



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

“RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DEL
CONCRETO UTILIZANDO AGREGADO DE PIEDRA
CALIZA TRITURADA LAVADA, 2015”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Campos LLatas, Elver Iván

Asesor:

Dr. Ing. Rosa Aydee LLique Mondragón

Cajamarca – Perú

2015

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el Bachiller **Campos Llatas Elver Iván**, denominada:

“RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DEL CONCRETO
UTILIZANDO AGREGADO DE PIEDRA CALIZA TRITURADA
LAVADA, 2015”

Dr. Ing. Rosa Aydee LLique Mondragón
ASESOR

Dr. Cs. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
JURADO
PRESIDENTE

Ing. López Villanueva Cristhian
JURADO

Ing. Gabriel Cachi Cerna
JURADO

DEDICATORIA

Con gratitud y cariño a mis padres Sergio Campos y Irma Elena por su apoyo permanente e incondicional para realizarme como profesional y ser humano; a mis hermanos que me apoyaron en todo momento para que mi vida sea exitosa y lograr mi objetivo, también agradezco a Dios por brindarme la salud y el bienestar de mi persona.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darnos la vida, a mis padres y hermanos por haberme apoyado permanentemente para la culminación del presente trabajo de investigación.

También mi profundo agradecimiento a la Universidad Privada Del Norte, a todos los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de éste Centro Superior de Estudios, especialmente a mi asesor la Dr. Ing. Rosa Aydee LLique Mondragón, por sus valiosos aportes y conocimientos que en todo momento me ha apoyado.

Finalmente, mi agradecimiento a mis compañeros y amigos que de alguna forma han contribuido para la culminación de éste trabajo de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TESIS	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Realidad problemática.....	14
1.2. Formulación del problema.....	16
1.3. Justificación.....	16
1.4. Limitaciones.....	16
1.5. Objetivos.....	17
1.5.1. <i>Objetivo General</i>	
1.5.2. <i>Objetivos Específicos</i>	
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes.....	18
2.2. Bases Teóricas.....	19
2.3. Definición de términos básicos.....	49
CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS	51
3.1. Formulación de la hipótesis.....	51
3.2. Operacionalización de variables.....	51
CAPÍTULO 4. MATERIAL Y MÉTODOS	53
4.1. Tipo de diseño de investigación.....	53
4.2. Material.....	53
4.2.1. <i>Unidad de estudio</i>	53
4.2.2. <i>Población</i>	53
4.2.3. <i>Muestra</i>	53
4.3. Métodos.....	53
4.3.1. <i>Técnicas de recolección de datos y análisis de datos</i>	53
4.3.2. <i>Procedimientos</i>	53

CAPÍTULO 5. DESARROLLO	59
CAPÍTULO 6. RESULTADOS.....	65
CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN	142
CONCLUSIONES.....	77
RECOMENDACIONES.....	79
REFERENCIAS.....	80
ANEXOS.....	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1 Producción de rocas en la Provincia De Buenos Aires.....	13
Tabla N° 2 Componentes químicos del cemento y su procedencia.....	21
Tabla N° 3 Porcentaje de óxidos que componen el cemento portland.....	21
Tabla N° 4 Límites permisibles para agua de mezcla y de curado.....	26
Tabla N° 5 Limitaciones en la composición de agua de lavado para su empleo en agua de mezcla	28
Tabla N°6 Rocas y constituyentes minerales en agregados para concreto.....	29
Tabla N°7 Minerales, rocas y materiales sintéticos que pueden ser potencialmente reactivos con los álcalis del cemento.....	31
Tabla N°8 Resistencia a compresión de algunas rocas empleadas en construcción.....	33
Tabla N°9 Módulo de elasticidad de algunas rocas empleadas en construcción.....	34
Tabla N°10 Peso específico de masa de algunas rocas empleadas en construcción.....	35
Tabla N°11 Trabajabilidad, revenimiento y factor de compactación de concretos con tamaño máximo de agregado de 3/4" a 1 1/2" (19mm. a 38 mm).....	40
Tabla N°12 Operacionalización de variables.....	50
Tabla N°13 Matriz de consistencia.....	51
Tabla N°14 Identificación y datos de la cantera.....	59
Tabla N°15 Selección de la resistencia promedio a partir de la resistencia en compresión especificada.....	59
Tabla N°16 Selección del tamaño máximo nominal del agregado.....	59
Tabla N°17 Selección del asentamiento.....	60
Tabla N°18 Selección del volumen unitario de agua de diseño.....	60
Tabla N°19 Selección del contenido de aire.....	60
Tabla N°20 Selección de la relación agua – cemento por resistencia	61
Tabla N°21 Determinación del factor cemento.....	61
Tabla N°22 Determinación del contenido de agregado grueso.....	62
Tabla N°23 Determinación de la suma de volúmenes absolutos del cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso.....	62

Tabla N° 24 Determinación del volumen absoluto del agregado fino.....	63
Tabla N°25 Determinación del peso del agregado fino.....	63
Tabla N°26 Determinación de los valores de diseño del cemento, agua, aire, agregado fino, y agregado grueso.....	63
Tabla N°27 Corrección de los valores de diseño por humedad del agregado.....	63
Tabla N°28 Determinación de la proporción en peso, de diseño y de obra.....	64
Tabla N°29 Determinación de los pesos por tanda para 03 probetas.....	64
Tabla N° 30 Resistencia a compresión axial a los 14 días con agregado triturado sin lavar.....	65
Tabla N° 31 Resistencia a compresión axial a los 14 días con agregado triturado lavado.....	66
Tabla N° 32 Resistencia a compresión axial a los 21 días con agregado triturado sin lavar.....	68
Tabla N° 33 Resistencia a compresión axial a los 21 días con agregado triturado lavado.....	69
Tabla N° 34 Resistencia a compresión axial a los 28 días con agregado triturado sin lavar.....	71
Tabla N° 35 Resistencia a compresión axial a los 28 días con agregado triturado lavado.....	72
Tabla N° 36 Esfuerzo vs deformación P-01 ensayo compresión axial.....	83
Tabla N° 37 Esfuerzo vs deformación P-02 ensayo compresión axial.....	84
Tabla N° 38 Esfuerzo vs deformación P-03 ensayo compresión axial.....	85
Tabla N° 39 Esfuerzo vs deformación P-10 ensayo compresión axial.....	86
Tabla N° 40 Esfuerzo vs deformación P-11 ensayo compresión axial.....	87
Tabla N° 41 Esfuerzo vs deformación P-12 ensayo compresión axial.....	88
Tabla N° 42 Esfuerzo vs deformación P-13 ensayo compresión axial.....	89
Tabla N° 43 Esfuerzo vs deformación LV-01 ensayo compresión axial.....	90
Tabla N° 44 Esfuerzo vs deformación LV-02 ensayo compresión axial.....	91
Tabla N° 45 Esfuerzo vs deformación LV-03 ensayo compresión axial.....	92
Tabla N° 46 Esfuerzo vs deformación LV-04 ensayo compresión axial.....	93
Tabla N° 47 Esfuerzo vs deformación LV-05 ensayo compresión axial.....	95
Tabla N° 48 Esfuerzo vs deformación LV-06 ensayo compresión axial.....	96
Tabla N° 49 Esfuerzo vs deformación LV-07 ensayo compresión axial.....	97
Tabla N° 50 Resistencia a compresión axial a los 14 días con agregado de piedra caliza triturada sin lavar.....	99

Tabla N° 51 Resistencia a compresión axial a los 14 días con agregado de piedra caliza triturada lavada.....	99
Tabla N° 52 Esfuerzo vs deformación P-04 ensayo compresión axial.....	101
Tabla N° 53 Esfuerzo vs deformación P-05 ensayo compresión axial.....	102
Tabla N° 54 Esfuerzo vs deformación P-06 ensayo compresión axial.....	103
Tabla N° 55 Esfuerzo vs deformación P-07 ensayo compresión axial.....	104
Tabla N° 56 Esfuerzo vs deformación P-08 ensayo compresión axial.....	105
Tabla N° 57 Esfuerzo vs deformación P-09 ensayo compresión axial.....	106
Tabla N° 58 Esfuerzo vs deformación P-14 ensayo compresión axial.....	107
Tabla N° 59 Esfuerzo vs deformación LV-09 ensayo compresión axial.....	108
Tabla N° 60 Esfuerzo vs deformación LV-10 ensayo compresión axial.....	109
Tabla N° 61 Esfuerzo vs deformación LV-11 ensayo compresión axial.....	110
Tabla N° 62 Esfuerzo vs deformación LV-12 ensayo compresión axial.....	112
Tabla N° 63 Esfuerzo vs deformación LV-13 ensayo compresión axial.....	113
Tabla N° 64 Esfuerzo vs deformación LV-14 ensayo compresión axial.....	114
Tabla N° 65 Esfuerzo vs deformación LV-15 ensayo compresión axial.....	115
Tabla N° 66 Resistencia a compresión axial a los 21 días con agregado de piedra caliza triturada sin lavar.....	117
Tabla N° 67 Resistencia a compresión axial a los 21 días con agregado de piedra caliza triturada lavada.....	117
Tabla N° 68 Esfuerzo vs deformación P-15 ensayo compresión axial.....	119
Tabla N° 69 Esfuerzo vs deformación P-16 ensayo compresión axial.....	120
Tabla N° 70 Esfuerzo vs deformación P-17 ensayo compresión axial.....	121
Tabla N° 71 Esfuerzo vs deformación P-18 ensayo compresión axial.....	122
Tabla N° 72 Esfuerzo vs deformación P-19 ensayo compresión axial.....	123
Tabla N° 73 Esfuerzo vs deformación P-20 ensayo compresión axial.....	124
Tabla N° 74 Esfuerzo vs deformación P-21 ensayo compresión axial.....	125
Tabla N° 75 Esfuerzo vs deformación P-22 ensayo compresión axial.....	126
Tabla N° 76 Esfuerzo vs deformación P-23 ensayo compresión axial.....	127
Tabla N° 77 Esfuerzo vs deformación P-24 ensayo compresión axial.....	128
Tabla N° 78 Esfuerzo vs deformación P-25 ensayo compresión axial.....	130
Tabla N° 79 Esfuerzo vs deformación P-26 ensayo compresión axial.....	131
Tabla N° 80 Esfuerzo vs deformación P-27 ensayo compresión axial.....	132
Tabla N° 81 Esfuerzo vs deformación P-28 ensayo compresión axial.....	133
Tabla N° 82 Esfuerzo vs deformación P-29 ensayo compresión axial.....	134
Tabla N° 83 Esfuerzo vs deformación P-30 ensayo compresión axial.....	135

Tabla N° 84 Esfuerzo vs deformación LV-08 ensayo compresión axial.....	136
Tabla N° 85 Esfuerzo vs deformación LV-16 ensayo compresión axial.....	137
Tabla N° 86 Esfuerzo vs deformación LV-17 ensayo compresión axial.....	139
Tabla N° 87 Esfuerzo vs deformación LV-18 ensayo compresión axial.....	140
Tabla N° 88 Esfuerzo vs deformación LV-19 ensayo compresión axial.....	141
Tabla N° 89 Esfuerzo vs deformación LV-20 ensayo compresión axial.....	143
Tabla N° 90 Esfuerzo vs deformación LV-21 ensayo compresión axial.....	144
Tabla N° 91 Esfuerzo vs deformación LV-22 ensayo compresión axial.....	145
Tabla N° 92 Esfuerzo vs deformación LV-23 ensayo compresión axial.....	147
Tabla N° 93 Esfuerzo vs deformación LV-24 ensayo compresión axial.....	148
Tabla N° 94 Esfuerzo vs deformación LV-25 ensayo compresión axial.....	149
Tabla N° 95 Esfuerzo vs deformación LV-26 ensayo compresión axial.....	151
Tabla N° 96 Esfuerzo vs deformación LV-27 ensayo compresión axial.....	152
Tabla N° 97 Esfuerzo vs deformación LV-28 ensayo compresión axial.....	154
Tabla N° 98 Esfuerzo vs deformación LV-29 ensayo compresión axial.....	155
Tabla N° 99 Esfuerzo vs deformación LV-30 ensayo compresión axial.....	156
Tabla N° 100 Resistencia a compresión axial a los 28 días con agregado de piedra caliza triturada sin lavar.....	158
Tabla N° 101 Resistencia a compresión axial a los 28 días con agregado de piedra caliza triturada lavada.....	159
Tabla N° 102 Temperatura de la mezcla de concreto laboratorio UPN.....	161

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01 Resistencia a compresión axial a los 14 días con agregado de piedra caliza triturada67, 100

Gráfico N° 02 Resistencia a compresión axial a los 21 días con agregado de piedra caliza triturada70, 118

Gráfica N° 03: Resistencia a compresión axial del concreto elaborado con agregado triturado de piedra caliza a los 28 días.....73, 160

RESUMEN

En la presente tesis se a echo énfasis a la tecnología del concreto así como también a los materiales que lo componen y su comportamiento frente a cargas que actúan, se da a conocer las propiedades físicas y químicas de los agregados así como también la influencia de las características del tipo de agregado y su influencia en cuanto a la resistencia a compresión axial del concreto, y tal cual es muy importante que los agregados sean lavados para elaborar un diseño de mezclas ya que esto influye en la resistencia a compresión del concreto, es muy importante lavarlos los agregados para eliminar los materiales como finos y arcillas que estos agregados contienen debido a su trituración, también se da a conocer las características que debe de tener el agua siendo está muy importante para obtener una buena trabajabilidad y plasticidad del concreto por lo que debe de cumplir con los límites permisibles en cuanto a cloruros (lón Cl), sulfato (lón SO₄), Ph, sólidos en suspensión, porcentaje de finos que contiene los agregados afectando la resistencia a compresión axial del concreto etc.

La finalidad del trabajo de investigación es determinar en cuánto aumenta la resistencia a compresión axial del concreto elaborado con agregado de piedra caliza tritura lavada.

ABSTRACT

In this thesis was to throw emphasis on concrete technology as well as the component materials and their behavior in loads acting, it is given to know the physical and chemical properties of aggregates as well as the influence of characteristics of the type of aggregate and its influence in terms of resistance to axial compression of concrete, and as it is very important that the aggregates are washed to produce a mix design as this influences the compressive strength of the concrete, which is very important washing to remove materials as fine and clays that these aggregates containing due to grinding, is also disclosed the characteristics required to have the water still is very important to obtain good workability and plasticity of the concrete so must meet permissible limits as to chlorides (Cl ion), sulfate (SO₄ ion), Ph, suspended solids, percent fines containing aggregates affecting axial compression strength of the concrete etc.

The purpose of the research is to determine as increases resistance to axial compression of concrete made with crushed limestone aggregate washed.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

a) A nivel local

La descentralización del mercado de cemento en el Perú empezó con la instalación y puesta en marcha de la planta de cementos Pacasmayo en 1957, a 667 kilómetros al norte de Lima. Construida con tecnología alemana, con una inversión inicial de cinco millones de dólares y abastecida desde su cantera de piedra caliza en Tembladera (Cajamarca), una de las canteras más importantes y además una de las más grandes de la región, se dio inicio a una de las plantas industriales más importantes e históricas de la región norte del Perú (**Pacasmayo, 2009**).

Cementos Pacasmayo S.A, es una empresa orientada a la fabricación de cemento en su planta industrial ubicada en el puerto de Pacasmayo a 96 km al norte de la ciudad de Trujillo, con una producción anual de 2 300 000 TM. Para la fabricación de cemento se requiere de la piedra caliza como materia prima para el procesamiento de su producto, es así que cuenta con la cantera Tembladera para la obtención de este material, esta cantera ocupa una extensión de 1991 Ha y tiene reservas estimadas de 100 TM. En esta concesión se explota “Caliza”, mediante la técnica de corte y derribo a tajo abierto lo que luego se transporta a la planta de Cementos Pacasmayo S.A, Ubicada a 65 Km de la cantera (**Pacasmayo, 2009**).

En la unidad minera Cantera Tembladera, se explota caliza en tres tajos, Oeste (extinguido en cuanto a sus reservas), Norte y este estos últimos divididos en tres blocks, 1, 2, 3. La explotación es a tajo abierto, con bancos de 10m de alto, 15m de ancho con un talud de 70° y con un talud final de tajo de 56° (**Pacasmayo, 2009**).

b) Nacional

No se encontró estudios sobre agregados de roca caliza en la elaboración de concretos

c) Internacional

La provincia de buenos aires comprende actividades extractivas de roca caliza, con una producción del orden de 24 millones de tn/año, en ella se produce la mayor parte de los agregados triturados pétreos del país. Conjuntamente con el aprovechamiento de la

caliza y del granito. Las principales rocas relacionadas con la tecnología del hormigón que se explotan en la Provincia De Buenos Aires se indican en la siguiente tabla 1, **(Cabrera, 2012)**

Tabla N°1: Producción de rocas en la Provincia De Buenos Aires

Minerales no metalíferos	Producción (toneladas)	
	2010	2011
Granito triturado	5,290,000.00	--
Calizas	5,132,920.00	4,791,050.00
Cuarcita	899,540.00	--
Arenas de construcción	5,556,144.00	5,684,403.00
Dolomita triturada	792,700.00	79,396.00
Arenas silíceas	16,450.00	10,000.00
Triturados pétreos	--	7,268,439.00
Canto rodado	--	128,000.00

Fuente: (Cabrera, 2012)

La Península de Yucatán en México es una extensa planicie –carente de ríos y lagunas– constituida por sedimentos calcáreos marinos, con características morfológicas bastantes uniformes. En esta región los agregados para el concreto se obtienen a partir de la extracción y trituración de la roca caliza, la cual es altamente porosa, **(Solis, 2008)**.

De acuerdo con estudios químicos reportados estas rocas están constituidas principalmente de carbonato de calcio (77%) y de carbonato de magnesio (13%), **(Alonzo P. J., 2003)**.

Pruebas mecánicas realizadas a estas rocas calizas han dado los siguientes valores medios: resistencia a la compresión 283 kg/cm², densidad relativa 2,17, absorción 7,11% y módulo de elasticidad 1 203 772 kg/cm², **(Espinoza, 2003)**.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la resistencia a la compresión axial del concreto utilizando piedra caliza triturada lavada, 2015?

1.3. Justificación

- La investigación me permitirá determinar si la piedra caliza brinda mejor resistencia al concreto al ser utilizado como agregado grueso, así mismo poder aportar al área de tecnología del concreto y a la carrera de ingeniería civil.

1.3.1 Justificación aplicativa o práctica:

- Buscar mayor resistencia al concreto utilizando piedra caliza triturada lavada, de tal manera que en la elaboración de concreto se obtenga buena resistencia, trabajabilidad y durabilidad.

1.3.2 Justificación Valorativa

- Esta investigación proporcionará al estudiante datos con los cuales se puede trabajar y aplicar en un futuro a la carrera profesional

1.3.3 Justificación Académica

- Mediante el proyecto de investigación y los conocimientos adquiridos en la Universidad Privada del Norte complementaremos nuestra formación profesional.

1.4 Limitaciones

- No existe antecedentes de concretos elaborados con agregado de piedra caliza triturada lavada.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General.

- 1) Determinar la resistencia a la compresión axial del concreto utilizando agregado de piedra caliza triturada lavada, 2015.

1.5.2 Objetivos Específicos.

- 1) Determinar la resistencia a compresión axial del concreto de $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, utilizando piedra caliza triturada lavada de la cantera Otuzco Mirador.
- 2) Determinar la resistencia a compresión axial del concreto de $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, utilizando piedra caliza triturada de la cantera Otuzco Mirador.
- 3) Proponer algunas recomendaciones para mejorar la resistencia a compresión axial del concreto.

CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Agregados de piedra caliza y su comportamiento en el concreto. En la Península de Yucatán, los agregados provienen de la trituración de roca caliza cuyo origen geológico son las formaciones sedimentarias del Cenozoico. En el planeta, la piedra caliza es la más abundante de las rocas de carbonato; va del rango de la roca caliza pura, que consiste en el mineral calcita (carbonato cálcico), a la dolomita pura, que consiste en el mineral dolomita (carbonato cálcico magnésico). Generalmente todas contienen además, en diferentes proporciones y cantidades, impurezas no carbonatadas, como son la arcilla y la arena **(Monteiro, 1998)**.

Hay que hacer notar que, comparados con las rocas ígneas, los agregados producidos con Sedimentos estratificados pueden variar ampliamente en sus características. Esto es debido a que las condiciones bajo las cuales fueron consolidadas son distintas según el área y estrato en que son extraídas. Las rocas tienden a ser porosas y débiles cuando se forman bajo presiones relativamente bajas; y son densas y resistentes si se forman bajo presiones altas. Comparada con otros agregados, la piedra caliza tiene gran influencia en la naturaleza y carácter de la microestructura de la ITZ; la reacción de este material se caracteriza por manchas cafés y muy alta porosidad. La interacción química entre algunas rocas y la pasta de cemento puede conducir a un incremento en la fuerza de la adherencia, en particular la piedra caliza reacciona con la pasta de cemento hasta producir una gran cantidad de poros en la ITZ, lo que resulta en una reducción en la fuerza de adherencia a edades tempranas; sin embargo, a mayor edad, estos poros se llenan con productos de reacción posteriores incrementando la fuerza de adherencia **(Tasong, 1999)**.

A pesar de esta ventaja en la adherencia, la baja resistencia mecánica de los agregados de roca caliza provoca una práctica de sobredosificación en cemento con miras a alcanzar concretos que cumplan con los esfuerzos de diseño **(Centeno, 1994)**.

Puesto que los agregados de piedra caliza proporcionan buena adherencia con la pasta de cemento, las resistencias obtenidas pueden aumentarse usando en la producción de los concretos piedra caliza más densa, con bajos coeficientes de desgaste (prueba de los ángeles), que agregaría el efecto de usar un agregado resistente a su buena adherencia con la pasta **(Fernández, 1996)**.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Naturaleza petrológica de los agregados pétreos

Los agregados se pueden clasificar en tres grandes grupos: agregados calizos, agregados silíceos y agregados ígneos y metamórficos.

La roca caliza es muy común, abundante y económica en los procesos de trituración, se emplea generalmente en todas las capas de los firmes, exceptuándose en algunas ocasiones como agregado grueso en las capas de rodadura, debido a la facilidad que tiene de pulimentarse en condiciones de servicio, su carácter es básico, presenta por lo regular menores problemas de adhesividad, es decir, de afinidad con los ligantes asfálticos. En mezclas asfálticas se utiliza para mejorar esta característica cuando se emplean además otro tipo de agregados, más duros pero también más ácidos (silíceos, pórfidos, entre otros). **(Rodríguez, 2003).**

El concreto es un material pétreo artificial que se obtiene de la mezcla, en determinadas proporciones, de pasta y agregados minerales. La pasta se compone de cemento y agua, que al endurecerse une a los agregados formando un conglomerado semejante a una roca debido a la reacción química entre estos componentes. Para lograr las mejores propiedades mecánicas, el concreto debe contar con un esqueleto pétreo empacado lo más densamente posible, y con la cantidad de pasta de cemento necesaria para llenar los huecos que éste deje **(Palbol, 1996).**

El esfuerzo que el concreto puede resistir como material compuesto está determinado principalmente, por las características del mortero (mezcla de cemento, arena y agua), de los agregados gruesos y de la interface entre éstos dos componentes. Debido a lo anterior, morteros con diferentes calidades y agregados gruesos con diferentes características (forma, textura, mineralogía, resistencia, etc.), pueden producir concretos de distintas resistencias **(Çeçen, 1997).**

La necesidad de contar con un concreto de calidad hace indispensable conocer a detalle sus componentes, ya que tanto la resistencia como la durabilidad dependen de las propiedades físicas y químicas de ellos, especialmente de los agregados. Sin embargo, uno de los problemas que generalmente encuentran los ingenieros y los constructores al emplear el concreto, es la poca verificación de las características de los agregados

pétreos que utilizan, lo que propicia con cierta frecuencia resultados diferentes a los esperados **(Cerón, 1996)**.

La absorción es quizás la propiedad del agregado que más influye en la consistencia del concreto, puesto que las partículas absorben agua directamente en la mezcladora, disminuyendo la manejabilidad de la mezcla. Si dos tipos de agregados tienen absorción similar, otros factores secundarios serán de importancia en la consistencia de la mezcla, tales como forma, tamaño y graduación; ya que mientras mayor superficie del agregado sea necesario cubrir con pasta, se tendrá menos fluidez. Una buena consistencia y manejabilidad de la mezcla se obtiene con la combinación de índices bajos de absorción y un coeficiente bueno de forma, en donde las partículas son aproximadamente redondas **(Fernández, 1996)**.

Agregado grueso.- El ripio o piedra triturada, debe provenir de rocas sanas, duras y estar formado por partículas prismáticas, que tiendan a la forma cúbica, no alargadas. Si están recubiertas con el polvo de la trituración, hay que lavarlas. La grava, o canto rodado, debe estar limpio, sin adherencias de limo o arcilla y no tener partículas livianas (pómez) o terrones. No son convenientes las partículas demasiado lisas, aunque son las más duras. Tampoco son deseables las partículas planas porque son livianas o muy poco resistentes. **(Lafarge, 2009)**

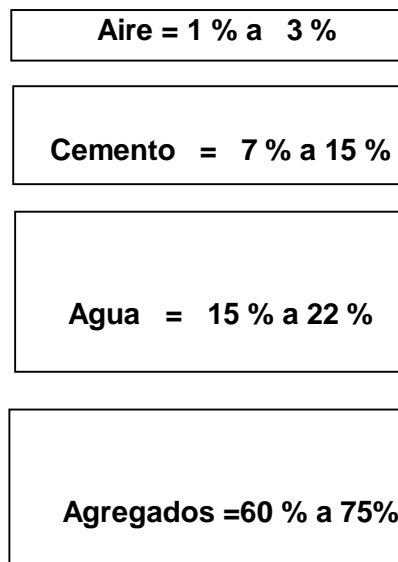
2.2.2 Los componentes del concreto

La Tecnología del concreto moderna define para este material cuatro componentes: Cemento, agua, agregados y aditivos como elementos activos y el aire como elemento pasivo. Si bien la definición tradicional consideraba a los aditivos como un elemento opcional, en la práctica moderna mundial estos constituyen un ingrediente normal, por cuanto está científicamente demostrada la conveniencia de su empleo en mejorar condiciones de trabajabilidad, resistencia y durabilidad, siendo a la larga una solución más económica si se toma en cuenta el ahorro en mano de obra y equipo de colocación y compactación, mantenimiento, reparaciones e incluso en reducción de uso de cemento. **(Carbajal, 1998)**.

Ya hemos establecido conceptualmente la necesidad de conocer a profundidad las propiedades de los componentes del concreto, pero debemos puntualizar que de todos

ellos, el que amerita un conocimiento especial es el cemento. Si analizamos la Figura N° 1 En que se esquematizan las proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto, concluiremos en que el cemento es el ingrediente activo que interviene en menor cantidad, pero sin embargo es el que define las tendencias del comportamiento, por lo que es obvio que necesitamos profundizar en este aspecto que está muy ligado a las reacciones químicas que se suceden al entrar en contacto con el agua y los aditivos. **(Carbajal, 1998).**

Figura N° 1: Proporciones típicas de volúmenes absolutos de los componentes del concreto



Fuente: (Carbajal, 1998)

2.2.3 Cemento portland y su fabricación

El punto de partida del proceso de fabricación lo constituye la selección y explotación de las materias primas para su procesamiento consiguiente. Los componentes químicos principales de las materias primas para la fabricación del cemento y las proporciones generales en que intervienen son **(Frederik, 1988)**.

Tabla N° 2 Componentes químicos del cemento y su procedencia

Componente Químico		Procedencia Usual
95%	Oxido de Calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Oxido de Sílice (SiO ₂)	Areniscas
	Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	Arcillas
	Oxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	Arcillas, Mineral de Hierro, Pirita
5%	Óxidos de Magnesio, Sodio,	Minerales Varios
	Potasio, Titanio, Azufre,	
	Fósforo y Manganeso	

Fuente: **(Frederik, 1988)**.

Los porcentajes típicos en que intervienen en el cemento Portland los óxidos mencionados son **(Carbajal, 1998)**.

Tabla N° 3 Porcentaje de óxidos que componen el cemento portland

Oxido Componente	Porcentaje Típico	Abreviatura
CaO	61% - 67%	C
SiO ₂	20% - 27%	S
Al ₂ O ₃	4% - 7%	A
Fe ₂ O ₃	2% - 4%	F
SO ₃	1% - 3%	
MgO	1% - 5%	
K ₂ O y Na ₂ O	0.25% - 1.5%	

Fuente: **(Carbajal, 1998)**.

Se inicia con la explotación de las canteras de materia prima para someterlas a un proceso de chancado primario en que se reduce su tamaño a piedras del orden de 5" y luego se procesa este material en una chancadora secundaria que las reduce a un tamaño de alrededor de 3/4", con lo que están en condiciones de ser sometidas a molienda. Los materiales son molidos individualmente en un molino de bolas hasta ser convertidos en un polvo fino impalpable, siendo luego dosificados y mezclados íntimamente en las proporciones convenientes para el tipo de cemento que se desee obtener **(Carbajal, 1998)**.

La mezcla es posteriormente introducida en un horno giratorio consistente en un gran cilindro metálico recubierto de material refractario con diámetros que oscilan entre 2 y 5 m. y longitudes entre 18 a 150 m. El horno tiene una ligera inclinación con respecto a la horizontal del orden del 4 % y una velocidad de rotación entre 30 a 90 revoluciones por hora. Dependiendo del tamaño del horno, se pueden producir diariamente de 30 a 700 Toneladas. La fuente de calor se halla en el extremo opuesto al ingreso del material y pueden obtenerse mediante inyección de carbón pulverizado, petróleo o gas en ignición, con temperaturas máximas entre 1,250 y 1,900 °C **(Carbajal, 1998)**.

Las temperaturas desarrolladas a lo largo del horno producen primero la evaporación del agua libre, luego la liberación del CO₂ y finalmente en la zona de mayor temperatura se produce la fusión de alrededor de un 20% a 30% de la carga y es cuando la cal, la sílice y la alúmina se vuelven a combinar aglomerándose en nódulos de varios tamaños usualmente de 1/4" a 1" de diámetro de color negro característico, relucientes y duros al enfriarse, denominados "Clinker de cemento Portland". En la etapa final del proceso, el clinker es enfriado y es molido en un molino de bolas conjuntamente con yeso en pequeñas cantidades (3 a 6%) para controlar el endurecimiento violento. La molienda produce un polvo muy fino que contiene hasta 1.1×10^{12} partículas por Kg. y que pasa completamente por un tamiz No 200 (0.0737 mm, 200 aberturas por pulgada cuadrada). Finalmente el cemento pasa ser almacenado a granel, siendo luego suministrado en esta forma o pesado y embolsado para su distribución. **(Carbajal, 1998)**.

2.2.4 Composición del cemento portland

La palabra cemento se emplea para designar a toda sustancia que posea propiedades ligantes, cualquiera que sea su origen, el cemento portland es un cemento hidráulico

producido de materiales calcáreos seleccionados, pulverizados y mezclados. Esta mezcla se calcina a 1350°C y da como resultado un clinker, el cual se muele y se le adiciona yeso para regular el fraguado (**Awad, 2007**).

Luego del proceso de formación del clinker y molienda final, se obtienen los siguientes compuestos establecidos por primera vez por Le Chatelier en 1852, y que son los que definen el comportamiento del cemento hidratado se detalla con su fórmula química, abreviatura y nombre corriente (**Sandor, 1979**).

2.2.5 Mecanismo de hidratación del cemento.

Se denomina hidratación al conjunto de reacciones químicas entre el agua y los componentes del cemento, que llevan consigo el cambio del estado plástico al endurecido, con las propiedades inherentes a los nuevos productos formados. Los componentes ya mencionados anteriormente, al reaccionar con el agua forman hidróxidos e hidratos de Calcio complejos. La velocidad con que se desarrolla la hidratación es directamente proporcional a la finura del cemento e inversamente proporcional al tiempo, por lo que inicialmente es muy rápida y va disminuyendo paulatinamente con el transcurso de los días, aunque nunca se llega a detener (**Carbajal, 1998**).

Contrariamente a lo que se creía hace años, la reacción con el agua no une las partículas de cemento sino que cada partícula se dispersa en millones de partículas de productos de hidratación desapareciendo los constituyentes iniciales. El proceso es exotérmico generando un flujo de calor hacia el exterior denominado calor de hidratación.

Dependiendo de la temperatura, el tiempo, y la relación entre la cantidad de agua y cemento que reaccionan, se pueden definir los siguientes estados que se han establecido de manera arbitraria para distinguir las etapas del proceso de hidratación (**Carbajal, 1998**).

a) Plástico.

Unión del agua y el polvo de cemento formando una pasta moldeable. Cuanto menor es la relación Agua/Cemento, mayor es la concentración de partículas de cemento en la pasta compactada y por ende la estructura de los productos de hidratación es mucho más

resistente. El primer elemento en reaccionar es el C3A, y posteriormente los silicatos y el C4AF, caracterizándose el proceso por la dispersión de cada grano de cemento en millones de partículas. La acción del yeso contrarresta la velocidad de las reacciones y en este estado se produce lo que se denomina el período latente o de reposo en que las reacciones se atenúan, y dura entre 40 y 120 minutos dependiendo de la temperatura ambiente y el cemento en partícula. En este estado se forma hidróxido de calcio que contribuye a incrementar notablemente la alcalinidad de la pasta que alcanza un Ph del orden de 13. **(Kosmatka, 1988).**

b) Fraguado inicial.

Condición de la pasta de cemento en que se aceleran las reacciones químicas, empieza el endurecimiento y la pérdida de la plasticidad, midiéndose en términos de la resistencia a deformarse. Es la etapa en que se evidencia el proceso exotérmico donde se genera el ya mencionado calor de hidratación, que es consecuencia de las reacciones químicas descritas. Se forma una estructura porosa llamada gel de Hidratos de Silicatos de Calcio (CHS o Torbemorita), con consistencia coloidal intermedia entre sólido y líquido que va rigidizándose cada vez más en la medida que se siguen hidratando los silicatos.

Este período dura alrededor de tres horas y se producen una serie de reacciones químicas que van haciendo al gel CHS más estable con el tiempo.

En esta etapa la pasta puede remezclarse sin producirse deformaciones permanentes ni alteraciones en la estructura que aún está en formación, **(Frederik, 1988).**

c) Fraguado Final.

Se obtiene al término de la etapa de fraguado inicial, caracterizándose por endurecimiento significativo y deformaciones permanentes. La estructura del gel está constituida por el ensamble definitivo de sus partículas endurecidas. **(Frederik, 1988).**

d) Endurecimiento.

Se produce a partir del fraguado final y es el estado en que se mantienen e incrementan con el tiempo las características resistentes. La reacción predominante es la hidratación permanente de los silicatos de calcio, y en teoría continúa de manera indefinida. Es el estado final de la pasta, en que se evidencian totalmente las influencias de la

composición del cemento. Los sólidos de hidratación manifiestan su muy baja solubilidad por lo que el endurecimiento es factible aún bajo agua, **(Frederik, 1988)**.

Hay dos fenómenos de fraguado, que son diferentes a los descritos; el primero corresponde al llamado "Fraguado Falso" que se produce en algunos cementos debido al calentamiento durante la molienda del clinker con el yeso, produciéndose la deshidratación parcial del producto resultante, por lo que al mezclarse el cemento con el agua, ocurre una cristalización y endurecimiento aparente durante los 2 primeros minutos de mezclado, pero remezclando el material, se recobra la plasticidad, no generándose calor de hidratación ni ocasionando consecuencias negativas. El segundo fenómeno es el del "fraguado violento" que ocurre cuando durante la fabricación no se ha añadido la suficiente cantidad de yeso, lo que produce un endurecimiento inmediato, desarrollo violento del calor de hidratación y pérdida permanente de la plasticidad, sin embargo es muy improbable en la actualidad que se produzca este fenómeno, ya que con la tecnología moderna el yeso adicionado se controla con mucha precisión. **(Frederik, 1988)**.

2.2.6 El agua de mezcla

El agua de mezcla en el concreto tiene tres funciones principales

- I. Reaccionar con el cemento para hidratarlo
- II. Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del concreto
- III. Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

Por lo tanto, la cantidad de agua que interviene en la mezcla de concreto es normalmente por razones de trabajabilidad, mayor de la necesaria para la hidratación del cemento. El problema principal del agua de mezcla reside en las impurezas y la cantidad de éstas, que ocasionan reacciones químicas que alteran el comportamiento normal de la pasta de cemento. Los efectos más perniciosos que pueden esperarse de aguas de mezcla con impurezas son: retardo en el endurecimiento, reducción de la resistencia, manchas en el concreto endurecido, eflorescencias, contribución a la corrosión del acero, cambios volumétricos etc. **(Philip, 1990)**.

Tabla N° 4 Límites permisibles para agua de mezcla y de curado

Descripción	Límite permisible		
1) Sólidos en suspensión	5,000	p.p.m	Máximo
2) Materia orgánica	3	p.p.m.	máximo
3) Alcalinidad (NaHCO_3)	1,000	p.p.m.	máximo
4) Sulfato (Ión SO_4)	600	p.p.m.	máximo
5) Cloruros (Ión Cl^-)	1,000	p.p.m.	máximo
6) pH	5 a 8		

Fuente: (Carbajal, 1998)

Existe evidencia experimental que el empleo de aguas con contenidos individuales de cloruros , sulfatos y carbonatos sobre las 5,000 ppm ocasiona reducción de resistencias hasta del orden del 30 % con relación a concretos con agua pura **(Publishers, 1988)**.

Los Carbonatos y bicarbonatos de Sodio y Potasio pueden acelerar o retardar el fraguado cuando la suma de sales disueltas tiene concentraciones sobre 1000 ppm, por lo que es recomendable en estos casos hacer pruebas de tiempo de fraguado. Hay evidencias que en estas condiciones pueden incrementarse las reacciones álcali-sílice, Los carbonatos de Calcio y Magnesio no son muy solubles en el agua y en concentraciones hasta de 400 ppm no tienen efectos perceptibles en el concreto. El Sulfato de Magnesio y el Cloruro de Magnesio en contenidos hasta de 25,000 ppm no han ocasionado efectos negativos en investigaciones llevadas a cabo en USA, pero sales de Zinc, Cobre y Plomo como las que pueden tener las aguas contaminadas con relaves mineros, en cantidades superiores a 500 ppm. Tienen efectos muy negativos tanto en el fraguado como en las resistencias, La materia orgánica por encima de las 1,000 ppm reduce resistencia e incorpora aire **(Frederik, 1988)**

2.2.7 El agua para curado.

En general, los mismos requisitos que se exigen para el agua de mezcla deben ser cumplidos por las aguas para curado, y por otro lado en las obras es usual emplear la misma fuente de suministro de agua tanto para la preparación como para el curado del concreto. No obstante lo mencionado, si revisamos lo ya evaluado con respecto al mecanismo de hidratación del cemento y la estructura de la pasta, podemos concluir, que el agua adicional que puede contribuir a hidratar el concreto proveniente del curado, representa una fracción solamente del agua total (alrededor de la quinta parte en volumen absoluto), por lo que las limitaciones para el caso del agua de curado pueden ser menos exigentes que en el caso del agua de mezcla, pudiendo aceptarse reducirlas a la mitad en la mayoría de los casos **(Frederik, 1988)**.

El curado se define como la prevención del secado prematuro del concreto bajo un nivel de temperatura favorable por un periodo específico, si el agua de la mezcla escapa a edades tempranas, la hidratación del cemento no es total y se producen fisuras por retracción hidráulica. Durante los primeros días del fraguado es indispensable mantener la humedad de la mezcla, pues la hidratación del cemento continua durante varios días o meses, si se mantiene un adecuado curado, se facilita una mejor hidratación del cemento y en consecuencia se obtienen estructuras más resistentes, **(Awad, 2007)**.

Tabla N° 5 Limitaciones en la composición de agua de lavado para su empleo en agua de mezcla

Elemento	Limitación
Cloruros (Ión Cl)	
a) En concreto pretensado o losas de puentes	500 ppm máximo
b) Cualquier otro concreto armado en ambiente húmedo o con elementos embutidos de aluminio o metales diferentes o con insertos Galvanizados.	1,000 ppm máximo
Sulfatos (Ión SO ₄)	3,000 ppm máximo
Alkalis (NaO + 0.658 K ₂ O)	600 ppm máximo
Sólidos disueltos totales	50,000 ppm máximo

Fuente: (López, 2008).

2.2.8 Agua de lavado de agregados

Es la utilizada durante el proceso de trituración, para retirar impurezas y exceso de finos presentes en los conglomerantes de los que provienen, así como las partículas muy finas formadas durante el proceso de trituración, debe ser lo bastante limpia como para no introducir contaminantes a los materiales procesados, como puede ser el exceso de partículas en suspensión, especialmente materia orgánica o sales que posteriormente afectan la calidad del concreto (López, 2008).

2.2.9 Agregados

a) Agregados naturales.

Son los formados por los procesos geológicos naturales que han ocurrido en el planeta durante miles de años, y que son extraídos, seleccionados y procesados para optimizar su empleo en la producción de concreto. En la Tabla N° 6 se detallan las rocas y

minerales que constituyen los agregados para concreto y la Norma ASTM C-294 incluye de manera muy detallada la nomenclatura estándar de los constituyentes de los agregados minerales naturales, que resulta muy útil para entender y describir adecuadamente dichos constituyentes, **(Kosmatka, 1988)**.

Estos agregados son los de uso más frecuente a nivel mundial y particularmente en nuestro país por su amplia disponibilidad tanto en calidad como en cantidad, lo que los hace ideales para producir concreto **(Kosmatka, 1988)**.

Tabla N°6 Rocas y constituyentes minerales en agregados para concreto

MINERALES	ROCAS IGNEAS	ROCAS METAMORFICAS
SILICE	Granito	Mármol
Cuarzo	Sienita	Metacuarcita
Opalo	Diorita	Pizarra
Calcedonia	Gabro	Filita
Tridimita	Pendotita	Esquisto
Cristobalita	Pegmatita	Anfibolita
SILICATOS	Vidrio Volcánico	Hornfelsa
Feldespatos	Obsidiana	Gneiss
Ferromagnesianos	Pumicita	Serpentina
Hornblenda	Tufo	Cuarcita
Augita	Escoria	
Arcillas	Perlita	
Illitas	Felsita	
Caolinas	Basalto	
Mortmorillonita	ROCAS SEDIMENTARIAS	
Mica	Conglomerados	
Zeolita	Arenas	
CARBONATOS	Arenisca	
Calcita	Piedra Arcillosa	
Dolomita	Piedra Aluvional	
SULFATOS	Argillita y Pizarra	
Yeso	Carbonatos	
Anhidrita	Calizas	
SULFUROS DE HIERRO	Dolomitas	
Pirita	Marga	
Marcasita	Tiza	
Pirotita	Horsteno	
Limonita		

Fuente: (Kosmatka, 1988).

b) Agregados Artificiales.

Proviene de un proceso de transformación de materiales naturales, que proveen productos secundarios que con un tratamiento adicional se habilitan para emplearse en la producción de concreto. Algunos agregados de este tipo los constituyen la escoria de altos hornos, la arcilla horneada, el concreto reciclado, el micro sílice etc. El potencial de uso de estos materiales es muy amplio, en la medida que se van investigando y desarrollando otros materiales y sus aplicaciones en concreto, por lo que a nivel mundial hay una tendencia muy marcada hacia progresar en este sentido, **(Carbajal, 1998)**.

c) Por su gradación.

La gradación es la distribución volumétrica de las partículas que como ya hemos mencionado tiene suma importancia en el concreto.

Se ha establecido convencionalmente la clasificación entre agregado grueso (piedra) y agregado fino (arena) en función de las partículas mayores y las menores de 4.75 mm (Malla Standard ASTM # 4). Esta clasificación responde además a consideraciones de tipo práctico ya que las técnicas de procesamiento de los agregados (zarandeo, chancado) propenden a separarlos en esta forma con objeto de poder establecer un control más preciso en su procesamiento y empleo, **(Kosmatka, 1988)**.

c) Por su densidad.

Entendiendo densidad como la Gravedad específica, es decir el peso entre el volumen de sólidos referido a la densidad del agua, se acostumbra clasificarlos en normales con $G_e = 2.5$ a 2.75 , ligeros con $G_e < 2.5$ y pesados con $G_e > 2.75$. Cada uno de ellos marca comportamientos diversos en relación al concreto, habiéndose establecido técnicas y métodos de diseño y uso para cada caso **(Carbajal, 1998)**.

Tabla N°7 Minerales, rocas y materiales sintéticos que pueden ser potencialmente reactivos con los álcalis del cemento.

REACCION ALCALI – SILICE		REACCION ALCALI - CARBONATO
Andesitas	Pizarras Opalinas	Dolomitas Calcíticas
Argillitas	Filitas	Calizas Dolomíticas
Ciertas Calizas y Dolomitas	Cuarcita	Dolomitas de grano fino
Calcedonia	Cuarzosa	
Cristobalita	Riolitas	
Dacita	Esquistos	
Vidrio Volcánico	Pizarras Silicias y ciertas otras formas de cuarzo	
Gneiss Granítico	Vidrio Silíceo, Sintético y Natural	
Opalo	Tridimita	

Fuente: (Kosmatka, 1988).

2.2.10 Propiedades de los agregados

a) Dureza

Se define como dureza de un agregado a su resistencia a la erosión, abrasión o en general, el desgaste. La dureza de las partículas depende de sus constituyentes. Entre las mejores rocas a emplear en concretos que deben ser resistentes a procesos de abrasión o erosión, figuran el cuarzo, la cuarcita, las rocas densas de origen volcánico y

las rocas silicosas. La determinación de la dureza de un agregado se hace sometiéndolo a un proceso de desgaste por abrasión. El ensayo más empleado es el conocido como el Método de los Ángeles, realizado de acuerdo con lo especificado en la Norma ASTM C-131. Este método combina procesos de desgaste por abrasión y frotamiento **(López, 2008)**

b) Densidad

Es el cociente entre el peso de las partículas dividido entre el volumen de los sólidos únicamente, es decir no incluye los vacíos entre ellas. Su valor para agregados normales oscila entre 2500 kg/m³ y 2750 kg/m³. La densidad de los agregados depende tanto de la gravedad específica de sus constituyentes sólidos como de la porosidad del material mismo. La densidad de los agregados es de especial importancia en todos aquellos casos en que, por resistencia o durabilidad, se requieren concretos con un peso por encima o debajo de aquel que corresponde a concretos usuales. Las bajas densidades generalmente indican material poroso, poco resistente y de alta absorción. Tales características, cuando ello fuere necesario, deberán ser confirmadas por ensayos de laboratorio, **(López, 2008)**.

c) Porosidad

La palabra “poro” define al espacio no ocupado por materia sólida en la partícula de agregado. Se considera a la porosidad como a una de las más importantes propiedades físicas del agregado, dada su influencia sobre las otras propiedades de éste y el papel que desempeña durante los procesos de congelación. **(Espinosa, 2003)**.

d) Resistencia

Por su propia naturaleza, la resistencia del concreto no puede ser mayor que la de sus agregados. Sin embargo, la resistencia a la compresión de los concretos convencionales dista mucho de la que corresponde a la mayoría de las rocas empleadas como agregado las mismas que se encuentran por encima de los 1 000 kg/cm². La resistencia a la compresión de las principales rocas empleadas en construcción civil se muestra en la tabla 8 **(Gusman, 2006)**.

Tabla N°8 Resistencia a compresión de algunas rocas empleadas en construcción

Roca	Resistencia (kg/cm²)
Felsita	3 300
Roca Trapeana	2 850
Cuarcita	2 250
Granito	1 850
Diabasas	1 800
Esquisto	1 700
Caliza	1 800
Gneiss	1 500
Gabro	1 506
Arenisca	1 300

Fuente: (ACI, 2000)

e) Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad es definido como el cambio de esfuerzos con respecto a la deformación elástica, considerándosele como una medida de la resistencia del material a las deformaciones. El módulo de elasticidad de los agregados se determina en muy contadas ocasiones. Sin embargo, desde que la deformación que experimenta el concreto es, parcialmente, una deformación del agregado, es razonable pensar que mayor será el módulo de elasticidad del concreto conforme aumenta el de los agregados que lo integran. Algunos de los valores del módulo de elasticidad del agregado normalmente empleados en concreto se muestran en la tabla 9, **(ACI, 2000)**.

Tabla N°9 Módulo de elasticidad de algunas rocas empleadas en construcción

Roca	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)
Roca Trapeana	930 000
Gabro	860 000
Diabasas	860 000
Granito	610 000
Arenisca	310 000
Caliza	280 000

Fuente: (ACI, 2000).

f) Estabilidad de volumen o durabilidad

La estabilidad de volumen se define como la capacidad del agregado para resistir cambios en su volumen, las condiciones que pueden dar cambios excesivos de volumen incluyen los procesos de congelación y deshielo, de calentamiento y enfriamiento, y de humedecimiento y secado. Si la pérdida por este concepto supera lo establecido, este agregado se considera no apto para soportar congelación y deshielo. No debe ser confundida con la expansión causada por reacciones químicas entre el agregado y los álcalis presentes en el cemento, **(Awad, 2007)**.

g) Limpieza

Los elementos contaminantes de los agregados actúan sobre el concreto reduciendo su resistencia, modificando la durabilidad y dañando la apariencia externa. Adicionalmente pueden alterar el proceso de mezclado al incrementar la demanda de agua o retrasar el proceso de mezclado. La mayoría de los agregados presentan algún grado de contaminación, pero la norma determina el porcentaje máximo admisible. Los excesos pueden eliminarse fácilmente mediante el proceso de lavado, como sucede con los materiales finos ligeros. Se considera que en el agregado pueden presentarse cuatro clases de sustancias inconvenientes que pueden afectar o modificar las propiedades del concreto, impurezas orgánicas, revestimientos, sales, elementos Reactivos, **(Gusman, 2006)**.

h) Peso unitario

Se denomine peso volumétrico o peso unitario del agregado, ya sea suelto o compactado, el peso que alcanza un determinado volumen unitario. Generalmente se expresa en kilos por metro cúbico del material. Este valor es requerido cuando se trata de agregados ligeros o pesados y en el caso de dosificarse el concreto por volumen **(Cerón D. F., 1996)**

i) Peso específico

Aplicado a agregados el concepto de peso específico se refiere a la densidad de las partículas individuales y no a la masa del agregado como un todo. Pudiendo definirse al peso específico como la relación, a una temperatura estable, de la masa de un volumen unitario del material, a la masa del mismo volumen de agua destilada, libre de gas.

El peso específico de la mayoría de los agregados comúnmente empleados está comprendido dentro de los límites de 2.6 a 3.0. Los valores comúnmente empleados se muestran en la tabla 10, **(Gusman, 2006)**.

j) Humedad.

Los agregados presentan poros internos, los cuales se conocen como “abiertos” cuando son accesibles al agua o humedad exterior sin requisito de presión, diferenciándose de la porosidad cerrada, en el interior del agregado, sin canales de comunicación con la superficie a la que se alcanza mediante fluidos bajo presión **(Awad, 2007)**.

