

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL



**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL
CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f'c=$
210 kg/cm² y $f'c=$ 280 kg/cm² CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS
TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

DIEGO ALONSO RUIZ SANCHEZ

ASESOR

CARLOS RAFAEL TAFUR JIMÉNEZ

<https://orcid.org/0000-0003-0119-8234>

Chiclayo,2021

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL
CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f'_c=$
210 kg/cm² y $f'_c=$ 280 kg/cm² CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS
TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020**

PRESENTADA POR:

DIEGO ALONSO RUIZ SANCHEZ

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR:

José Alberto Acero Martínez

PRESIDENTE

Segundo Guillermo Carranza Cieza

SECRETARIO

Carlos Rafael Tafur Jiménez

VOCAL

Dedicatoria

Con amor y gratitud:

A Dios por darme la fuerza para
nunca rendirme, por guiarme
e indicarme el camino del bien.

A mi padre Jorge Antonio,
A mi madre Eda Yolanda,
A mis hermanos Jorge Gabriel y
Yoedith de Fátima.
Ellos que, con su sabiduría,
paciencia y sobre todo amor permitieron
mi superación profesional y personal.

A todos los docentes de la
Universidad Católica Santo Toribio
de Mogrovejo,
por impartir sus conocimientos en
mi persona y gracias a ello
aportaron a mi formación
profesional y personal.

A mis compañeros de estudio y
amigos,
por su amistad y tiempo compartido
durante el transcurso de mi carrera
permitiendo crear lazos que
perdurarán en el tiempo.

Agradecimientos

A Dios Todopoderosos, por guiarme en el camino profesional que me he trazado.

A mis padres por su apoyo incondicional durante el transcurso de mi carrera profesional.

A la distinguida plana docente de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, por su calidad profesional y calidez humana que contribuyeron en mi formación personal y profesional.

A todas las personas que directamente o indirectamente contribuyeron a la culminación de la presente investigación.

Índice

Resumen	10
Abstract	11
I. Introducción	12
II. Marco teórico	15
2.1. Antecedentes de estudio	15
2.1.1. Antecedentes internacionales	15
2.1.2. Antecedentes nacionales	17
2.2. Bases teórico-científicas	19
2.2.1. Concreto	19
2.2.1.1 Cemento	19
2.2.1.2 Agregados	19
2.2.1.3 Agua	20
2.2.2. Propiedades de los materiales	20
2.2.2.1. Propiedades físicas y mecánicas de los agregados	20
2.2.2.1.1. Peso específico	20
2.2.2.1.2. Peso unitario	20
2.2.2.1.3. Absorción	21
2.2.2.1.4. Porosidad	21
2.2.2.1.5. Humedad	21
2.2.2.2. Propiedades resistentes de los agregados	21
2.2.2.2.1. Resistencia	21
2.2.2.2.2. Tenacidad	22
2.2.2.3. Módulo de elasticidad de los agregados	22
2.2.3. Módulo de elasticidad del concreto	22
2.2.4. Factores que influyen en el módulo de elasticidad del concreto simple	24
2.2.5. Ensayos de laboratorio	26
2.2.5.1 Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso-n.t.p. 400.012.	26
2.2.5.2 Gravedad específica y absorción del agregado fino- n.t.p. 400.022. ..	29
2.2.5.3. Gravedad específica y absorción del agregado grueso- n.t.p. 400.021. 29	
2.2.5.4. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado-n.t.p. 339.185.	31

2.2.5.5. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado-n.t.p. 400.017.....	31
2.2.6. Contenido de aire-método de presión (n.t.p. 339.080).....	32
2.2.7. Diseño de mezclas por el método del comité aci-211.	33
2.2.8. Determinación del asentamiento del concreto-n.t.p. 339.035.....	35
2.2.9. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas-n.t.p. 339.034.....	35
2.2.10. Módulo de elasticidad y razón de poisson en cilindros de concreto (astm c-469)	36
III. Materiales y metodos.....	37
3.1. Tipo y nivel de investigación	37
3.2. Diseño de la investigación.....	37
3.3. Población y muestra	37
3.4. Formulación de la hipótesis.....	38
3.4.1. Hipótesis nula	38
3.4.2. Hipótesis alternativa.....	38
3.5. Identificación de variables	38
3.5.1. Variable independiente.....	38
3.5.2. Variable dependiente.....	38
3.6. Operacionalización de las variables.....	39
3.7. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	40
3.7.1. Elección de las canteras.....	40
3.7.2. Criterios para el desarrollo del proyecto	41
3.7.3. Técnicas e instrumentos	41
3.8. Procedimiento de recolección de datos	41
3.9. Matriz de consistencia	43
3.10. Consideraciones éticas.....	44
IV. Resultados.....	45
4.1. Propiedades de los agregados.....	45
4.1.1. Selección de los agregados procedentes de las canteras tres tomas y la victoria.....	45
4.1.2. Estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados	45
4.2. Diseño de mezclas por el método aci-211.....	52
4.3. Ensayo de resistencia a la compresión de concreto simple	59
4.4. Determinación del módulo de elasticidad del concreto y razón de poisson	

V. Discusión de resultados	76
5.1. Análisis de las propiedades de los agregados.....	76
5.2. Análisis de la resistencia a la compresión del concreto	77
5.2.1. Análisis de la resistencia a la compresión del concreto según la norma e-060	79
5.2.2. Análisis de la resistencia a la compresión del concreto según jiménez, garcía y morán.....	82
5.2.3. Análisis de la resistencia a la compresión del concreto según padilla	86
5.2.4. Análisis de la resistencia a la compresión del concreto según salinger	89
5.3. Análisis del módulo de elasticidad experimental.....	93
5.4. Prueba de la hipótesis nula para la prueba de hipótesis específica	103
VI. Conclusiones	107
VII. Recomendaciones.....	109
VIII. Referencias bibliográficas.....	110
IX. Anexos.....	113
9.1. Certificado de calibración de prensa	113
9.2. Ensayos de agregados.....	116
9.2.1. Ensayo granulométrico del agregado fino	116
9.2.2. Ensayo granulométrico del agregado grueso.....	117
9.2.3. Ensayo peso unitario y porcentaje de humedad del agregado fino...	118
9.2.4. Ensayo peso unitario y porcentaje de humedad del agregado grueso	119
9.2.5. Ensayo peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino	120
9.2.6. Ensayo peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso	121
9.3. Peso unitario del concreto fresco	122
9.4. Diseño de mezclas	128
9.4.1. Diseño de mezclas $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$	128
9.4.2. Diseño de mezclas $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$	130
9.5. Ensayo de resistencia a la compresión de probetas de concreto simple	132
9.6. Ensayo de determinación del módulo de elasticidad del concreto simple	139
9.7. Cronograma de actividades en laboratorio	143

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representación gráfica de la relación esfuerzo vs. deformación para el concreto simple. [29].....	23
Figura 2: Degradación de la pendiente esfuerzo-deformación ante cargas repetidas con esfuerzos mayores al $0.7f_c$. [1]	23
Figura 3: Relación esfuerzo-deformación para el concreto y sus componentes [30]	24
Figura 4: Efecto de la resistencia. [32]	25
Figura 5: Gráfica de mallas normalizadas del agregado fino según ASTM-C33 [23]	28
Figura 6: Ubicación de la cantera Tres Tomas	40
Figura 7: Ubicación cantera la victoria	41
Figura 8: Cuarteo in situ del agregado grueso.....	45
Figura 9: Análisis granulométrico agregado fino	46
Figura 10: Ensayo del análisis granulométrico del agregado fino en laboratorio	47
Figura 11: Ensayo de gravedad específica y absorción del agregado fino en laboratorio	48
Figura 12: Ensayo del porcentaje de humedad del agregado fino en laboratorio.....	48
Figura 13: Análisis granulométrico- agregado grueso.....	50
Figura 14: Análisis granulométrico en laboratorio-agregado grueso	50
Figura 15: Colocación del agregado grueso en el horno para secado.....	51
Figura 16: Ensayo de peso unitario del agregado grueso en laboratorio	52
Figura 17: Curado de testigos de concreto	59
Figura 18: Prensa hidráulica ensayando testigos de concreto	60
Figura 19: Curva Edad vs. F'_c del concreto simple.....	64
Figura 20: Verificación del Slump en el concreto (210 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2)	65
Figura 21: Verificación del Peso unitario del concreto fresco	66
Figura 22: Colocación de marca a testigos de concreto.....	66
Figura 23: Ensayo de módulo de elasticidad en probetas de concreto simple	70
Figura 24: Ecuación del estadístico de prueba de hipótesis de medias [34]	104

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Reajustes para las fórmulas del ACI 318-11 Y RNE E-060 para la ciudad de Chimbote. [19].....	18
Tabla 2: Valores de Módulo de Elasticidad de agregados [27]	22
Tabla 3: Factores que afectan el E_c [30].....	25
Tabla 4: Límites de granulometría del agregado fino según ASTM-C33 [23]	28
Tabla 5: Gráfica de mallas normalizadas del agregado grueso ASTM-C33 [22]	28
Tabla 6: Peso mínimo de muestras de ensayo [26].....	30
Tabla 7: Contenido de aire atrapado [22].....	32
Tabla 8: Resistencia a la compresión promedio [22].....	33
Tabla 9: Asentamientos máximos y mínimos [22]	33
Tabla 10: Volumen unitario de agua por m^3 de concreto [22]	34
Tabla 11: Relación a/c de diseño en peso [22]	34
Tabla 12: Edad de ensayo V.S. tolerancia permisible [26]	35
Tabla 13: Resultados del análisis granulométrico-agregado fino.....	46
Tabla 14: Resultados del peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino	47
Tabla 15: Resultados del porcentaje de humedad del agregado fino.....	48
Tabla 16: Resultados del peso unitario suelto seco y húmedo del agregado fino	49
Tabla 17: Resultados del peso unitario compactado seco y húmedo del agregado fino	49
Tabla 18: Resultado del análisis granulométrico-agregado grueso	50
Tabla 19: Resultados de la gravedad específica y absorción del agregado grueso	51
Tabla 20: Resultados del porcentaje de humedad del agregado grueso.....	51
Tabla 21: Resultados del peso unitario suelto seco y húmedo del agregado grueso	52
Tabla 22: Resultados del peso unitario compactado seco y húmedo del agregado grueso..	52
Tabla 23: Propiedades del agregado fino	53
Tabla 24: Propiedades del agregado grueso	53
Tabla 25: Ensayo de resistencia a la compresión simple $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.	63
Tabla 26: Ensayo de resistencia a la compresión simple $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ a los 7,14,21 y 28 días.....	63
Tabla 27: Cantidad de material para $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$	64
Tabla 28: Cantidad de material para $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$	65
Tabla 29: Cantidad total de material en la investigación(5% desperdicio).....	65
Tabla 30: Volumen vaciado de concreto.....	65
Tabla 31: Valores del de peso unitario del concreto fresco	69
Tabla 32: Parámetros estadísticos del PUCF	70
Tabla 35: Razón de Poisson del concreto en la región Lambayeque.....	75
Tabla 33: Resistencias máximas medias a la compresión- $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	93
Tabla 34 :Resistencias máximas medias a la compresión- $f'_c=280 \text{ Kg/cm}^2$	93

Resumen

La presente investigación fue planteada con el propósito de determinar el valor del módulo de elasticidad del concreto simple (E_c) en la región Lambayeque en base a los agregados de las canteras “Tres Tomas” y “Pátapo-La Victoria”, ya que, estas son las canteras más representativas a nivel regional. De esta manera, se pretende aportar nueva información para futuras investigaciones, teniendo en cuenta que en el medio regional no se encuentra fuentes de información respecto al tema. Se propone la determinación del E_c mediante ensayos a probetas cilíndricas de concreto con $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y 280 kg/cm^2 ; la razón es que, las dosificaciones mencionadas son las más empleadas para estructuras comunes, tales como: viviendas unifamiliares, viviendas multifamiliares, centros de servicio, etc. En primer lugar, se realizaron los ensayos necesarios para la elaboración del diseño de mezclas en base al Comité ACI-211, encontrándose: granulometría, humedad, peso específico, absorción; se tuvieron que realizar 240 probetas, de las cuales 120 fueron ensayadas a la resistencia a la compresión y las restantes empleadas para la determinación del E_c . En base a los resultados obtenidos se encontró variaciones entre el E_c propiciado por la norma E-060, del Reglamento Nacional de Edificaciones y el obtenido en laboratorio, las diferencias fueron de 6.92% y 5.44% para $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$, respectivamente.

