 |
| 18,000 | 0.410 | 1.3451 | 98.6760 | 124.1649 |
| 20,000 | 0.450 | 1.4764 | 109.6400 | 135.0925 |
| 22,000 | 0.490 | 1.6076 | 120.6040 | 145.8094 |
| 24,000 | 0.530 | 1.7388 | 131.5680 | 156.3154 |
| 26,000 | 0.580 | 1.9029 | 142.5320 | 169.1514 |
| 28,000 | 0.620 | 2.0341 | 153.4960 | 179.1830 |
| 30,000 | 0.660 | 2.1654 | 164.4601 | 189.0037 |
| 32,000 | 0.720 | 2.3622 | 175.4241 | 203.3395 |
| 34,000 | 0.740 | 2.4278 | 186.3881 | 208.0127 |
| 36,000 | 0.780 | 2.5591 | 197.3521 | 217.2009 |
| 38,000 | 0.850 | 2.7887 | 208.3161 | 232.7730 |
| 40,000 | 0.900 | 2.9528 | 219.2801 | 243.5006 |
| 42,000 | 0.940 | 3.0840 | 230.2441 | 251.8455 |
| 44,000 | 0.980 | 3.2152 | 241.2081 | 259.9795 |
| 46,000 | 1.030 | 3.3793 | 252.1721 | 269.8505 |
| 48,000 | 1.090 | 3.5761 | 263.1361 | 281.2609 |
| 50,000 | 1.130 | 3.7073 | 274.1001 | 288.6043 |
| 52,000 | 1.185 | 3.8878 | 285.0641 | 298.3571 |
| 54,000 | 1.230 | 4.0354 | 296.0281 | 306.0402 |
| 56,000 | 1.280 | 4.1995 | 306.9921 | 314.2641 |
| 58,000 | 1.330 | 4.3635 | 317.9561 | 322.1585 |
| 60,000 | 1.390 | 4.5604 | 328.9201 | 331.1969 |
| 62,000 | 1.440 | 4.7244 | 339.8841 | 338.3665 |
| 64,000 | 1.480 | 4.8556 | 350.8481 | 343.8650 |
| 66,000 | 1.530 | 5.0197 | 361.8121 | 350.4416 |
| 68,000 | 1.580 | 5.1837 | 372.7761 | 356.6888 |
| 72,842 | 1.630 | 5.3478 | 399.3178 | 362.6066 |



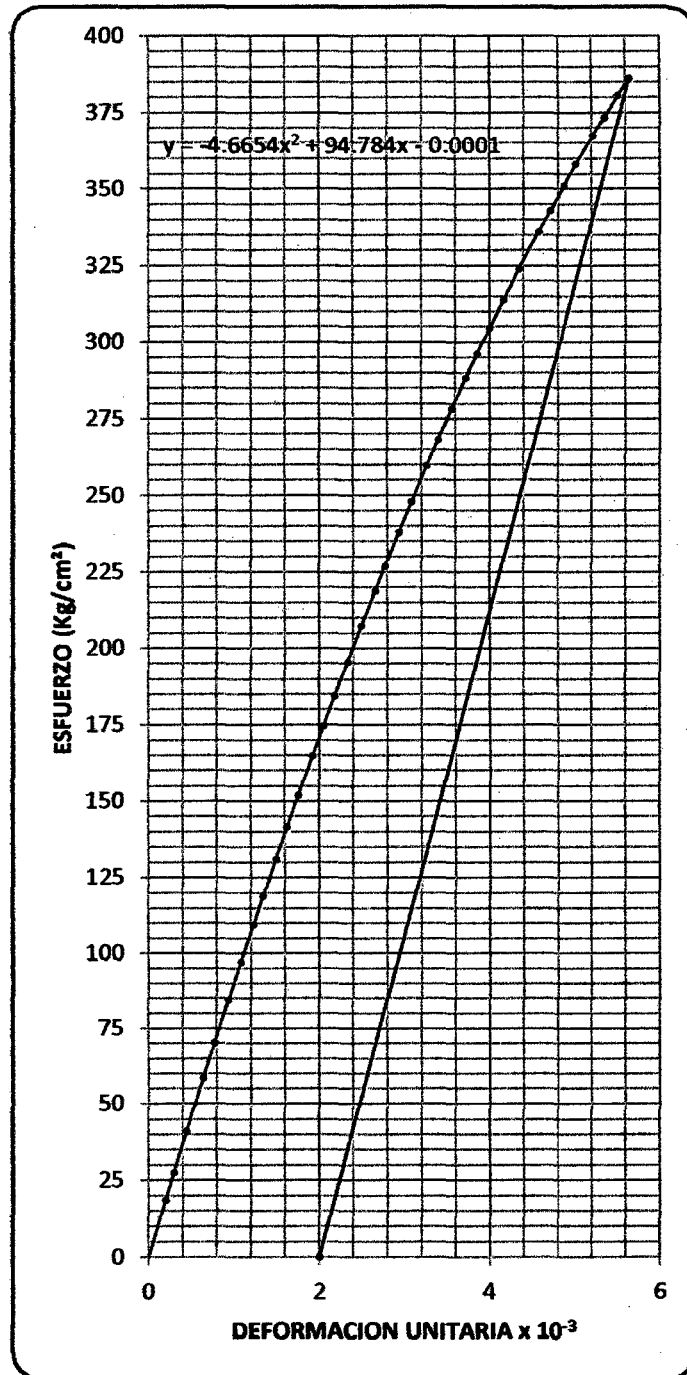
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 362.6066 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 108312.9009 |



| | | |
|--|------------------------|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 28 días | |
| Fecha de elaboración | 20.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 16.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | |

ESPECIMEN N° 54 CON ADITIVO (2.4 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.060 | 0.1969 | 10.9640 | 18.4773 |
| 4,000 | 0.090 | 0.2953 | 21.9280 | 27.5805 |
| 6,000 | 0.135 | 0.4429 | 32.8920 | 41.0657 |
| 8,000 | 0.195 | 0.6398 | 43.8560 | 58.7297 |
| 10,000 | 0.235 | 0.7710 | 54.8200 | 70.3048 |
| 12,000 | 0.285 | 0.9350 | 65.7840 | 84.5477 |
| 14,000 | 0.330 | 1.0827 | 76.7480 | 97.1516 |
| 16,000 | 0.375 | 1.2303 | 87.7120 | 109.5521 |
| 18,000 | 0.410 | 1.3451 | 98.6760 | 119.0564 |
| 20,000 | 0.455 | 1.4928 | 109.6400 | 131.0953 |
| 22,000 | 0.495 | 1.6240 | 120.6040 | 141.6259 |
| 24,000 | 0.535 | 1.7552 | 131.5680 | 151.9958 |
| 26,000 | 0.585 | 1.9193 | 142.5320 | 164.7321 |
| 28,000 | 0.625 | 2.0505 | 153.4960 | 174.7404 |
| 30,000 | 0.665 | 2.1818 | 164.4601 | 184.5880 |
| 32,000 | 0.710 | 2.3294 | 175.4241 | 195.4745 |
| 34,000 | 0.760 | 2.4934 | 186.3881 | 207.3320 |
| 36,000 | 0.810 | 2.6575 | 197.3521 | 218.9385 |
| 38,000 | 0.845 | 2.7723 | 208.3161 | 226.9136 |
| 40,000 | 0.895 | 2.9364 | 219.2801 | 238.0932 |
| 42,000 | 0.940 | 3.0840 | 230.2441 | 247.9401 |
| 44,000 | 0.995 | 3.2644 | 241.2081 | 259.6991 |
| 46,000 | 1.035 | 3.3957 | 252.1721 | 268.0602 |
| 48,000 | 1.085 | 3.5597 | 263.1361 | 278.2857 |
| 50,000 | 1.135 | 3.7238 | 274.1001 | 288.2601 |
| 52,000 | 1.175 | 3.8550 | 285.0641 | 296.0588 |
| 54,000 | 1.220 | 4.0026 | 296.0281 | 304.6402 |
| 56,000 | 1.270 | 4.1667 | 306.9921 | 313.9367 |
| 58,000 | 1.325 | 4.3471 | 317.9561 | 323.8727 |
| 60,000 | 1.395 | 4.5768 | 328.9201 | 336.0792 |
| 62,000 | 1.435 | 4.7080 | 339.8841 | 342.8334 |
| 64,000 | 1.485 | 4.8720 | 350.8481 | 351.0501 |
| 66,000 | 1.530 | 5.0197 | 361.8121 | 358.2305 |
| 68,000 | 1.590 | 5.2165 | 372.7761 | 367.4880 |
| 70,000 | 1.630 | 5.3478 | 383.7401 | 373.4587 |
| 72,000 | 1.680 | 5.5118 | 394.7041 | 380.6962 |
| 74,599 | 1.720 | 5.6430 | 408.9518 | 386.3054 |



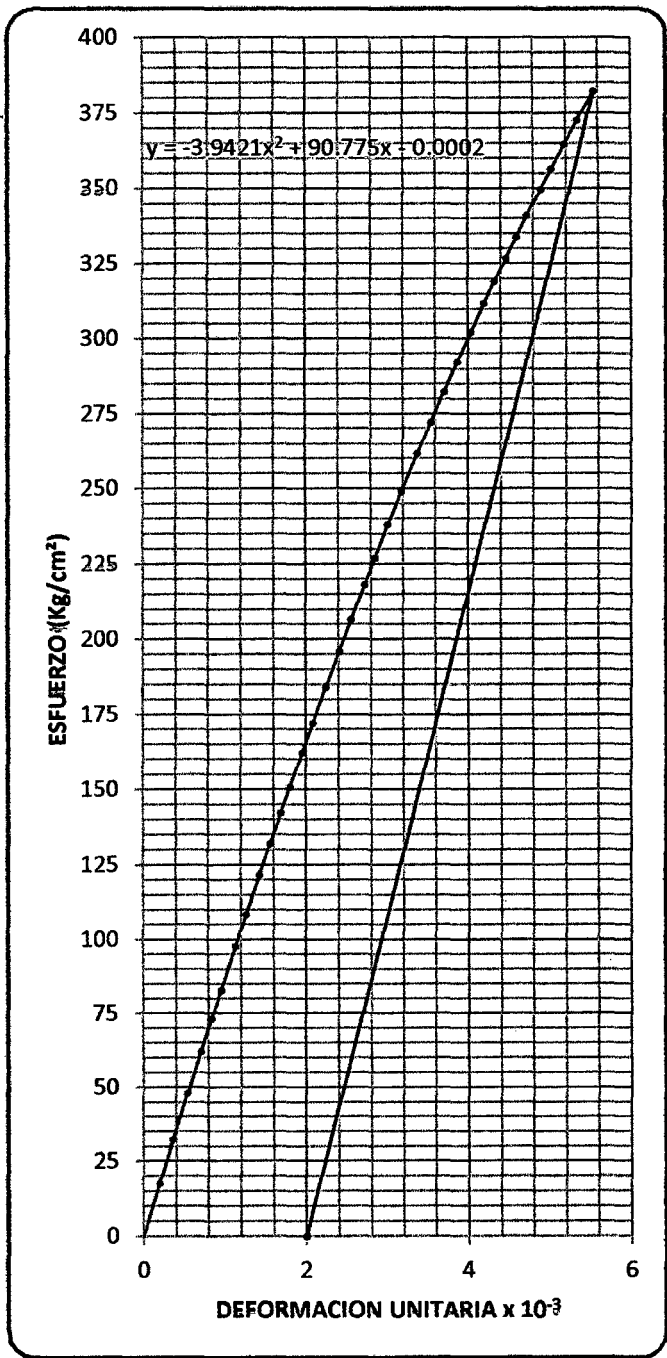
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 386.3054 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 106039.1665 |



| | | | |
|--|------------------------|----|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | | |
| Edad | 28 días | | |
| Fecha de elaboración | 20.DIC.2011 | | |
| Fecha de Rotura | 16.ENE.2012 | | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | | |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | | |

ESPECIMEN Nº 55 CON ADITIVO (2.4 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.060 | 0.1969 | 10.9640 | 17.7162 |
| 4,000 | 0.110 | 0.3609 | 21.9280 | 32.2464 |
| 6,000 | 0.165 | 0.5413 | 32.8920 | 47.9846 |
| 8,000 | 0.215 | 0.7054 | 43.8560 | 62.0693 |
| 10,000 | 0.255 | 0.8366 | 54.8200 | 73.1843 |
| 12,000 | 0.290 | 0.9514 | 65.7840 | 82.7986 |
| 14,000 | 0.345 | 1.1319 | 76.7480 | 97.6966 |
| 16,000 | 0.385 | 1.2631 | 87.7120 | 108.3703 |
| 18,000 | 0.435 | 1.4272 | 98.6760 | 121.5215 |
| 20,000 | 0.475 | 1.5584 | 109.6400 | 131.8897 |
| 22,000 | 0.515 | 1.6896 | 120.6040 | 142.1221 |
| 24,000 | 0.550 | 1.8045 | 131.5680 | 150.9641 |
| 26,000 | 0.595 | 1.9521 | 142.5320 | 162.1796 |
| 28,000 | 0.635 | 2.0833 | 153.4960 | 172.0046 |
| 30,000 | 0.685 | 2.2474 | 164.4601 | 184.0950 |
| 32,000 | 0.735 | 2.4114 | 175.4241 | 195.9732 |
| 34,000 | 0.780 | 2.5591 | 186.3881 | 206.4822 |
| 36,000 | 0.830 | 2.7231 | 197.3521 | 217.9573 |
| 38,000 | 0.870 | 2.8543 | 208.3161 | 226.9846 |
| 40,000 | 0.920 | 3.0184 | 219.2801 | 238.0778 |
| 42,000 | 0.970 | 3.1824 | 230.2441 | 248.9589 |
| 44,000 | 1.030 | 3.3793 | 241.2081 | 261.7361 |
| 46,000 | 1.080 | 3.5433 | 252.1721 | 272.1504 |
| 48,000 | 1.130 | 3.7073 | 263.1361 | 282.3525 |
| 50,000 | 1.180 | 3.8714 | 274.1001 | 292.3425 |
| 52,000 | 1.230 | 4.0354 | 285.0641 | 302.1203 |
| 54,000 | 1.280 | 4.1995 | 296.0281 | 311.6859 |
| 56,000 | 1.320 | 4.3307 | 306.9921 | 319.1857 |
| 58,000 | 1.360 | 4.4619 | 317.9561 | 326.5497 |
| 60,000 | 1.400 | 4.5932 | 328.9201 | 333.7779 |
| 62,000 | 1.440 | 4.7244 | 339.8841 | 340.8703 |
| 64,000 | 1.490 | 4.8885 | 350.8481 | 349.5448 |
| 66,000 | 1.530 | 5.0197 | 361.8121 | 356.3317 |
| 68,000 | 1.580 | 5.1837 | 372.7761 | 364.6244 |
| 70,000 | 1.630 | 5.3478 | 383.7401 | 372.7049 |
| 74,186 | 1.690 | 5.5446 | 406.6878 | 382.1215 |



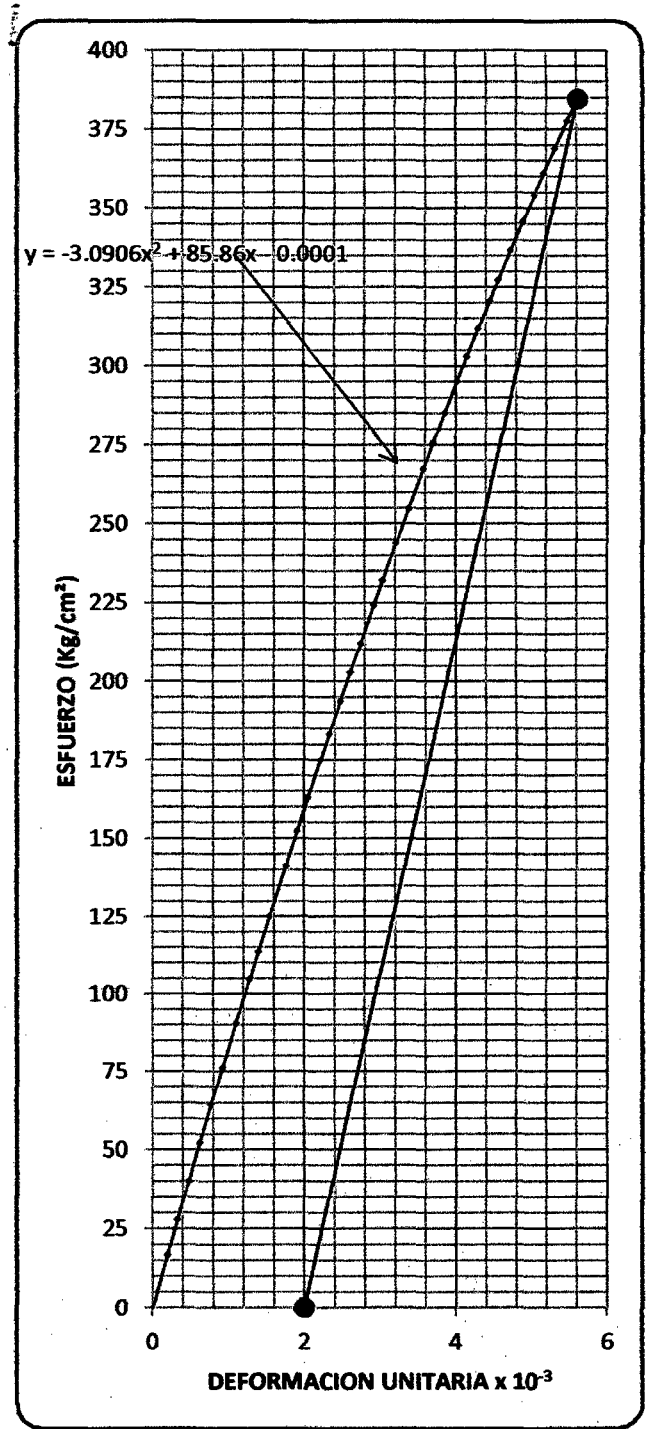
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 382.1215 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 107803.2398 |



| | | | |
|--|--------|----|------------------------|
| Cemento | | | Pacasmayo TIPO I |
| Edad | | | 28 días |
| Fecha de elaboración | | | 20.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | | | 16.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | | | 350 Kg/cm ² |
| Área de la probeta (cm ²) | | | 182.415119 |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | | | 304.8 |

ESPECIMEN Nº 56 CON ADITIVO (2.4 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.060 | 0.1969 | 10.9640 | 16.7817 |
| 4,000 | 0.100 | 0.3281 | 21.9280 | 27.8365 |
| 6,000 | 0.145 | 0.4757 | 32.8920 | 40.1459 |
| 8,000 | 0.190 | 0.6234 | 43.8560 | 52.3206 |
| 10,000 | 0.235 | 0.7710 | 54.8200 | 64.3606 |
| 12,000 | 0.280 | 0.9186 | 65.7840 | 76.2658 |
| 14,000 | 0.335 | 1.0991 | 76.7480 | 90.6336 |
| 16,000 | 0.390 | 1.2795 | 87.7120 | 104.8002 |
| 18,000 | 0.425 | 1.3944 | 98.6760 | 113.7105 |
| 20,000 | 0.470 | 1.5420 | 109.6400 | 125.0469 |
| 22,000 | 0.535 | 1.7552 | 120.6040 | 141.1838 |
| 24,000 | 0.580 | 1.9029 | 131.5680 | 152.1908 |
| 26,000 | 0.625 | 2.0505 | 142.5320 | 163.0631 |
| 28,000 | 0.675 | 2.2146 | 153.4960 | 174.9853 |
| 30,000 | 0.710 | 2.3294 | 164.4601 | 183.2320 |
| 32,000 | 0.755 | 2.4770 | 175.4241 | 193.7150 |
| 34,000 | 0.795 | 2.6083 | 186.3881 | 202.9202 |
| 36,000 | 0.835 | 2.7395 | 197.3521 | 212.0189 |
| 38,000 | 0.890 | 2.9199 | 208.3161 | 224.3558 |
| 40,000 | 0.925 | 3.0348 | 219.2801 | 232.1018 |
| 42,000 | 0.980 | 3.2152 | 230.2441 | 244.1094 |
| 44,000 | 1.030 | 3.3793 | 241.2081 | 254.8507 |
| 46,000 | 1.090 | 3.5761 | 252.1721 | 267.5207 |
| 48,000 | 1.130 | 3.7073 | 263.1361 | 275.8343 |
| 50,000 | 1.175 | 3.8550 | 274.1001 | 285.0599 |
| 52,000 | 1.225 | 4.0190 | 285.0641 | 295.1525 |
| 54,000 | 1.265 | 4.1503 | 296.0281 | 303.1068 |
| 56,000 | 1.310 | 4.2979 | 306.9921 | 311.9282 |
| 58,000 | 1.355 | 4.4455 | 317.9561 | 320.6148 |
| 60,000 | 1.390 | 4.5604 | 328.9201 | 327.2780 |
| 62,000 | 1.440 | 4.7244 | 339.8841 | 336.6553 |
| 64,000 | 1.490 | 4.8885 | 350.8481 | 345.8664 |
| 66,000 | 1.535 | 5.0361 | 361.8121 | 354.0141 |
| 68,000 | 1.575 | 5.1673 | 372.7761 | 361.1434 |
| 70,000 | 1.620 | 5.3150 | 383.7401 | 369.0366 |
| 72,000 | 1.670 | 5.4790 | 394.7041 | 377.6489 |
| 74,480 | 1.710 | 5.6102 | 408.2995 | 384.4189 |



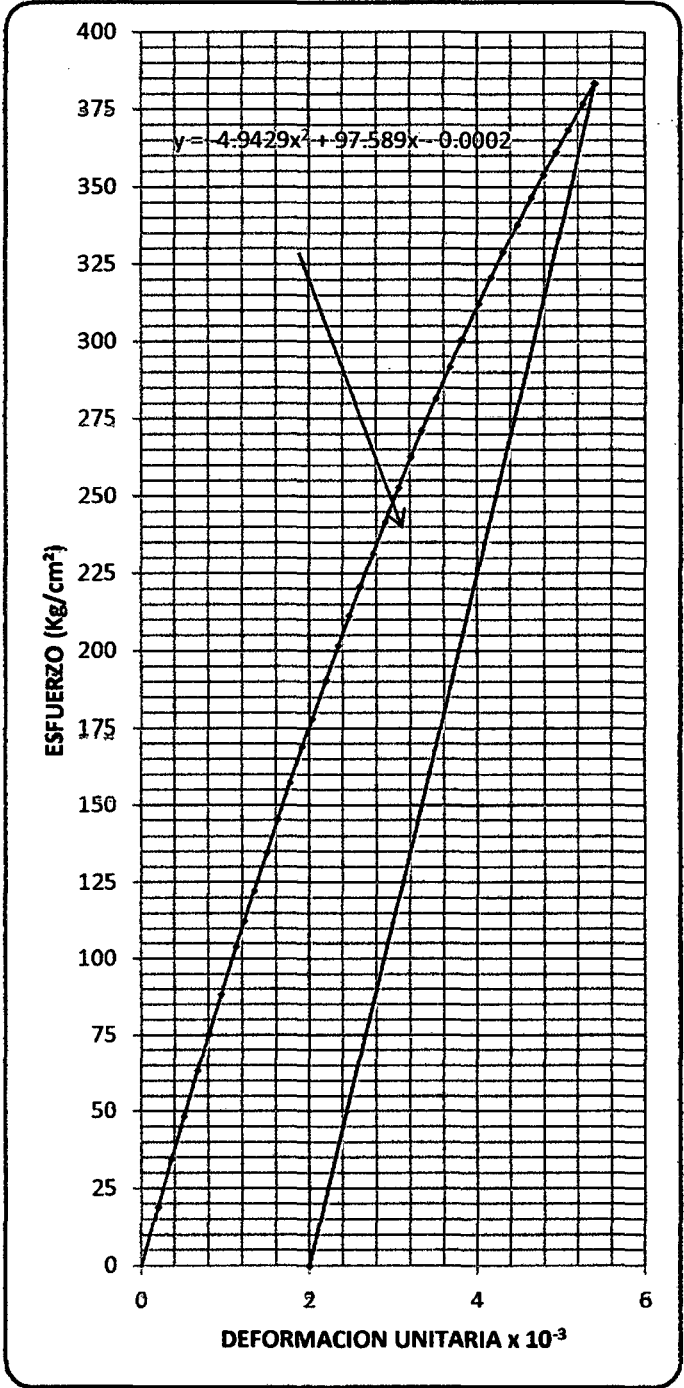
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 384.4189 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 106480.2629 |



| | | |
|--|------------------------|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 28 días | |
| Fecha de elaboración | 20.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 16.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | |

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.060 | 0.1969 | 10.9640 | 19.0187 |
| 4,000 | 0.110 | 0.3609 | 21.9280 | 34.5752 |
| 6,000 | 0.155 | 0.5085 | 32.8920 | 48.3485 |
| 8,000 | 0.205 | 0.6726 | 43.8560 | 63.3995 |
| 10,000 | 0.245 | 0.8038 | 54.8200 | 75.2488 |
| 12,000 | 0.290 | 0.9514 | 65.7840 | 88.3757 |
| 14,000 | 0.345 | 1.1319 | 76.7480 | 104.1271 |
| 16,000 | 0.375 | 1.2303 | 87.7120 | 112.5831 |
| 18,000 | 0.410 | 1.3451 | 98.6760 | 122.3274 |
| 20,000 | 0.455 | 1.4928 | 109.6400 | 134.6642 |
| 22,000 | 0.495 | 1.6240 | 120.6040 | 145.4493 |
| 24,000 | 0.540 | 1.7717 | 131.5680 | 157.3791 |
| 26,000 | 0.585 | 1.9193 | 142.5320 | 169.0935 |
| 28,000 | 0.620 | 2.0341 | 153.4960 | 178.0556 |
| 30,000 | 0.670 | 2.1982 | 164.4601 | 190.6326 |
| 32,000 | 0.715 | 2.3458 | 175.4241 | 201.7244 |
| 34,000 | 0.755 | 2.4770 | 186.3881 | 211.4030 |
| 36,000 | 0.795 | 2.6083 | 197.3521 | 220.9112 |
| 38,000 | 0.840 | 2.7559 | 208.3161 | 231.4045 |
| 40,000 | 0.885 | 2.9035 | 219.2801 | 241.6823 |
| 42,000 | 0.935 | 3.0676 | 230.2441 | 252.8493 |
| 44,000 | 0.980 | 3.2152 | 241.2081 | 262.6722 |
| 46,000 | 1.020 | 3.3465 | 252.1721 | 271.2228 |
| 48,000 | 1.070 | 3.5105 | 263.1361 | 281.6715 |
| 50,000 | 1.120 | 3.6745 | 274.1001 | 291.8543 |
| 52,000 | 1.165 | 3.8222 | 285.0641 | 300.7913 |
| 54,000 | 1.225 | 4.0190 | 296.0281 | 312.3722 |
| 56,000 | 1.270 | 4.1667 | 306.9921 | 320.8064 |
| 58,000 | 1.315 | 4.3143 | 317.9561 | 329.0252 |
| 60,000 | 1.365 | 4.4783 | 328.9201 | 337.9044 |
| 62,000 | 1.415 | 4.6424 | 339.8841 | 346.5176 |
| 64,000 | 1.460 | 4.7900 | 350.8481 | 354.0420 |
| 66,000 | 1.505 | 4.9377 | 361.8121 | 361.3510 |
| 68,000 | 1.550 | 5.0853 | 372.7761 | 368.4445 |
| 70,000 | 1.605 | 5.2657 | 383.7401 | 376.8217 |
| 74,046 | 1.650 | 5.4134 | 405.9203 | 383.4363 |

ESPECIMEN Nº 57 CON ADITIVO (2.4 lts)



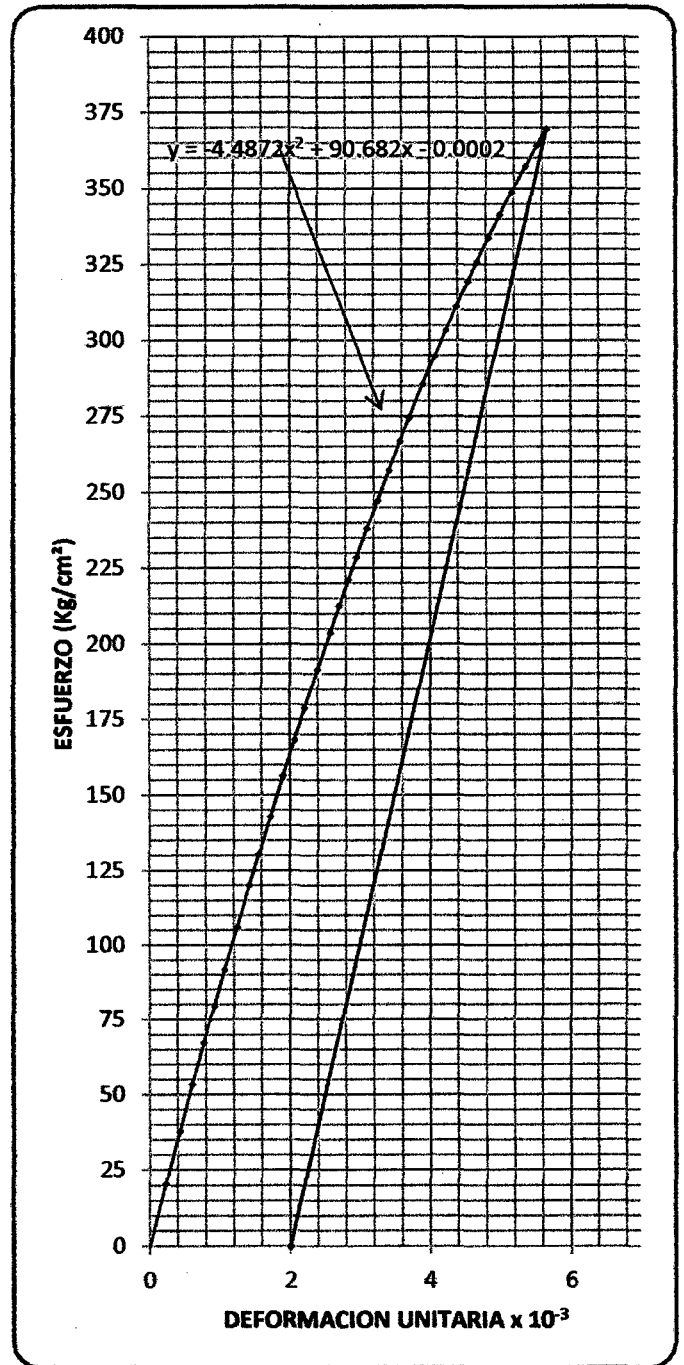
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 383.4363 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 112333.1228 |



| | | | | |
|--|--------|----|-------|------------------------|
| Cemento | | | | Pacasmayo TIPO I |
| Edad | | | | 28 días |
| Fecha de elaboración | | | | 20.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | | | | 16.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | | | | 350 Kg/cm ² |
| Área de la probeta (cm ²) | | | | 182.415119 |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 | 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 | 182.415119 |
| Altura (mm) | | | | 304.8 |