Tabla N°10 peso específico de masa de algunas rocas empleadas en construcción

Roca	Peso específico de masa
Basalto	2.80
Pedernal	2.54
Granito	2.69
Hornfelsa	2.82
Caliza	2.66
Pórfido	2.73
Cuarcita	2.62
Arenisca	2.50
Arena y Grava	2.65
Roca Trapeana	2.90

Fuente: (ACI, 2000).

k) Absorción y absorción efectiva

Se entiende por absorción, al contenido de humedad total interna de un agregado que está en la condición de saturado superficialmente seco. La capacidad de absorción del agregado se determina por el incremento de peso de una muestra secada al horno, luego de 24 horas de inmersión en agua y de secado superficial. Esta condición se supone representa la que adquiere el agregado en el interior de una mezcla de concreto. Se entiende por absorción efectiva al volumen de agua necesario para traer un agregado de la condición de secado al aire, o semi seco, a la condición de saturado superficialmente seco **(Hernández, 2010)**.

l) Granulometría

Se define como granulometría de un agregado a la distribución por tamaños de las partículas del mismo, la que se logra por separación mediante el empleo de tamices de aberturas determinadas. Los límites granulométricos recomendados en agregados para concreto los establece la NTP 400 012 – 2001.

2.2.11 Tamaños Del Agregado

a) Tamaño Máximo del Agregado

De acuerdo con NTP 400 012 - 2001, el tamaño máximo del agregado es la abertura del tamiz más pequeño a través del que la cantidad entera del agregado se exige pasar.

A mayor tamaño de la partícula de agregado será menor el área de superficie que se va a humedecer por unidad de masa (es decir, superficie específica). Así, al extender la gradación del agregado hasta su tamaño máximo, se disminuirá el requerimiento de agua en la mezcla; y para una manejabilidad específica y riqueza de la mezcla, la relación agua/cemento puede reducirse, con el consiguiente incremento de la resistencia. Sin embargo, hay un límite al tamaño máximo del agregado, por encima del cual la disminución en la demanda de agua es contrarrestada por los efectos nocivos de una menor área de adherencia y la discontinuidad que introducen las partículas muy grandes. Por lo mismo, el concreto se vuelve exageradamente heterogéneo con la consiguiente disminución de resistencia. El efecto adverso del incremento del tamaño de las partículas más grandes en la mezcla se da a través de los rangos de tamaño; pero por debajo de los 40 mm (1 1/2 ") la ventaja de la disminución del requerimiento de agua es dominante. Para tamaños mayores, el equilibrio de los dos efectos dependerá de la riqueza de la mezcla, Por ejemplo, en concreto pobre que contenga 170 kg/m³ (280 lb/yd³) de cemento, el empleo de agregado de 150 mm (6 in) es ventajoso. Sin embargo, en concreto estructural, el tamaño máximo se limita, por lo general, a 25 o 40 mm (1" ó 1 1/2"), debido al tamaño de la sección de concreto y al espaciamiento del refuerzo. Al decidir el tamaño máximo, el costo de apilar un rango de tamaños de fracciones debe ser considerado al igual que los problemas de manejo, que podrían incrementar el riesgo de segregación, **(Hernández, 2010)**.

b) Tamaño máximo nominal del agregado

De acuerdo con NTP 400 012 - 2001, el tamaño máximo nominal del agregado es la abertura del tamiz más pequeño a través del que la cantidad entera del agregado se permite pasar, al ser ésta una definición idéntica a la de tamaño máximo del agregado; la misma norma plantea que algunas especificaciones definen al tamaño máximo nominal del agregado como el tamiz inmediatamente superior a aquel en el cual queda retenido un porcentaje establecido de agregado. Dada la flexibilidad de la norma y la necesidad de definir claramente al tamaño máximo nominal del agregado, recurrimos a la norma NTP

400.037, la cual define el tamaño máximo nominal del agregado en los siguientes términos: se entiende por tamaño máximo nominal al que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido, **(Gusman, 2006)**

De acuerdo con ACI 318-08 - sección 3.3, el tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser superior a:

- a. 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado.
- b. 1/3 de la altura de la losa.

3/4 del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de armadura, paquetes de barras, cables o ductos de pretensado, **(Gusman, 2006)**.

a. La curva granulométrica es un gráfico que relaciona el porcentaje de partículas de tamaño inferior, en peso, con cada diámetro de las mallas Standard, este gráfico se realiza en una escala semi logarítmica, ubicándose en el eje de abscisas los diámetros en milímetros de las mallas Standard en escala logarítmica; y en el eje de ordenadas el porcentaje en peso de las partículas que pasan la mallas Standard en escala normal. **(Carbajal, 1998)**.

c) Módulo De Fineza

El módulo de fineza es un índice del mayor o menor grosor del conjunto de partículas de un agregado. Se define como la suma de los porcentajes retenidos acumulados en las mallas 3", 1½", 3/4", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100 de la serie Standard dividida entre 100. Los agregados que presentan un módulo de fineza bajo indican una preponderancia de las partículas más finas con un área superficial total muy alta, la que será necesario cubrir con pasta. El módulo de fineza sirve como una medida del valor lubricante de un agregado, dado que cuanto mayor es su valor menor será el valor lubricante y la demanda de agua por área superficial, **(Gusman, 2006)**.

Pudiendo obtenerse con diferentes granulometrías el mismo módulo de fineza, éste no deberá emplearse para definir la granulometría de un agregado. Pero, la experiencia ha demostrado que independientemente de la granulometría, los concretos con agregados de igual módulo de fineza, mantienen las mismas condiciones de trabajabilidad y resistencia, **(Gusman, 2006)**.

d) Por sus propiedades químicas

Agregados inocuos, aquellos cuyos elementos constituyentes no participan en reacciones químicas dañinas al concreto. Son agregados deletéreos, aquellos que contienen materiales los cuales producen efectos adversos sobre el concreto debido a la reacción química que tiene lugar con posterioridad al endurecimiento de la pasta, Las sustancias que se consideran deletéreas, en razón de su susceptibilidad al ataque por álcalis presentes en el cemento, no son peligrosas si se emplean con cementos que contienen menos del 0.6% de álcalis totales (**ASTM C-33**).

2.2.12 Propiedades principales del concreto fresco.

a) Trabajabilidad

Está definida por la mayor o menor dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto. Su evaluación es relativa, por cuanto depende realmente de las facilidades manuales o mecánicas de que se disponga durante las etapas del proceso, ya que un concreto que puede ser trabajable bajo ciertas condiciones de colocación y compactación, no necesariamente resulta tal si dichas condiciones cambian, 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 1/4" sobre el agregado grueso. (**Rivva, 1992**)

El método tradicional de medir la trabajabilidad ha sido desde hace muchos años el "Eslump" o asentamiento con el cono de Abramms, ya que permite una aproximación numérica a esta propiedad del concreto, sin embargo debe tenerse clara la idea que es más una prueba de uniformidad que de trabajabilidad, pues es fácilmente demostrable que se pueden obtener concretos con igual eslump pero trabajabilidad notablemente diferentes para las mismas condiciones de trabajo (**Bureau, 1988**).

En la Tabla 11 se pueden observar valores de revenimiento o eslump comparados con mediciones de factor de compactación para diferentes condiciones de trabajabilidad.

De nuestra experiencia personal en el uso del método standard hemos concluido en que es sumamente útil para discriminar entre mezclas, (**Bureau, 1988**).

Tabla N°11 Trabajabilidad, revenimiento y factor de compactación de concretos con tamaño máximo de agregado de 3/4" a 1 1/2" (19mm. a 38 mm)

Grado de Trabajabilidad	Revenimiento		Factor de Compactación		Uso Adecuado del Concreto (* El aparato grande no se usa normalmente.
	mm.	pulg.	Aparato Pequeño	Aparato Grande (*)	
Muy pequeño	0 a 25	0 a 1	0.78	0.80	Pavimentos vibrados con máquinas operadas mecánicamente. En el extremo más trabajable de este grupo, el concreto podrá compactarse en ciertos casos con máquinas operadas manualmente.
Pequeño	25 a 50	1 a 2	0.85	0.87	Pavimentos vibrados con máquinas operadas a mano. En el extremo más trabajable de este grupo, el concreto podrá compactarse manualmente en pavimentos que empleen agregados de forma redonda o irregular. Cimentaciones de concreto en masa sin vibrado o secciones con poco refuerzo y vibradas.
Medio	50 a 100	2 a 4	0.92	0.935	En el extremo mas trabajable de este grupo losas planas usando agregados triturados compactadas manualmente.
Alto	100 a 175	4 a 7	0.95	0.96	Para secciones congestionadas de refuerzo. Normalmente no adecuado para vibrarse. Concreto reforzado, compactado a mano y secciones muy reforzadas y vibradas.

Fuente (Carbajal, 1998).

b) Segregación.

Las diferencias de densidades entre los componentes del concreto provocan una tendencia natural a que las partículas más pesadas desciendan, 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, **(Kosmatka, 1988)**.

Cuando la viscosidad del mortero se reduce por insuficiente concentración de 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. En los concretos con contenidos de piedra > del 55% en peso con respecto al peso total de agregados, es frecuente confundir la segregación con la apariencia normal de estos concretos, lo cual es muy simple de verificar obteniendo dos muestras de concreto fresco de sitios diferentes y comparar el contenido de gruesos por lavado, que no deben diferir en más del 6% **(Kosmatka, 1988)**.

c) 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, **(Rivva, 1992)**.

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 No 100, la exudación será menor pues se retiene el agua de mezcla.

La exudación se produce inevitablemente en el concreto, pues es una propiedad inherente a su estructura, luego lo importante es evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos que pudiera tener, **(Rivva, 1992)**.

No debe caerse en el error de considerar que la exudación es una condición anormal del concreto, ni en la práctica indiscriminada usual de "secar" el concreto espolvoreando cemento en la superficie mientras aún hay exudación, ya que se origina una capa superficial muy delgada de pasta que en la parte inferior tiene una interface de agua que

la aísla de la masa original. En estas condiciones, al producirse la contracción por secado o cambios volumétricos por temperatura esta película delgada de pasta se agrieta, produciéndose el patrón de fisuración tipo panal de abeja, que los norteamericanos denominan "crazing", **(Rivva, 1992)**.

d) Contracción

Es una de las propiedades más importantes en función de los problemas de fisuración que acarrea con frecuencia, ya hemos visto que 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, **(Cerón, 1996)**.

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, **(Cerón, 1996)**.

Este proceso no es irreversible, ya que si se repone el agua perdida por secado, se recupera gran parte de la contracción acaecida, esta propiedad se tratará con mucha amplitud al tocar el tema de los cambios volumétricos en el concreto, siendo lo fundamental en este Capítulo, el tener claro que el concreto de todas maneras se contrae y si no tomamos las medidas adecuadas indefectiblemente se fisura, y en muchos casos esta fisuración es inevitable por lo que sólo resta proveerla y orientarla **(Cerón, 1996)**.

2.2.12 Estructura interna del concreto endurecido.

Consiste en el aglomerante, estructura básica o matriz, constituida por la pasta de cemento y agua, que aglutina a los agregados gruesos, finos, aire y vacíos, estableciendo un comportamiento resistente debido en gran parte a la capacidad de la pasta para adherirse a los agregados y soportar esfuerzos de tracción y compresión, así como a un efecto puramente mecánico propiciado por el acomodo de las partículas inertes y sus características propias, **(López, 2008)**.

La estructura del concreto no es homogénea, y en consecuencia no es isotrópica, es decir no mantiene las mismas propiedades en diferentes direcciones.

Esto se debe principalmente a los diferentes materiales que intervienen, su variabilidad individual así como al proceso mismo de elaboración, en que durante la etapa en que la pasta es plástica, se posibilita el acomodo aleatorio de los diferentes componentes hasta su ubicación definitiva al endurecer, se sabe que el producto principal del proceso de endurecimiento tiene configuración de gel, formando de agua y los constituyentes reactivos de las partículas de cemento. Si la pasta se mantiene húmeda, este proceso de hidratación del cemento y formación de gel, continúa a velocidades cada vez menores, mientras haya humedad, **(López, 2008)**.

Si, en cambio la pasta no se mantiene húmeda, la hidratación del cemento cesará tan pronto como el agua evaporable se escape de aquella, de ahí la importancia que tiene el curado inicial adecuado, después del cual, la hidratación del cemento continua durante un tiempo variable, que depende de la temperatura ambiente y de accesibilidad a una fuente de calor, **(López, 2008)**.

2.2.14 Propiedades principales del concreto endurecido.

a) Elasticidad

En general, es la 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 en ningún tramo de su diagrama carga vs deformación en compresión, 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 **(Sandor, 1979)**.

b) 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/Cemento en peso. **(Bureau, 1988)**.

La afectan además los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, aunados 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. **(Bureau, 1988).**

Un factor indirecto pero no por eso menos importante en la resistencia, lo constituye el curado ya que es el complemento del proceso de hidratación sin el cual no se llegan a desarrollar completamente las características resistentes del concreto. Los concretos normales usualmente tienen resistencias en compresión del orden de 100 a 400 Kg/cm², habiéndose logrado optimizaciones de diseños sin aditivos que han permitido obtener resistencias sobre los 700 kg/cm², **(Alonzo, 2003).**

Tecnologías con empleo de los llamados polímeros, constituidos por aglomerantes sintéticos que se añaden a la mezcla, permiten obtener resistencias en compresión que bordean los 1,500 kg/cm², y todo parece indicar que el desarrollo de estas técnicas permitirá en el futuro superar incluso estos niveles de resistencia **(Bureau, 1988).**

c) 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 microfisuración 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 **(Kosmatka, 1988).**

2.2.15 Propiedades físicas del cemento

a) Peso específico

El peso específico del cemento corresponde al material al estado compacto. Su valor suele variar, para los cementos Portland normales, entre 3.0 y 3.2. Las Normas Norteamericanas consideran un valor promedio de 3.15 y las normas alemanas e inglesas un valor promedio de 3.12. En el caso de los cementos combinados el valor es

menor de 3.0 y depende de la fineza del material adicionado **(Cerón D. F., 1996)**.

b) Fineza

La fineza de un cemento es función del grado de molienda del mismo y se expresa por su superficie específica, la cual es definida como el área superficial total, expresada en centímetros cuadrados, de todas las partículas contenidas en un gramo de cemento. Se asume que todas las partículas tienen un perfil esférico **(Hernández, 2010)**

c) Contenido de aire

La presencia de cantidades excesivas de aire en el cemento puede ser un factor que contribuya a reducir la resistencia de los concretos preparados con éste. El ensayo de contenido de aire da un índice indirecto de la fineza y grado de molienda del cemento **(López, 2008)**.

d) Fraguado

El término fraguado se refiere al cambio del estado fluido al estado sólido. Se dice que la pasta de cemento Portland ha fraguado cuando está lo suficientemente rígida como para soportar una presión arbitraria definida, **(UNAM, 1994)**.

El tiempo de fraguado se divide en dos partes: el comienzo y el fin de la fragua, conocidos como la “fragua inicial” y la “fragua final”. Cuando la pasta de cemento Portland ha logrado la fragua final, empieza un nuevo período de incremento de su rigidez y resistencia denominado “endurecimiento” **(UNAM, 1994)**.

e) Resistencia mecánicas

La resistencia mecánica del cemento endurecido es la propiedad física que define la capacidad del mismo para soportar esfuerzos sin falla y normalmente se emplea como uno de los criterios de aceptación por ser la más requerida desde el punto de vista estructural. No es por tanto sorprendente que los ensayos de resistencia sean prescritos en todas las especificaciones de cementos.

La resistencia de un cemento es función de su fineza, composición química, porcentaje de compuestos, grado de hidratación, así como del contenido de agua de la pasta. La

velocidad de desarrollo de la resistencia es mayor durante el período inicial de endurecimiento y tiende a disminuir gradualmente en el tiempo. El valor de la resistencia a los 28 días se considera como la resistencia del cemento **(Awad, 2007)**.

f) Retracción y Expansión

La elevada porosidad de la pasta de cemento, que puede alcanzar al 40% del volumen para la hidratación completa, conjuntamente con la subdivisión muy fina de estos espacios porosos, da lugar a que se presenten durante la desecación y humidificación de la masa aglomerada variaciones volumétricas que se designan con los nombres de retracción y expansión, **(Gusman, 2006)**.

La influencia de la capacidad de expansión o retracción de los cementos reside en que ella condiciona la posibilidad y magnitud de los cambios de volumen que pueden experimentar los elementos estructurales, cambios que cuando son importantes se manifiestan en agrietamiento de los elementos, **(Gusman, 2006)**.

g) Calor de Hidratación

Es la cantidad de calor, expresada en calorías por gramo de cemento no hidratado, desarrollada por hidratación completa a una temperatura determinada.

El calor de fraguado es definido como la evolución del calor producido hasta cuando se alcanza la fragua final. Esta evolución de calor representa 1/10 a 1/5 del calor total de hidratación **(Awad, 2007)**.

h) Estabilidad de Volumen

Se define como estabilidad de volumen de un cemento a la capacidad de éste para mantener un volumen constante una vez fraguado. Se considera que un cemento es poco estable cuando tiende a sufrir un proceso de expansión lentamente y por un largo periodo de tiempo. El efecto de un cemento poco estable puede no ser apreciado durante meses, pero a la larga es capaz de originar fuertes agrietamientos en el concreto y aún fallas eventuales **(Gusman, 2006)**.

2.2.16 La edad en la resistencia del hormigón

La resistencia del hormigón se incrementa apreciablemente con la edad ya que la hidratación del cemento continua por vario meses, en la practica la resistencia del hormigón se determina con el ensayo de cilindros a las edades de 7 y 28 días, como un dato practico, la resistencia del hormigón a los 28 días es 1.5 veces la resistencia a los 7 días, este rango de variación está entre 1.3 y 1.7 el código Británico acepta el hormigón cuya resistencia a los 7 días no sea inferior a 2/3 de la resistencia requerida a los 28 días, **(Awad, 2007)**.

$$f'_{c(28)} = C + K * f'_{c(7)} \quad (\text{Kg/cm}^2) \quad (1)$$

Esta relación depende fundamentalmente del tipo de cemento empleado, en consecuencia, es la relación aproximada

La resistencia a la compresión del hormigón se determina a partir del ensayo sobre cilindros o cubos a los cuales se les aplica una carga axial de compresión en pocos minutos, bajo cargas sostenidas por varios años la resistencia a compresión del hormigón se reduce acerca del 30%. Si la carga se aplica en un día, la resistencia a la compresión disminuye acerca de un 10%, las cargas sostenidas o permanentes, así como el efecto de las cargas dinámicas y de impacto, deben ser tenidas en cuenta en el diseño **(Awad, 2007)**.

2.2 Definición de términos básicos

2.3.1 Piedra caliza triturada lavada

Es un agregado pétreo compuesto por sulfato cálcico que al ser triturado se forma su textura prismática, lo cual se tiene una mejor adherencia debido a su forma, al lavarlo el agregado se eliminara las partículas finas, **(Monteiro, 1998)**.

2.3.2 Resistencia a compresión axial

El método consiste en aplicar una carga de compresión axial a las muestras cilíndricas a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla. La resistencia a la compresión de la probeta es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección recta de la probeta, **(NTP 339.034, 2008)**.

2.3.2 Mortero: es la mezcla de pasta y agregado fino (arena), la cual es utilizada en la nivelación de pisos, en la estabilización de taludes y especialmente en la construcción de mampostería, en donde se utiliza como pega de ladrillos o como recubrimiento de muros **(Hernández, 2010)**.

2.3.3 Concreto: se refiere a la mezcla de mortero y agregado grueso (grava), algunos países de habla hispana lo denominan también hormigón **(Hernández, 2010)**.

2.3.4 Hormigón: es un material de construcción, no homogéneo, constituido por la mezcla de cemento, arena, cascajo y agua. El cemento es el material ligante; la arena y el cascajo son materiales de relleno, llamados también agregados, el agua es el elemento catalizador que reacciona con el cemento y hace que este desarrolle sus propiedades ligantes **(Awad, 2007)**.

2.3.5 Cemento: son aquellos que tienen a propiedad de fraguar y endurecer en presencia de agua, porque reaccionan químicamente con ella para formar un material de buenas propiedades aglutinantes, estas propiedades dependen de su composición química, el grado de hidratación, la finura de las partículas, la velocidad del fraguado, el calor de hidratación y la resistencia mecánica que es capaz de desarrollar, **(Sarria, 2010)**.

2.3.6 Agua: el agua como componente del concreto es el elemento que hidrata las partículas del cemento y hace que estas desarrollen sus propiedades aglutinantes. Al mezclarse con el cemento se produce la pasta, la cual puede ser más o menos fluida, según la cantidad de agua que se agregue, al endurecer la pasta, como consecuencia del fraguado, parte del agua permanece en la estructura rígida de la pasta (agua de hidratación), y el resto es agua evaporable, **(Hernández, 2010)**.

2.3.7 Aire: cuando el concreto se encuentra en proceso de mezclado, es normal que atrape aire dentro de la masa, el cual es posteriormente liberado por los procesos de compactación a que es sometido una vez que ha sido colocado, sin embargo, es posible extraer todo el aire y siempre queda un porcentaje dentro de la masa endurecida, por otra parte en algunas ocasiones se incorporan pequeñísimas burbujas de aire, por medio de aditivos, con fines específicos de durabilidad, **(Sarria, 2010)**.

2.3.8 Agregados: son aquellos materiales inertes que poseen una resistencia propia suficiente (resistencia del grano) que no perturban ni afectan el proceso de endurecimiento del cemento hidráulico y que garantizan una adherencia con la pasta de cemento endurecida, cuando la mezcla de concreto pasa de estado plástico a estado endurecido durante el proceso de fraguado, los agregados controlan los cambios volumétricos de la pasta evitando que se generen agrietamientos por retracción plástica, los cuales puedan afectar la resistencia del concreto, **(Gusman, 2006)**.

CAPITULO 3. HIPÓTESIS

3.1 Formulación de la hipótesis

La resistencia a compresión axial del concreto se incrementa en un 15%, al utilizar agregado de piedra caliza triturada lavada.

3.2 Operacionalización de variables

Tabla N°12 Operacionalización de variables

VARIABLES	INDICADORES Indicadores por variable	METODO Universo
a) Piedra caliza triturada lavada.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Peso específico de masa ✓ Contenido de humedad ✓ Peso unitario suelto ✓ Peso unitario seco compactado ✓ Análisis granulométrico ✓ Módulo de finura ✓ Tamaño máximo nominal ✓ Perfil ✓ Abrasión ✓ Absorción 	Este proyecto tiene como objetivo beneficiar la resistencia del concreto, se realizaran los ensayos para determinar las propiedades físicas de agregado de piedra caliza triturada, con la finalidad de realizar el diseño de mezclas, para un concreto con $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.
b) Resistencia a compresión axial	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Resistencia a compresión axial 	Se realizará una tanda de probetas correspondientes al diseño del concreto, de acuerdo a la norma técnica peruana (NTP), se realizarán los ensayos de compresión axial del concreto.

Tabla N°13 Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES
¿Cuál es la resistencia a la compresión axial del concreto utilizando piedra caliza triturada lavada, 2015?	1) Determinar la resistencia a la compresión axial del concreto utilizando agregado de piedra caliza triturada lavada.	La resistencia a compresión axial del concreto se incrementa en un 15% al utilizar agregado de piedra caliza triturada lavada	Agregado de piedra caliza triturada lavada Resistencia a la compresión axial del concreto
	ESPECIFICOS	SUB HIPOTESIS	
¿Incrementa la resistencia del concreto utilizando agregado de piedra caliza triturada lavada?	1) Determinar la resistencia a compresión axial del concreto de $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, utilizando piedra caliza triturada lavada de la cantera Otuzco Mirador 2) Determinar la resistencia a compresión axial del concreto de $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, utilizando piedra caliza triturada de la cantera Otuzco Mirador. 3) Proponer algunas recomendaciones para mejorar la resistencia a compresión axial del concreto.	Se incrementará la resistencia del concreto elaborado con agregado de piedra caliza triturada lavada.	A través de investigaciones, fuentes bibliográficas Ensayos de laboratorios.

CAPITULO 4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Tipo de diseño de investigación.

Experimental.

4.2 Material de estudio.

4.2.1 Unidad de estudio.

Resistencia a compresión axial de la probeta de concreto diseñado con agregado de piedra caliza triturada lavada.

4.2.2 Población.

Probetas de Concretos diseñados con agregado de roca caliza.

4.2.3 Muestra.


30 probetas diseñadas con agregado de roca caliza triturada lavada. Y 30 probetas de roca caliza triturada sin lavar.



4.3 Técnicas, procedimientos e instrumentos.

4.3.1 Para recolectar datos.

La recolección de datos se realiza por observación directa, y mediante ensayos de laboratorio lo cual me permitirá determinar las propiedades físicas y mecánicas del agregado de roca caliza de la cantera Otuzco Mirador, con el cual se diseñara las mezclas de concreto para una resistencia requerida, de acuerdo a técnicas y procedimientos de normas técnica peruana.

4.3.2 Para analizar información.

- ✓ Muestreo de agregados
 -  **Obtención de las propiedades físicas**
- ✓ Perfil
- ✓ Tamaño máximo nominal
- ✓ Análisis granulométrico del agregado

- ✓ Peso específico del agregado
- ✓ Peso unitario de los agregados
- ✓ Contenido de humedad
- ✓ Absorción del agregado
- ✓ Resistencia a la abrasión
-  **Diseño de mezclas**
- ✓ Curado de los especímenes
-  **Propiedades mecánicas**
- ✓ Resistencia a la compresión axial de los especímenes

CAPÍTULO 5. DESARROLLO

5.1 Propiedades físicas.

En general son primordiales en los agregados las características de densidad, resistencia, porosidad, y la distribución volumétrica de las partículas, que se acostumbra denominar granulometría o gradación.

Asociadas a estas características se encuentran una serie de ensayos o pruebas standard que miden estas propiedades para compararlas con valores de referencia establecidos o para emplearlas en el diseño de mezclas.

Es importante para evaluar estos requerimientos el tener claros los conceptos relativos a las siguientes características físicas de los agregados y sus expresiones numéricas:

a) Muestreo de agregados

Se realizó el día 08 – 04 – 15 en coordinación, con el señor Juan De La Cruz, Propietario de la cantera de extracción de agregados de roca caliza, y la Ing. Rosa Aydee LLique Mondragón, siguiendo los procedimientos de la NTP 400 019.

Se tuvo en cuenta la precaución de obtener muestras que denoten la naturaleza y condiciones del material al cual representan los agregados. La obtención de las muestras se realizó para una granulometría de 3" para luego ser trituradas manualmente hasta convertirla en una granulometría de 3/4". Luego se llevó a laboratorio.

5.1.1 Obtención de las propiedades físicas

a) Perfil

El agregado tiene un perfil anguloso debido a la trituración, posee aristas definidas formadas por la intersección de superficies aproximadamente planas, presentando el agregado una textura lisa.

b) Tamaño máximo nominal

El tamaño máximo nominal se determinó al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido, que para dicha muestra que se realizó el análisis granulométrico es de TMN $\frac{3}{4}$ ".

c) Análisis granulométrico del agregado

El ensayo de análisis granulométrico del agregado se realizó el día 20 – 04 – 15 en coordinación con el señor Víctor Cuzco Minchán, técnico de laboratorio de concreto de la Universidad Privada Del Norte y la Ing. Rosa Aydee LLique Mondragón, Asesora, siguiendo recomendaciones NTP 400 012.

Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado, mediante el tamizado se obtuvo las fracciones de masa del agregado retenido en cada una de las mallas o tamices, con la finalidad de calcular la masa retenida o que pasa, y los porcentajes parciales y acumulados, y luego determinar el módulo de finura del agregado grueso.

d) Peso específico del agregado

El ensayo de peso específico del agregado se realizó los días 21 y 22 – 04 – 15 en coordinación con el señor Víctor Cuzco Minchán, técnico de laboratorio de concreto de la Universidad Privada Del Norte y la Ing. Rosa Aydee LLique Mondragón, Asesora, siguiendo recomendaciones de NTP 400 021.

Es la relación de la masa en el aire de un volumen unitario del agregado, a la masa del mismo volumen del agregado sumergido en agua.

En primer lugar se tomó una muestra de 3.5 kg se lavó y se secó al aire libre durante un periodo de 2 horas, luego se sumergió durante 24 horas, y se secó (sss) se pesó lo cual se llama peso del agregado saturado superficialmente seco y se sumergió en agua lo cual se tomó un peso sumergido luego se puso al horno por 24 horas se obtuvo el peso seco del agregado.

Peso específico de masa

$$P_{em} = \frac{(A)}{(B-C)} \times 100$$

A= peso de la muestra seca en el aire, gramos

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

C= peso en el agua de la muestra saturada.

e) **Peso volumétrico del agregado**

I) **Peso volumétrico suelto**

Los ensayos de peso volumétrico de los agregados se realizaron el día 21 – 04 – 15 en coordinación con el señor Víctor Cuzco Minchán, técnico de laboratorio de concreto de la Universidad Privada Del Norte y la Ing. Rosa Aydee LLique Mondragón, Asesora, siguiendo recomendaciones NTP 400 017.

El recipiente de medida se llenó con una pala o cuchara hasta rebosar, descargando el agregado desde una altura no mayor de 50 mm (2”) por encima de la parte superior del recipiente. El agregado sobrante se elimina con una regla, hasta quedar a nivel del recipiente, se realizó la prueba por tres veces para determinar un promedio del peso volumétrico suelto.

II) **Peso volumétrico Compactado**

El recipiente de medida se llenó, en tres capas compactándola con una varilla de acero con 25 golpes por cada capa, en la capa final se llenó con una cuchara hasta rebosar, descargando el agregado desde una altura no mayor de 50 mm (2”) por encima de la parte superior del recipiente, se realizó el ensayo tres veces para luego sacar un promedio.

f) **Contenido de humedad**

Los ensayos de contenido de humedad de los agregados se realizaron el día 21 – 04 – 15 en coordinación con el señor Víctor Cuzco Minchán, técnico de laboratorio de concreto de la Universidad Privada Del Norte y la Ing. Rosa Aydee LLique Mondragón, Asesora, siguiendo recomendaciones NTP 339.185.

El contenido de humedad se determinó de acuerdo a lo especificado en la norma NTP 339.185 – 2002, con una masa de agregado para un TMN de $\frac{3}{4}$ ” masa de 3 kg se tomó la muestra se lo puso al horno a una temperatura de $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$ se pesó luego de transcurrido las 24 horas y se determinó el contenido de humedad

$$H = ((W-D)/(D)) \times 100$$

H= contenido de humedad

W= Masa de la muestra húmeda original en gramos

D= masa de la muestra seca en gramos

g) Absorción del agregado

El ensayo de absorción del agregado se realizó el día 22 – 04 – 15 en coordinación con el señor Víctor Cuzco Minchán, técnico de laboratorio de concreto de la Universidad Privada Del Norte y la Ing. Rosa Aydee LLique Mondragón, Asesora, siguiendo recomendaciones NTP 400 021.

Es la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergido 24 horas en esta se expresa como porcentaje del peso seco.

$$Ab (\%) = (B-A)/(A) \times 100.$$

h) Resistencia a la abrasión

El ensayo de resistencia a la abrasión de los agregados se realizaron el día 23 – 04 – 15 en coordinación con el señor Víctor Cuzco Minchán, técnico de laboratorio de concreto de la Universidad Privada Del Norte y la Ing. Rosa Aydee LLique Mondragón, Asesora, siguiendo recomendaciones NTP 400 019.

Se tamizó la muestra y se pesó los retenidos de los tamices de 1", ¾", ½", 3/8", una cantidad de 1250 g, utilizándose el método A, con una masa aproximada de 5000 g, se colocó la muestra a la maquina los Ángeles se hizo rotarla a una velocidad de 30 rpm por 500 revoluciones, luego de realizado el ensayo se separó la muestra de la máquina y se lo tamizo en la malla # 12, el porcentaje retenido se lo lavó y secó al horno a una temperatura de 110° c +- 5° por 24 horas

$$D (\%) = ((P1 - P2) / (P1)) \times 100$$

D = desgaste expresado en porcentaje

P1= masa inicial

P2= masa final

5.2 Diseño de mezclas

a) Elaboración de los especímenes de concreto

El diseño de mezclas se realizaron el día 04, 05, 06, 07 – 05 – 15 en coordinación con el señor Víctor Cuzco Minchán, técnico de laboratorio de concreto de la Universidad Privada Del Norte y la Ing. Rosa Aydee LLique Mondragón, Asesora.

Se pesaron los materiales, agregado grueso, agregado fino, cemento y agua, en primer lugar se echó a mezclar el agregado grueso luego se mezcló al agregado fino se observó que los agregados estén homogéneamente mezclados se puso el

cemento, luego de mezclarse el cemento con los agregados se echó el agua para formar la mezcla del concreto, una vez que se observó que el concreto se encontraba totalmente mezclado, se midió el eslump, llenando el cono en tres capas, compactándolo con 25 golpes cada una de las capas luego se retiró el cono verticalmente para medir la consistencia de la mezcla, luego que la mezcla ha cumplido con la consistencia de diseño se echó a los moldes para formar las muestras cilíndricas, lo cual se llenó en tres capas y se compactó con 25 golpes cada capa, luego se desencofró a las 24 horas para ser curados dichas muestras.

b) Curado de los especímenes

Una vez realizado las muestras, se desencofró a las 24 horas y se codificó debidamente, luego se puso a curar durante 14 días, 21 días, 28 días, para realizar el ensayo de resistencia a la compresión axial para determinar la resistencia de las probetas.

c) Propiedades mecánicas

Resistencia a la compresión axial de los especímenes, se realiza una vez que se ha curado las muestras, se determina su diámetro y su altura de probeta a ser ensayada para determinar un área de probeta la cual recibirá la carga, y se determina la resistencia a compresión la cual alcanzan dichas muestras.

5.2.3 Metodología

Tabla N°14 Identificación y datos de la cantera

CANTERA	Río Chonta (AF), Otuzco Mirador (AG)
METODO	ACI
TIPO DE CEMENTO	Portland tipo I

Elaboración propia

DATOS			
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso específico de masa:	2.51 gr/cm ³	Perfil	Angular
Peso unitario suelto seco	2.55 gr/cm ³	Tamaño máximo nominal	3/4 gr/cm ³
Humedad natural	2.6 %	Peso específico de masa:	2.67 gr/cm ³
Absorción	1.23 %	Peso unitario seco compactado	1.47 %
Módulo de finura	2.90 %	Humedad natural	1.23 %
Partículas < #200		Absorción	0.24 %
		Abrasión	27.2 %

Elaboración propia

Tabla N°15 Selección de la resistencia promedio a partir de la resistencia en compresión especificada

$$\begin{aligned}
 f'_{cr} &= 210 * 1.2 = 252.00 \text{ kg/cm}^2 \\
 f'_{cr} &= 210 * 1.3 = 273.00 \text{ kg/cm}^2 \\
 \\
 \text{Tomaremos} \\
 f'_{cr} &= 273.00 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Tabla N°16 Selección del tamaño máximo nominal del agregado

- La norma NTP 400.037 define al Tamaño Máximo como aquel que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso.
- La norma NTP 400.037 define al tamaño Máximo Nominal como aquel correspondiente al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.

Tabla N°17 Selección del asentamiento

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO	TRABAJABILIDAD
SECA	0" a 2"	Poco Trabajable
PLÁSTICA	3" a 4"	Trabajable
HÚMEDA	≥ 5"	Muy Trabajable

Fuente: (Rivva, 1992).

Tabla N°18 Selección del volumen unitario de agua de diseño

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA EXPRESADO EN L/m ³ , PARA LOS ASENTAMIENTOS Y PERFILES DEL AGREGADO GRUESO INDICADOS						
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO	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	163	163	182

Fuente: (Rivva, 1992).

Tabla N°19 Selección del contenido de aire

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	
TMN	AIRE ATRAPADO
3/8"	3.0%
1/2 "	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%

6"	0.2%
----	------

Fuente: (Rivva, 1992)

Tabla N°20 Selección de la relación agua – cemento por resistencia

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (kg/cm ²)	ESTIMACION DE LA RELACION AGUA- CEMENTO PARA AGREGADO GRUESO DEL TAMAÑO MAXIMO NOMINAL INDICADO		
	3/8"	3/4"	1 1/2"
f'cr	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

Fuente: (Rivva, 1992)

$$A/C = f'cr = 273 = 0.59$$

$$\frac{245}{273} = \frac{0.62}{X}$$

$$\frac{280}{273} = \frac{0.58}{X}$$

$$X = \frac{(273-245)}{(280-245)} = \frac{(X-0.62)}{(0.58-0.62)}$$

$$X = 0.59$$

Tabla N°21 Determinación del factor cemento

Fc = Volumen de agua / relación agua cemento

$$F_c = \frac{204 \text{ L}}{0.59}$$

$$F_c = 346.9 \text{ kg}$$

$$F_c = \frac{346.9 \text{ L}}{42.5 \text{ kg}} = 8.1 \text{ l por bolsa de cemento}$$

Tabla N°22 Determinación del contenido de agregado grueso

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGAD O	VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO SECO Y COMPACTADO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO PARA DIFERENTES MODULOS DE FINURA DEL AGREGADO FINO			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: (Rivva, 1992).

$$\begin{aligned}
 & \begin{matrix} 2.8 \\ 2.9 \\ 3 \end{matrix} \qquad \qquad \qquad \begin{matrix} 0.62 \\ b/bo \\ 0.60 \end{matrix} \\
 & \qquad \qquad \qquad b/bo \qquad = \qquad 0.610 \\
 & AG = 0.610 * 1.47 * 1000 \\
 & AG = 896.7 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Tabla N°23 Determinación de la suma de volúmenes absolutos del cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso.

Cemento	= 346.9	kg/m ³	Pe	= 3150	kg/m ³
Agua	= 204.0	l/m ³	Pe	= 1000	l t/m ³
Aire	= 2	%	Pe	= 100	
Agregado grueso	= 896.7	kg/m ³	Pe	= 2670	kg/m ³
Suma de volúmenes absoltos	=				
Cemento	= 0.110				
Agua	= 0.204				
Aire	= 0.020				
Agregado grueso	= 0.336				
Suma de volúmenes absoltos	=	0.670			kg/m ³

Tabla N°24 Determinación del volumen absoluto del agregado fino

$$\begin{aligned} AG &= 0.670 \\ AF &= 1 - 0.670 \\ AF &= 0.330 \end{aligned}$$

Tabla N°25 Determinación del peso del agregado fino

$$\begin{aligned} A.G &= 0.670 \\ A.F &= 0.330 * 2.51 * 1000 \\ A.F &= 828.3 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

Tabla N°26 Determinación de los valores de diseño del cemento, agua, aire, agregado fino, y agregado grueso

$$\begin{aligned} \text{Cemento} &= 346.9 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Agua de} & \\ \text{diseño} &= 204 \text{ l/m}^3 \\ \text{Agregado fino seco} &= 828.3 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Agregado grueso} & \\ \text{seco} &= 896.7 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

1	:	2.39	:	2.58	:	25.08
---	---	------	---	------	---	-------

Tabla N°27 Corrección de los valores de diseño por humedad del agregado

$$\begin{aligned} \text{Peso humedad del: A.F} &= 849.9 \\ \text{Peso humedad del: A.G} &= 907.7 \end{aligned}$$

Humedad superficial de los agregados (W% + abs%)

$$\begin{aligned} \text{Peso humedad del: A.F} &= 1.37 \% \\ \text{Peso humedad del: A.G} &= 0.99 \% \end{aligned}$$

Aporte de humedad de los agregados (A.F.S * APOORTE DEL AF %)

$$\begin{aligned} \text{Peso humedad del: A.F} &= 11.35 \text{ l/m}^3 \\ \text{Peso humedad del: A.G} &= 8.877 \text{ l/m}^3 \\ \text{Aporte de agua total} &= 20.23 \text{ l/m}^3 \end{aligned}$$

Agua de diseño	=	204.00 l/m ³
Aporte de los agregados	=	20.23 l/m ³
Agua efectiva		183.8 l/m ³

Tabla N°28 Determinación de la proporción en peso, de diseño y de obra

Cemento	=	346.94 kg/m ³
Agua de diseño	=	183.77 l/m ³
Agregado fino seco	=	849.88 kg/m ³
Agregado grueso seco	=	907.73 kg/m ³

Cemento	A. fino	A. grueso	Agua
1	: 2.45	: 2.62	: 22.51 L por bolsa

Tabla N°29 Determinación de los pesos por tanda para 03 probetas

Cemento	=	6.94 kg/m ³
Agua de diseño	=	3.68 l/m ³
Agregado fino seco	=	17.01 kg/m ³
Agregado grueso seco	=	18.16 kg/m ³

CAPÍTULO 6. RESULTADOS

Tabla N° 30: Resistencia a compresión axial a los 14 días con agregado triturado sin lavar

Resistencia a compresión axial del concreto elaborado con agregado de piedra caliza triturada a los 14 días				
Probeta N°	Carga última Kg	Resist. Máxima Kg/cm ²	f'c Kg/cm ² Requerida	% Resistencia Obtenida
P-01	24512.00	129.57	168.00	61.70%
P-02	23211.00	122.06	168.00	58.13%
P-03	25845.00	135.91	168.00	64.72%
P-10	22458.00	118.25	168.00	56.31%
P-11	24012.00	126.28	168.00	60.13%
P-12	24985.00	131.90	168.00	62.81%
P-13	26542.00	140.12	168.00	66.72%

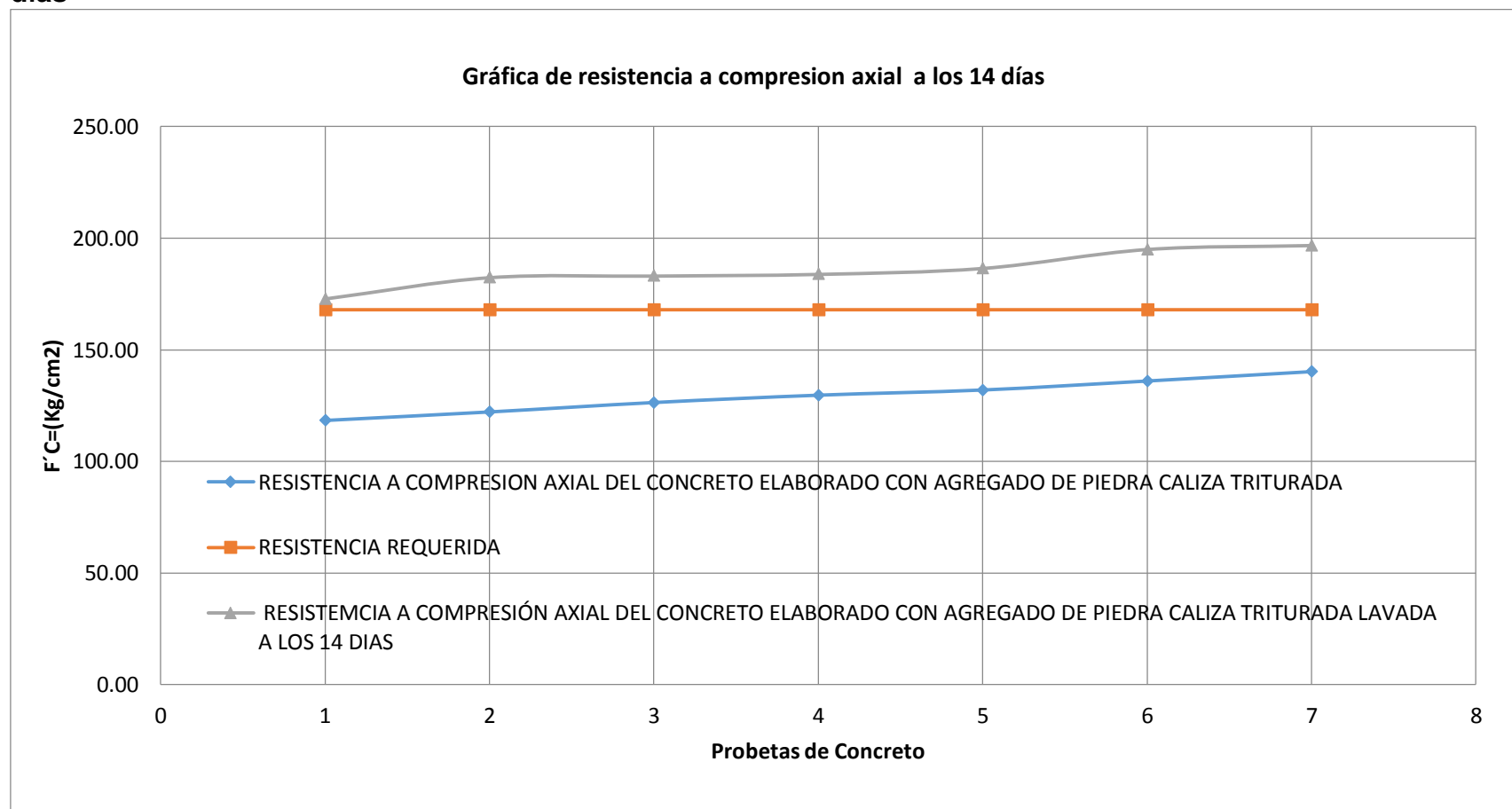
Elaboración Propia

Tabla N° 31: Resistencia a compresión axial a los 14 días con agregado triturado lavado

Resistencia a compresión axial del concreto elaborado con agregado de piedra caliza triturada lavada a los 14 días				
Probeta N°	Carga última Kg	Resist. Máxima Kg/cm2	f'c Kg/cm2 Requerida	% Resistencia
LV-01	33458.00	183.90	168.00	87.57%
LV-02	34512.00	183.14	168.00	87.21%
LV-03	32879.00	172.91	168.00	82.34%
LV-04	35476.00	186.56	168.00	88.84%
LV-05	34245.00	182.43	168.00	86.87%
LV-06	36045.00	196.82	168.00	93.73%
LV-07	35487.00	195.05	168.00	92.88%

Elaboración Propia

Gráfica N° 01: Resistencia a compresión axial del concreto elaborado con agregado triturado de piedra caliza a los 14 días



Elaboración Propia

Tabla N° 32: Resistencia a compresión axial a los 21 días con agregado triturado sin lavar

Resistencia a compresión axial del concreto elaborado con agregado de piedra caliza triturada a los 21 días				
Probeta N°	Carga última Kg	Resist. Máxima Kg/cm2	f'c Kg/cm2 Requerida	% Resistencia
P-04	28654.00	163.23	200.00	77.54%
P-05	28412.00	159.71	200.00	75.86%
P-06	29584.00	165.20	200.00	78.47%
P-07	27485.00	152.47	200.00	72.42%
P-08	30145.00	171.73	200.00	81.57%
P-09	28754.00	159.51	200.00	75.77%
P-14	28954.00	162.76	200.00	77.31%

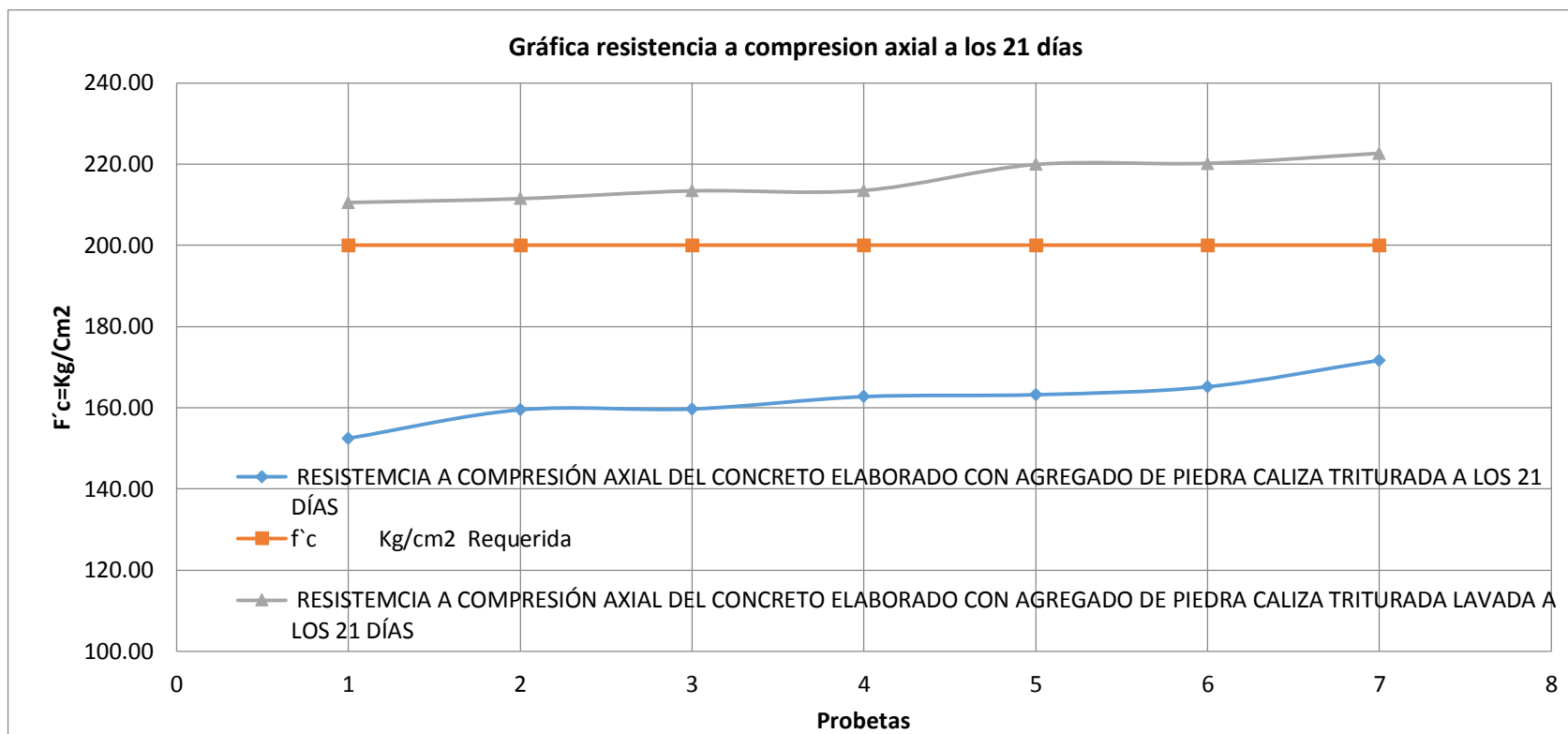
Elaboración Propia

Tabla N° 33: Resistencia a compresión axial a los 21 días con agregado triturado lavado

Resistencia a compresión axial del concreto elaborado con agregado de piedra caliza triturada lavada a los 21 días				
Probeta N°	Carga última Kg	Resist. Máxima Kg/cm2	f'c Kg/cm2 Requerida	% Resistencia
LV-09	38475.00	213.43	200.00	101.38%
LV-10	38345.00	219.91	200.00	104.46%
LV-11	38654.00	220.20	200.00	104.60%
LV-12	36879.00	211.50	200.00	100.46%
LV-13	36984.00	213.54	200.00	101.43%
LV-14	37458.00	210.56	200.00	100.02%
LV-15	38564.00	222.66	200.00	105.76%

Elaboración Propia

Gráfica N° 02: Resistencia a compresión axial del concreto elaborado con agregado triturado de piedra caliza a los 21 días



Elaboración Propia

Tabla N° 34: Resistencia a compresión axial a los 28 días con agregado triturado sin lavar

Resistencia a compresión axial del concreto elaborado con agregado de piedra caliza triturada				
Probeta N°	Carga última Kg	Resist. Máxima Kg/cm2	f'c Kg/cm2 Requerida	% Resistencia Obtenida
P-15	32705.00	186.31	210.00	88.72%
P-16	33295.00	189.67	210.00	90.32%
P-17	32265.00	183.81	210.00	87.53%
P-18	31748.00	179.66	210.00	85.55%
P-19	31665.00	180.39	210.00	85.90%
P-20	32485.00	183.83	210.00	87.54%
P-21	32115.00	182.95	210.00	87.12%
P-22	31983.00	182.20	210.00	86.76%
P-23	33097.00	188.55	210.00	89.78%
P-24	29850.00	170.05	210.00	80.98%
P-25	33295.00	188.41	210.00	89.72%
P-26	30645.00	174.58	210.00	83.13%
P-27	32425.00	184.72	210.00	87.96%
P-28	30252.00	172.34	210.00	82.07%
P-29	29580.00	168.51	210.00	80.24%
P-30	31543.00	178.50	210.00	85.00%

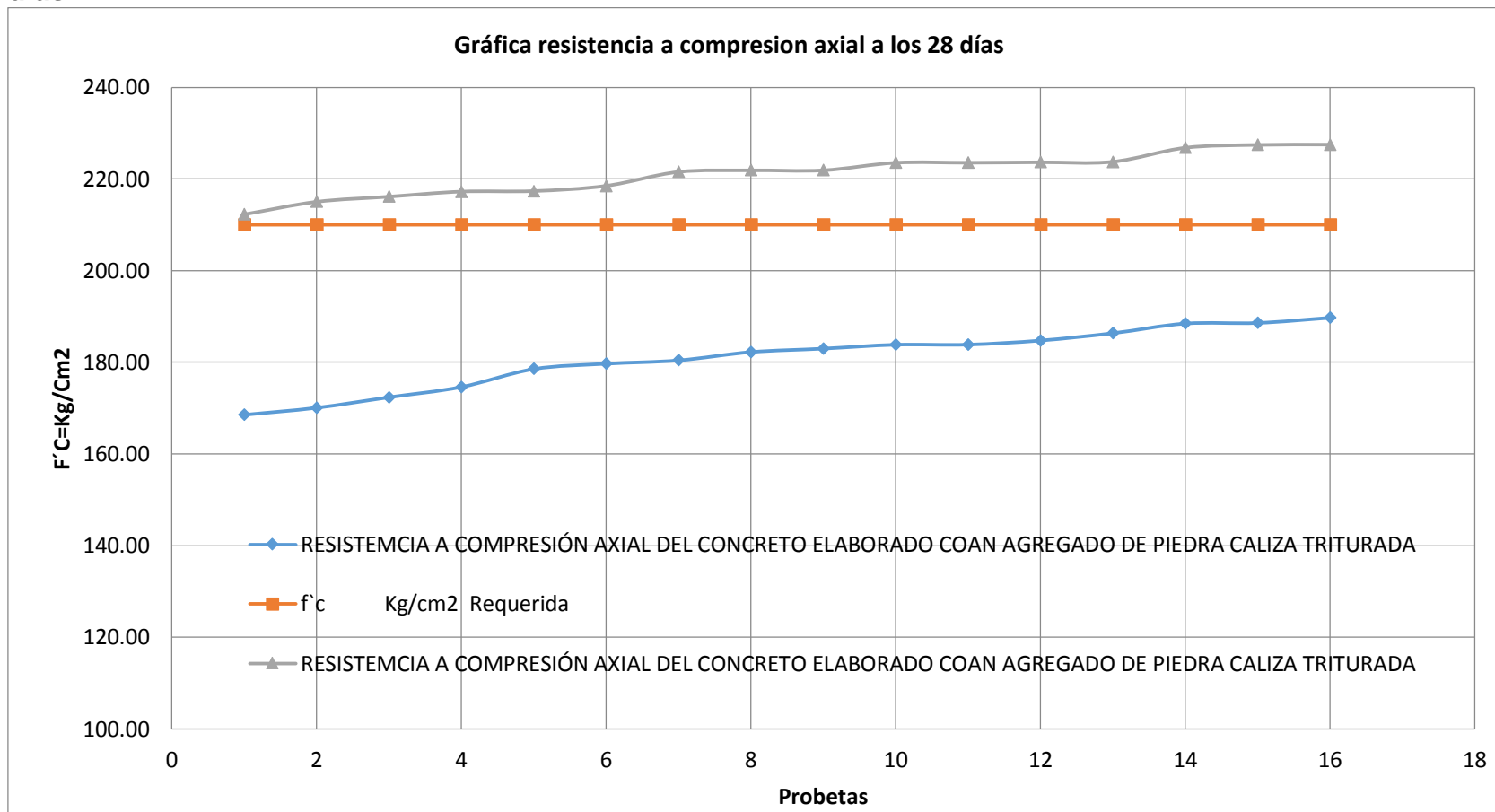
Elaboración Propia

Tabla N° 35: Resistencia a compresión axial a los 28 días con agregado triturado lavado

Resistencia a compresión axial del concreto elaborado con agregado de piedra caliza triturada				
Probeta N°	Carga última Kg	Resist. Máxima Kg/cm2	f'c Kg/cm2 Requerida	% Resistencia Obtenida
LV-08	38685.00	221.86	210.00	105.65%
LV-16	38425.00	221.86	210.00	105.65%
LV-17	38093.00	218.46	210.00	104.03%
LV-18	36511.00	212.23	210.00	101.06%
LV-19	36984.00	214.98	210.00	102.37%
LV-20	37682.00	216.11	210.00	102.91%
LV-21	38884.00	221.51	210.00	105.48%
LV-22	39254.00	223.62	210.00	106.49%
LV-23	38975.00	223.52	210.00	106.44%
LV-24	39542.00	226.78	210.00	107.99%
LV-25	37875.00	217.21	210.00	103.44%
LV-26	38712.00	223.51	210.00	106.43%
LV-27	37895.00	217.33	210.00	103.49%
LV-28	38749.00	223.73	210.00	106.54%
LV-29	39652.00	227.41	210.00	108.29%
LV-30	39663.00	227.47	210.00	108.32%

Elaboración Propia

Gráfica N° 03: Resistencia a compresión axial del concreto elaborado con agregado triturado de piedra caliza a los 28 días



Elaboración Propia

CAPITULO 7. DISCUSIÓN

Los resultados de los ensayos de compresión axial del concreto elaborado con agregado de piedra caliza triturada sin lavar a los 14 días, muestran considerablemente una disminución en la resistencia a compresión axial del concreto, disminuyendo el esfuerzo máximo 18.50%, debido a que el agregado triturado contiene muchos finos que al no ser lavado, la pasta de cemento no se adhiere correctamente al agregado, lo cual se observa cuando las muestras de concreto son ensayadas a compresión axial, lo que hace que falle es la pasta de cemento.