Palabras clave: Módulo de Elasticidad del concreto simple, diseño de mezclas, agregados, resistencia a la compresión.

Abstract

The present research was proposed with the purpose of determining the value of the modulus of elasticity of simple concrete (E_c) in the Lambayeque region based on the aggregates of the “Tres Tomas” and “Pátapo-La Victoria” quarries, since these are the most representative quarries at the regional. In this way, it is intended to provide new information for future research, taking into account that in the regional environment there are no sources of information on the subject. The determination of E_c is proposed through tests on cylindrical concrete specimens with $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ and 280 kg/cm^2 ; the reason is that the mentioned dosages are the most used for common structures, such as: single-family homes, multi-family homes, service centers, etc. First, the necessary tests were carried out for the elaboration of the design of mixtures based on the ACI-211 Committee, which were: granulometry, humidity, specific weight, absorption; 240 specimens had to be made, of which 120 were tested for compressive strength and the rest were used to determine the E_c . Based on the results obtained, variations were found between the E_c provided by the E-060 standard, of the National Building Regulations and that obtained in the laboratory, the differences were 6.92% and 5.44% for $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ and $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$, respectively.

Keywords: Elastic modulus of concrete simple, mix design, aggregates, compressive strength.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el concreto es uno de los materiales más empleados para la construcción, la razón es su fácil acceso económico y su gran ductilidad ante eventos sísmicos. Es un material heterogéneo, como se indica en [1], compuesto por 4 elementos indispensables: cemento, agregados, agua y aire; si uno de ellos presenta una variación, influirá en el parámetro del E_c , se puede afirmar que E_c inicial depende de la calidad de los agregados.

Una de las principales propiedades de este material, que se utiliza en los diseños estructurales, es el E_c , el cual se obtiene mediante el cálculo matemático de la relación en esfuerzo axial y deformación unitaria del concreto simple, es por ello, que para el diseño estructural se debe emplear un valor obtenido con materiales característicos de la zona donde se realizará el diseño estructural, ya que este parámetro permitirá conocer las deformaciones que se originan en la estructura como consecuencia de las fuerzas externas que actúan sobre ella.

Estudios realizados en Colombia y Estados Unidos, han demostrado resultados distintos del E_c a los propuestos previamente en sus respectivos reglamentos. A diferencia del Perú, países que presentan avances científicos considerables respecto al módulo de elasticidad del concreto simple (E_c). Se menciona como ejemplo estudios realizados en la universidad de Minnesota, en el que se da a conocer que los valores propiciados por las ecuaciones del ACI 318 [2] de los años 1989 y 2004 presentaron valores sobreestimados del E_c respecto a los obtenidos en campo; asimismo se realizaron estudios por medio de la Universidad de Texas en Austin, manipulando las mismas ecuaciones (ACI 318-89 y ACI-318-04) [2], que demostraron que estas subestimaban la gran mayoría de los módulos de elasticidad que se midieron experimentalmente [3]. De la misma manera se realizaron pruebas en la ciudad de Bogotá, las cuales presentaban como finalidad la variación del parámetro E_c obtenido en laboratorio con los estipulados en las ecuaciones del código colombiano NSR-98, basadas en el ACI, concluyendo que estas sobreestiman el valor de los concretos de la capital colombiana. [4] - De acuerdo a estos antecedentes, se considera necesario realizar un estudio del E_c con agregados de las canteras de Lambayeque, principalmente las canteras de mayor renombre en la zona.

Los objetivos de la presente investigación son determinar el parámetro E_c con agregados de las canteras Tres Tomas y Pátapo, identificar las propiedades de los agregados de las canteras

mencionadas, ejecutar el diseño de mezclas para obtener las dosificaciones de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y adquirir el parámetro “K” de variación del parámetro obtenido por ensayos con el valor estipulado en la norma E-060.

En el Perú, país donde no se tienen estudios propios del E_c , se emplea la fórmula americana, la cual podría darnos valores erróneos respecto a este parámetro. El Reglamento Nacional de Edificaciones -2019 [5], en su norma E-060, cuya última actualización se realizó en el año 2009, da a conocer en el capítulo 8, una fórmula para determinar el módulo de elasticidad, que tiene un valor de $E_c = 15000 \sqrt{f'_c}$, el parámetro se encuentra en función de la resistencia a compresión del concreto (f'_c), que sólo puede ser usada para el análisis lineal de estructuras; cabe resaltar que este estudio fue realizado por American Concrete Institute [2] con agregados del territorio estadounidense y de acuerdo a la afirmación de [6]: “la forma, textura, densidad, y porosidad de los agregados, que son propiedades específicas de los materiales, representan un efecto significativo en la calidad del concreto” dando a conocer que si cambian los elementos del concreto variaría su calidad.

El presente estudio se realizó en la ciudad de Chiclayo; se emplearon agregados de la zona, provenientes de las canteras más utilizadas, debido a que estos al transcurrir de los años presentan un mejor comportamiento para la elaboración del concreto: el agregado fino fue de la cantera La Victoria (Pátapo) y el agregado grueso de la cantera de Tres Tomas (Pisci-Ferreñafe). Estos agregados fueron sometidos a los estudios correspondientes para fijar sus propiedades físicas, y posteriormente se realizó el diseño de mezclas mediante la técnica del comité 211 del ACI para obtener los $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$, los cuales son los f'_c mayormente empleados para edificaciones comunes e importantes, para que de esta manera se pueda obtener el valor del E_c en la región Lambayeque.

La ingeniería presenta tres puntos fundamentales: seguridad, economía y eficiencia; estos se refieren respectivamente a brindar un bienestar a la población que habitará una determinada estructura, realizar el diseño más económico, siempre manteniendo una relación con la seguridad, para el desarrollo de una determinada estructura, tanto en el diseño estructural como el proceso constructivo, y finalmente poder realizar el proceso constructivo de la manera más rápida y eficaz.

El estudio se enfocó en el primer punto puesto que con el conocimiento del E_c , se podrá garantizar la idoneidad del diseño estructural con un mayor factor de seguridad ante algún fenómeno externo, garantizando el tiempo de evacuación necesario para el desalojo de los habitantes de una estructura. Si existe un exceso de deformación en una estructura, esta será más propensa al colapso en un sismo eventual, originando, posiblemente, mayores pérdidas humanas de las previsibles, de ser así, los ingenieros fallarían respecto al criterio ya mencionado.

En el medio regional no se ha encontrado literatura que respalde un parámetro preciso para el valor del E_c en la zona, lo cual origina una problemática a resolver por el investigador, este es el vacío de conocimiento en base al valor del E_c con agregados de la zona, este problema se respalda con la afirmación de Pineda, él menciona “que para el diseño y modelamiento edificaciones o construcciones, se necesita saber con exactitud dicho módulo, entonces no debe bastar tener valores aproximados que proporcionan las formulas nacionales e internacionales” [7]; además se observa en los antecedentes obtenidos respecto al tema una carencia de información a la más actualizada, es decir en los últimos 5 años, es muy escaza; al obtener esta respuesta, de acuerdo a Hernández Sampieri [8] , se estará dando una justificación de valor teórica.

Al plantearse el presente proyecto se facilitaría el inicio a futuras investigaciones respecto al valor E_c , con agregados de la zona. Esta base científica ayudara a la comunidad científica de la región Lambayeque, de la misma manera a los ingenieros civiles dedicados al diseño estructural, proyectistas principalmente, que laboren en Chiclayo; debido a que, al conocer el valor del E_c , se podrá realizar un diseño estructural más real, eficiente y seguro, objetivo principal del diseño sismo-resistente, por ende, en base a lo mencionado por Sampieri [8], se puede afirmar que es una justificación de relevancia social.

Los objetivos que se plantean en la siguiente investigación son el general y los específicos, el primero sería el siguiente:

- Determinar el Módulo de Elasticidad del Concreto Simple; $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$, con agregados de las canteras de Tres Tomas –Pícsi, Ferreñafe y La Victoria-Pátapo

Además, los objetivos específicos para la presente investigación son:

- Examinar las propiedades de los agregados de las canteras Tres Tomas y La Victoria

- Evaluar el diseño de mezclas para la dosificación más próxima a emplear en el diseño de concretos simples con $f'_{c1} = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_{c2} = 280 \text{ kg/cm}^2$ con agregados de la zona.
- Estimar el parámetro “k”, el cual es la variación del E_c obtenido en laboratorio con el E_c de la Norma E-060 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Dos Santos, A.; María de Arruda, A. y otros, en su artículo científico “Influence of coarse aggregate on concrete’s elasticity modulus”, elaborado en la ciudad de Maringá, Brasil; concluyen que el módulo de elasticidad obtenido mediante los ensayos correspondientes, presenta una gran variación respecto a su norma brasileña, resaltando la diferencia mineralógica que presentan sus agregados respecto a otras zonas, dando hincapié que este factor sea una de las principales razones del bajo E_c que presenta su investigación [9].

Caitlin, T.; Perry, M.; Ferraro, C. y Hamilton, T. en su investigación: “Aggregate Correction Factors for Concrete Elastic Modulus Prediction”, elaborado en Florida, Estados Unidos; sostienen que de acuerdo a la seleccionaron de cinco tipos de áridos gruesos: tres áridos limerock de Florida, un agregado calero de Calera y un agregado de granito de Georgia da a conocer los siguiente puntos: la corrección del factor agregado de 1.0 a 0.9 para el limerock Florida, respecto al manual FDOT Structures Design Guidelines para reflejar los hallazgos de esta investigación; la incorporación de la oolita Miami como agregado grueso en cemento portland resultó en la mayor resistencia a la compresión y la mejor correlación entre la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad para los agregados producidos en Florida; la porosidad y rugosidad superficial del limerock Florida produjeron una unión significativamente mejor entre agregados y pasta, demostrada por superficies de fractura transgranular en su mayoría; el agregado con mayor resistencia suele tener superficies más lisas, lo que resulta en una menor resistencia de unión entre agregados y pasta y resultó en superficies de fractura inter-granulares para hormigón con granito y agregado calero de Calera y Las predicciones del módulo elástico basadas en la ecuación AASHTO LRFD dieron la mejor estimación para concreto que incorporó limerock Florida como agregado grueso,

mientras que las ecuaciones AASHTO, FHWA y NCHRP dieron predicciones similares para el concreto que contiene granito y agregado Calera [10].

Jiménez, I. y Valladares A. en su tesis denominada: “Determinación de la ecuación del módulo de elasticidad representativo para la provincia de Pichincha, en muestras de cilindros de hormigón con materiales de la mina de San Antonio de Pichincha”, elaborado en la provincia de Pichincha, departamento de Quito, Ecuador; concluyen que “la ecuación propuesta por esta investigación representa al 54.3 % de la propuesta por el código ACI 318, siendo este factor 15100, el cual no se cumple dentro de la zona de estudio (San Antonio de Pichincha)” [11].

Yealemnegus, F. en su tesis denominada: “Investigation on the static modulus of elasticity of concrete in compression made using locally available coarse aggregates”, elaborada en Addis Ababa, Ethiopia; da a conocer en su investigación que los E_c presentan variaciones respecto a los estipulados por el euro código, debido a los diferentes agregados que emplearon, los cuales fueron: escoria, piedra caliza y agregado basáltico; materiales propios de la zona, estas variaciones serían de 0.68, 1.18 y 1.25 respectivamente [12].

Torrado, L. y Porras, N, en sus tesis denominada: “Determinación de las ecuaciones del módulo de elasticidad estático y dinámico del concreto producido en Bucaramanga y su área metropolitana”, elaborada en Bucaramanga, departamento de Santander, Colombia; concluyen que sus valores obtenidos mediante sus ensayos en sus diferentes muestras dan como resultado una variación del 51% respecto al E_c de la fórmula dada por su reglamento colombiano NSR-98, la cual es $12500 \cdot \sqrt{f'_c}$ (kg/cm²), resaltando que emplear este valor es riesgoso y poco conservador [13].

Serrano, María y Pérez, Diego, en su artículo científico denominado: “Análisis de sensibilidad para estimar el módulo de elasticidad estático del concreto”, elaborada en Bucaramanga, departamento Santander, Colombia; afirman que en base a sus resultados obtenidos, el módulo de elasticidad del concreto en la ciudad de Bucaramanga presenta una variación del 50% por debajo respecto a su norma NSR-98, una variación sobre estimada del 24% respecto a la fórmula del ACI 318-89 y valores sobreestimados del 46.20% respecto al CEC [14].