ESPECIMEN N° 58 CON ADITIVO (2.4 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.070 | 0.2297 | 10.9640 | 20.5890 |
| 4,000 | 0.130 | 0.4265 | 21.9280 | 37.8602 |
| 6,000 | 0.185 | 0.6070 | 32.8920 | 53.3866 |
| 8,000 | 0.235 | 0.7710 | 43.8560 | 67.2480 |
| 10,000 | 0.280 | 0.9186 | 54.8200 | 79.5167 |
| 12,000 | 0.325 | 1.0663 | 65.7840 | 91.5899 |
| 14,000 | 0.380 | 1.2467 | 76.7480 | 106.0803 |
| 16,000 | 0.435 | 1.4272 | 87.7120 | 120.2784 |
| 18,000 | 0.475 | 1.5584 | 98.6760 | 130.4208 |
| 20,000 | 0.525 | 1.7224 | 109.6400 | 142.8815 |
| 22,000 | 0.580 | 1.9029 | 120.6040 | 156.3093 |
| 24,000 | 0.630 | 2.0669 | 131.5680 | 168.2628 |
| 26,000 | 0.675 | 2.2146 | 142.5320 | 178.8145 |
| 28,000 | 0.730 | 2.3950 | 153.4960 | 191.4454 |
| 30,000 | 0.785 | 2.5755 | 164.4601 | 203.7840 |
| 32,000 | 0.825 | 2.7067 | 175.4241 | 212.5740 |
| 34,000 | 0.865 | 2.8379 | 186.3881 | 221.2095 |
| 36,000 | 0.900 | 2.9528 | 197.3521 | 228.6387 |
| 38,000 | 0.945 | 3.1004 | 208.3161 | 238.0167 |
| 40,000 | 0.990 | 3.2480 | 219.2801 | 247.1991 |
| 42,000 | 1.040 | 3.4121 | 230.2441 | 257.1723 |
| 44,000 | 1.090 | 3.5761 | 241.2081 | 266.9040 |
| 46,000 | 1.130 | 3.7073 | 252.1721 | 274.5155 |
| 48,000 | 1.190 | 3.9042 | 263.1361 | 285.6430 |
| 50,000 | 1.240 | 4.0682 | 274.1001 | 294.6502 |
| 52,000 | 1.290 | 4.2323 | 285.0641 | 303.4160 |
| 54,000 | 1.335 | 4.3799 | 296.0281 | 311.0986 |
| 56,000 | 1.385 | 4.5440 | 306.9921 | 319.4055 |
| 58,000 | 1.425 | 4.6752 | 317.9561 | 325.8771 |
| 60,000 | 1.475 | 4.8392 | 328.9201 | 333.7493 |
| 62,000 | 1.525 | 5.0033 | 339.8841 | 341.3800 |
| 64,000 | 1.575 | 5.1673 | 350.8481 | 348.7692 |
| 66,000 | 1.635 | 5.3642 | 361.8121 | 357.3174 |
| 68,000 | 1.685 | 5.5282 | 372.7761 | 364.1753 |
| 71,082 | 1.725 | 5.6594 | 389.6716 | 369.4877 |



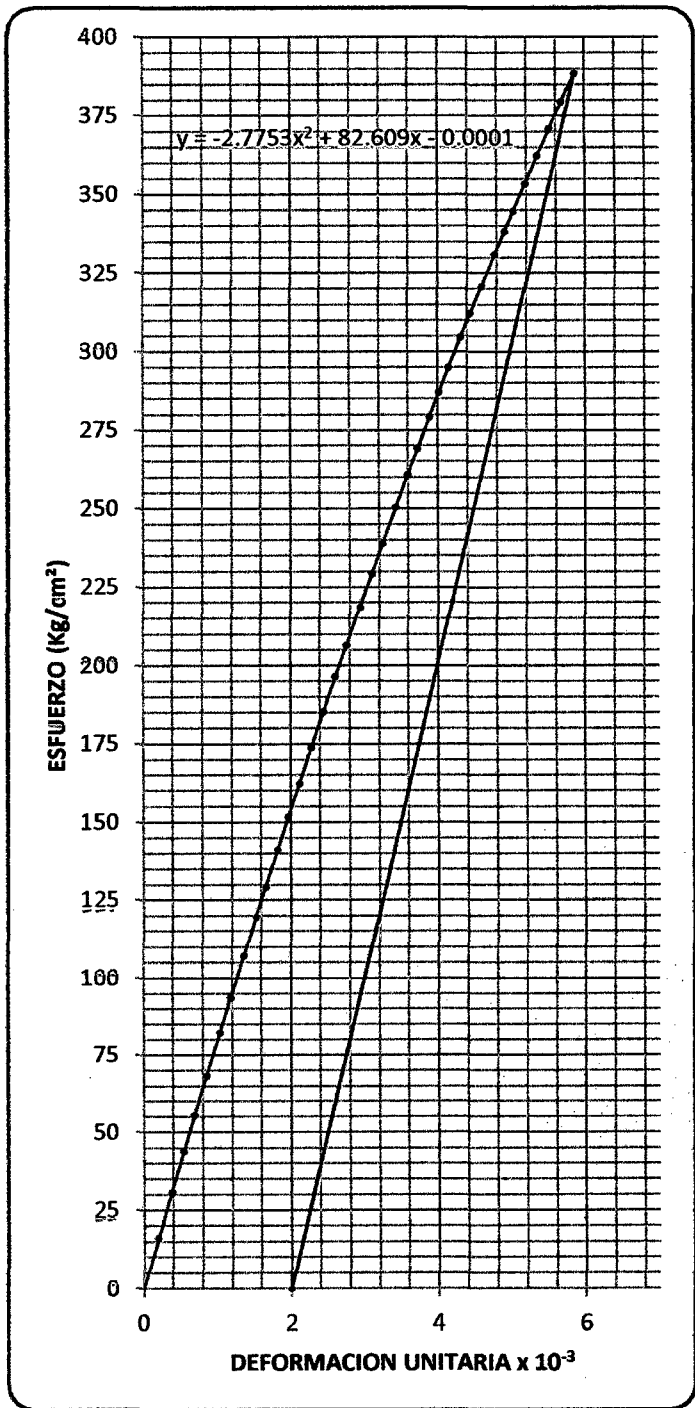
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 369.4877 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 100968.1416 |



| | | |
|--|------------------------|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 28 días | |
| Fecha de elaboración | 20.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 16.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | |

ESPECIMEN Nº 59 CON ADITIVO (2.4 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.060 | 0.1969 | 10.9640 | 16.1539 |
| 4,000 | 0.115 | 0.3773 | 21.9280 | 30.7729 |
| 6,000 | 0.165 | 0.5413 | 32.8920 | 43.9060 |
| 8,000 | 0.210 | 0.6890 | 43.8560 | 55.5981 |
| 10,000 | 0.260 | 0.8530 | 54.8200 | 68.4474 |
| 12,000 | 0.315 | 1.0335 | 65.7840 | 82.4092 |
| 14,000 | 0.360 | 1.1811 | 76.7480 | 93.6980 |
| 16,000 | 0.415 | 1.3615 | 87.7120 | 107.3311 |
| 18,000 | 0.465 | 1.5256 | 98.6760 | 119.5681 |
| 20,000 | 0.505 | 1.6568 | 109.6400 | 129.2501 |
| 22,000 | 0.555 | 1.8209 | 120.6040 | 141.2181 |
| 24,000 | 0.600 | 1.9685 | 131.5680 | 151.8617 |
| 26,000 | 0.645 | 2.1161 | 142.5320 | 162.3843 |
| 28,000 | 0.695 | 2.2802 | 153.4960 | 173.9341 |
| 30,000 | 0.745 | 2.4442 | 164.4600 | 185.3346 |
| 32,000 | 0.795 | 2.6083 | 175.4241 | 196.5857 |
| 34,000 | 0.840 | 2.7559 | 186.3881 | 206.5840 |
| 36,000 | 0.895 | 2.9364 | 197.3521 | 218.6399 |
| 38,000 | 0.945 | 3.1004 | 208.3161 | 229.4429 |
| 40,000 | 0.990 | 3.2480 | 219.2801 | 239.0379 |
| 42,000 | 1.045 | 3.4285 | 230.2441 | 250.6008 |
| 44,000 | 1.095 | 3.5925 | 241.2081 | 260.9557 |
| 46,000 | 1.135 | 3.7238 | 252.1721 | 269.1321 |
| 48,000 | 1.185 | 3.8878 | 263.1361 | 279.2182 |
| 50,000 | 1.225 | 4.0190 | 274.1001 | 287.1795 |
| 52,000 | 1.265 | 4.1503 | 285.0641 | 295.0452 |
| 54,000 | 1.315 | 4.3143 | 296.0281 | 304.7430 |
| 56,000 | 1.355 | 4.4455 | 306.9921 | 312.3936 |
| 58,000 | 1.400 | 4.5932 | 317.9561 | 320.8863 |
| 60,000 | 1.455 | 4.7736 | 328.9201 | 331.1019 |
| 62,000 | 1.495 | 4.9049 | 339.8841 | 338.4180 |
| 64,000 | 1.530 | 5.0197 | 350.8481 | 344.7411 |
| 66,000 | 1.580 | 5.1837 | 361.8121 | 353.6472 |
| 68,000 | 1.630 | 5.3478 | 372.7761 | 362.4039 |
| 70,000 | 1.680 | 5.5118 | 383.7401 | 371.0113 |
| 74,725 | 1.730 | 5.6759 | 409.6426 | 379.4693 |



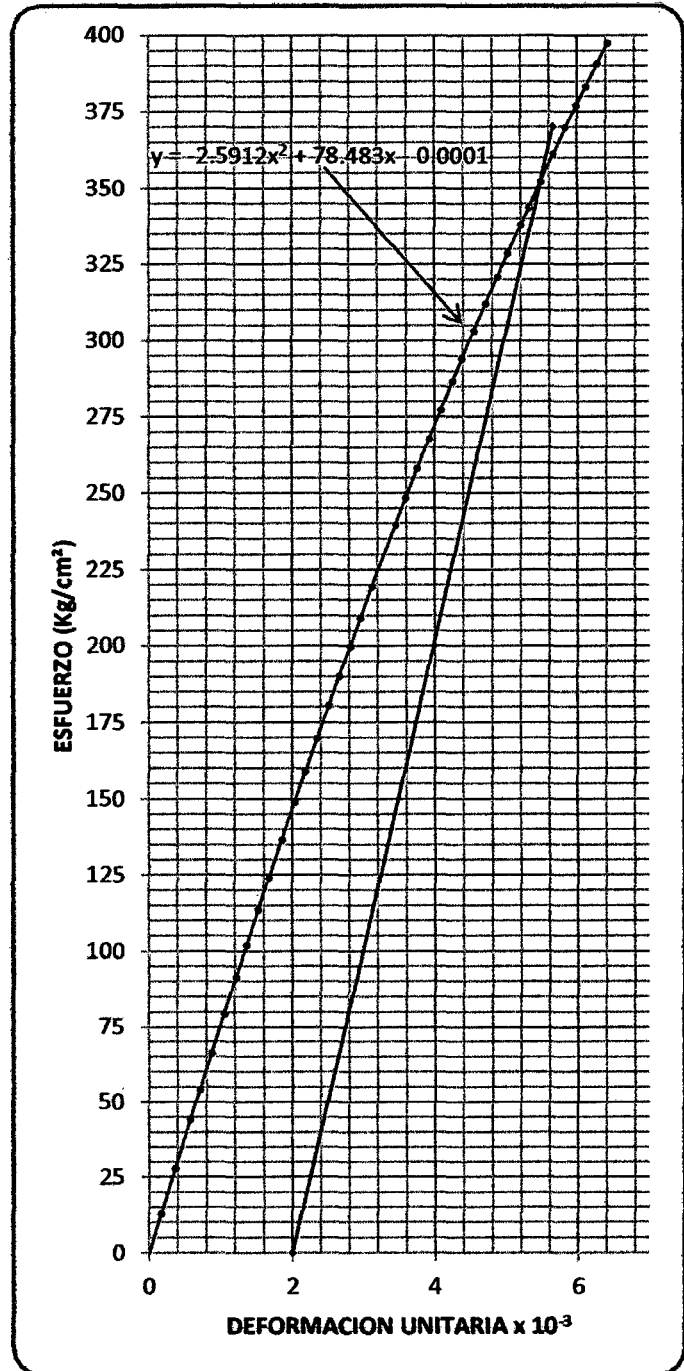
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 379.4693 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 103232.9788 |



| | | | |
|--|--------|----|------------------------|
| Cemento | | | Pacasmayo TIPO I |
| Edad | | | 28 días |
| Fecha de elaboración | | | 20.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | | | 16.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | | | 350 Kg/cm ² |
| Área de la probeta (cm ²) | | | 182.415119 |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | | | 304.8 |

ESPECIMEN Nº 60 CON ADITIVO (2.4 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|----------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.060 | 0.1969 | 10.9640 | 19.0916 |
| 4,000 | 0.100 | 0.3281 | 21.9280 | 31.5708 |
| 6,000 | 0.155 | 0.5085 | 32.8920 | 48.4050 |
| 8,000 | 0.195 | 0.6398 | 43.8560 | 60.4118 |
| 10,000 | 0.235 | 0.7710 | 54.8200 | 72.2197 |
| 12,000 | 0.285 | 0.9350 | 65.7840 | 86.6999 |
| 14,000 | 0.330 | 1.0827 | 76.7480 | 99.4663 |
| 16,000 | 0.375 | 1.2303 | 87.7120 | 111.9810 |
| 18,000 | 0.415 | 1.3615 | 98.6760 | 122.8938 |
| 20,000 | 0.455 | 1.4928 | 109.6400 | 133.6077 |
| 22,000 | 0.495 | 1.6240 | 120.6040 | 144.1228 |
| 24,000 | 0.540 | 1.7717 | 131.5680 | 155.7144 |
| 26,000 | 0.595 | 1.9521 | 142.5320 | 169.5401 |
| 28,000 | 0.640 | 2.0997 | 153.4960 | 180.5723 |
| 30,000 | 0.695 | 2.2802 | 164.4601 | 193.7142 |
| 32,000 | 0.735 | 2.4114 | 175.4241 | 203.0358 |
| 34,000 | 0.785 | 2.5755 | 186.3881 | 214.4081 |
| 36,000 | 0.835 | 2.7395 | 197.3521 | 225.4695 |
| 38,000 | 0.885 | 2.9035 | 208.3161 | 236.2202 |
| 40,000 | 0.930 | 3.0512 | 219.2801 | 245.6301 |
| 42,000 | 0.975 | 3.1988 | 230.2441 | 254.7882 |
| 44,000 | 1.020 | 3.3465 | 241.2081 | 263.6946 |
| 46,000 | 1.070 | 3.5105 | 252.1721 | 273.2954 |
| 48,000 | 1.120 | 3.6745 | 263.1361 | 282.5853 |
| 50,000 | 1.170 | 3.8386 | 274.1001 | 291.5645 |
| 52,000 | 1.215 | 3.9862 | 285.0641 | 299.3800 |
| 54,000 | 1.260 | 4.1339 | 296.0281 | 306.9438 |
| 56,000 | 1.315 | 4.3143 | 306.9921 | 315.8465 |
| 58,000 | 1.365 | 4.4783 | 317.9561 | 323.6136 |
| 60,000 | 1.410 | 4.6260 | 328.9201 | 330.3382 |
| 62,000 | 1.465 | 4.8064 | 339.8841 | 338.2154 |
| 64,000 | 1.515 | 4.9705 | 350.8481 | 345.0501 |
| 66,000 | 1.560 | 5.1181 | 361.8121 | 350.9356 |
| 68,000 | 1.620 | 5.3150 | 372.7761 | 358.3913 |
| 70,000 | 1.680 | 5.5118 | 383.7401 | 365.3995 |
| 73,644 | 1.725 | 5.6594 | 403.7165 | 370.3620 |



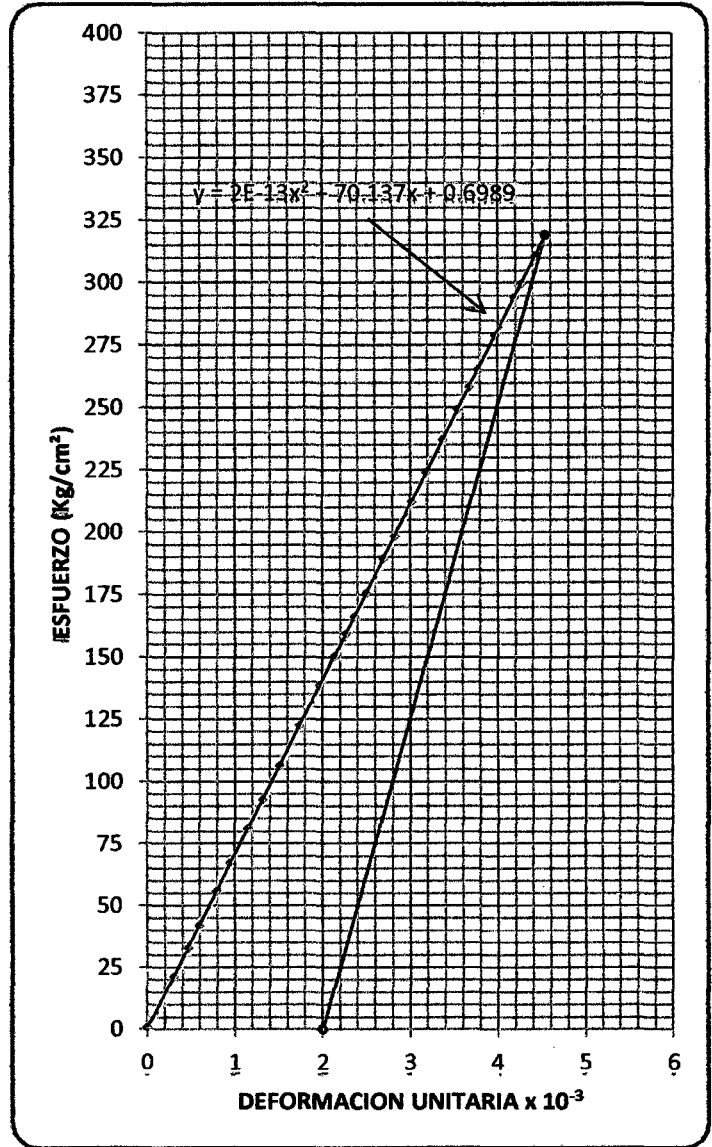
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 370.3620 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 101207.0338 |



| | | |
|--|------------------------|-----------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 7 días | |
| Fecha de elaboración | 10.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 6.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 182.41512 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 182.41512 |
| Altura (mm) | 304.8 | |

ESPECIMEN Nº 61 CON ADITIVO (4.103 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 | 0.6989 |
| 2,000 | 0.09 | 0.2953 | 10.9640 | 21.4087 |
| 4,000 | 0.14 | 0.4593 | 21.9280 | 32.9141 |
| 6,000 | 0.18 | 0.5906 | 32.8920 | 42.1184 |
| 8,000 | 0.24 | 0.7874 | 43.8560 | 55.9249 |
| 10,000 | 0.29 | 0.9514 | 54.8200 | 67.4303 |
| 12,000 | 0.35 | 1.1483 | 65.7840 | 81.2368 |
| 14,000 | 0.40 | 1.3123 | 76.7480 | 92.7422 |
| 16,000 | 0.46 | 1.5092 | 87.7120 | 106.5487 |
| 18,000 | 0.53 | 1.7388 | 98.6760 | 122.6563 |
| 20,000 | 0.60 | 1.9685 | 109.6400 | 138.7639 |
| 22,000 | 0.65 | 2.1325 | 120.6040 | 150.2693 |
| 24,000 | 0.69 | 2.2638 | 131.5680 | 159.4736 |
| 26,000 | 0.72 | 2.3622 | 142.5320 | 166.3769 |
| 28,000 | 0.76 | 2.4934 | 153.4960 | 175.5812 |
| 30,000 | 0.82 | 2.6903 | 164.4601 | 189.3877 |
| 32,000 | 0.86 | 2.8215 | 175.4241 | 198.5920 |
| 34,000 | 0.92 | 3.0184 | 186.3881 | 212.3985 |
| 36,000 | 0.97 | 3.1824 | 197.3521 | 223.9040 |
| 38,000 | 1.03 | 3.3727 | 208.3161 | 237.2502 |
| 40,000 | 1.08 | 3.5433 | 219.2801 | 249.2159 |
| 42,000 | 1.12 | 3.6745 | 230.2441 | 258.4202 |
| 44,000 | 1.15 | 3.7730 | 241.2081 | 265.3234 |
| 46,000 | 1.21 | 3.9698 | 252.1721 | 279.1299 |
| 48,000 | 1.28 | 4.1864 | 263.1361 | 294.3171 |
| 50,000 | 1.30 | 4.2651 | 274.1001 | 299.8397 |
| 52,000 | 1.35 | 4.4226 | 285.0641 | 310.8849 |
| 55,080 | 1.38 | 4.5407 | 301.9487 | 319.1688 |



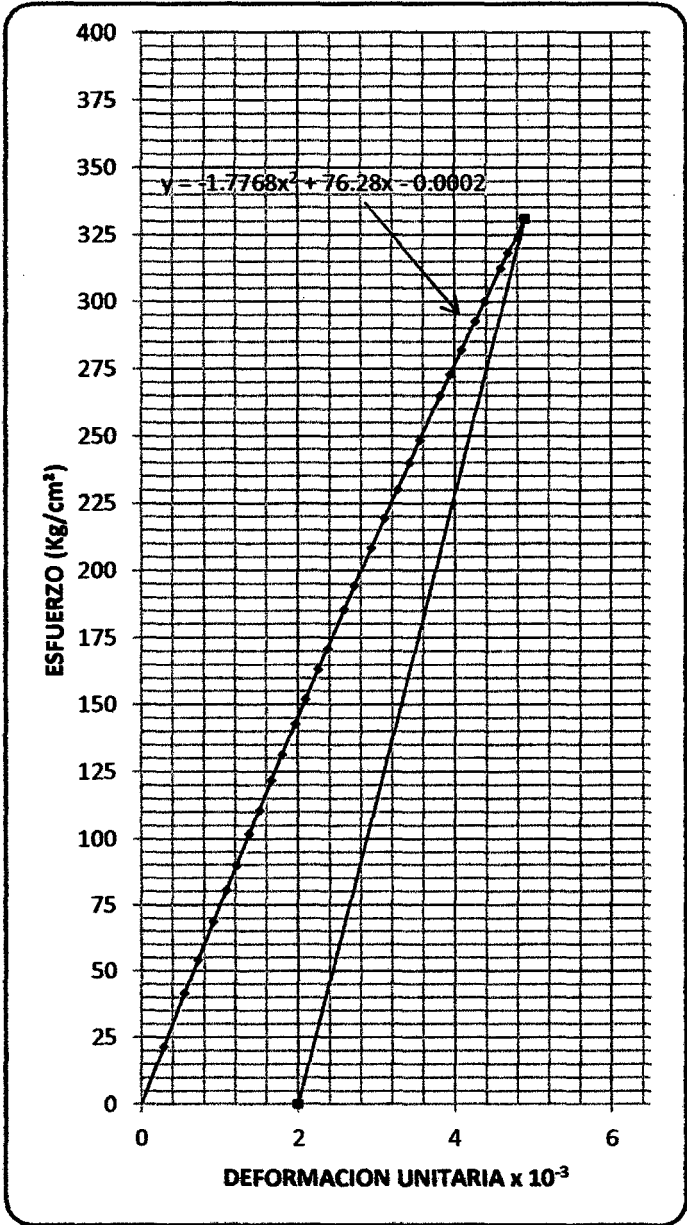
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 319.1688 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 125623.2469 |



| | | |
|--|------------------------|------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 7 días | |
| Fecha de elaboración | 10.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 6.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 15.240 cm | Area1 | 182.415119 |
| φ2 15.240 cm | Area2 | 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | |

ESPECIMEN Nº 62 CON ADITIVO (4.103 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.086 | 0.2822 | 10.9640 | 21.3809 |
| 4,000 | 0.168 | 0.5512 | 21.9280 | 41.5041 |
| 6,000 | 0.220 | 0.7218 | 32.8920 | 54.1319 |
| 8,000 | 0.280 | 0.9186 | 43.8560 | 68.5739 |
| 10,000 | 0.330 | 1.0827 | 54.8200 | 80.5037 |
| 12,000 | 0.370 | 1.2139 | 65.7840 | 89.9787 |
| 14,000 | 0.421 | 1.3812 | 76.7480 | 101.9705 |
| 16,000 | 0.458 | 1.5026 | 87.7120 | 110.6082 |
| 18,000 | 0.506 | 1.6601 | 98.6760 | 121.7358 |
| 20,000 | 0.548 | 1.7979 | 109.6400 | 131.4002 |
| 22,000 | 0.598 | 1.9619 | 120.6040 | 142.8175 |
| 24,000 | 0.639 | 2.0965 | 131.5680 | 152.1083 |
| 26,000 | 0.689 | 2.2605 | 142.5320 | 163.3515 |
| 28,000 | 0.723 | 2.3720 | 153.4960 | 170.9422 |
| 30,000 | 0.789 | 2.5886 | 164.4601 | 185.5510 |
| 32,000 | 0.829 | 2.7198 | 175.4241 | 194.3237 |
| 34,000 | 0.894 | 2.9331 | 186.3881 | 208.4488 |
| 36,000 | 0.945 | 3.1004 | 197.3521 | 219.4185 |
| 38,000 | 0.995 | 3.2644 | 208.3161 | 230.0764 |
| 40,000 | 1.042 | 3.4180 | 219.2801 | 239.9656 |
| 42,000 | 1.082 | 3.5499 | 230.2441 | 248.3933 |
| 44,000 | 1.162 | 3.8123 | 241.2081 | 264.9810 |
| 46,000 | 1.200 | 3.9370 | 252.1721 | 272.7743 |
| 48,000 | 1.245 | 4.0846 | 263.1361 | 281.9319 |
| 50,000 | 1.298 | 4.2585 | 274.1001 | 292.6181 |
| 52,000 | 1.335 | 4.3799 | 285.0641 | 300.0146 |
| 54,000 | 1.398 | 4.5866 | 296.0281 | 312.4881 |
| 56,000 | 1.428 | 4.6850 | 306.9921 | 318.3746 |
| 58,100 | 1.492 | 4.8950 | 318.5043 | 330.8172 |



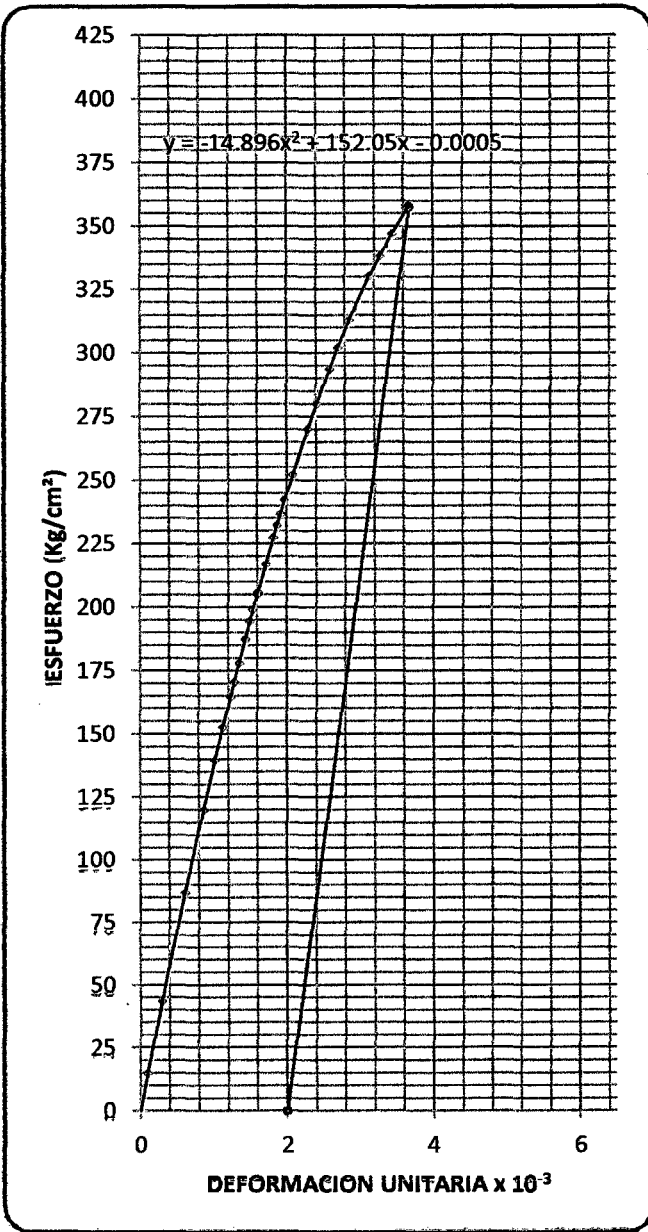
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 330.8172 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 114271.4104 |



| | | | |
|---|--------|----|------------------------|
| Cemento | | | Pacasmayo TIPO I |
| Edad | | | 7 días |
| Fecha de elaboración | | | 10.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | | | 6.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | | | 350 Kg/cm ² |
| Área de la probeta (cm ²) | | | 182.415119 |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.41512 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.41512 |
| Altura (mm) | | | 304.8 |