Las muestras ensayadas con agregado de piedra caliza triturada lavada, tienen un mejor comportamiento ante el ensayo de compresión axial, aumentando la resistencia a los 14 días de curado, el esfuerzo máximo, 8.49% lo cual se observó la falla de las probetas se fisuran de forma longitudinal.

A los 21 días las probetas elaboradas con agregado de piedra caliza sin lavar, disminuye la resistencia el esfuerzo máximo 18.01%, las probetas fallan por aplastamiento por la baja adherencia de la pasta de cemento, así mismo las probetas elaboradas con agregado de piedra caliza lavada aumentan la resistencia, el esfuerzo máximo 7.59%.

Las probetas ensayadas a los 28 días, para las muestras ensayadas con agregado de piedra caliza sin lavar disminuye la resistencia del esfuerzo máximo 13.86%, el tipo de falla que presentan las muestras elaboradas con agregado sin lavar son por aplastamiento del concreto, analizándose la falla de las probetas se observa que el agregado no tiene una adecuada distribución en su estructura debido a la segregación y exudación que estas presentaron.

Para las muestras elaboradas con agregado de piedra caliza lavada aumenta la resistencia el esfuerzo máximo del concreto 5.29%, el tipo de falla que está presenta son de forma longitudinal, formando una adecuada distribución del agregado en su estructura.

La variación de la resistencia del concreto elaborado, y ensayado a compresión axial a los distintos días de curado se observa que en cuanto a la disminución de la resistencia a los 14 días es mayor ya que el esfuerzo máximo disminuye 18.50%, a los 21 días disminuye el esfuerzo máximo 18.01%, a los 28 días baja la resistencia el esfuerzo máximo 13.86%.

La resistencia alcanzada a los 14 días para las muestras elaboradas con agregado de piedra caliza lavada aumenta la resistencia, el esfuerzo máximo 8.49%, las muestras elaboradas con agregado de roca caliza lavada a los 21 días alcanza una resistencia del esfuerzo máximo 7.59% y a los 28 días alcanza el esfuerzo máximo 5.29%, el concreto a los 28 días alcanza el 100% de la resistencia de diseño.

El objetivo de estudio fue hacer una exploración sobre la máxima resistencia que se podría obtener en concretos elaborados con agregado de piedra caliza triturada lavada utilizando una relación agua cemento por resistencia, sin adicionar materiales o aditivos que incrementaran la resistencia del concreto.

La resistencia del agregado de piedra caliza, dependen de las condiciones bajo las cuales fueron consolidadas son distintas según el área y estrato en que son extraídas las rocas tienden a ser porosas y débiles cuando se forman bajo presiones relativamente bajas y son densas y resistentes si se forman bajo presiones altas.

La interacción química entre la roca caliza y la pasta de cemento puede conducir a un incremento en la fuerza de la adherencia, siempre y cuando el agregado de roca caliza triturada sea lavado para eliminar los finos, la piedra caliza reacciona con la pasta de cemento hasta producir una gran cantidad de poros en la ITZ, lo que resulta en una reducción en la fuerza de adherencia a edades tempranas, sin embargo a mayor edad estos poros se llenan con productos de reacciones posteriores incrementando la fuerza de adherencia y aumentando la resistencia del concreto.

Una desventaja del concreto elaborado con piedra caliza triturada es la sobredosificación en cemento con miras a alcanzar concretos que cumplan con la resistencia requerida, ya que los agregados de piedra caliza proporcionan buena adherencia con la pasta de cemento, pero la resistencia se podría mejorar utilizando agregados de roca caliza más densa, con bajos coeficientes de desgaste.

Se observa durante el proceso de mezclado de los agregados y la pasta de cemento más el agua, que el concreto elaborado con el agregado de piedra caliza triturada sin lavar existe exudación debido a la reacción que produce el polvo de la trituración de la roca lo

que hace que el concreto se deshidrate con mayor rapidez, siendo también unas de las causas para disminuir la resistencia del concreto.

El agua de mezcla cumple también una función muy importante que es el de dar la trabajabilidad a la mezcla de concreto la cual deberá estar limpia y sin impurezas ya que puede producir efectos que alteren el comportamiento normal de la pasta de cemento los efectos esperados son el retardo en el endurecimiento, reducción de la resistencia, manchas en el concreto endurecido cambios volumétricos del concreto.

El curado del concreto es una parte fundamental ya que previene el secado prematuro del concreto bajo un nivel de temperatura favorable, ya que la hidratación del concreto continua durante varios días o meses si se mantiene un adecuado curado por un periodo específico, en este caso el curado para las muestras de concreto se realizó a los 14 días, 21 días, y 28 días, una vez que se ha realizado el curado de las muestras a los diferentes edades es recomendable antes de ensayar las muestras dejarlas que su superficie se encuentre totalmente seca para no disminuir la resistencia de dichas muestras.

El agregado triturado cumple una función importante en la elaboración del concreto debido a su angulosidad el agregado se adhiere mejor con la pasta de cemento, siempre y cuando el agregado triturado sea lavado, las características angulosas del agregado contribuye a un mejor comportamiento del concreto ensayado a compresión axial, se demuestra en los ensayos hechos, con caliza triturada de $\frac{3}{4}$ " lavada, aumentando la resistencia de diseño en un 5.29% el esfuerzo máximo.

El concreto tiene la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con el de tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento.

Los cambios de temperatura también son un agente que contribuye a disminuir la resistencia de diseño ya que el concreto tiende a cambiar su estructura interna del concreto existe cambios como contracción y expansión por la variación de la temperatura. Afectando también la resistencia a compresión axial del concreto.

CONCLUSIONES

1. La resistencia a compresión axial del concreto elaborado con agregado de piedra caliza triturada lavada de la cantera Otuzco Mirador incrementa la resistencia de diseño, el esfuerzo máximo 5.29%, la hipótesis no se cumple ya que la resistencia del concreto no se incrementa en un 15% de su resistencia de diseño.
2. La resistencia a compresión axial del concreto elaborado con agregado de piedra caliza triturada sin lavar de la cantera Otuzco Mirador disminuye la resistencia de diseño, el esfuerzo máximo 13.86%.

RECOMENDACIONES

- 1.- Se recomienda investigar con otras canteras de roca caliza para cuantificar la investigación en cuanto aumenta la resistencia a compresión axial del concreto y así tener una muestra más grande.
- 2.- Se recomienda realizar una investigación en cuanto disminuye la resistencia a compresión axial del concreto debido a los cambios de temperatura en laboratorio UPN.
- 3.- Se recomienda realizar una investigación, en la resistencia a compresión axial del concreto elaborado con agregado de piedra caliza como agregado grueso y agregado de cerro como agregado fino ya que este tipo de agregado es muy utilizado en la región de Cajamarca.
- 4.- Se recomienda realizar una investigación en cuanto a costos de un concreto elaborado con agregado de roca caliza triturada.

REFERENCIAS

- 1.- ACI, P. (2000). Naturaleza y materiales del concreto. Lima-perú: editorial aci.
- 2.- Alonzo, E. (2003). Estudio de las propiedades de la roca caliza de Yucatán. Ingeniería Revista Académica, Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma de Yucatán, 23.
- 3.- Alonzo, P. J. (2003). Caracterización del material calizo de la Formación Carrillo Puerto en Yucatán. Ingeniería Revista Académica, Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma de Yucatán,, 22.
- 4.- ASTM C150. (1986). "Standard Specification for Portland.
- 5.- ASTM C595. (1986). "Standard Specification for Blended, Hydraulic.
- 6.- ASTM Standard C232. (1987). "Standard Test Method for Bleeding of Concrete".
- 7.- ASTM Standard C469. (1987). "Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression".
- 8.- ASTM Standard C856. (1983.). "Standard Practice for Petrographic Examination of Hardened Concrete."
- 9.- ASTM Standard C94. (1986). "Standard specification for Ready-Mixed.
- 10.- Awad, R. R. (2007). Hormigón Reforzado. Colombia: Universidad EAFIT.
- 11.- Bureau, U. (1988). "Concrete Manual".
- 12.- CARBAJAL, E. P. (1998). TOPICOS DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO. PERÚ.
- 13.- Çeçen, Ö. y. (1997). Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto. Chan J., et. al. / Ingeniería.
- 14.- Cerón. (1996). Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto. Chan J., et. al. / Ingeniería, 39-46.
- 15.- Cerón, D. F. (1996). Propiedades físicas de los agregados pétreos de la Ciudad de Mérida. Ingeniería Revista Académica, Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma, 27,40.
- 16.- Fernández, A. y. (1996). High-performance concrete. Chan J., et. al. / Ingeniería, 93, 236.
- 17.- Frederik, L. (1988). "The Chemistry of Cement and Concrete". London.
- 18.- Gusman, D. S. (2006). Durabilidad y Patología. Colombia: Printed in Colombia.

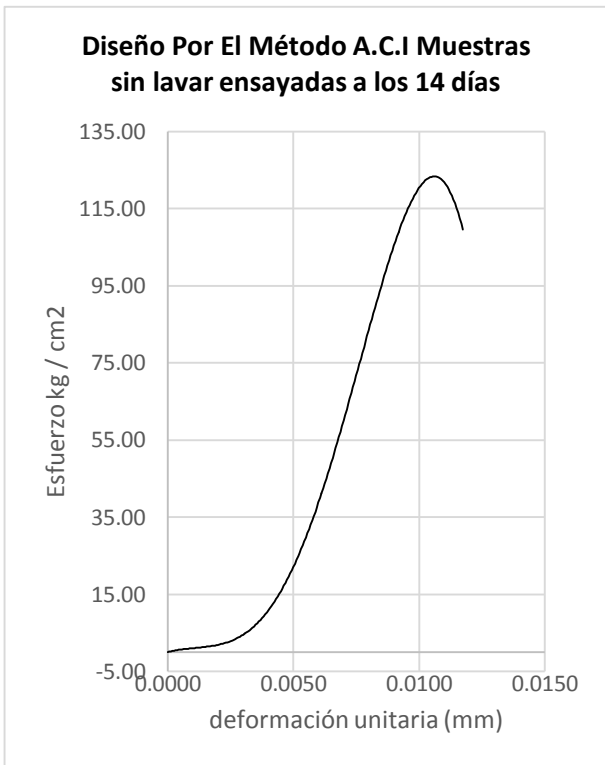
- 19.- Hernández, I. J. (2010). Tecnología del concreto, materiales, propiedades y diseño de mezclas. Colombia: asociación colombiana de productores de concreto ASOCRETO.
- 20.- Kosmatka S., P. W. (1988). "Design and Control of Concrete Mixtures".
- 21.- LAFARGE. (2009). Guía Práctica para fabricar Hormigones De Calidad. Ecuador.
- 22.- López, E. R. (1992). Diseño de Mezclas. Lima.
- 23.- López, I. E. (2008). Materiales Para El Concreto. Lima: ICG .
- 24.- Monteiro, M. y. (1998). Agregados de piedra caliza y su comportamiento en el concreto en la península de Yucatán. Chan J., et. al. / Ingeniería.
- 25.- Oscar A. Cabrera, N. F. (2012). Ciencia Y Tecnología . Buenos Aires : ISEU.
- 26.- Palbol. (1996). Influencia de los agregados pétreos en las Características del Concreto. et. al. / Ingeniería, 7-2 / 39-46.
- 27.- Philip, O. (1990). "Water and its role in Concrete". USA.
- 28.- Publishers, L. F. (1988). "The Chemistry of Cement and Concrete". London .
- 29.- Sandor, P. (1979). "Concrete: Making Materials". Mc Graw.
- 30.- Sarria, I. J. (2010). Tecnología del Concreto. Colombia: Nomos Impresores.
- 31.- Solis R, M. E. (2008). Estudio de la Resistencia del Concreto por el efecto combinado de la relación agua - cemento, la relación grava - arena y el origen de los agregados. ALCONPAT, 22, 23.
- 32.- Tasong. (1999). Agregados de piedra caliza y su comportamiento . Chan J., et. al. / Ingeniería.
- 33.- UNAM, I. d. (1994). Manual De Tecnología del Concreto. Mexico: Limusa Editores.
- 34.- ACI, P. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima-Perú: Editorial ACI.
- 35.- Alonzo, E. (2003). Estudio de las propiedades de la roca caliza de Yucatán. Ingeniería Revista Académica, Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma de Yucatán, 23.
- 36.- Alonzo, P. J. (2003). Caracterización del material calizo de la Formación Carrillo Puerto en Yucatán. Ingeniería Revista Académica, Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma de Yucatán,, 22.
- 37.- ASTM C150. (1986). "Standard Specification for Portland.

- 38.- ASTM C595. (1986). "Standard Specification for Blended, Hydraulic."
- 39.- ASTM Standard C232. (1987). "Standard Test Method for Bleeding of Concrete".
- 40.- ASTM Standard C469. (1987). "Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression".
- 41.- ASTM Standard C856. (1983.). "Standard Practice for Petrographic Examination of Hardened Concrete."
- 42.- ASTM Standard C94. (1986). "Standard specification for Ready-Mixed."
- 43.- Awad, R. R. (2007). Hormigón Reforzado. Colombia: Universidad EAFIT.
- 44.- Bureau, U. (1988). "Concrete Manual".
- 45.- CARBAJAL, E. P. (1998). TOPICOS DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO. PERÚ.
- 46.- Çeçen, Ö. y. (1997). Influencia de los agregados pétreos en las Características del Concreto. Chan J., et. al. / Ingeniería.
- 47.- Cerón. (1996). Influencia de los agregados pétreos en las Características del Concreto. Chan J., et. al. / Ingeniería, 39-46.
- 48.- Cerón, D. F. (1996). Propiedades físicas de los agregados pétreos de la Ciudad de Mérida. Ingeniería Revista Académica, Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma, 27,40.
- 49.- Fernández, A. y. (1996). High-performance concrete. Chan J., et. al. / Ingeniería, 93, 236.
- 50.- Frederik, L. (1988). "The Chemistry of Cement and Concrete". London.
- 51.- Gusman, D. S. (2006). Durabilidad y Patología. Colombia: Printed in Colombia.
- 52.- Hernández, I. J. (2010). Tecnología del concreto, materiales, propiedades y diseño de mezclas. Colombia: asociación colombiana de productores de concreto ASOCRETO.
- 53.- ITINTEC 339.088, N. T. (1982). Agua para morteros y hormigones de Cemento Portland. Requisitos. Lima.
- 54.- Kosmatka S., P. W. (1988). "Design and Control of Concrete Mixtures".
- 55.- LAFARGE. (2009). Guía Práctica para fabricar Hormigones De Calidad. Ecuador.
- 56.- López, I. E. (2008). Materiales Para El Concreto. Lima: ICG .
- 57.- Monteiro, M. y. (1998). Agregados de piedra caliza y su comportamiento en el concreto en la península de Yucatán. Chan J., et. al. / Ingeniería.
- 58.- Oscar A. Cabrera, N. F. (2012). Ciencia Y Tecnología . Buenos Aires : ISEU.

- 59.- Palbol. (1996). Influencia de los agregados pétreos en las Características del Concreto. et. al. / Ingeniería, 7-2 / 39-46.
- 60.- Philip, O. (1990). "Water and its role in Concrete". USA.
- 61.- Publishers, L. F. (1988). "The Chemistry of Cement and Concrete". London .
- 62.- Sandor, P. (1979). "Concrete: Making Materials". Mc Graw.
- 63.- Sarria, I. J. (2010). Tecnología del Concreto. colombia: Nomos Impresores.
- 64.- Solis R, M. E. (2008). Estudio de la Resistencia del Concreto por el efecto combinado de la relación agua - cemento, la relación grava - arena y el origen de los agregados. ALCONPAT, 22, 23.
- 65.- Tasong. (1999). Agregados de piedra caliza y su comportamiento . Chan J., et. al. / Ingeniería.
- 66.- UNAM, I. d. (1994). Manual De Tecnología del Concreto. Mexico: Limusa Editores.

ANEXOS

Tabla N° 36: Esfuerzo vs deformación P-01 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 14 días					
Probeta N°	=	P-01	Carga Última	=	24512.00
Diámetro (mm) Ø	=	15.52	Tiempo	=	4'04"
Altura (cm) h	=	29.80	Altura (mm) h	=	298.00
					Fecha: 18 / 05 /2015
					Área de la probeta(cm2)
					189.18
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(εu) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000	 <p>Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 14 días</p>	
1000.000	0.90	5.29	0.0030		
2000.000	1.23	10.57	0.0041		
3000.000	1.36	15.86	0.0046		
4000.000	1.47	21.14	0.0049		
5000.000	1.55	26.43	0.0052		
6000.000	1.67	31.72	0.0056		
7000.000	1.75	37.00	0.0059		
8000.000	1.84	42.29	0.0062		
9000.000	1.92	47.57	0.0064		
10000.000	2.00	52.86	0.0067		
11000.000	2.05	58.15	0.0069		
12000.000	2.10	63.43	0.0070		
13000.000	2.21	68.72	0.0074		
14000.000	2.28	74.00	0.0077		
15000.000	2.35	79.29	0.0079		
16000.000	2.40	84.58	0.0081		
17000.000	2.45	89.86	0.0082		
18000.000	2.53	95.15	0.0085		
19000.000	2.59	100.43	0.0087		
20000.000	2.72	105.72	0.0091		
21000.000	2.80	111.01	0.0094		
22000.000	2.88	116.29	0.0097		
23000.000	2.98	121.58	0.0100		
24000.000	3.05	126.86	0.0102		
23000.000	3.22	121.58	0.0108		
22000.000	3.35	116.29	0.0112		
21000.000	3.50	111.01	0.0117		

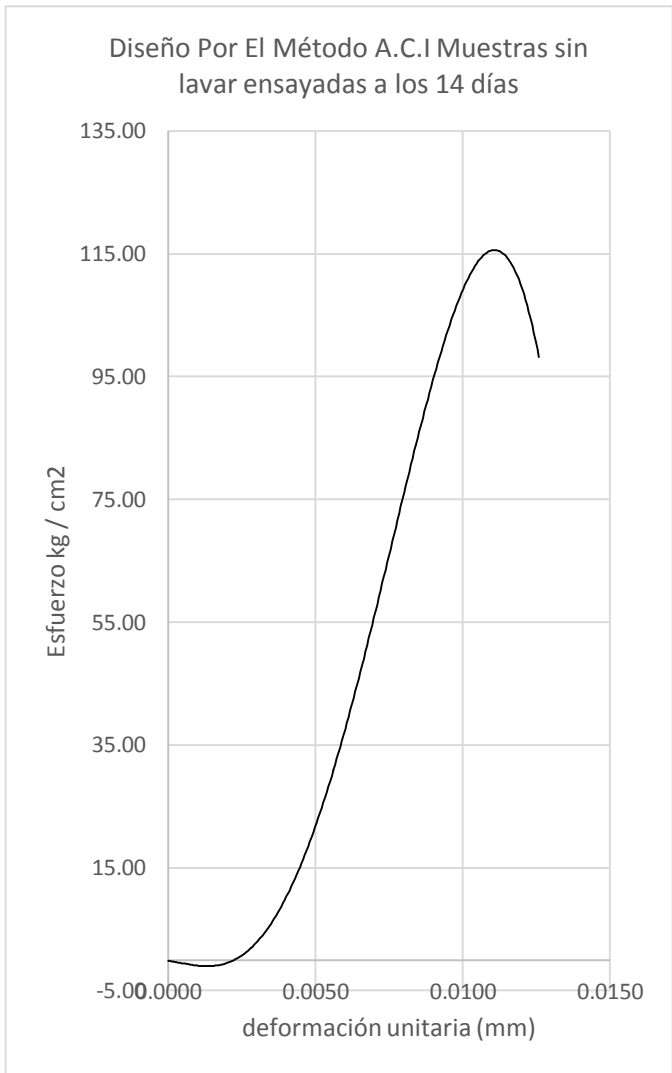
σ Max = 126.86 Kg/Cm2 $\xi(u)$ Max= 0.0102 mm

σ Rot = 129.57 Kg /Cm2 $\xi(u)$ Rot = 0.0106 mm

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	126.86	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0106
σ Rot (Kg/Cm2)=	111.01	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0117

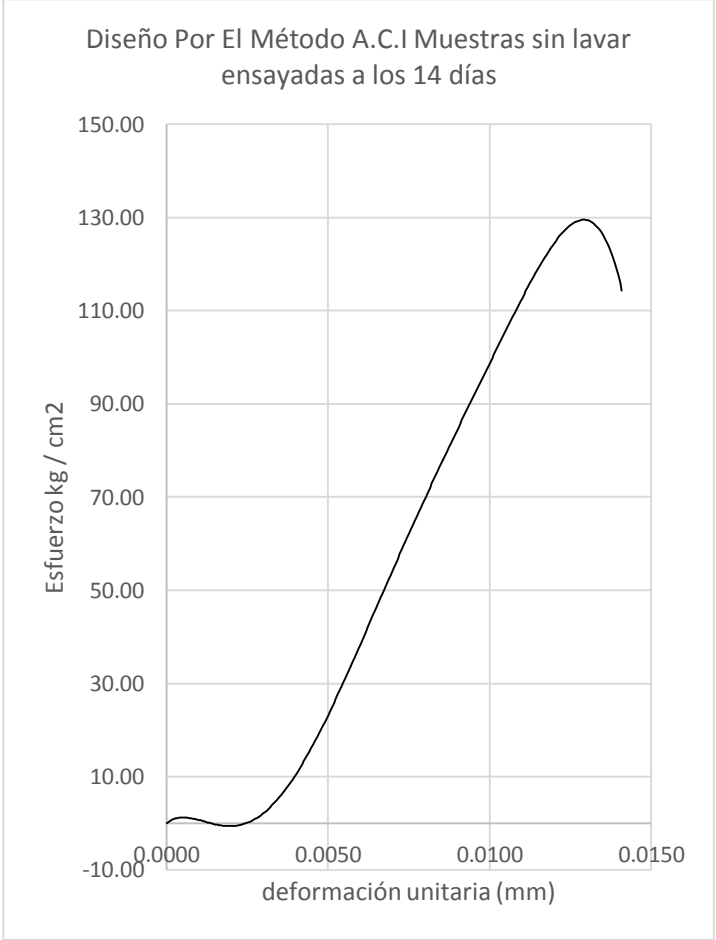
Tabla N° 37: Esfuerzo vs deformación P-02 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"						
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 14 días						
Probeta N°	=	P-02	Carga Última	=	23211.00	Fecha: 18 / 05 /2015
Diámetro (mm) Ø	=	15.56	Tiempo	=	4'34"	Área de la probeta(cm2)
Altura (cm) h	=	29.95	Altura (mm) h	=	299.50	190.16
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(εu) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN		
0.000	0.00	0.00	0.0000			
1000.000	1.05	5.26	0.0035			
2000.000	1.25	10.52	0.0042			
3000.000	1.35	15.78	0.0045			
4000.000	1.47	21.04	0.0049			
5000.000	1.55	26.29	0.0052			
6000.000	1.67	31.55	0.0056			
7000.000	1.75	36.81	0.0059			
8000.000	1.84	42.07	0.0062			
9000.000	1.95	47.33	0.0065			
10000.000	2.05	52.59	0.0069			
11000.000	2.10	57.85	0.0070			
12000.000	2.18	63.11	0.0073			
13000.000	2.28	68.36	0.0077			
14000.000	2.35	73.62	0.0079			
15000.000	2.45	78.88	0.0082			
16000.000	2.55	84.14	0.0086			
17000.000	2.60	89.40	0.0087			
18000.000	2.70	94.66	0.0091			
19000.000	2.80	99.92	0.0094			
20000.000	2.90	105.18	0.0097			
21000.000	2.98	110.44	0.0100			
22000.000	3.10	115.69	0.0104			
23000.000	3.25	120.95	0.0109			
22000.000	3.35	115.69	0.0112			
21000.000	3.45	110.44	0.0116			
20000.000	3.60	105.18	0.0121			
19000.000	3.75	99.92	0.0126			

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	122.06	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0110
σ Rot (Kg/Cm2)=	99.92	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0126

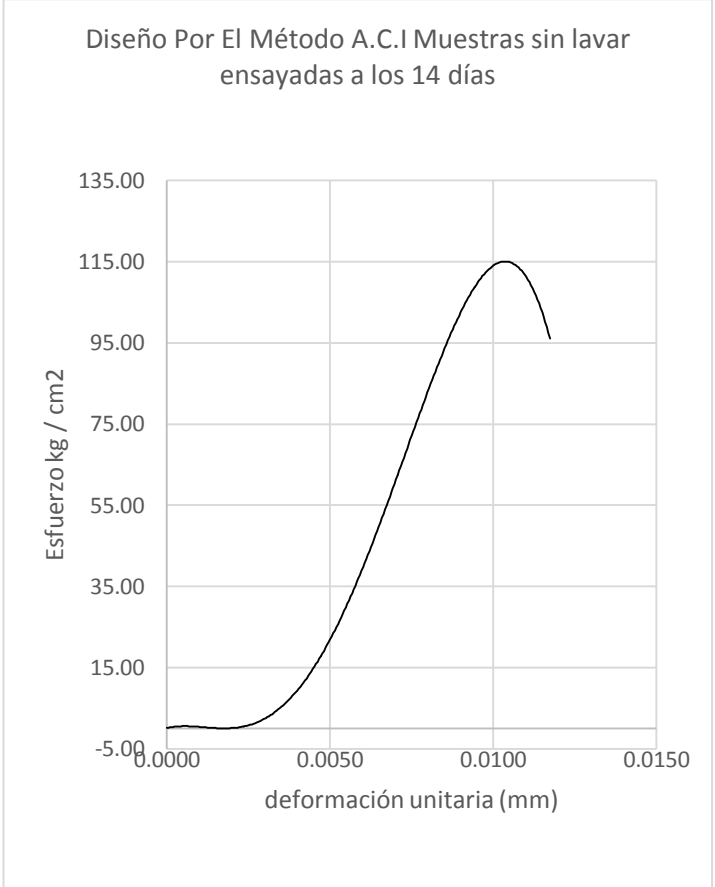
Tabla N° 38: Esfuerzo vs deformación P-03 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"						
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 14 días						
Probeta N°	=	P-03	Carga Última	=	25845.00	Fecha: 18 / 05 /2015
Diámetro (mm) Ø	=	15.56	Tiempo	=	3'56"	Área de la probeta(cm2)
Altura (cm) h	=	29.80	Altura (mm) h	=	298.00	190.16
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ε _u) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN		
0.000	0.00	0.00	0.0000	 <p>Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 14 días</p>		
1000.000	0.98	5.26	0.0033			
2000.000	1.23	10.52	0.0041			
3000.000	1.36	15.78	0.0046			
4000.000	1.45	21.04	0.0049			
5000.000	1.55	26.29	0.0052			
6000.000	1.65	31.55	0.0055			
7000.000	1.75	36.81	0.0059			
8000.000	1.84	42.07	0.0062			
9000.000	1.95	47.33	0.0065			
10000.000	2.05	52.59	0.0069			
11000.000	2.15	57.85	0.0072			
12000.000	2.25	63.11	0.0076			
13000.000	2.35	68.36	0.0079			
14000.000	2.48	73.62	0.0083			
15000.000	2.58	78.88	0.0087			
16000.000	2.69	84.14	0.0090			
17000.000	2.80	89.40	0.0094			
18000.000	2.90	94.66	0.0097			
19000.000	2.98	99.92	0.0100			
20000.000	3.10	105.18	0.0104			
21000.000	3.25	110.44	0.0109			
22000.000	3.35	115.69	0.0112			
23000.000	3.45	120.95	0.0116			
24000.000	3.65	126.21	0.0122			
25000.000	3.85	131.47	0.0129			
24000.000	3.98	126.21	0.0134			
23000.000	4.10	120.95	0.0138			
22000.000	4.20	115.69	0.0141			

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm ²)=	135.91	ξ(u) Max (mm)=	0.0131
σ Rot (Kg/Cm ²)=	115.69	ξ(u) Rot (mm)=	0.0141

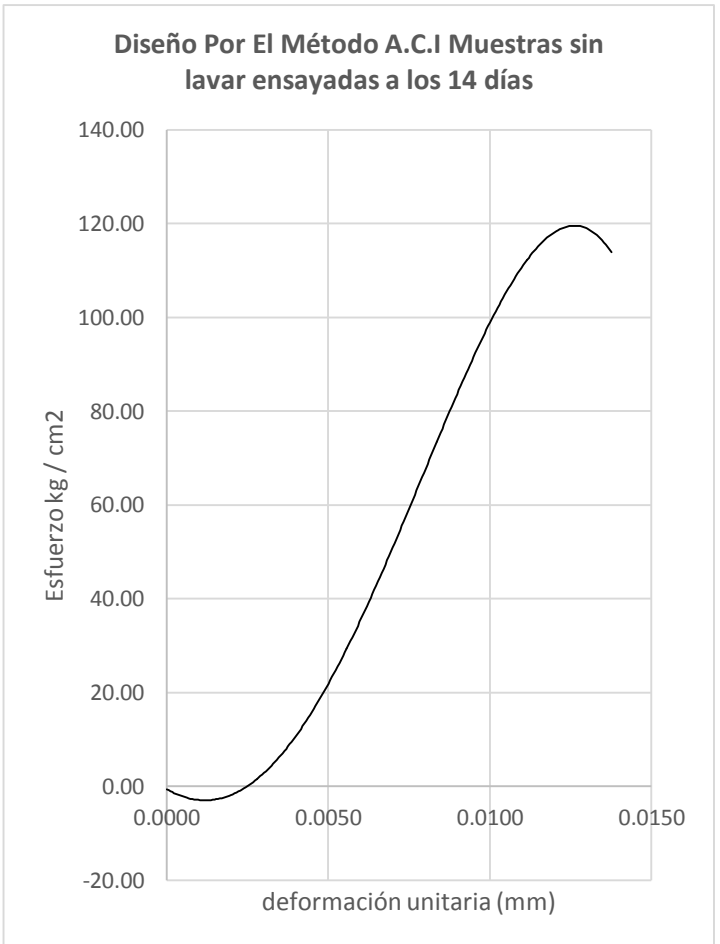
Tabla N° 39: Esfuerzo vs deformación P-10 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"						
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 14 días						
Probeta N°	=	P-10	Carga Última	=	22458.00	Fecha: 18 / 05 /2015
Diámetro (mm) Ø	=	15.55	Tiempo	=	3'04"	Área de la probeta(cm2)
Altura (cm) h	=	29.85	Altura (mm) h	=	298.50	189.91
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ε _u) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN		
0.000	0.00	0.00	0.0000			
1000.000	1.05	5.27	0.0035			
2000.000	1.20	10.53	0.0040			
3000.000	1.36	15.80	0.0046			
4000.000	1.47	21.06	0.0049			
5000.000	1.55	26.33	0.0052			
6000.000	1.67	31.59	0.0056			
7000.000	1.75	36.86	0.0059			
8000.000	1.84	42.12	0.0062			
9000.000	1.92	47.39	0.0064			
10000.000	2.00	52.66	0.0067			
11000.000	2.05	57.92	0.0069			
12000.000	2.10	63.19	0.0070			
13000.000	2.21	68.45	0.0074			
14000.000	2.28	73.72	0.0077			
15000.000	2.35	78.98	0.0079			
16000.000	2.40	84.25	0.0081			
17000.000	2.45	89.52	0.0082			
18000.000	2.53	94.78	0.0085			
19000.000	2.59	100.05	0.0087			
20000.000	2.72	105.31	0.0091			
21000.000	2.82	110.58	0.0095			
22000.000	2.95	115.84	0.0099			
21000.000	3.15	110.58	0.0106			
20000.000	3.30	105.31	0.0111			
19000.000	3.50	100.05	0.0117			

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	118.25	ξ(u) Max (mm)=	0.0102
σ Rot (Kg/Cm2)=	100.05	ξ(u) Rot (mm)=	0.0117

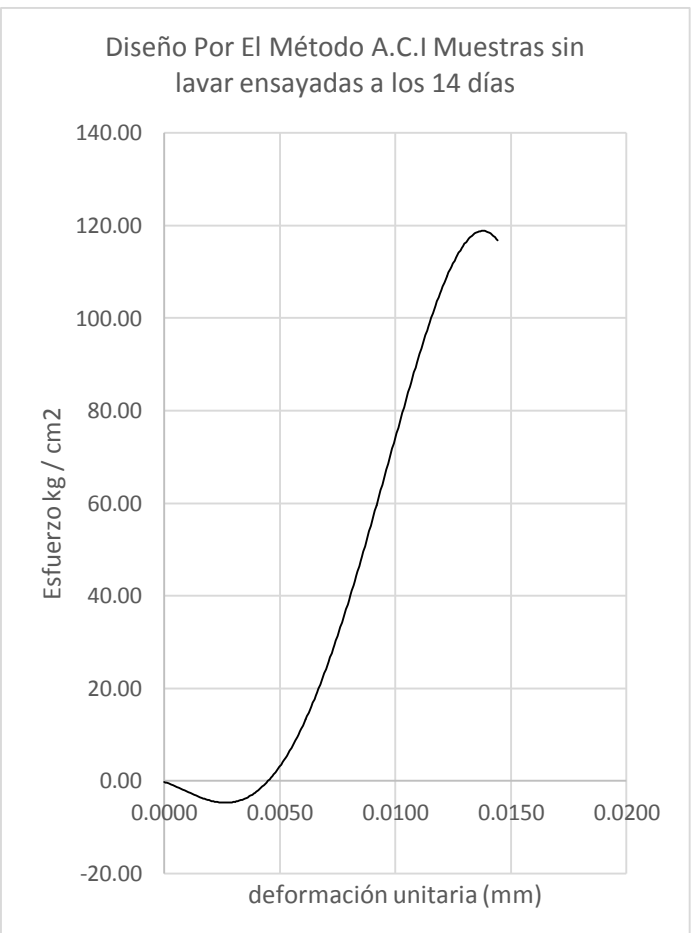
Tabla N° 40: Esfuerzo vs deformación P-11 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 14 días					
Probeta N°	=	P-11	Carga Última	=	24012.00
Diámetro (mm) Ø	=	15.56	Tiempo	=	4'04"
Altura (cm) h	=	29.95	Altura (mm) h	=	299.50
					Fecha: 19 / 05 /2015
					Área de la probeta(cm2)
					190.16
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(εu) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000		
1000.000	1.15	5.26	0.0039		
2000.000	1.25	10.52	0.0042		
3000.000	1.36	15.78	0.0046		
4000.000	1.47	21.04	0.0049		
5000.000	1.55	26.29	0.0052		
6000.000	1.67	31.55	0.0056		
7000.000	1.75	36.81	0.0059		
8000.000	1.85	42.07	0.0062		
9000.000	1.95	47.33	0.0065		
10000.000	2.10	52.59	0.0070		
11000.000	2.25	57.85	0.0076		
12000.000	2.35	63.11	0.0079		
13000.000	2.40	68.36	0.0081		
14000.000	2.50	73.62	0.0084		
15000.000	2.60	78.88	0.0087		
16000.000	2.70	84.14	0.0091		
17000.000	2.80	89.40	0.0094		
18000.000	2.90	94.66	0.0097		
19000.000	3.10	99.92	0.0104		
20000.000	3.20	105.18	0.0107		
21000.000	3.30	110.44	0.0111		
22000.000	3.40	115.69	0.0114		
23000.000	3.50	120.95	0.0117		
24000.000	3.75	126.21	0.0126		
23000.000	3.85	120.95	0.0129		
22000.000	3.95	115.69	0.0133		
21000.000	4.10	110.44	0.0138		

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	126.28	ξ(u) Max (mm)=	0.0126
σ Rot (Kg/Cm2)=	110.44	ξ(u) Rot (mm)=	0.0138

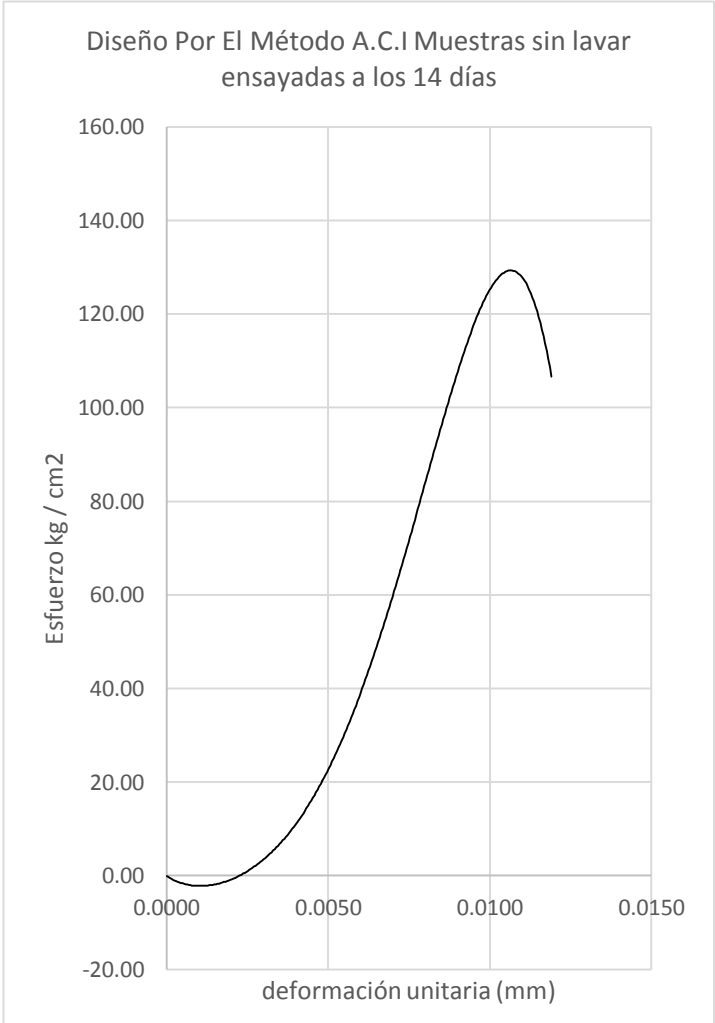
Tabla N° 41: Esfuerzo vs deformación P-12 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"						
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 14 días						
Probeta N°	=	P-12	Carga Última	=	24985.00	Fecha: 19 / 05 /2015
Diámetro (mm) Ø	=	15.53	Tiempo	=	5'04"	Área de la probeta(cm2)
Altura (cm) h	=	30.02	Altura (mm) h	=	300.20	189.42
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(εu) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN		
0.000	0.00	0.00	0.0000			
1000.000	1.70	5.28	0.0057			
2000.000	1.80	10.56	0.0060			
3000.000	1.90	15.84	0.0064			
4000.000	2.00	21.12	0.0067			
5000.000	2.10	26.40	0.0070			
6000.000	2.20	31.68	0.0074			
7000.000	2.30	36.95	0.0077			
8000.000	2.40	42.23	0.0081			
9000.000	2.50	47.51	0.0084			
10000.000	2.60	52.79	0.0087			
11000.000	2.70	58.07	0.0091			
12000.000	2.80	63.35	0.0094			
13000.000	2.90	68.63	0.0097			
14000.000	3.00	73.91	0.0101			
15000.000	3.10	79.19	0.0104			
16000.000	3.20	84.47	0.0107			
17000.000	3.30	89.75	0.0111			
18000.000	3.40	95.03	0.0114			
19000.000	3.50	100.30	0.0117			
20000.000	3.60	105.58	0.0121			
21000.000	3.70	110.86	0.0124			
22000.000	3.80	116.14	0.0128			
23000.000	3.90	121.42	0.0131			
24000.000	4.00	126.70	0.0134			
23000.000	4.10	121.42	0.0138			
22000.000	4.20	116.14	0.0141			
21000.000	4.30	110.86	0.0144			

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	131.90	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0135
σ Rot (Kg/Cm2)=	110.86	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0144

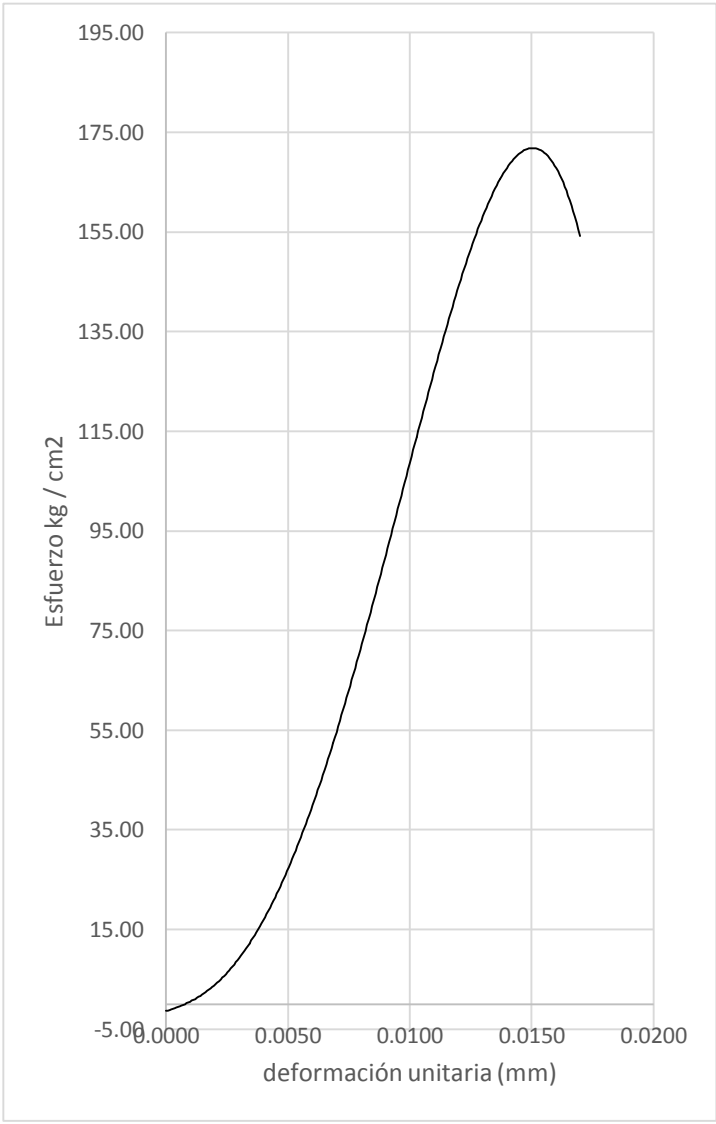
Tabla N° 42: Esfuerzo vs deformación P-13 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"						
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 14 días						
Probeta N°	=	P-13	Carga Última	=	26542.00	Fecha: 19 / 05 /2015
Diámetro (mm) Ø	=	15.53	Tiempo	=	6'02"	Área de la probeta(cm ²)
Altura (cm) h	=	29.95	Altura (mm) h	=	299.50	189.42
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ε _u) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN		
0.000	0.00	0.00	0.0000	 <p>Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 14 días</p>		
1000.000	1.02	5.29	0.0034			
2000.000	1.18	10.57	0.0040			
3000.000	1.30	15.86	0.0044			
4000.000	1.47	21.14	0.0049			
5000.000	1.55	26.43	0.0052			
6000.000	1.67	31.72	0.0056			
7000.000	1.75	37.00	0.0059			
8000.000	1.84	42.29	0.0062			
9000.000	1.92	47.57	0.0064			
10000.000	2.00	52.86	0.0067			
11000.000	2.05	58.15	0.0069			
12000.000	2.10	63.43	0.0070			
13000.000	2.21	68.72	0.0074			
14000.000	2.28	74.00	0.0077			
15000.000	2.35	79.29	0.0079			
16000.000	2.40	84.58	0.0081			
17000.000	2.45	89.86	0.0082			
18000.000	2.53	95.15	0.0085			
19000.000	2.59	100.43	0.0087			
20000.000	2.72	105.72	0.0091			
21000.000	2.79	111.01	0.0094			
22000.000	2.83	116.29	0.0095			
23000.000	2.87	121.58	0.0096			
24000.000	2.91	126.86	0.0098			
25000.000	2.99	132.15	0.0100			
26000.000	3.10	137.44	0.0104			
23000.000	3.25	121.58	0.0109			
22000.000	3.35	116.29	0.0112			
21000.000	3.55	111.01	0.0119			