Takafumi, N.; Fuminori, T.; Kamran, M.; Bernardino, M., en artículo científico llamado: “A Practical Equation for Elastic Modulus of Concrete”, elaborado en Estados Unidos; recalcan que no sólo debe tenerse en cuenta el esfuerzo máximo a compresión

del concreto o el valor de su peso unitario, ya que, después de realizar sus ensayos en especímenes con el mismo peso unitario y mismo f'_c estos, mostraron valores diferentes; la razón fue que ellos proponen que se debe hacer estudio de la litología de los agregados ya que algunos pueden presentar adiciones de otros pequeños minerales que aportan a la ductilidad del E_c [15].

Sánchez, Jorge, en su tesis denominada: “La resistencia a la compresión del hormigón y su influencia en el módulo de elasticidad estático en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua”, elaborado en Tungurahua, Ecuador; concluye que los valores obtenidos para los E_c de sus muestras ensayadas dan valores muy por debajo a las ecuaciones del ACI 318 y ACI 363 [16].

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Vargas, B. ,en su tesis denominada “Determinación de la Ecuación del módulo de elasticidad del concreto en base a la resistencia a la compresión simple, elaborado con los agregados de las canteras ISLA y YOCARA de la ciudad de Juliaca”, concluye que la variación del E_c empleando agregados de la cantera Isla presenta una variación del 58.00% respecto a la fórmula propiciada por el ACI 318-RNE, la cual es la más empleado para el diseño estructural; asimismo la cantera Yocara presenta una variación del 52.52% en el valor del E_c respecto a la fórmula brindada por el ACI 318-RNE [17].

Ispilco, J. y López, J, en su tesis denominada “Influencia de los agregados de las canteras Mashcón y Chonta para la obtención de módulos de elasticidad y rotura, en el diseño de pavimentos rígidos”, da a conocer que para un $f'_c = 265 \text{ kg/cm}^2$ se obtuvieron $E_c = 245337 \text{ kg/cm}^2$ para la cantera Chonta y $E_c = 239684 \text{ kg/cm}^2$ para la cantera Mashcón, presentando una variación del 0.47% y -1.84% respectivamente; asimismo afirma que para un $f'_c = 304 \text{ kg/cm}^2$ se obtuvieron $E_c = 270868 \text{ kg/cm}^2$ para la cantera Chonta y $E_c = 262247 \text{ kg/cm}^2$ para la cantera Mashcón, presentando una variación del 3.57% y 0.27% respectivamente [18].

Bruno, E. y Peralta, J., en su tesis denominada “Determinación del módulo de elasticidad estático a compresión del concreto producido en la planta concretera Dino-Chimbote”, determina un factor de corrección “k”, tanto para el Reglamento Nacional de Edificaciones y el ACI 318-11, que fueron 1.0577 y 1.1985 respectivamente, presentando por medio de la tabla 1 fórmulas reajustada para la ciudad de Chimbote [19].

Norma	Fórmula Inicial	Fórmula Reajustada
ACI 318-11, 8.5.1	$E_{ct}=0.14(\gamma)^{1.5}\sqrt{f'_c}$	$E_{ct}=0.15(\gamma)^{1.5}\sqrt{f'_c}$
RNE E-060, 8.5.1	$E_{ct}=15000\sqrt{f'_c}$	$E_{ct}=18000\sqrt{f'_c}$

Tabla 1: Reajustes para las fórmulas del ACI 318-11 Y RNE E-060 para la ciudad de Chimbote. [19]

Roncalla,A., en su tesis denominada “Influencia del Módulo de Finura de la combinación de agregados en el módulo de elasticidad del concreto reo-plástico” , sostiene indirectamente una variación del módulo de elasticidad, por medio del módulo de finura por la combinación de agregados, para lo cual dividió sus muestras en tres grupos: A, B y C , presentando variaciones de 3.46% , 3.91% y 7.57% respectivamente por grupo en función a la Norma RNE-E 0.60 [20].

Mallma,L. y Sierra, B, en su tesis denominada “Determinación del módulo de elasticidad del concreto pre dosificado en seco de $f'_c=210\text{ kg/cm}^2$ en la ciudad del Cuzco”, concluye que el módulo de elasticidad del concreto presenta una gran variación porcentual respecto a la norma E-060, para lo cual recomiendan que se debe realizar ensayos de E_c para cada proyecto de construcción. [21].

2.2. BASES TEÓRICO-CIENTÍFICAS

2.2.1. CONCRETO

Rivva en [22], menciona que el agregado denominado comúnmente concreto es una mezcla natural, en proporciones arbitrarias, de agregados finos y gruesa procedente de río o cantera según la N.T.P. 339.012, en lo que sea aplicable se seguirán para el concreto las recomendaciones correspondientes a los agregados finos y gruesos.

El concreto se puede definir como una unión artificial del material cementante o aglutinante, como es en nuestro caso el cemento Portland, los agregados, tanto fino como grueso, agua y de ser requerido por el proyectista se podrá adicionar algún aditivo que mejore y/o amplíe las propiedades del concreto. Se describe los siguientes elementos:

2.2.1.1 CEMENTO

Es un componente fundamental del concreto, el cual es fabricado de minerales calcáreos y arcillosos, como pueden ser la piedra caliza y elementos arcillosos que contengan alúmina y sílice. Para la elaboración del cemento, estos materiales deberán ser dosificados y mezclados de manera correcta, para su posterior paso por el horno, el cual dará como producto el Clinker.

El clínker es el material precedente al cemento Portland, para ser llamado como tal se le debe agregar una cantidad equivalente de yeso, entre el 2-4% del peso de la mezcla.

El cemento, de acuerdo a la norma ASTM C-150, se encuentra clasificado en 5 tipos, enumerados sucesivamente del I al V. En el presente proyecto no se abarcará específicamente las definiciones y el uso de cada tipo de cemento, pero para el autor parece conveniente dar a conocer su existencia [23].

2.2.1.2 AGREGADOS

Son los elementos más predominantes en la elaboración de concreto, pueden abarcar hasta un 75% de la mezcla [23], la razón principal de este porcentaje es que este material es empleado de relleno para economizar la mezcla [24]. Pueden definirse como aquellos materiales inertes, con características propias tales como resistencia y durabilidad, que no afectan el transcurso para el endurecimiento del cemento, así mismo estos materiales deben avalar una buena adherencia con la pasta de cemento endurecida, esta sería el cemento y el agua [24].

Estos materiales presentan características particulares, de acuerdo a la mineralogía y condición física de sus partículas; las propiedades de los agregados son claramente influyentes en las propiedades del concreto debido al gran porcentaje de estos en el material, respecto a este punto se habla más adelante de la presente investigación.

Existen dos clasificaciones para los agregados, estas se encuentran en función del porcentaje de partículas que pasa las mallas normativas de la N.T.P. 400.037 [23].

Los agregados presentan diferentes clasificaciones como puede ser su naturaleza, su procedencia o su tamaño máximo de partículas [24]. Para el diseño de mezclas el criterio más utilizado es el del tamaño de las partículas; esto origina dos sub-clasificaciones, las cuales serían, agregado fino; aquellos elementos finos cuyo tamaño de partícula es menor a 4.76 mm y mayor a 0.076 mm, y agregado grueso cuyo tamaño máximo de partícula es superior a 4.76 mm.

2.2.1.3 AGUA

Es uno de los componentes esenciales para el concreto, este cumple una doble función para la elaboración del concreto [25], la relevancia de este material está en función a la resistencia a la compresión del concreto, debido a la relación agua-cemento(a/c), la trabajabilidad y otras propiedades del concreto endurecido [23].

Es quizás el elemento más importante del concreto [23], por ende para su utilización este debe presentar limpieza y estar libre de cantidades nocivas de químicos o sustancias tóxicas, tales como: aceites, ácidos, materia orgánica, etc.

2.2.2. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

2.2.2.1. PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS

2.2.2.1.1. PESO ESPECÍFICO

Vargas define al peso específico como la proporción entre el peso de las partículas y el volumen de ellas, suponiendo que no existen los vacíos entre ellas. [17]. Para la obtención del parámetro se debe realizar los procedimientos indicados en la N.T.P. 400.021 y N.T.P. 400.022 [26], para agregados gruesos y finos respectivamente.

2.2.2.1.2. PESO UNITARIO

El peso unitario de los agregados es el cociente de la determinación del peso de las partículas del agregado y el volumen de las mismas, a diferencia del peso específico, para este análisis si se toma en consideración la existencia de vacíos en el agregado dentro del volumen total [17]. La inclusión de los vacíos en el volumen para el estudio

genera que las partículas se acomoden entre sí. El procedimiento para la obtención del parámetro debe hacerse de acuerdo a la N.T.P. 400.017. [26].

2.2.2.1.3. ABSORCIÓN

Es la capacidad que tienen los agregados de saturar su cuerpo con agua al interior de ellos mismos. La absorción es una propiedad dependiente a la porosidad que tendrá el material; sin embargo, no se llenan completamente de agua los poros, ya que, además del líquido este se llenará el espacio con aire atrapado. El procedimiento para la obtención del parámetro debe hacerse de acuerdo a la N.T.P. 400.021. y la N.T.P. 400.0220., para agregado grueso y agregado fino respectivamente. [26].

2.2.2.1.4. POROSIDAD

La palabra “poro” se define como el espacio no ocupado por materia sólida en el agregado [27]. La norma ASTM C-70 no establece ningún criterio para evaluarla, sin embargo, existen diferentes análisis complejos y eficaces, pero con una validez relativa. Vargas da a conocer que una manera de determinar el parámetro es mediante el ensayo de la porosidad. [17]

La porosidad es una propiedad importante ya que, esta influye en la estabilidad química, la resistencia a la abrasión, resistencias mecánicas, propiedades elásticas, gravedad específica, absorción, permeabilidad de las partículas, las cuales disminuirán conforme aumente la porosidad del agregado. Además, las peculiaridades de los poros permitirán conocer la capacidad y velocidad de absorción, facilidad de drenaje, el área y volumen de materia del agregado. [27]

2.2.2.1.5. HUMEDAD

Se define como la cantidad de agua retenida por las partículas del agregado en un tiempo fijo. [27] Esta propiedad permite aumentar o disminuir el volumen de agua a emplearse en el diseño de mezclas. La norma empleada para obtener este parámetro es la N.T.P. 339.185. [26].

2.2.2.2. PROPIEADES RESISTENTES DE LOS AGREGADOS

2.2.2.2.1. RESISTENCIA

Es la capacidad que presenta un cuerpo para soportar esfuerzos axiales y de corte. Generalmente el parámetro de estudio más empleado es la resistencia a la compresión del agregado. Respecto a los agregados normales con peso específico entre 2.5-2.7 g/cm³, se obtienen resistencias a la compresión que varían entre 750-1200 kg/m², a diferencia de ellos los agregados livianos con peso específico entre 1.6-2.5 g/cm³,

presentan en su mayoría una resistencia a la compresión que varía entre 200-750 kg/cm², lo cual da a conocer que el peso específico es directamente proporcional a la resistencia a la compresión del material [27].

2.2.2.2. TENACIDAD

Es la resistencia al impacto que presenta el agregado, generalmente se le relaciona con la resistencia a flexión del elemento o material en estudio, también depende de la angulosidad y aspereza del área [17].

2.2.2.3. MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LOS AGREGADOS

El módulo de elasticidad en los agregados no es un parámetro esencial a tomar en cuenta para el diseño. Sin embargo, al existir deformación en el concreto, esto indica que hay una deformación parcial en el agregado, ya que este es un componente del mismo, por ello es razonable pensar que mientras mayor sea el módulo de elasticidad de los agregados mayor será el módulo de elasticidad del concreto [27]. Rivva nos da a conocer algunos valores establecidos para el módulo de elasticidad de los agregados en la tabla 2.