ESPECIMEN N° 63 CON ADITIVO (4.103 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0005 |
| 2,000 | 0.030 | 0.0984 | 10.9640 | 14.8207 |
| 4,000 | 0.090 | 0.2953 | 21.9280 | 43.5974 |
| 6,000 | 0.185 | 0.6070 | 32.8920 | 86.7994 |
| 8,000 | 0.263 | 0.8629 | 43.8560 | 120.1070 |
| 10,000 | 0.311 | 1.0203 | 54.8200 | 139.6342 |
| 12,000 | 0.344 | 1.1286 | 65.7840 | 152.6306 |
| 14,000 | 0.375 | 1.2303 | 76.7480 | 164.5212 |
| 16,000 | 0.391 | 1.2828 | 87.7120 | 170.5377 |
| 18,000 | 0.411 | 1.3484 | 98.6760 | 177.9429 |
| 20,000 | 0.437 | 1.4337 | 109.6400 | 187.3779 |
| 22,000 | 0.457 | 1.4993 | 120.6040 | 194.4880 |
| 24,000 | 0.470 | 1.5420 | 131.5680 | 199.0409 |
| 26,000 | 0.488 | 1.6010 | 142.5320 | 205.2553 |
| 28,000 | 0.490 | 1.6076 | 153.4960 | 205.9394 |
| 30,000 | 0.523 | 1.7159 | 164.4601 | 217.0415 |
| 32,000 | 0.555 | 1.8209 | 175.4241 | 227.4737 |
| 34,000 | 0.570 | 1.8701 | 186.3881 | 232.2508 |
| 36,000 | 0.584 | 1.9160 | 197.3521 | 236.6442 |
| 38,000 | 0.602 | 1.9751 | 208.3161 | 242.2006 |
| 40,000 | 0.635 | 2.0833 | 219.2801 | 252.1175 |
| 42,000 | 0.698 | 2.2900 | 230.2441 | 270.0801 |
| 44,000 | 0.735 | 2.4114 | 241.2081 | 280.0362 |
| 46,000 | 0.789 | 2.5886 | 252.1721 | 293.7790 |
| 48,000 | 0.824 | 2.7034 | 263.1361 | 302.1868 |
| 50,000 | 0.871 | 2.8576 | 274.1001 | 312.8594 |
| 52,000 | 0.956 | 3.1365 | 285.0641 | 330.3619 |
| 54,000 | 0.998 | 3.2743 | 296.0281 | 338.1550 |
| 56,000 | 1.050 | 3.4449 | 306.9921 | 347.0198 |
| 57,915 | 1.120 | 3.6745 | 317.4904 | 357.5839 |

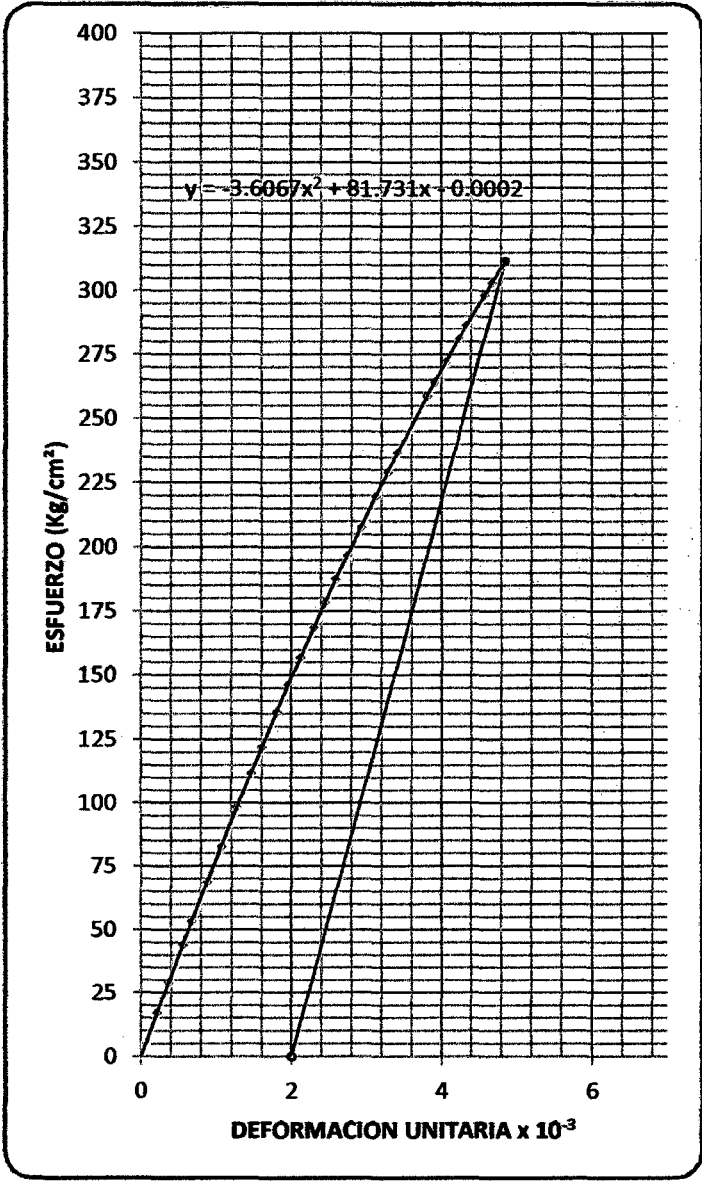


| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 357.5839 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 213541.4826 |



| | | |
|--|------------------------|-----------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 7 días | |
| Fecha de elaboracion | 10.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 6.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Area de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 182.41512 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 182.41512 |
| Altura (mm) | 304.8 | |

ESPECIMEN N° 64 CON ADITIVO (4.103 lts)



| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.065 | 0.2133 | 10.9640 | 17.2653 |
| 4,000 | 0.110 | 0.3609 | 21.9280 | 29.0262 |
| 6,000 | 0.168 | 0.5512 | 32.8920 | 43.9527 |
| 8,000 | 0.205 | 0.6726 | 43.8560 | 53.3383 |
| 10,000 | 0.267 | 0.8747 | 54.8200 | 68.7283 |
| 12,000 | 0.324 | 1.0630 | 65.7840 | 82.8039 |
| 14,000 | 0.389 | 1.2762 | 76.7480 | 98.4341 |
| 16,000 | 0.445 | 1.4600 | 87.7120 | 111.6372 |
| 18,000 | 0.490 | 1.6076 | 98.6760 | 122.0703 |
| 20,000 | 0.550 | 1.8045 | 109.6400 | 135.7366 |
| 22,000 | 0.598 | 1.9619 | 120.6040 | 146.4684 |
| 24,000 | 0.645 | 2.1161 | 131.5680 | 156.8032 |
| 26,000 | 0.700 | 2.2966 | 142.5320 | 168.6794 |
| 28,000 | 0.746 | 2.4475 | 153.4960 | 178.4318 |
| 30,000 | 0.790 | 2.5919 | 164.4601 | 187.6065 |
| 32,000 | 0.834 | 2.7362 | 175.4241 | 196.6309 |
| 34,000 | 0.890 | 2.9199 | 186.3881 | 207.8990 |
| 36,000 | 0.950 | 3.1168 | 197.3521 | 219.7018 |
| 38,000 | 0.999 | 3.2776 | 208.3161 | 229.1334 |
| 40,000 | 1.040 | 3.4121 | 219.2801 | 236.8819 |
| 42,000 | 1.160 | 3.8058 | 230.2441 | 258.8104 |
| 44,000 | 1.189 | 3.9009 | 241.2081 | 263.9421 |
| 46,000 | 1.235 | 4.0518 | 252.1721 | 271.9480 |
| 48,000 | 1.289 | 4.2290 | 263.1361 | 281.1366 |
| 50,000 | 1.321 | 4.3340 | 274.1001 | 286.4748 |
| 52,000 | 1.394 | 4.5735 | 285.0641 | 298.3551 |
| 54,000 | 1.425 | 4.6752 | 296.0281 | 303.2750 |
| 57,120 | 1.478 | 4.8491 | 313.1319 | 311.5136 |

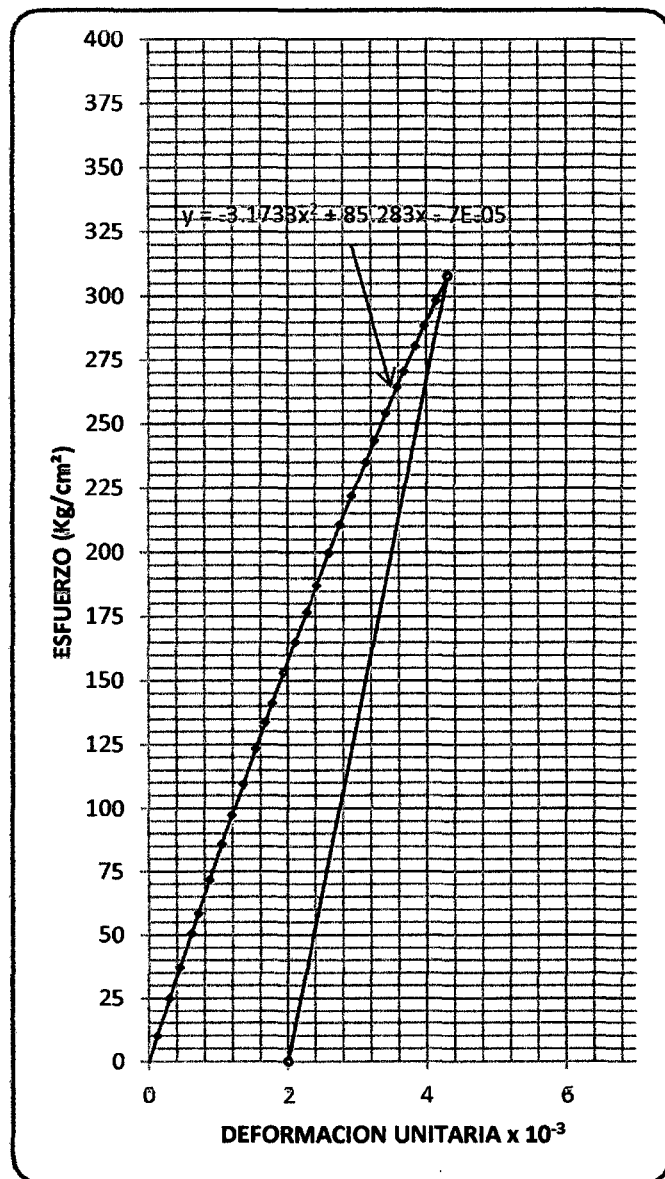
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 311.5136 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 109338.2760 |



| | | |
|--|------------------------|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 7 días | |
| Fecha de elaboración | 10.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 6.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | |

ESPECIMEN Nº 65 CON ADITIVO (4.103 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.036 | 0.1181 | 10.9640 | 10.0285 |
| 4,000 | 0.090 | 0.2953 | 21.9280 | 24.9052 |
| 6,000 | 0.135 | 0.4429 | 32.8920 | 37.1504 |
| 8,000 | 0.185 | 0.6070 | 43.8560 | 50.5939 |
| 10,000 | 0.215 | 0.7054 | 54.8200 | 58.5780 |
| 12,000 | 0.265 | 0.8694 | 65.7840 | 71.7482 |
| 14,000 | 0.320 | 1.0499 | 76.7480 | 86.0382 |
| 16,000 | 0.365 | 1.1975 | 87.7120 | 97.5763 |
| 18,000 | 0.412 | 1.3517 | 98.6760 | 109.4795 |
| 20,000 | 0.468 | 1.5354 | 109.6400 | 123.4650 |
| 22,000 | 0.510 | 1.6732 | 120.6040 | 133.8136 |
| 24,000 | 0.540 | 1.7717 | 131.5680 | 141.1316 |
| 26,000 | 0.590 | 1.9357 | 142.5320 | 153.1918 |
| 28,000 | 0.640 | 2.0997 | 153.4960 | 165.0811 |
| 30,000 | 0.690 | 2.2638 | 164.4601 | 176.7996 |
| 32,000 | 0.735 | 2.4114 | 175.4241 | 187.2003 |
| 34,000 | 0.790 | 2.5919 | 186.3881 | 199.7244 |
| 36,000 | 0.840 | 2.7559 | 197.3521 | 210.9306 |
| 38,000 | 0.890 | 2.9199 | 208.3161 | 221.9660 |
| 40,000 | 0.950 | 3.1168 | 219.2801 | 234.9830 |
| 42,000 | 0.990 | 3.2480 | 230.2441 | 243.5244 |
| 44,000 | 1.040 | 3.4121 | 241.2081 | 254.0475 |
| 46,000 | 1.090 | 3.5761 | 252.1721 | 264.3997 |
| 48,000 | 1.120 | 3.6745 | 263.1361 | 270.5291 |
| 50,000 | 1.170 | 3.8386 | 274.1001 | 280.6081 |
| 52,000 | 1.210 | 3.9698 | 285.0641 | 288.5483 |
| 54,000 | 1.260 | 4.1339 | 296.0281 | 298.3199 |
| 57,400 | 1.310 | 4.2979 | 314.6669 | 307.9207 |



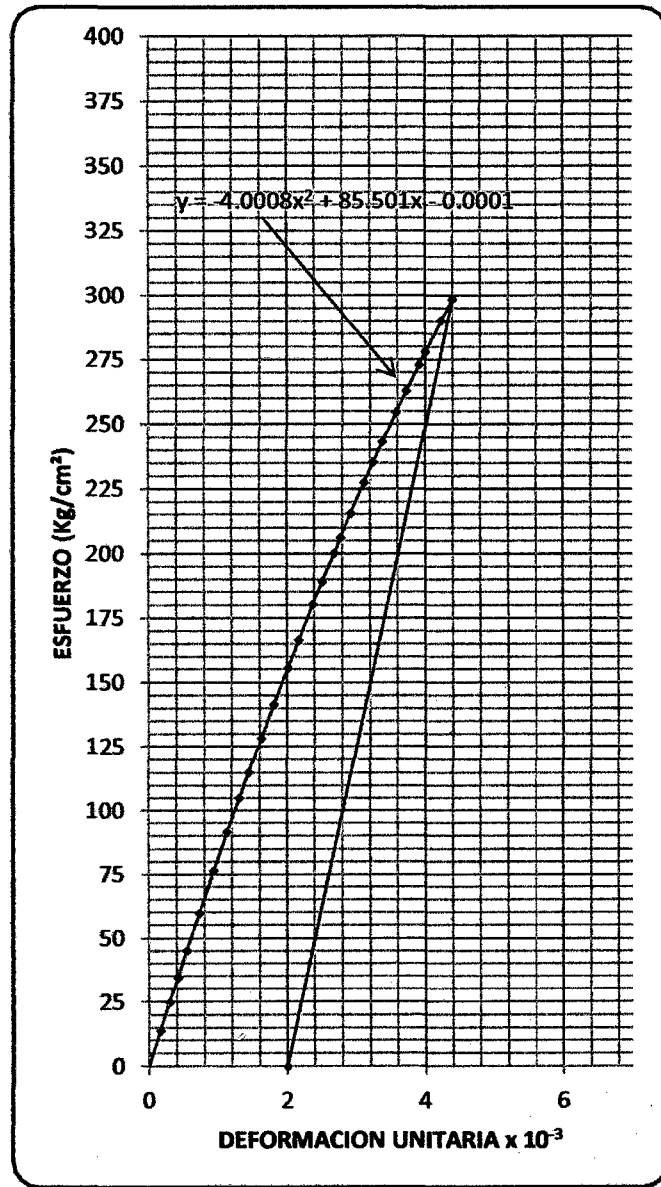
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 307.9207 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 134000.9105 |



| | | | |
|--|------------------------|----|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | | |
| Edad | 7 días | | |
| Fecha de elaboración | 10.DIC.2011 | | |
| Fecha de Rotura | 6.ENE.2012 | | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | | |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | | |

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.050 | 0.1640 | 10.9640 | 13.9180 |
| 4,000 | 0.090 | 0.2953 | 21.9280 | 24.8974 |
| 6,000 | 0.125 | 0.4101 | 32.8920 | 34.3914 |
| 8,000 | 0.165 | 0.5413 | 43.8560 | 45.1125 |
| 10,000 | 0.220 | 0.7218 | 54.8200 | 59.6289 |
| 12,000 | 0.285 | 0.9350 | 65.7840 | 76.4488 |
| 14,000 | 0.345 | 1.1319 | 76.7480 | 91.6519 |
| 16,000 | 0.398 | 1.3058 | 87.7120 | 104.8233 |
| 18,000 | 0.440 | 1.4436 | 98.6760 | 115.0893 |
| 20,000 | 0.495 | 1.6240 | 109.6400 | 128.3030 |
| 22,000 | 0.550 | 1.8045 | 120.6040 | 141.2563 |
| 24,000 | 0.612 | 2.0079 | 131.5680 | 155.5457 |
| 26,000 | 0.660 | 2.1654 | 142.5320 | 166.3811 |
| 28,000 | 0.723 | 2.3720 | 153.4960 | 180.3014 |
| 30,000 | 0.764 | 2.5066 | 164.4601 | 189.1770 |
| 32,000 | 0.816 | 2.6772 | 175.4241 | 200.2256 |
| 34,000 | 0.845 | 2.7723 | 186.3881 | 206.2862 |
| 36,000 | 0.890 | 2.9199 | 197.3521 | 215.5471 |
| 38,000 | 0.950 | 3.1168 | 208.3161 | 227.6237 |
| 40,000 | 0.990 | 3.2480 | 219.2801 | 235.5026 |
| 42,000 | 1.030 | 3.3793 | 230.2441 | 243.2436 |
| 44,000 | 1.090 | 3.5761 | 241.2081 | 254.5967 |
| 46,000 | 1.135 | 3.7238 | 252.1721 | 262.9081 |
| 48,000 | 1.190 | 3.9042 | 263.1361 | 272.8296 |
| 50,000 | 1.220 | 4.0026 | 274.1001 | 278.1315 |
| 52,000 | 1.290 | 4.2323 | 285.0641 | 290.2011 |
| 55,080 | 1.340 | 4.3963 | 301.9487 | 298.5639 |

ESPECIMEN N° 66 CON ADITIVO (4.103 lts)



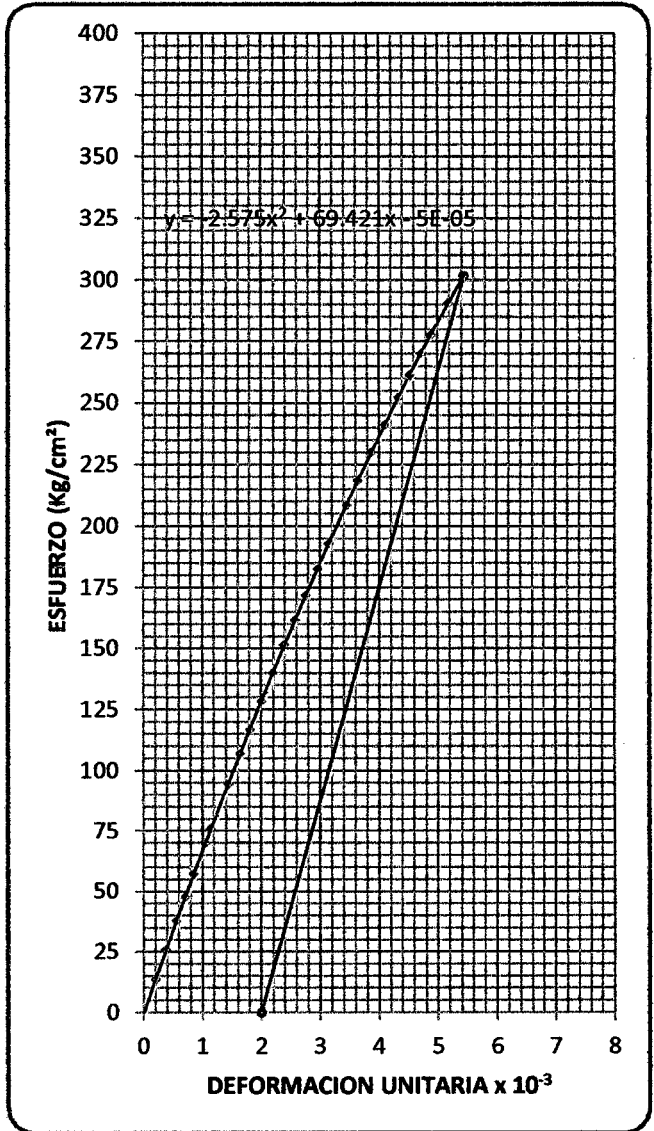
| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 298.5639 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 124592.4004 |



| | | | |
|--|------------------------|----|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | | |
| Edad | 7 días | | |
| Fecha de elaboración | 10.DIC.2011 | | |
| Fecha de Rotura | 6.ENE.2012 | | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | | |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | | |

ESPECIMEN Nº 67 CON ADITIVO (4.103 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.060 | 0.1969 | 10.9640 | 13.5657 |
| 4,000 | 0.115 | 0.3773 | 21.9280 | 25.8257 |
| 6,000 | 0.170 | 0.5577 | 32.8920 | 37.9180 |
| 8,000 | 0.215 | 0.7054 | 43.8560 | 47.6870 |
| 10,000 | 0.260 | 0.8530 | 54.8200 | 57.3437 |
| 12,000 | 0.320 | 1.0499 | 65.7840 | 70.0447 |
| 14,000 | 0.349 | 1.1450 | 76.7480 | 76.1119 |
| 16,000 | 0.440 | 1.4436 | 87.7120 | 94.8480 |
| 18,000 | 0.500 | 1.6404 | 98.6760 | 106.9503 |
| 20,000 | 0.550 | 1.8045 | 109.6400 | 116.8831 |
| 22,000 | 0.610 | 2.0013 | 120.6040 | 128.6195 |
| 24,000 | 0.670 | 2.1982 | 131.5680 | 140.1564 |
| 26,000 | 0.730 | 2.3950 | 142.5320 | 151.4937 |
| 28,000 | 0.785 | 2.5755 | 153.4960 | 161.7110 |
| 30,000 | 0.840 | 2.7559 | 164.4600 | 171.7605 |
| 32,000 | 0.900 | 2.9528 | 175.4240 | 182.5324 |
| 34,000 | 0.960 | 3.1496 | 186.3880 | 193.1047 |
| 36,000 | 1.050 | 3.4449 | 197.3520 | 208.5890 |
| 38,000 | 1.110 | 3.6417 | 208.3160 | 218.6624 |
| 40,000 | 1.180 | 3.8714 | 219.2800 | 230.1625 |
| 42,000 | 1.250 | 4.1010 | 230.2440 | 241.3910 |
| 44,000 | 1.320 | 4.3307 | 241.2080 | 252.3479 |
| 46,000 | 1.380 | 4.5276 | 252.1720 | 261.5232 |
| 48,000 | 1.440 | 4.7244 | 263.1360 | 270.4991 |
| 50,000 | 1.490 | 4.8885 | 274.1000 | 277.8265 |
| 52,000 | 1.580 | 5.1837 | 285.0640 | 290.6666 |
| 55,420 | 1.660 | 5.4462 | 303.8125 | 301.7030 |

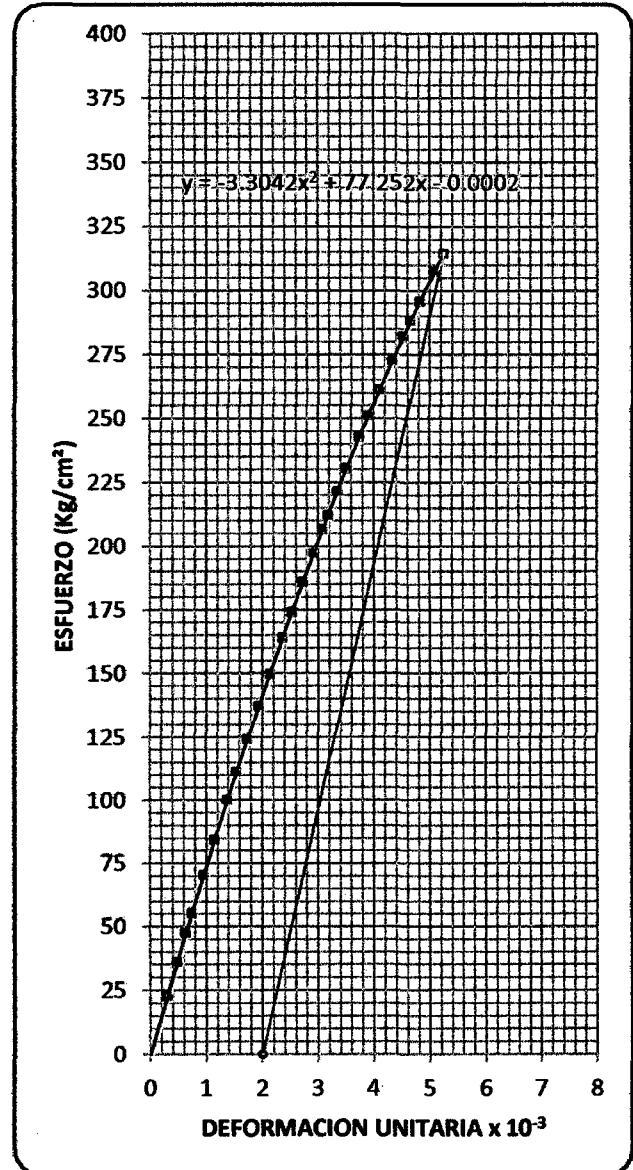


| | |
|---|------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 301.7030 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 87546.7312 |



| | | |
|--|------------------------|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 7 días | |
| Fecha de elaboración | 10.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 6.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | |

ESPECIMEN N° 68 CON ADITIVO (4.103 lts)



| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.090 | 0.2953 | 10.9640 | 22.5224 |
| 4,000 | 0.145 | 0.4757 | 21.9280 | 36.0025 |
| 6,000 | 0.193 | 0.6332 | 32.8920 | 47.5911 |
| 8,000 | 0.225 | 0.7382 | 43.8560 | 55.2258 |
| 10,000 | 0.290 | 0.9514 | 54.8200 | 70.5096 |
| 12,000 | 0.350 | 1.1483 | 65.7840 | 84.3510 |
| 14,000 | 0.420 | 1.3780 | 76.7480 | 100.1756 |
| 16,000 | 0.470 | 1.5420 | 87.7120 | 111.2654 |
| 18,000 | 0.530 | 1.7388 | 98.6760 | 124.3386 |
| 20,000 | 0.590 | 1.9357 | 109.6400 | 137.1556 |
| 22,000 | 0.650 | 2.1325 | 120.6040 | 149.7166 |
| 24,000 | 0.720 | 2.3622 | 131.5680 | 164.0474 |
| 26,000 | 0.770 | 2.5262 | 142.5320 | 174.0703 |
| 28,000 | 0.830 | 2.7231 | 153.4960 | 185.8630 |
| 30,000 | 0.890 | 2.9199 | 164.4601 | 197.3997 |
| 32,000 | 0.940 | 3.0840 | 175.4241 | 206.8179 |
| 34,000 | 0.970 | 3.1824 | 186.3881 | 212.3836 |
| 36,000 | 1.020 | 3.3465 | 197.3521 | 221.5173 |
| 38,000 | 1.070 | 3.5105 | 208.3161 | 230.4732 |
| 40,000 | 1.140 | 3.7402 | 219.2801 | 242.7127 |
| 42,000 | 1.190 | 3.9042 | 230.2441 | 251.2419 |
| 44,000 | 1.250 | 4.1010 | 241.2081 | 261.2421 |
| 46,000 | 1.320 | 4.3307 | 252.1721 | 272.5853 |
| 48,000 | 1.380 | 4.5276 | 263.1361 | 282.0307 |
| 50,000 | 1.420 | 4.6588 | 274.1001 | 288.1853 |
| 52,000 | 1.470 | 4.8228 | 285.0641 | 295.7186 |
| 54,000 | 1.550 | 5.0853 | 296.0281 | 307.4020 |
| 56,576 | 1.600 | 5.2493 | 310.1497 | 314.4729 |