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm ²)=	140.12	ξ(u) Max (mm)=	0.0106
σ Rot (Kg/Cm ²)=	111.01	ξ(u) Rot (mm)=	0.0119

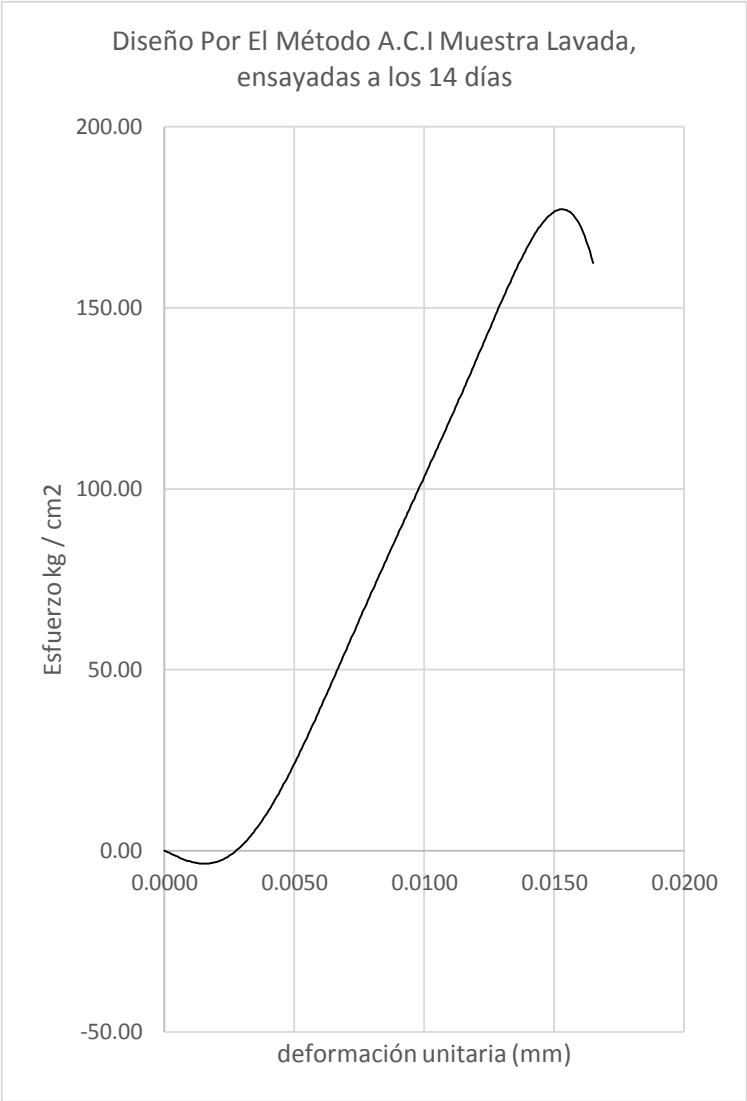
Tabla N° 43: Esfuerzo vs deformación LV-01 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"						
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 14 días						
Probeta N°	=	LV-01	Carga Última	=	33458.00	Fecha: 28 / 05 / 2015
Diámetro (mm) Ø	=	15.22	Tiempo	=	5'04"	Área de la probeta(cm2)
Altura (cm) h	=	30.02	Altura (mm) h	=	300.20	181.94
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(εu) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN		
0.000	0.00	0.00	0.0000			
1000.000	0.75	5.50	0.0025			
2000.000	1.00	10.99	0.0033			
3000.000	1.36	16.49	0.0045			
4000.000	1.45	21.99	0.0048			
5000.000	1.55	27.48	0.0052			
6000.000	1.65	32.98	0.0055			
7000.000	1.75	38.47	0.0058			
8000.000	1.85	43.97	0.0062			
9000.000	1.95	49.47	0.0065			
10000.000	2.05	54.96	0.0068			
11000.000	2.15	60.46	0.0072			
12000.000	2.25	65.96	0.0075			
13000.000	2.35	71.45	0.0078			
14000.000	2.45	76.95	0.0082			
15000.000	2.55	82.45	0.0085			
16000.000	2.65	87.94	0.0088			
17000.000	2.75	93.44	0.0092			
18000.000	2.85	98.94	0.0095			
19000.000	2.95	104.43	0.0098			
20000.000	3.05	109.93	0.0102			
21000.000	3.15	115.42	0.0105			
22000.000	3.25	120.92	0.0108			
23000.000	3.35	126.42	0.0112			
24000.000	3.45	131.91	0.0115			
25000.000	3.55	137.41	0.0118			
26000.000	3.65	142.91	0.0122			
27000.000	3.75	148.40	0.0125			
28000.000	3.85	153.90	0.0128			
29000.000	3.95	159.40	0.0132			
30000.000	4.05	164.89	0.0135			
31000.000	4.15	170.39	0.0138			
32000.000	4.25	175.89	0.0142			
33000.000	4.35	181.38	0.0145			
32000.000	4.45	175.89	0.0148			
31000.000	4.55	170.39	0.0152			
30000.000	4.65	164.89	0.0155			
29000.000	4.95	159.40	0.0165			
28000.000	5.10	153.90	0.0170			

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	183.90	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0168
σ Rot (Kg/Cm2)=	153.90	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0170

Tabla N° 44: Esfuerzo vs deformación LV-02 ensayo compresión axial

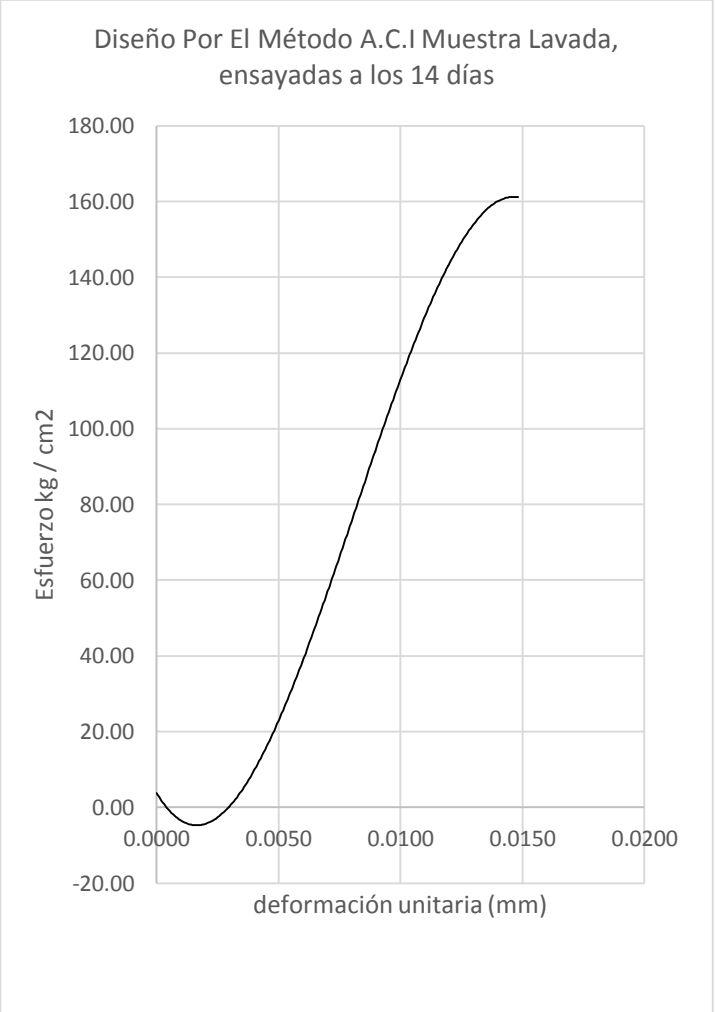
Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 14 días					
Probeta N°	=	LV-02	Carga Última	=	34512.00
Diámetro (mm) ϕ	=	15.49	Tiempo	=	6'34"
Altura (cm) h	=	29.95	Altura (mm) h	=	299.50
					Fecha: 28 / 05 / 2015
					Área de la probeta(cm2)
					188.45
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ϵ_u) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000		
1000.000	1.00	5.31	0.0033		
2000.000	1.20	10.61	0.0040		
3000.000	1.35	15.92	0.0045		
4000.000	1.45	21.23	0.0048		
5000.000	1.55	26.53	0.0052		
6000.000	1.65	31.84	0.0055		
7000.000	1.75	37.15	0.0058		
8000.000	1.85	42.45	0.0062		
9000.000	1.95	47.76	0.0065		
10000.000	2.05	53.06	0.0068		
11000.000	2.15	58.37	0.0072		
12000.000	2.25	63.68	0.0075		
13000.000	2.35	68.98	0.0078		
14000.000	2.45	74.29	0.0082		
15000.000	2.55	79.60	0.0085		
16000.000	2.65	84.90	0.0088		
17000.000	2.75	90.21	0.0092		
18000.000	2.85	95.52	0.0095		
19000.000	2.95	100.82	0.0098		
20000.000	3.05	106.13	0.0102		
21000.000	3.15	111.44	0.0105		
22000.000	3.25	116.74	0.0108		
23000.000	3.35	122.05	0.0112		
24000.000	3.45	127.36	0.0115		
25000.000	3.55	132.66	0.0118		
26000.000	3.65	137.97	0.0122		
27000.000	3.75	143.27	0.0125		
28000.000	3.85	148.58	0.0128		
29000.000	3.95	153.89	0.0132		
30000.000	4.05	159.19	0.0135		
31000.000	4.15	164.50	0.0138		
32000.000	4.25	169.81	0.0142		
33000.000	4.35	175.11	0.0145		
34000.000	4.45	180.42	0.0148		

33000.000	4.55	175.11	0.0152
32000.000	4.75	169.81	0.0158
31000.000	4.95	164.50	0.0165

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	183.14	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0150
σ Rot (Kg/Cm2)=	164.50	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0165

Tabla N° 45: Esfuerzo vs deformación LV-03 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 14 días					
Probeta N°	=	LV-03	Carga Última	=	32879.00
Diámetro (mm) Ø	=	15.56	Tiempo	=	4'04"
Altura (cm) h	=	30.69	Altura (mm) h	=	306.90
					Fecha: 28 / 05 / 2015
					Área de la probeta(cm2)
					190.16
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(εu) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000		
1000.000	0.65	5.26	0.0022		
2000.000	1.20	10.52	0.0040		
3000.000	1.30	15.78	0.0043		
4000.000	1.55	21.04	0.0052		
5000.000	1.75	26.29	0.0058		
6000.000	1.80	31.55	0.0060		
7000.000	1.85	36.81	0.0062		
8000.000	1.90	42.07	0.0063		
9000.000	1.95	47.33	0.0065		
10000.000	2.00	52.59	0.0067		
11000.000	2.05	57.85	0.0068		
12000.000	2.10	63.11	0.0070		
13000.000	2.20	68.36	0.0073		
14000.000	2.30	73.62	0.0077		
15000.000	2.40	78.88	0.0080		
16000.000	2.50	84.14	0.0083		
17000.000	2.60	89.40	0.0087		
18000.000	2.70	94.66	0.0090		
19000.000	2.80	99.92	0.0093		
20000.000	2.90	105.18	0.0097		
21000.000	3.00	110.44	0.0100		
22000.000	3.10	115.69	0.0103		
23000.000	3.20	120.95	0.0107		
24000.000	3.30	126.21	0.0110		
25000.000	3.40	131.47	0.0113		
26000.000	3.50	136.73	0.0117		
27000.000	3.60	141.99	0.0120		
28000.000	3.70	147.25	0.0123		
29000.000	3.80	152.51	0.0127		

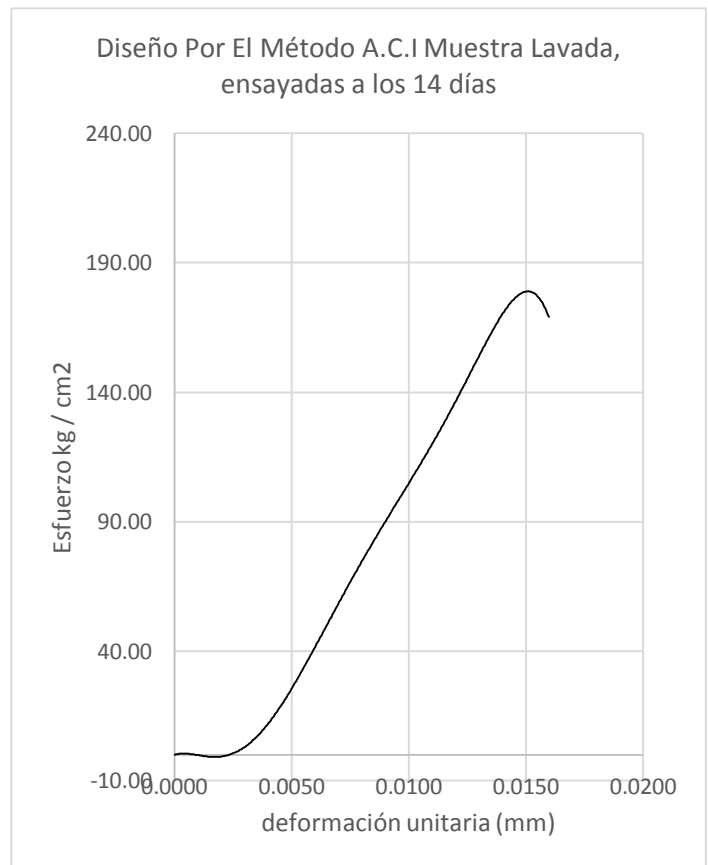
30000.000	3.90	157.77	0.0130
31000.000	4.00	163.02	0.0133
32000.000	4.10	168.28	0.0137
31000.000	4.20	163.02	0.0140
30000.000	4.35	157.77	0.0145
29000.000	4.45	152.51	0.0148

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm ²)=	172.91	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0135
σ Rot (Kg/Cm ²)=	152.51	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0148

Tabla N° 46: Esfuerzo vs deformación LV-04 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 14 días					
Probeta N°	=	LV-04	Carga Última	=	35476.00
Diámetro (mm) Ø	=	15.56	Tiempo	=	5'44"
Altura (cm) h	=	29.98	Altura (mm) h	=	299.80
					Fecha: 28 / 05 / 2015
					Área de la probeta(cm ²)
					190.16
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(Eu) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000		
1000.000	1.00	5.26	0.0033		
2000.000	1.20	10.52	0.0040		
3000.000	1.30	15.78	0.0043		
4000.000	1.40	21.04	0.0047		
5000.000	1.50	26.29	0.0050		
6000.000	1.60	31.55	0.0053		
7000.000	1.70	36.81	0.0057		
8000.000	1.80	42.07	0.0060		
9000.000	1.90	47.33	0.0063		
10000.000	2.00	52.59	0.0067		
11000.000	2.10	57.85	0.0070		
12000.000	2.20	63.11	0.0073		
13000.000	2.30	68.36	0.0077		
14000.000	2.40	73.62	0.0080		
15000.000	2.50	78.88	0.0083		
16000.000	2.60	84.14	0.0087		
17000.000	2.70	89.40	0.0090		
18000.000	2.80	94.66	0.0093		
19000.000	2.90	99.92	0.0097		
20000.000	3.00	105.18	0.0100		
21000.000	3.10	110.44	0.0103		
22000.000	3.20	115.69	0.0107		
23000.000	3.30	120.95	0.0110		
24000.000	3.40	126.21	0.0113		
25000.000	3.50	131.47	0.0117		

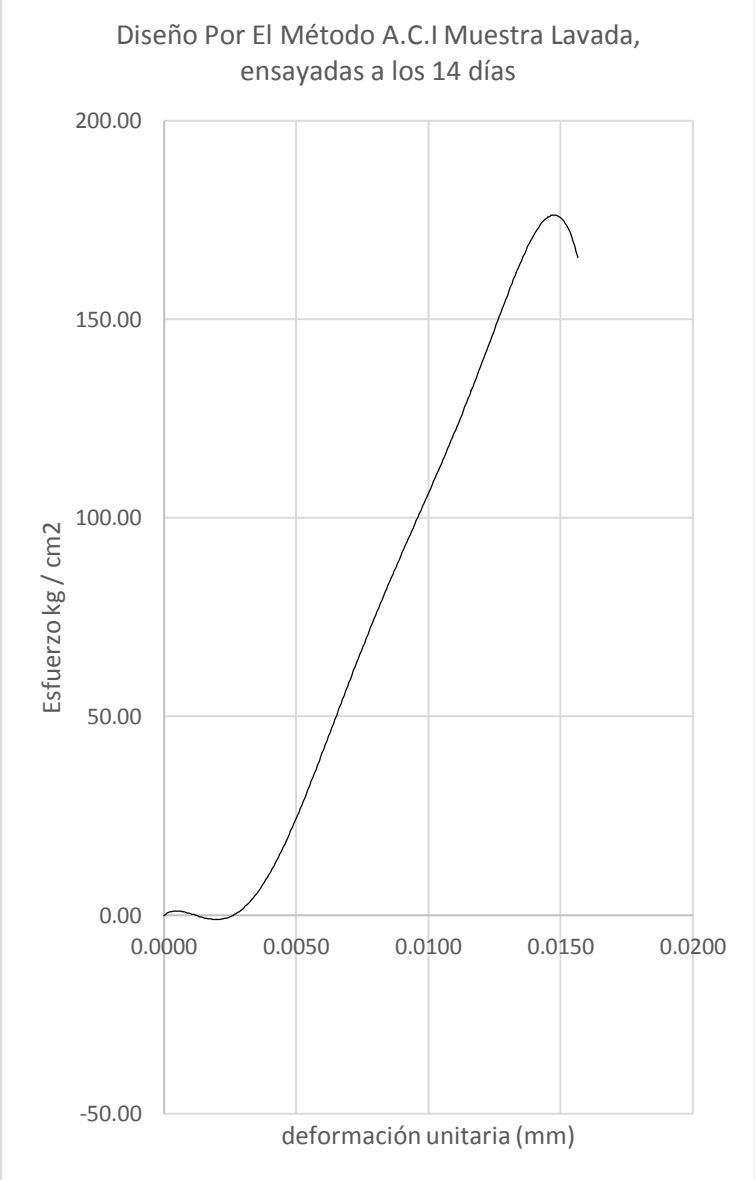


26000.000	3.60	136.73	0.0120
27000.000	3.70	141.99	0.0123
28000.000	3.80	147.25	0.0127
29000.000	3.90	152.51	0.0130
30000.000	4.00	157.77	0.0133
31000.000	4.10	163.02	0.0137
32000.000	4.20	168.28	0.0140
33000.000	4.30	173.54	0.0143
34000.000	4.40	178.80	0.0147
35000.000	4.50	184.06	0.0150
34000.000	4.60	178.80	0.0153
33000.000	4.70	173.54	0.0157
32000.000	4.80	168.28	0.0160

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm ²)=	186.56	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0152
σ Rot (Kg/Cm ²)=	168.28	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0160

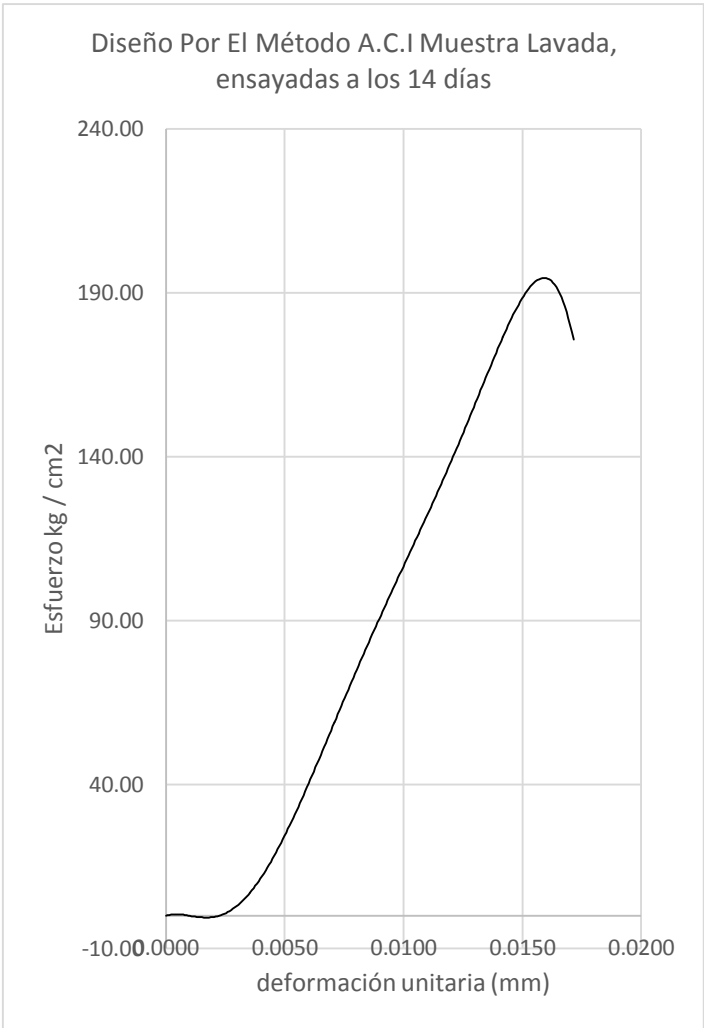
Tabla N° 47: Esfuerzo vs deformación LV-05 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"						
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 14 días						
Probeta N°	=	LV-05	Carga Última	=	34245.00	Fecha: 28 / 05 /2015
Diámetro (mm) Ø	=	15.46	Tiempo	=	5' 16"	Área de la probeta(cm2)
Altura (cm) h	=	29.95	Altura (mm) h	=	299.50	187.72
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(Eu) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN		
0.000	0.00	0.00	0.0000	 <p>Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 14 días</p>		
1000.000	1.10	5.33	0.0037			
2000.000	1.20	10.65	0.0040			
3000.000	1.30	15.98	0.0043			
4000.000	1.40	21.31	0.0047			
5000.000	1.50	26.64	0.0050			
6000.000	1.67	31.96	0.0056			
7000.000	1.75	37.29	0.0058			
8000.000	1.84	42.62	0.0061			
9000.000	1.92	47.94	0.0064			
10000.000	2.00	53.27	0.0067			
11000.000	2.10	58.60	0.0070			
12000.000	2.20	63.93	0.0073			
13000.000	2.30	69.25	0.0077			
14000.000	2.40	74.58	0.0080			
15000.000	2.50	79.91	0.0083			
16000.000	2.60	85.23	0.0087			
17000.000	2.70	90.56	0.0090			
18000.000	2.80	95.89	0.0093			
19000.000	2.90	101.21	0.0097			
20000.000	3.00	106.54	0.0100			
21000.000	3.10	111.87	0.0103			
22000.000	3.20	117.20	0.0107			
23000.000	3.30	122.52	0.0110			
24000.000	3.40	127.85	0.0113			
25000.000	3.50	133.18	0.0117			
26000.000	3.60	138.50	0.0120			
27000.000	3.70	143.83	0.0123			
28000.000	3.80	149.16	0.0127			
29000.000	3.90	154.49	0.0130			
30000.000	4.00	159.81	0.0133			
31000.000	4.10	165.14	0.0137			
32000.000	4.20	170.47	0.0140			
33000.000	4.30	175.79	0.0143			
34000.000	4.40	181.12	0.0147			
33000.000	4.50	175.79	0.0150			
32000.000	4.60	170.47	0.0153			
31000.000	4.70	165.14	0.0157			

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm ²)=	182.43	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0149
σ Rot (Kg/Cm ²)=	165.14	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0157

Tabla N° 48: Esfuerzo vs deformación LV-06 ensayo compresión axial

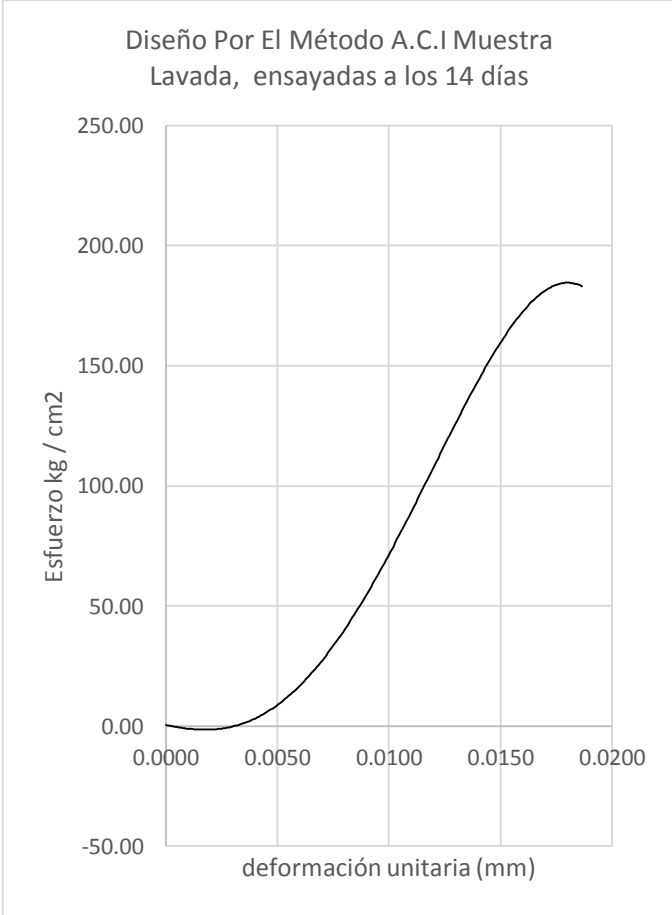
Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"						
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 14 días						
Probeta N°	=	LV-06	Carga Última	=	36045.00	Fecha: 28 / 05 /2015
Diámetro (mm) Ø	=	15.27	Tiempo	=	6'04"	Área de la probeta(cm ²)
Altura (cm) h	=	30.10	Altura (mm) h	=	301.00	183.13
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(εu) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN		
0.000	0.00	0.00	0.0000			
1000.000	1.00	5.46	0.0033			
2000.000	1.20	10.92	0.0040			
3000.000	1.35	16.38	0.0045			
4000.000	1.45	21.84	0.0048			
5000.000	1.55	27.30	0.0052			
6000.000	1.65	32.76	0.0055			
7000.000	1.75	38.22	0.0058			
8000.000	1.85	43.68	0.0062			
9000.000	1.95	49.14	0.0065			
10000.000	2.05	54.60	0.0068			
11000.000	2.15	60.07	0.0072			
12000.000	2.25	65.53	0.0075			
13000.000	2.35	70.99	0.0078			
14000.000	2.45	76.45	0.0082			
15000.000	2.55	81.91	0.0085			
16000.000	2.65	87.37	0.0088			
17000.000	2.75	92.83	0.0092			
18000.000	2.85	98.29	0.0095			
19000.000	2.95	103.75	0.0098			
20000.000	3.05	109.21	0.0102			
21000.000	3.15	114.67	0.0105			
22000.000	3.25	120.13	0.0108			
23000.000	3.35	125.59	0.0112			
24000.000	3.45	131.05	0.0115			
25000.000	3.55	136.51	0.0118			
26000.000	3.65	141.97	0.0122			
27000.000	3.75	147.43	0.0125			
28000.000	3.85	152.89	0.0128			
29000.000	3.95	158.35	0.0132			
30000.000	4.05	163.81	0.0135			
31000.000	4.15	169.27	0.0138			
32000.000	4.25	174.74	0.0142			
33000.000	4.35	180.20	0.0145			
34000.000	4.45	185.66	0.0148			

35000.000	4.55	191.12	0.0152
36000.000	4.75	196.58	0.0158
35000.000	4.95	191.12	0.0165
34000.000	5.05	185.66	0.0168
32000.000	5.15	174.74	0.0172

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	196.82	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0161
σ Rot (Kg/Cm2)=	174.74	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0162

Tabla N° 49: Esfuerzo vs deformación LV-07 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"						
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 14 días						
Probeta N°	=	LV-07	Carga Última	=	35487.00	Fecha: 28 / 05 / 2015
Diámetro (mm) Ø	=	15.22	Tiempo	=	4'54"	Área de la probeta(cm2)
Altura (cm) h	=	30.20	Altura (mm) h	=	302.00	181.94
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(εu) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN		
0.000	0.00	0.00	0.0000			
1000.000	1.00	5.50	0.0033			
2000.000	1.85	10.99	0.0062			
3000.000	1.95	16.49	0.0065			
4000.000	2.05	21.99	0.0068			
5000.000	2.15	27.48	0.0072			
6000.000	2.25	32.98	0.0075			
7000.000	2.35	38.47	0.0078			
8000.000	2.45	43.97	0.0082			
9000.000	2.55	49.47	0.0085			
10000.000	2.65	54.96	0.0088			
11000.000	2.75	60.46	0.0092			
12000.000	2.85	65.96	0.0095			
13000.000	2.95	71.45	0.0098			
14000.000	3.05	76.95	0.0102			
15000.000	3.15	82.45	0.0105			
16000.000	3.25	87.94	0.0108			
17000.000	3.35	93.44	0.0112			
18000.000	3.45	98.94	0.0115			
19000.000	3.55	104.43	0.0118			
20000.000	3.65	109.93	0.0122			
21000.000	3.75	115.42	0.0125			
22000.000	3.85	120.92	0.0128			
23000.000	3.95	126.42	0.0132			
24000.000	4.05	131.91	0.0135			
25000.000	4.15	137.41	0.0138			
26000.000	4.25	142.91	0.0142			
27000.000	4.35	148.40	0.0145			

28000.000	4.45	153.90	0.0148
29000.000	4.55	159.40	0.0152
30000.000	4.65	164.89	0.0155
31000.000	4.75	170.39	0.0158
32000.000	4.85	175.89	0.0162
33000.000	4.95	181.38	0.0165
34000.000	5.05	186.88	0.0168
35000.000	5.15	192.37	0.0172
34000.000	5.35	186.88	0.0178
33000.000	5.45	181.38	0.0182
32000.000	5.60	175.89	0.0187

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm ²)=	195.05	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0174
σ Rot (Kg/Cm ²)=	175.89	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0187

Tabla N° 50: Resistencia a compresión axial a los 14 días con agregado de piedra caliza triturada sin lavar

Resistencia a compresión axial del concreto elaborado con agregado de piedra caliza triturada a los 14 días				
Probeta N°	Carga última Kg	Resist. Máxima Kg/cm2	f'c Kg/cm2 Requerida	% Resistencia Obtenida
P-01	24512.00	129.57	168.00	61.70%
P-02	23211.00	122.06	168.00	58.13%
P-03	25845.00	135.91	168.00	64.72%
P-10	22458.00	118.25	168.00	56.31%
P-11	24012.00	126.28	168.00	60.13%
P-12	24985.00	131.90	168.00	62.81%
P-13	26542.00	140.12	168.00	66.72%

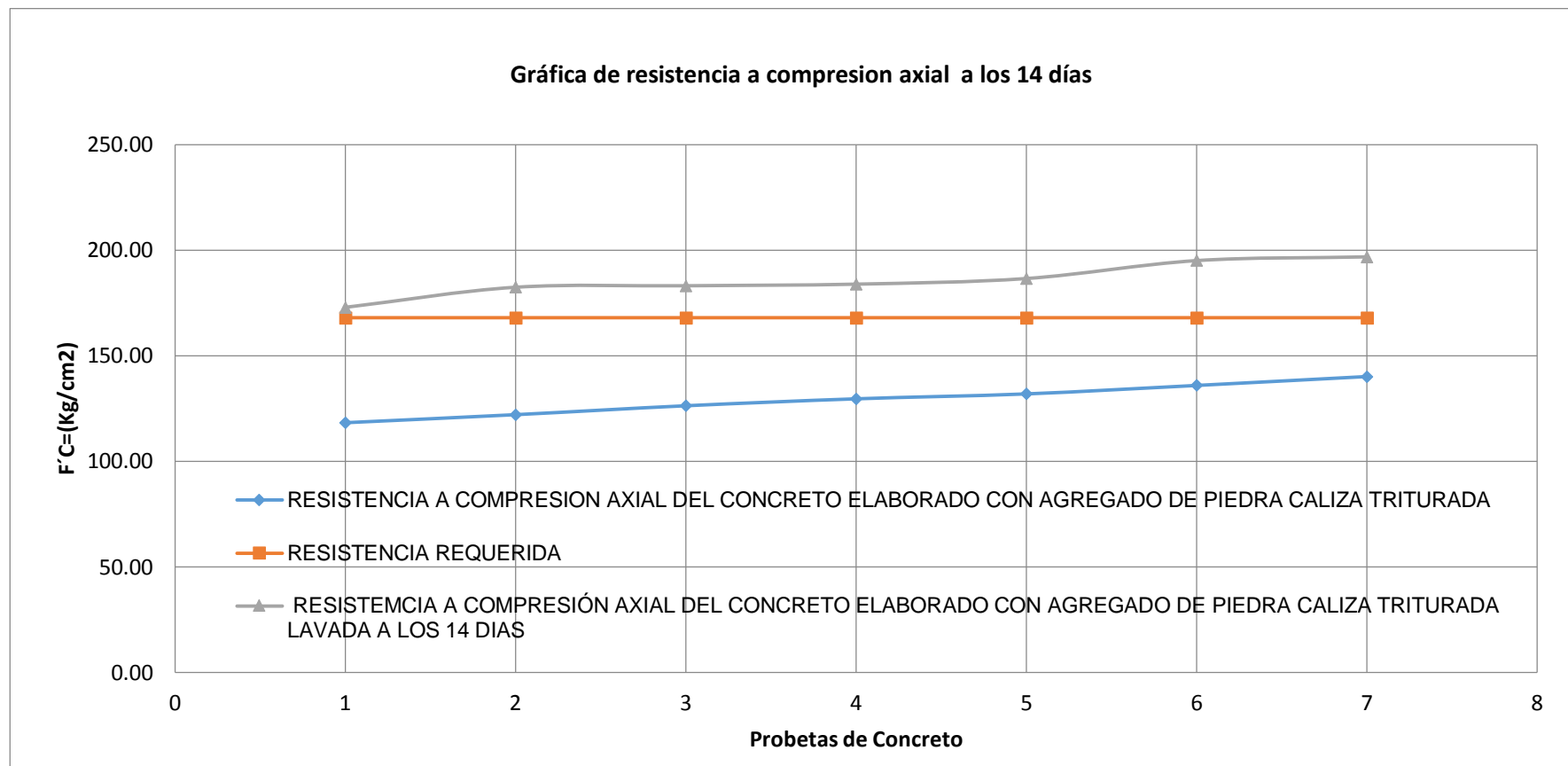
Elaboración Propia

Tabla N° 51: Resistencia a compresión axial a los 14 días con agregado de piedra caliza triturada lavada

Resistencia a compresión axial del concreto elaborado con agregado de piedra caliza triturada lavada a los 14 días				
Probeta N°	Carga última Kg	Resist. Máxima Kg/cm2	f'c Kg/cm2 Requerida	% Resistencia
LV-01	33458.00	183.90	168.00	87.57%
LV-02	34512.00	183.14	168.00	87.21%
LV-03	32879.00	172.91	168.00	82.34%
LV-04	35476.00	186.56	168.00	88.84%
LV-05	34245.00	182.43	168.00	86.87%
LV-06	36045.00	196.82	168.00	93.73%
LV-07	35487.00	195.05	168.00	92.88%


Elaboración Propia

Gráfico N° 01: Resistencia a compresión axial a los 14 días con agregado de piedra caliza triturada



Elaboración Propia

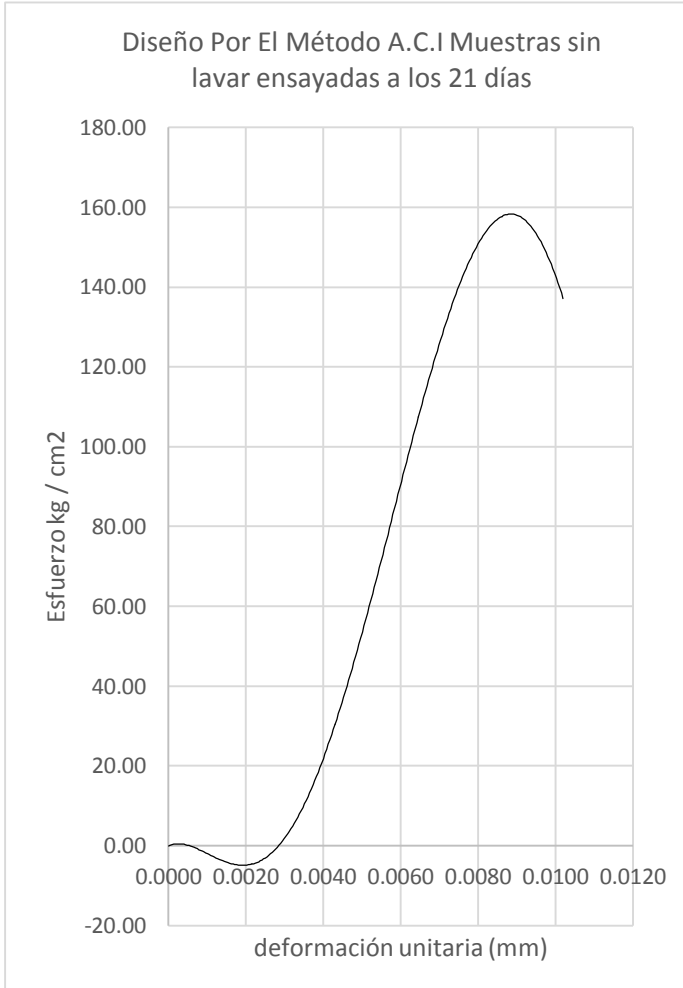
Tabla N° 52: Esfuerzo vs deformación P-04 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"				
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 21 días				
Probeta N°	=	P-04	Carga Última	= 28654.00
Diámetro (mm) Ø	=	14.95	Tiempo	= 4'04"
Altura (cm) h	=	29.90	Altura (mm) h	= 299.00
				Fecha: 04 / 06 /2015
				Área de la probeta(cm2)
				175.54
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(εu) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN A LOS 21 DÍAS
0.000	0.00	0.00	0.0000	
1000.000	1.00	5.70	0.0033	
2000.000	1.85	11.39	0.0062	
3000.000	1.95	17.09	0.0065	
4000.000	2.05	22.79	0.0069	
5000.000	2.15	28.48	0.0072	
6000.000	2.25	34.18	0.0075	
7000.000	2.35	39.88	0.0079	
8000.000	2.45	45.57	0.0082	
9000.000	2.55	51.27	0.0085	
10000.000	2.65	56.97	0.0089	
11000.000	2.75	62.66	0.0092	
12000.000	2.85	68.36	0.0095	
13000.000	2.95	74.06	0.0099	
14000.000	3.05	79.75	0.0102	
15000.000	3.15	85.45	0.0105	
16000.000	3.25	91.15	0.0109	
17000.000	3.35	96.84	0.0112	
18000.000	3.45	102.54	0.0115	
19000.000	3.55	108.24	0.0119	
20000.000	3.65	113.93	0.0122	
21000.000	3.75	119.63	0.0125	
22000.000	3.85	125.33	0.0129	
23000.000	3.95	131.03	0.0132	
24000.000	4.05	136.72	0.0135	
25000.000	4.15	142.42	0.0139	
26000.000	4.25	148.12	0.0142	
27000.000	4.35	153.81	0.0145	
28000.000	4.45	159.51	0.0149	
27000.000	4.65	153.81	0.0156	
26000.000	4.85	148.12	0.0162	
25000.000	5.00	142.42	0.0167	

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	163.23	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0152
σ Rot (Kg/Cm2)=	142.42	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0167

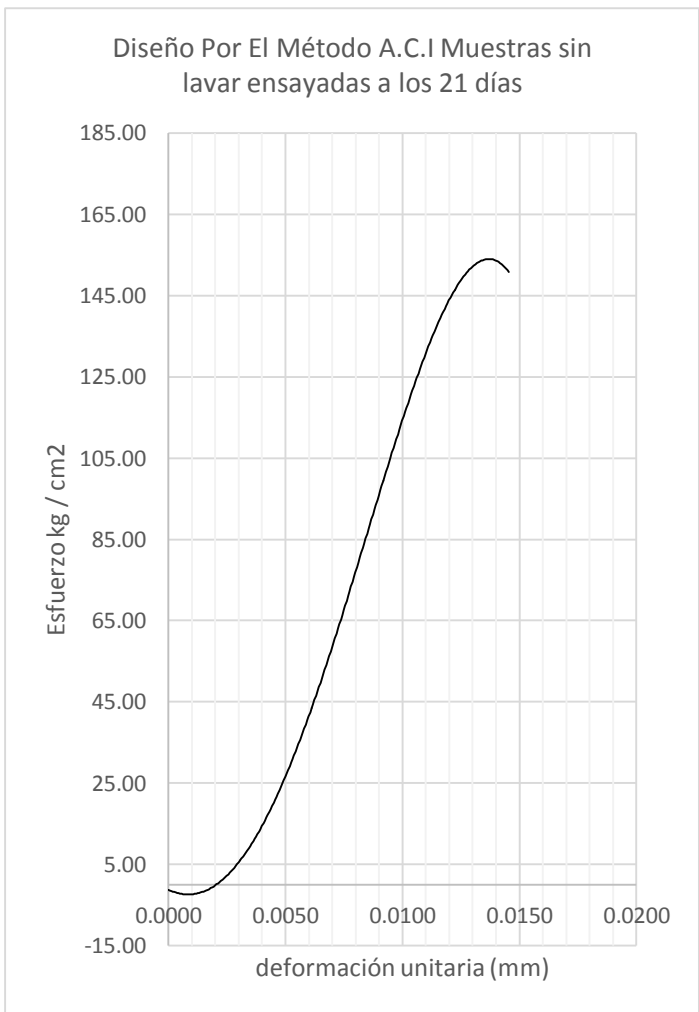
Tabla N° 53: Esfuerzo vs deformación P-05 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"						
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 21 días						
Probeta N°	=	P-05	Carga Última	=	28412.00	Fecha: 04 / 06 /2015
Diámetro (mm) Ø	=	15.05	Tiempo	=	4'25"	Área de la probeta(cm2)
Altura (cm) h	=	29.90	Altura (mm) h	=	299.00	177.90
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(εu) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN		
0.000	0.00	0.00	0.0000			
1000.000	1.05	5.62	0.0035			
2000.000	1.10	11.24	0.0037			
3000.000	1.15	16.86	0.0038			
4000.000	1.20	22.49	0.0040			
5000.000	1.25	28.11	0.0042			
6000.000	1.30	33.73	0.0043			
7000.000	1.35	39.35	0.0045			
8000.000	1.40	44.97	0.0047			
9000.000	1.45	50.59	0.0048			
10000.000	1.50	56.21	0.0050			
11000.000	1.55	61.83	0.0052			
12000.000	1.60	67.46	0.0054			
13000.000	1.65	73.08	0.0055			
14000.000	1.70	78.70	0.0057			
15000.000	1.75	84.32	0.0059			
16000.000	1.80	89.94	0.0060			
17000.000	1.85	95.56	0.0062			
18000.000	1.90	101.18	0.0064			
19000.000	1.95	106.80	0.0065			
20000.000	2.00	112.43	0.0067			
21000.000	2.05	118.05	0.0069			
22000.000	2.10	123.67	0.0070			
23000.000	2.15	129.29	0.0072			
24000.000	2.20	134.91	0.0074			
25000.000	2.25	140.53	0.0075			
26000.000	2.30	146.15	0.0077			
27000.000	2.35	151.77	0.0079			
28000.000	2.40	157.40	0.0080			
29000.000	2.45	163.02	0.0082			
28000.000	2.50	157.40	0.0084			
27000.000	2.65	151.77	0.0089			
26000.000	2.85	146.15	0.0095			
25000.000	3.05	140.53	0.0102			

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	159.71	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0083
σ Rot (Kg/Cm2)=	140.53	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0102

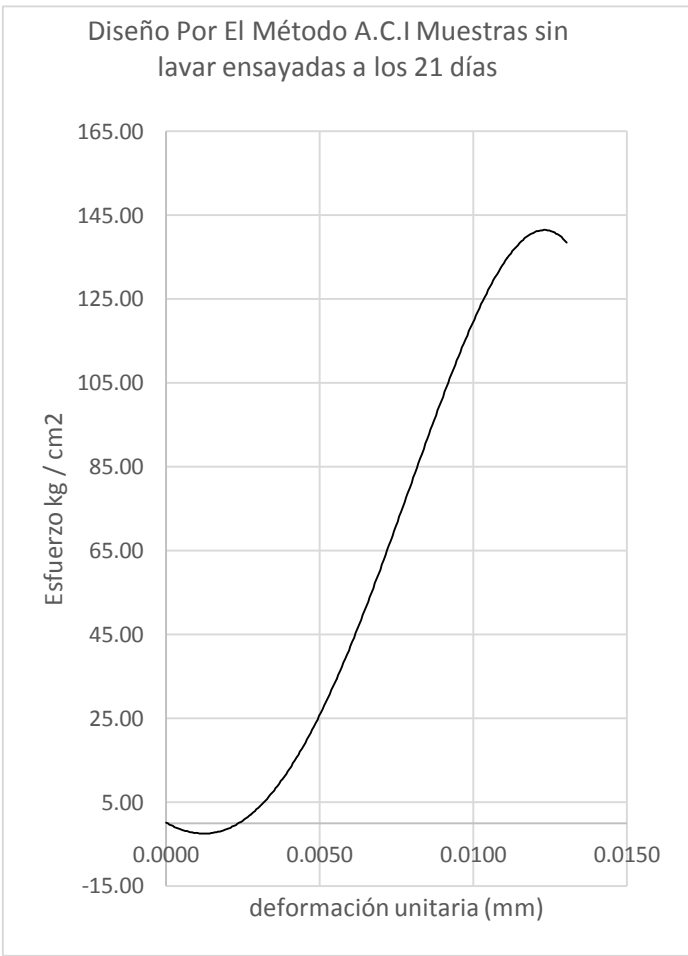
Tabla N° 54: Esfuerzo vs deformación P-06 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"						
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 21 días						
Probeta N°	=	P-06	Carga Última	=	29584.00	Fecha: 04 / 06 /2015
Diámetro (mm) Ø	=	15.10	Tiempo	=	5'46"	Área de la probeta(cm2)
Altura (cm) h	=	29.80	Altura (mm) h	=	298.00	179.08
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(εu) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN		
0.000	0.00	0.00	0.0000			
1000.000	1.10	5.58	0.0037			
2000.000	1.20	11.17	0.0040			
3000.000	1.30	16.75	0.0043			
4000.000	1.40	22.34	0.0047			
5000.000	1.50	27.92	0.0050			
6000.000	1.60	33.50	0.0054			
7000.000	1.70	39.09	0.0057			
8000.000	1.80	44.67	0.0060			
9000.000	1.90	50.26	0.0064			
10000.000	2.00	55.84	0.0067			
11000.000	2.10	61.43	0.0070			
12000.000	2.20	67.01	0.0074			
13000.000	2.30	72.59	0.0077			
14000.000	2.40	78.18	0.0080			
15000.000	2.50	83.76	0.0084			
16000.000	2.60	89.35	0.0087			
17000.000	2.70	94.93	0.0090			
18000.000	2.80	100.51	0.0094			
19000.000	2.90	106.10	0.0097			
20000.000	3.00	111.68	0.0100			
21000.000	3.10	117.27	0.0104			
22000.000	3.20	122.85	0.0107			
23000.000	3.30	128.43	0.0110			
24000.000	3.40	134.02	0.0114			
25000.000	3.50	139.60	0.0117			
26000.000	3.60	145.19	0.0120			
27000.000	3.70	150.77	0.0124			
28000.000	3.80	156.36	0.0127			
29000.000	3.90	161.94	0.0130			
28000.000	4.00	156.36	0.0134			
27000.000	4.10	150.77	0.0137			
26000.000	4.35	145.19	0.0145			

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	165.20	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0133
σ Rot (Kg/Cm2)=	145.19	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0145

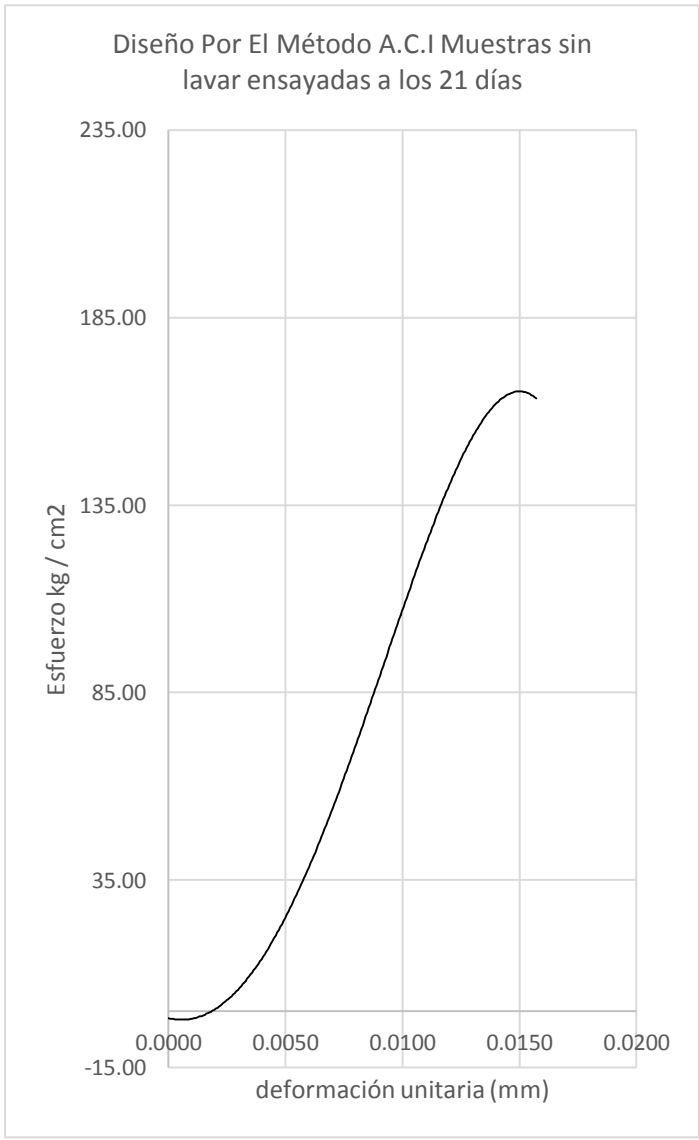
Tabla N° 55: Esfuerzo vs deformación P-07 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"						
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 21 días						
Probeta N°	=	P-07	Carga Última	=	27485.00	Fecha: 04 / 06 /2015
Diámetro (mm) Ø	=	15.15	Tiempo	=	4'54"	Área de la probeta(cm2)
Altura (cm) h	=	30.05	Altura (mm) h	=	300.50	180.27
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(εu) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN		
0.000	0.00	0.00	0.0000			
1000.000	0.85	5.55	0.0028			
2000.000	1.20	11.09	0.0040			
3000.000	1.36	16.64	0.0045			
4000.000	1.47	22.19	0.0049			
5000.000	1.55	27.74	0.0052			
6000.000	1.67	33.28	0.0056			
7000.000	1.75	38.83	0.0059			
8000.000	1.84	44.38	0.0062			
9000.000	1.92	49.93	0.0064			
10000.000	2.00	55.47	0.0067			
11000.000	2.05	61.02	0.0069			
12000.000	2.10	66.57	0.0070			
13000.000	2.20	72.12	0.0074			
14000.000	2.30	77.66	0.0077			
15000.000	2.40	83.21	0.0080			
16000.000	2.50	88.76	0.0084			
17000.000	2.60	94.30	0.0087			
18000.000	2.70	99.85	0.0090			
19000.000	2.80	105.40	0.0094			
20000.000	2.90	110.95	0.0097			
21000.000	3.00	116.49	0.0100			
22000.000	3.10	122.04	0.0104			
23000.000	3.20	127.59	0.0107			
24000.000	3.30	133.14	0.0110			
25000.000	3.40	138.68	0.0114			
26000.000	3.50	144.23	0.0117			
27000.000	3.60	149.78	0.0120			
26000.000	3.70	144.23	0.0124			
25000.000	3.80	138.68	0.0127			
24000.000	3.90	133.14	0.0130			