Roca Trapeana	930,000 Kg/cm ²
Gabro	860,000 Kg/cm ²
Diabasas	860,000 Kg/cm ²
Granito	610,000 Kg/cm ²
Arenisca	310,000 Kg/cm ²
Caliza	280,000 Kg/cm ²

TABLA 2: VALORES DE MÓDULO DE ELASTICIDAD DE AGREGADOS [27]

2.2.3. MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

En resistencia de materiales siempre se ha explicado que el E_c es la relación que existe entre una fuerza F_i y una deformación σ , es decir; la pendiente de la curva esfuerzo deformación que origina esa relación; como se conoce la resistencia a la tracción que presenta el concreto es demasiado baja, por ello una de las formas de medir el parámetro de estudio es mediante la prueba estándar de compresión basada en la Norma ASTM C469 (American Society for Testing and Materials) [28], que explica que se debe aplicar una carga axial de manera gradual hasta que la probeta falle, mayormente el ensayo es aplicado hasta el 40% f'_c del concreto, debido a que es el estado límite de la máxima resistencia a la rotura; ya que como se puede observar en la figura 2 al aumentar cargas mayores al 40% del f'_c , el material deja de presentar elasticidad y ocurre la elastoplasticidad, como se puede ver al disminuir sus pendientes debido a los ciclos de

carga y descarga en incremento. La figura 1 muestra la curva esfuerzo vs. deformación del concreto, en ella se aprecia que el módulo tangente y el módulo secante presentan una gran similitud respecto al parámetro en estudio; el módulo tangente inicial es aquel que corresponde al esfuerzo nulo, el módulo tangente es la pendiente de la recta tangente a la curva esfuerzo-deformación en cualquier punto y la recta secante es la pendiente que parte del origen a cualquier otro punto de la curva, este valor se realiza hasta el 40% del f'_c del concreto.

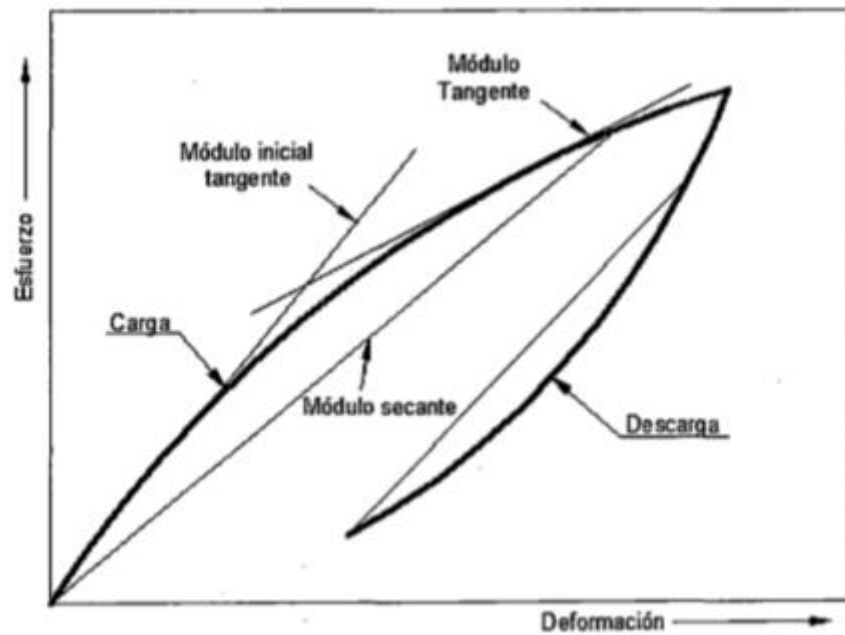


Figura 1: Representación gráfica de la relación esfuerzo vs. deformación para el concreto simple. [29]

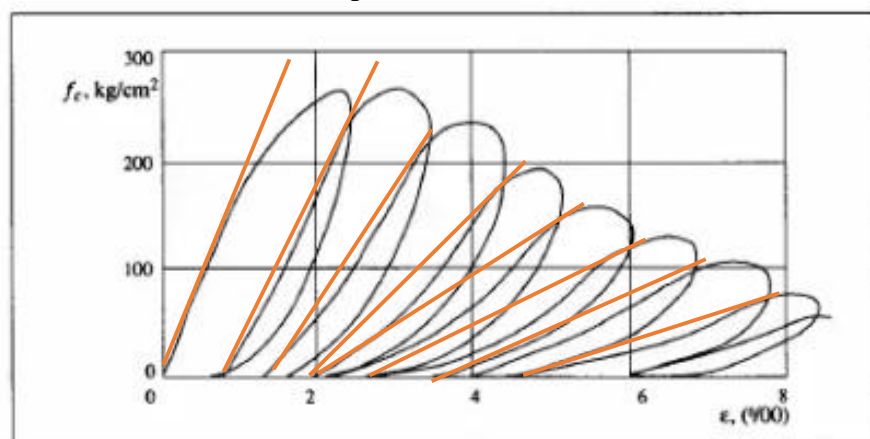


Figura 2: Degradación de la pendiente esfuerzo-deformación ante cargas repetidas con esfuerzos mayores al $0.7f'_c$. [1]

“El módulo de elasticidad del concreto (E_c) ha sido considerado como un factor importante en el diseño de estructuras de concreto” [4]. Este parámetro refleja la

habilidad del concreto para poder presentar carácter elástico hasta un determinado punto. Esto permitirá ver con que fuerzas, mayormente originadas por el sismo, la estructura pasará de un estado elástico a uno inelástico; dejando así de cumplir la Ley de Hooke.

2.2.4. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE

La norma técnica peruana (N.T.P) [26] da la definición del concreto simple como un material aglomerante, que en este caso será el cemento Portland y agua, y agregados finos y grueso los cuales al mezclarse formarán un nuevo material denominado concreto, la reacción química que origina la mezcla agua-cemento origina la unión de sus partículas con la de los agregados, originando un material heterogéneo [23]. De acuerdo a las definiciones que otorga la N.T.P. 339.047 [26] ,define al agregado fino como el material obtenido mediante la degradación de piedras, de manera natural y cuyo tamaño de partícula pase el tamiz normalizado de 3/8 pulgadas(9.5 mm) y que cumpla con los límites estipulados en la N.T.P. 400.037;asímismo, la N.T.P 339.047 [26] define al agregado grueso como a las partículas pétreas, tales como ripios corrientes, que se encuentran retenidas en el tamiz normalizado 4.75 mm (N° 4) y que cumpla al mismo tiempo con los límites estipulados en la N.T.P. 400.037 [26], las definiciones que otorga la N.T.P. respecto a los agregados es muy similar a la propiciada por el RNE [5].

El concreto es un material diverso, debido a la presencia de diferentes materiales: pasta, agregado fino y agregado grueso [23] ,lo cual origina un comportamiento diferente de acuerdo a la calidad de los mismos. En la figura 3 se puede observar las diferentes curvas de los módulos de elasticidad de los componentes del concreto simple y su la curvatura del parámetro, mostrando una gran variación entre ellos. Esto permite observar que la fuerza a compresión de los elementos es muy variada entre ellas, pero el concreto presenta un comportamiento muy dúctil a diferencia de sus elementos.

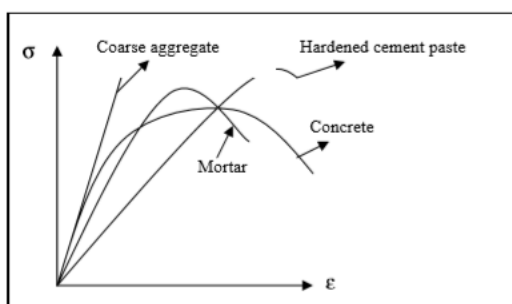


Figura 3: Relación esfuerzo-deformación para el concreto y sus componentes [30]

Otro factor que influye en la determinación del E_c es el valor del f'_c del concreto es uno de los parámetros más importantes. El E_c se encuentra en función del f'_c del concreto simple, mayor valor de f'_c origina mayor fragilidad del concreto, lo cual puede respaldarse con el Reglamento Nacional de Edificaciones, ya que, en el capítulo 21.- Disposiciones Especiales para el Diseño Sismo resistente, nos indica de acuerdo al artículo 21.3.2.2. que la resistencia máxima a la compresión permitida del concreto simple será de 550 kg/cm², manteniéndose de esta manera el diseño dúctil que se espera en las estructuras en zona sísmica. “Mientras mayor es la resistencia, el comportamiento es más frágil” [31]. En la figura 4 se puede observar lo ya mencionado entre curvas, esfuerzo-deformación, cuyo f'_c varía entre 250-1200 kg/cm²; observando la rectitud que toma la curva dando pase a la fragilidad del concreto al aumento de la resistencia a la compresión.

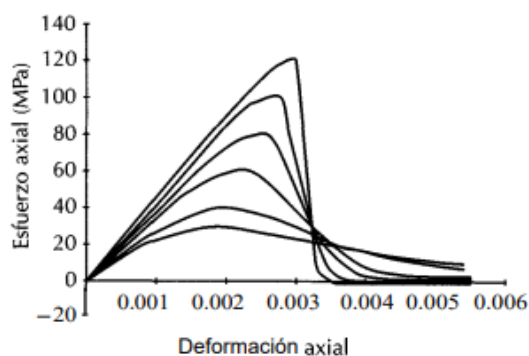


Figura 4: Efecto de la resistencia. [32]

Por ello, se puede observar que cada elemento del concreto cumple un rol fundamental para la estimación del E_c , si uno de ellos no presenta una calidad adecuada la determinación del E_c no será óptima; se puede resumir lo mencionado en la tabla 3.

Concreto Fresco		Concreto Endurecido
Pasta	Agregados	Experimentales
<ul style="list-style-type: none"> • Módulo de Elasticidad de la matriz de pasta • Porosidad de la mezcla • Condiciones de la matriz de pasta 	<ul style="list-style-type: none"> • Módulo de Elasticidad de los agregados • Porosidad • Fracción volumétrica de los agregados 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de la carga • Contenido de humedad de los componentes

Tabla 3: Factores que afectan el E_c [30]

2.2.5. ENSAYOS DE LABORATORIO

De acuerdo al RNE [5] en el artículo 5.6.3.3. (b) indica la siguiente condición, por la cual el f'_c debe ser lo más preciso a lo estipulado en el diseño estructural: “Ningún resultado individual del ensayo de resistencia (promedio de dos cilindros) es menor que f'_c en más de 3.5 MP_a (35 kg/cm²) cuando f'_c es 35 MP_a (350 kg/cm²) o menor...”; ya que nuestros f'_c deseados son 210 kg/cm² y 280 kg/cm², debemos tener en consideración el artículo en mención. Para un diseño de mezclas efectivo, se deberán obtener las propiedades de los componentes del concreto mediante ensayos de laboratorio, al mismo tiempo se deberán realizar ensayos al concreto en estado fresco, como estado endurecido para ver si cumple con las medidas de calidad idealizados en el diseño de mezclas; finalmente si todos los ensayos muestran resultados positivos se procederá a realizar el último ensayo para la determinación del E_c , los ensayos a emplear serán los siguientes:

- Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso (N.T.P. 400.012:2001)
- Gravedad específica y absorción del agregado fino (N.T.P. 400.022.)
- Gravedad específica y absorción del agregado grueso (N.T.P. 400.021.)
- Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado (N.T.P. 339.185.)
- Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado (N.T.P. 400.017.)
- Contenido de aire-método de presión (N.T.P. 339.080.)
- Determinación del asentamiento del concreto (N.T.P. 339.035.)
- Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas (N.T.P. 339.034.)
- Módulo de Elasticidad y razón de Poisson en cilindros de concreto (ASTM C-469)

2.2.5.1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO-N.T.P. 400.012.

De acuerdo a [26], el objetivo principal de este ensayo, es la determinación, cuantitativa, de la repartición por tamaños de partículas tanto para el agregado fino, como el agregado grueso. Para una mayor precisión se realizó una aproximación del

0.1% al porcentaje que pasa, el porcentaje retenido. El resultado de los porcentajes obtenidos por tamizado se redondeó al entero más próximo.

El módulo de finura del agregado fino se calcula con la suma aritmética de los porcentajes retenidos, acumulados para cada una de las mallas empleadas, dividiendo posteriormente la sumatorio entre 100. Las mallas empleadas son: 150 μ m (N° 100), 300 μ m (N° 50), 600 μ m (N° 30), 1.18 mm (N° 16), 2.36 mm (N° 8), 4.75 mm (N° 4), 9.5mm (N° 3/8’’). Se realizará empleando la siguiente fórmula:

$$M.F. = \frac{\sum \%Ret. Acum. en mallas \left(\frac{3}{8}'' , \#4, \#8, \#16, \#30, \#50, \#100 \right)}{100}$$

Para el módulo de finura del agregado grueso se realiza el mismo procedimiento, pero entre los tamices del N° 2 1/2’’ a el tamiz N° 4, y agregando la suma de 500, referente al 100% de porcentaje que pasa desde el tamiz N° 8 hasta el tamiz N° 100. Se realizará empleando la siguiente fórmula:

$$M.F. = \frac{\sum \%Ret. Acum. en mallas \left(3'', 1\frac{1}{2}'', \frac{3}{4}'', \frac{3}{8}'', N^{\circ} 4 \right) + 500}{100}$$

La norma ASTM-C33 indica que el agregado fino deberá presentar un módulo de finura que se encuentre entre el intervalo 2.3-3.1. Los módulos que se encuentren en el rango 2.2-2.8 indican trabajabilidad y segregación baja del concreto; y aquellos módulos que se encuentren en el rango 2.8-3.1 son lo más favorables para el diseño de concretos de alta resistencia [23].