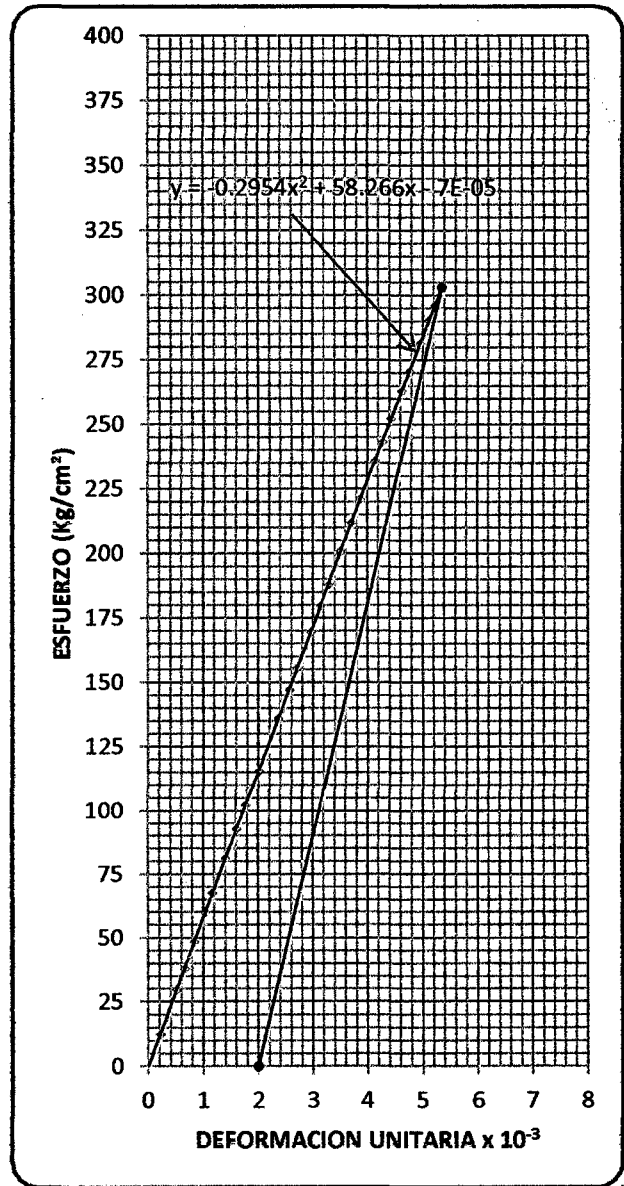
| | |
|---|------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 314.4729 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 96780.4221 |



| | | | |
|--|------------------------|----|------------------|
| Mento | Pacasmayo TIPO I | | |
| Edad | 7 días | | |
| Fecha de elaboración | 10.DIC.2011 | | |
| Fecha de Rotura | 6.ENE.2012 | | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | | |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | | |

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.065 | 0.2133 | 10.9640 | 12.4120 |
| 4,000 | 0.156 | 0.5118 | 21.9280 | 29.7437 |
| 6,000 | 0.200 | 0.6562 | 32.8920 | 38.1050 |
| 8,000 | 0.255 | 0.8366 | 43.8560 | 48.5393 |
| 10,000 | 0.316 | 1.0367 | 54.8200 | 60.0894 |
| 12,000 | 0.356 | 1.1680 | 65.7840 | 67.6504 |
| 14,000 | 0.428 | 1.4042 | 76.7480 | 81.2346 |
| 16,000 | 0.490 | 1.6076 | 87.7120 | 92.9056 |
| 18,000 | 0.540 | 1.7717 | 98.6760 | 102.2999 |
| 20,000 | 0.610 | 2.0013 | 109.6400 | 115.4252 |
| 22,000 | 0.720 | 2.3622 | 120.6040 | 135.9878 |
| 24,000 | 0.780 | 2.5591 | 131.5680 | 147.1713 |
| 26,000 | 0.825 | 2.7067 | 142.5320 | 155.5439 |
| 28,000 | 0.900 | 2.9528 | 153.4960 | 169.4697 |
| 30,000 | 0.956 | 3.1365 | 164.4601 | 179.8442 |
| 32,000 | 1.000 | 3.2808 | 175.4241 | 187.9817 |
| 34,000 | 1.070 | 3.5105 | 186.3881 | 200.9023 |
| 36,000 | 1.130 | 3.7073 | 197.3521 | 211.9522 |
| 38,000 | 1.180 | 3.8714 | 208.3161 | 221.1430 |
| 40,000 | 1.260 | 4.1339 | 219.2801 | 235.8153 |
| 42,000 | 1.300 | 4.2651 | 230.2441 | 243.1362 |
| 44,000 | 1.350 | 4.4291 | 241.2081 | 252.2729 |
| 46,000 | 1.410 | 4.6260 | 252.1721 | 263.2161 |
| 48,000 | 1.450 | 4.7572 | 263.1361 | 270.4988 |
| 50,000 | 1.510 | 4.9541 | 274.1001 | 281.4037 |
| 52,000 | 1.560 | 5.1181 | 285.0641 | 290.4737 |
| 54,000 | 1.590 | 5.2165 | 296.0281 | 295.9081 |
| 57,392 | 1.630 | 5.3478 | 314.6230 | 303.1450 |

ESPECIMEN N° 69 CON ADITIVO (4.103 lts)



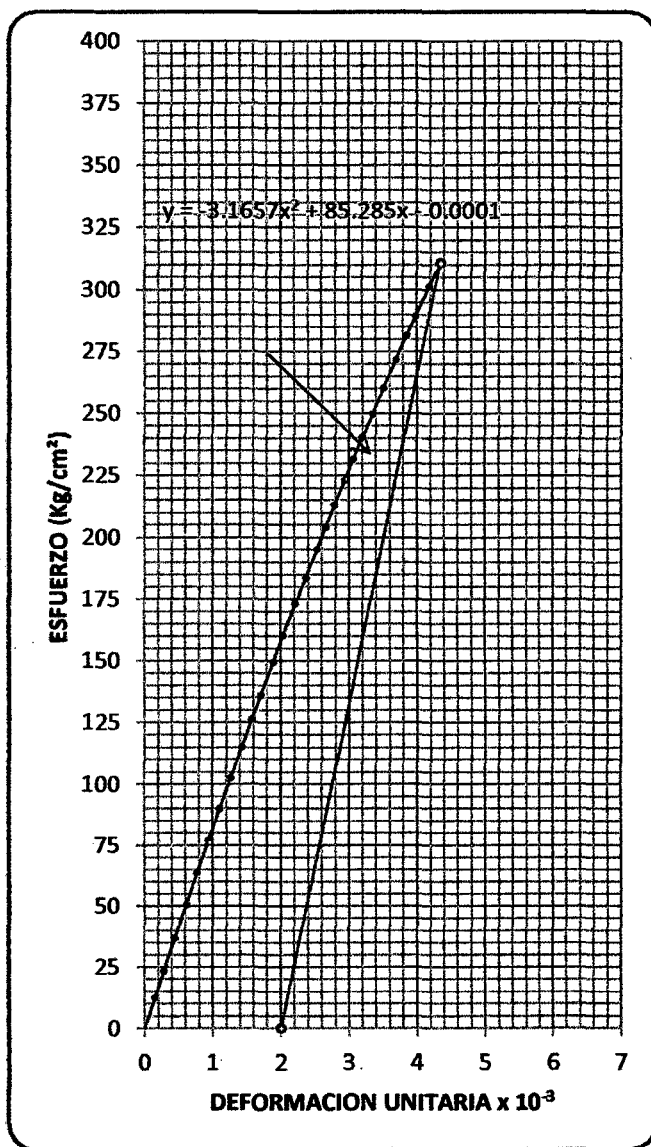
| | |
|---|------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 303.1450 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 90551.3507 |



| | | | |
|--|--------|----|------------------------|
| Cemento | | | Pacasmayo TIPO I |
| Edad | | | 7 días |
| Fecha de elaboración | | | 10.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | | | 6.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | | | 350 Kg/cm ² |
| Área de la probeta (cm ²) | | | 182.415119 |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | | | 304.8 |

ESPECIMEN Nº 70 CON ADITIVO (4.103 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.045 | 0.1476 | 10.9640 | 12.5222 |
| 4,000 | 0.085 | 0.2789 | 21.9280 | 23.5373 |
| 6,000 | 0.135 | 0.4429 | 32.8920 | 37.1527 |
| 8,000 | 0.185 | 0.6070 | 43.8560 | 50.5979 |
| 10,000 | 0.235 | 0.7710 | 54.8200 | 63.8726 |
| 12,000 | 0.285 | 0.9350 | 65.7840 | 76.9770 |
| 14,000 | 0.335 | 1.0991 | 76.7480 | 89.9110 |
| 16,000 | 0.385 | 1.2631 | 87.7120 | 102.6746 |
| 18,000 | 0.435 | 1.4272 | 98.6760 | 115.2678 |
| 20,000 | 0.480 | 1.5748 | 109.6400 | 126.4560 |
| 22,000 | 0.520 | 1.7060 | 120.6040 | 136.2853 |
| 24,000 | 0.575 | 1.8865 | 131.5680 | 149.6224 |
| 26,000 | 0.620 | 2.0341 | 142.5320 | 160.3813 |
| 28,000 | 0.675 | 2.2146 | 153.4960 | 173.3437 |
| 30,000 | 0.720 | 2.3622 | 164.4601 | 183.7959 |
| 32,000 | 0.770 | 2.5262 | 175.4241 | 195.2476 |
| 34,000 | 0.810 | 2.6575 | 186.3881 | 204.2863 |
| 36,000 | 0.850 | 2.7887 | 197.3521 | 213.2160 |
| 38,000 | 0.895 | 2.9364 | 208.3161 | 223.1315 |
| 40,000 | 0.935 | 3.0676 | 219.2801 | 231.8294 |
| 42,000 | 0.975 | 3.1988 | 230.2441 | 240.4183 |
| 44,000 | 1.020 | 3.3465 | 241.2081 | 249.9505 |
| 46,000 | 1.070 | 3.5105 | 252.1721 | 260.3800 |
| 48,000 | 1.125 | 3.6909 | 263.1361 | 271.6556 |
| 50,000 | 1.175 | 3.8550 | 274.1001 | 281.7272 |
| 52,000 | 1.215 | 3.9862 | 285.0641 | 289.6619 |
| 54,000 | 1.275 | 4.1831 | 296.0281 | 301.3594 |
| 57,680 | 1.325 | 4.3471 | 316.2019 | 310.9200 |

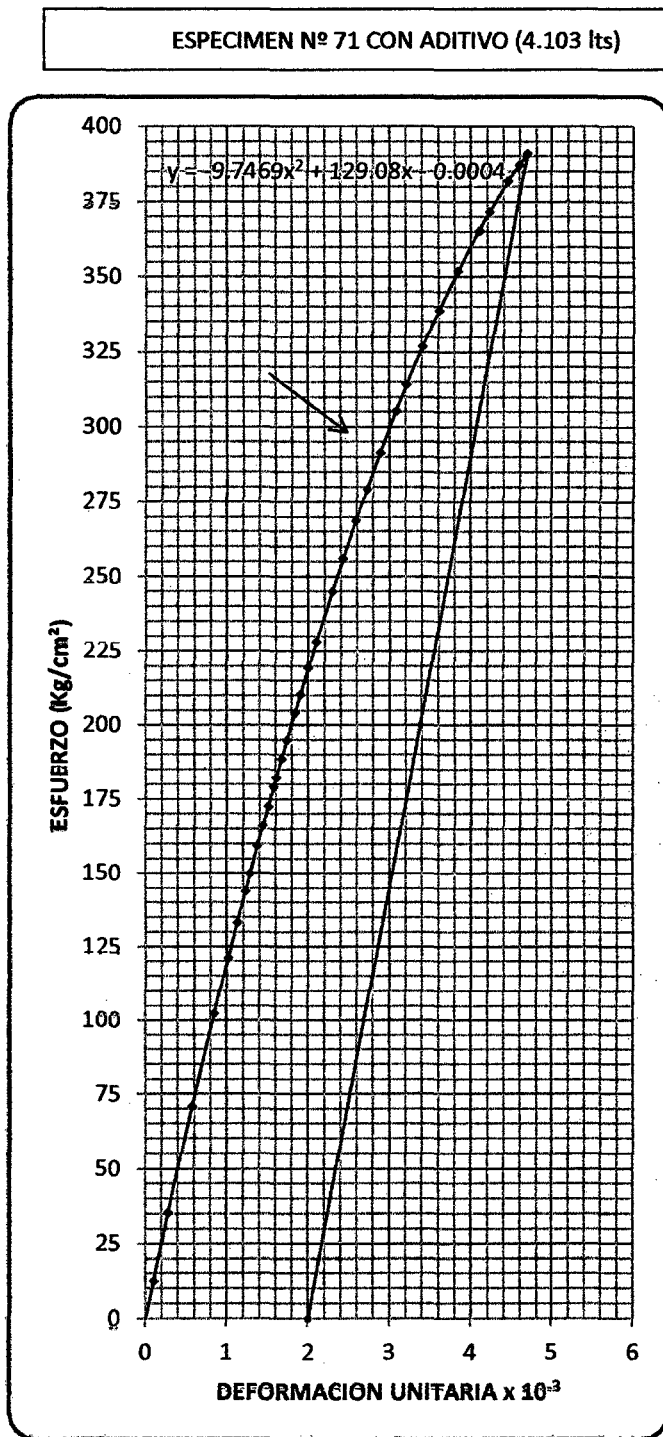


| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 310.9200 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 132469.1099 |



| | | |
|--|------------------------|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 14 días | |
| Fecha de elaboración | 12.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 8.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | |

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0004 |
| 2,000 | 0.03 | 0.0984 | 10.9640 | 12.6099 |
| 4,000 | 0.09 | 0.2789 | 21.9280 | 35.2383 |
| 6,000 | 0.18 | 0.5741 | 32.8920 | 70.8975 |
| 8,000 | 0.26 | 0.8465 | 43.8560 | 102.2767 |
| 10,000 | 0.31 | 1.0171 | 54.8200 | 121.1995 |
| 12,000 | 0.34 | 1.1286 | 65.7840 | 133.2653 |
| 14,000 | 0.38 | 1.2303 | 76.7480 | 144.0551 |
| 16,000 | 0.39 | 1.2861 | 87.7120 | 149.8864 |
| 18,000 | 0.42 | 1.3780 | 98.6760 | 159.3588 |
| 20,000 | 0.44 | 1.4436 | 109.6400 | 166.0241 |
| 22,000 | 0.46 | 1.5092 | 120.6040 | 172.6054 |
| 24,000 | 0.48 | 1.5748 | 131.5680 | 179.1029 |
| 26,000 | 0.49 | 1.6076 | 142.5320 | 182.3201 |
| 28,000 | 0.51 | 1.6732 | 153.4960 | 188.6916 |
| 30,000 | 0.53 | 1.7388 | 164.4601 | 194.9792 |
| 32,000 | 0.56 | 1.8373 | 175.4241 | 204.2532 |
| 34,000 | 0.58 | 1.9029 | 186.3881 | 210.3310 |
| 36,000 | 0.61 | 2.0013 | 197.3521 | 219.2903 |
| 38,000 | 0.64 | 2.0997 | 208.3161 | 228.0607 |
| 40,000 | 0.70 | 2.2966 | 219.2801 | 245.0350 |
| 42,000 | 0.74 | 2.4278 | 230.2441 | 255.9315 |
| 44,000 | 0.79 | 2.5886 | 241.2081 | 268.8222 |
| 46,000 | 0.83 | 2.7231 | 252.1721 | 279.2212 |
| 48,000 | 0.88 | 2.8871 | 263.1361 | 291.4256 |
| 50,000 | 0.94 | 3.0840 | 274.1001 | 305.3783 |
| 52,000 | 0.98 | 3.2152 | 285.0641 | 314.2605 |
| 54,000 | 1.04 | 3.4121 | 296.0281 | 326.9543 |
| 56,000 | 1.10 | 3.6089 | 306.9921 | 338.8927 |
| 58,000 | 1.17 | 3.8386 | 317.9561 | 351.8661 |
| 60,000 | 1.25 | 4.1010 | 328.9201 | 365.4338 |
| 62,000 | 1.29 | 4.2323 | 339.8841 | 371.7141 |
| 64,000 | 1.36 | 4.4619 | 350.8481 | 381.8968 |
| 66,000 | 1.40 | 4.5932 | 361.8121 | 387.2539 |
| 70,000 | 1.43 | 4.6916 | 383.7401 | 391.0513 |



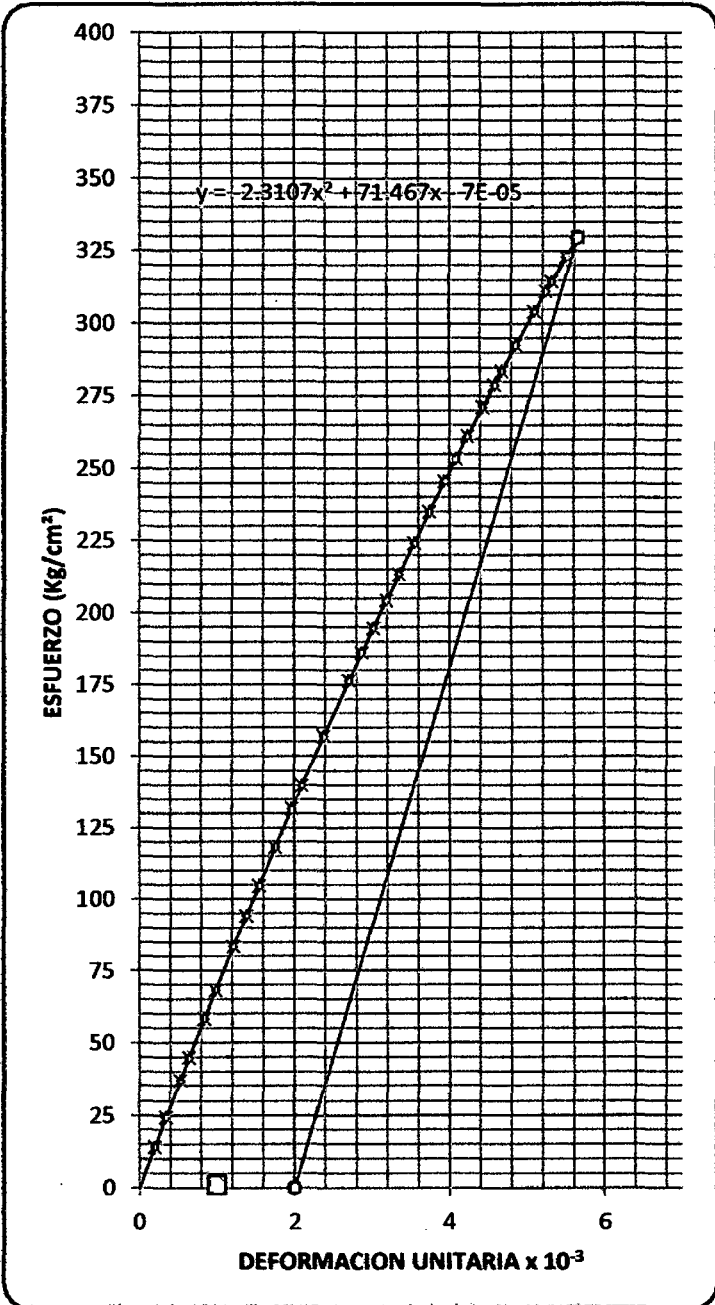


| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 391.0513 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 145285.7630 |

| | | | |
|--|------------------------|----|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | | |
| Edad | 14 días | | |
| Fecha de elaboración | 12.DIC.2011 | | |
| Fecha de Rotura | 8.ENE.2012 | | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | | |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | | |

ESPECIMEN Nº 72 CON ADITIVO (4.103 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.060 | 0.1969 | 10.9640 | 13.9787 |
| 4,000 | 0.105 | 0.3445 | 21.9280 | 24.3453 |
| 6,000 | 0.160 | 0.5249 | 32.8920 | 36.8787 |
| 8,000 | 0.195 | 0.6398 | 43.8560 | 44.7762 |
| 10,000 | 0.255 | 0.8366 | 54.8200 | 58.1729 |
| 12,000 | 0.300 | 0.9843 | 65.7840 | 68.1030 |
| 14,000 | 0.370 | 1.2139 | 76.7480 | 83.3495 |
| 16,000 | 0.420 | 1.3780 | 87.7120 | 94.0906 |
| 18,000 | 0.470 | 1.5420 | 98.6760 | 104.7074 |
| 20,000 | 0.534 | 1.7520 | 109.6400 | 118.1154 |
| 22,000 | 0.600 | 1.9685 | 120.6040 | 131.7290 |
| 24,000 | 0.640 | 2.0997 | 131.5680 | 139.8742 |
| 26,000 | 0.725 | 2.3786 | 142.5320 | 156.9185 |
| 28,000 | 0.825 | 2.7067 | 153.4960 | 176.5105 |
| 30,000 | 0.875 | 2.8707 | 164.4601 | 186.1200 |
| 32,000 | 0.920 | 3.0184 | 175.4241 | 194.6622 |
| 34,000 | 0.971 | 3.1857 | 186.3881 | 204.2215 |
| 36,000 | 1.020 | 3.3465 | 197.3521 | 213.2842 |
| 38,000 | 1.080 | 3.5433 | 208.3161 | 224.2186 |
| 40,000 | 1.140 | 3.7402 | 219.2801 | 234.9739 |
| 42,000 | 1.200 | 3.9370 | 230.2441 | 245.5502 |
| 44,000 | 1.245 | 4.0846 | 241.2081 | 253.3648 |
| 46,000 | 1.290 | 4.2323 | 252.1721 | 261.0788 |
| 48,000 | 1.350 | 4.4291 | 263.1361 | 271.2073 |
| 50,000 | 1.396 | 4.5801 | 274.1001 | 278.8513 |
| 52,000 | 1.425 | 4.6752 | 285.0641 | 283.6162 |
| 54,000 | 1.480 | 4.8556 | 296.0281 | 292.5382 |
| 56,000 | 1.553 | 5.0951 | 306.9921 | 304.1477 |
| 58,000 | 1.598 | 5.2428 | 317.9561 | 311.1722 |
| 60,000 | 1.620 | 5.3150 | 328.9201 | 314.5697 |
| 62,000 | 1.675 | 5.4954 | 339.8841 | 322.9582 |
| 66,000 | 1.720 | 5.6430 | 361.8121 | 329.7096 |



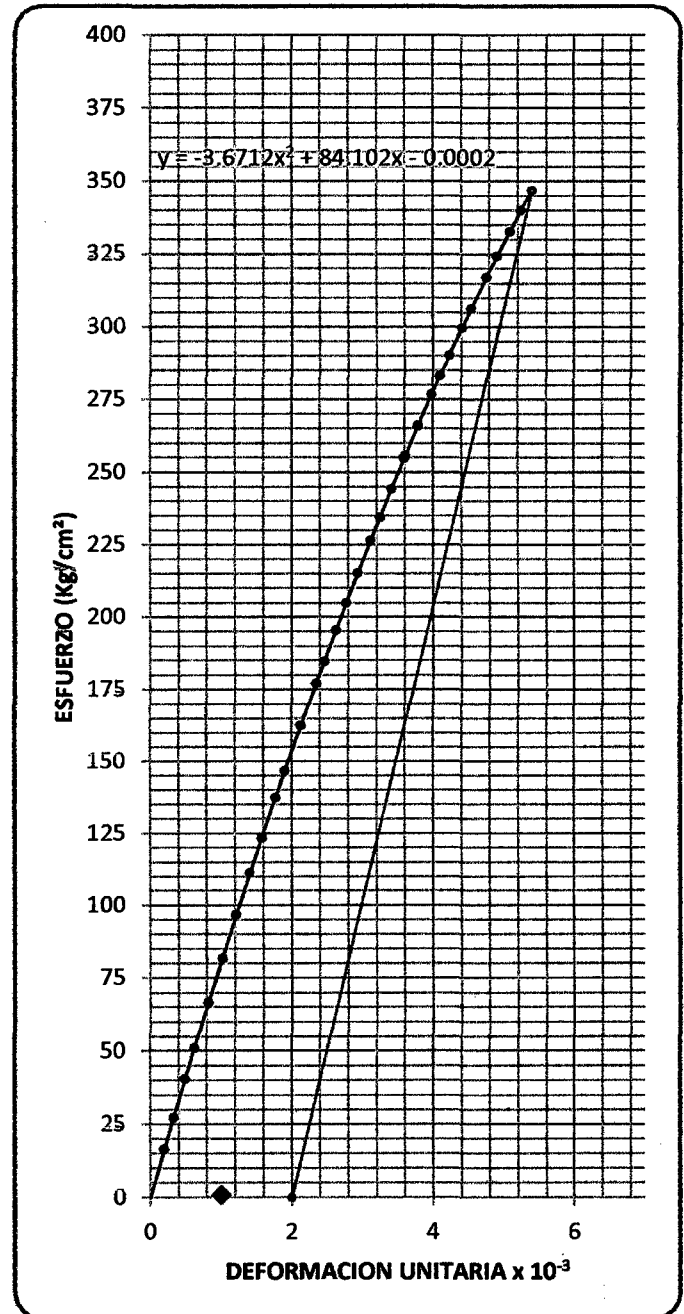


| | |
|---|------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 329.7096 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 90503.8549 |

| | | |
|--|------------------------|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 14 días | |
| Fecha de elaboración | 12.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 8.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | |

ESPECIMEN Nº 73 CON ADITIVO (4.103 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.060 | 0.1969 | 10.9640 | 16.4131 |
| 4,000 | 0.100 | 0.3281 | 21.9280 | 27.1972 |
| 6,000 | 0.150 | 0.4921 | 32.8920 | 40.4995 |
| 8,000 | 0.190 | 0.6234 | 43.8560 | 50.9991 |
| 10,000 | 0.250 | 0.8202 | 54.8200 | 66.5114 |
| 12,000 | 0.310 | 1.0171 | 65.7840 | 81.7391 |
| 14,000 | 0.370 | 1.2139 | 76.7480 | 96.6824 |
| 16,000 | 0.430 | 1.4108 | 87.7120 | 111.3411 |
| 18,000 | 0.480 | 1.5748 | 98.6760 | 123.3393 |
| 20,000 | 0.540 | 1.7717 | 109.6400 | 137.4764 |
| 22,000 | 0.580 | 1.9029 | 120.6040 | 146.7431 |
| 24,000 | 0.650 | 2.1325 | 131.5680 | 162.6555 |
| 26,000 | 0.715 | 2.3458 | 142.5320 | 177.0845 |
| 28,000 | 0.750 | 2.4606 | 153.4960 | 184.7157 |
| 30,000 | 0.800 | 2.6247 | 164.4601 | 195.4495 |
| 32,000 | 0.845 | 2.7723 | 175.4241 | 204.9409 |
| 34,000 | 0.895 | 2.9364 | 186.3881 | 215.2992 |
| 36,000 | 0.950 | 3.1168 | 197.3521 | 226.4652 |
| 38,000 | 0.990 | 3.2480 | 208.3161 | 234.4357 |
| 40,000 | 1.040 | 3.4121 | 219.2801 | 244.2210 |
| 42,000 | 1.095 | 3.5925 | 230.2441 | 254.7567 |
| 44,000 | 1.100 | 3.6089 | 241.2081 | 255.7026 |
| 46,000 | 1.155 | 3.7894 | 252.1721 | 265.9775 |
| 48,000 | 1.215 | 3.9862 | 263.1361 | 276.9138 |
| 50,000 | 1.250 | 4.1010 | 274.1001 | 283.1619 |
| 52,000 | 1.290 | 4.2323 | 285.0641 | 290.1840 |
| 54,000 | 1.345 | 4.4127 | 296.0281 | 299.6330 |
| 56,000 | 1.385 | 4.5440 | 306.9921 | 306.3548 |
| 58,000 | 1.450 | 4.7572 | 317.9561 | 317.0080 |
| 60,000 | 1.495 | 4.9049 | 328.9201 | 324.1877 |
| 62,000 | 1.550 | 5.0853 | 339.8841 | 332.7456 |
| 64,000 | 1.598 | 5.2428 | 350.8481 | 340.0189 |
| 68,000 | 1.645 | 5.3970 | 372.7761 | 346.9642 |

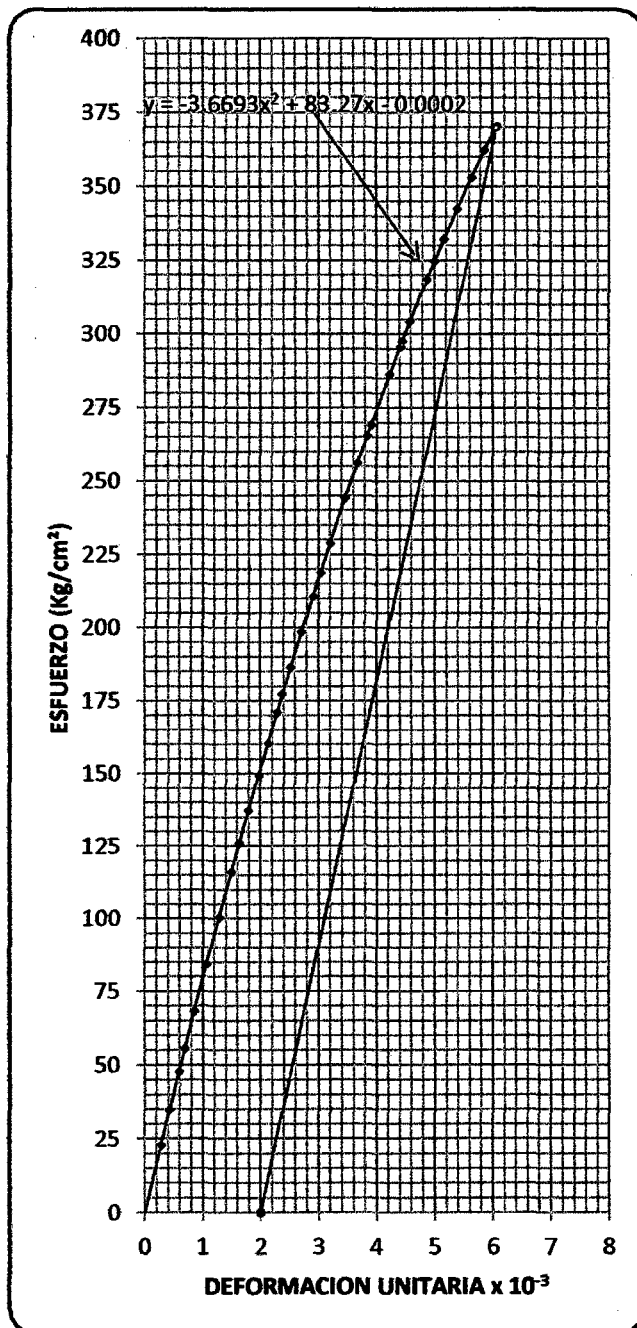




| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 346.9642 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 102138.9797 |

| | | | |
|--|------------------------|-------|------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | | |
| Edad | 14 días | | |
| Fecha de elaboración | 12.DIC.2011 | | |
| Fecha de Rotura | 8.ENE.2012 | | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 | 182.415119 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 | 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | | |