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm ²)=	152.47	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0121
σ Rot (Kg/Cm ²)=	133.14	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0130

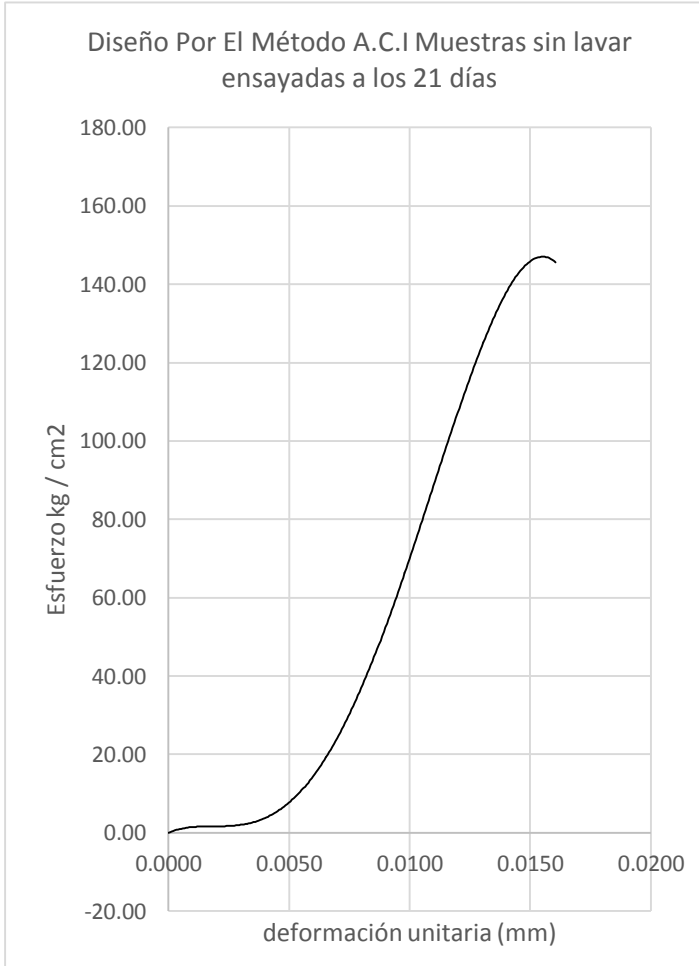
Tabla N° 56: Esfuerzo vs deformación P-08 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"						
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 21 días						
Probeta N°	=	P-08	Carga Última	=	30145.00	Fecha: 04 / 06 /2015
Diámetro (mm) Ø	=	14.95	Tiempo	=	4'34"	Área de la probeta(cm2)
Altura (cm) h	=	29.95	Altura (mm) h	=	299.50	175.54
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(εu) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN		
0.000	0.00	0.00	0.0000			
1000.000	1.15	5.70	0.0038			
2000.000	1.25	11.39	0.0042			
3000.000	1.36	17.09	0.0045			
4000.000	1.47	22.79	0.0049			
5000.000	1.55	28.48	0.0052			
6000.000	1.67	34.18	0.0056			
7000.000	1.75	39.88	0.0059			
8000.000	1.85	45.57	0.0062			
9000.000	1.95	51.27	0.0065			
10000.000	2.10	56.97	0.0070			
11000.000	2.25	62.66	0.0075			
12000.000	2.35	68.36	0.0079			
13000.000	2.40	74.06	0.0080			
14000.000	2.50	79.75	0.0084			
15000.000	2.60	85.45	0.0087			
16000.000	2.70	91.15	0.0090			
17000.000	2.80	96.84	0.0094			
18000.000	2.90	102.54	0.0097			
19000.000	3.10	108.24	0.0104			
20000.000	3.20	113.93	0.0107			
21000.000	3.30	119.63	0.0110			
22000.000	3.40	125.33	0.0114			
23000.000	3.50	131.03	0.0117			
24000.000	3.60	136.72	0.0120			
25000.000	3.70	142.42	0.0124			
26000.000	3.80	148.12	0.0127			
27000.000	3.90	153.81	0.0130			
28000.000	4.00	159.51	0.0134			
29000.000	4.10	165.21	0.0137			
30000.000	4.20	170.90	0.0140			
31000.000	4.30	176.60	0.0144			
30000.000	4.40	170.90	0.0147			
29000.000	4.50	165.21	0.0151			
28000.000	4.60	159.51	0.0154			
27000.000	4.70	153.81	0.0157			

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm ²)=	171.73	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0145
σ Rot (Kg/Cm ²)=	153.81	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0157

Tabla N° 57: Esfuerzo vs deformación P-09 ensayo compresión axial

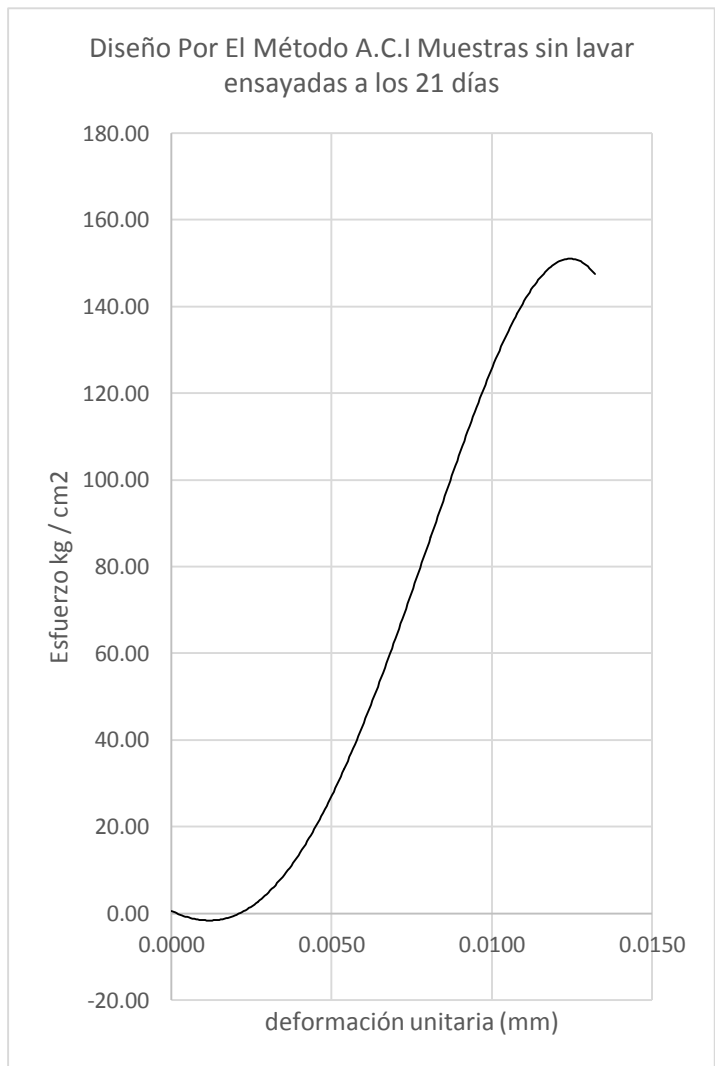
Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 21 días					
Probeta N°	=	P-09	Carga Última	=	28754.00
Diámetro (mm) ϕ	=	15.15	Tiempo	=	4'45"
Altura (cm) h	=	30.05	Altura (mm) h	=	300.50
					Fecha: 04 / 06 /2015
					Área de la probeta(cm ²)
					180.27
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ϵ_u) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000	 <p>Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 21 días</p>	
1000.000	1.20	5.55	0.0040		
2000.000	1.80	11.09	0.0060		
3000.000	1.95	16.64	0.0065		
4000.000	2.10	22.19	0.0070		
5000.000	2.20	27.74	0.0074		
6000.000	2.30	33.28	0.0077		
7000.000	2.40	38.83	0.0080		
8000.000	2.50	44.38	0.0084		
9000.000	2.60	49.93	0.0087		
10000.000	2.70	55.47	0.0090		
11000.000	2.80	61.02	0.0094		
12000.000	2.90	66.57	0.0097		
13000.000	3.00	72.12	0.0100		
14000.000	3.10	77.66	0.0104		
15000.000	3.20	83.21	0.0107		
16000.000	3.30	88.76	0.0110		
17000.000	3.40	94.30	0.0114		
18000.000	3.50	99.85	0.0117		
19000.000	3.60	105.40	0.0120		
20000.000	3.70	110.95	0.0124		
21000.000	3.80	116.49	0.0127		
22000.000	3.90	122.04	0.0130		
23000.000	4.00	127.59	0.0134		
24000.000	4.10	133.14	0.0137		
25000.000	4.20	138.68	0.0140		
26000.000	4.30	144.23	0.0144		
27000.000	4.40	149.78	0.0147		
28000.000	4.50	155.33	0.0151		
27000.000	4.60	149.78	0.0154		
26000.000	4.70	144.23	0.0157		
25000.000	4.80	138.68	0.0161		

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	159.51	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0151
σ Rot (Kg/Cm2)=	138.68	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0161

Tabla N° 58: Esfuerzo vs deformación P-14 ensayo compresión axial

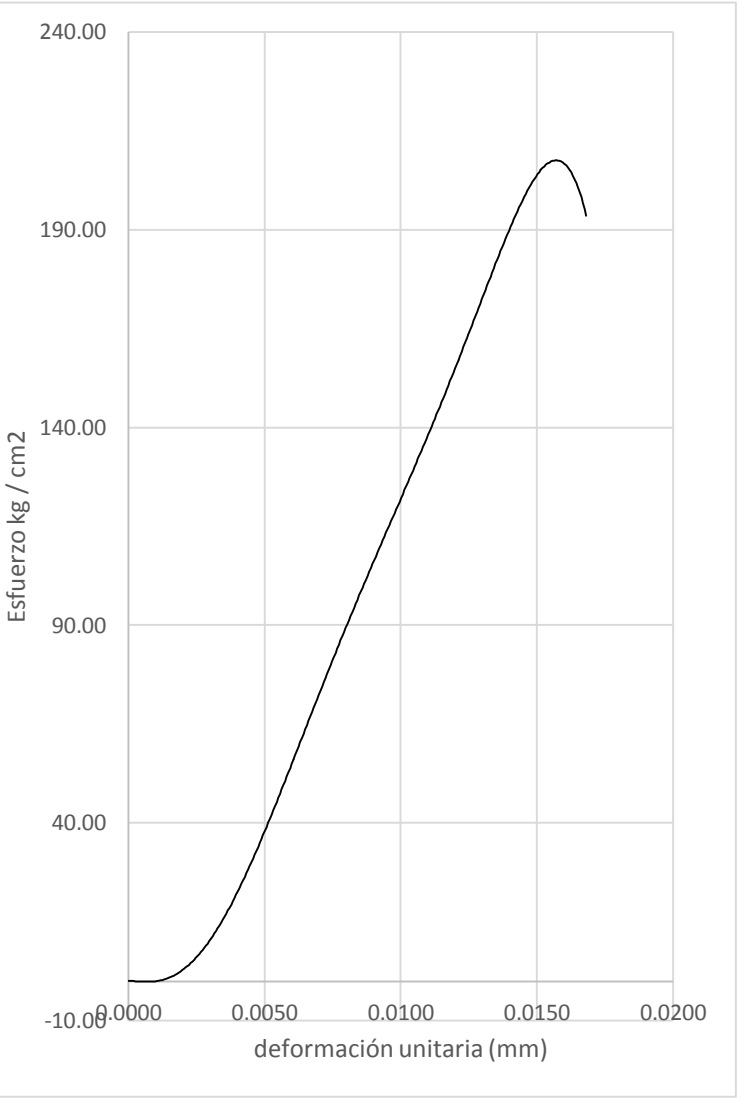
Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 21 días					
Probeta N°	=	P-14	Carga Última	=	28954.00
Diámetro (mm) ϕ	=	15.05	Tiempo	=	5'14"
Altura (cm) h	=	29.95	Altura (mm) h	=	299.50
					Fecha: 04 / 06 /2015
					Área de la probeta(cm2)
					177.90
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ϵ_u) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000		
1000.000	0.75	5.70	0.0025		
2000.000	1.18	11.39	0.0039		
3000.000	1.30	17.09	0.0043		
4000.000	1.47	22.79	0.0049		
5000.000	1.55	28.48	0.0052		
6000.000	1.67	34.18	0.0056		
7000.000	1.75	39.88	0.0059		
8000.000	1.84	45.57	0.0062		
9000.000	1.92	51.27	0.0064		
10000.000	2.00	56.97	0.0067		
11000.000	2.05	62.66	0.0069		
12000.000	2.10	68.36	0.0070		
13000.000	2.21	74.06	0.0074		
14000.000	2.25	79.75	0.0075		
15000.000	2.35	85.45	0.0079		
16000.000	2.45	91.15	0.0082		
17000.000	2.55	96.84	0.0085		
18000.000	2.65	102.54	0.0089		
19000.000	2.75	108.24	0.0092		
20000.000	2.85	113.93	0.0095		
21000.000	2.95	119.63	0.0099		
22000.000	3.05	125.33	0.0102		
23000.000	3.15	131.03	0.0105		
24000.000	3.25	136.72	0.0109		
25000.000	3.35	142.42	0.0112		
26000.000	3.45	148.12	0.0115		
27000.000	3.55	153.81	0.0119		
28000.000	3.65	159.51	0.0122		
27000.000	3.75	153.81	0.0125		
26000.000	3.85	148.12	0.0129		
25000.000	3.95	142.42	0.0132		



Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	162.76	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0124
σ Rot (Kg/Cm2)=	142.42	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0132

Tabla N° 59: Esfuerzo vs deformación LV-09 ensayo compresión axial

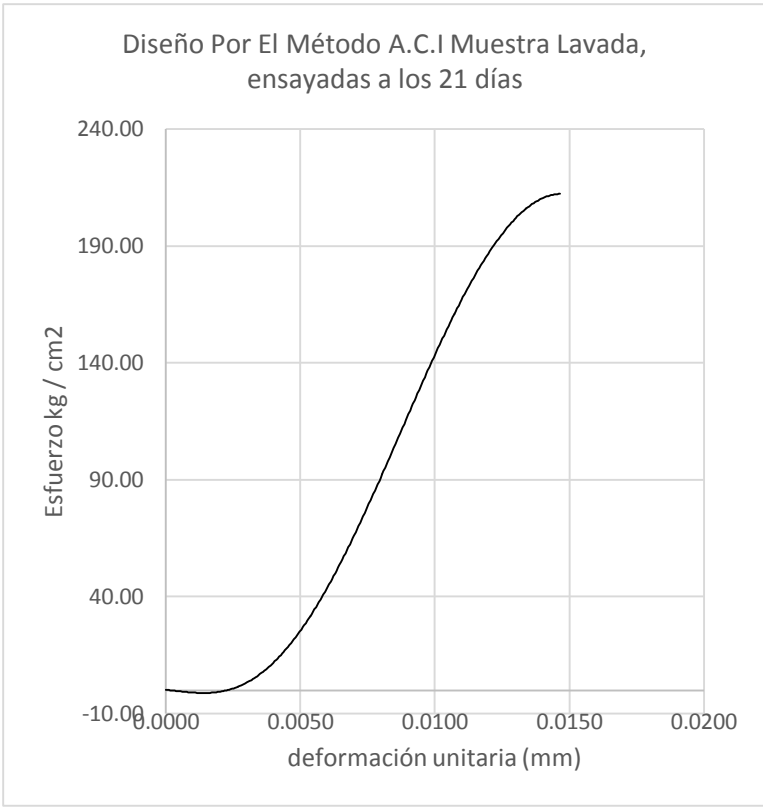
Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"						
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 21 días						
Probeta N°	=	LV-09	Carga Última	=	38475.00	Fecha: 10 / 06 /2015
Diámetro (mm) ϕ	=	15.15	Tiempo	=	4'14"	Área de la probeta(cm2)
Altura (cm) h	=	30.02	Altura (mm) h	=	300.20	180.27
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ϵ_u) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN		
0.000	0.00	0.00	0.0000			
1000.000	0.65	5.55	0.0022			
2000.000	1.00	11.09	0.0033			
3000.000	1.10	16.64	0.0037			
4000.000	1.20	22.19	0.0040			
5000.000	1.30	27.74	0.0043			
6000.000	1.40	33.28	0.0047			
7000.000	1.50	38.83	0.0050			
8000.000	1.60	44.38	0.0053			
9000.000	1.70	49.93	0.0057			
10000.000	1.80	55.47	0.0060			
11000.000	1.90	61.02	0.0063			
12000.000	2.00	66.57	0.0067			
13000.000	2.10	72.12	0.0070			
14000.000	2.20	77.66	0.0073			
15000.000	2.30	83.21	0.0077			
16000.000	2.40	88.76	0.0080			
17000.000	2.50	94.30	0.0083			
18000.000	2.60	99.85	0.0087			
19000.000	2.70	105.40	0.0090			
20000.000	2.80	110.95	0.0093			
21000.000	2.90	116.49	0.0097			
22000.000	3.00	122.04	0.0100			
23000.000	3.10	127.59	0.0103			
24000.000	3.20	133.14	0.0107			
25000.000	3.30	138.68	0.0110			
26000.000	3.40	144.23	0.0113			
27000.000	3.50	149.78	0.0117			
28000.000	3.60	155.33	0.0120			
29000.000	3.70	160.87	0.0123			
30000.000	3.80	166.42	0.0127			
31000.000	3.90	171.97	0.0130			
32000.000	4.00	177.51	0.0133			
33000.000	4.10	183.06	0.0137			
34000.000	4.20	188.61	0.0140			
35000.000	4.30	194.16	0.0143			

36000.000	4.40	199.70	0.0147
37000.000	4.50	205.25	0.0150
38000.000	4.60	210.80	0.0153
37000.000	4.70	205.25	0.0157
36000.000	4.95	199.70	0.0165
35000.000	5.05	194.16	0.0168

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm ²)=	213.43	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0155
σ Rot (Kg/Cm ²)=	194.16	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0168

Tabla N° 60: Esfuerzo vs deformación LV-10 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 21 días					
Probeta N°	=	LV-10	Carga Última	=	38345.00
Diámetro (mm) Ø	=	14.90	Tiempo	=	4'54"
Altura (cm) h	=	29.95	Altura (mm) h	=	299.50
					Fecha: 10 / 06 /2015
					Área de la probeta(cm ²)
					174.37
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ϵ_u) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000		
1000.000	0.95	5.74	0.0032		
2000.000	1.20	11.47	0.0040		
3000.000	1.35	17.21	0.0045		
4000.000	1.45	22.94	0.0048		
5000.000	1.55	28.68	0.0052		
6000.000	1.65	34.41	0.0055		
7000.000	1.75	40.15	0.0058		
8000.000	1.85	45.88	0.0062		
9000.000	1.95	51.62	0.0065		
10000.000	2.00	57.35	0.0067		
11000.000	2.05	63.09	0.0068		
12000.000	2.10	68.82	0.0070		
13000.000	2.20	74.56	0.0073		
14000.000	2.28	80.29	0.0076		
15000.000	2.35	86.03	0.0078		
16000.000	2.40	91.76	0.0080		
17000.000	2.45	97.50	0.0082		
18000.000	2.53	103.23	0.0084		
19000.000	2.59	108.97	0.0086		
20000.000	2.72	114.70	0.0091		
21000.000	2.79	120.44	0.0093		
22000.000	2.83	126.17	0.0094		
23000.000	2.87	131.91	0.0096		
24000.000	2.91	137.64	0.0097		
25000.000	2.95	143.38	0.0098		
26000.000	2.99	149.11	0.0100		

27000.000	3.10	154.85	0.0103
28000.000	3.20	160.58	0.0107
29000.000	3.30	166.32	0.0110
30000.000	3.40	172.05	0.0113
31000.000	3.50	177.79	0.0117
32000.000	3.60	183.52	0.0120
33000.000	3.70	189.26	0.0123
34000.000	3.80	194.99	0.0127
35000.000	3.90	200.73	0.0130
36000.000	4.00	206.46	0.0133
37000.000	4.10	212.20	0.0137
38000.000	4.20	217.93	0.0140
37000.000	4.30	212.20	0.0143
36000.000	4.40	206.46	0.0147

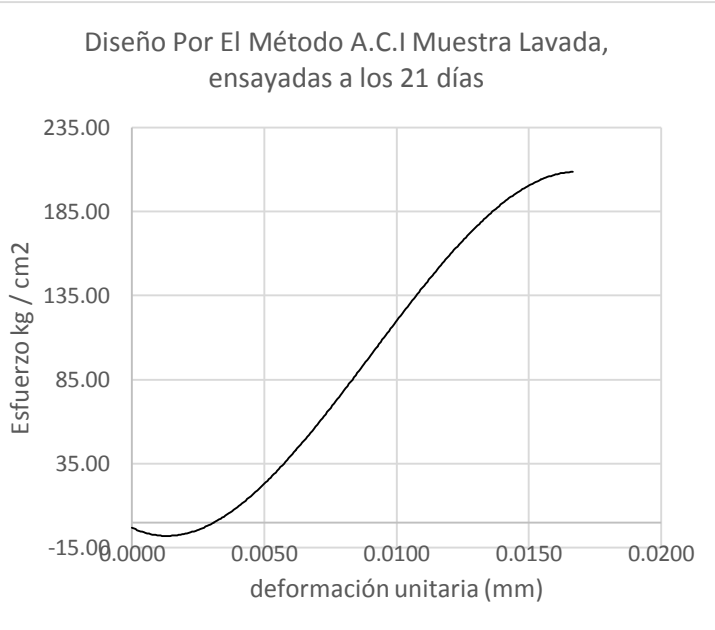
Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	219.91	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0142
σ Rot (Kg/Cm2)=	206.46	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0147

Tabla N° 61: Esfuerzo vs deformación LV-11 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 21 días					
Probeta N°	=	LV-11	Carga Última	=	38654.00
Diámetro (mm) Ø	=	14.95	Tiempo	=	5'14"
Altura (cm) h	=	30.69	Altura (mm) h	=	306.90
					Fecha: 10 / 06 /2015
					Área de la probeta(cm2)
					175.54
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ϵ_u) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000		
1000.000	1.00	5.70	0.0033		
2000.000	1.55	11.39	0.0052		
3000.000	1.60	17.09	0.0053		
4000.000	1.70	22.79	0.0057		
5000.000	1.75	28.48	0.0058		
6000.000	1.80	34.18	0.0060		
7000.000	1.85	39.88	0.0062		
8000.000	1.90	45.57	0.0063		
9000.000	1.95	51.27	0.0065		
10000.000	2.00	56.97	0.0067		
11000.000	2.05	62.66	0.0068		
12000.000	2.10	68.36	0.0070		
13000.000	2.20	74.06	0.0073		
14000.000	2.30	79.75	0.0077		
15000.000	2.40	85.45	0.0080		
16000.000	2.50	91.15	0.0083		
17000.000	2.60	96.84	0.0087		
18000.000	2.70	102.54	0.0090		
19000.000	2.80	108.24	0.0093		

Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 21 días

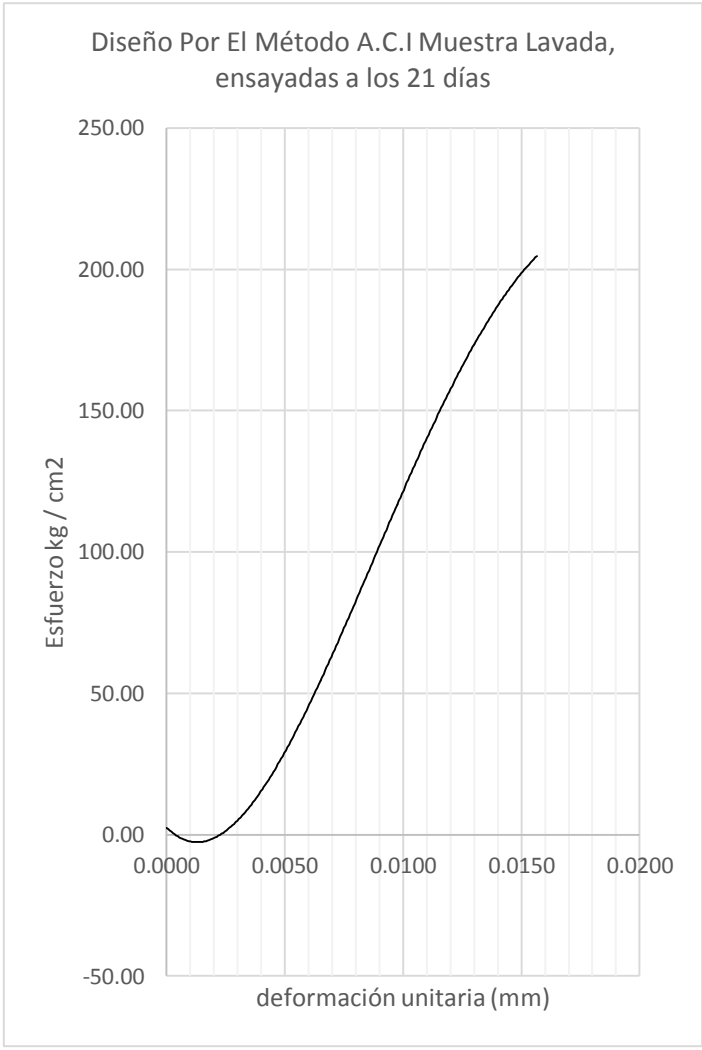


20000.000	2.90	113.93	0.0097
21000.000	3.00	119.63	0.0100
22000.000	3.10	125.33	0.0103
23000.000	3.20	131.03	0.0107
24000.000	3.30	136.72	0.0110
25000.000	3.40	142.42	0.0113
26000.000	3.50	148.12	0.0117
27000.000	3.60	153.81	0.0120
28000.000	3.70	159.51	0.0123
29000.000	3.80	165.21	0.0127
30000.000	3.90	170.90	0.0130
31000.000	4.00	176.60	0.0133
32000.000	4.10	182.30	0.0137
33000.000	4.20	187.99	0.0140
34000.000	4.30	193.69	0.0143
35000.000	4.40	199.39	0.0147
36000.000	4.50	205.08	0.0150
37000.000	4.60	210.78	0.0153
38000.000	4.70	216.48	0.0157
37000.000	4.80	210.78	0.0160
36000.000	4.90	205.08	0.0163
35000.000	5.00	199.39	0.0167

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	220.20	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0155
σ Rot (Kg/Cm2)=	199.39	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0167

Tabla N° 62: Esfuerzo vs deformación LV-12 ensayo compresión axial

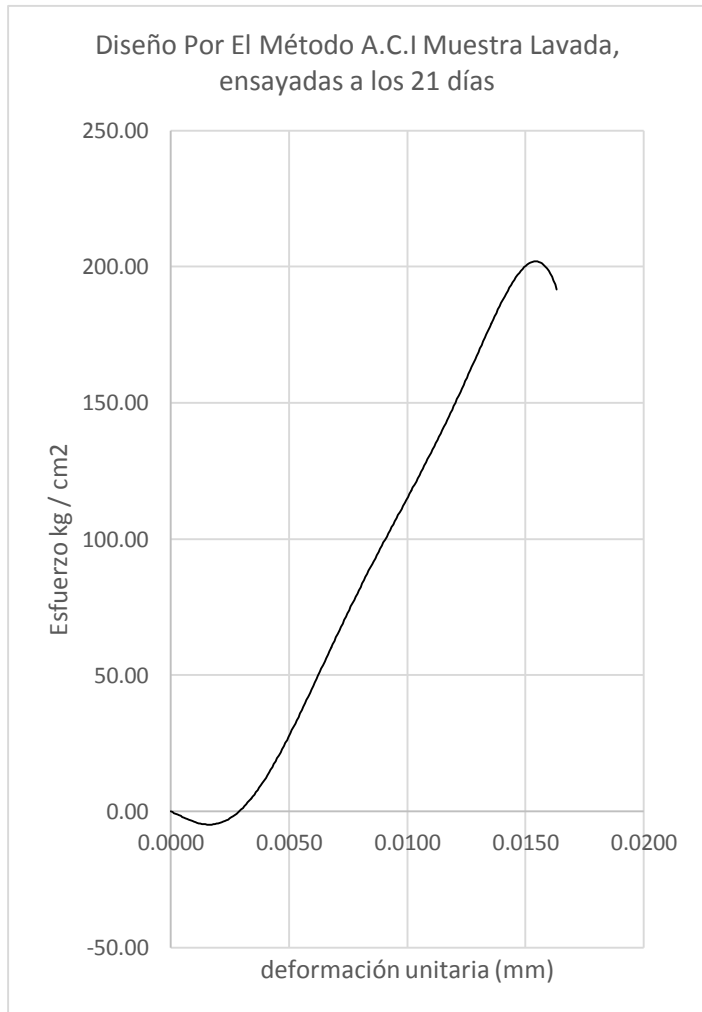
Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 21 días					
Probeta N°	=	LV-12	Carga Última	=	36879.00
Diámetro (mm) Ø	=	14.90	Tiempo	=	5'04"
Altura (cm) h	=	29.98	Altura (mm) h	=	299.80
					Fecha: 10 / 06 /2015
					Área de la probeta(cm2)
					174.37
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(Eu) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000		
1000.000	0.50	5.74	0.0017		
2000.000	1.20	11.47	0.0040		
3000.000	1.30	17.21	0.0043		
4000.000	1.40	22.94	0.0047		
5000.000	1.55	28.68	0.0052		
6000.000	1.65	34.41	0.0055		
7000.000	1.75	40.15	0.0058		
8000.000	1.85	45.88	0.0062		
9000.000	1.95	51.62	0.0065		
10000.000	2.00	57.35	0.0067		
11000.000	2.05	63.09	0.0068		
12000.000	2.10	68.82	0.0070		
13000.000	2.20	74.56	0.0073		
14000.000	2.30	80.29	0.0077		
15000.000	2.40	86.03	0.0080		
16000.000	2.50	91.76	0.0083		
17000.000	2.60	97.50	0.0087		
18000.000	2.70	103.23	0.0090		
19000.000	2.80	108.97	0.0093		
20000.000	2.90	114.70	0.0097		
21000.000	3.00	120.44	0.0100		
22000.000	3.10	126.17	0.0103		
23000.000	3.20	131.91	0.0107		
24000.000	3.30	137.64	0.0110		
25000.000	3.40	143.38	0.0113		
26000.000	3.50	149.11	0.0117		
27000.000	3.60	154.85	0.0120		
28000.000	3.70	160.58	0.0123		
29000.000	3.80	166.32	0.0127		
30000.000	3.90	172.05	0.0130		
31000.000	4.00	177.79	0.0133		
32000.000	4.10	183.52	0.0137		
33000.000	4.20	189.26	0.0140		
34000.000	4.30	194.99	0.0143		
35000.000	4.40	200.73	0.0147		
36000.000	4.50	206.46	0.0150		
35000.000	4.60	200.73	0.0153		
34000.000	4.70	194.99	0.0157		

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm ²)=	211.50	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0152
σ Rot (Kg/Cm ²)=	194.99	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0157

Tabla N° 63: Esfuerzo vs deformación LV-13 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 21 días					
Probeta N°	=	LV-13	Carga Última	=	36984.00
Diámetro (mm) ϕ	=	14.85	Tiempo	=	3' 58"
Altura (cm) h	=	29.95	Altura (mm) h	=	299.50
					Fecha: 10 / 06 /2015
					Área de la probeta(cm ²)
					173.20
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ϵ_u) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000		
1000.000	1.10	5.77	0.0037		
2000.000	1.20	11.55	0.0040		
3000.000	1.30	17.32	0.0043		
4000.000	1.40	23.09	0.0047		
5000.000	1.50	28.87	0.0050		
6000.000	1.60	34.64	0.0053		
7000.000	1.70	40.42	0.0057		
8000.000	1.80	46.19	0.0060		
9000.000	1.90	51.96	0.0063		
10000.000	2.00	57.74	0.0067		
11000.000	2.10	63.51	0.0070		
12000.000	2.20	69.28	0.0073		
13000.000	2.30	75.06	0.0077		
14000.000	2.40	80.83	0.0080		
15000.000	2.50	86.61	0.0083		
16000.000	2.60	92.38	0.0087		
17000.000	2.70	98.15	0.0090		
18000.000	2.80	103.93	0.0093		
19000.000	2.90	109.70	0.0097		
20000.000	3.00	115.47	0.0100		
21000.000	3.10	121.25	0.0103		
22000.000	3.20	127.02	0.0107		
23000.000	3.30	132.80	0.0110		
24000.000	3.40	138.57	0.0113		
25000.000	3.50	144.34	0.0117		
26000.000	3.60	150.12	0.0120		
27000.000	3.70	155.89	0.0123		
28000.000	3.80	161.66	0.0127		
29000.000	3.90	167.44	0.0130		
30000.000	4.00	173.21	0.0133		
31000.000	4.10	178.99	0.0137		
32000.000	4.20	184.76	0.0140		
33000.000	4.30	190.53	0.0143		

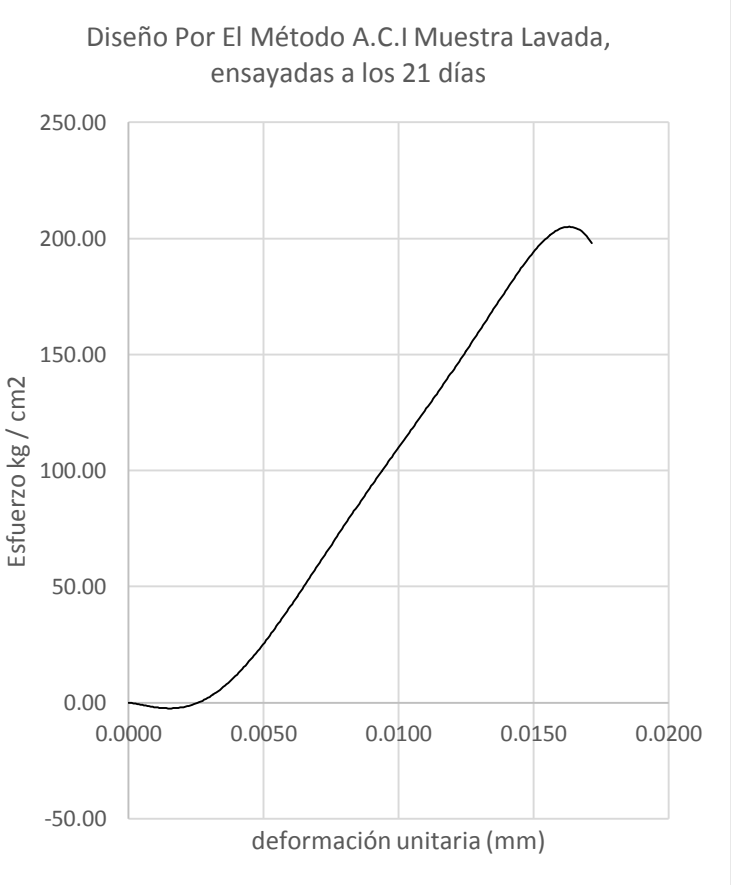


34000.000	4.40	196.31	0.0147
35000.000	4.50	202.08	0.0150
36000.000	4.60	207.85	0.0153
35000.000	4.70	202.08	0.0157
34000.000	4.80	196.31	0.0160
33000.000	4.90	190.53	0.0163

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	213.54	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0155
σ Rot (Kg/Cm2)=	190.53	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0163

Tabla N° 64: Esfuerzo vs deformación LV-14 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 21 días					
Probeta N°	=	LV-14	Carga Última	=	37458.00
Diámetro (mm) Ø	=	15.05	Tiempo	=	6'04"
Fecha:	10 / 06 /2015				
Altura (cm) h	=	30.10	Altura (mm) h	=	301.00
					Área de la probeta(cm2)
					177.90
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(εu) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000	<p>Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 21 días</p> 	
1000.000	1.00	5.62	0.0033		
2000.000	1.20	11.24	0.0040		
3000.000	1.35	16.86	0.0045		
4000.000	1.45	22.49	0.0048		
5000.000	1.55	28.11	0.0052		
6000.000	1.65	33.73	0.0055		
7000.000	1.75	39.35	0.0058		
8000.000	1.85	44.97	0.0062		
9000.000	1.95	50.59	0.0065		
10000.000	2.05	56.21	0.0068		
11000.000	2.15	61.83	0.0072		
12000.000	2.25	67.46	0.0075		
13000.000	2.35	73.08	0.0078		
14000.000	2.45	78.70	0.0082		
15000.000	2.55	84.32	0.0085		
16000.000	2.65	89.94	0.0088		
17000.000	2.75	95.56	0.0092		
18000.000	2.85	101.18	0.0095		
19000.000	2.95	106.80	0.0098		
20000.000	3.05	112.43	0.0102		
21000.000	3.15	118.05	0.0105		
22000.000	3.25	123.67	0.0108		
23000.000	3.35	129.29	0.0112		
24000.000	3.45	134.91	0.0115		
25000.000	3.55	140.53	0.0118		
26000.000	3.65	146.15	0.0122		
27000.000	3.75	151.77	0.0125		

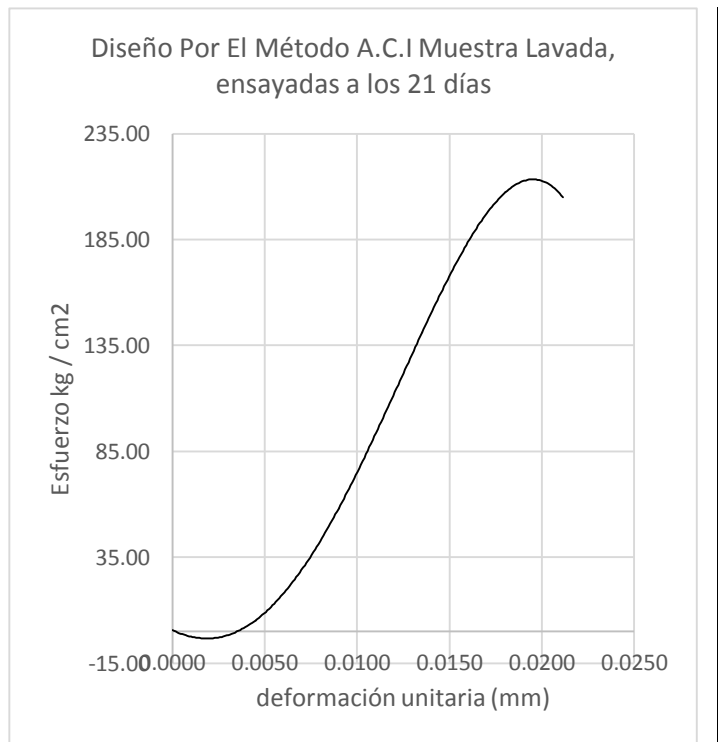
28000.000	3.85	157.40	0.0128
29000.000	3.95	163.02	0.0132
30000.000	4.05	168.64	0.0135
31000.000	4.15	174.26	0.0138
32000.000	4.25	179.88	0.0142
33000.000	4.35	185.50	0.0145
34000.000	4.45	191.12	0.0148
35000.000	4.55	196.75	0.0152
36000.000	4.75	202.37	0.0158
37000.000	4.95	207.99	0.0165
36000.000	5.05	202.37	0.0168
35000.000	5.15	196.75	0.0172

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	210.56	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0166
σ Rot (Kg/Cm2)=	196.75	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0172

Tabla N° 65: Esfuerzo vs deformación LV-15 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 21 días					
Probeta N°	=	LV-15	Carga Última	=	38564.00
Diámetro (mm) ϕ	=	14.85	Tiempo	=	4'54"
Altura (cm) h	=	30.20	Altura (mm) h	=	302.00
					Fecha: 10 / 06 /2015
					Área de la probeta(cm2)
					173.20
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ϵ_u) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000		
1000.000	1.00	5.77	0.0033		
2000.000	1.85	11.55	0.0062		
3000.000	1.95	17.32	0.0065		
4000.000	2.05	23.09	0.0068		
5000.000	2.15	28.87	0.0072		
6000.000	2.25	34.64	0.0075		
7000.000	2.35	40.42	0.0078		
8000.000	2.45	46.19	0.0082		
9000.000	2.55	51.96	0.0085		
10000.000	2.65	57.74	0.0088		
11000.000	2.75	63.51	0.0092		
12000.000	2.85	69.28	0.0095		
13000.000	2.95	75.06	0.0098		
14000.000	3.05	80.83	0.0102		
15000.000	3.15	86.61	0.0105		
16000.000	3.25	92.38	0.0108		
17000.000	3.35	98.15	0.0112		
18000.000	3.45	103.93	0.0115		
19000.000	3.55	109.70	0.0118		
20000.000	3.65	115.47	0.0122		
21000.000	3.75	121.25	0.0125		



22000.000	3.85	127.02	0.0128
23000.000	3.95	132.80	0.0132
24000.000	4.05	138.57	0.0135
25000.000	4.15	144.34	0.0138
26000.000	4.25	150.12	0.0142
27000.000	4.35	155.89	0.0145
28000.000	4.45	161.66	0.0148
29000.000	4.55	167.44	0.0152
30000.000	4.65	173.21	0.0155
31000.000	4.75	178.99	0.0158
32000.000	4.85	184.76	0.0162
33000.000	4.95	190.53	0.0165
34000.000	5.05	196.31	0.0168
35000.000	5.15	202.08	0.0172
36000.000	5.35	207.85	0.0178
37000.000	5.55	213.63	0.0185
38000.000	5.75	219.40	0.0192
37000.000	5.95	213.63	0.0198
36000.000	6.15	207.85	0.0205
35000.000	6.35	202.08	0.0212

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	222.66	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0194
σ Rot (Kg/Cm2)=	202.08	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0212

Tabla N° 66: Resistencia a compresión axial a los 21 días con agregado de piedra caliza triturada sin lavar

Resistencia a compresión axial del concreto elaborado con agregado de piedra caliza triturada a los 21 días					
Probeta N°	Carga última	Kg	Resist. Máxima Kg/cm2	f'c Kg/cm2 Requerida	% Resistencia
P-04	28654.00		163.23	200.00	77.54%
P-05	28412.00		159.71	200.00	75.86%
P-06	29584.00		165.20	200.00	78.47%
P-07	27485.00		152.47	200.00	72.42%
P-08	30145.00		171.73	200.00	81.57%
P-09	28754.00		159.51	200.00	75.77%
P-14	28954.00		162.76	200.00	77.31%

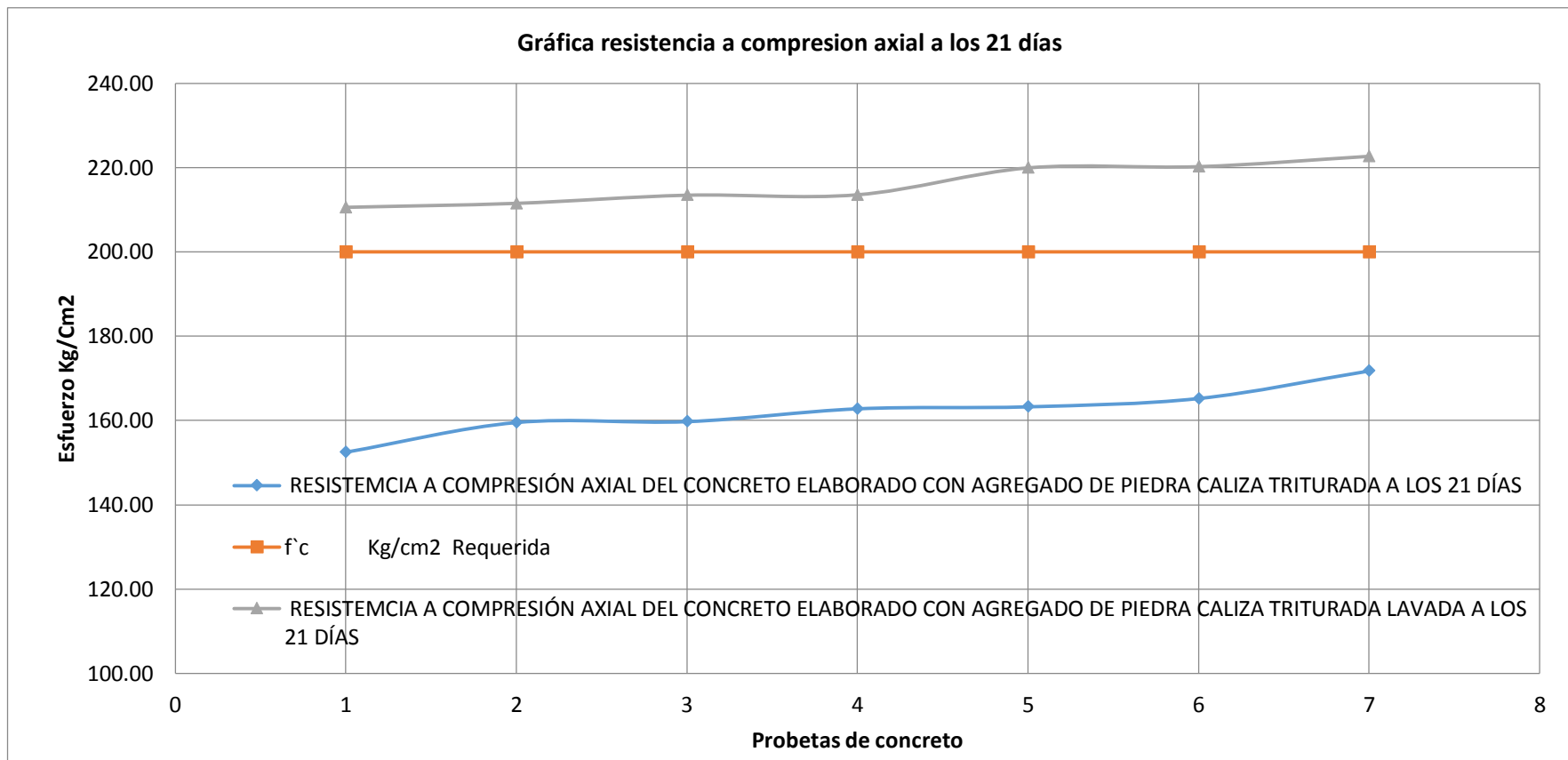
Elaboración Propia

Tabla N° 67: Resistencia a compresión axial a los 21 días con agregado de piedra caliza triturada lavada

Resistencia a compresión axial del concreto elaborado con agregado de piedra caliza triturada lavada a los 21 días					
Probeta N°	Carga última	Kg	Resist. Máxima Kg/cm2	f'c Kg/cm2 Requerida	% Resistencia
LV-09	38475.00		213.43	200.00	101.38%
LV-10	38345.00		219.91	200.00	104.46%
LV-11	38654.00		220.20	200.00	104.60%
LV-12	36879.00		211.50	200.00	100.46%
LV-13	36984.00		213.54	200.00	101.43%
LV-14	37458.00		210.56	200.00	100.02%
LV-15	38564.00		222.66	200.00	105.76%

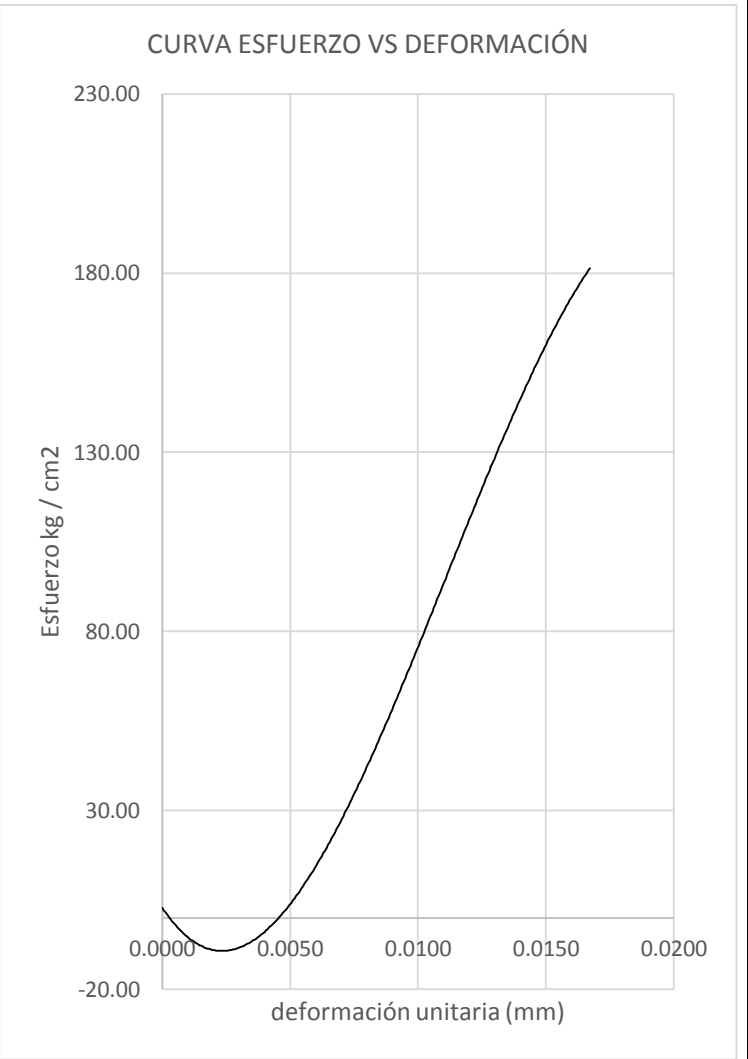
Elaboración Propia

Gráfico N° 02: Resistencia a compresión axial a los 21 días con agregado de piedra caliza triturada