De acuerdo a [23], estipula que, en el reglamento nacional de construcción, la granulometría del agregado fino deberá presentar concordancia de acuerdo a la norma ASTM-C33. En la figura 5 se puede apreciar la gráfica obtenida de la tabla 4 adjunta con la misma. Al mismo tiempo la tabla 5 indica los porcentajes que pasan, respecto al agregado grueso, en función del T.M.N.

Malla		Porcentaje que pasa ACUMULATIVO		
3/8 "	9.5 mm			100
N° 4	4.75 mm	95	a	100
N° 8	2.36 mm	80	a	100
N° 16	1.18 mm	50	a	85
N° 30	600 μm	25	a	60
N° 50	300 μm	10	a	30
N°				
100	150 μm	2	a	10

Tabla 4: Límites de granulometría del agregado fino según ASTM-C33 [23]

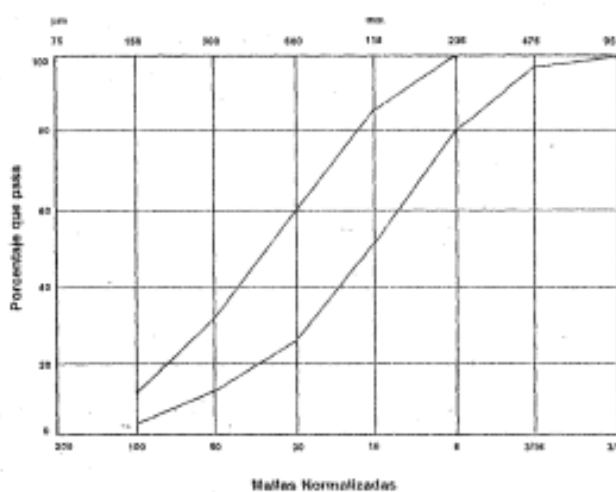


Figura 5: Gráfica de mallas normalizadas del agregado fino según ASTM-C33 [23]

Tamaño Máximo Nominal	Porcentaje que pasa por las siguientes mallas							
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8
2"	95- 100	---	35- 70	---	10- 30	0	0-5	---
1 1/2"	100	95- 100	---	35- 70	---	10- 30	0-5
1"	---	100	95- 100	---	25- 60	---	0-10	0-5
3/4"	---	---	100	90- 100	---	20- 35	0-10	0-5
1/2"	---	---	---	100	90- 100	40- 70	0-15	0-5
3/8"	---	---	---	---	100	85- 100	10- 30	0-10

Tabla 5: Gráfica de mallas normalizadas del agregado grueso ASTM-C33 [22]

2.2.5.2 GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO- N.T.P. 400.022.

El objetivo principal de este ensayo es la determinación del peso específico del agregado fino, y el porcentaje de absorción del material, el cual indica la cantidad de agua necesaria para el paso de condición seca a condición saturada superficialmente.

La N.T.P. 400.022. [26] define a la gravedad específica como “la característica generalmente usada para el cálculo del volumen ocupado por el agregado en diferentes mezclas que contienen agregados incluyendo el concreto de cemento Portland, concreto bituminoso y otras mezclas que son proporcionadas o analizadas sobre una base de volumen absoluto”.

Para el cálculo de la gravedad específica y el parámetro de absorción se deberán calcular algunos parámetros necesarios para la aplicación de las fórmulas dadas por la N.T.P., estos son los siguientes:

A= Masa de la muestra seca al horno (g_r)

B= Masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración (g_r)

C= Masa del picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración (g_r)

S= Masa de la muestra de saturado superficialmente seco (g_r)

Las fórmulas a emplear son:

$$\text{Peso específico (gravedad específica)} = \frac{A}{B+S-C} \left(\frac{gr}{cm^3} \right)$$

$$\text{Peso específico (Saturado superficialmente seco)} = \frac{S}{B+S-C} \left(\frac{gr}{cm^3} \right)$$

$$\text{Peso relativo aparente (gravedad específica aparente)} = \frac{A}{B+A-C} \left(\frac{gr}{cm^3} \right)$$

$$\text{Absorción del agregado fino} = \frac{S-A}{A} \times 100 (\%)$$

Los resultados de densidad deberán ser expresados con una aproximación de 10 kg/m³, los resultados de gravedad específica deberán aproximarse al 0.01 más cercano, e indicar si es secado al horno, saturado superficialmente seco o aparente. En el caso del ensayo de absorción deberá presentarse una aproximación al 0.1%.

2.2.5.3. GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO- N.T.P. 400.021.

De acuerdo a [26], el objetivo de la presente norma es determinar el peso específico seco, el peso específico saturado superficialmente seco, el peso específico aparente y la

absorción del agregado grueso, para poder utilizar estos parámetros en cálculos y correcciones de diseños de mezclas.

Para poder realizar el ensayo se tomará en cuenta una muestra mínima, la cual se encuentra en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso (T.M.N.), obtenido previamente mediante el análisis granulométrico. En la tabla 6 se da a conocer los pesos mínimos de muestra para realizar los ensayos correspondientes.

Tamaño máximo nominal mm (pulg)	Peso mínimo de la muestra de ensayo kg (lb)
12,5 (1/2) o menos	2 (4,4)
19 (3/4)	3 (6,6)
25 (1)	4 (8,8)
37,5 (1 1/2)	5 (11)
50 (2)	8 (18)
63 (2 1/2)	12 (26)
75 (3)	18 (40)
90 (3 1/2)	25 (55)
100 (4)	40 (88)
112 (4 1/2)	50 (110)
125 (5)	75 (165)
150 (6)	125 (276)

Tabla 6: Peso mínimo de muestras de ensayo [26]

Para el cálculo de la gravedad específica y el parámetro de absorción se deberán calcular algunos parámetros necesarios para la aplicación de las fórmulas dadas por la N.T.P., estos son los siguientes:

- A = Peso de la muestra seca en el aire. (gr)
- B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire (gr)
- C = Peso en el agua de la muestra saturada. (gr)

Las fórmulas a emplear son:

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{B-C} \left(\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right)$$

$$\text{Peso específico aparente (Saturado superficialmente seco)} = \frac{B}{B-C} \left(\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right)$$

$$\text{Peso específico nominal} = \frac{A}{A-C} \left(\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right)$$

$$\text{Absorción del agregado fino} = \frac{B-A}{A} \times 100 (\%)$$

Los resultados de densidad deberán ser expresados con una aproximación de 10 kg/m³, los resultados de gravedad específica deberán aproximarse al 0.01 más cercano, e indicar si es secado al horno, saturado superficialmente seca o aparente. En el caso del ensayo de absorción deberá presentarse una aproximación al 0.1%.

2.2.5.4. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO-N.T.P. 339.185.

De acuerdo a [26], el objetivo principal del ensayo es la obtención del porcentaje de humedad para agregado fino o agregado grueso. La humedad es la cantidad de agua que se encuentra incorporada en los poros del material a ensayar, se puede determinar mediante la siguiente fórmula propiciada por la N.T.P.:

$$P = \frac{W - D}{D} \times 100\%$$

Donde:

P= Contenido total de humedad evaporable de la muestra. (%)

W= Masa de la muestra húmeda (g_r)

D= Masa de la muestra seca (g_r)

La N.T.P. resalta que, para que una muestra sea considerada seca la aplicación del calor dada por el horno, deberá originar una pérdida menor del 0.1% del peso de la masa húmeda. La aproximación de masa de la muestra seca se realizará al 0.1%.

2.2.5.5. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO DEL AGREGADO-N.T.P. 400.017.

El objetivo principal del ensayo es establecer el peso unitario suelto y/o compactado de la muestra en estudio. El peso unitario suelto (PUS) es el obtenido mediante la colocación del material seco en un determinado volumen, para posteriormente, ser nivelado al ras con una varilla; este parámetro presenta importancia debido a que al momento del transporte, manejo y almacenamiento el agregado se encuentra en estado suelto. El peso unitario compactado (PUC) es aquel obtenido mediante la compactación de los materiales, permitiendo de esta manera la disminución de vacíos y aumentando el grado de acomodamiento entre partículas; este parámetro presenta suma importancia en el diseño de mezclas, debido a que este valor permite obtener el volumen absoluto del agregado grueso mediante el método ACI con la relación $\frac{b}{b_0}$.

Tanto para determinar el PUS y el PUC, se empleará la siguiente fórmula propiciada por la N.T.P.:

$$\text{Peso del agregado (PA)} = PT - PM \text{ (g}_r\text{)}$$

$$\text{Peso unitario del agregado(suelto o compactado)} = \frac{PA \text{ g}_r}{VM \text{ cm}^3}$$

Donde:

PM= Peso del molde (g_r)

PT= Peso del molde más agregado (g_r)

VM= Volumen del molde (cm³)

2.2.6. CONTENIDO DE AIRE-MÉTODO DE PRESIÓN (N.T.P. 339.080)

El objetivo principal del ensayo es definir el porcentaje de aire atrapado que se encuentra en el concreto. Como se sabe al momento de realizar la mezcla de cemento, agregados y agua, ingresa otro elemento del concreto, el cual es el aire. Durante el proceso de mezclado porcentajes de aire son eliminados, pero, por el vacío que existe entre las partículas del agregado, este queda atrapado en ellas. De acuerdo a Rivva López [22], afirma que, para efectos de diseño de mezclas, el ASTM C-33 relaciona el porcentaje de aire atrapado con el T.M.N., esto se puede apreciar en la tabla 7.

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8 ''	3.0%
1/2 ''	2.5%
3/4 ''	2.0%
1 ''	1.5%
1 ½ ''	1.0%
2 ''	0.5%
3 ''	0.3%
4 ''	0.2%

Tabla 7: Contenido de aire atrapado [22]

2.2.7. DISEÑO DE MEZCLAS POR EL MÉTODO DEL COMITÉ ACI-211.

El diseño de mezclas es una de las partes fundamentales para el presente proyecto. El comité ACI-211 propone un método muy sencillo, empleando las tablas propiciadas en [22]. Para poder realizar estos procedimientos es necesario haber realizado todos los ensayos correspondientes a los agregados, fino y grueso.

El procedimiento para el diseño de mezclas es el siguiente:

- Se seleccionará una resistencia promedio (f'_{cr}), en base al f'_c deseado; esto se realiza debido a que es preferible que supere lo deseado, pero siempre manteniendo lo estipulado por el RNE, el cual indica una diferencia máxima de 35 kg/cm². Al no existir historiales de diseños de mezclas a mi disposición, para aplicar el criterio del f'_{cr} se empleará la tabla 8.

f'_c	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

Tabla 8: Resistencia a la compresión promedio [22]

- Una vez determinado el f'_{cr} , se procederá a determinar el T.M.N., el cual fue establecido previamente en el ensayo de granulometría. Este parámetro se empleará más adelante para la determinación del contenido de agua.
- Se procederá a la determinación del asentamiento deseado, de acuerdo a recomendaciones de Rivva López, nos indica lo siguiente: “El concreto se dosificará para una consistencia plástica, con un asentamiento entre 3” y 4”... [22]” .

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

Tabla 9: Asentamientos máximos y mínimos [22]

- Se procede a la elección del volumen de agua por m^3 de concreto, este valor es obtenido mediante la tabla 10, la cual se encuentra en función del T.M.N. del agregado grueso, el asentamiento deseado y la decisión del ingeniero proyectista si se empleara algún aditivo incorporador de aire.

Asentamiento	Agua en l/m^3 para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicada							
	3/8 "	1/2 "	3/4 "	1" "	1 1/2 "	2" "	3" "	4" "
Concreto sin aire incorporado								
1 " a 2 "	207	199	190	179	166	154	130	113
3 " a 4 "	228	216	203	193	181	169	145	124
6 " a 7 "	243	228	216	202	190	178	160	...
Concreto con aire incorporado								
1 " a 2 "	181	173	168	160	150	142	122	107
3 " a 4 "	202	193	184	175	165	157	133	119
6 " a 7 "	216	205	197	184	174	166	154	...