ESPECIMEN Nº 74 CON ADITIVO (4.103 lts)



| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.085 | 0.2789 | 10.9640 | 22.9361 |
| 4,000 | 0.130 | 0.4265 | 21.9280 | 34.8478 |
| 6,000 | 0.180 | 0.5906 | 32.8920 | 47.8953 |
| 8,000 | 0.210 | 0.6890 | 43.8560 | 55.6291 |
| 10,000 | 0.260 | 0.8530 | 54.8200 | 68.3607 |
| 12,000 | 0.325 | 1.0663 | 65.7840 | 84.6166 |
| 14,000 | 0.390 | 1.2795 | 76.7480 | 100.5387 |
| 16,000 | 0.455 | 1.4928 | 87.7120 | 116.1271 |
| 18,000 | 0.498 | 1.6339 | 98.6760 | 126.2560 |
| 20,000 | 0.546 | 1.7913 | 109.6400 | 137.3902 |
| 22,000 | 0.598 | 1.9619 | 120.6040 | 149.2468 |
| 24,000 | 0.648 | 2.1260 | 131.5680 | 160.4460 |
| 26,000 | 0.697 | 2.2867 | 142.5320 | 171.2296 |
| 28,000 | 0.725 | 2.3786 | 153.4960 | 177.3065 |
| 30,000 | 0.768 | 2.5197 | 164.4601 | 186.5183 |
| 32,000 | 0.825 | 2.7067 | 175.4241 | 198.5042 |
| 34,000 | 0.885 | 2.9035 | 186.3881 | 210.8436 |
| 36,000 | 0.925 | 3.0348 | 197.3521 | 218.9119 |
| 38,000 | 0.976 | 3.2021 | 208.3161 | 229.0157 |
| 40,000 | 1.055 | 3.4613 | 219.2801 | 244.2611 |
| 42,000 | 1.120 | 3.6745 | 230.2441 | 256.4350 |
| 44,000 | 1.170 | 3.8386 | 241.2081 | 265.5725 |
| 46,000 | 1.190 | 3.9042 | 252.1721 | 269.1722 |
| 48,000 | 1.288 | 4.2257 | 263.1361 | 286.3540 |
| 50,000 | 1.345 | 4.4127 | 274.1001 | 295.9985 |
| 52,000 | 1.395 | 4.5768 | 285.0641 | 304.2474 |
| 54,000 | 1.355 | 4.4455 | 296.0281 | 297.6641 |
| 56,000 | 1.485 | 4.8720 | 306.9921 | 318.5976 |
| 58,000 | 1.525 | 5.0033 | 317.9561 | 324.7701 |
| 60,000 | 1.575 | 5.1673 | 328.9201 | 332.3080 |
| 62,000 | 1.645 | 5.3970 | 339.8841 | 342.5293 |
| 64,000 | 1.720 | 5.6430 | 350.8481 | 353.0511 |
| 66,000 | 1.790 | 5.8727 | 361.8121 | 362.4706 |
| 70,000 | 1.850 | 6.0696 | 383.7401 | 370.2364 |

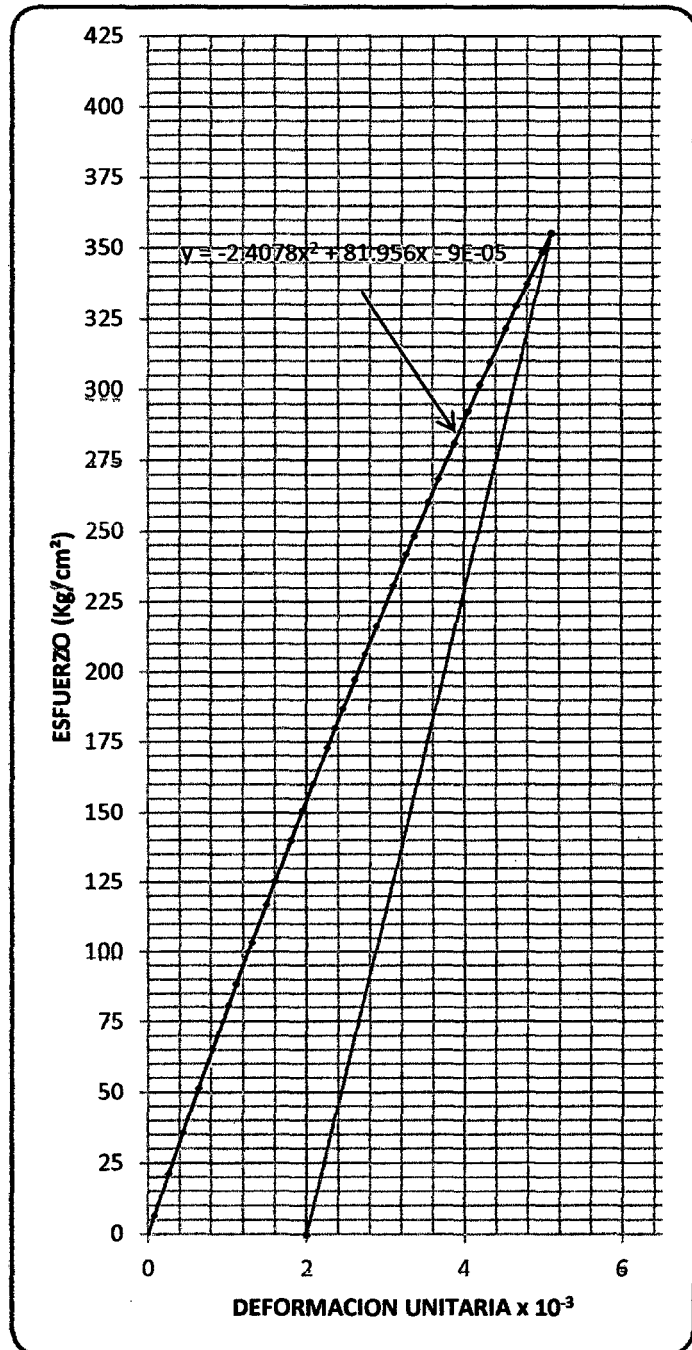
| | |
|--|----------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 370.2364 |
|--|----------|



| | |
|---|------------|
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 90977.1589 |
|---|------------|

| | | | |
|--|------------------------|-------|------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | | |
| Edad | 14 días | | |
| Fecha de elaboración | 12.DIC.2011 | | |
| Fecha de Rotura | 8.ENE.2012 | | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 | 182.415119 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 | 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | | |

ESPECIMEN Nº 75 CON ADITIVO (4.103 lts)



| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.025 | 0.0820 | 10.9640 | 6.7058 |
| 4,000 | 0.080 | 0.2625 | 21.9280 | 21.3448 |
| 6,000 | 0.135 | 0.4429 | 32.8920 | 35.8270 |
| 8,000 | 0.195 | 0.6398 | 43.8560 | 51.4469 |
| 10,000 | 0.250 | 0.8202 | 54.8200 | 65.6012 |
| 12,000 | 0.310 | 1.0171 | 65.7840 | 80.8635 |
| 14,000 | 0.340 | 1.1155 | 76.7480 | 88.4246 |
| 16,000 | 0.400 | 1.3123 | 87.7120 | 103.4069 |
| 18,000 | 0.455 | 1.4928 | 98.6760 | 116.9768 |
| 20,000 | 0.490 | 1.6076 | 109.6400 | 125.5306 |
| 22,000 | 0.550 | 1.8045 | 120.6040 | 140.0464 |
| 24,000 | 0.595 | 1.9521 | 131.5680 | 150.8108 |
| 26,000 | 0.635 | 2.0833 | 142.5320 | 160.2911 |
| 28,000 | 0.690 | 2.2638 | 153.4960 | 173.1910 |
| 30,000 | 0.720 | 2.3622 | 164.4601 | 180.1612 |
| 32,000 | 0.750 | 2.4606 | 175.4241 | 187.0848 |
| 34,000 | 0.795 | 2.6083 | 186.3881 | 197.3827 |
| 36,000 | 0.835 | 2.7395 | 197.3521 | 206.4483 |
| 38,000 | 0.880 | 2.8871 | 208.3161 | 216.5479 |
| 40,000 | 0.945 | 3.1004 | 219.2801 | 230.9509 |
| 42,000 | 0.995 | 3.2644 | 230.2441 | 241.8812 |
| 44,000 | 1.025 | 3.3629 | 241.2081 | 248.3771 |
| 46,000 | 1.080 | 3.5433 | 252.1721 | 260.1652 |
| 48,000 | 1.120 | 3.6745 | 263.1361 | 268.6398 |
| 50,000 | 1.180 | 3.8714 | 274.1001 | 281.1963 |
| 52,000 | 1.235 | 4.0518 | 285.0641 | 292.5425 |
| 54,000 | 1.280 | 4.1995 | 296.0281 | 301.7091 |
| 56,000 | 1.320 | 4.3307 | 306.9921 | 309.7691 |
| 58,000 | 1.380 | 4.5276 | 317.9561 | 321.7035 |
| 60,000 | 1.420 | 4.6588 | 328.9201 | 329.5562 |
| 62,000 | 1.460 | 4.7900 | 339.8841 | 337.3259 |
| 64,000 | 1.520 | 4.9869 | 350.8481 | 348.8249 |
| 68,000 | 1.555 | 5.1017 | 350.8481 | 355.4465 |

| | |
|--|----------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 355.4465 |
|--|----------|

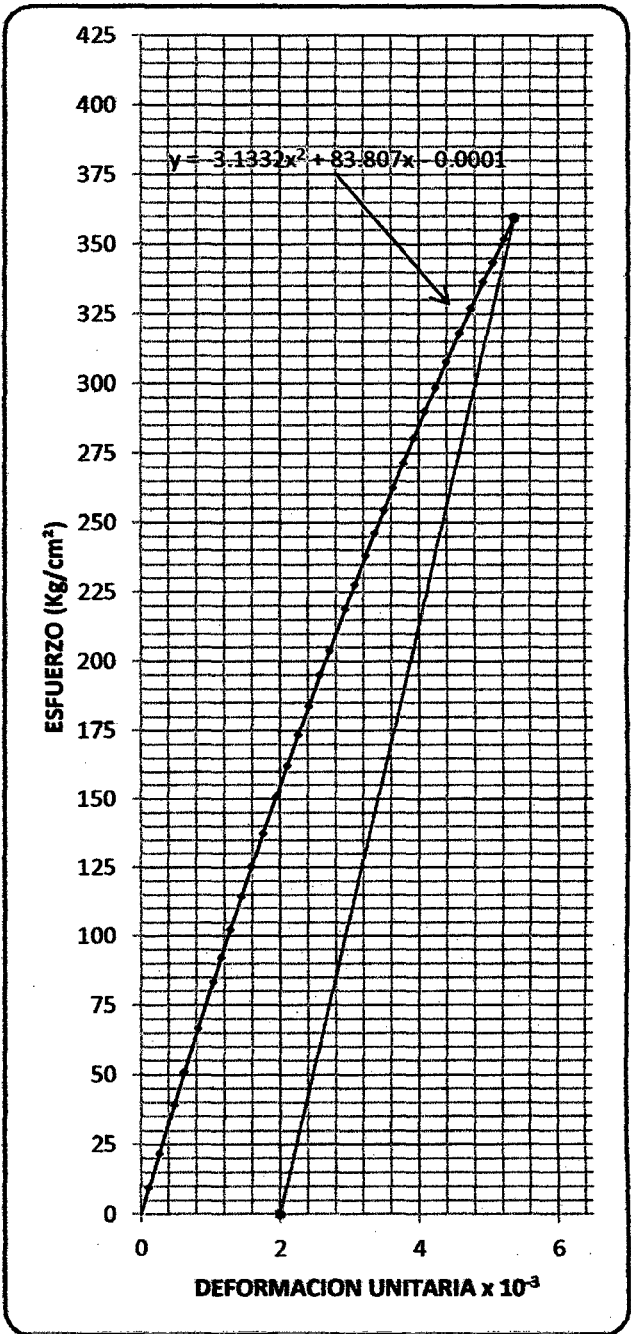


| | |
|---|-------------|
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 114597.1088 |
|---|-------------|

| | | | | | |
|--|--------|----|--|-------------------------|------------|
| Cemento | | | | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | | | | 14 días | |
| Fecha de elaboración | | | | 12.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | | | | 8.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | | | | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | | | | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 | cm | | Area1 | 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | | Area2 | 182.415119 |
| Altura (mm) | | | | 304.8 | |

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.035 | 0.1148 | 10.9640 | 9.5821 |
| 4,000 | 0.080 | 0.2625 | 21.9280 | 21.7806 |
| 6,000 | 0.145 | 0.4757 | 32.8920 | 39.1596 |
| 8,000 | 0.190 | 0.6234 | 43.8560 | 51.0243 |
| 10,000 | 0.250 | 0.8202 | 54.8200 | 66.6314 |
| 12,000 | 0.315 | 1.0335 | 65.7840 | 83.2650 |
| 14,000 | 0.350 | 1.1483 | 76.7480 | 92.1036 |
| 16,000 | 0.391 | 1.2828 | 87.7120 | 102.3522 |
| 18,000 | 0.440 | 1.4436 | 98.6760 | 114.4519 |
| 20,000 | 0.485 | 1.5912 | 109.6400 | 125.4211 |
| 22,000 | 0.535 | 1.7552 | 120.6040 | 137.4490 |
| 24,000 | 0.590 | 1.9357 | 131.5680 | 150.4849 |
| 26,000 | 0.640 | 2.0997 | 142.5320 | 162.1586 |
| 28,000 | 0.690 | 2.2638 | 153.4960 | 173.6638 |
| 30,000 | 0.735 | 2.4114 | 164.4601 | 183.8742 |
| 32,000 | 0.785 | 2.5755 | 175.4241 | 195.0589 |
| 34,000 | 0.825 | 2.7067 | 186.3881 | 203.8853 |
| 36,000 | 0.895 | 2.9364 | 197.3521 | 219.0718 |
| 38,000 | 0.935 | 3.0676 | 208.3161 | 227.6014 |
| 40,000 | 0.985 | 3.2316 | 219.2801 | 238.1116 |
| 42,000 | 1.025 | 3.3629 | 230.2441 | 246.3983 |
| 44,000 | 1.065 | 3.4941 | 241.2081 | 254.5772 |
| 46,000 | 1.105 | 3.6253 | 252.1721 | 262.6481 |
| 48,000 | 1.150 | 3.7730 | 263.1361 | 271.5989 |
| 50,000 | 1.195 | 3.9206 | 274.1001 | 280.4131 |
| 52,000 | 1.245 | 4.0846 | 285.0641 | 290.0464 |
| 54,000 | 1.290 | 4.2323 | 296.0281 | 298.5723 |
| 56,000 | 1.340 | 4.3963 | 306.9921 | 307.8853 |
| 58,000 | 1.395 | 4.5768 | 317.9561 | 317.9348 |
| 60,000 | 1.445 | 4.7408 | 328.9201 | 326.8936 |
| 62,000 | 1.500 | 4.9213 | 339.8841 | 336.5536 |
| 64,000 | 1.540 | 5.0525 | 350.8481 | 343.4509 |
| 66,000 | 1.590 | 5.2165 | 361.8121 | 351.9207 |
| 70,000 | 1.635 | 5.3642 | 383.7401 | 359.3993 |

ESPECIMEN N° 76 CON ADITIVO (4.103 lts)

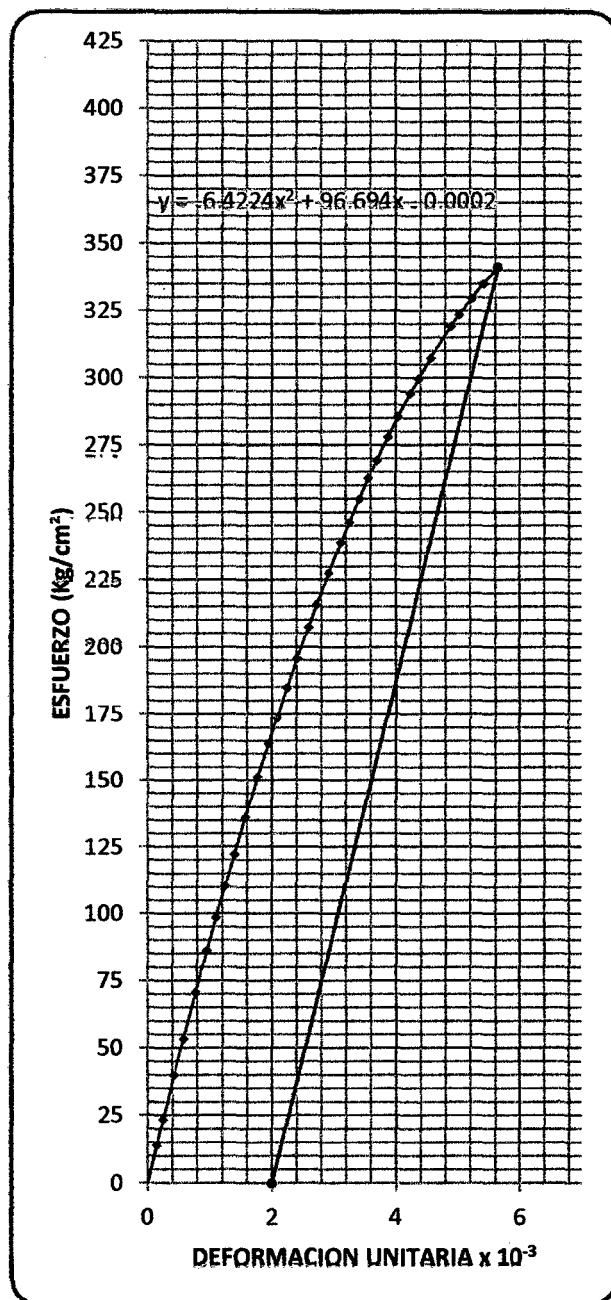




| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 359.3993 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 106831.4040 |

| | | | |
|--|--------|----|------------------------|
| Cemento | | | Pacasmayo TIPO I |
| Edad | | | 14 días |
| Fecha de elaboración | | | 12.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | | | 8.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | | | 350 Kg/cm ² |
| Área de la probeta (cm ²) | | | 182.415119 |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | | | 304.8 |

ESPECIMEN N° 77 CON ADITIVO (4.103 lts)



| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.045 | 0.1476 | 10.9640 | 14.1355 |
| 4,000 | 0.075 | 0.2461 | 21.9280 | 23.4038 |
| 6,000 | 0.130 | 0.4265 | 32.8920 | 40.0724 |
| 8,000 | 0.175 | 0.5741 | 43.8560 | 53.3993 |
| 10,000 | 0.235 | 0.7710 | 54.8200 | 70.7329 |
| 12,000 | 0.290 | 0.9514 | 65.7840 | 86.1849 |
| 14,000 | 0.335 | 1.0991 | 76.7480 | 98.5163 |
| 16,000 | 0.380 | 1.2467 | 87.7120 | 110.5677 |
| 18,000 | 0.425 | 1.3944 | 98.6760 | 122.3391 |
| 20,000 | 0.480 | 1.5748 | 109.6400 | 136.3463 |
| 22,000 | 0.540 | 1.7717 | 120.6040 | 151.1497 |
| 24,000 | 0.595 | 1.9521 | 131.5680 | 164.2824 |
| 26,000 | 0.635 | 2.0833 | 142.5320 | 173.5707 |
| 28,000 | 0.685 | 2.2474 | 153.4960 | 184.8699 |
| 30,000 | 0.735 | 2.4114 | 164.4601 | 195.8236 |
| 32,000 | 0.790 | 2.5919 | 175.4241 | 207.4734 |
| 34,000 | 0.830 | 2.7231 | 186.3881 | 215.6832 |
| 36,000 | 0.890 | 2.9199 | 197.3521 | 227.5832 |
| 38,000 | 0.950 | 3.1168 | 208.3161 | 238.9855 |
| 40,000 | 0.990 | 3.2480 | 219.2801 | 246.3105 |
| 42,000 | 1.040 | 3.4121 | 230.2441 | 255.1557 |
| 44,000 | 1.085 | 3.5597 | 241.2081 | 262.8208 |
| 46,000 | 1.125 | 3.6909 | 252.1721 | 269.3992 |
| 48,000 | 1.180 | 3.8714 | 263.1361 | 278.0833 |
| 50,000 | 1.230 | 4.0354 | 274.1001 | 285.6150 |
| 52,000 | 1.290 | 4.2323 | 285.0641 | 294.1968 |
| 54,000 | 1.330 | 4.3635 | 296.0281 | 299.6414 |
| 56,000 | 1.390 | 4.5604 | 306.9921 | 307.3937 |
| 58,000 | 1.490 | 4.8885 | 317.9561 | 319.2079 |
| 60,000 | 1.530 | 5.0197 | 328.9201 | 323.5465 |
| 62,000 | 1.590 | 5.2165 | 339.8841 | 329.6396 |
| 64,000 | 1.650 | 5.4134 | 350.8481 | 335.2350 |
| 68,000 | 1.720 | 5.6430 | 372.7761 | 341.1338 |

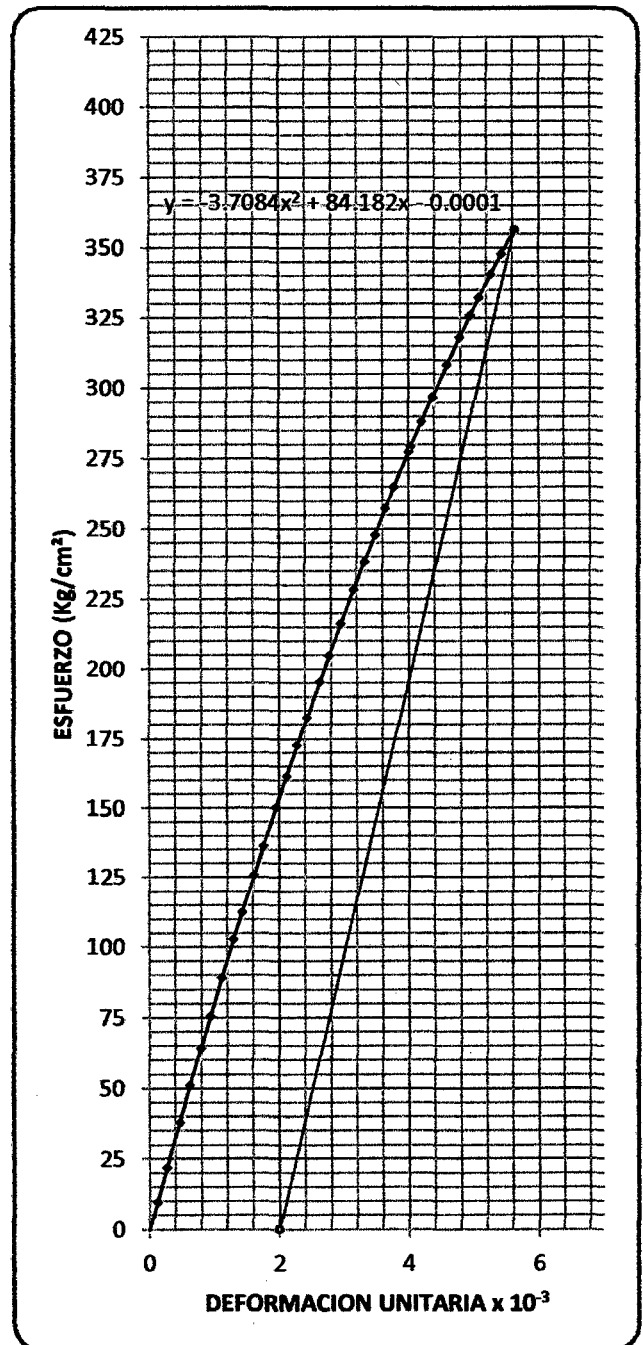


| | |
|---|------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 341.1338 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 93639.7485 |

| | | | | |
|--|------------------------|----|-------|------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | | | |
| Edad | 14 días | | | |
| Fecha de elaboración | 12.DIC.2011 | | | |
| Fecha de Rotura | 8.ENE.2012 | | | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | | | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | | | |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 | 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 | 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | | | |

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.035 | 0.1148 | 10.9640 | 9.6176 |
| 4,000 | 0.080 | 0.2625 | 21.9280 | 21.8394 |
| 6,000 | 0.140 | 0.4593 | 32.8920 | 37.8838 |
| 8,000 | 0.190 | 0.6234 | 43.8560 | 51.0346 |
| 10,000 | 0.240 | 0.7874 | 54.8200 | 63.9857 |
| 12,000 | 0.285 | 0.9350 | 65.7840 | 75.4711 |
| 14,000 | 0.340 | 1.1155 | 76.7480 | 89.2893 |
| 16,000 | 0.395 | 1.2959 | 87.7120 | 102.8660 |
| 18,000 | 0.435 | 1.4272 | 98.6760 | 112.5883 |
| 20,000 | 0.490 | 1.6076 | 109.6400 | 125.7478 |
| 22,000 | 0.535 | 1.7552 | 120.6040 | 136.3351 |
| 24,000 | 0.595 | 1.9521 | 131.5680 | 150.2000 |
| 26,000 | 0.645 | 2.1161 | 142.5320 | 161.5345 |
| 28,000 | 0.695 | 2.2802 | 153.4960 | 172.6695 |
| 30,000 | 0.740 | 2.4278 | 164.4601 | 182.5203 |
| 32,000 | 0.800 | 2.6247 | 175.4241 | 195.4032 |
| 34,000 | 0.845 | 2.7723 | 186.3881 | 204.8768 |
| 36,000 | 0.900 | 2.9528 | 197.3521 | 216.2361 |
| 38,000 | 0.960 | 3.1496 | 208.3161 | 228.3527 |
| 40,000 | 1.010 | 3.3136 | 219.2801 | 238.2302 |
| 42,000 | 1.060 | 3.4777 | 230.2441 | 247.9082 |
| 44,000 | 1.110 | 3.6417 | 241.2081 | 257.3866 |
| 46,000 | 1.150 | 3.7730 | 252.1721 | 264.8256 |
| 48,000 | 1.220 | 4.0026 | 263.1361 | 277.5366 |
| 50,000 | 1.230 | 4.0354 | 274.1001 | 279.3205 |
| 52,000 | 1.280 | 4.1995 | 285.0641 | 288.1203 |
| 54,000 | 1.330 | 4.3635 | 296.0281 | 296.7205 |
| 56,000 | 1.400 | 4.5932 | 306.9921 | 308.4255 |
| 58,000 | 1.460 | 4.7900 | 317.9561 | 318.1471 |
| 60,000 | 1.510 | 4.9541 | 328.9201 | 326.0288 |
| 62,000 | 1.550 | 5.0853 | 339.8841 | 332.1905 |
| 64,000 | 1.605 | 5.2657 | 350.8481 | 340.4542 |
| 66,000 | 1.655 | 5.4298 | 361.8121 | 347.7571 |
| 70,000 | 1.715 | 5.6266 | 383.7401 | 356.2572 |

ESPECIMEN Nº 78 CON ADITIVO (4.103 lts)



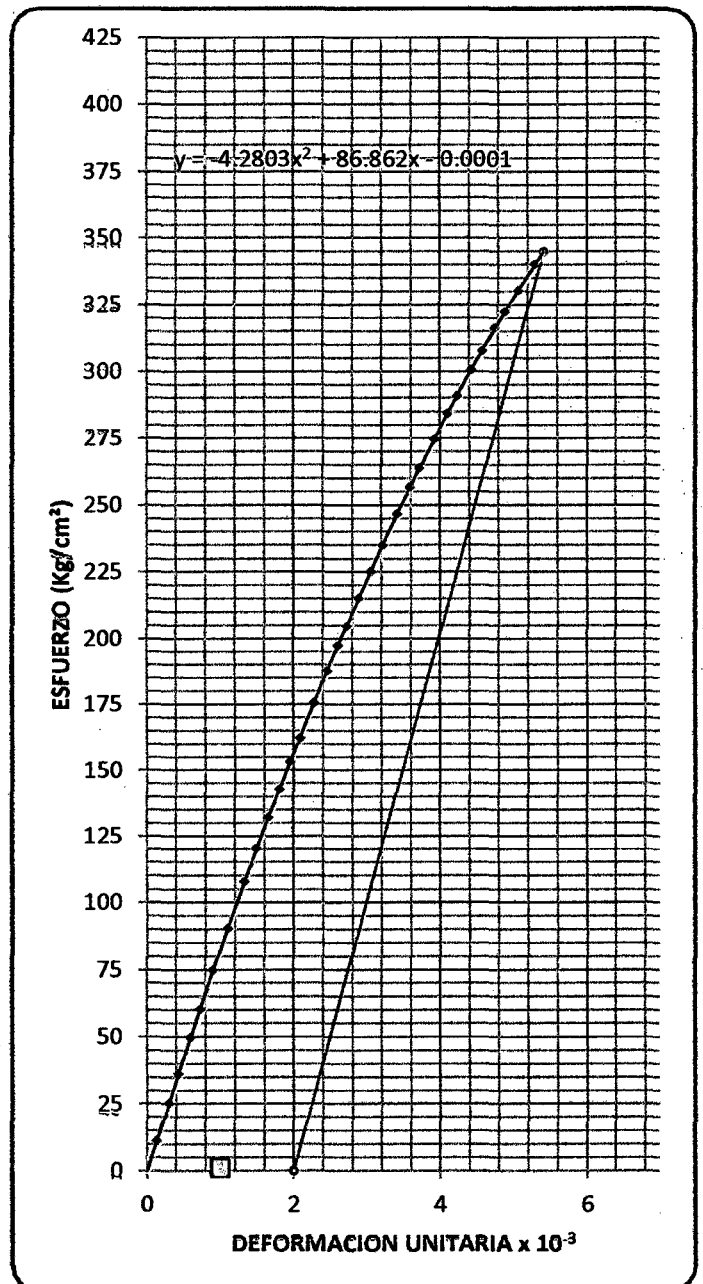


| | |
|---|------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 356.2572 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 98233.3951 |

| | | |
|--|------------------------|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 14 días | |
| Fecha de elaboración | 12.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 8.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | |

ESPECIMEN Nº 79 CON ADITIVO (4.103 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.040 | 0.1312 | 10.9640 | 11.3254 |
| 4,000 | 0.090 | 0.2953 | 21.9280 | 25.2749 |
| 6,000 | 0.130 | 0.4265 | 32.8920 | 36.2687 |
| 8,000 | 0.180 | 0.5906 | 43.8560 | 49.8036 |
| 10,000 | 0.220 | 0.7218 | 54.8200 | 60.4656 |
| 12,000 | 0.275 | 0.9022 | 65.7840 | 74.8852 |
| 14,000 | 0.335 | 1.0991 | 76.7480 | 90.2978 |
| 16,000 | 0.405 | 1.3287 | 87.7120 | 107.8598 |
| 18,000 | 0.455 | 1.4928 | 98.6760 | 120.1277 |
| 20,000 | 0.505 | 1.6568 | 109.6400 | 132.1652 |
| 22,000 | 0.550 | 1.8045 | 120.6040 | 142.8020 |
| 24,000 | 0.595 | 1.9521 | 131.5680 | 153.2523 |
| 26,000 | 0.635 | 2.0833 | 142.5320 | 162.3847 |
| 28,000 | 0.695 | 2.2802 | 153.4960 | 175.8069 |
| 30,000 | 0.750 | 2.4606 | 164.4601 | 187.8192 |
| 32,000 | 0.795 | 2.6083 | 175.4241 | 197.4401 |
| 34,000 | 0.830 | 2.7231 | 186.3881 | 204.7940 |
| 36,000 | 0.880 | 2.8871 | 197.3521 | 215.1038 |
| 38,000 | 0.930 | 3.0512 | 208.3161 | 225.1832 |
| 40,000 | 0.980 | 3.2152 | 219.2801 | 235.0323 |
| 42,000 | 1.040 | 3.4121 | 230.2441 | 246.5471 |
| 44,000 | 1.095 | 3.5925 | 241.2081 | 256.8109 |
| 46,000 | 1.135 | 3.7238 | 252.1721 | 264.1005 |
| 48,000 | 1.195 | 3.9206 | 263.1361 | 274.7583 |
| 50,000 | 1.250 | 4.1010 | 274.1001 | 284.2366 |
| 52,000 | 1.290 | 4.2323 | 285.0641 | 290.9548 |
| 54,000 | 1.350 | 4.4291 | 296.0281 | 300.7557 |
| 56,000 | 1.395 | 4.5768 | 306.9921 | 307.8887 |
| 58,000 | 1.450 | 4.7572 | 317.9561 | 316.3534 |
| 60,000 | 1.490 | 4.8885 | 328.9201 | 322.3344 |
| 62,000 | 1.545 | 5.0689 | 339.8841 | 330.3176 |
| 64,000 | 1.615 | 5.2986 | 350.8481 | 340.0750 |





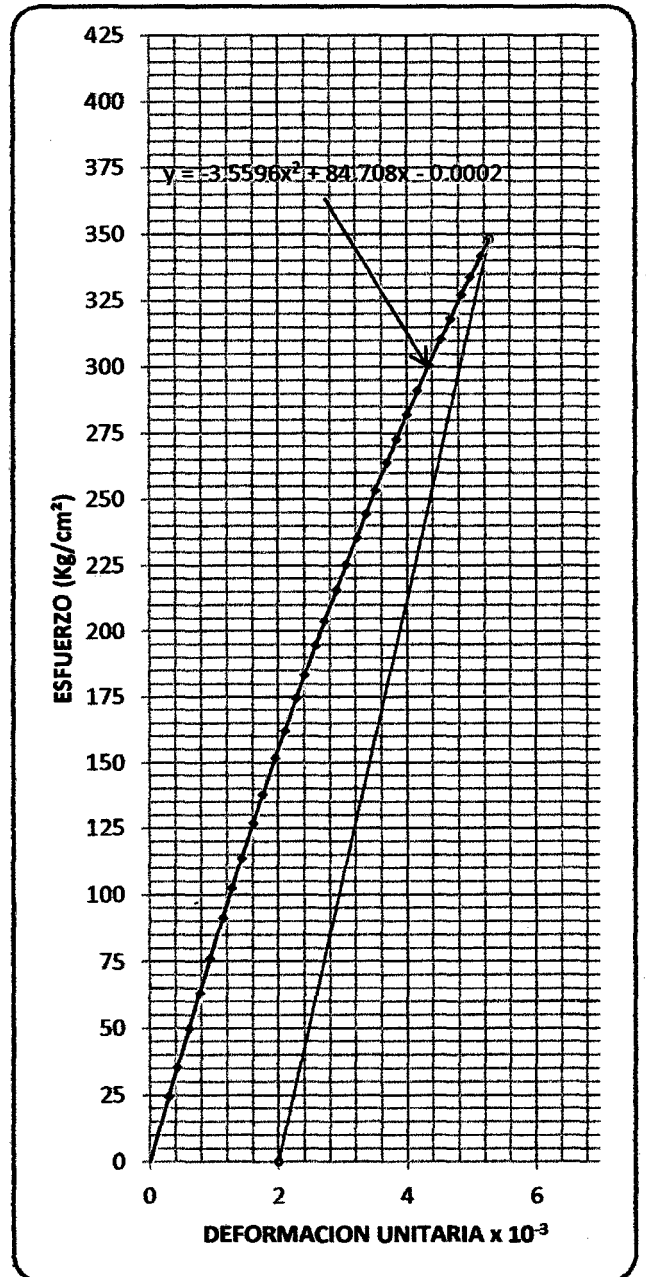
| | | | | |
|--------|-------|--------|----------|----------|
| 68,000 | 1.650 | 5.4134 | 372.7761 | 344.7843 |
|--------|-------|--------|----------|----------|

| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 344.7843 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 101009.4721 |

| | | |
|--|------------------------|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | |
| Edad | 14 días | |
| Fecha de elaboración | 12.DIC.2011 | |
| Fecha de Rotura | 8.ENE.2012 | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | |

ESPECIMEN N° 80 CON ADITIVO (4.103 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.090 | 0.2953 | 10.9640 | 24.7016 |
| 4,000 | 0.130 | 0.4265 | 21.9280 | 35.4810 |
| 6,000 | 0.185 | 0.6070 | 32.8920 | 50.1024 |
| 8,000 | 0.235 | 0.7710 | 43.8560 | 63.1935 |
| 10,000 | 0.285 | 0.9350 | 54.8200 | 76.0929 |
| 12,000 | 0.345 | 1.1319 | 65.7840 | 91.3194 |
| 14,000 | 0.390 | 1.2795 | 76.7480 | 102.5583 |
| 16,000 | 0.435 | 1.4272 | 87.7120 | 113.6419 |
| 18,000 | 0.490 | 1.6076 | 98.6760 | 126.9779 |
| 20,000 | 0.535 | 1.7552 | 109.6400 | 137.7167 |
| 22,000 | 0.595 | 1.9521 | 120.6040 | 151.7937 |
| 24,000 | 0.640 | 2.0997 | 131.5680 | 162.1704 |
| 26,000 | 0.695 | 2.2802 | 142.5320 | 174.6424 |
| 28,000 | 0.735 | 2.4114 | 153.4960 | 183.5673 |
| 30,000 | 0.785 | 2.5755 | 164.4601 | 194.5510 |
| 32,000 | 0.830 | 2.7231 | 175.4241 | 204.2725 |
| 34,000 | 0.885 | 2.9035 | 186.3881 | 215.9437 |
| 36,000 | 0.930 | 3.0512 | 197.3521 | 225.3204 |
| 38,000 | 0.980 | 3.2152 | 208.3161 | 235.5570 |
| 40,000 | 1.025 | 3.3629 | 219.2801 | 244.6061 |
| 42,000 | 1.070 | 3.5105 | 230.2441 | 253.5000 |
| 44,000 | 1.125 | 3.6909 | 241.2081 | 264.1597 |
| 46,000 | 1.170 | 3.8386 | 252.1721 | 272.7088 |
| 48,000 | 1.220 | 4.0026 | 263.1361 | 282.0258 |
| 50,000 | 1.270 | 4.1667 | 274.1001 | 291.1512 |
| 52,000 | 1.325 | 4.3471 | 285.0641 | 300.9679 |
| 54,000 | 1.380 | 4.5276 | 296.0281 | 310.5528 |
| 56,000 | 1.425 | 4.6752 | 306.9921 | 318.2225 |
| 58,000 | 1.480 | 4.8556 | 317.9561 | 327.3860 |
| 60,000 | 1.520 | 4.9869 | 328.9201 | 333.9047 |
| 62,000 | 1.570 | 5.1509 | 339.8841 | 341.8806 |





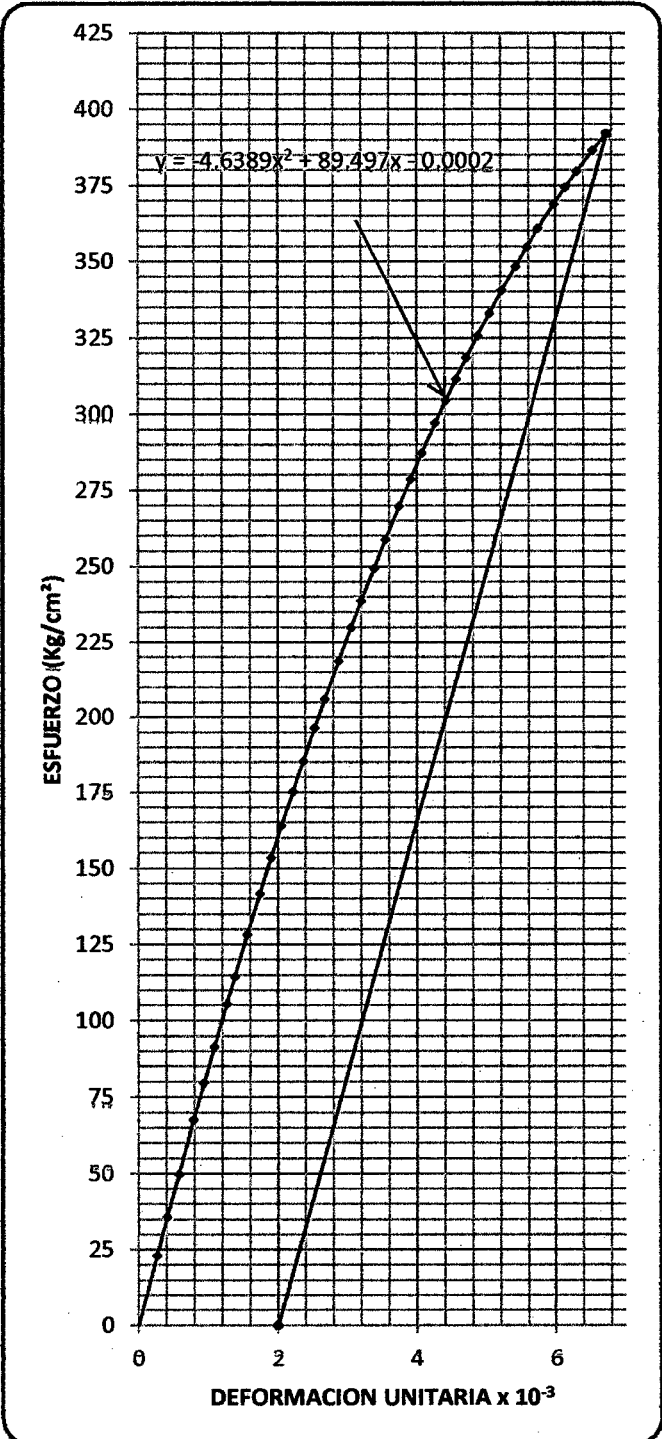
| | | | | |
|--------|-------|--------|----------|----------|
| 66,000 | 1.610 | 5.2822 | 361.8121 | 348.1235 |
|--------|-------|--------|----------|----------|

| | |
|---|-------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 348.1235 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 106065.6071 |

| | | | | |
|--|------------------------|----|-------|------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | | | |
| Edad | 28 días | | | |
| Fecha de elaboración | 14.DIC.2011 | | | |
| Fecha de Rotura | 10.ENE.2012 | | | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | | | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | | | |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 | 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 | 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | | | |

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.080 | 0.2625 | 10.9640 | 23.1702 |
| 4,000 | 0.125 | 0.4101 | 21.9280 | 35.9227 |
| 6,000 | 0.175 | 0.5741 | 32.8920 | 49.8550 |
| 8,000 | 0.240 | 0.7874 | 43.8560 | 67.5937 |
| 10,000 | 0.285 | 0.9350 | 54.8200 | 79.6272 |
| 12,000 | 0.330 | 1.0827 | 65.7840 | 91.4585 |
| 14,000 | 0.385 | 1.2631 | 76.7480 | 105.6442 |
| 16,000 | 0.420 | 1.3780 | 87.7120 | 114.5143 |
| 18,000 | 0.475 | 1.5584 | 98.6760 | 128.2057 |
| 20,000 | 0.530 | 1.7388 | 109.6400 | 141.5951 |
| 22,000 | 0.580 | 1.9029 | 120.6040 | 153.5051 |
| 24,000 | 0.625 | 2.0505 | 131.5680 | 164.0106 |
| 26,000 | 0.675 | 2.2146 | 142.5320 | 175.4463 |
| 28,000 | 0.720 | 2.3622 | 153.4960 | 185.5249 |
| 30,000 | 0.770 | 2.5262 | 164.4601 | 196.4862 |
| 32,000 | 0.815 | 2.6739 | 175.4241 | 206.1379 |
| 34,000 | 0.876 | 2.8740 | 186.3881 | 218.8984 |
| 36,000 | 0.930 | 3.0512 | 197.3521 | 229.8845 |
| 38,000 | 0.975 | 3.1988 | 208.3161 | 238.8172 |
| 40,000 | 1.030 | 3.3793 | 219.2801 | 249.4603 |
| 42,000 | 1.080 | 3.5433 | 230.2441 | 258.8736 |
| 44,000 | 1.140 | 3.7402 | 241.2081 | 269.8401 |
| 46,000 | 1.190 | 3.9042 | 252.1721 | 278.7042 |
| 48,000 | 1.240 | 4.0682 | 263.1361 | 287.3186 |
| 50,000 | 1.300 | 4.2651 | 274.1001 | 297.3264 |
| 52,000 | 1.345 | 4.4127 | 285.0641 | 304.5963 |
| 54,000 | 1.390 | 4.5604 | 296.0281 | 311.6640 |
| 56,000 | 1.435 | 4.7080 | 306.9921 | 318.5294 |
| 58,000 | 1.485 | 4.8720 | 317.9561 | 325.9205 |
| 60,000 | 1.535 | 5.0361 | 328.9201 | 333.0620 |
| 62,000 | 1.590 | 5.2165 | 339.8841 | 340.6292 |
| 64,000 | 1.650 | 5.4134 | 350.8481 | 348.5398 |

ESPECIMEN Nº 81 CON ADITIVO (4.103 lts)





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA-ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
TESIS: INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE REDUCTOR DE AGUA EN LAS
CARACTERISTICAS DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

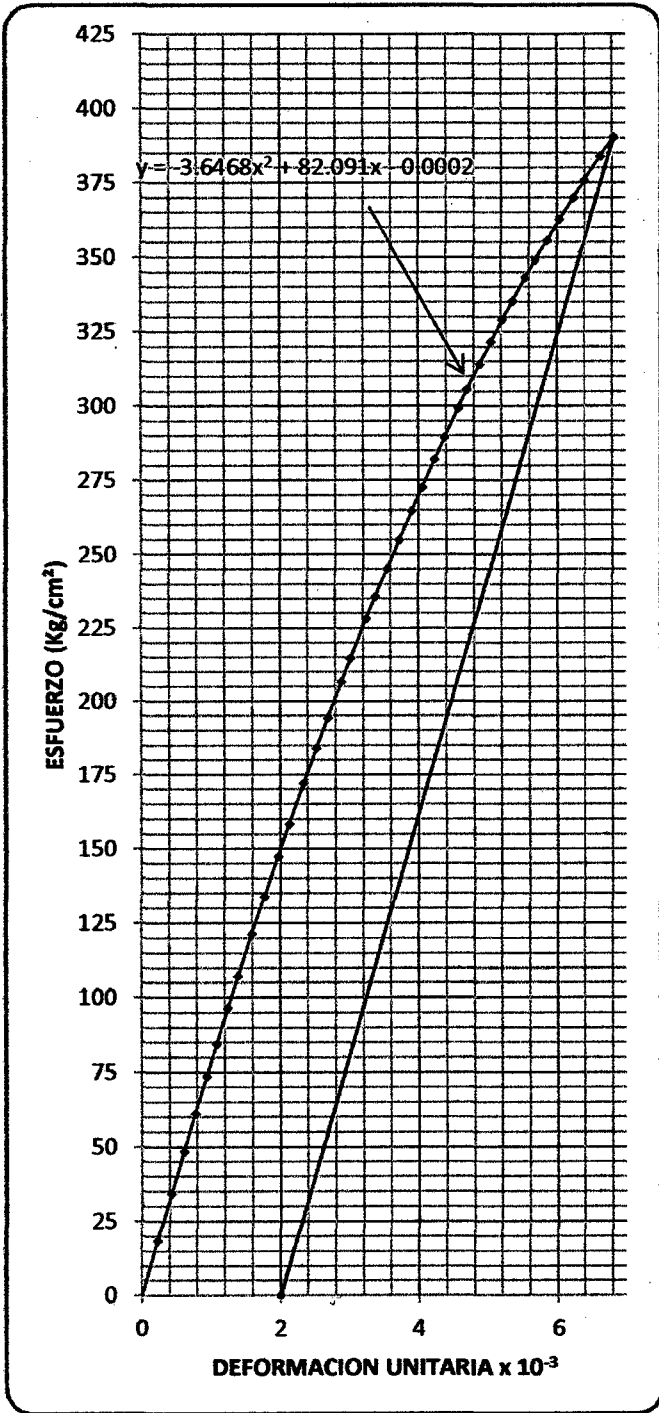
| | | | | |
|--------|-------|--------|----------|----------|
| 66,000 | 1.700 | 5.5774 | 361.8121 | 354.8573 |
| 68,000 | 1.750 | 5.7415 | 372.7761 | 360.9252 |
| 70,000 | 1.820 | 5.9711 | 383.7401 | 369.0008 |
| 72,000 | 1.870 | 6.1352 | 394.7041 | 374.4695 |
| 74,000 | 1.920 | 6.2992 | 405.6681 | 379.6885 |
| 76,000 | 1.990 | 6.5289 | 416.6321 | 386.5757 |
| 79,424 | 2.050 | 6.7257 | 435.4025 | 392.0895 |

| | |
|---|------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 392.0895 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 82969.2310 |

| | | |
|--|-----------|-------------------------|
| Cemento | | Pacasmayo TIPO I |
| Edad | | 28 días |
| Fecha de elaboración | | 14.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | | 10.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | | 350 Kg/cm ² |
| Área de la probeta (cm ²) | | 182.415119 |
| φ1 | 15.240 cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | | 304.8 |

ESPECIMEN Nº 82 CON ADITIVO (4.103 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.070 | 0.2297 | 10.9640 | 18.6604 |
| 4,000 | 0.130 | 0.4265 | 21.9280 | 34.3490 |
| 6,000 | 0.185 | 0.6070 | 32.8920 | 48.4819 |
| 8,000 | 0.235 | 0.7710 | 43.8560 | 61.1240 |
| 10,000 | 0.285 | 0.9350 | 54.8200 | 73.5697 |
| 12,000 | 0.330 | 1.0827 | 65.7840 | 84.6031 |
| 14,000 | 0.380 | 1.2467 | 76.7480 | 96.6760 |
| 16,000 | 0.425 | 1.3944 | 87.7120 | 107.3737 |
| 18,000 | 0.485 | 1.5912 | 98.6760 | 121.3901 |
| 20,000 | 0.540 | 1.7717 | 109.6400 | 133.9902 |
| 22,000 | 0.600 | 1.9685 | 120.6040 | 147.4649 |
| 24,000 | 0.650 | 2.1325 | 131.5680 | 158.4779 |
| 26,000 | 0.713 | 2.3392 | 142.5320 | 172.0748 |
| 28,000 | 0.770 | 2.5262 | 153.4960 | 184.1083 |
| 30,000 | 0.820 | 2.6903 | 164.4601 | 194.4540 |
| 32,000 | 0.880 | 2.8871 | 175.4241 | 206.6098 |
| 34,000 | 0.920 | 3.0184 | 186.3881 | 214.5566 |
| 36,000 | 0.990 | 3.2480 | 197.3521 | 228.1613 |
| 38,000 | 1.030 | 3.3793 | 208.3161 | 235.7627 |
| 40,000 | 1.080 | 3.5433 | 219.2801 | 245.0878 |
| 42,000 | 1.135 | 3.7238 | 230.2441 | 255.1187 |
| 44,000 | 1.189 | 3.9009 | 241.2081 | 264.7362 |
| 46,000 | 1.235 | 4.0518 | 252.1721 | 272.7483 |
| 48,000 | 1.290 | 4.2323 | 263.1361 | 282.1099 |
| 50,000 | 1.335 | 4.3799 | 274.1001 | 289.5928 |
| 52,000 | 1.395 | 4.5768 | 285.0641 | 299.3226 |
| 54,000 | 1.435 | 4.7080 | 296.0281 | 305.6522 |
| 56,000 | 1.490 | 4.8885 | 306.9921 | 314.1503 |
| 58,000 | 1.540 | 5.0525 | 317.9561 | 321.6697 |
| 60,000 | 1.590 | 5.2165 | 328.9201 | 328.9928 |
| 62,000 | 1.635 | 5.3642 | 339.8841 | 335.4158 |
| 64,000 | 1.690 | 5.5446 | 350.8481 | 343.0503 |





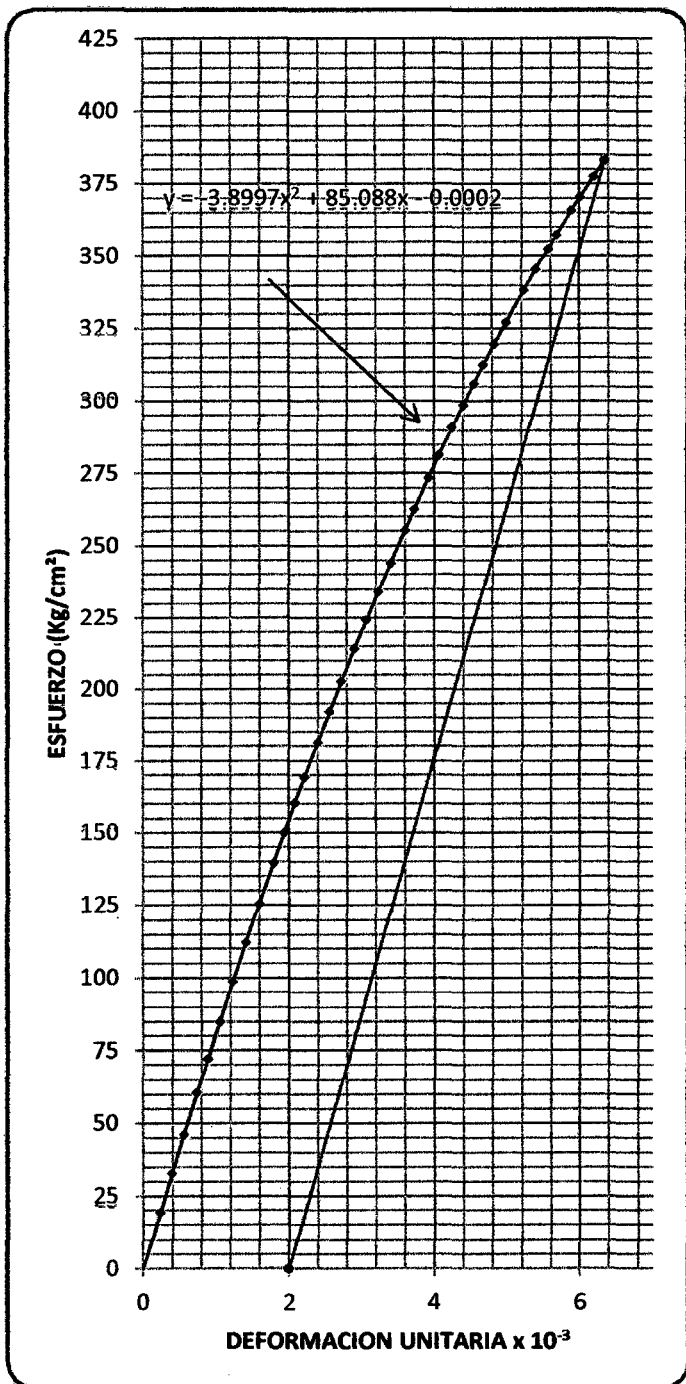
| | | | | |
|--------|-------|--------|----------|----------|
| 66,000 | 1.735 | 5.6923 | 361.8121 | 349.1200 |
| 68,000 | 1.785 | 5.8563 | 372.7761 | 355.6777 |
| 70,000 | 1.840 | 6.0367 | 383.7401 | 362.6645 |
| 72,000 | 1.900 | 6.2336 | 394.7041 | 370.0156 |
| 74,000 | 1.950 | 6.3976 | 405.6681 | 375.9256 |
| 76,000 | 2.020 | 6.6273 | 416.6321 | 383.8699 |
| 79,152 | 2.080 | 6.8241 | 433.9114 | 390.3731 |

| | |
|---|------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 390.3731 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 80920.6481 |

| | | | |
|--|-------------------------|----|------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | | |
| Edad | 28 días | | |
| Fecha de elaboración | 14.DIC.2011 | | |
| Fecha de Rotura | 10.ENE.2012 | | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | | |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | | |

ESPECIMEN Nº 83 CON ADITIVO (4.103 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.070 | 0.2297 | 10.9640 | 19.3353 |
| 4,000 | 0.120 | 0.3937 | 21.9280 | 32.8946 |
| 6,000 | 0.170 | 0.5577 | 32.8920 | 46.2439 |
| 8,000 | 0.225 | 0.7382 | 43.8560 | 60.6858 |
| 10,000 | 0.270 | 0.8858 | 54.8200 | 72.3130 |
| 12,000 | 0.320 | 1.0499 | 65.7840 | 85.0327 |
| 14,000 | 0.375 | 1.2303 | 76.7480 | 98.7820 |
| 16,000 | 0.430 | 1.4108 | 87.7120 | 112.2773 |
| 18,000 | 0.485 | 1.5912 | 98.6760 | 125.5187 |
| 20,000 | 0.545 | 1.7881 | 109.6400 | 139.6741 |
| 22,000 | 0.590 | 1.9357 | 120.6040 | 150.0924 |
| 24,000 | 0.635 | 2.0833 | 131.5680 | 160.3407 |
| 26,000 | 0.675 | 2.2146 | 142.5320 | 169.3076 |
| 28,000 | 0.730 | 2.3950 | 153.4960 | 181.4177 |
| 30,000 | 0.780 | 2.5591 | 164.4601 | 192.2065 |
| 32,000 | 0.830 | 2.7231 | 175.4241 | 202.7854 |
| 34,000 | 0.885 | 2.9035 | 186.3881 | 214.1798 |
| 36,000 | 0.935 | 3.0676 | 197.3521 | 224.3180 |
| 38,000 | 0.985 | 3.2316 | 208.3161 | 234.2463 |
| 40,000 | 1.035 | 3.3957 | 219.2801 | 243.9648 |
| 42,000 | 1.095 | 3.5925 | 230.2441 | 255.3498 |
| 44,000 | 1.135 | 3.7238 | 241.2081 | 262.7720 |
| 46,000 | 1.195 | 3.9206 | 252.1721 | 273.6533 |
| 48,000 | 1.240 | 4.0682 | 263.1361 | 281.6160 |
| 50,000 | 1.295 | 4.2487 | 274.1001 | 291.1173 |
| 52,000 | 1.340 | 4.3963 | 285.0641 | 298.7022 |
| 54,000 | 1.385 | 4.5440 | 296.0281 | 306.1171 |
| 56,000 | 1.425 | 4.6752 | 306.9921 | 312.5654 |
| 58,000 | 1.470 | 4.8228 | 317.9561 | 319.6592 |
| 60,000 | 1.520 | 4.9869 | 328.9201 | 327.3418 |
| 62,000 | 1.595 | 5.2329 | 339.8841 | 338.4721 |
| 64,000 | 1.645 | 5.3970 | 350.8481 | 345.6300 |
| 66,000 | 1.695 | 5.5610 | 361.8121 | 352.5780 |