Elaboración Propia

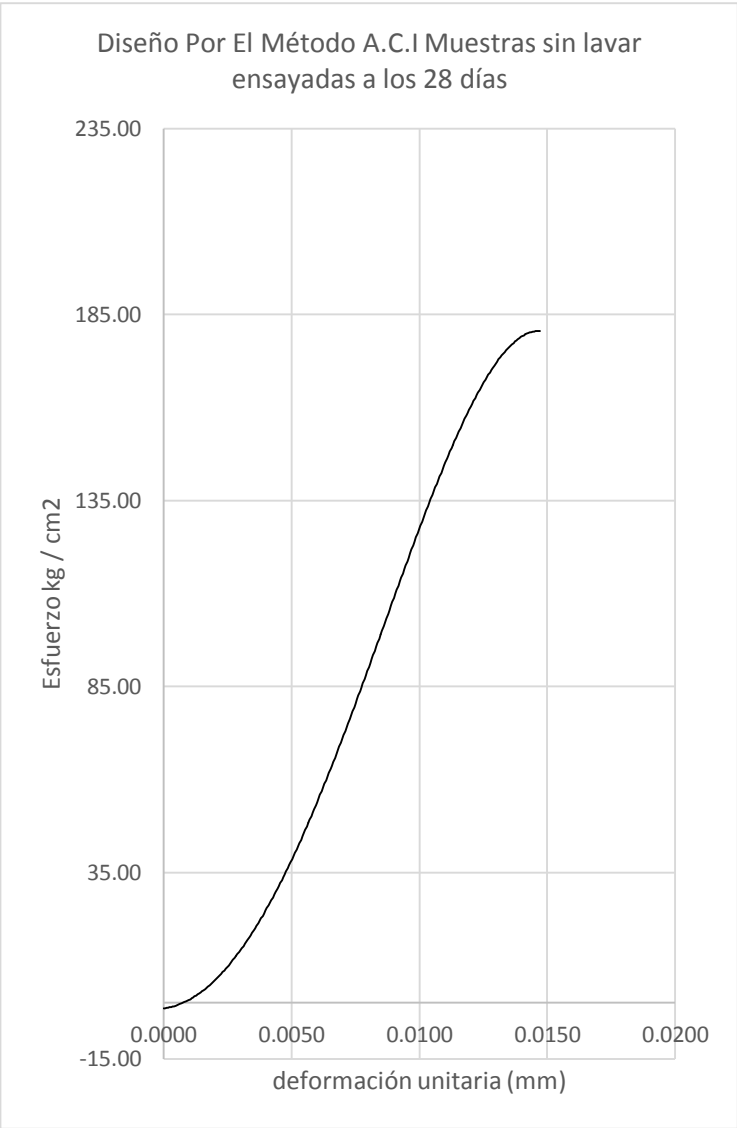
Tabla N° 68: Esfuerzo vs deformación P-15 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 28 días					
Probeta N°	=	P-15	Carga Última	=	32705.00
Diámetro (mm) Ø	=	14.95	Tiempo	=	5'16"
Altura (cm) h	=	29.90	Altura (mm) h	=	299.00
					Fecha: 11 / 06 /2015
					Área de la probeta(cm2)
					175.54
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(εu) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000		
1000.000	1.10	5.70	0.0037		
2000.000	1.85	11.39	0.0062		
3000.000	1.95	17.09	0.0065		
4000.000	2.05	22.79	0.0069		
5000.000	2.15	28.48	0.0072		
6000.000	2.25	34.18	0.0075		
7000.000	2.35	39.88	0.0079		
8000.000	2.45	45.57	0.0082		
9000.000	2.55	51.27	0.0085		
10000.000	2.65	56.97	0.0089		
11000.000	2.75	62.66	0.0092		
12000.000	2.85	68.36	0.0095		
13000.000	2.95	113.93	0.0122		
14000.000	3.05	79.75	0.0102		
15000.000	3.15	85.45	0.0105		
16000.000	3.25	91.15	0.0109		
17000.000	3.35	96.84	0.0112		
18000.000	3.45	102.54	0.0115		
19000.000	3.55	108.24	0.0119		
20000.000	3.65	113.93	0.0122		
21000.000	3.75	119.63	0.0125		
22000.000	3.85	125.33	0.0129		
23000.000	3.95	131.03	0.0132		
24000.000	4.05	136.72	0.0135		
25000.000	4.15	142.42	0.0139		
26000.000	4.25	148.12	0.0142		
27000.000	4.35	153.81	0.0145		
28000.000	4.45	159.51	0.0149		
29000.000	4.55	165.21	0.0152		
30000.000	4.65	170.90	0.0156		
31000.000	4.75	176.60	0.0159		
32000.000	4.85	182.30	0.0162		
31000.000	4.95	176.60	0.0166		
30000.000	5.00	170.90	0.0167		

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	186.31	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0164
σ Rot (Kg/Cm2)=	170.90	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0167

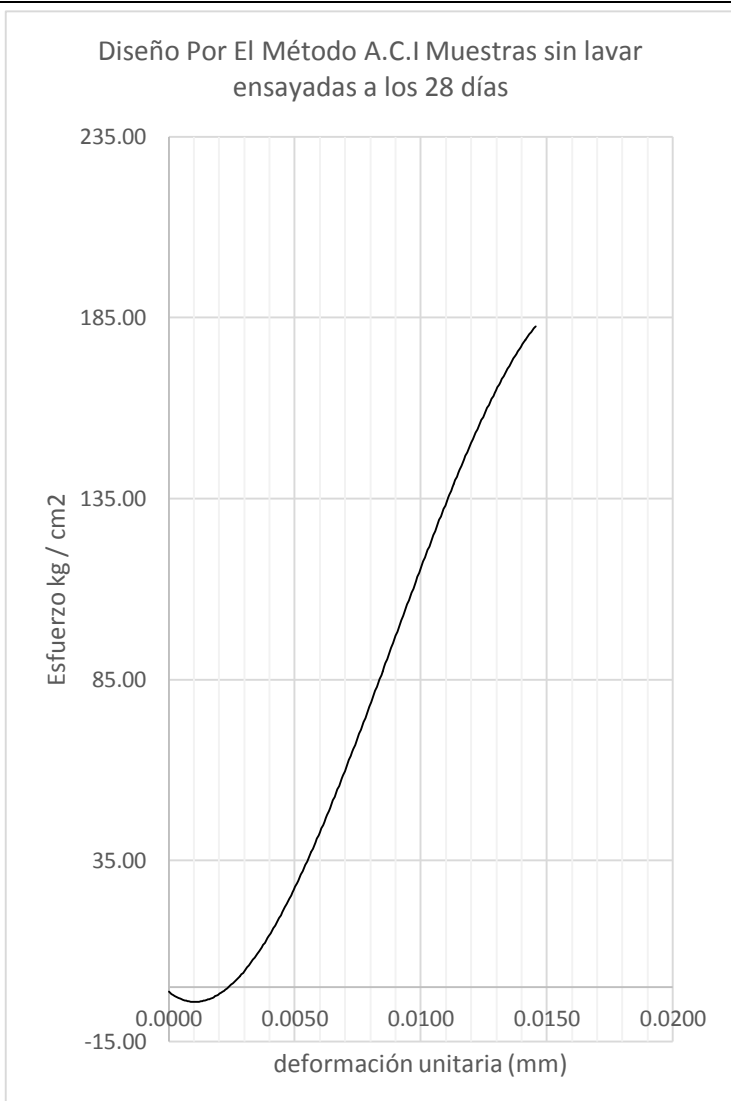
Tabla N° 69: Esfuerzo vs deformación P-16 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"						
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 28 días						
Probeta N°	=	P-16	Carga Última	=	33295.00	Fecha: 11 / 06 /2015
Diámetro (mm) Ø	=	14.95	Tiempo	=	5'03"	Área de la probeta(cm2)
Altura (cm) h	=	29.90	Altura (mm) h	=	299.00	175.54
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(εu)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN		
0.000	0.00	0.00	0.0000			
1000.000	0.55	5.70	0.0018			
2000.000	0.95	11.39	0.0032			
3000.000	1.10	17.09	0.0037			
4000.000	1.20	22.79	0.0040			
5000.000	1.30	28.48	0.0043			
6000.000	1.40	34.18	0.0047			
7000.000	1.50	39.88	0.0050			
8000.000	1.60	45.57	0.0054			
9000.000	1.70	51.27	0.0057			
10000.000	1.80	56.97	0.0060			
11000.000	1.90	62.66	0.0064			
12000.000	2.00	68.36	0.0067			
13000.000	2.10	74.06	0.0070			
14000.000	2.20	79.75	0.0074			
15000.000	2.30	85.45	0.0077			
16000.000	2.40	91.15	0.0080			
17000.000	2.50	96.84	0.0084			
18000.000	2.60	102.54	0.0087			
19000.000	2.70	108.24	0.0090			
20000.000	2.80	113.93	0.0094			
21000.000	2.90	119.63	0.0097			
22000.000	3.00	125.33	0.0100			
23000.000	3.10	131.03	0.0104			
24000.000	3.20	136.72	0.0107			
25000.000	3.30	142.42	0.0110			
26000.000	3.40	148.12	0.0114			
27000.000	3.50	153.81	0.0117			
28000.000	3.60	159.51	0.0120			
29000.000	3.70	165.21	0.0124			
30000.000	3.80	170.90	0.0127			
31000.000	3.90	176.60	0.0130			
32000.000	4.00	182.30	0.0134			
33000.000	4.10	187.99	0.0137			
32000.000	4.20	182.30	0.0140			
31000.000	4.30	176.60	0.0144			
30000.000	4.40	170.90	0.0147			

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm ²)=	189.67	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0142
σ Rot (Kg/Cm ²)=	170.90	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0147

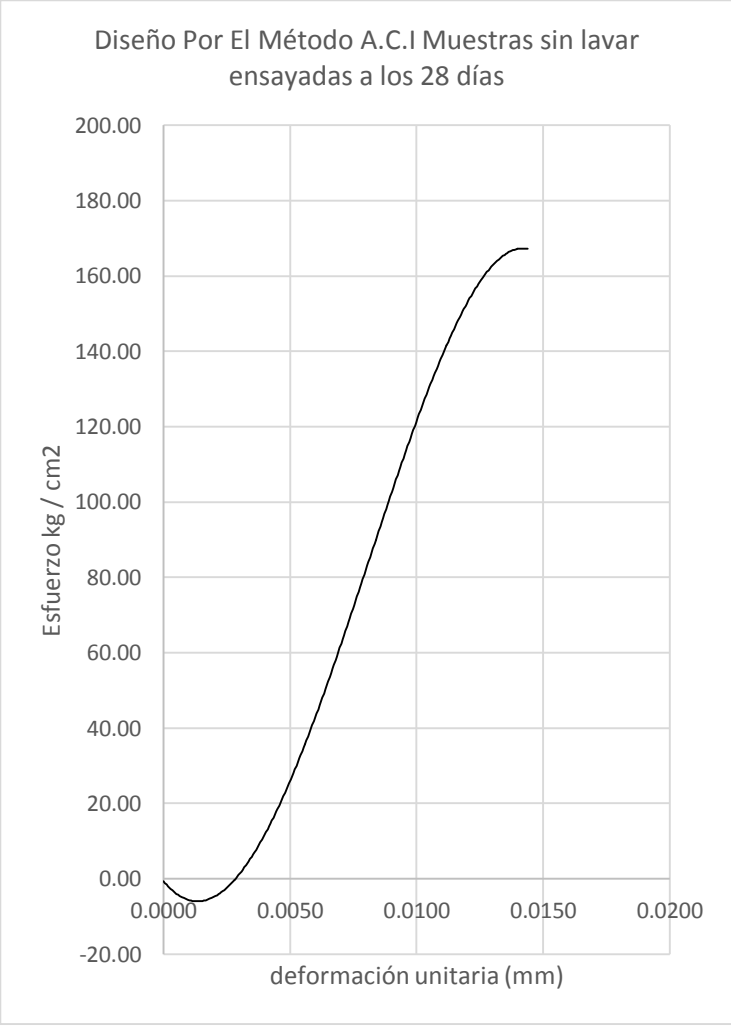
Tabla N° 70: Esfuerzo vs deformación P-17 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"						
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 28 días						
Probeta N°	=	P-17	Carga Última	=	32265.00	Fecha: 11 / 06 /2015
Diámetro (mm) ϕ	=	14.95	Tiempo	=	5'46"	Área de la probeta(cm ²)
Altura (cm) h	=	29.80	Altura (mm) h	=	298.00	175.54
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ϵ_u) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN		
0.000	0.00	0.00	0.0000			
1000.000	1.10	5.70	0.0037			
2000.000	1.20	11.39	0.0040			
3000.000	1.30	17.09	0.0043			
4000.000	1.40	22.79	0.0047			
5000.000	1.50	28.48	0.0050			
6000.000	1.60	34.18	0.0054			
7000.000	1.70	39.88	0.0057			
8000.000	1.80	45.57	0.0060			
9000.000	1.90	51.27	0.0064			
10000.000	2.00	56.97	0.0067			
11000.000	2.10	62.66	0.0070			
12000.000	2.20	68.36	0.0074			
13000.000	2.30	74.06	0.0077			
14000.000	2.40	79.75	0.0080			
15000.000	2.50	85.45	0.0084			
16000.000	2.60	91.15	0.0087			
17000.000	2.70	96.84	0.0090			
18000.000	2.80	102.54	0.0094			
19000.000	2.90	108.24	0.0097			
20000.000	3.00	113.93	0.0100			
21000.000	3.10	119.63	0.0104			
22000.000	3.20	125.33	0.0107			
23000.000	3.30	131.03	0.0110			
24000.000	3.40	136.72	0.0114			
25000.000	3.50	142.42	0.0117			
26000.000	3.60	148.12	0.0120			
27000.000	3.70	153.81	0.0124			
28000.000	3.80	159.51	0.0127			
29000.000	3.90	165.21	0.0130			
30000.000	3.90	170.90	0.0130			
31000.000	3.90	176.60	0.0130			
32000.000	4.00	182.30	0.0134			
31000.000	4.10	176.60	0.0137			
30000.000	4.35	170.90	0.0145			

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm ²)=	183.81	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0136
σ Rot (Kg/Cm ²)=	170.90	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0145

Tabla N° 71: Esfuerzo vs deformación P-18 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 28 días					
Probeta N°	=	P-18	Carga Última	=	31748.00
Diámetro (mm) Ø	=	15.00	Tiempo	=	4'54"
Altura (cm) h	=	30.05	Altura (mm) h	=	300.50
					Fecha: 11 / 06 /2015
					Área de la probeta(cm ²)
					176.72
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(εu) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000	 <p>Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 28 días</p>	
1000.000	1.05	5.66	0.0035		
2000.000	1.20	11.32	0.0040		
3000.000	1.36	16.98	0.0045		
4000.000	1.47	22.64	0.0049		
5000.000	1.55	28.29	0.0052		
6000.000	1.67	33.95	0.0056		
7000.000	1.75	39.61	0.0059		
8000.000	1.84	45.27	0.0062		
9000.000	1.92	50.93	0.0064		
10000.000	2.00	56.59	0.0067		
11000.000	2.05	62.25	0.0069		
12000.000	2.10	67.91	0.0070		
13000.000	2.20	73.56	0.0074		
14000.000	2.30	79.22	0.0077		
15000.000	2.40	84.88	0.0080		
16000.000	2.50	90.54	0.0084		
17000.000	2.60	96.20	0.0087		
18000.000	2.70	101.86	0.0090		
19000.000	2.80	107.52	0.0094		
20000.000	2.90	113.18	0.0097		
21000.000	3.00	118.84	0.0100		
22000.000	3.10	124.49	0.0104		
23000.000	3.20	130.15	0.0107		
24000.000	3.30	135.81	0.0110		
25000.000	3.40	141.47	0.0114		
26000.000	3.50	147.13	0.0117		
27000.000	3.60	152.79	0.0120		
28000.000	3.70	158.45	0.0124		
29000.000	3.80	164.11	0.0127		
30000.000	3.90	169.76	0.0130		
31000.000	4.00	175.42	0.0134		
30000.000	4.10	169.76	0.0137		
29000.000	4.20	164.11	0.0140		

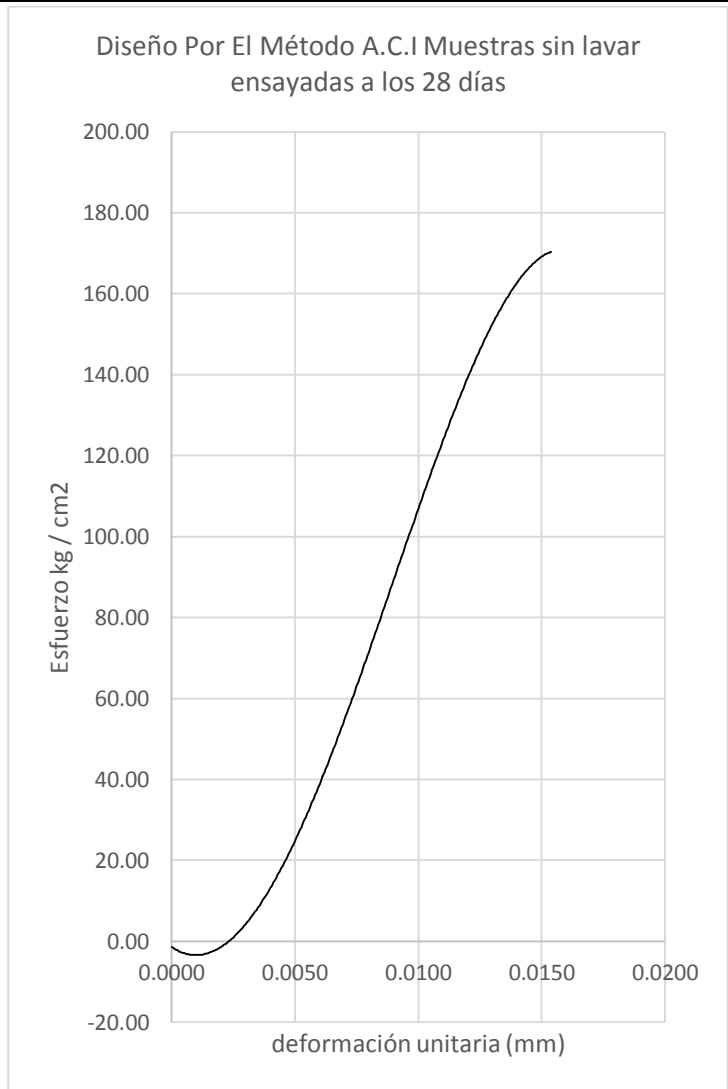
28000.000	4.30	158.45	0.0144
-----------	------	--------	--------

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm ²)=	179.66	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0135
σ Rot (Kg/Cm ²)=	158.45	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0144

Tabla N° 72: Esfuerzo vs deformación P-19 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"				
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 28 días				
Probeta N°	=	P-19	Carga Última	= 31665.00
Diámetro (mm) Ø	=	14.95	Tiempo	= 4'55"
Altura (cm) h	=	29.95	Altura (mm) h	= 299.50
				Fecha: 11 / 06 /2015
				Área de la probeta(cm ²)
				175.54
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(εu) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN
0.000	0.00	0.00	0.0000	
1000.000	1.15	5.70	0.0038	
2000.000	1.25	11.39	0.0042	
3000.000	1.36	17.09	0.0045	
4000.000	1.47	22.79	0.0049	
5000.000	1.55	28.48	0.0052	
6000.000	1.67	34.18	0.0056	
7000.000	1.75	39.88	0.0059	
8000.000	1.85	45.57	0.0062	
9000.000	1.95	51.27	0.0065	
10000.000	2.10	56.97	0.0070	
11000.000	2.25	62.66	0.0075	
12000.000	2.35	68.36	0.0079	
13000.000	2.40	74.06	0.0080	
14000.000	2.50	79.75	0.0084	
15000.000	2.60	85.45	0.0087	
16000.000	2.70	91.15	0.0090	
17000.000	2.80	96.84	0.0094	
18000.000	2.90	102.54	0.0097	
19000.000	3.10	108.24	0.0104	
20000.000	3.20	113.93	0.0107	
21000.000	3.30	119.63	0.0110	
22000.000	3.40	125.33	0.0114	
23000.000	3.50	131.03	0.0117	
24000.000	3.60	136.72	0.0120	
25000.000	3.70	142.42	0.0124	
26000.000	3.80	148.12	0.0127	
27000.000	3.90	153.81	0.0130	
28000.000	4.00	159.51	0.0134	
29000.000	4.10	165.21	0.0137	
30000.000	4.20	170.90	0.0140	
31000.000	4.30	176.60	0.0144	



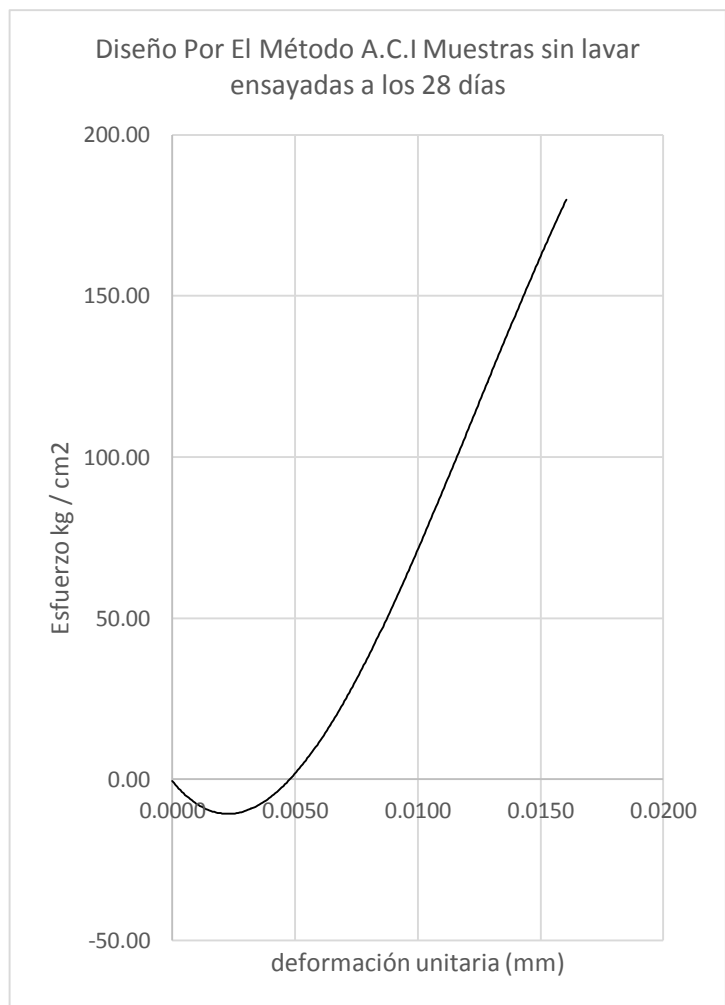
30000.000	4.40	170.90	0.0147
29000.000	4.50	165.21	0.0151
28000.000	4.60	159.51	0.0154

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	180.39	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0145
σ Rot (Kg/Cm2)=	159.51	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0154

Tabla N° 73: Esfuerzo vs deformación P-20 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 28 días					
Probeta N°	=	P-20	Carga Última	=	32485.00
Diámetro (mm) ϕ	=	15.00	Tiempo	=	4'42"
Altura (cm) h	=	29.80	Altura (mm) h	=	298.00
					Fecha: 11 / 06 /2015
					Área de la probeta(cm2)
					176.72
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ϵ_u) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000		
1000.000	1.70	5.66	0.0057		
2000.000	1.80	11.32	0.0060		
3000.000	1.95	16.98	0.0065		
4000.000	2.10	22.64	0.0070		
5000.000	2.20	28.29	0.0074		
6000.000	2.30	33.95	0.0077		
7000.000	2.40	39.61	0.0080		
8000.000	2.50	45.27	0.0084		
9000.000	2.60	50.93	0.0087		
10000.000	2.70	56.59	0.0090		
11000.000	2.80	62.25	0.0094		
12000.000	2.90	67.91	0.0097		
13000.000	3.00	73.56	0.0100		
14000.000	3.10	79.22	0.0104		
15000.000	3.20	84.88	0.0107		
16000.000	3.30	90.54	0.0110		
17000.000	3.40	96.20	0.0114		
18000.000	3.50	101.86	0.0117		
19000.000	3.60	107.52	0.0120		
20000.000	3.70	113.18	0.0124		
21000.000	3.80	118.84	0.0127		
22000.000	3.90	124.49	0.0130		
23000.000	4.00	130.15	0.0134		
24000.000	4.10	135.81	0.0137		
25000.000	4.20	141.47	0.0140		
26000.000	4.30	147.13	0.0144		
27000.000	4.40	152.79	0.0147		
28000.000	4.50	158.45	0.0151		
29000.000	4.50	164.11	0.0151		

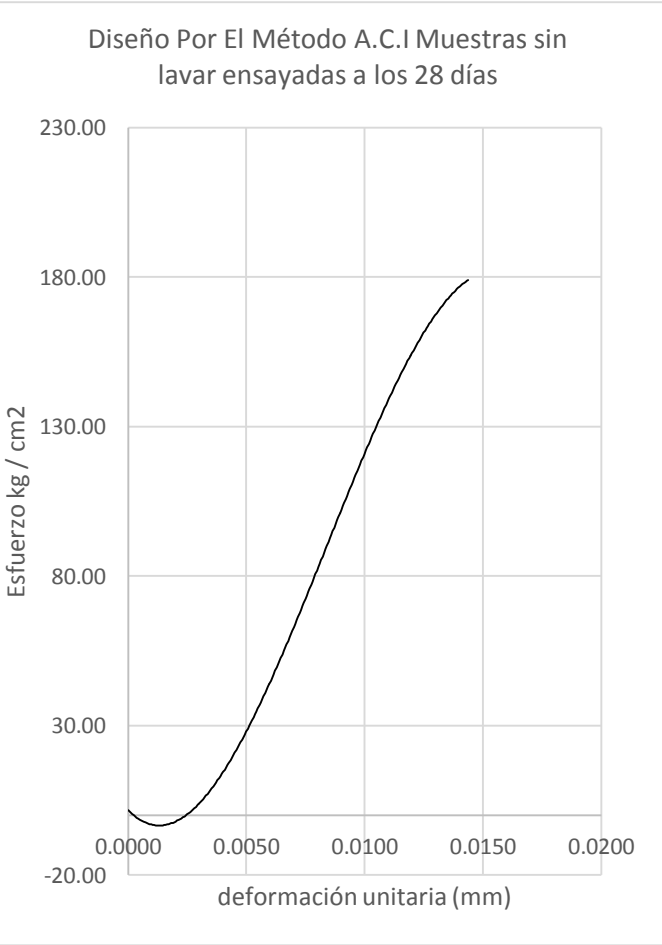


30000.000	4.50	169.76	0.0151
31000.000	4.50	175.42	0.0151
32000.000	4.60	181.08	0.0154
31000.000	4.70	175.42	0.0157
30000.000	4.80	169.76	0.0161

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	183.83	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0156
σ Rot (Kg/Cm2)=	169.76	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0161

Tabla N° 74: Esfuerzo vs deformación P-21 ensayo compresión axial

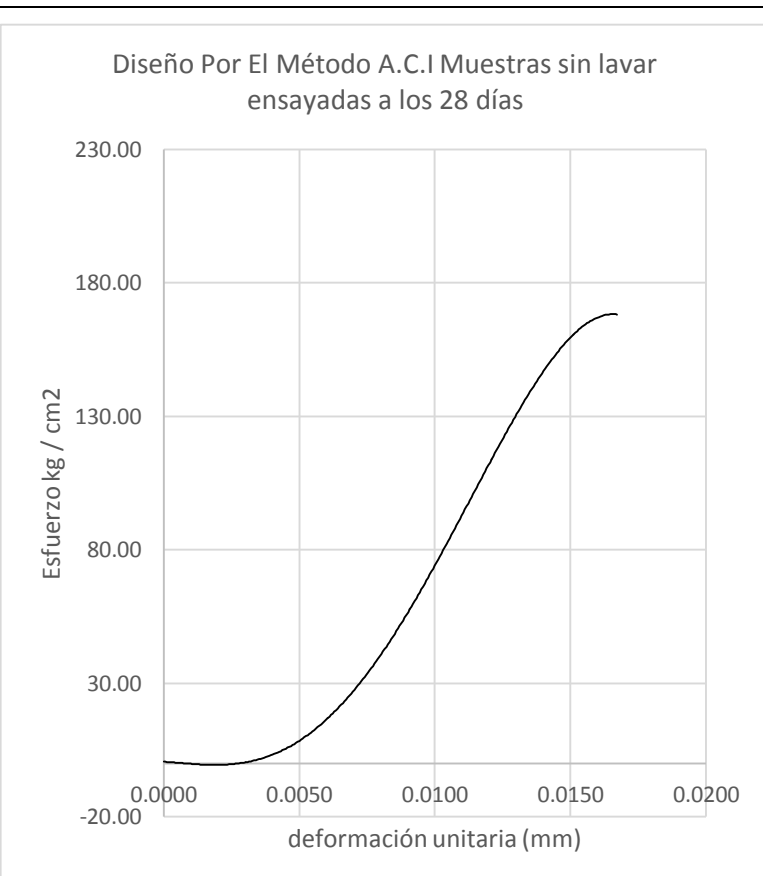
Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 28 días					
Probeta N°	=	P-21	Carga Última	=	32115.00
Diámetro (mm) Ø	=	14.95	Tiempo	=	5'24"
Altura (cm) h	=	29.95	Altura (mm) h	=	299.50
					Fecha: 11 / 06 /2015
					Área de la probeta(cm2)
					175.54
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ϵ_u) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000	 <p>Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 28 días</p>	
1000.000	0.65	5.70	0.0022		
2000.000	1.18	11.39	0.0039		
3000.000	1.30	17.09	0.0043		
4000.000	1.47	22.79	0.0049		
5000.000	1.55	28.48	0.0052		
6000.000	1.67	34.18	0.0056		
7000.000	1.75	39.88	0.0059		
8000.000	1.84	45.57	0.0062		
9000.000	1.92	51.27	0.0064		
10000.000	2.00	56.97	0.0067		
11000.000	2.05	62.66	0.0069		
12000.000	2.10	68.36	0.0070		
13000.000	2.20	74.06	0.0074		
14000.000	2.30	79.75	0.0077		
15000.000	2.40	85.45	0.0080		
16000.000	2.50	91.15	0.0084		
17000.000	2.60	96.84	0.0087		
18000.000	2.70	102.54	0.0090		
19000.000	2.80	108.24	0.0094		
20000.000	2.90	113.93	0.0097		
21000.000	3.00	119.63	0.0100		
22000.000	3.10	125.33	0.0104		
23000.000	3.20	131.03	0.0107		
24000.000	3.30	136.72	0.0110		
25000.000	3.40	142.42	0.0114		
26000.000	3.50	148.12	0.0117		
27000.000	3.60	153.81	0.0120		
28000.000	3.70	159.51	0.0124		

29000.000	3.80	165.21	0.0127
30000.000	3.90	170.90	0.0130
31000.000	4.00	176.60	0.0134
32000.000	4.10	182.30	0.0137
31000.000	4.20	176.60	0.0140
30000.000	4.30	170.90	0.0144

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	182.95	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0139
σ Rot (Kg/Cm2)=	170.90	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0144

Tabla N° 75: Esfuerzo vs deformación P-22 ensayo compresión axial

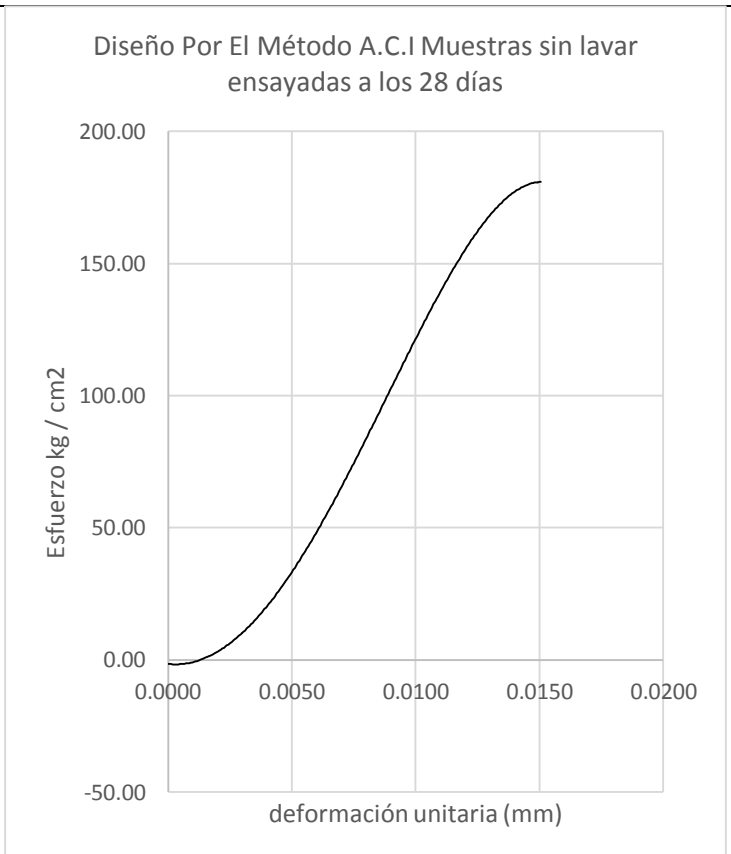
Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 28 días					
Probeta N°	=	P-22	Carga Última	=	31983.00
Diámetro (mm) Ø	=	14.95	Tiempo	=	4'04"
Altura (cm) h	=	29.90	Altura (mm) h	=	299.00
					Fecha: 11 / 06 /2015
					Área de la probeta(cm2)
					175.54
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ξ u) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000	 <p>Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 28 días</p>	
1000.000	1.00	5.70	0.0033		
2000.000	1.85	11.39	0.0062		
3000.000	1.95	17.09	0.0065		
4000.000	2.05	22.79	0.0069		
5000.000	2.15	28.48	0.0072		
6000.000	2.25	34.18	0.0075		
7000.000	2.35	39.88	0.0079		
8000.000	2.45	45.57	0.0082		
9000.000	2.55	51.27	0.0085		
10000.000	2.65	56.97	0.0089		
11000.000	2.75	62.66	0.0092		
12000.000	2.85	68.36	0.0095		
13000.000	2.95	74.06	0.0099		
14000.000	3.05	79.75	0.0102		
15000.000	3.15	85.45	0.0105		
16000.000	3.25	91.15	0.0109		
17000.000	3.35	96.84	0.0112		
18000.000	3.45	102.54	0.0115		
19000.000	3.55	148.12	0.0142		
20000.000	3.65	113.93	0.0122		
21000.000	3.75	119.63	0.0125		
22000.000	3.85	125.33	0.0129		
23000.000	3.95	131.03	0.0132		
24000.000	4.05	136.72	0.0135		
25000.000	4.15	142.42	0.0139		

26000.000	4.25	148.12	0.0142
27000.000	4.35	153.81	0.0145
28000.000	4.45	159.51	0.0149
29000.000	4.55	165.21	0.0152
30000.000	4.65	170.90	0.0156
31000.000	4.75	176.60	0.0159
30000.000	4.85	170.90	0.0162
29000.000	4.95	165.21	0.0166
28000.000	5.00	159.51	0.0167

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	182.20	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0164
σ Rot (Kg/Cm2)=	159.51	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0167

Tabla N° 76: Esfuerzo vs deformación P-23 ensayo compresión axial

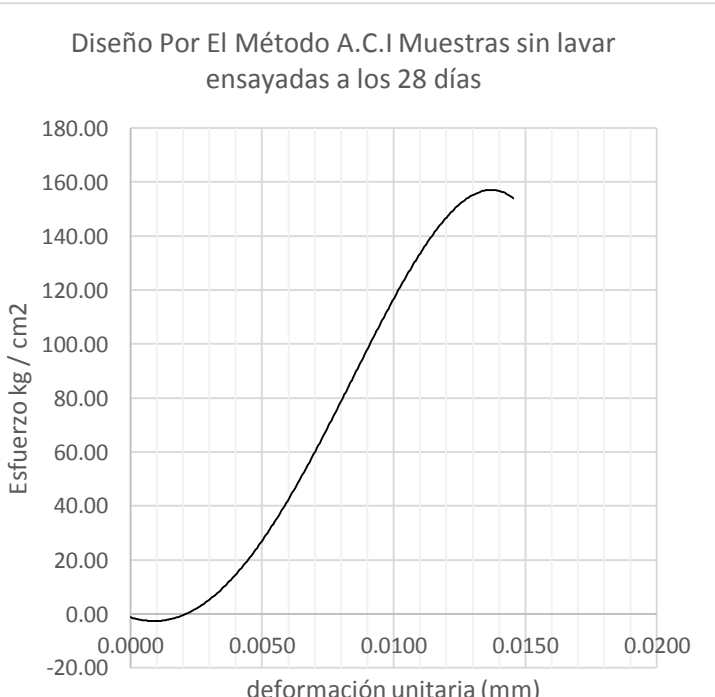
Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 28 días					
Probeta N°	=	P-23	Carga Última	=	33097.00
Diámetro (mm) ϕ	=	14.95	Tiempo	=	4'35"
Altura (cm) h	=	29.90	Altura (mm) h	=	299.00
					Fecha: 11 / 06 /2015
					Área de la probeta(cm2)
					175.54
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ϵ_u) (mm)	<p style="text-align: center;">CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN</p> <p style="text-align: center;">Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 28 días</p> 	
0.000	0.00	0.00	0.0000		
1000.000	0.75	5.70	0.0025		
2000.000	1.10	11.39	0.0037		
3000.000	1.20	17.09	0.0040		
4000.000	1.30	22.79	0.0043		
5000.000	1.40	28.48	0.0047		
6000.000	1.50	34.18	0.0050		
7000.000	1.60	39.88	0.0054		
8000.000	1.70	45.57	0.0057		
9000.000	1.80	51.27	0.0060		
10000.000	1.90	56.97	0.0064		
11000.000	2.00	62.66	0.0067		
12000.000	2.10	68.36	0.0070		
13000.000	2.20	74.06	0.0074		
14000.000	2.30	79.75	0.0077		
15000.000	2.40	85.45	0.0080		
16000.000	2.50	91.15	0.0084		
17000.000	2.60	96.84	0.0087		
18000.000	2.70	102.54	0.0090		
19000.000	2.80	108.24	0.0094		
20000.000	2.90	113.93	0.0097		
21000.000	3.00	119.63	0.0100		
22000.000	3.10	125.33	0.0104		
23000.000	3.20	131.03	0.0107		
24000.000	3.30	136.72	0.0110		

25000.000	3.40	142.42	0.0114
26000.000	3.50	148.12	0.0117
27000.000	3.60	153.81	0.0120
28000.000	3.70	159.51	0.0124
29000.000	3.80	165.21	0.0127
30000.000	3.90	170.90	0.0130
31000.000	4.00	176.60	0.0134
32000.000	4.10	182.30	0.0137
33000.000	4.20	187.99	0.0140
32000.000	4.30	182.30	0.0144
31000.000	4.40	176.60	0.0147
30000.000	4.50	170.90	0.0151

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	188.55	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0145
σ Rot (Kg/Cm2)=	170.90	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0151

Tabla N° 77: Esfuerzo vs deformación P-24 ensayo compresión axial

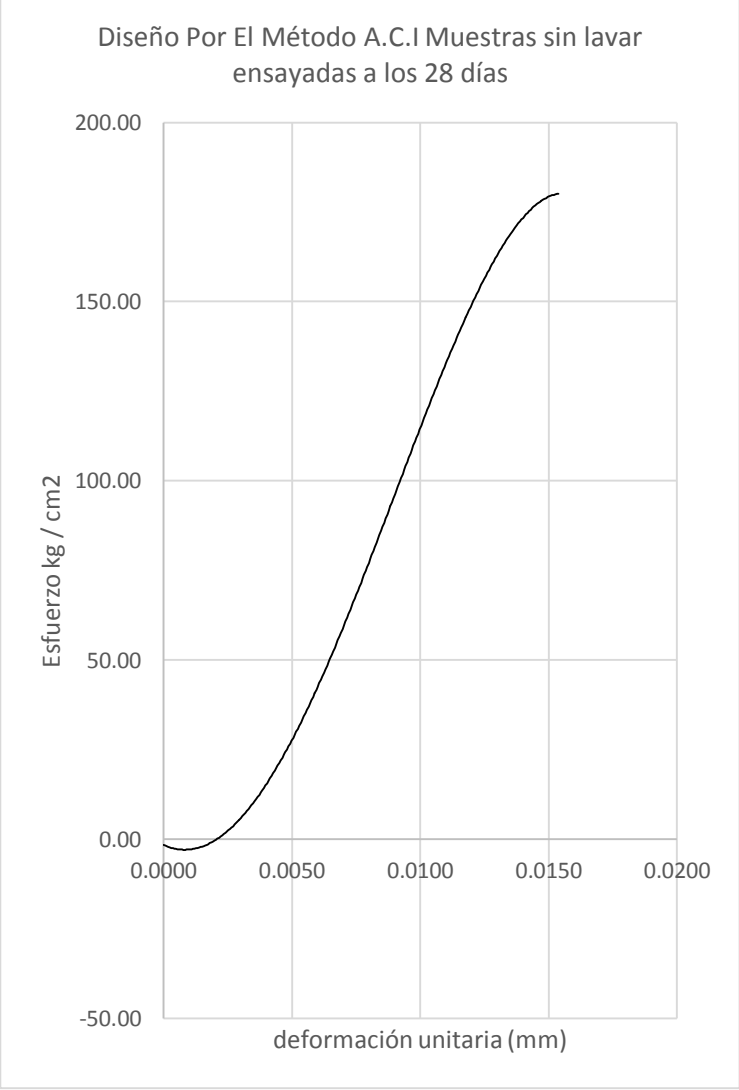
Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 28 días					
Probeta N°	=	P-24	Carga Última	=	29850.00
Diámetro (mm) Ø	=	14.95	Tiempo	=	5'16"
Altura (cm) h	=	29.80	Altura (mm) h	=	298.00
					Fecha: 11 / 06 /2015
					Área de la probeta(cm2)
					175.54
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(εu) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000		
1000.000	1.10	5.70	0.0037		
2000.000	1.20	11.39	0.0040		
3000.000	1.30	17.09	0.0043		
4000.000	1.40	22.79	0.0047		
5000.000	1.50	68.36	0.0074		
6000.000	1.60	34.18	0.0054		
7000.000	1.70	39.88	0.0057		
8000.000	1.80	45.57	0.0060		
9000.000	1.90	51.27	0.0064		
10000.000	2.00	56.97	0.0067		
11000.000	2.10	62.66	0.0070		
12000.000	2.20	68.36	0.0074		
13000.000	2.30	74.06	0.0077		
14000.000	2.40	79.75	0.0080		
15000.000	2.50	85.45	0.0084		
16000.000	2.60	91.15	0.0087		
17000.000	2.70	96.84	0.0090		
18000.000	2.80	102.54	0.0094		
19000.000	2.90	108.24	0.0097		
20000.000	3.00	113.93	0.0100		

21000.000	3.10	119.63	0.0104
22000.000	3.20	125.33	0.0107
23000.000	3.30	131.03	0.0110
24000.000	3.40	136.72	0.0114
25000.000	3.50	142.42	0.0117
26000.000	3.60	148.12	0.0120
27000.000	3.70	153.81	0.0124
28000.000	3.80	159.51	0.0127
29000.000	3.90	165.21	0.0130
28000.000	4.00	159.51	0.0134
27000.000	4.10	153.81	0.0137
26000.000	4.35	148.12	0.0145

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm ²)=	170.05	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0136
σ Rot (Kg/Cm ²)=	148.12	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0145

Tabla N° 78: Esfuerzo vs deformación P-25 ensayo compresión axial

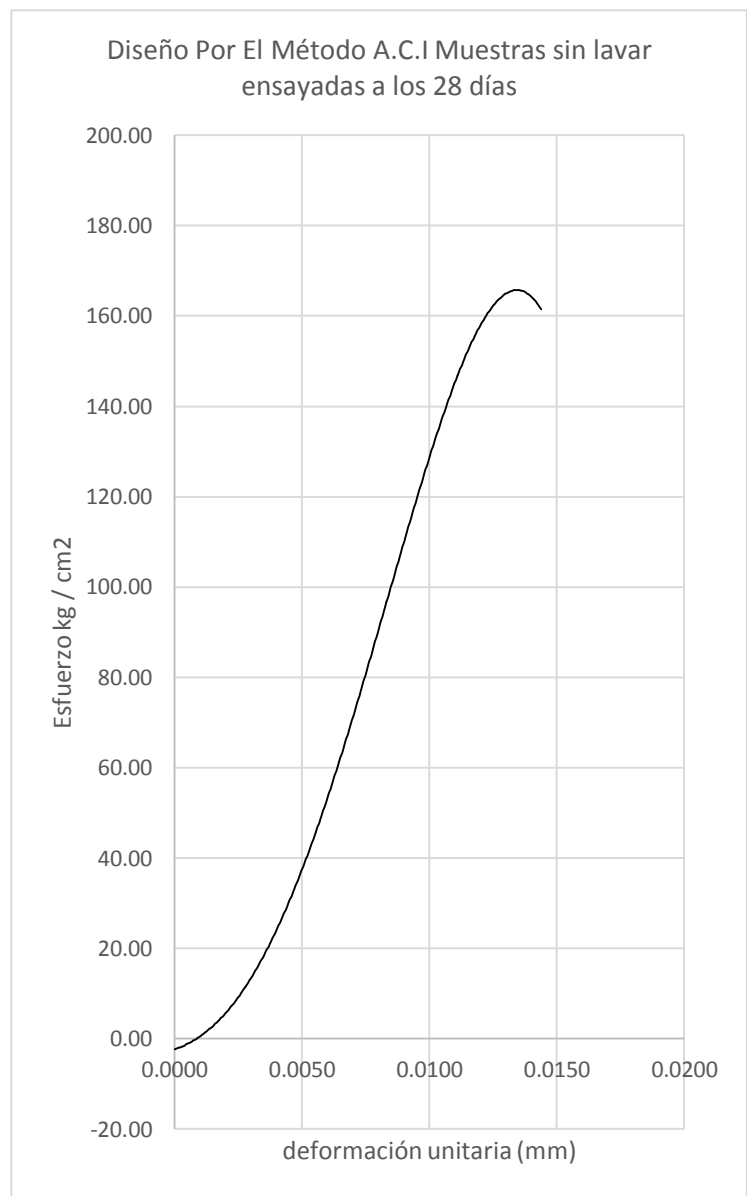
Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"						
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 28 días						
Probeta N°	=	P-25	Carga Última	=	33295.00	Fecha: 11 / 06 /2015
Diámetro (mm) Ø	=	15.00	Tiempo	=	5'08"	Área de la probeta(cm2)
Altura (cm) h	=	29.80	Altura (mm) h	=	298.00	176.72
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(εu)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN		
0.000	0.00	0.00	0.0000			
1000.000	1.05	5.66	0.0035			
2000.000	1.20	11.32	0.0040			
3000.000	1.30	16.98	0.0043			
4000.000	1.40	22.64	0.0047			
5000.000	1.50	28.29	0.0050			
6000.000	1.60	33.95	0.0054			
7000.000	1.70	39.61	0.0057			
8000.000	1.80	45.27	0.0060			
9000.000	1.90	50.93	0.0064			
10000.000	2.00	56.59	0.0067			
11000.000	2.10	62.25	0.0070			
12000.000	2.20	67.91	0.0074			
13000.000	2.30	73.56	0.0077			
14000.000	2.40	79.22	0.0080			
15000.000	2.50	84.88	0.0084			
16000.000	2.60	90.54	0.0087			
17000.000	2.70	96.20	0.0090			
18000.000	2.80	101.86	0.0094			
19000.000	2.90	107.52	0.0097			
20000.000	3.00	113.18	0.0100			
21000.000	3.10	118.84	0.0104			
22000.000	3.20	124.49	0.0107			
23000.000	3.30	130.15	0.0110			
24000.000	3.40	135.81	0.0114			
25000.000	3.50	141.47	0.0117			
26000.000	3.60	147.13	0.0120			
27000.000	3.70	152.79	0.0124			
28000.000	3.80	158.45	0.0127			
29000.000	3.90	164.11	0.0130			
30000.000	4.00	169.76	0.0134			
31000.000	4.10	175.42	0.0137			
32000.000	4.20	181.08	0.0140			
33000.000	4.30	186.74	0.0144			
32000.000	4.40	181.08	0.0147			
31000.000	4.50	175.42	0.0151			
30000.000	4.60	169.76	0.0154			

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	188.41	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0149
σ Rot (Kg/Cm2)=	169.76	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0154

Tabla N° 79: Esfuerzo vs deformación P-26 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 28 días					
Probeta N°	=	P-26	Carga Última	=	30645.00
Diámetro (mm) Ø	=	14.95	Tiempo	=	5'54"
Altura (cm) h	=	29.95	Altura (mm) h	=	299.50
					Fecha: 11 / 06 /2015
					Área de la probeta(cm2)
					175.54
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(εu) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000		
1000.000	0.75	5.70	0.0025		
2000.000	1.00	11.39	0.0033		
3000.000	1.10	17.09	0.0037		
4000.000	1.20	22.79	0.0040		
5000.000	1.30	28.48	0.0043		
6000.000	1.40	34.18	0.0047		
7000.000	1.50	39.88	0.0050		
8000.000	1.60	45.57	0.0054		
9000.000	1.70	51.27	0.0057		
10000.000	1.80	56.97	0.0060		
11000.000	1.90	62.66	0.0064		
12000.000	2.00	68.36	0.0067		
13000.000	2.10	74.06	0.0070		
14000.000	2.20	79.75	0.0074		
15000.000	2.30	85.45	0.0077		
16000.000	2.40	91.15	0.0080		
17000.000	2.50	96.84	0.0084		
18000.000	2.60	102.54	0.0087		
19000.000	2.70	108.24	0.0090		
20000.000	2.80	113.93	0.0094		
21000.000	2.90	119.63	0.0097		
22000.000	3.00	125.33	0.0100		
23000.000	3.10	131.03	0.0104		
24000.000	3.20	136.72	0.0107		
25000.000	3.30	142.42	0.0110		
26000.000	3.40	148.12	0.0114		
27000.000	3.50	153.81	0.0117		
28000.000	3.60	159.51	0.0120		
29000.000	3.70	165.21	0.0124		
30000.000	3.80	170.90	0.0127		
31000.000	3.90	176.60	0.0130		
30000.000	4.00	170.90	0.0134		
29000.000	4.10	165.21	0.0137		
28000.000	4.20	159.51	0.0140		