Tabla 10: Volumen unitario de agua por m^3 de concreto [22]

- Se procederá a determinar el contenido de aire atrapado, esperado, que deberá presentar el concreto. Este parámetro será obtenido mediante la tabla 6, la cual se encuentra en función del T.M.N. la cual da a conocer que, a mayor tamaño del agregado, se generará menores vacíos, lugar donde el aire queda atrapado.
- Se deberá seleccionar la proporción agua cemento (a/c) por resistencia, ya que el estudio realizado esta en función del f'_{cr} del concreto. Para ello se empleará la tabla 11, la cual se encuentra en función del f'_{cr} y la decisión del proyectista si se utilizará o no algún aditivo incorporador de aire.

f'_{cr}	Relación agua-cemento de diseño	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
(28 días)		
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	...
450	0.38	...

Tabla 11: Relación a/c de diseño en peso [22]

- Con los datos obtenidos en los puntos anterior ya se procederá a realizar el diseño de mezclas, determinando el factor cemento, el volumen de agua a emplear, el importe de agregados y el volumen de aditivo si fuese necesario.
- Luego de realizar la primera probeta deberá comprobarse si el concreto en estado fresco cumple con el slump establecido en su pre-diseño, de ser el caso favorable se procederá a esperar los 28 días para determinar el f'_c de la probeta y observar la variación que tiene respecto al f'_c deseado; si el slump no es el deseado se procederá a realizar la corrección por humedad del concreto.

2.2.8. DETERMINACIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO-N.T.P.

339.035.

De acuerdo a [26], el objetivo principal de este ensayo es determinar la trabajabilidad que presenta el material. Este ensayo al ser empleado después del diseño de mezclas, permitirá conocer si se debe realizar alguna corrección por humedad en el diseño, otro factor importante es que si la muestra no es muy plástica esta segregará originando cangrejeras y fisuras en la probeta, pudiendo disminuir considerablemente el f'_c del testigo a ensayar.

2.2.9. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS-N.T.P. 339.034.

El objetivo principal del método es determinar el f'_c de testigos cilíndricos; para ello, el testigo le será sometida una fuerza axial de compresión en la parte superior de la probeta, y posteriormente se dividirá entre el área circular de la misma, obteniendo de esta manera el f'_c deseado.

Se seguirá las recomendaciones de la tabla 12, propiciada por la N.T.P. [26]

EDAD DE ENSAYO	TOLERANCIA PERMISIBLE
24 h	$\pm 0,5$ h ó 2,1%
3 d	$\pm 2,0$ h ó 2,1%
7 d	$\pm 6,0$ h ó 2,1%
28 d	$\pm 20,0$ h ó 2,1%
90 d	$\pm 2,0$ d ó 2,1%

Tabla 12: Edad de ensayo V.S. tolerancia permisible [26]

2.2.10. MÓDULO DE ELASTICIDAD Y RAZÓN DE POISSON EN CILINDROS DE CONCRETO (ASTM C-469)

El objetivo principal de este ensayo es la determinación del E_c , secante. Para este ensayo se aplicarán esfuerzos establecidos del rango de 0%-40% f'_c , debido a que es en este rango que ocurre el momento de rotura del concreto. Para el cálculo del E_c se empleará la siguiente fórmula:

$$E_c = \frac{S_2 - S_1}{\varepsilon_2 - 0.000050}$$

Donde:

E_c = Módulo de Elasticidad Secante (MP_a)

S_2 = Esfuerzo correspondiente al 40% de la carga última o ruptura. (MP_a)

S_1 = Esfuerzo correspondiente a la deformación unitaria longitudinal, ε_1 , de 50 millonésimas. (MP_a)

ε_2 = Deformación unitaria longitudinal producida por el esfuerzo S_2

Además, para la presente investigación se implementó la determinación de la razón de Poisson, la cual sirve como parámetro para el módulo de corte en el concreto, y de esta manera no sobreestimar los esfuerzos en el diseño estructural de la región Lambayeque.

$$\mu = (\varepsilon_{t2} - \varepsilon_{t1}) / (\varepsilon_2 - 0.000050)$$

Donde:

μ = Razón de Poisson

ε_{t2} = Deformación unitaria transversal en la altura medida del espécimen producida por el esfuerzo S_2 .

ε_{t1} = Deformación unitaria transversal en la altura medida del espécimen producida por el esfuerzo S_1 .

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación será exploratoria. Este tipo de investigación se basa en que el objetivo del estudio es examinar un tema o problema de investigación con muy poco o nada de estudio, al mismo tiempo para proporcionar información nueva respecto al tema tratado [8].

El enfoque de investigación será cuantitativo. La investigación cuantitativa se basa en el empleo de recolección de datos y el análisis de los mismos para responder preguntas de investigación y de esta manera probar alguna hipótesis; su base es el cálculo numérico y la observación estadística [8].

El nivel de investigación es correlacional. La finalidad de este nivel de investigación es conocer la relación entre dos o más conceptos [8], la presente investigación se basará en la relación de los agregados de la zona con el parámetro E_c obtenido. Así mismo se define como investigación correlacional cuando los antecedentes empleados proporcionan una base de variables para el estudio [8].

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación a emplear será experimental, debido a que se observará la influencia que tiene una variable respecto a la otra [8].

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población estará conformada por todas las probetas de concreto existentes en la región Lambayeque.

La muestra estará constituida por un total de 120 especímenes, las cuales se dividirán en 60 muestras para un $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y 60 para un $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$.

La elección de la cantidad de muestra se tomó en consecuencia de los estudios realizados por diferentes tesis, las cuales son fuentes de información confiables, de todas las tesis analizadas se observó que la mayor cantidad de muestras empleadas fue de 100 probetas, las cuales abarcan la determinación del f'_c y E_c . La elección de la muestra se puede respaldar en base a la afirmación respecto a una investigación correlacional el número mínimo de muestras para pruebas de dos colas es de 82 [8].

3.4. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

3.4.1. HIPÓTESIS NULA

El valor del E_c estipulado en la norma E-060 coincide con el obtenido mediante ensayos en la región Lambayeque

3.4.2. HIPÓTESIS ALTERNATIVA

Presunción de falla en la norma E-060 respecto al valor del parámetro del E_c en la región Lambayeque

3.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

3.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

- ✓ Diseño de mezclas

3.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

- ✓ Módulo de elasticidad del concreto simple (E_c)

3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	INSTRUMENTO
Módulo de Elasticidad del Concreto Simple (E_c)	Franja Elástica del comportamiento del concreto simple	Resistencia a la compresión del Concreto	MPa	Ficha de Laboratorio - Norma ASTM C-469
Diseño de mezclas	Propiedades físicas del cemento	Peso Específico	gr/cm ³	Ficha técnica del proveedor
	Propiedades Físicas del agregado fino	Análisis granulométrico	Adimensional	Ficha de Laboratorio-Ensayo del N.T.P. 400.012
		Gravedad específica	gr/cm ³	Ficha de Laboratorio -Ensayo del N.T.P. 400.022
		Grado de absorción	Unidad de relación porcentual	
		Contenido de Humedad	Unidad de relación porcentual	Ficha de Laboratorio -Ensayo del N.T.P. 339.185
		Peso Unitario	gr/cm ³	Ficha de Laboratorio -del N.T.P. 400.017
	Propiedades Físicas del agregado grueso	Análisis granulométrico	Adimensional	Ficha de Laboratorio -Ensayo del N.T.P. 400.012
		Gravedad específica	gr/cm ³	Ficha de Laboratorio -Ensayo del N.T.P. 400.021
		Grado de absorción	Unidad de relación porcentual	
		Contenido de Humedad	Unidad de relación porcentual	Ficha de Laboratorio -Ensayo del N.T.P. 339.185
		Peso Unitario	gr/cm³	Ficha de Laboratorio -Ensayo del N.T.P. 400.017

3.7. MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.7.1. ELECCIÓN DE LAS CANTERAS

Los agregados a emplear para la presente investigación serán obtenidos de las canteras Tres Tomas, ubicada en el distrito de Mesones Muro, perteneciente a la provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque; de la cual se obtendrá el agregado grueso, y la cantera La Victoria, ubicada en el Km.4 de la carretera Chongoyape-Pátapo, en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

UBICACIÓN DE LA CANTERA TRES TOMAS

COORDENADAS UTM

Zona: 17M

Este:622584.92

Norte:9245346.30

Z: 265 m

COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Latitud: -6.825989

Longitud: -79.890616



FIGURA 6: UBICACIÓN DE LA CANTERA TRES TOMAS

UBICACIÓN DE LA CANTERA LA VICTORIA

COORDENADAS UTM

Zona: 17M

Este: 655304.29

Norte:9258115.09

Z: 258 m

COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Latitud: -6.70974499

Longitud: -79.5948964



FIGURA 7: UBICACIÓN CANTERA LA VICTORIA

3.7.2. CRITERIOS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

Como se ha indicado anteriormente los agregados a emplear serán de las canteras mencionadas en los apartados correspondientes. El cemento a utilizar será del mismo tipo y marca para todas las probetas a elaborar, debido a que, de esta manera se evita alterar las características y propiedades que este infunde respecto a las probetas de investigación.

3.7.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

TÉCNICA	INSTRUMENTO	ELEMENTOS DE LA POBLACIÓN
Pruebas estandarizadas	Fichas de laboratorio	Agregado fino, agregado grueso y concreto simple
Análisis documental	Fichas de análisis.	Libros, tesis y artículos científicos

3.8. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los datos se obtendrán a partir de los ensayos impuestos a los agregados los cuales se registrarán en fichas de laboratorio, posteriormente se trasladarán al software Microsoft Excel

2010, para realizar posteriormente el diseño de mezclas, este permitirá determinar el f_c deseado para posteriormente realizar el ensayo de acuerdo a norma ASTM C-469 y obtener el parámetro E_c .

Para el análisis documental, se tendrá información relevante a partir del estudio de los artículos científicos, libros y tesis relacionados al tema, los cuales permitirán conocer la situación de avances científicos en relación al E_c , en el plano internacional y nacional.

3.9. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema General:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Carencia de literatura sobre el E_c con agregados de la región Lambayeque <p>Problema Específico:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Presencia de variación del E_c respecto al planteado por la norma E-060 ✓ Uso inadecuado para el diseño estructural del valor E_c en la región Lambayeque 	<p>Objetivo General:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Determinar el Módulo de Elasticidad del Concreto Simple; $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$, con agregados de las canteras de Tres Tomas –Pícsi, Ferreñafe y La Victoria-Pátapo <p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Examinar las propiedades de los agregados de las canteras Tres Tomas y La Victoria ✓ Evaluar el diseño de mezclas para la dosificación más próxima a emplear en el diseño de concretos simples con $f'_c= 210\text{kg/cm}^2$ y $f'_c= 280 \text{ kg/cm}^2$ con agregados de la zona. ✓ Estimar el parámetro “k” respecto a la variación del E_c obtenido con la Norma E-060 del Reglamento Nacional de Edificaciones. 	<p>Hipótesis Nula:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ El valor del E_c estipulado en la norma E-060 coincide con el obtenido mediante ensayos en la región Lambayeque <p>Hipótesis Alternativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Presunción de falla en la norma E-060 respecto al valor del parámetro del E_c en la región Lambayeque 	<p>Variable Independiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Diseño de mezclas <p>Variable Dependiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Módulo de elasticidad del concreto simple 	<p>Tipo de Investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Exploratoria <p>Enfoque de la investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cuantitativo <p>Diseño de Investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Experimental <p>Nivel de Investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Correlacional <p>Población y Muestra</p> <p>Población:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Concretos elaborados en la región Lambayeque <p>Muestra:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 120 probetas de concreto simple

3.10. CONSIDERACIONES ÉTICAS

La presente investigación sostiene un carácter ético-moral, se ha realizado una minuciosa búsqueda respecto a títulos de tesis similares o iguales, es decir que el título de este proyecto de investigación es original e inédito.

La información utilizada para el presente proyecto fue obtenida de las referencias bibliográficas citadas, nada ha sido inventado por el autor de la investigación. Al mismo tiempo, se evitará realizar plagio a la información recurrente empleando las citas correctas en estilo IEEE, que comprende al estilo bibliográfico empleado para proyectos de investigación en ingeniería.

IV. RESULTADOS

4.1. PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

4.1.1. SELECCIÓN DE LOS AGREGADOS PROCEDENTES DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA

En base al primer objetivo específico, el cual es el de examinar las propiedades de los agregados de las canteras Tres Tomas y La Victoria, se ha realizado de manera satisfactoria el análisis de los mismo, el procedimiento se describe en los siguientes párrafos, así como los resultados obtenidos.