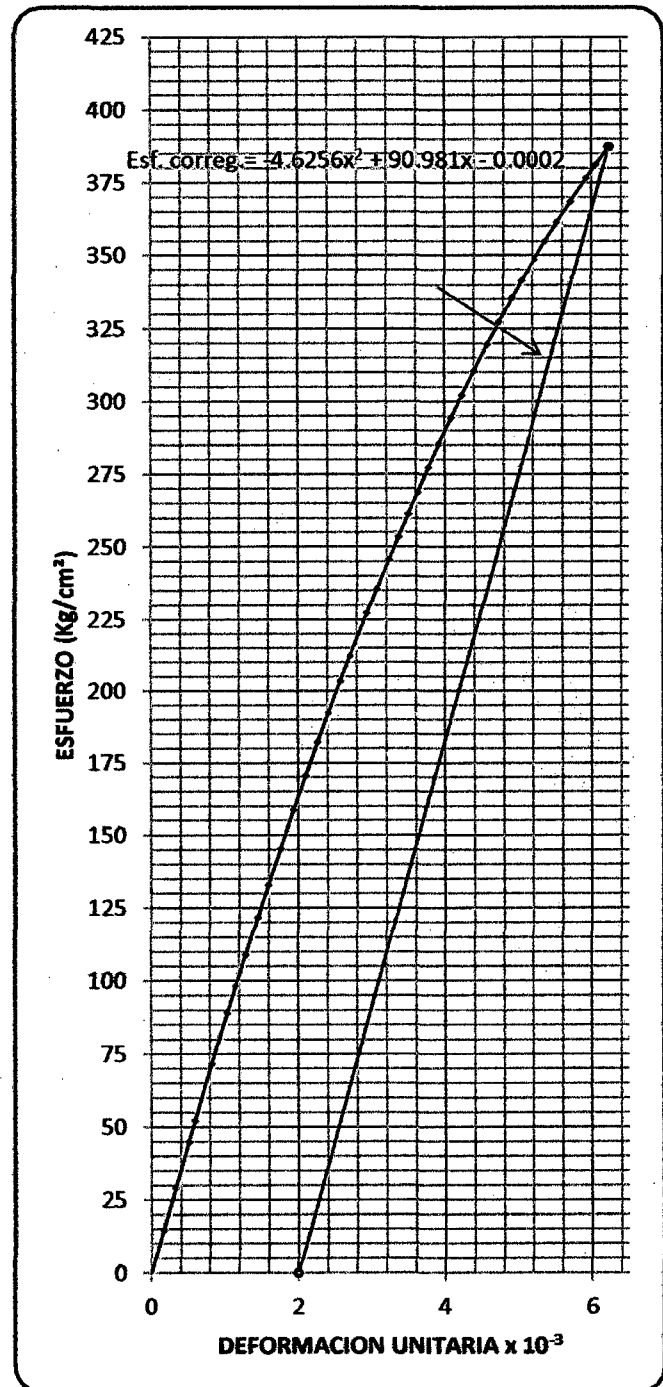
| | | | | |
|--------|-------|--------|----------|----------|
| 68,000 | 1.730 | 5.6759 | 372.7761 | 357.3168 |
| 70,000 | 1.795 | 5.8891 | 383.7401 | 365.8444 |
| 72,000 | 1.832 | 6.0105 | 394.7041 | 370.5402 |
| 74,000 | 1.890 | 6.2008 | 405.6681 | 377.6699 |
| 78,404 | 1.935 | 6.3484 | 429.8109 | 383.0069 |

| | |
|---|------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 383.0069 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 88079.4607 |

| | | | | |
|--|------------------------|----|-------|------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I | | | |
| Edad | 28 días | | | |
| Fecha de elaboración | 14.DIC.2011 | | | |
| Fecha de Rotura | 10.ENE.2012 | | | |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² | | | |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 | | | |
| φ1 | 15.240 | cm | Area1 | 182.415119 |
| φ2 | 15.240 | cm | Area2 | 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 | | | |

ESPECIMEN N° 84 CON ADITIVO (4.103 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.050 | 0.1640 | 10.9640 | 14.8001 |
| 4,000 | 0.100 | 0.3281 | 21.9280 | 29.3513 |
| 6,000 | 0.155 | 0.5085 | 32.8920 | 45.0702 |
| 8,000 | 0.180 | 0.5906 | 43.8560 | 52.1156 |
| 10,000 | 0.250 | 0.8202 | 54.8200 | 71.5115 |
| 12,000 | 0.315 | 1.0335 | 65.7840 | 89.0851 |
| 14,000 | 0.350 | 1.1483 | 76.7480 | 98.3735 |
| 16,000 | 0.391 | 1.2828 | 87.7120 | 109.0991 |
| 18,000 | 0.440 | 1.4436 | 98.6760 | 121.6980 |
| 20,000 | 0.485 | 1.5912 | 109.6400 | 133.0577 |
| 22,000 | 0.535 | 1.7552 | 120.6040 | 145.4432 |
| 24,000 | 0.590 | 1.9357 | 131.5680 | 158.7796 |
| 26,000 | 0.640 | 2.0997 | 142.5320 | 170.6423 |
| 28,000 | 0.690 | 2.2638 | 153.4960 | 182.2560 |
| 30,000 | 0.735 | 2.4114 | 164.4601 | 192.4954 |
| 32,000 | 0.785 | 2.5755 | 175.4241 | 203.6361 |
| 34,000 | 0.825 | 2.7067 | 186.3881 | 212.3695 |
| 36,000 | 0.895 | 2.9364 | 197.3521 | 227.2694 |
| 38,000 | 0.935 | 3.0676 | 208.3161 | 235.5645 |
| 40,000 | 0.985 | 3.2316 | 219.2801 | 245.7095 |
| 42,000 | 1.025 | 3.3629 | 230.2441 | 253.6461 |
| 44,000 | 1.065 | 3.4941 | 241.2081 | 261.4235 |
| 46,000 | 1.105 | 3.6253 | 252.1721 | 269.0415 |
| 48,000 | 1.150 | 3.7730 | 263.1361 | 277.4214 |
| 50,000 | 1.195 | 3.9206 | 274.1001 | 285.5996 |
| 52,000 | 1.245 | 4.0846 | 285.0641 | 294.4499 |
| 54,000 | 1.290 | 4.2323 | 296.0281 | 302.2024 |
| 56,000 | 1.340 | 4.3963 | 306.9921 | 310.5798 |
| 58,000 | 1.395 | 4.5768 | 317.9561 | 319.5074 |
| 60,000 | 1.445 | 4.7408 | 328.9201 | 327.3620 |
| 62,000 | 1.500 | 4.9213 | 339.8841 | 335.7145 |
| 64,000 | 1.540 | 5.0525 | 350.8481 | 341.5999 |





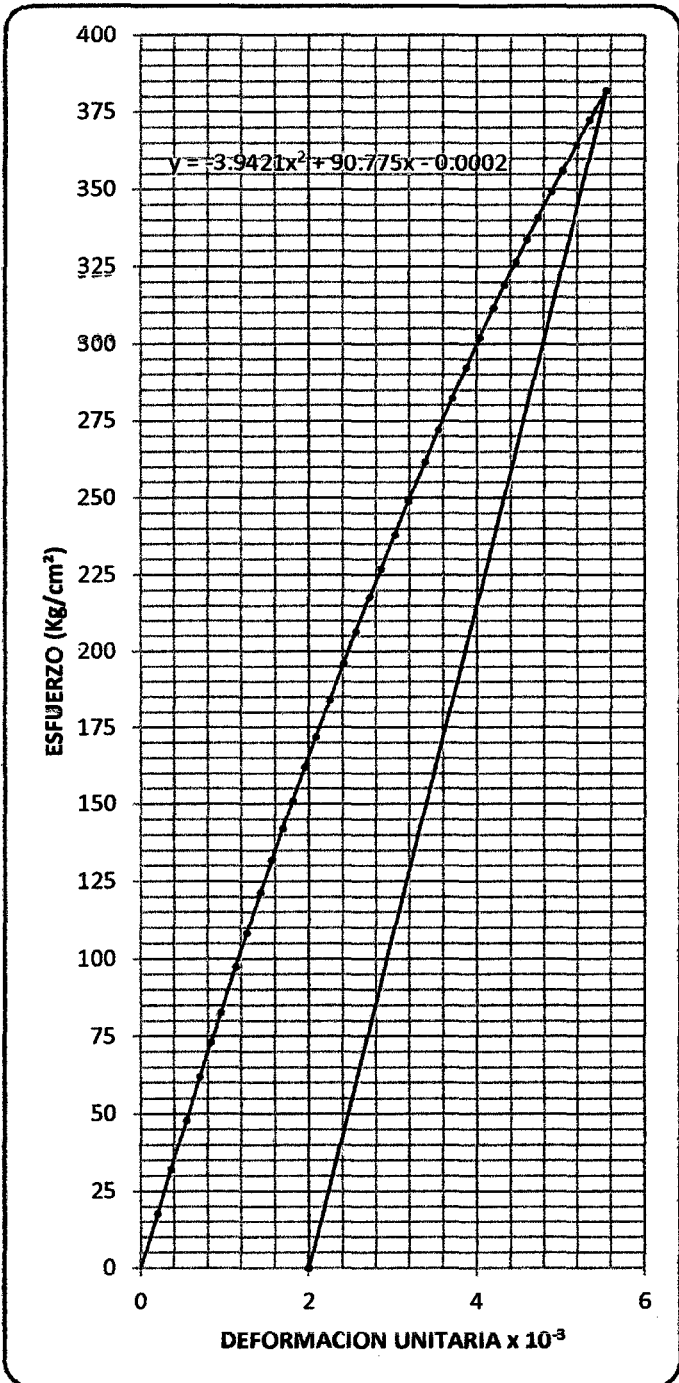
| | | | | |
|--------|-------|--------|----------|----------|
| 66,000 | 1.590 | 5.2165 | 361.8121 | 348.7325 |
| 68,000 | 1.635 | 5.3642 | 372.7761 | 354.9390 |
| 70,000 | 1.685 | 5.5282 | 383.7401 | 361.5987 |
| 72,000 | 1.740 | 5.7087 | 394.7041 | 368.6367 |
| 74,000 | 1.805 | 5.9219 | 405.6681 | 376.5661 |
| 76,000 | 1.845 | 6.0531 | 416.6321 | 381.2366 |
| 79,968 | 1.900 | 6.2336 | 438.3847 | 387.3984 |

| | |
|---|------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 387.3984 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 91505.7496 |

| | |
|--|------------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I |
| Edad | 28 días |
| Fecha de elaboración | 14.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | 10.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 |

ESPECIMEN Nº 85 CON ADITIVO (4.103 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.045 | 0.1476 | 10.9640 | 12.5291 |
| 4,000 | 0.085 | 0.2789 | 21.9280 | 23.5236 |
| 6,000 | 0.125 | 0.4101 | 32.8920 | 34.3839 |
| 8,000 | 0.170 | 0.5577 | 43.8560 | 46.4412 |
| 10,000 | 0.225 | 0.7382 | 54.8200 | 60.9472 |
| 12,000 | 0.275 | 0.9022 | 65.7840 | 73.9143 |
| 14,000 | 0.330 | 1.0827 | 76.7480 | 87.9358 |
| 16,000 | 0.385 | 1.2631 | 87.7120 | 101.7036 |
| 18,000 | 0.435 | 1.4272 | 98.6760 | 113.9995 |
| 20,000 | 0.475 | 1.5584 | 109.6400 | 123.6852 |
| 22,000 | 0.515 | 1.6896 | 120.6040 | 133.2367 |
| 24,000 | 0.570 | 1.8701 | 131.5680 | 146.1509 |
| 26,000 | 0.620 | 2.0341 | 142.5320 | 157.6708 |
| 28,000 | 0.675 | 2.2146 | 153.4960 | 170.1004 |
| 30,000 | 0.715 | 2.3458 | 164.4601 | 178.9808 |
| 32,000 | 0.765 | 2.5098 | 175.4241 | 189.8925 |
| 34,000 | 0.815 | 2.6739 | 186.3881 | 200.5944 |
| 36,000 | 0.865 | 2.8379 | 197.3521 | 211.0866 |
| 38,000 | 0.915 | 3.0020 | 208.3161 | 221.3691 |
| 40,000 | 0.955 | 3.1332 | 219.2801 | 229.4440 |
| 42,000 | 1.015 | 3.3301 | 230.2441 | 241.3048 |
| 44,000 | 1.050 | 3.4449 | 241.2081 | 248.0841 |
| 46,000 | 1.120 | 3.6745 | 252.1721 | 261.3344 |
| 48,000 | 1.180 | 3.8714 | 263.1361 | 272.3646 |
| 50,000 | 1.240 | 4.0682 | 274.1001 | 283.0928 |
| 52,000 | 1.290 | 4.2323 | 285.0641 | 291.8023 |
| 54,000 | 1.340 | 4.3963 | 296.0281 | 300.3020 |
| 56,000 | 1.415 | 4.6424 | 306.9921 | 312.6583 |
| 58,000 | 1.470 | 4.8228 | 317.9561 | 321.4197 |
| 60,000 | 1.520 | 4.9869 | 328.9201 | 329.1644 |
| 62,000 | 1.570 | 5.1509 | 339.8841 | 336.6993 |
| 64,000 | 1.620 | 5.3150 | 350.8481 | 344.0246 |
| 66,000 | 1.670 | 5.4790 | 361.8121 | 351.1400 |
| 68,000 | 1.720 | 5.6430 | 372.7761 | 358.0458 |





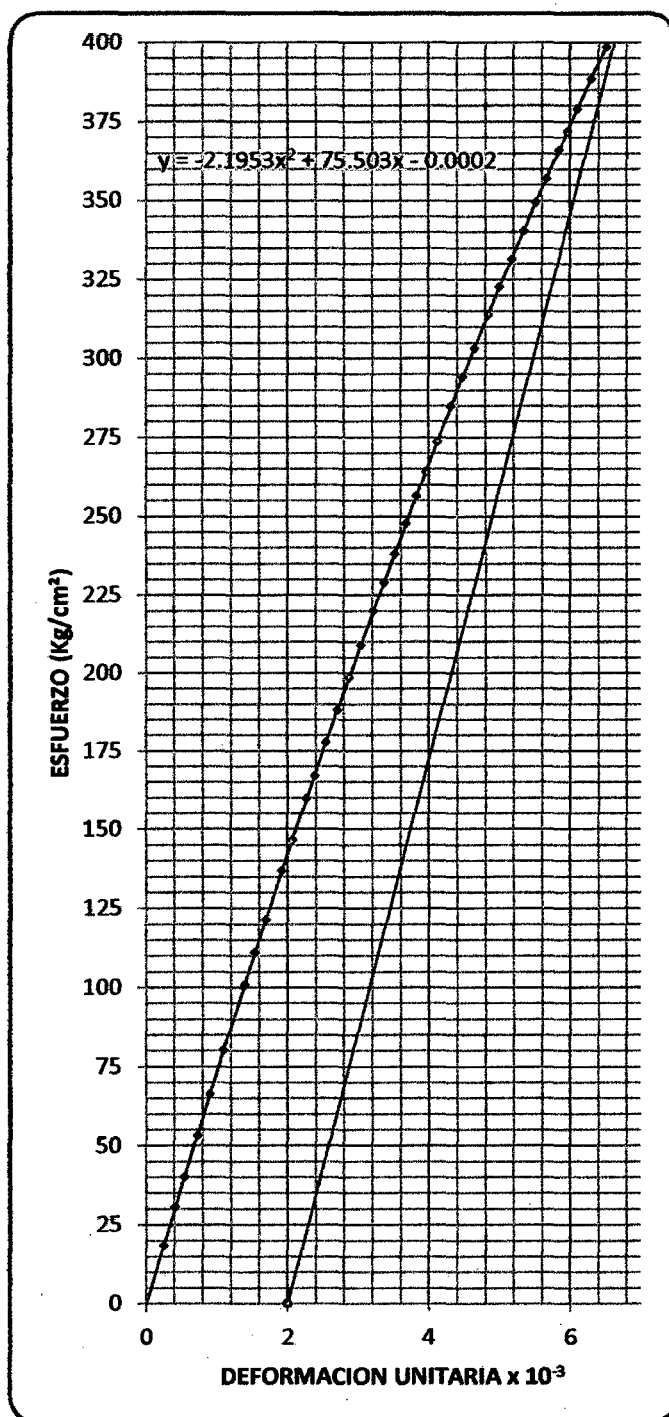
| | | | | |
|--------|-------|--------|----------|----------|
| 70,000 | 1.770 | 5.8071 | 383.7401 | 364.7418 |
| 72,000 | 1.830 | 6.0039 | 394.7041 | 372.5001 |
| 74,000 | 1.890 | 6.2008 | 405.6681 | 379.9565 |
| 76,000 | 1.940 | 6.3648 | 416.6321 | 385.9394 |
| 78,000 | 1.990 | 6.5289 | 427.5961 | 391.7125 |
| 82,810 | 2.05 | 6.7257 | 453.9646 | 398.3635 |

| | |
|---|------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 398.3635 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 84296.8566 |

| | |
|--|------------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I |
| Edad | 28 días |
| Fecha de elaboración | 14.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | 10.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 |

ESPECIMEN N° 86 CON ADITIVO (4.103 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.075 | 0.2461 | 10.9640 | 18.4454 |
| 4,000 | 0.125 | 0.4101 | 21.9280 | 30.5948 |
| 6,000 | 0.165 | 0.5413 | 32.8920 | 40.2292 |
| 8,000 | 0.220 | 0.7218 | 43.8560 | 53.3531 |
| 10,000 | 0.275 | 0.9022 | 54.8200 | 66.3340 |
| 12,000 | 0.335 | 1.0991 | 65.7840 | 80.3319 |
| 14,000 | 0.425 | 1.3944 | 76.7480 | 101.0098 |
| 16,000 | 0.470 | 1.5420 | 87.7120 | 111.2052 |
| 18,000 | 0.515 | 1.6896 | 98.6760 | 121.3049 |
| 20,000 | 0.585 | 1.9193 | 109.6400 | 136.8253 |
| 22,000 | 0.630 | 2.0669 | 120.6040 | 146.6804 |
| 24,000 | 0.690 | 2.2638 | 131.5680 | 159.6717 |
| 26,000 | 0.725 | 2.3786 | 142.5320 | 167.1714 |
| 28,000 | 0.775 | 2.5427 | 153.4960 | 177.7848 |
| 30,000 | 0.825 | 2.7067 | 164.4601 | 188.2801 |
| 32,000 | 0.875 | 2.8707 | 175.4241 | 198.6572 |
| 34,000 | 0.925 | 3.0348 | 186.3881 | 208.9162 |
| 36,000 | 0.980 | 3.2152 | 197.3521 | 220.0646 |
| 38,000 | 1.025 | 3.3629 | 208.3161 | 229.0797 |
| 40,000 | 1.070 | 3.5105 | 219.2801 | 237.9990 |
| 42,000 | 1.120 | 3.6745 | 230.2441 | 247.7972 |
| 44,000 | 1.165 | 3.8222 | 241.2081 | 256.5145 |
| 46,000 | 1.205 | 3.9534 | 252.1721 | 264.1829 |
| 48,000 | 1.255 | 4.1175 | 263.1361 | 273.6621 |
| 50,000 | 1.315 | 4.3143 | 274.1001 | 284.8812 |
| 52,000 | 1.365 | 4.4783 | 285.0641 | 294.1004 |
| 54,000 | 1.415 | 4.6424 | 296.0281 | 303.2015 |
| 56,000 | 1.475 | 4.8376 | 306.9921 | 313.8778 |
| 58,000 | 1.525 | 5.0033 | 317.9561 | 322.8080 |
| 60,000 | 1.575 | 5.1673 | 328.9201 | 331.5310 |
| 62,000 | 1.627 | 5.3379 | 339.8841 | 340.4776 |
| 64,000 | 1.680 | 5.5118 | 350.8481 | 349.4648 |
| 66,000 | 1.725 | 5.6594 | 361.8121 | 356.9912 |
| 68,000 | 1.780 | 5.8399 | 372.7761 | 366.0601 |





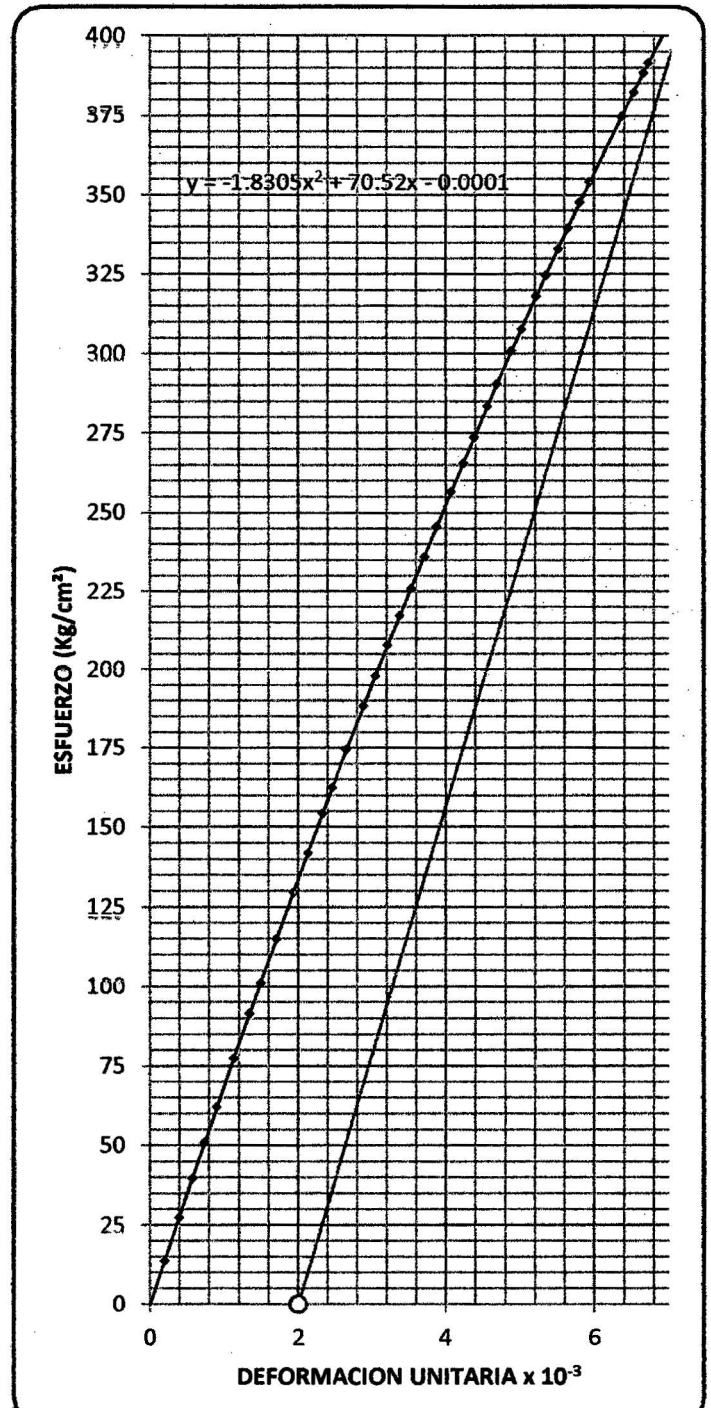
| | | | | |
|--------|-------|--------|----------|----------|
| 70,000 | 1.815 | 5.9547 | 383.7401 | 371.7568 |
| 72,000 | 1.860 | 6.1024 | 394.7041 | 378.9961 |
| 74,000 | 1.920 | 6.2992 | 405.6681 | 388.4996 |
| 76,000 | 1.985 | 6.5125 | 416.6321 | 398.6031 |
| 79,832 | 2.050 | 6.7257 | 437.6392 | 408.5069 |

| | |
|---|------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 408.5069 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 86443.2799 |

| | |
|--|------------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I |
| Edad | 28 días |
| Fecha de elaboración | 14.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | 10.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 |

ESPECIMEN Nº 87 CON ADITIVO (4.103 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.060 | 0.1969 | 10.9640 | 13.8108 |
| 4,000 | 0.120 | 0.3937 | 21.9280 | 27.4799 |
| 6,000 | 0.175 | 0.5741 | 32.8920 | 39.8853 |
| 8,000 | 0.225 | 0.7382 | 43.8560 | 51.0595 |
| 10,000 | 0.275 | 0.9022 | 54.8200 | 62.1351 |
| 12,000 | 0.345 | 1.1319 | 65.7840 | 77.4756 |
| 14,000 | 0.410 | 1.3451 | 76.7480 | 91.5473 |
| 16,000 | 0.455 | 1.4928 | 87.7120 | 101.1918 |
| 18,000 | 0.520 | 1.7060 | 98.6760 | 114.9818 |
| 20,000 | 0.590 | 1.9357 | 109.6400 | 129.6464 |
| 22,000 | 0.650 | 2.1325 | 120.6040 | 142.0624 |
| 24,000 | 0.710 | 2.3294 | 131.5680 | 154.3365 |
| 26,000 | 0.750 | 2.4606 | 142.5320 | 162.4404 |
| 28,000 | 0.810 | 2.6575 | 153.4960 | 174.4780 |
| 30,000 | 0.880 | 2.8871 | 164.4601 | 188.3427 |
| 32,000 | 0.930 | 3.0512 | 175.4241 | 198.1278 |
| 34,000 | 0.980 | 3.2152 | 186.3881 | 207.8143 |
| 36,000 | 1.030 | 3.3793 | 197.3521 | 217.4024 |
| 38,000 | 1.075 | 3.5269 | 208.3161 | 225.9474 |
| 40,000 | 1.130 | 3.7073 | 219.2801 | 236.2829 |
| 42,000 | 1.180 | 3.8714 | 230.2441 | 245.5755 |
| 44,000 | 1.240 | 4.0682 | 241.2081 | 256.5964 |
| 46,000 | 1.290 | 4.2323 | 252.1721 | 265.6722 |
| 48,000 | 1.335 | 4.3799 | 263.1361 | 273.7561 |
| 50,000 | 1.390 | 4.5604 | 274.1001 | 283.5282 |
| 52,000 | 1.430 | 4.6916 | 285.0641 | 290.5602 |
| 54,000 | 1.490 | 4.8885 | 296.0281 | 300.9901 |
| 56,000 | 1.530 | 5.0197 | 306.9921 | 307.8645 |
| 58,000 | 1.590 | 5.2165 | 317.9561 | 318.0580 |
| 60,000 | 1.630 | 5.3478 | 328.9201 | 324.7748 |
| 62,000 | 1.680 | 5.5118 | 339.8841 | 333.0821 |
| 64,000 | 1.720 | 5.6430 | 350.8481 | 339.6570 |
| 66,000 | 1.770 | 5.8071 | 361.8121 | 347.7870 |



Bachiller: GILMER ADRIAN VILLANUEVA SANCHEZ



| | | | | |
|--------|-------|--------|----------|----------|
| 68,000 | 1.810 | 5.9383 | 372.7761 | 354.2201 |
| 70,000 | 1.940 | 6.3648 | 383.7401 | 374.6922 |
| 72,000 | 1.990 | 6.5289 | 394.7041 | 382.3887 |
| 74,000 | 2.030 | 6.6601 | 405.6681 | 388.4750 |
| 76,000 | 2.050 | 6.7257 | 416.6321 | 391.4945 |
| 78,000 | 2.140 | 7.0210 | 427.5961 | 404.8872 |
| 81,830 | 2.24 | 7.3491 | 448.5922 | 419.3936 |

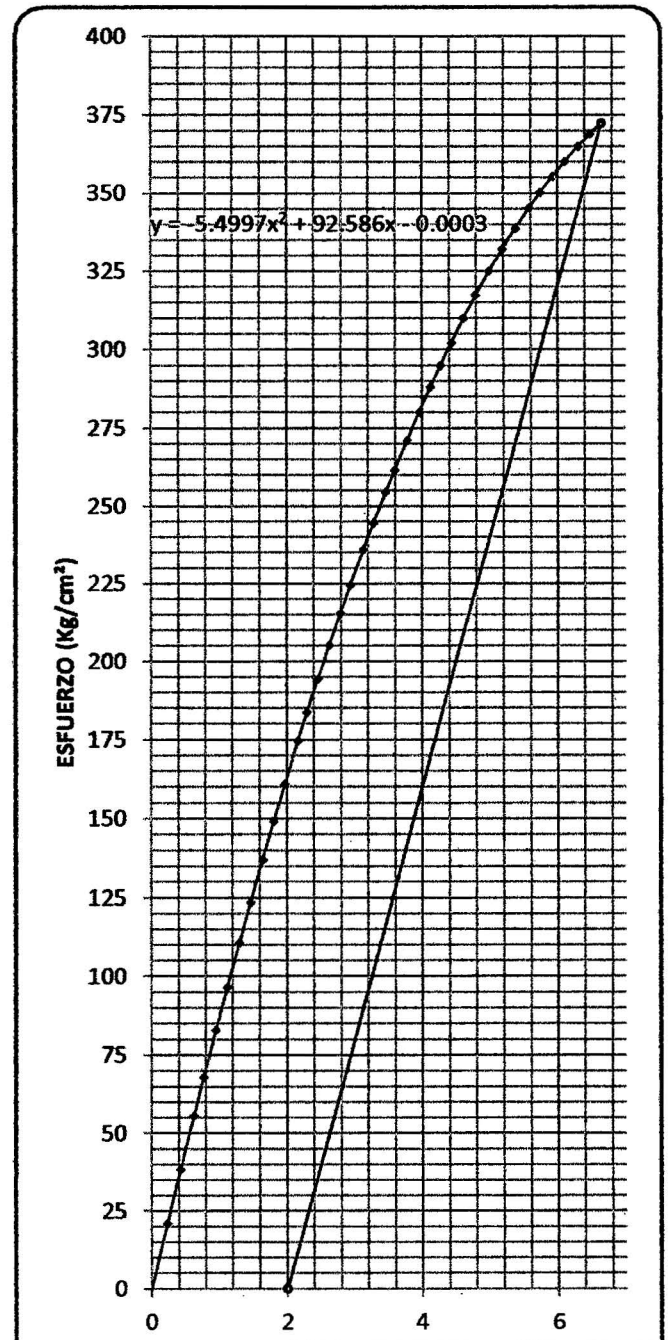
| | |
|---|------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 419.3936 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 78404.7958 |

| | |
|--|------------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I |
| Edad | 28 días |
| Fecha de elaboración | 14.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | 10.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 |