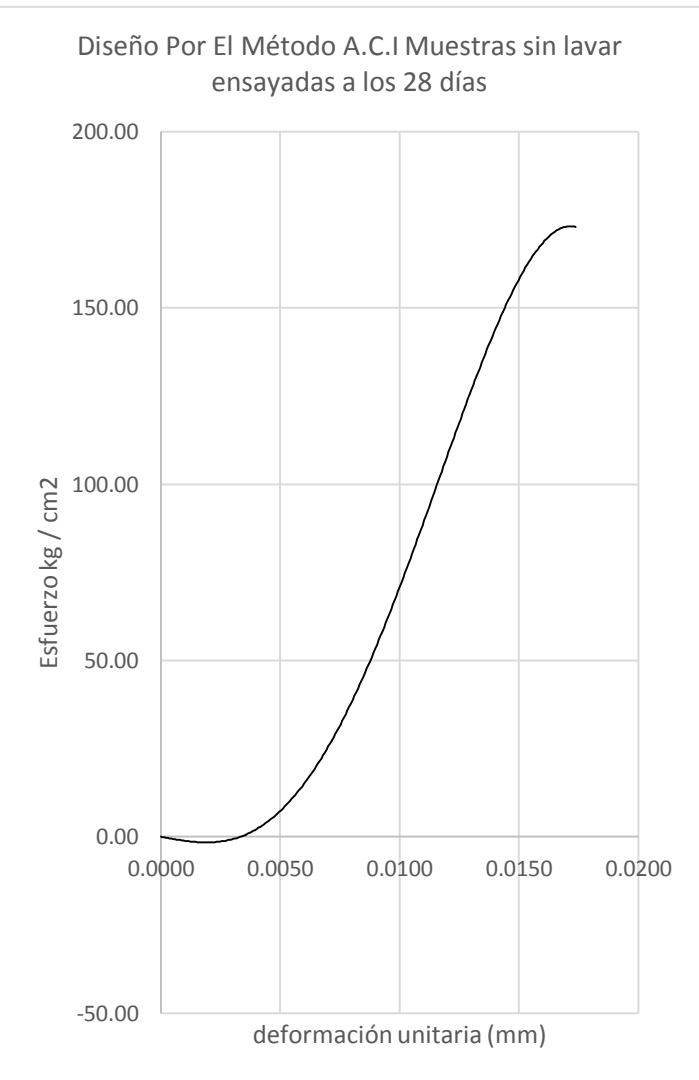


27000.000	4.30	153.81	0.0144
-----------	------	--------	--------

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	174.58	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0139
σ Rot (Kg/Cm2)=	153.81	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0144

Tabla N° 80: Esfuerzo vs deformación P-27 ensayo compresión axial

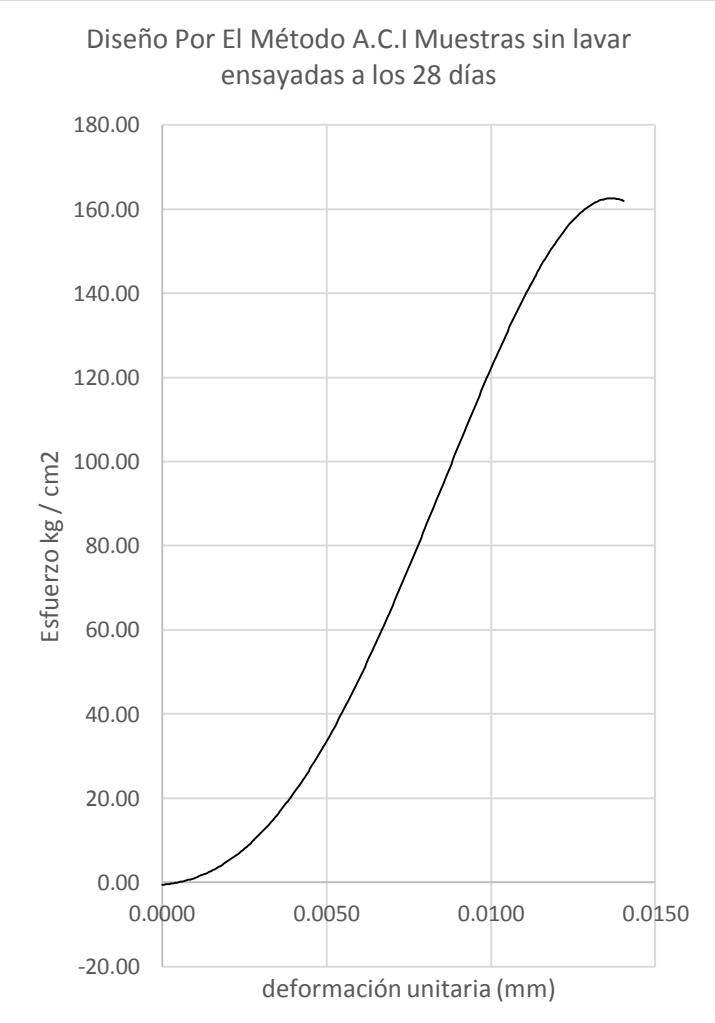
Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 28 días					
Probeta N°	=	P-27	Carga Última	=	32425.00
Diámetro (mm) ϕ	=	14.95	Tiempo	=	5'55"
Altura (cm) h	=	29.90	Altura (mm) h	=	299.00
					Fecha: 11 / 06 /2015
					Área de la probeta(cm2)
					175.54
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ϵ_u) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000		
1000.000	1.25	5.66	0.0042		
2000.000	1.80	11.32	0.0060		
3000.000	1.95	16.98	0.0065		
4000.000	2.10	22.64	0.0070		
5000.000	2.20	28.29	0.0074		
6000.000	2.30	33.95	0.0077		
7000.000	2.40	39.61	0.0080		
8000.000	2.50	45.27	0.0084		
9000.000	2.60	50.93	0.0087		
10000.000	2.70	56.59	0.0090		
11000.000	2.80	62.25	0.0094		
12000.000	2.90	67.91	0.0097		
13000.000	3.00	73.56	0.0100		
14000.000	3.10	79.22	0.0104		
15000.000	3.20	84.88	0.0107		
16000.000	3.30	90.54	0.0110		
17000.000	3.40	96.20	0.0114		
18000.000	3.50	101.86	0.0117		
19000.000	3.60	107.52	0.0120		
20000.000	3.70	113.18	0.0124		
21000.000	3.80	118.84	0.0127		
22000.000	3.90	124.49	0.0130		
23000.000	4.00	130.15	0.0134		
24000.000	4.10	135.81	0.0137		
25000.000	4.20	141.47	0.0140		
26000.000	4.30	147.13	0.0144		
27000.000	4.40	152.79	0.0147		
28000.000	4.50	158.45	0.0151		
29000.000	4.60	164.11	0.0154		
30000.000	4.70	169.76	0.0157		
31000.000	4.80	175.42	0.0161		
32000.000	4.90	181.08	0.0164		

31000.000	5.00	175.42	0.0167
30000.000	5.10	169.76	0.0171
29000.000	5.20	164.11	0.0174

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm ²)=	184.72	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0166
σ Rot (Kg/Cm ²)=	164.11	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0174

Tabla N° 81: Esfuerzo vs deformación P-28 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 28 días					
Probeta N°	=	P-28	Carga Última	=	30252.00
Diámetro (mm) ϕ	=	14.95	Tiempo	=	5'14"
Altura (cm) h	=	29.95	Altura (mm) h	=	299.50
					175.54
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ϵ_u) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000		
1000.000	0.55	5.70	0.0018		
2000.000	1.00	11.39	0.0033		
3000.000	1.20	17.09	0.0040		
4000.000	1.30	22.79	0.0043		
5000.000	1.40	28.48	0.0047		
6000.000	1.50	34.18	0.0050		
7000.000	1.60	39.88	0.0054		
8000.000	1.70	45.57	0.0057		
9000.000	1.80	51.27	0.0060		
10000.000	1.90	56.97	0.0064		
11000.000	2.00	62.66	0.0067		
12000.000	2.10	68.36	0.0070		
13000.000	2.20	74.06	0.0074		
14000.000	2.30	79.75	0.0077		
15000.000	2.40	85.45	0.0080		
16000.000	2.50	91.15	0.0084		
17000.000	2.60	96.84	0.0087		
18000.000	2.70	102.54	0.0090		
19000.000	2.80	108.24	0.0094		
20000.000	2.90	113.93	0.0097		
21000.000	3.00	119.63	0.0100		
22000.000	3.10	125.33	0.0104		
23000.000	3.20	131.03	0.0107		
24000.000	3.30	136.72	0.0110		
25000.000	3.40	142.42	0.0114		
26000.000	3.50	148.12	0.0117		
27000.000	3.60	153.81	0.0120		
28000.000	3.70	159.51	0.0124		
29000.000	3.80	165.21	0.0127		

30000.000	3.90	170.90	0.0130
29000.000	4.00	165.21	0.0134
28000.000	4.10	159.51	0.0137
27000.000	4.20	153.81	0.0140

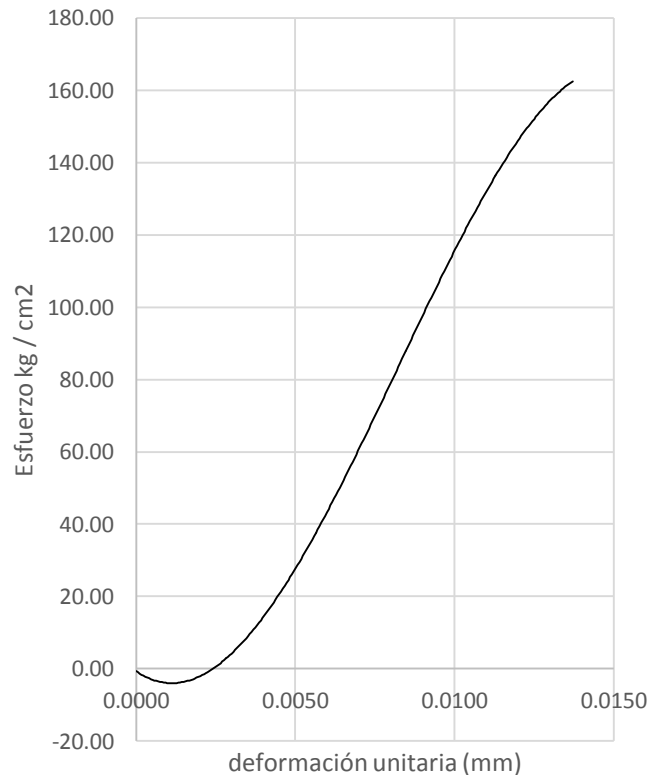
Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	172.34	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0135
σ Rot (Kg/Cm2)=	153.81	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0140

Tabla N° 82: Esfuerzo vs deformación P-29 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 28 días					
Probeta N°	=	P-29	Carga Última	=	29580.00
Diámetro (mm) ϕ	=	14.95	Tiempo	=	5'41"
Altura (cm) h	=	29.95	Altura (mm) h	=	299.50
					175.54
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ϵ_u) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000		
1000.000	1.02	5.70	0.0034		
2000.000	1.18	11.39	0.0039		
3000.000	1.30	17.09	0.0043		
4000.000	1.40	22.79	0.0047		
5000.000	1.50	28.48	0.0050		
6000.000	1.60	34.18	0.0054		
7000.000	1.70	39.88	0.0057		
8000.000	1.80	45.57	0.0060		
9000.000	1.90	51.27	0.0064		
10000.000	2.00	56.97	0.0067		
11000.000	2.10	62.66	0.0070		
12000.000	2.20	68.36	0.0074		
13000.000	2.30	74.06	0.0077		
14000.000	2.40	79.75	0.0080		
15000.000	2.50	85.45	0.0084		
16000.000	2.60	91.15	0.0087		
17000.000	2.70	96.84	0.0090		
18000.000	2.80	102.54	0.0094		
19000.000	2.90	108.24	0.0097		
20000.000	3.00	113.93	0.0100		
21000.000	3.10	119.63	0.0104		
22000.000	3.20	125.33	0.0107		
23000.000	3.30	131.03	0.0110		
24000.000	3.40	136.72	0.0114		
25000.000	3.50	142.42	0.0117		
26000.000	3.60	148.12	0.0120		
27000.000	3.70	153.81	0.0124		
28000.000	3.80	159.51	0.0127		

Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 28 días



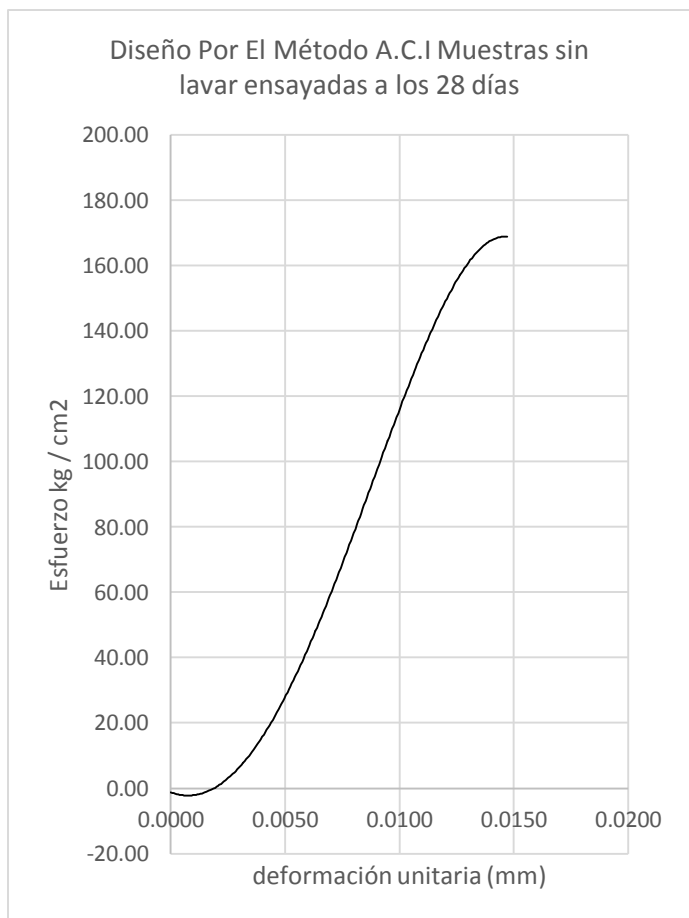
29000.000	3.90	165.21	0.0130
28000.000	4.00	159.51	0.0134
27000.000	4.10	153.81	0.0137

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	168.51	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0132
σ Rot (Kg/Cm2)=	153.81	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0137

Tabla N° 83: Esfuerzo vs deformación P-30 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestras sin lavar ensayadas a los 28 días					
Probeta N°	=	P-30	Carga Última	= 31543.00	
Diámetro (mm) ϕ	=	15.00	Tiempo	= 5'12"	
Altura (cm) h	=	29.95	Altura (mm) h	= 299.50	
				Fecha: 11 / 06 /2015	
				Área de la probeta(cm2)	
				176.72	
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ϵ_u) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000		
1000.000	0.95	5.70	0.0032		
2000.000	1.20	11.39	0.0040		
3000.000	1.30	17.09	0.0043		
4000.000	1.40	22.79	0.0047		
5000.000	1.50	28.48	0.0050		
6000.000	1.60	34.18	0.0054		
7000.000	1.70	39.88	0.0057		
8000.000	1.80	45.57	0.0060		
9000.000	1.90	51.27	0.0064		
10000.000	2.00	56.97	0.0067		
11000.000	2.10	62.66	0.0070		
12000.000	2.20	68.36	0.0074		
13000.000	2.30	74.06	0.0077		
14000.000	2.40	79.75	0.0080		
15000.000	2.50	85.45	0.0084		
16000.000	2.60	91.15	0.0087		
17000.000	2.70	96.84	0.0090		
18000.000	2.80	102.54	0.0094		
19000.000	2.90	108.24	0.0097		
20000.000	3.00	113.93	0.0100		
21000.000	3.10	119.63	0.0104		
22000.000	3.20	125.33	0.0107		
23000.000	3.30	131.03	0.0110		
24000.000	3.40	136.72	0.0114		
25000.000	3.50	142.42	0.0117		
26000.000	3.60	148.12	0.0120		
27000.000	3.70	153.81	0.0124		
28000.000	3.80	159.51	0.0127		
29000.000	3.90	165.21	0.0130		

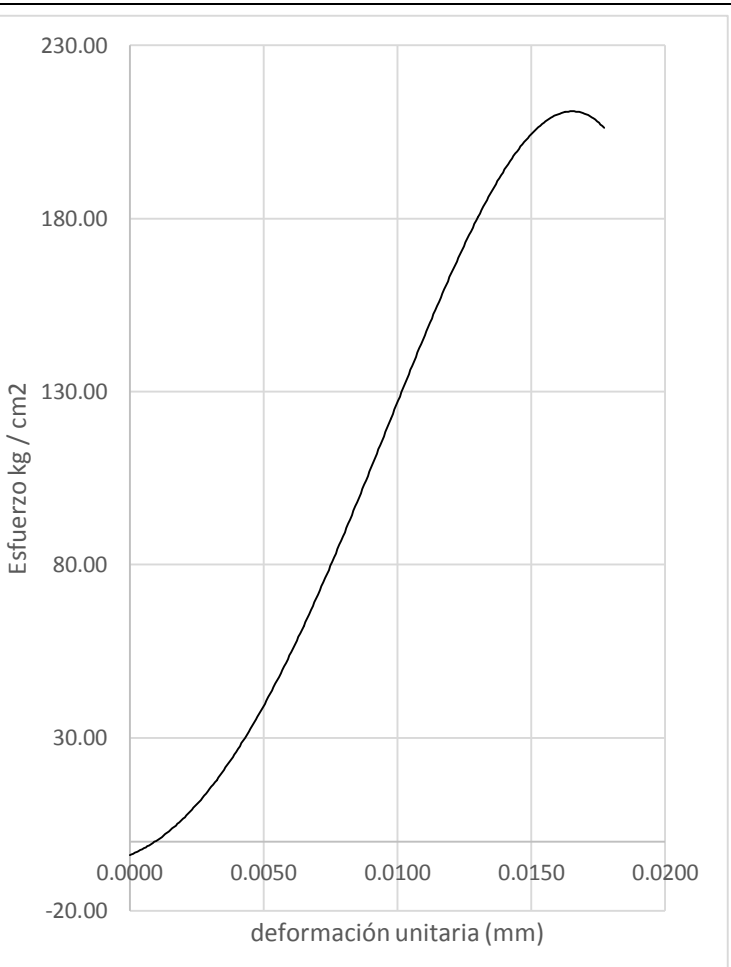


30000.000	4.00	170.90	0.0134
31000.000	4.10	176.60	0.0137
30000.000	4.20	170.90	0.0140
29000.000	4.30	165.21	0.0144
28000.000	4.40	159.51	0.0147

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm ²)=	178.50	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0142
σ Rot (Kg/Cm ²)=	159.51	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0147

Tabla N° 84: Esfuerzo vs deformación LV-08 ensayo compresión axial

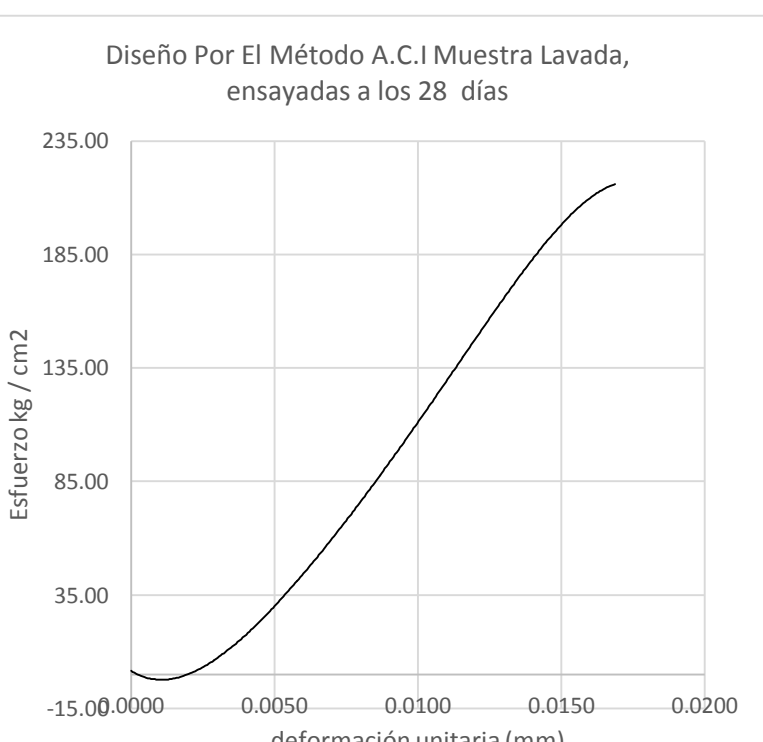
Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 28 días					
Probeta N°	=	LV-08	Carga Última	=	38685.00
Diámetro (mm) ϕ	=	14.90	Tiempo	=	5'54"
Altura (cm) h	=	29.90	Altura (mm) h	=	299.00
					Fecha: 11 / 06 / 2015
					Área de la probeta(cm ²)
					174.37
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ϵ_u) (mm)	<p style="text-align: center;">CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN</p> 	
0.000	0.00	0.00	0.0000		
1000.000	0.65	5.74	0.0022		
2000.000	0.95	11.47	0.0032		
3000.000	1.10	17.21	0.0037		
4000.000	1.20	22.94	0.0040		
5000.000	1.30	28.68	0.0043		
6000.000	1.40	34.41	0.0047		
7000.000	1.50	40.15	0.0050		
8000.000	1.60	45.88	0.0054		
9000.000	1.70	51.62	0.0057		
10000.000	1.80	57.35	0.0060		
11000.000	1.90	63.09	0.0064		
12000.000	2.00	68.82	0.0067		
13000.000	2.10	74.56	0.0070		
14000.000	2.20	80.29	0.0074		
15000.000	2.30	86.03	0.0077		
16000.000	2.40	91.76	0.0080		
17000.000	2.50	97.50	0.0084		
18000.000	2.60	103.23	0.0087		
19000.000	2.70	108.97	0.0090		
20000.000	2.80	114.70	0.0094		
21000.000	2.90	120.44	0.0097		
22000.000	3.00	126.17	0.0100		
23000.000	3.10	131.91	0.0104		
24000.000	3.20	137.64	0.0107		
25000.000	3.30	143.38	0.0110		
26000.000	3.40	149.11	0.0114		
27000.000	3.50	154.85	0.0117		
28000.000	3.60	160.58	0.0120		
29000.000	3.70	166.32	0.0124		

30000.000	3.80	172.05	0.0127
31000.000	3.90	177.79	0.0130
32000.000	4.00	183.52	0.0134
33000.000	4.10	189.26	0.0137
34000.000	4.20	194.99	0.0140
35000.000	4.30	200.73	0.0144
36000.000	4.40	206.46	0.0147
37000.000	4.50	212.20	0.0151
38000.000	4.60	217.93	0.0154
37000.000	4.70	212.20	0.0157
36000.000	4.95	206.46	0.0166
35000.000	5.30	200.73	0.0177

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	221.86	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0162
σ Rot (Kg/Cm2)=	200.73	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0177

Tabla N° 85: Esfuerzo vs deformación LV-16 ensayo compresión axial

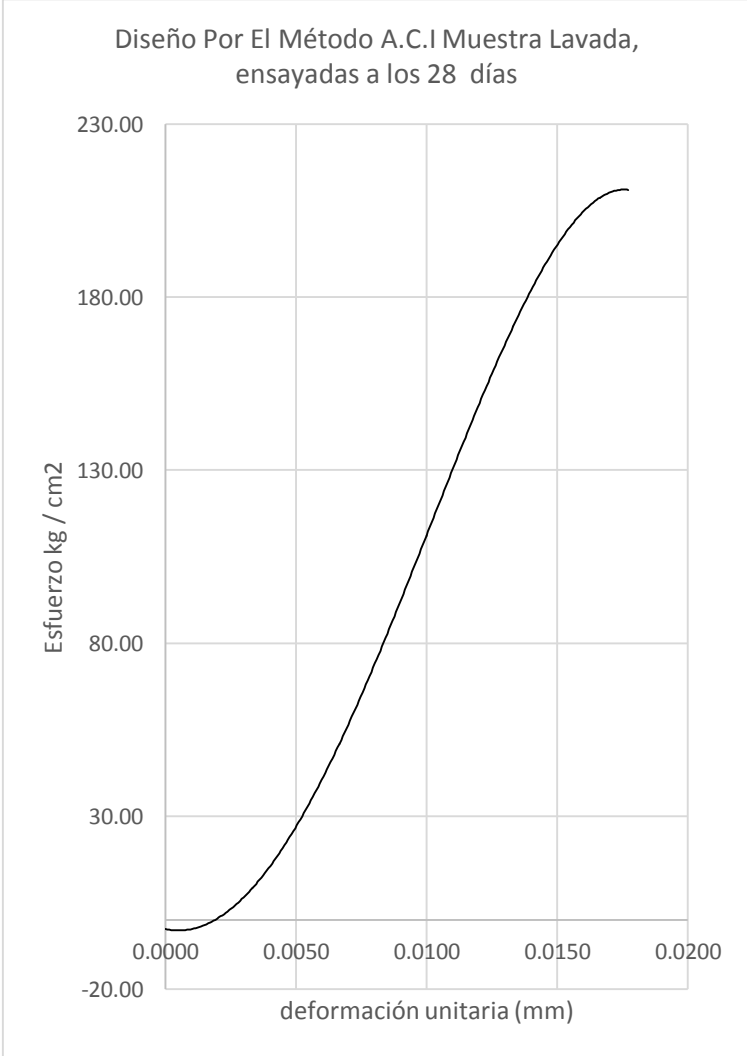
Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"						
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 28 días						
Probeta N°	=	LV-16	Carga Última	=	38425.00	Fecha: 18 / 06 /2015
Diámetro (mm) Ø	=	14.85	Tiempo	=	6'14"	Área de la probeta(cm2)
Altura (cm) h	=	29.95	Altura (mm) h	=	299.50	173.20
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(εu) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN		
0.000	0.00	0.00	0.0000	<p>Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 28 días</p> 		
1000.000	0.65	5.77	0.0022			
2000.000	0.95	11.55	0.0032			
3000.000	1.20	17.32	0.0040			
4000.000	1.45	23.09	0.0048			
5000.000	1.55	28.87	0.0052			
6000.000	1.65	34.64	0.0055			
7000.000	1.75	40.42	0.0059			
8000.000	1.85	46.19	0.0062			
9000.000	1.95	51.96	0.0065			
10000.000	2.05	57.74	0.0069			
11000.000	2.15	63.51	0.0072			
12000.000	2.25	69.28	0.0075			
13000.000	2.35	75.06	0.0079			
14000.000	2.45	80.83	0.0082			
15000.000	2.55	86.61	0.0085			
16000.000	2.65	92.38	0.0089			
17000.000	2.75	98.15	0.0092			
18000.000	2.85	103.93	0.0095			
19000.000	2.95	109.70	0.0099			
20000.000	3.05	115.47	0.0102			
21000.000	3.15	121.25	0.0105			

22000.000	3.25	127.02	0.0109
23000.000	3.35	132.80	0.0112
24000.000	3.45	138.57	0.0115
25000.000	3.55	144.34	0.0119
26000.000	3.65	150.12	0.0122
27000.000	3.75	155.89	0.0125
28000.000	3.85	161.66	0.0129
29000.000	3.95	167.44	0.0132
30000.000	4.05	173.21	0.0135
31000.000	4.15	178.99	0.0139
32000.000	4.25	184.76	0.0142
33000.000	4.35	190.53	0.0145
34000.000	4.45	196.31	0.0149
35000.000	4.55	202.08	0.0152
36000.000	4.65	207.85	0.0156
37000.000	4.75	213.63	0.0159
38000.000	4.85	219.40	0.0162
37000.000	4.95	213.63	0.0166
36000.000	5.05	207.85	0.0169

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm ²)=	221.86	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0164
σ Rot (Kg/Cm ²)=	207.85	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0169

Tabla N° 86: Esfuerzo vs deformación LV-17 ensayo compresión axial

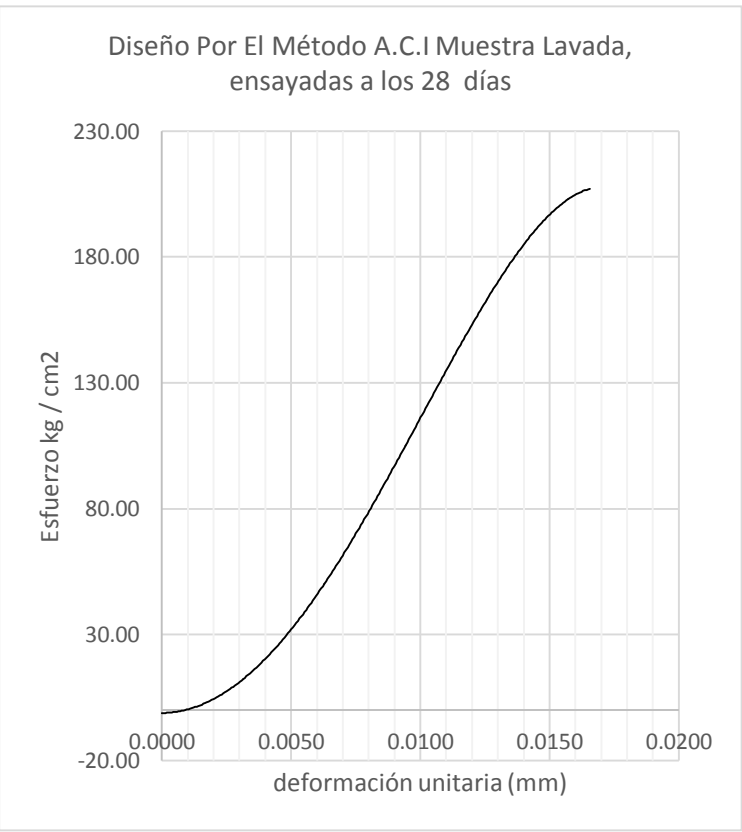
Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"						
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 28 días						
Probeta N°	=	LV-17	Carga Última	=	38093.00	Fecha: 18 / 06 /2015
Diámetro (mm) Ø	=	14.90	Tiempo	=	6'24"	Área de la probeta(cm2)
Altura (cm) h	=	29.90	Altura (mm) h	=	299.00	174.37
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(εu) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN		
0.000	0.00	0.00	0.0000	 <p>Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 28 días</p>		
1000.000	1.00	5.74	0.0033			
2000.000	1.25	11.47	0.0042			
3000.000	1.35	17.21	0.0045			
4000.000	1.45	22.94	0.0048			
5000.000	1.55	28.68	0.0052			
6000.000	1.65	34.41	0.0055			
7000.000	1.75	40.15	0.0059			
8000.000	1.85	45.88	0.0062			
9000.000	1.95	51.62	0.0065			
10000.000	2.05	57.35	0.0069			
11000.000	2.15	63.09	0.0072			
12000.000	2.25	68.82	0.0075			
13000.000	2.35	74.56	0.0079			
14000.000	2.45	80.29	0.0082			
15000.000	2.55	86.03	0.0085			
16000.000	2.65	91.76	0.0089			
17000.000	2.75	97.50	0.0092			
18000.000	2.85	103.23	0.0095			
19000.000	2.95	108.97	0.0099			
20000.000	3.05	114.70	0.0102			
21000.000	3.15	120.44	0.0105			
22000.000	3.25	126.17	0.0109			
23000.000	3.35	131.91	0.0112			
24000.000	3.45	137.64	0.0115			
25000.000	3.55	143.38	0.0119			
26000.000	3.65	149.11	0.0122			
27000.000	3.75	154.85	0.0125			
28000.000	3.85	160.58	0.0129			
29000.000	3.95	166.32	0.0132			
30000.000	4.05	172.05	0.0135			
31000.000	4.15	177.79	0.0139			
32000.000	4.25	183.52	0.0142			
33000.000	4.35	189.26	0.0145			
34000.000	4.45	194.99	0.0149			
35000.000	4.55	200.73	0.0152			
36000.000	4.65	206.46	0.0156			
37000.000	4.75	212.20	0.0159			
38000.000	4.85	217.93	0.0162			

37000.000	4.95	212.20	0.0166
36000.000	5.15	206.46	0.0172
35000.000	5.30	200.73	0.0177

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm ²)=	218.46	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0164
σ Rot (Kg/Cm ²)=	200.73	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0177

Tabla N° 87: Esfuerzo vs deformación LV-18 ensayo compresión axial

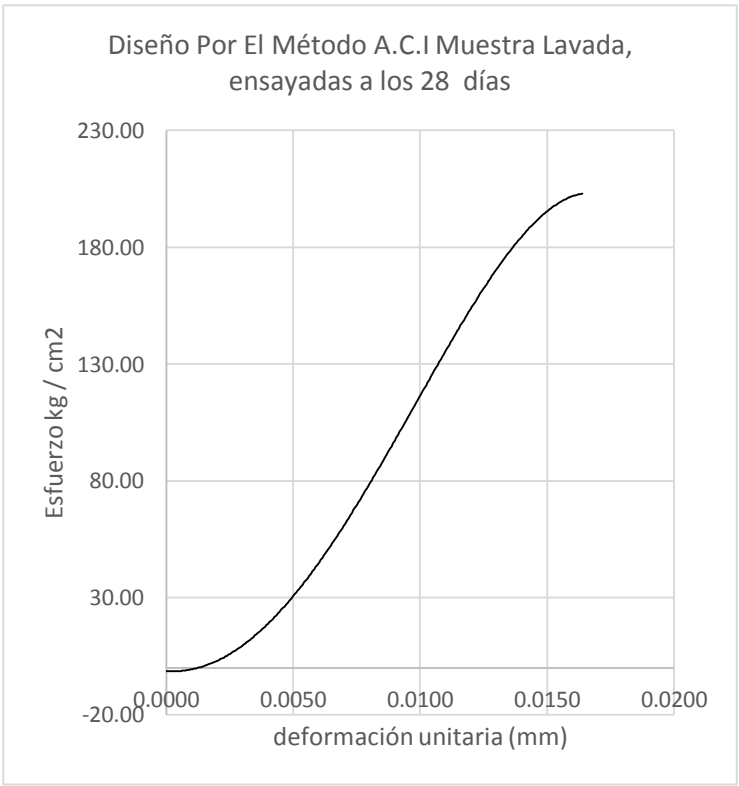
Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 28 días					
Probeta N°	=	LV-18	Carga Última	=	36511.00
Diámetro (mm) ϕ	=	14.80	Tiempo	=	5'04"
Altura (cm) h	=	30.00	Altura (mm) h	=	300.00
					Fecha: 18 / 06 /2015
					Área de la probeta(cm ²)
					172.03
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ϵ_u) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000		
1000.000	0.65	5.81	0.0022		
2000.000	1.00	11.63	0.0033		
3000.000	1.15	17.44	0.0038		
4000.000	1.30	23.25	0.0043		
5000.000	1.45	29.06	0.0048		
6000.000	1.60	34.88	0.0054		
7000.000	1.70	40.69	0.0057		
8000.000	1.80	46.50	0.0060		
9000.000	1.90	52.32	0.0064		
10000.000	2.00	58.13	0.0067		
11000.000	2.10	63.94	0.0070		
12000.000	2.20	69.75	0.0074		
13000.000	2.30	75.57	0.0077		
14000.000	2.40	81.38	0.0080		
15000.000	2.50	87.19	0.0084		
16000.000	2.60	93.00	0.0087		
17000.000	2.70	98.82	0.0090		
18000.000	2.80	104.63	0.0094		
19000.000	2.90	110.44	0.0097		
20000.000	3.00	116.26	0.0100		
21000.000	3.10	122.07	0.0104		
22000.000	3.20	127.88	0.0107		
23000.000	3.30	133.69	0.0110		
24000.000	3.40	139.51	0.0114		
25000.000	3.50	145.32	0.0117		
26000.000	3.60	151.13	0.0120		
27000.000	3.70	156.95	0.0124		
28000.000	3.80	162.76	0.0127		
29000.000	3.90	168.57	0.0130		

30000.000	4.00	174.38	0.0134
31000.000	4.10	180.20	0.0137
32000.000	4.20	186.01	0.0140
33000.000	4.30	191.82	0.0144
34000.000	4.40	197.64	0.0147
35000.000	4.50	203.45	0.0151
36000.000	4.60	209.26	0.0154
35000.000	4.70	203.45	0.0157
34000.000	4.95	197.64	0.0166

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	212.23	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0155
σ Rot (Kg/Cm2)=	197.64	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0166

Tabla N° 88: Esfuerzo vs deformación LV-19 ensayo compresión axial

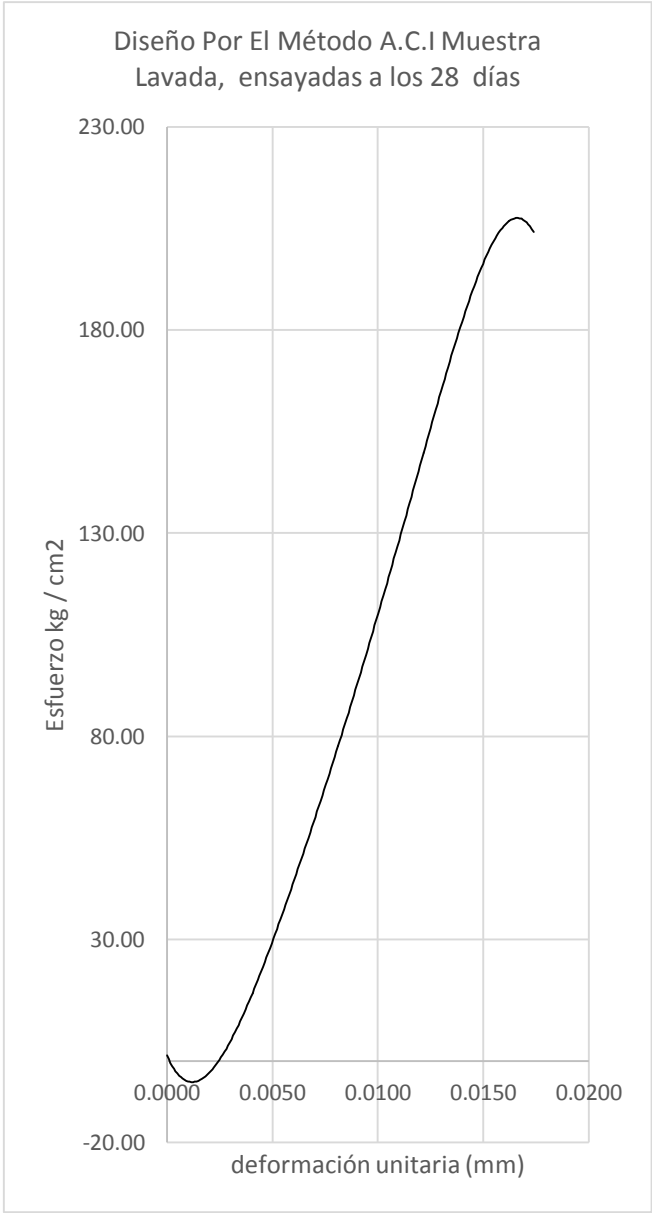
Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"						
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 28 días						
Probeta N°	=	LV-19	Carga Última	=	36984.00	Fecha: 18 / 06 /2015
Diámetro (mm) ϕ	=	14.80	Tiempo	=	6'47"	Área de la probeta(cm2)
Altura (cm) h	=	29.95	Altura (mm) h	=	299.50	172.03
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ϵ_u) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN		
0.000	0.00	0.00	0.0000			
1000.000	0.75	5.81	0.0025			
2000.000	1.00	11.63	0.0033			
3000.000	1.30	17.44	0.0043			
4000.000	1.40	23.25	0.0047			
5000.000	1.50	29.06	0.0050			
6000.000	1.60	34.88	0.0054			
7000.000	1.70	40.69	0.0057			
8000.000	1.80	46.50	0.0060			
9000.000	1.90	52.32	0.0064			
10000.000	2.00	58.13	0.0067			
11000.000	2.10	63.94	0.0070			
12000.000	2.20	69.75	0.0074			
13000.000	2.30	75.57	0.0077			
14000.000	2.40	81.38	0.0080			
15000.000	2.50	87.19	0.0084			
16000.000	2.60	93.00	0.0087			
17000.000	2.70	98.82	0.0090			
18000.000	2.80	104.63	0.0094			
19000.000	2.90	110.44	0.0097			
20000.000	3.00	116.26	0.0100			
21000.000	3.10	122.07	0.0104			
22000.000	3.20	127.88	0.0107			
23000.000	3.30	133.69	0.0110			

24000.000	3.40	139.51	0.0114
25000.000	3.50	145.32	0.0117
26000.000	3.60	151.13	0.0120
27000.000	3.70	156.95	0.0124
28000.000	3.80	162.76	0.0127
29000.000	3.90	168.57	0.0130
30000.000	4.00	174.38	0.0134
31000.000	4.10	180.20	0.0137
32000.000	4.20	186.01	0.0140
33000.000	4.30	191.82	0.0144
34000.000	4.40	197.64	0.0147
35000.000	4.50	203.45	0.0151
36000.000	4.60	209.26	0.0154
35000.000	4.70	203.45	0.0157
34000.000	4.80	197.64	0.0161
33000.000	4.90	191.82	0.0164

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	214.98	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0155
σ Rot (Kg/Cm2)=	191.82	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0164

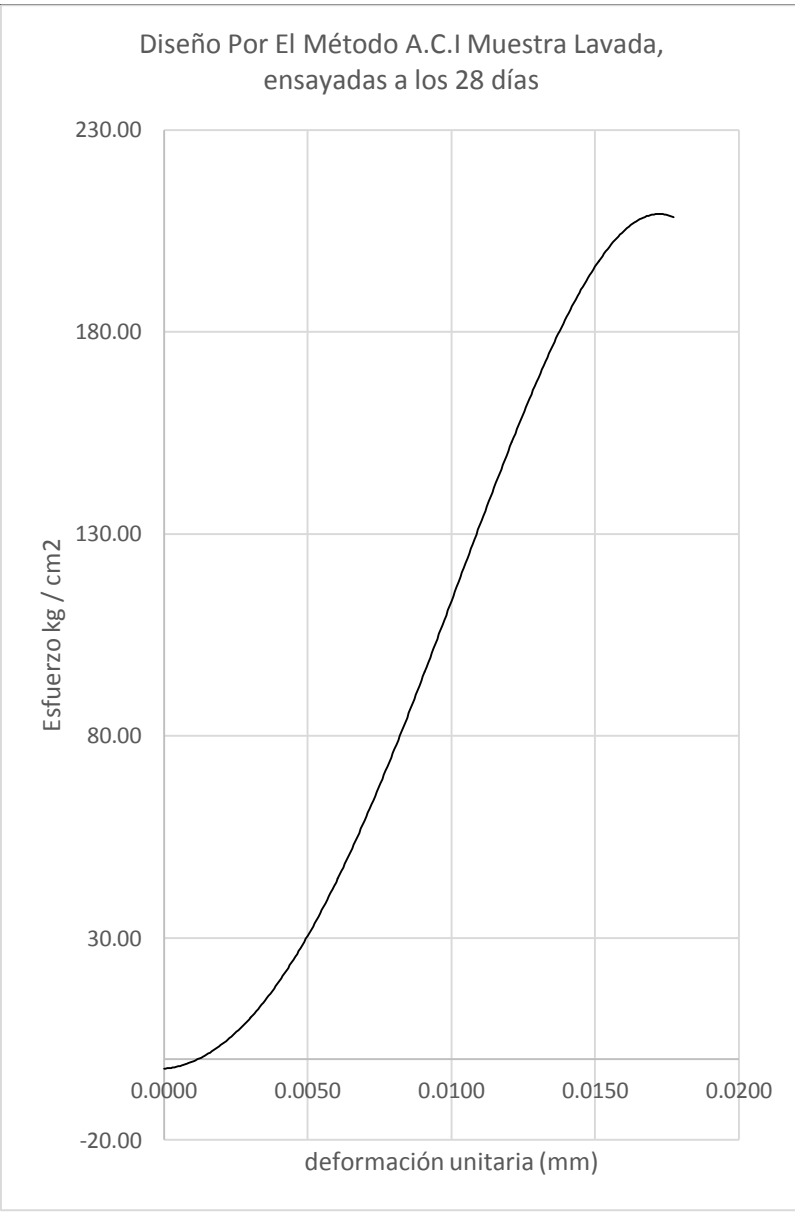
Tabla N° 89: Esfuerzo vs deformación LV-20 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"						
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 28 días						
Probeta N°	=	LV-20	Carga Última	=	37682.00	Fecha: 18 / 06 /2015
Diámetro (mm) Ø	=	14.90	Tiempo	=	6'44"	Área de la probeta(cm2)
Altura (cm) h	=	30.00	Altura (mm) h	=	300.00	174.37
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(εu) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN		
0.000	0.00	0.00	0.0000			
1000.000	0.75	5.74	0.0025			
2000.000	1.00	11.47	0.0033			
3000.000	1.25	17.21	0.0042			
4000.000	1.45	22.94	0.0048			
5000.000	1.55	28.68	0.0052			
6000.000	1.65	34.41	0.0055			
7000.000	1.75	40.15	0.0059			
8000.000	1.85	45.88	0.0062			
9000.000	1.95	51.62	0.0065			
10000.000	2.05	57.35	0.0069			
11000.000	2.15	63.09	0.0072			
12000.000	2.25	68.82	0.0075			
13000.000	2.35	74.56	0.0079			
14000.000	2.45	80.29	0.0082			
15000.000	2.55	86.03	0.0085			
16000.000	2.65	91.76	0.0089			
17000.000	2.75	97.50	0.0092			
18000.000	2.85	103.23	0.0095			
19000.000	2.95	108.97	0.0099			
20000.000	3.05	114.70	0.0102			
21000.000	3.15	120.44	0.0105			
22000.000	3.25	126.17	0.0109			
23000.000	3.35	131.91	0.0112			
24000.000	3.45	137.64	0.0115			
25000.000	3.55	143.38	0.0119			
26000.000	3.65	149.11	0.0122			
27000.000	3.75	154.85	0.0125			
28000.000	3.85	160.58	0.0129			
29000.000	3.95	166.32	0.0132			
30000.000	4.05	172.05	0.0135			
31000.000	4.15	177.79	0.0139			
32000.000	4.25	183.52	0.0142			
33000.000	4.35	189.26	0.0145			
34000.000	4.45	194.99	0.0149			
35000.000	4.55	200.73	0.0152			
36000.000	4.65	206.46	0.0156			
37000.000	4.75	212.20	0.0159			
36000.000	5.05	206.46	0.0169			
35000.000	5.20	200.73	0.0174			

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm ²)=	216.11	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0163
σ Rot (Kg/Cm ²)=	200.73	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0174

Tabla N° 90: Esfuerzo vs deformación LV-21 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"						
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 28 días						
Probeta N°	=	LV-21	Carga Última	=	38884.00	Fecha: 18 / 06 /2015
Diámetro (mm) Ø	=	14.95	Tiempo	=	5'36"	Área de la probeta(cm ²)
Altura (cm) h	=	29.90	Altura (mm) h	=	299.00	175.54
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(εu) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN		
0.000	0.00	0.00	0.0000	 <p>Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 28 días</p>		
1000.000	0.75	5.70	0.0025			
2000.000	1.05	11.39	0.0035			
3000.000	1.25	17.09	0.0042			
4000.000	1.40	22.79	0.0047			
5000.000	1.50	28.48	0.0050			
6000.000	1.60	34.18	0.0054			
7000.000	1.70	39.88	0.0057			
8000.000	1.80	45.57	0.0060			
9000.000	1.90	51.27	0.0064			
10000.000	2.00	56.97	0.0067			
11000.000	2.10	62.66	0.0070			
12000.000	2.20	68.36	0.0074			
13000.000	2.30	74.06	0.0077			
14000.000	2.40	79.75	0.0080			
15000.000	2.50	85.45	0.0084			
16000.000	2.60	91.15	0.0087			
17000.000	2.70	96.84	0.0090			
18000.000	2.80	102.54	0.0094			
19000.000	2.90	108.24	0.0097			
20000.000	3.00	113.93	0.0100			
21000.000	3.10	119.63	0.0104			
22000.000	3.20	125.33	0.0107			
23000.000	3.30	131.03	0.0110			
24000.000	3.40	136.72	0.0114			
25000.000	3.50	142.42	0.0117			
26000.000	3.60	148.12	0.0120			
27000.000	3.70	153.81	0.0124			
28000.000	3.80	159.51	0.0127			
29000.000	3.90	165.21	0.0130			
30000.000	4.00	170.90	0.0134			
31000.000	4.10	176.60	0.0137			
32000.000	4.20	182.30	0.0140			
33000.000	4.30	187.99	0.0144			
34000.000	4.40	193.69	0.0147			

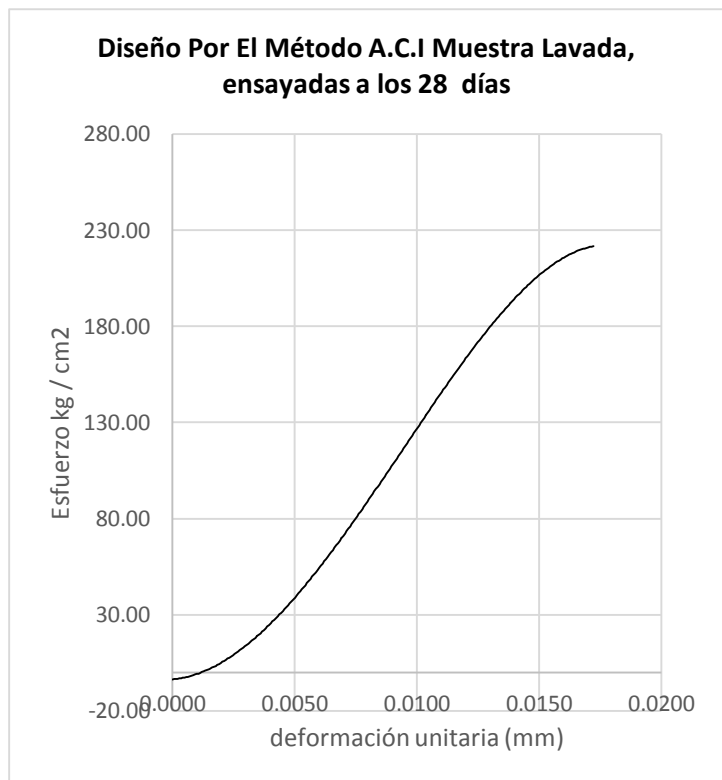
35000.000	4.50	199.39	0.0151
36000.000	4.60	205.08	0.0154
37000.000	4.70	210.78	0.0157
38000.000	4.80	216.48	0.0161
37000.000	4.90	210.78	0.0164
36000.000	5.05	205.08	0.0169
35000.000	5.30	199.39	0.0177

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	221.51	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0162
σ Rot (Kg/Cm2)=	199.39	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0177