Para la extracción y obtención de los agregados a emplear se visitó las canteras Tres Tomas, ubicadas en la provincia de Ferreña y la cantera La Victoria, ubicada en el distrito de Pátapo, de ellas se obtuvieron el agregado grueso y el agregado fino respectivamente.

Para la selección de las muestras de agregados a ensayar se procedió a realizar el cuarteo in situ, este procedimiento consiste en obtener una muestra representativa del agregado.



FIGURA 8: CUARTEO IN SITU DEL AGREGADO GRUESO

4.1.2. ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS

Los ensayos de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados finos y grueso serán los siguientes, con su respectiva normativa:

- Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso (N.T.P. 400.012:2001)

- Gravedad específica y absorción del agregado fino (N.T.P. 400.022.)
- Gravedad específica y absorción del agregado grueso (N.T.P. 400.021.)
- Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado (N.T.P. 339.185.)
- Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado (N.T.P. 400.017.)

Los resultados del agregado fino y agregado grueso son los siguientes:

Agregado fino:

Granulometría

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO								
CANTIDAD DE LA MUESTRA : 445.56 Gr								
N° DE MALLA	ABERTURA (MMS)	PESO RETENIDO (Gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES		
3/8"	9.5	0	0.000	0.000	100.00	100	-	100
4	4.75	0	0.000	0.000	100.00	95	-	100
8	2.36	18.5	4.950	4.950	95.05	80	-	100
16	1.18	55.2	14.795	19.745	80.26	50	-	85
30	0.6	65.4	17.538	37.283	62.72	25	-	60
50	0.3	100.9	27.058	64.342	35.66	10	-	30
100	0.15	65.6	17.592	81.933	18.07	2	-	10
200	0.075	45.9	12.317	94.250	5.75	0	-	3
PLATILLO		21.4	5.75	100.000	0.00			
MODULO DE FINEZA					3.03			

TABLA 13: RESULTADOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO-AGREGADO FINO

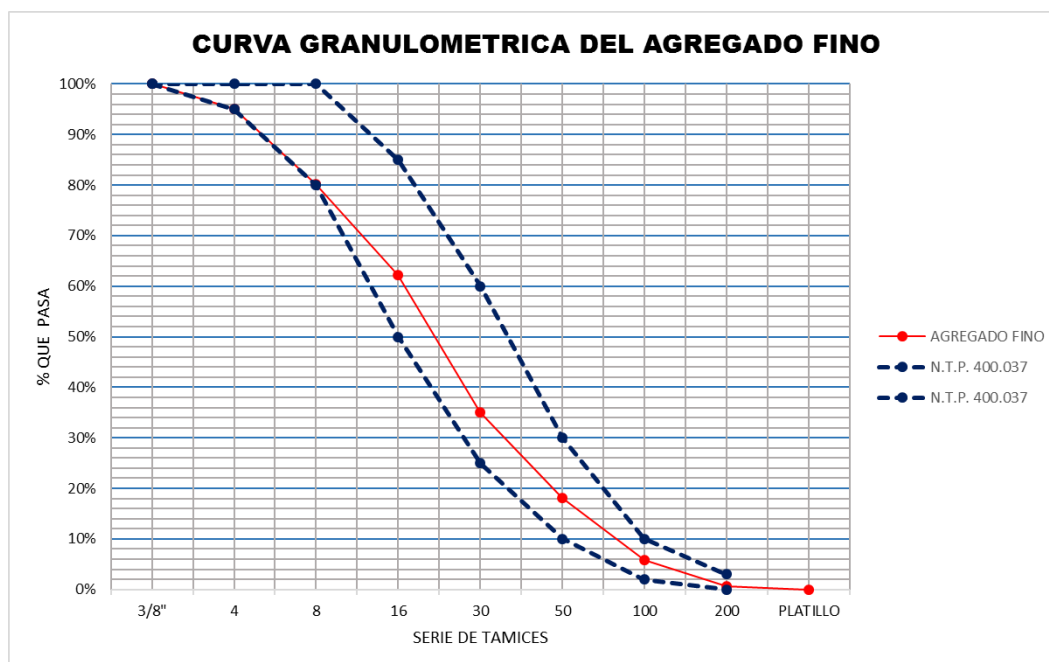


FIGURA 9: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO



FIGURA 10: ENSAYO DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO EN LABORATORIO

Gravedad específica y absorción del agregado fino

PESO ESPECIFICO DE MASA DEL AGREGADO FINO	
CANTIDAD DE LA MUESTRA : 494.42 gr	
Peso fiola + peso de muestra + peso de agua destilada	992.9 gr
Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco	676.0 gr
Peso del agua	316.9 gr
Peso de la arena secada al horno + peso del frasco	670.4 gr
Peso del frasco	176.0 gr
Peso de la arena secada al horno	494.4 gr
Volumen del frasco	500 cm ³
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.700 gr/cm³
PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	2.731 gr/cm³
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.785 gr/cm³
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	1.13%

TABLA 14: RESULTADOS DEL PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO



FIGURA 11: ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO EN LABORATORIO

Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable del agregado fino

Masa de muestra húmeda	(gr.)	700
Masa de muestra seca	(gr.)	695
Masa de recipiente	(gr.)	145.0
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0.72

TABLA 15: RESULTADOS DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO



FIGURA 12: ENSAYO DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO EN LABORATORIO

Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado fino

PESO VOLUMETRICO SUELTO DEL AGREGADO FINO			
TIPO DE MUESTRA	A	B	PROMEDIO
PESO DE MUESTRA + MOLDE	7618 gr	7748 gr	7683 gr
PESO DE MOLDE	0	0	0
PESO DE MUESTRA	7618 gr	7748 gr	7683 gr
VOLUMEN DEL MOLDE EN CM ³	5443.75175	5443.75175	5443.75175
PESO VOLUMETRICO SUELTO DEL AGREGADO FINO	1.3994 gr/cm³	1.4233 gr/cm³	1.4113 gr/cm³
PESO VOLUMETRICO SUELTO SECO DEL AGREGADO FINO	1.3893 gr/cm³	1.4130 gr/cm³	1.4013 gr/cm³

TABLA 16: RESULTADOS DEL PESO UNITARIO SUELTO SECO Y HÚMEDO DEL AGREGADO FINO

PESO VOLUMETRICO VARILLADO DEL AGREGADO FINO			
TIPO DE MUESTRA	A	B	PROMEDIO
PESO DE MUESTRA + MOLDE	9088 gr	9276 gr	9182 gr
PESO DE MOLDE	0	0	0
PESO DE MUESTRA	9088 gr	9276 gr	9182 gr
VOLUMEN DEL MOLDE EN CM ³	5443.75175	5443.75175	5443.75175
PESO VOLUMETRICO VARILLADO DEL AGREGADO FINO	1.6694 gr/cm³	1.7040 gr/cm³	1.6867 gr/cm³
PESO VOLUMETRICO VARILLADO SECO DEL AGREGADO FINO	1.6574 gr/cm³	1.6917 gr/cm³	1.6746 gr/cm³

TABLA 17: RESULTADOS DEL PESO UNITARIO COMPACTADO SECO Y HÚMEDO DEL AGREGADO FINO

Agregado grueso:

Granulometría

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						
CANTIDAD DE LA MUESTRA : 3855.10 gr						
Nº DE MALLA	ABERTURA (MMS)	PESO RETENIDO (Gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES TAMAÑO NOMINAL (3/4" -Nº4 ")
3"	75	0	0.000			-
2"	50	0	0.000	0.000		-
1 1/2"	38.1	0	0.000	0.000	100.000	-
1	25	0	0.000	0.000	100.000	-
3/4"	19	0	0.000	0.000	100.000	100 - 100
1/2"	12.5	384.7	9.978	9.978	90.022	90 - 100
3/8"	9.5	784.2	20.343	30.322	69.678	40 - 70
4	4.75	2204.7	57.189	87.511	12.489	0 - 15
8	2.36	400.5	10.388	97.899	2.101	0 - 5
PLATILLO		81	2.101	100.000	0.000	

TAMAÑO MÁXIMO	3/4''
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1/2''

TABLA 18: RESULTADO DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO-AGREGADO GRUESO

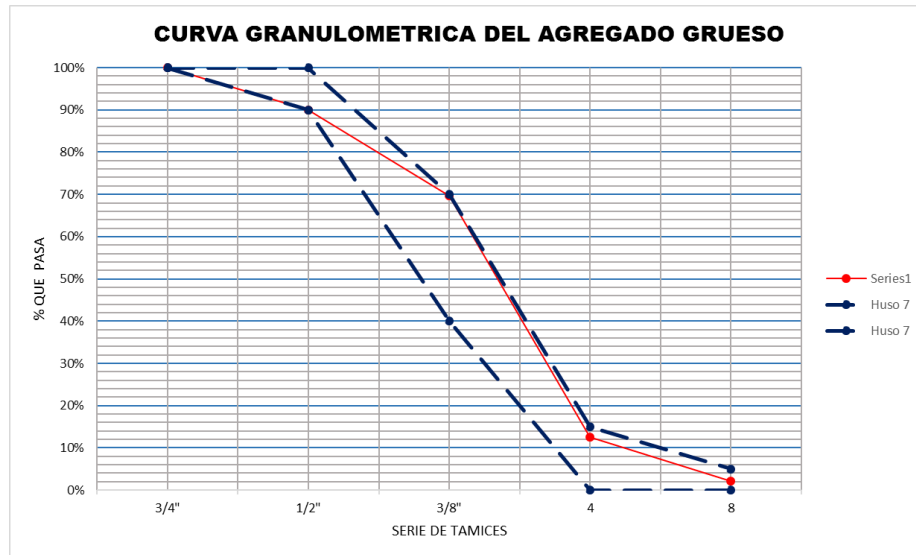


FIGURA 13: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO- AGREGADO GRUESO



FIGURA 14: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN LABORATORIO-AGREGADO GRUESO

Gravedad específica y absorción del agregado grueso

PESO ESPECIFICO DE MASA DEL AGREGADO GRUESO	
CANTIDAD DE LA MUESTRA : 1093.0 gr	
Peso de la muestra secada al horno	2100.0 gr
Peso de la muestra saturada superficialmente seca	2126.9 gr
Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	3352.7 gr
Peso de la canastilla	1975.1 gr

Peso de la muestra saturada dentro del agua	1377.6 gr
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.803 gr/cm³
PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	2.839 gr/cm³
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.907 gr/cm³
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	1.28 %

TABLA 19: RESULTADOS DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregado grueso

Masa de muestra húmeda	(gr.)	2046.1
Masa de muestra seca	(gr.)	2037.9
Masa de recipiente	(gr.)	380.0
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0.4

TABLA 20: RESULTADOS DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO



FIGURA 15: COLOCACIÓN DEL AGREGADO GRUESO EN EL HORNO PARA SECADO

Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado grueso

PESO VOLUMETRICO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO			
TIPO DE MUESTRA	A	B	PROMEDIO
PESO DE MUESTRA + MOLDE	19945 gr	19989 gr	19989 gr
PESO DE MOLDE	0	0	0
PESO DE MUESTRA	19945 gr	19989 gr	19989 gr
VOLUMEN DEL MOLDE EN CM ³	13765.75529	13765.75529	13765.75529
PESO VOLUMETRICO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO	1.4489 gr/cm³	1.4521 gr/cm³	1.4505 gr/cm³

PESO VOLUMETRICO SUELTO SECO DEL AGREGADO GRUESO	1.4431 gr/cm ³	1.4463 gr/cm ³	1.4447 gr/cm ³
---	---------------------------	---------------------------	---------------------------

TABLA 21: RESULTADOS DEL PESO UNITARIO SUELTO SECO Y HÚMEDO DEL AGREGADO GRUESO

PESO VOLUMETRICO VARILLADO DEL AGREGADO GRUESO			
TIPO DE MUESTRA	A	B	PROMEDIO
PESO DE MUESTRA + MOLDE	21387	21378	21382.5
PESO DE MOLDE	0	0	0
PESO DE MUESTRA	21387	21378	21382.5
VOLUMEN DEL MOLDE EN CM3	13765.75529	13765.75529	13765.75529
PESO VOLUMETRICO VARILLADO DEL AGREGADO GREUESO	1.5536 gr/cm³	1.5530 gr/cm³	1.5533 gr/cm³
PESO VOLUMETRICO VARILLADO SECP DEL AGREGADO GREUESO	1.5474 gr/cm³	1.5468 gr/cm³	1.5471 gr/cm³

TABLA 22: RESULTADOS DEL PESO UNITARIO COMPACTADO SECO Y HÚMEDO DEL AGREGADO GRUESO



FIGURA 16: ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO EN LABORATORIO

4.2. DISEÑO DE MEZCLAS POR EL MÉTODO ACI-211

Para el diseño de mezclas se optó emplear el método del comité ACI-211. Para ello se emplearán los datos obtenidos de los agregados finos y gruesos, los cuales se presentan en las siguientes tablas.