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0003 |
| 2,000 | 0.070 | 0.2297 | 10.9640 | 20.9728 |
| 4,000 | 0.130 | 0.4265 | 21.9280 | 38.4881 |
| 6,000 | 0.190 | 0.6234 | 32.8920 | 55.5770 |
| 8,000 | 0.235 | 0.7710 | 43.8560 | 68.1141 |
| 10,000 | 0.290 | 0.9514 | 54.8200 | 83.1115 |
| 12,000 | 0.340 | 1.1155 | 65.7840 | 96.4348 |
| 14,000 | 0.395 | 1.2959 | 76.7480 | 110.7485 |
| 16,000 | 0.445 | 1.4600 | 87.7120 | 123.4501 |
| 18,000 | 0.500 | 1.6404 | 98.6760 | 137.0801 |
| 20,000 | 0.550 | 1.8045 | 109.6400 | 149.1602 |
| 22,000 | 0.600 | 1.9685 | 120.6040 | 160.9443 |
| 24,000 | 0.660 | 2.1654 | 131.5680 | 174.6945 |
| 26,000 | 0.700 | 2.2966 | 142.5320 | 183.6245 |
| 28,000 | 0.750 | 2.4606 | 153.4960 | 194.5206 |
| 30,000 | 0.800 | 2.6247 | 164.4601 | 205.1207 |
| 32,000 | 0.850 | 2.7887 | 175.4241 | 215.4248 |
| 34,000 | 0.895 | 2.9364 | 186.3881 | 224.4455 |
| 36,000 | 0.955 | 3.1332 | 197.3521 | 236.1001 |
| 38,000 | 1.000 | 3.2808 | 208.3161 | 244.5613 |
| 40,000 | 1.055 | 3.4613 | 219.2801 | 254.5772 |
| 42,000 | 1.095 | 3.5925 | 230.2441 | 261.6365 |
| 44,000 | 1.150 | 3.7730 | 241.2081 | 271.0338 |
| 46,000 | 1.205 | 3.9534 | 252.1721 | 280.0730 |
| 48,000 | 1.255 | 4.1175 | 263.1361 | 287.9796 |
| 50,000 | 1.300 | 4.2651 | 274.1001 | 294.8424 |
| 52,000 | 1.350 | 4.4291 | 285.0641 | 302.1867 |
| 54,000 | 1.405 | 4.6096 | 296.0281 | 309.9234 |
| 56,000 | 1.460 | 4.7900 | 306.9921 | 317.3020 |
| 58,000 | 1.520 | 4.9869 | 317.9561 | 324.9430 |
| 60,000 | 1.580 | 5.1837 | 328.9201 | 332.1577 |

Bachiller: GILMER ADRIAN VILLANUEVA SANCHEZ

ESPECIMEN Nº 88 CON ADITIVO (4.103 lts)





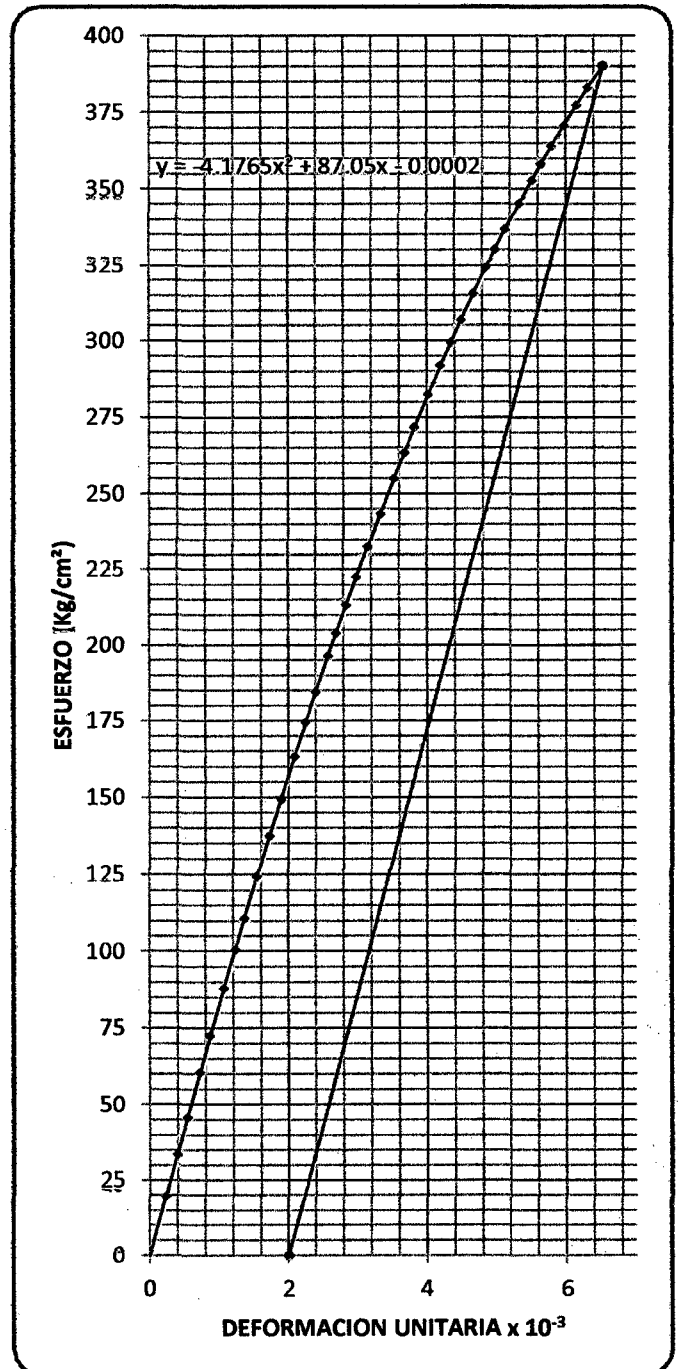
| | | | | |
|--------|-------|--------|----------|----------|
| 62,000 | 1.640 | 5.3806 | 339.8841 | 338.9462 |
| 64,000 | 1.700 | 5.5774 | 350.8481 | 345.3084 |
| 66,000 | 1.750 | 5.7415 | 361.8121 | 350.2847 |
| 64,000 | 1.805 | 5.9219 | 350.8481 | 355.4168 |
| 66,000 | 1.750 | 5.7415 | 361.8121 | 350.2847 |
| 68,000 | 1.805 | 5.9219 | 372.7761 | 355.4168 |
| 70,000 | 1.860 | 6.1024 | 383.7401 | 360.1907 |
| 72,000 | 1.920 | 6.2992 | 394.7041 | 364.9901 |
| 74,000 | 1.975 | 6.4797 | 405.6681 | 369.0151 |
| 77,748 | 2.025 | 6.6437 | 426.2147 | 372.3635 |

| | |
|---|------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 372.3635 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 80186.7915 |

| | |
|--|------------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I |
| Edad | 28 días |
| Fecha de elaboración | 14.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | 10.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 |

ESPECIMEN Nº 89 CON ADITIVO (4.103 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0002 |
| 2,000 | 0.070 | 0.2297 | 10.9640 | 19.7713 |
| 4,000 | 0.120 | 0.3937 | 21.9280 | 33.6241 |
| 6,000 | 0.165 | 0.5413 | 32.8920 | 45.8994 |
| 8,000 | 0.220 | 0.7218 | 43.8560 | 60.6553 |
| 10,000 | 0.265 | 0.8694 | 54.8200 | 72.5260 |
| 12,000 | 0.325 | 1.0663 | 65.7840 | 88.0704 |
| 14,000 | 0.375 | 1.2303 | 76.7480 | 100.7769 |
| 16,000 | 0.415 | 1.3615 | 87.7120 | 110.7802 |
| 18,000 | 0.470 | 1.5420 | 98.6760 | 124.2998 |
| 20,000 | 0.525 | 1.7224 | 109.6400 | 137.5474 |
| 22,000 | 0.575 | 1.8865 | 120.6040 | 149.3547 |
| 24,000 | 0.635 | 2.0833 | 131.5680 | 163.2268 |
| 26,000 | 0.685 | 2.2474 | 142.5320 | 174.5396 |
| 28,000 | 0.730 | 2.3950 | 153.4960 | 184.5289 |
| 30,000 | 0.785 | 2.5755 | 164.4601 | 196.4909 |
| 32,000 | 0.820 | 2.6903 | 175.4241 | 203.9614 |
| 34,000 | 0.865 | 2.8379 | 186.3881 | 213.4045 |
| 36,000 | 0.910 | 2.9856 | 197.3521 | 222.6656 |
| 38,000 | 0.960 | 3.1496 | 208.3161 | 232.7421 |
| 40,000 | 1.015 | 3.3301 | 219.2801 | 243.5666 |
| 42,000 | 1.075 | 3.5269 | 230.2441 | 255.0650 |
| 44,000 | 1.120 | 3.6745 | 241.2081 | 263.4764 |
| 46,000 | 1.165 | 3.8222 | 252.1721 | 271.7058 |
| 48,000 | 1.225 | 4.0190 | 263.1361 | 282.3950 |
| 50,000 | 1.280 | 4.1995 | 274.1001 | 291.9091 |
| 52,000 | 1.325 | 4.3471 | 285.0641 | 299.4910 |
| 54,000 | 1.370 | 4.4948 | 296.0281 | 306.8909 |
| 56,000 | 1.425 | 4.6752 | 306.9921 | 315.6880 |
| 58,000 | 1.480 | 4.8556 | 317.9561 | 324.2131 |
| 60,000 | 1.520 | 4.9869 | 328.9201 | 330.2423 |
| 62,000 | 1.565 | 5.1345 | 339.8841 | 336.8532 |



Bachiller: GILMER ADRIAN VILLANUEVA SANCHEZ



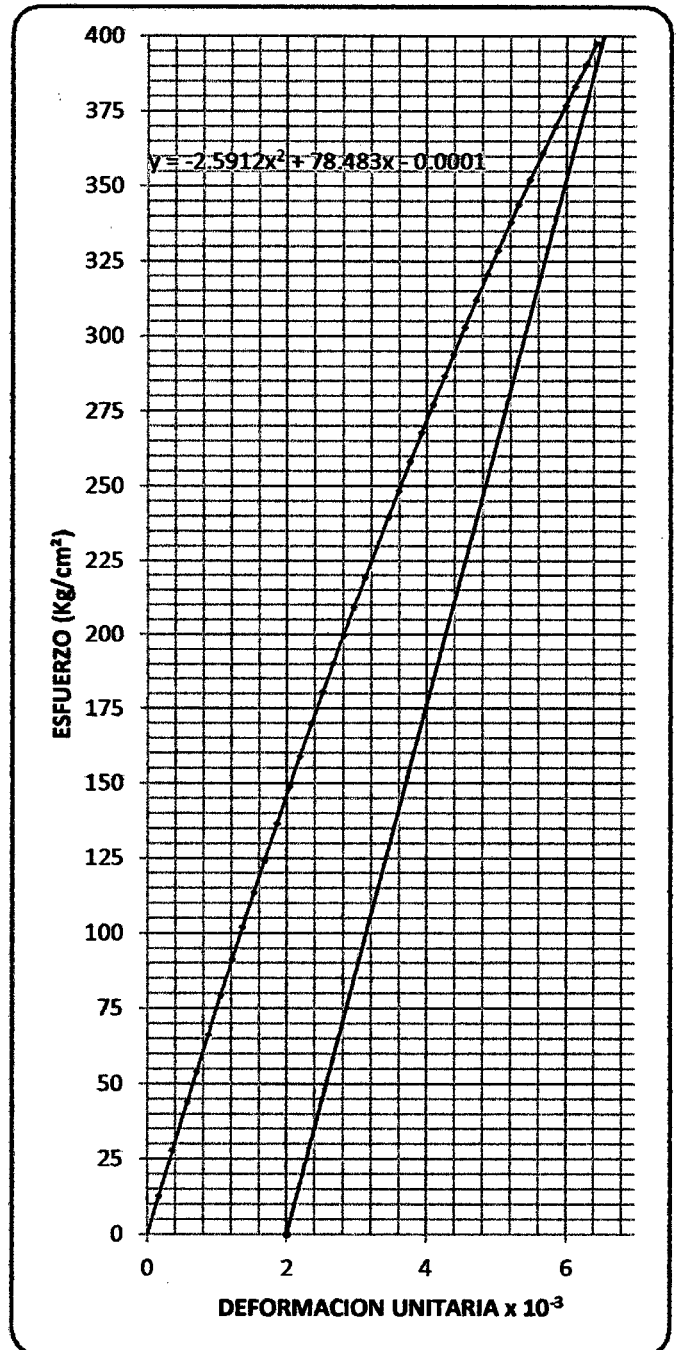
| | | | | |
|--------|-------|--------|----------|----------|
| 64,000 | 1.625 | 5.3314 | 350.8481 | 345.3846 |
| 66,000 | 1.680 | 5.5118 | 361.8121 | 352.9206 |
| 68,000 | 1.720 | 5.6430 | 372.7761 | 358.2306 |
| 72,000 | 1.820 | 5.9711 | 394.7041 | 370.8760 |
| 74,000 | 1.875 | 6.1516 | 405.6681 | 377.4478 |
| 76,000 | 1.925 | 6.3156 | 416.6321 | 383.1861 |
| 78,744 | 1.990 | 6.5289 | 431.6747 | 390.3099 |

| | |
|---|------------|
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | 390.3099 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 86182.5967 |

| | |
|--|------------------------|
| Cemento | Pacasmayo TIPO I |
| Edad | 28 días |
| Fecha de elaboración | 16.DIC.2011 |
| Fecha de Rotura | 10.ENE.2012 |
| Resistencia característica (Kg/cm ²) | 350 Kg/cm ² |
| Área de la probeta (cm ²) | 182.415119 |
| Altura (mm) | 304.8 |

ESPECIMEN Nº 90 CON ADITIVO (4.103 lts)

| PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESION | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------|
| Carga (Kg) | Def (mm) | Def. Unit. | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Esfuerzo Correg. |
| 0 | 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 |
| 2,000 | 0.050 | 0.1640 | 10.9640 | 12.8047 |
| 4,000 | 0.110 | 0.3609 | 21.9280 | 27.9863 |
| 6,000 | 0.175 | 0.5741 | 32.8920 | 44.2065 |
| 8,000 | 0.215 | 0.7054 | 43.8560 | 54.0710 |
| 10,000 | 0.265 | 0.8694 | 54.8200 | 66.2761 |
| 12,000 | 0.320 | 1.0499 | 65.7840 | 79.5407 |
| 14,000 | 0.370 | 1.2139 | 76.7480 | 91.4529 |
| 16,000 | 0.415 | 1.3615 | 87.7120 | 102.0547 |
| 18,000 | 0.465 | 1.5256 | 98.6760 | 113.7020 |
| 20,000 | 0.510 | 1.6732 | 109.6400 | 124.0653 |
| 22,000 | 0.565 | 1.8537 | 120.6040 | 136.5782 |
| 24,000 | 0.620 | 2.0341 | 131.5680 | 148.9223 |
| 26,000 | 0.665 | 2.1818 | 142.5320 | 158.8965 |
| 28,000 | 0.715 | 2.3458 | 153.4960 | 169.8465 |
| 30,000 | 0.765 | 2.5098 | 164.4601 | 180.6571 |
| 32,000 | 0.810 | 2.6575 | 175.4241 | 190.2673 |
| 34,000 | 0.855 | 2.8051 | 186.3881 | 199.7646 |
| 36,000 | 0.900 | 2.9528 | 197.3521 | 209.1490 |
| 38,000 | 0.950 | 3.1168 | 208.3161 | 219.4435 |
| 40,000 | 1.050 | 3.4449 | 219.2801 | 239.6142 |
| 42,000 | 1.095 | 3.5925 | 230.2441 | 248.5091 |
| 44,000 | 1.145 | 3.7566 | 241.2081 | 258.2597 |
| 46,000 | 1.195 | 3.9206 | 252.1721 | 267.8709 |
| 48,000 | 1.245 | 4.0846 | 263.1361 | 277.3427 |
| 50,000 | 1.295 | 4.2487 | 274.1001 | 286.6750 |
| 52,000 | 1.335 | 4.3799 | 285.0641 | 294.0404 |
| 54,000 | 1.385 | 4.5440 | 296.0281 | 303.1217 |
| 56,000 | 1.435 | 4.7080 | 306.9921 | 312.0635 |
| 58,000 | 1.485 | 4.8720 | 317.9561 | 320.8659 |
| 60,000 | 1.530 | 5.0197 | 328.9201 | 328.6687 |
| 62,000 | 1.585 | 5.2001 | 339.8841 | 338.0522 |
| 64,000 | 1.620 | 5.3150 | 350.8481 | 343.9356 |





| | | | | |
|---|-------|--------|----------|------------|
| 66,000 | 1.670 | 5.4790 | 361.8121 | 352.2220 |
| 68,000 | 1.725 | 5.6594 | 372.7761 | 361.1759 |
| 70,000 | 1.780 | 5.8399 | 383.7401 | 369.9611 |
| 72,000 | 1.825 | 5.9875 | 394.7041 | 377.0235 |
| 74,000 | 1.865 | 6.1188 | 405.6681 | 383.2063 |
| 76,000 | 1.915 | 6.2828 | 416.6321 | 390.8093 |
| 78,000 | 1.960 | 6.4304 | 427.5961 | 397.5328 |
| 82,320 | 2.01 | 6.5945 | 451.2784 | 404.8709 |
| Esfuerzo de rotura (kg/cm ²) | | | | 404.8709 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | | | | 88120.9968 |



APENDICE 19
PANEL FOTOGRAFICO

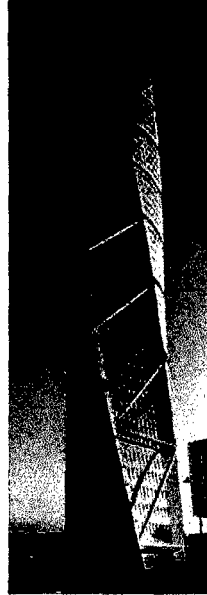


Figura 1.-Estructura de gran altura construida con concreto de alta resistencia



Figura 2.-Otra estructura construida con el CAR. Puente de gran longitud



Foto 1.-Cantera, de donde se extrajeron los materiales.



Foto 2.-Ensayo; peso específico del agregado grueso



Foto3.-Ensayo; peso específico del agregado fino



Foto 4.-Agregado grueso, luego de ser sometido al ensayo de abrasión.



Foto 5.-Ensayo para determinar el Puv del agregado grueso



Foto 6.-Equipo usado en el análisis granulométrico de los agregados

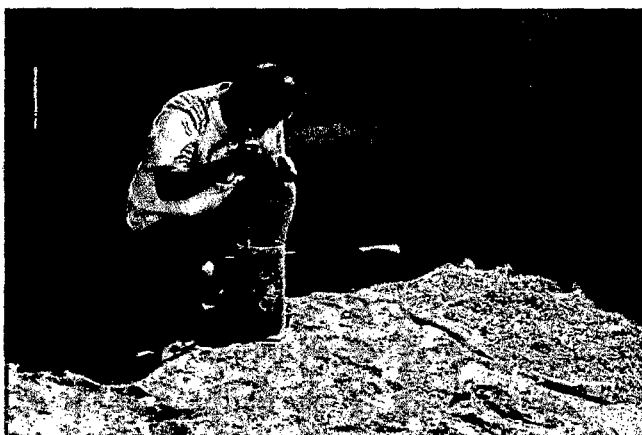


Foto 7.-Determinando el Puv compactado del agregado fino



Foto 8.-Determinando el Puv compactado del agregado grueso



Foto 9.-Determinando el Puv del agregado



Foto 10.-Puv. Del agregado grueso



Foto 11.-Canastilla metálica para el ensayo de peso específico del Ag



Foto 12.-Determinación del peso sumergido en agua del Ag.



Foto 13.-Ensayo de granulometría de agregados

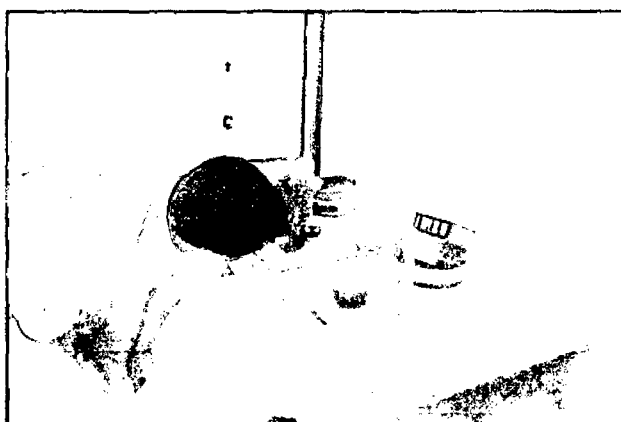


Foto 14.-Ensayo de Peso Especifico del Agregado Fino

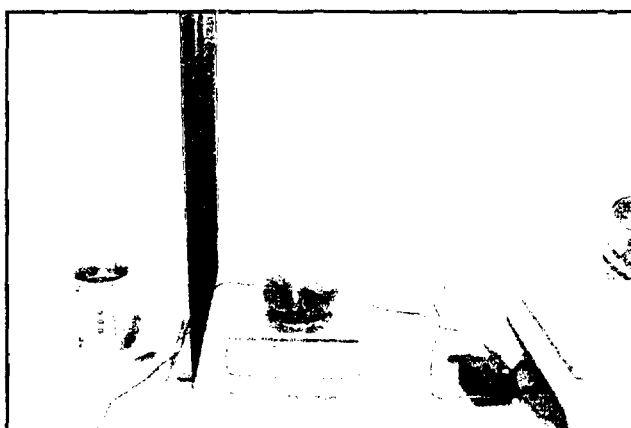


Foto 15.-Peso sumergido en agua del agregado fino para determinar su Pe.



Foto 16.-Ensayo del porcentaje de sustancias más finas del tamiz #200



Foto 17.-Ensayo para determinar el contenido de humedad de los agregados



Foto 18.-Mezclado del concreto



Foto 19.-Ensayo para determinar el slump del concreto



Foto 20.-Medición del asentamiento del concreto fresco



Foto 21.-Empezando a colar una probeta para el ensayo a compresión



Foto 22.-Compactando el concreto en el colado de la probeta



Foto 23.-Evaluando el sangrado del concreto fresco

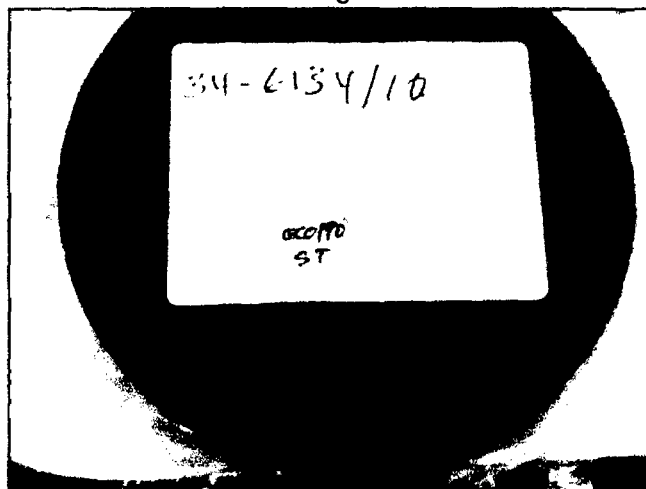


Foto 24.-Codificación de las probetas coladas



Foto 25.-Curado de las probetas estándar para el ensayo a compresión



Foto 26.-Proceso de acondicionamiento de probetas de ensayo

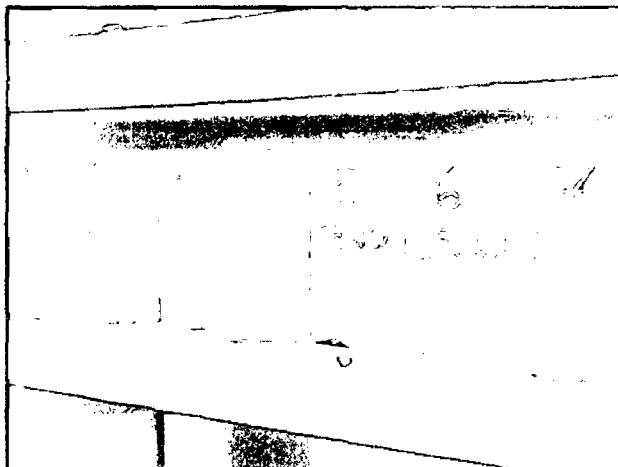


Foto 27.-Acondicionamiento de probetas en el laboratorio

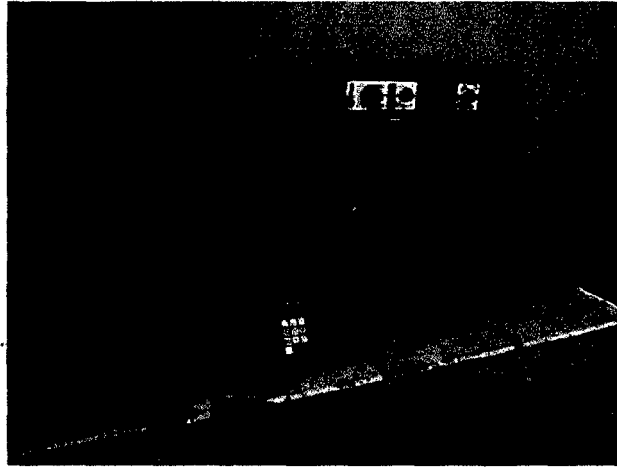


Foto 28.-Determinación del Peso unitario del concreto seco

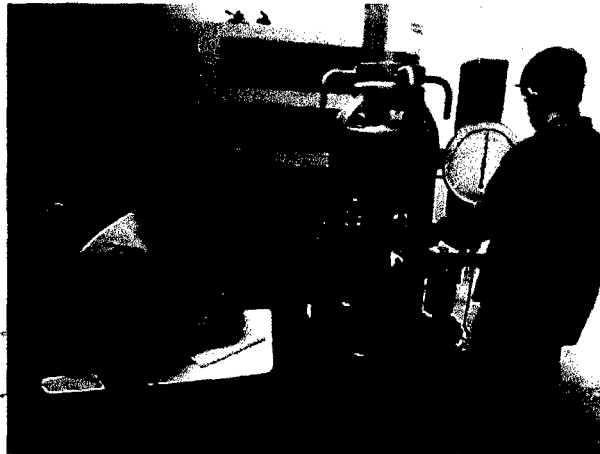


Foto 29.-Ensayo a compresión de las probetas



Foto 30.-Tipico fallamiento de probetas

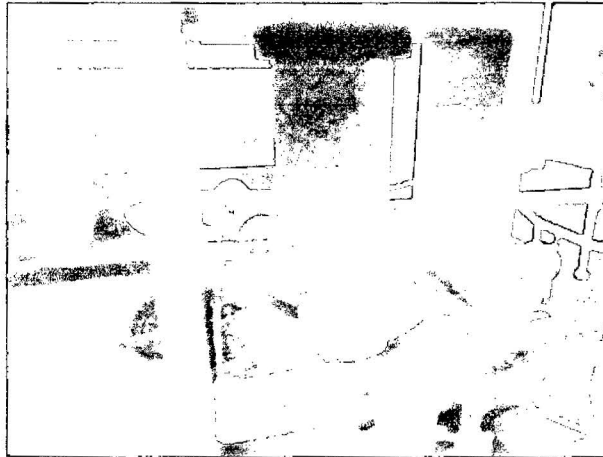


Foto 31.-Plano de falla donde se nota el colapso de la pasta

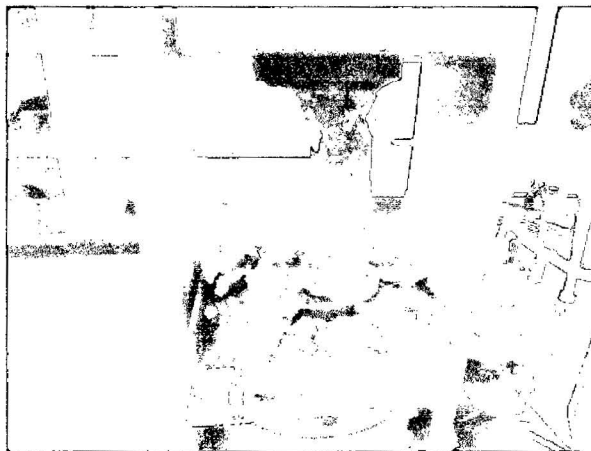


Foto 32.-Tipo de falla con geometría de conos invertidos