Tabla N° 91: Esfuerzo vs deformación LV-22 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 28 días					
Probeta N°	=	LV-22	Carga Última	=	39254.00
Diámetro (mm) ϕ	=	14.95	Tiempo	=	6'45"
Altura (cm) h	=	30.00	Altura (mm) h	=	300.00
					Fecha: 18 / 06 /2015
					Área de la probeta(cm2)
					175.54
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ϵ_u) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000		
1000.000	0.75	5.74	0.0025		
2000.000	1.00	11.47	0.0033		
3000.000	1.10	17.21	0.0037		
4000.000	1.20	22.94	0.0040		
5000.000	1.30	28.68	0.0043		
6000.000	1.40	34.41	0.0047		
7000.000	1.50	40.15	0.0050		
8000.000	1.60	45.88	0.0054		
9000.000	1.70	51.62	0.0057		
10000.000	1.80	57.35	0.0060		
11000.000	1.90	63.09	0.0064		
12000.000	2.00	68.82	0.0067		
13000.000	2.10	74.56	0.0070		
14000.000	2.20	80.29	0.0074		
15000.000	2.30	86.03	0.0077		
16000.000	2.40	91.76	0.0080		
17000.000	2.50	97.50	0.0084		
18000.000	2.60	103.23	0.0087		
19000.000	2.70	108.97	0.0090		
20000.000	2.80	114.70	0.0094		
21000.000	2.90	120.44	0.0097		
22000.000	3.00	126.17	0.0100		
23000.000	3.10	131.91	0.0104		
24000.000	3.20	137.64	0.0107		
25000.000	3.30	143.38	0.0110		



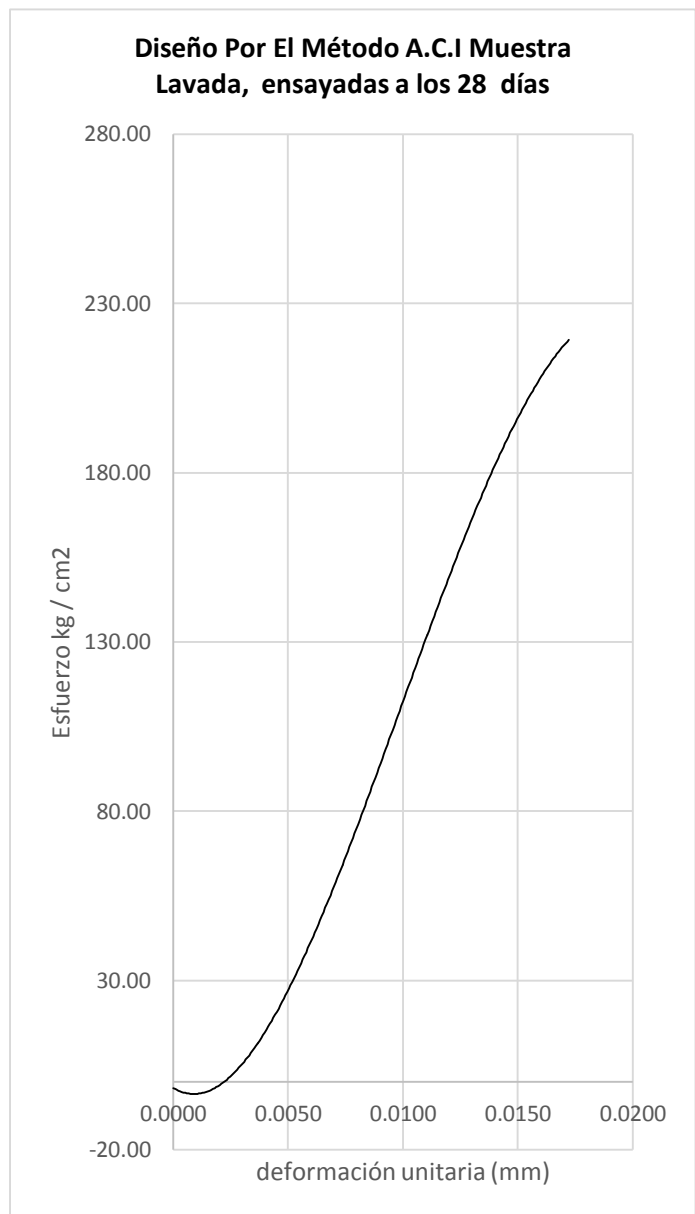
26000.000	3.40	149.11	0.0114
27000.000	3.50	154.85	0.0117
28000.000	3.60	160.58	0.0120
29000.000	3.70	166.32	0.0124
30000.000	3.80	172.05	0.0127
31000.000	3.90	177.79	0.0130
32000.000	4.00	183.52	0.0134
33000.000	4.10	189.26	0.0137
34000.000	4.20	194.99	0.0140
35000.000	4.30	200.73	0.0144
36000.000	4.40	206.46	0.0147
37000.000	4.50	212.20	0.0151
38000.000	4.60	217.93	0.0154
39000.000	4.70	223.67	0.0157
38000.000	4.99	217.93	0.0167
37000.000	5.15	212.20	0.0172

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	223.62	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0162
σ Rot (Kg/Cm2)=	212.20	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0172

Tabla N° 92: Esfuerzo vs deformación LV-23 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 28 días					
Probeta N°	=	LV-23	Carga Última	=	38975.00
Diámetro (mm) Ø	=	14.90	Tiempo	=	6'42"
Altura (cm) h	=	29.95	Altura (mm) h	=	299.50
					Fecha: 18 / 06 /2015
					Área de la probeta(cm2)
					174.37
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(εu) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000		
1000.000	1.00	5.77	0.0033		
2000.000	1.20	11.55	0.0040		
3000.000	1.35	17.32	0.0045		
4000.000	1.45	23.09	0.0048		
5000.000	1.55	28.87	0.0052		
6000.000	1.65	34.64	0.0055		
7000.000	1.75	40.42	0.0059		
8000.000	1.85	46.19	0.0062		
9000.000	1.95	51.96	0.0065		
10000.000	2.05	57.74	0.0069		
11000.000	2.15	63.51	0.0072		
12000.000	2.25	69.28	0.0075		
13000.000	2.35	75.06	0.0079		
14000.000	2.45	80.83	0.0082		
15000.000	2.55	86.61	0.0085		
16000.000	2.65	92.38	0.0089		
17000.000	2.75	98.15	0.0092		
18000.000	2.85	103.93	0.0095		
19000.000	2.95	109.70	0.0099		
20000.000	3.05	115.47	0.0102		
21000.000	3.15	121.25	0.0105		
22000.000	3.25	127.02	0.0109		
23000.000	3.35	132.80	0.0112		
24000.000	3.45	138.57	0.0115		
25000.000	3.55	144.34	0.0119		
26000.000	3.65	150.12	0.0122		
27000.000	3.75	155.89	0.0125		
28000.000	3.85	161.66	0.0129		
29000.000	3.95	167.44	0.0132		
30000.000	4.05	173.21	0.0135		
31000.000	4.15	178.99	0.0139		
32000.000	4.25	184.76	0.0142		
33000.000	4.35	190.53	0.0145		
34000.000	4.45	196.31	0.0149		
35000.000	4.55	202.08	0.0152		
36000.000	4.65	207.85	0.0156		
37000.000	4.75	213.63	0.0159		
38000.000	4.85	219.40	0.0162		



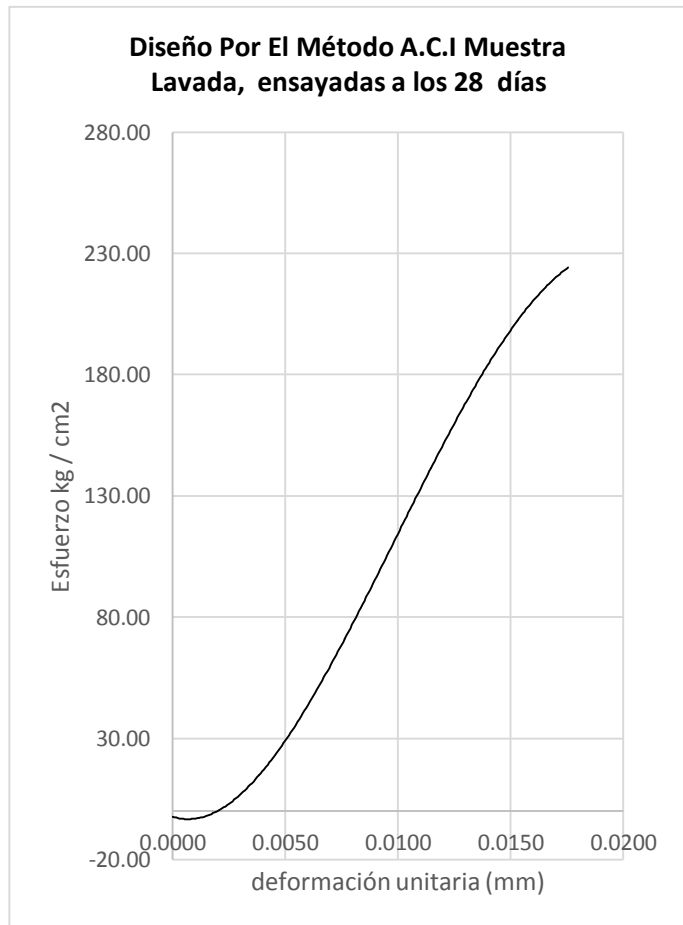
37000.000	4.98	213.63	0.0167
36000.000	5.15	207.85	0.0172

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	223.52	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0165
σ Rot (Kg/Cm2)=	207.85	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0172

Tabla N° 93: Esfuerzo vs deformación LV-24 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 28 días					
Probeta N°	=	LV-24	Carga Última	=	39542.00
Diámetro (mm) ϕ	=	14.90	Tiempo	=	6'34"
Altura (cm) h	=	30.00	Altura (mm) h	=	300.00
					Fecha: 19 / 06 /2015
					Área de la probeta(cm2)
					174.37
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ϵ_u) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000		
1000.000	0.95	5.74	0.0032		
2000.000	1.20	11.47	0.0040		
3000.000	1.30	17.21	0.0043		
4000.000	1.40	22.94	0.0047		
5000.000	1.50	28.68	0.0050		
6000.000	1.60	34.41	0.0054		
7000.000	1.70	40.15	0.0057		
8000.000	1.80	45.88	0.0060		
9000.000	1.90	51.62	0.0064		
10000.000	2.00	57.35	0.0067		
11000.000	2.10	63.09	0.0070		
12000.000	2.20	68.82	0.0074		
13000.000	2.30	74.56	0.0077		
14000.000	2.40	80.29	0.0080		
15000.000	2.50	86.03	0.0084		
16000.000	2.60	91.76	0.0087		
17000.000	2.70	97.50	0.0090		
18000.000	2.80	103.23	0.0094		
19000.000	2.90	108.97	0.0097		
20000.000	3.00	114.70	0.0100		
21000.000	3.10	120.44	0.0104		
22000.000	3.20	126.17	0.0107		
23000.000	3.30	131.91	0.0110		
24000.000	3.40	137.64	0.0114		
25000.000	3.50	143.38	0.0117		
26000.000	3.60	149.11	0.0120		
27000.000	3.70	154.85	0.0124		
28000.000	3.80	160.58	0.0127		
29000.000	3.90	166.32	0.0130		
30000.000	4.00	172.05	0.0134		



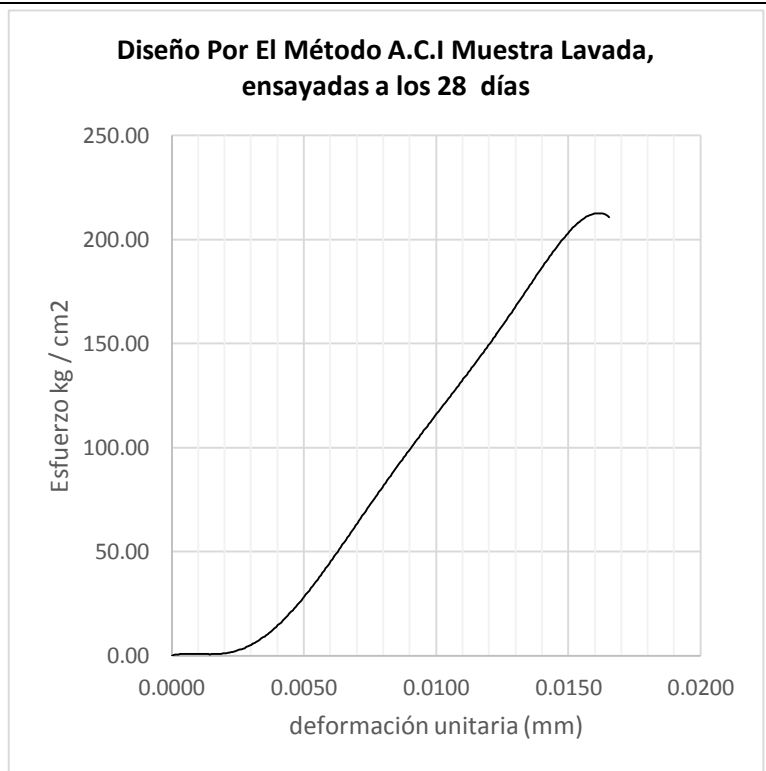
31000.000	4.10	177.79	0.0137
32000.000	4.20	183.52	0.0140
33000.000	4.30	189.26	0.0144
34000.000	4.40	194.99	0.0147
35000.000	4.50	200.73	0.0151
36000.000	4.60	206.46	0.0154
37000.000	4.70	212.20	0.0157
38000.000	4.80	217.93	0.0161
39000.000	4.90	223.67	0.0164
38000.000	5.00	217.93	0.0167
37000.000	5.25	212.20	0.0176

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	226.78	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0165
σ Rot (Kg/Cm2)=	212.20	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0176

Tabla N° 94: Esfuerzo vs deformación LV-25 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 28 días					
Probeta N°	=	LV-25	Carga Última	=	37875.00
Diámetro (mm) ϕ	=	14.90	Tiempo	=	5'14"
Altura (cm) h	=	29.98	Altura (mm) h	=	299.80
Fecha:	19 / 06 / 2015				
Área de la probeta(cm2)	174.37				
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ϵ_u) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000		
1000.000	0.85	5.81	0.0028		
2000.000	1.20	11.63	0.0040		
3000.000	1.30	17.44	0.0043		
4000.000	1.40	23.25	0.0047		
5000.000	1.50	29.06	0.0050		
6000.000	1.60	34.88	0.0054		
7000.000	1.70	40.69	0.0057		
8000.000	1.80	46.50	0.0060		
9000.000	1.90	52.32	0.0064		
10000.000	2.00	58.13	0.0067		
11000.000	2.10	63.94	0.0070		
12000.000	2.20	69.75	0.0074		
13000.000	2.30	75.57	0.0077		
14000.000	2.40	81.38	0.0080		
15000.000	2.50	87.19	0.0084		
16000.000	2.60	93.00	0.0087		
17000.000	2.70	98.82	0.0090		
18000.000	2.80	104.63	0.0094		
19000.000	2.90	110.44	0.0097		
20000.000	3.00	116.26	0.0100		
21000.000	3.10	122.07	0.0104		
22000.000	3.20	127.88	0.0107		

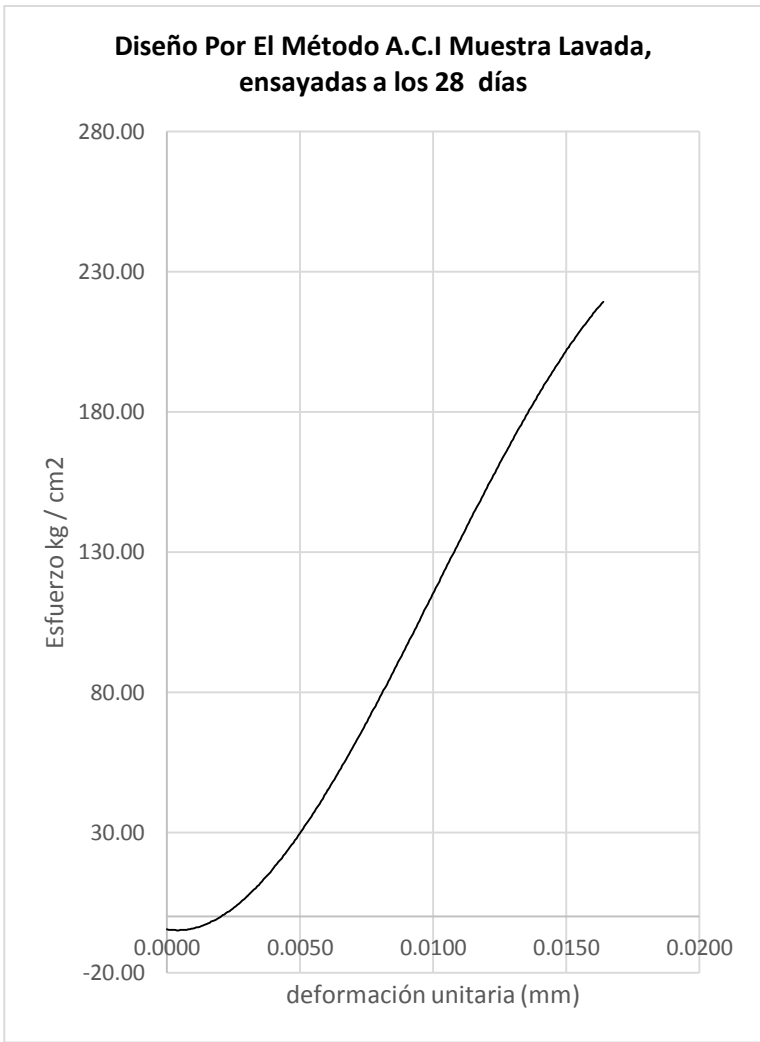


23000.000	3.30	133.69	0.0110
24000.000	3.40	139.51	0.0114
25000.000	3.50	145.32	0.0117
26000.000	3.60	151.13	0.0120
27000.000	3.70	156.95	0.0124
28000.000	3.80	162.76	0.0127
29000.000	3.90	168.57	0.0130
30000.000	4.00	174.38	0.0134
31000.000	4.10	180.20	0.0137
32000.000	4.20	186.01	0.0140
33000.000	4.30	191.82	0.0144
34000.000	4.40	197.64	0.0147
35000.000	4.50	203.45	0.0151
36000.000	4.60	209.26	0.0154
37000.000	4.70	215.07	0.0157
36000.000	4.95	209.26	0.0166
35000.000	4.95	203.45	0.0166

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm ²)=	217.21	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0162
σ Rot (Kg/Cm ²)=	203.45	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0166

Tabla N° 95: Esfuerzo vs deformación LV-26 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"						
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 28 días						
Probeta N°	=	LV-26	Carga Última	=	38712.00	Fecha: 19 / 06 /2015
Diámetro (mm) Ø	=	14.85	Tiempo	=	6'16"	Área de la probeta(cm ²)
Altura (cm) h	=	29.95	Altura (mm) h	=	299.50	173.20
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ε _u) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN		
0.000	0.00	0.00	0.0000			
1000.000	1.10	5.81	0.0037			
2000.000	1.20	11.63	0.0040			
3000.000	1.30	17.44	0.0043			
4000.000	1.40	23.25	0.0047			
5000.000	1.50	29.06	0.0050			
6000.000	1.60	34.88	0.0054			
7000.000	1.70	40.69	0.0057			
8000.000	1.80	46.50	0.0060			
9000.000	1.90	52.32	0.0064			
10000.000	2.00	58.13	0.0067			
11000.000	2.10	63.94	0.0070			
12000.000	2.20	69.75	0.0074			
13000.000	2.30	75.57	0.0077			
14000.000	2.40	81.38	0.0080			
15000.000	2.50	87.19	0.0084			
16000.000	2.60	93.00	0.0087			
17000.000	2.70	98.82	0.0090			
18000.000	2.80	104.63	0.0094			
19000.000	2.90	110.44	0.0097			
20000.000	3.00	116.26	0.0100			
21000.000	3.10	122.07	0.0104			
22000.000	3.20	127.88	0.0107			
23000.000	3.30	133.69	0.0110			
24000.000	3.40	139.51	0.0114			
25000.000	3.50	145.32	0.0117			
26000.000	3.60	151.13	0.0120			
27000.000	3.70	156.95	0.0124			
28000.000	3.80	162.76	0.0127			
29000.000	3.90	168.57	0.0130			
30000.000	4.00	174.38	0.0134			
31000.000	4.10	180.20	0.0137			
32000.000	4.20	186.01	0.0140			
33000.000	4.30	191.82	0.0144			
34000.000	4.40	197.64	0.0147			
35000.000	4.50	203.45	0.0151			
36000.000	4.60	209.26	0.0154			
37000.000	4.70	215.07	0.0157			
38000.000	4.80	220.89	0.0161			

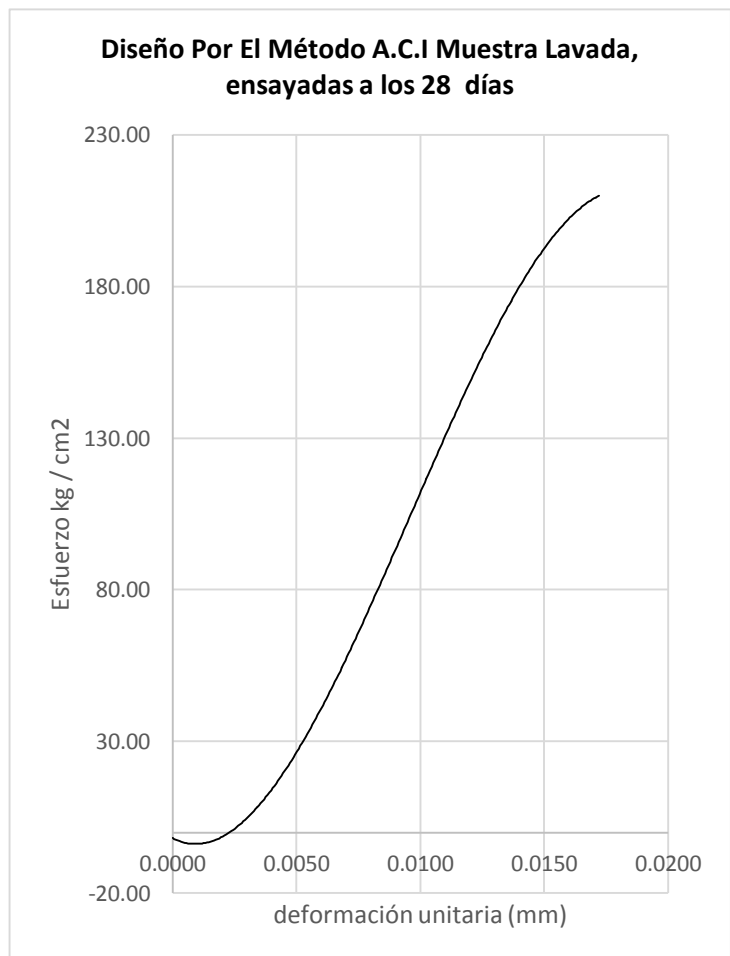
37000.000	4.90	215.07	0.0164
36000.000	4.90	209.26	0.0164
35000.000	4.90	203.45	0.0164

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	223.51	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0162
σ Rot (Kg/Cm2)=	203.45	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0164

Tabla N° 96: Esfuerzo vs deformación LV-27 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 28 días					
Probeta N°	=	LV-27	Carga Última	=	37895.00
Diámetro (mm) ϕ	=	14.90	Tiempo	=	5'54"
Altura (cm) h	=	30.10	Altura (mm) h	=	301.00
					Fecha: 19 / 06 /2015
					Área de la probeta(cm2)
					174.37
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ϵ_u) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000		
1000.000	1.10	5.74	0.0037		
2000.000	1.20	11.47	0.0040		
3000.000	1.35	17.21	0.0045		
4000.000	1.45	22.94	0.0048		
5000.000	1.55	28.68	0.0052		
6000.000	1.65	34.41	0.0055		
7000.000	1.75	40.15	0.0059		
8000.000	1.85	45.88	0.0062		
9000.000	1.95	51.62	0.0065		
10000.000	2.05	57.35	0.0069		
11000.000	2.15	63.09	0.0072		
12000.000	2.25	68.82	0.0075		
13000.000	2.35	74.56	0.0079		
14000.000	2.45	80.29	0.0082		
15000.000	2.55	86.03	0.0085		
16000.000	2.65	91.76	0.0089		
17000.000	2.75	97.50	0.0092		
18000.000	2.85	103.23	0.0095		
19000.000	2.95	108.97	0.0099		
20000.000	3.05	114.70	0.0102		
21000.000	3.15	120.44	0.0105		
22000.000	3.25	126.17	0.0109		
23000.000	3.35	131.91	0.0112		
24000.000	3.45	137.64	0.0115		
25000.000	3.55	143.38	0.0119		
26000.000	3.65	149.11	0.0122		
27000.000	3.75	154.85	0.0125		
28000.000	3.85	160.58	0.0129		
29000.000	3.95	166.32	0.0132		
30000.000	4.05	172.05	0.0135		

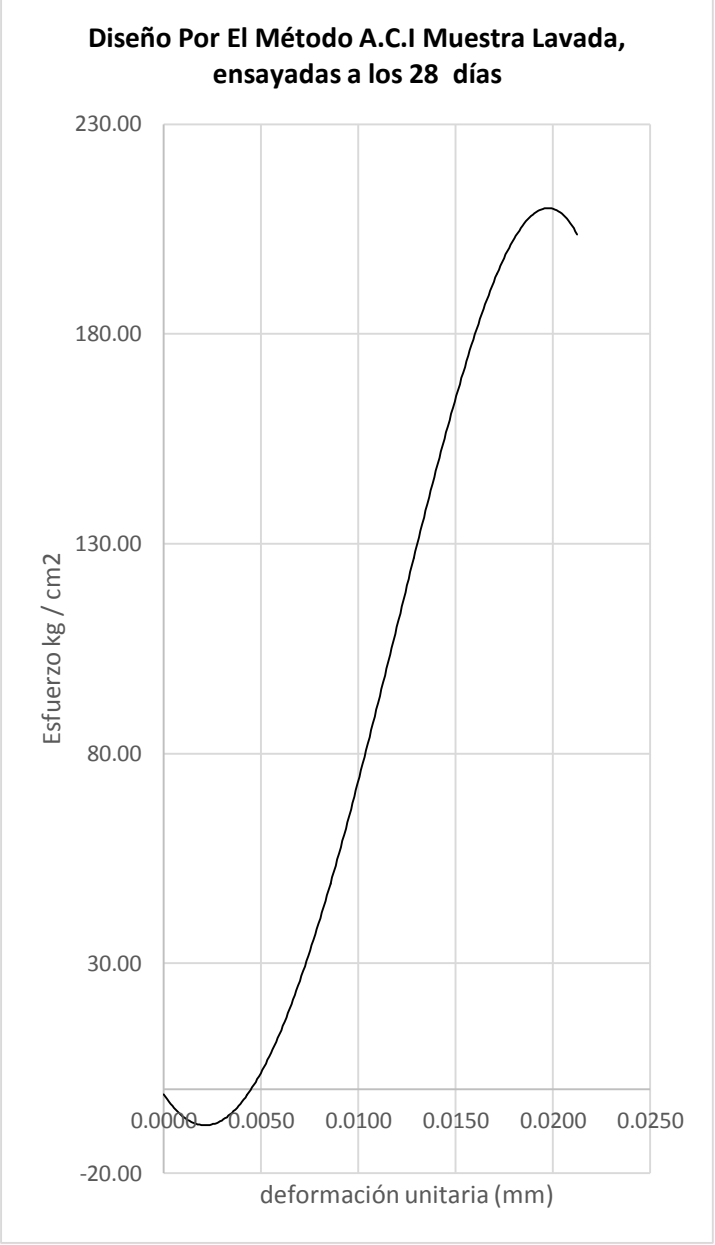


31000.000	4.15	177.79	0.0139
32000.000	4.25	183.52	0.0142
33000.000	4.35	189.26	0.0145
34000.000	4.45	194.99	0.0149
35000.000	4.55	200.73	0.0152
36000.000	4.75	206.46	0.0159
37000.000	4.95	212.20	0.0166
36000.000	5.05	206.46	0.0169
35000.000	5.15	200.73	0.0172

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	217.33	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0166
σ Rot (Kg/Cm2)=	200.73	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0172

Tabla N° 97: Esfuerzo vs deformación LV-28 ensayo compresión axial

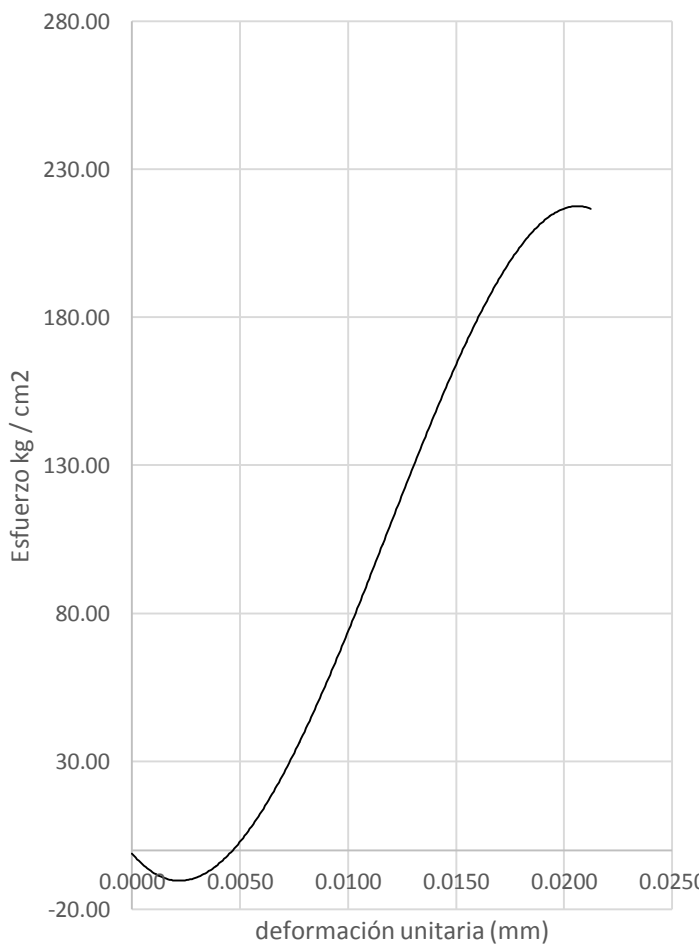
Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"						
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 28 días						
Probeta N°	=	LV-28	Carga Última	=	38749.00	Fecha: 19 / 06 /2015
Diámetro (mm) Ø	=	14.85	Tiempo	=	6'05"	Área de la probeta(cm2)
Altura (cm) h	=	29.80	Altura (mm) h	=	298.00	173.20
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(εu) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN		
0.000	0.00	0.00	0.0000			
1000.000	1.75	5.70	0.0059			
2000.000	1.85	11.39	0.0062			
3000.000	1.95	17.09	0.0065			
4000.000	2.05	22.79	0.0069			
5000.000	2.15	28.48	0.0072			
6000.000	2.25	34.18	0.0075			
7000.000	2.35	39.88	0.0079			
8000.000	2.45	45.57	0.0082			
9000.000	2.55	51.27	0.0085			
10000.000	2.65	56.97	0.0089			
11000.000	2.75	62.66	0.0092			
12000.000	2.85	68.36	0.0095			
13000.000	2.95	74.06	0.0099			
14000.000	3.05	79.75	0.0102			
15000.000	3.15	85.45	0.0105			
16000.000	3.25	91.15	0.0109			
17000.000	3.35	96.84	0.0112			
18000.000	3.45	102.54	0.0115			
19000.000	3.55	108.24	0.0119			
20000.000	3.65	113.93	0.0122			
21000.000	3.75	119.63	0.0125			
22000.000	3.85	125.33	0.0129			
23000.000	3.95	131.03	0.0132			
24000.000	4.05	136.72	0.0135			
25000.000	4.15	142.42	0.0139			
26000.000	4.25	148.12	0.0142			
27000.000	4.35	153.81	0.0145			
28000.000	4.45	159.51	0.0149			
29000.000	4.55	165.21	0.0152			
30000.000	4.65	170.90	0.0156			
31000.000	4.75	176.60	0.0159			
32000.000	4.85	182.30	0.0162			
33000.000	4.95	187.99	0.0166			
34000.000	5.05	193.69	0.0169			
35000.000	5.15	199.39	0.0172			
36000.000	5.35	205.08	0.0179			
37000.000	5.55	210.78	0.0186			
38000.000	5.75	216.48	0.0192			

37000.000	5.95	210.78	0.0199
36000.000	6.15	205.08	0.0206
35000.000	6.35	199.39	0.0212

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm ²)=	223.73	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0203
σ Rot (Kg/Cm ²)=	199.39	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0212

Tabla N° 98: Esfuerzo vs deformación LV-29 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 28 días					
Probeta N°	=	LV-29	Carga Última	=	39652.00
Diámetro (mm) Ø	=	14.90	Tiempo	=	6'32"
Altura (cm) h	=	29.80	Altura (mm) h	=	298.00
					Fecha: 19 / 06 /2015
					Área de la probeta(cm ²)
					174.37
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ϵ_u) (mm)	<p style="text-align: center;">CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN</p> <p style="text-align: center;">Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 28 días</p> 	
0.000	0.00	0.00	0.0000		
1000.000	1.75	5.70	0.0059		
2000.000	1.85	11.39	0.0062		
3000.000	1.95	17.09	0.0065		
4000.000	2.05	22.79	0.0069		
5000.000	2.15	28.48	0.0072		
6000.000	2.25	34.18	0.0075		
7000.000	2.35	39.88	0.0079		
8000.000	2.45	45.57	0.0082		
9000.000	2.55	51.27	0.0085		
10000.000	2.65	56.97	0.0089		
11000.000	2.75	62.66	0.0092		
12000.000	2.85	68.36	0.0095		
13000.000	2.95	74.06	0.0099		
14000.000	3.05	79.75	0.0102		
15000.000	3.15	85.45	0.0105		
16000.000	3.25	91.15	0.0109		
17000.000	3.35	96.84	0.0112		
18000.000	3.45	102.54	0.0115		
19000.000	3.55	108.24	0.0119		
20000.000	3.65	113.93	0.0122		
21000.000	3.75	119.63	0.0125		
22000.000	3.85	125.33	0.0129		
23000.000	3.95	131.03	0.0132		
24000.000	4.05	136.72	0.0135		
25000.000	4.15	142.42	0.0139		
26000.000	4.25	148.12	0.0142		
27000.000	4.35	153.81	0.0145		
28000.000	4.45	159.51	0.0149		
29000.000	4.55	165.21	0.0152		
30000.000	4.65	170.90	0.0156		

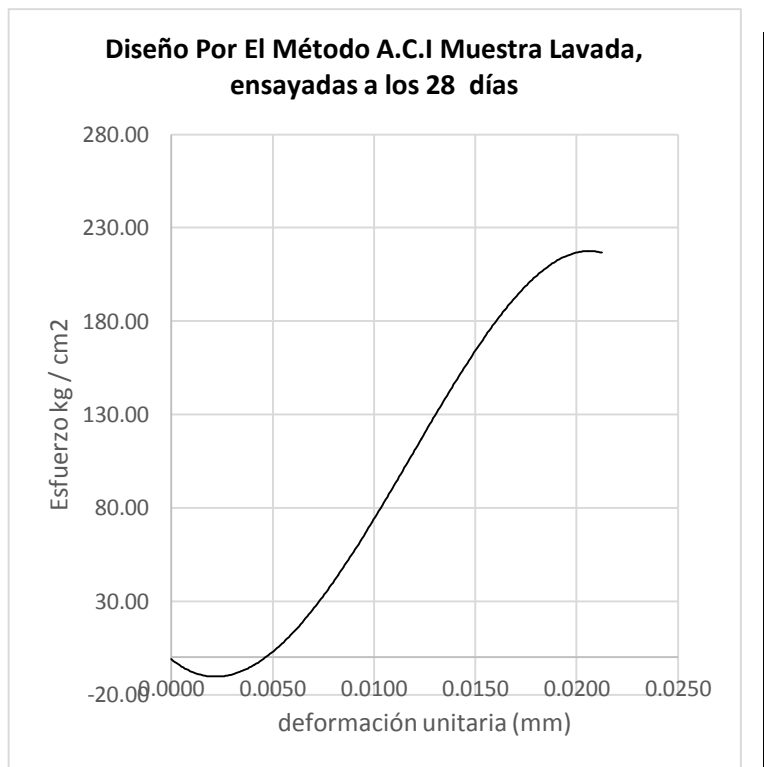
31000.000	4.75	176.60	0.0159
32000.000	4.85	182.30	0.0162
33000.000	4.95	187.99	0.0166
34000.000	5.05	193.69	0.0169
35000.000	5.15	199.39	0.0172
36000.000	5.35	205.08	0.0179
37000.000	5.55	210.78	0.0186
38000.000	5.75	216.48	0.0192
39000.000	5.95	222.17	0.0199
38000.000	6.15	216.48	0.0206
37000.000	6.35	210.78	0.0212

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	227.41	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0203
σ Rot (Kg/Cm2)=	210.78	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0212

Tabla N° 99: Esfuerzo vs deformación LV-30 ensayo compresión axial

Ensayo De Resistencia " Compresión axial De Muestras Cilíndricas"					
Diseño Por El Método A.C.I Muestra Lavada, ensayadas a los 28 días					
Probeta N°	=	LV-30	Carga Última	=	39663.00
Diámetro (mm) Ø	=	14.90	Tiempo	=	6'24"
Altura (cm) h	=	29.90	Altura (mm) h	=	299.00
					Fecha: 19 / 06 /2015
					Área de la probeta(cm2)
					174.37
Carga (Kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Deformación unitaria(ϵ_u) (mm)	CURVA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	
0.000	0.00	0.00	0.0000		
1000.000	1.75	5.70	0.0059		
2000.000	1.85	11.39	0.0062		
3000.000	1.95	17.09	0.0065		
4000.000	2.05	22.79	0.0069		
5000.000	2.15	28.48	0.0072		
6000.000	2.25	34.18	0.0075		
7000.000	2.35	39.88	0.0079		
8000.000	2.45	45.57	0.0082		
9000.000	2.55	51.27	0.0085		
10000.000	2.65	56.97	0.0089		
11000.000	2.75	62.66	0.0092		
12000.000	2.85	68.36	0.0095		
13000.000	2.95	74.06	0.0099		
14000.000	3.05	79.75	0.0102		
15000.000	3.15	85.45	0.0105		
16000.000	3.25	91.15	0.0109		
17000.000	3.35	96.84	0.0112		
18000.000	3.45	102.54	0.0115		
19000.000	3.55	108.24	0.0119		
20000.000	3.65	113.93	0.0122		
21000.000	3.75	119.63	0.0125		
22000.000	3.85	125.33	0.0129		



23000.000	3.95	131.03	0.0132
24000.000	4.05	136.72	0.0135
25000.000	4.15	142.42	0.0139
26000.000	4.25	148.12	0.0142
27000.000	4.35	153.81	0.0145
28000.000	4.45	159.51	0.0149
29000.000	4.55	165.21	0.0152
30000.000	4.65	170.90	0.0156
31000.000	4.75	176.60	0.0159
32000.000	4.85	182.30	0.0162
33000.000	4.95	187.99	0.0166
34000.000	5.05	193.69	0.0169
35000.000	5.15	199.39	0.0172
36000.000	5.35	205.08	0.0179
37000.000	5.55	210.78	0.0186
38000.000	5.75	216.48	0.0192
39000.000	5.95	222.17	0.0199
38000.000	6.15	216.48	0.0206
37000.000	6.35	210.78	0.0212

Elaboración Propia

σ Max (Kg/Cm2)=	227.47	$\xi(u)$ Max (mm)=	0.0202
σ Rot (Kg/Cm2)=	210.78	$\xi(u)$ Rot (mm)=	0.0212

Tabla N° 100: Resistencia a compresión axial a los 28 días con agregado de piedra caliza triturada sin lavar

Resistencia a compresión axial del concreto elaborado con agregado de piedra caliza triturada				
Probeta N°	Carga última Kg	Resist. Máxima Kg/cm2	f'c Kg/cm2 Requerida	% Resistencia Obtenida
P-15	32705.00	186.31	210.00	88.72%
P-16	33295.00	189.67	210.00	90.32%
P-17	32265.00	183.81	210.00	87.53%
P-18	31748.00	179.66	210.00	85.55%
P-19	31665.00	180.39	210.00	85.90%
P-20	32485.00	183.83	210.00	87.54%
P-21	32115.00	182.95	210.00	87.12%
P-22	31983.00	182.20	210.00	86.76%
P-23	33097.00	188.55	210.00	89.78%
P-24	29850.00	170.05	210.00	80.98%
P-25	33295.00	188.41	210.00	89.72%
P-26	30645.00	174.58	210.00	83.13%
P-27	32425.00	184.72	210.00	87.96%
P-28	30252.00	172.34	210.00	82.07%
P-29	29580.00	168.51	210.00	80.24%
P-30	31543.00	178.50	210.00	85.00%

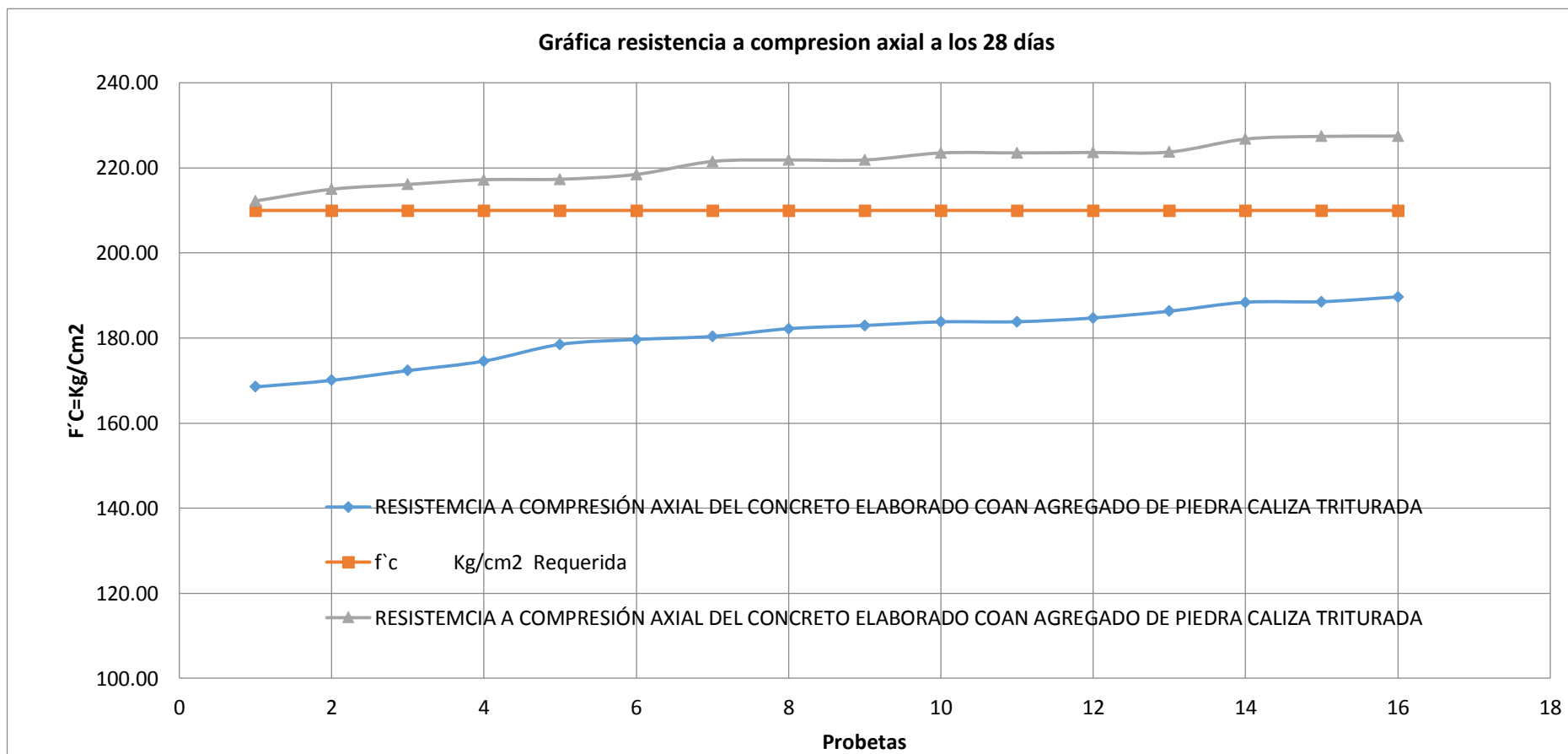
Elaboración Propia

Tabla N° 101: Resistencia a compresión axial a los 28 días con agregado de piedra caliza triturada lavada

Resistencia a compresión axial del concreto elaborado con agregado de piedra caliza triturada				
Probeta N°	Carga última Kg	Resist. Máxima Kg/cm ²	f c Kg/cm ² Requerida	% Resistencia Obtenida
LV-08	38685.00	221.86	210.00	105.65%
LV-16	38425.00	221.86	210.00	105.65%
LV-17	38093.00	218.46	210.00	104.03%
LV-18	36511.00	212.23	210.00	101.06%
LV-19	36984.00	214.98	210.00	102.37%
LV-20	37682.00	216.11	210.00	102.91%
LV-21	38884.00	221.51	210.00	105.48%
LV-22	39254.00	223.62	210.00	106.49%
LV-23	38975.00	223.52	210.00	106.44%
LV-24	39542.00	226.78	210.00	107.99%
LV-25	37875.00	217.21	210.00	103.44%
LV-26	38712.00	223.51	210.00	106.43%
LV-27	37895.00	217.33	210.00	103.49%
LV-28	38749.00	223.73	210.00	106.54%
LV-29	39652.00	227.41	210.00	108.29%
LV-30	39663.00	227.47	210.00	108.32%

Elaboración Propia

Gráfico N° 03: Resistencia a compresión axial a los 28 días con agregado de piedra caliza triturada



Elaboración Propia

Tabla N° 102: Temperatura de la mezcla de concreto laboratorio UPN

Temperatura de la mezcla de concreto en laboratorio UPN							
MUESTRAS AGREGADO SIN LAVAR				MUESTRAS AGREGADO LAVADO			
PROBETA	FECHA DE ELABORACION	TANDA	TEMPERATURA LABORATORIO °C	PROBETA	FECHA DE ELABORACION	TANDA	TEMPERATURA LABORATORIO °C
P1	04/05/2015	1	19.8	LV-01	14/05/2015	1	19.8
P2	04/05/2015			LV-02	14/05/2015		
P3	04/05/2015			LV-03	14/05/2015		
P4	14/05/2015	1	19.7	LV-04	14/05/2015	2	19.5
P5	14/05/2015			LV-05	14/05/2015		
P6	14/05/2015			LV-06	14/05/2015		
P7	14/05/2015	2	18.7	LV-07	14/05/2015	3	18.7
P8	14/05/2015			LV-08	14/05/2015		
P9	14/05/2015			LV-09	14/05/2015		
P10	04/05/2015	1	19.8	LV-10	14/05/2015		
P11	05/05/2015	1	17.6	LV-11	15/05/2015	1	17.9
P12	05/05/2015			LV-12	15/05/2015		
P13	05/05/2015			LV-13	15/05/2015		
P14	14/05/2015	3	19.4	LV-14	15/05/2015	2	18.5
P15	14/05/2015			LV-15	15/05/2015		
P16	14/05/2015			LV-16	21/08/2015		
P17	14/05/2015	4	18.9	LV-17	21/08/2015	1	17.9
P18	14/05/2015			LV-18	21/08/2015		
P19	14/05/2015			LV-19	21/08/2015		
P20	14/05/2015	5	18.8	LV-20	21/08/2015	2	18.9
P21	14/05/2015			LV-21	21/08/2015		
P22	14/05/2015			LV-22	21/08/2015		
P23	14/05/2015			LV-23	21/08/2015	3	18.7
P24	15/05/2015	1	19.7	LV-24	22/08/2015		17.9
P25	15/05/2015			LV-25	22/08/2015		
P26	15/05/2015			LV-26	22/08/2015		
P27	15/05/2015	2	18.5	LV-27	22/08/2015	1	19.8
P28	15/05/2015			LV-28	22/08/2015		
P29	15/05/2015			LV-29	22/08/2015		
P30	15/05/2015			LV-30	22/08/2015		

Elaboración Propia

Fotografías

Fotografía N° 01: Visita a cantera de roca caliza Otuzco Mirador el 08 / 04 / 2015



Fotografía N° 02: Muestreo de agregados de roca caliza de un tamaño máximo de 3.5", de la cantera Otuzco Mirador



Fotografía N° 03: Muestreo de agregados de roca caliza de una granulometría de 3.5"



Fotografía N° 04: Chancado del agregado de roca caliza hasta convertirlo en una granulometría de 3/4"



Fotografía N° 05: Chancado del agregado de roca caliza hasta convertirlo en una granulometría de $\frac{3}{4}$ "



Fotografía N° 06: Una vez que se terminó de triturar el agregado, se muestreo del montón que se tenía y se transportó al laboratorio para determinar sus propiedades del agregado



Fotografía N° 07: Se pesó una muestra de 8 kg de roca caliza para determinar la curva granulométrica



Fotografía N° 08: Se tamizo para determinar los porcentajes que se retenía en las mallas y así determinar el tamaño máximo y tamaño máximo nominal del agregado



Fotografía N° 09: Obteniendo el contenido de humedad del agregado en el horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$



Fotografía N° 10: Peso de las muestras para obtener el contenido de humedad del agregado



Fotografía N° 11: Obtención del peso volumétrico suelto del agregado, y también el peso volumétrico compactado, se llenó en tres capas y se compactó con 25 golpes por capa y se pesó.



Fotografía N° 12: lavado de los agregados



Fotografía N° 13: agregado lavado, claramente se observa el agua turbia con presencia de material fino



Fotografía N° 14: Se pesó los agregados y la cantidad de cemento y luego se mezcló, una vez mezclado los agregados con el cemento se agregó el agua la cantidad que se necesitaba para una mezcla plástica



Fotografía N° 15: Se midió el eslump en el cono de Abramms, dando la consistencia que se diseñó



Fotografía N° 16: Consistencia de 3 a 4"



Fotografía N° 17: determinación del eslump



Fotografía N° 18: Se pasó a determinar el peso volumétrico del concreto se llenó en tres capas y se compactó con 25 golpes cada capa



Fotografía N° 19: Se determinó la temperatura del concreto en laboratorio UPN



Fotografía N° 20: Finalmente se llenó en los moldes y se compactó en tres capas cada uno de los moldes, para desencofrar después de 24 horas y ponerlas a curar dichas muestras



Fotografía N° 21: dimensión del diámetro de la probeta



Fotografía N° 22: dimensión de la altura de la probeta para determinar la deformación unitaria



Fotografía N° 23: Ensayo de resistencia a compresión axial de muestras cilíndricas falla de la probeta por aplastamiento



Fotografía N° 24: Analizando el tipo de falla, debido a las cargas que actuaron en la probeta falla tipo cono



Fotografía N° 25: Se observa que la probeta falló por la poca adherencia de la pasta



Fotografía N° 26: falla de forma longitudinal probeta con agregado lavado falla tipo columnar cumpliendo con la NTP 339.034.



Fotografía N° 27: probeta con agregado lavado resistencia máxima alcanzada 39663.00 kg