RESUMEN DE LAS PROPIEADES DEL AGREGADO FINO	
Peso específico de masa	2.700 gr/cm ³
Peso específico de masa S.S.S.	2.731 gr/cm ³
Peso unitario suelto	1401 Kg/m ³
Peso unitario compactado	1675 Kg/m ³
Porcentaje de absorción	1.13 %
Contenido de humedad	0.72 %
Módulo de fineza	3.03

TABLA 23: PROPIEADES DEL AGREGADO FINO

RESUMEN DE LAS PROPIEADES DEL AGREGADO GRUESO	
Peso específico de masa	2.803 gr/cm ³
Peso específico de masa S.S.S.	2.839 gr/cm ³
Peso unitario suelto	1445 Kg/m ³
Peso unitario compactado	1547 Kg/m ³
Porcentaje de absorción	1.3 %
Contenido de humedad	0.4 %
Tamaño máximo	3/4 ‘’
Tamaño máximo nominal	1/2 ‘’

TABLA 24: PROPIEADES DEL AGREGADO GRUESO

Posteriormente se procedió a realizar los pasos estipulados por el comité ACI-211 para realizar el diseño de mezclas correspondientes a cada resistencia requerida. Durante la ejecución del diseño se derivó a realizar la verificación y corrección tanto por slump como peso unitario fresco del concreto, concluidas estas correcciones se calculó la cantidad de material empleado para la elaboración de los testigos de concreto para la presente investigación, además del volumen de concreto utilizado; se consideró como porcentaje de desperdicio el 5%.

El procedimiento para el diseño de mezclas por método del comité ACI-211 se explicó detalladamente en el capítulo de marco teórico.

Diseño de mezclas $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

LEMS W&C

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES - Chidlayo

ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)**REFERENCIA** : RECOMENDACIÓN **ACI 211****Solicitante** Diego Ruiz Sánchez**DISEÑO DE RESISTENCIA** $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

I.) Datos del agregado grueso : Piedra Chancada - Tres Tomas

01.- Tamaño máximo nominal	1/2" pulg.
02.- Peso específico seco de masa	2803 Kg/m ³
03.- Peso Unitario compactado seco	1547 Kg/m ³
04.- Peso Unitario suelto seco	1445 Kg/m ³
05.- Contenido de humedad	0.4 %
06.- Contenido de absorción	1.3 %

II.) Datos del agregado fino : Arena Gruesa - La Victoria Patapo

07.- Peso específico seco de masa	2700 Kg/m ³
08.- Peso unitario seco suelto	1401 Kg/m ³
09.- Contenido de humedad	0.7 %
10.- Contenido de absorción	1.1 %
11.- Módulo de fineza (adimensional)	3.025

III.) Datos de la mezcla y otros

12.- Resistencia especificada a los 28 días	F'_{cr}	294 Kg/cm ²
13.- Relación agua cemento	$R^{a/c}$	0.558
14.- Asentamiento		4 Pulg.
15.- Volumen unitario del agua : Potable de la zona	216	216 L/m ³
16.- Contenido de aire atrapado	0	2.5 %
17.- Volumen del agregado grueso		0.584 m ³
18.- Peso específico del cemento : Tipo MS - Pacasmayo		3150 Kg/m ³
19.- Aditivo Sin Aditivo		%
20.- Densidad aparente del aditivo		g/cm ³

IV.) Calculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

a.- C e m e n t o	387	0.123			
b.- A g u a	216	0.216			
c.- A i r e	2.5	0.025	Corrección por humedad		Agua Efectiva
d.- A r e n a	847	0.314	48	854	3.5
e.- G r a v a	903	0.322	52	907	8.0
	2356	1.000			11

V.) Resultado final de diseño (húmedo)

CEMENTO	387	Kg/m ³
A G U A	227	L/m ³
A R E N A	854	Kg/m ³
P I E D R A	907	Kg/m ³
	2375	

VI.) Tanda de ensayo

9.670 kg	0.025 m^3	
5.687 L	$F'_{\text{cemento (en bolsas)}}$	9.1
21.338 kg	$R^{a/c} \text{ de diseño}$	0.558
22.678 kg	$R^{a/c} \text{ de obra}$	0.588
59.373	Aditivo en Kg/m ³	0.000

VII.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

En bolsa de 1 pie ³ P	1.0	2.21	2.35	25.0	Lts/pie ³
En bolsa de 1 pie ³ V	1.0	2.37	2.44	25.0	Lts/pie ³

LEMS W&C
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)
REFERENCIA : RECOMENDACIÓN **ACI 211**

Solicitante Diego Ruiz Sánchez

1761
1747

AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

peso de tanda de ensayo 59.373
 Peso unitario de la mezcla teorica 2328
 Rendimiento 0.0255

Ajuste de agua de mezclado	208	Ra/c final	0.558
Ajuste de cantidad de cemento	373	F. Cemento	8.8
Ajuste de grava (húmedo)	889	% de grava	51
Ajuste de arena (húmedo)	858	% de arena	49

Materiales	Tanda
	0.636
Cemento	237.124
Agua	132.410
Arena	545.635
Grava	565.600
Total	1480.770

Arena
Grava

Dosificación		
Peso	Volumen	
1.00	1.00	Pie ³
23.7	23.7	Litros
2.30	2.47	Pie ³
2.39	2.48	Pie ³
	5.0	Pie ³

Peso unitario teorico final de la mezcla 2328 kg/m³
Peso unitario de la mezcla corregida 2328 kg/m³

Diseño de mezclas $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

LEMS W&C

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)**REFERENCIA** : RECOMENDACIÓN **ACI 211****Solicitante** Diego Ruiz Sánchez**DISEÑO DE RESISTENCIA** $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

I.) Datos del agregado grueso : Piedra Chancada - Tres Tomas

01.- Tamaño máximo nominal	1/2" pulg.
02.- Peso específico seco de masa	2803 Kg/m ³
03.- Peso Unitario compactado seco	1547 Kg/m ³
04.- Peso Unitario suelto seco	1445 Kg/m ³
05.- Contenido de humedad	0.4 %
06.- Contenido de absorción	1.3 %

II.) Datos del agregado fino : Arena Gruesa - La Victoria Patapo

07.- Peso específico seco de masa	2700 Kg/m ³
08.- Peso unitario seco suelto	1401 Kg/m ³
09.- Contenido de humedad	0.7 %
10.- Contenido de absorción	1.1 %
11.- Módulo de finiza (adimensional)	3.025

III.) Datos de la mezcla y otros

12.- Resistencia especificada a los 28 días	F'_{cr}	364 Kg/cm ²
13.- Relación agua cemento	$R^{a/c}$	0.460
14.- Asentamiento		4 Pulg.
15.- Volumen unitario del agua : Potable de la zona.	216	216 L/m ³
16.- Contenido de aire atrapado	0	2.5 %
17.- Volumen del agregado grueso		0.598 m ³
18.- Peso específico del cemento : Tipo MS - Pacasmayo		3150 Kg/m ³
19.- Aditivo Sin Aditivo		0.000 %
20.- Densidad aparente del aditivo :		0.000 g/cm ³

IV.) Cálculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

a.- C e m e n t o	469	0.149		
b.- A g u a	216	0.216		
c.- A i r e	2.5	0.025	Corrección por humedad	Agua Efectiva
d.- A r e n a	756	0.280	45 761	3.1
e.- G r a v a	925	0.330	55 929	8.2
	2369	1.000		11

V.) Resultado final de diseño (húmedo)

CEMENTO	469	Kg/m ³	11.729 kg	F'_{cemento} (en bolsas)	11.0
A G U A	227	L/m ³	5.682 L	$R^{a/c}$ de diseño	0.460
A R E N A	761	Kg/m ³	19.034 kg	$R^{a/c}$ de obra	0.484
P I E D R A	929	Kg/m ³	23.222 kg	Aditivo en Kg/m ³	0.000
Sin Aditivo	0.000	L/m ³	0.000 L		
	2387		59.668		

VI.) Tanda de ensayo **0.025 m³**

VII.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

En bolsa de 1 pie ³ P	1.0	1.62	1.98	20.6	Lts/pie ³
En bolsa de 1 pie ³ V	1.0	1.74	2.06	20.6	Lts/pie ³

LEMS W&C
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)

REFERENCIA : RECOMENDACIÓN **ACI 211**

Solicitante Diego Ruiz Sánchez

1690

1684

AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

peso de tanda de ensayo 59.668
Peso unitario de la mezcla teorica 2335
Rendimiento **0.0256**

Ajuste de agua de mezclado	205	Ra/c final	0.460
Ajuste de cantidad de cemento	445	F. Cemento	10.5
Ajuste de grava (húmedo)	909	% de grava	54
Ajuste de arena (húmedo)	776	% de arena	46
Ajuste por slump	0		
Ajuste de % de Grava	0		

Materiales	Tanda
	0.636
Cemento	283.415
Agua	130.484
Arena	493.435
Grava	578.122
Total	1485.455

Arena
Grava

Dosificación		
Peso	Volumen	
1.00	1.00	Pie ³
19.6	19.6	Litros
1.74	1.87	Pie ³
2.04	<u>2.12</u>	Pie ³
	4.0	Pie ³

Peso unitario teorico final de la mezcla **2335** kg/m³

Peso unitario de la mezcla corregida **2335** kg/m³

El fin de realizar ensayos en los testigos de concretos es obtener sus propiedades mecánicas de los mismos, principalmente la resistencia a la compresión simple del concreto, ya que, esta propiedad es fundamental para poder obtener el parámetro del E_c , el cual es el objetivo de la presente investigación. Para el ensayo de resistencia a la compresión se ensayaron testigos de concretos estándares, cuyas dimensiones son de 15 cm de diámetro por 30 cm de alto, el ensayo se realizó a una velocidad de carga rápida siguiendo lo estipulado por la N.T.P. 339.034 y la ASTM C-192.

La elaboración de las probetas de concreto se elaboró en un lapso de 8 días. El rendimiento para su elaboración fue de 30 probetas por día, se inició con las primeras 120 de probetas con $f'c=210$ kg/cm² y posteriormente las 120 probetas restantes con un $f'c=280$ kg/cm². Para su elaboración se tomó en cuenta los siguientes criterios:

- Se humedeció todo el material a emplear, tales como: moldes de probetas, bandejas, varillas, cono de Abrams, cucharones, etc. El objetivo de humedecer los materiales evitar la pérdida de agua en la mezcla por la absorción de estos materiales.
- Las probetas fueron almacenadas en lugares fresco y ventilados, evitando su exposición al sol para evitar pérdidas de humedad en el concreto y/o cambios bruscos de temperatura.

La producción de las 240 probetas de concreto con agregados de las canteras Tres Tomas y La Victoria se realizó en laboratorio; esta producción se inició después de haber realizado la corrección por slump y peso unitario del diseño de mezclas previo.

El concreto fue mezclado en un trompo con una capacidad de 11 ft³, de esta manera se buscó obtener una mezcla homogénea. El procedimiento de colocación de materiales fue el siguientes:

- Primero se colocó el agregado grueso junto con el agregado fino, estos se mezclaron por 30 segundos.
- Se procedió a colocar el cemento y un cuarto del agua a emplear, se dejó mezclar por un minuto.
- El tercer paso fue verter las $\frac{3}{4}$ partes de volumen de agua y dejar mezclar por 3 minutos.
- El cuarto paso consistió en dejar reposar la mezcla por dos minutos observando de esta manera su trabajabilidad.
- El quinto paso fue mezclar por 60 segundos más y finalmente vaciar en la bandeja para su verificación de slump; si es aceptable se procedería al vaciado

Se verificó la trabajabilidad del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ mediante el ensayo del cono de Abrams, el cual se aprecia en la figura 15. Se obtuvo un slump de 4'' pulgadas en ambas dosificaciones lo cual se consideró aceptable, ya que, el diseño se realizó para un slump de 4''.

Se procedió al llenado de los moldes de concreto cuyas medidas fueron de 15cm de diámetros x 30 cm de altura, para ellos se realizó el proceso en tres capas. Cada capa consistía en la colocación del concreto a un tercio de la altura total, luego se iniciaría el apisonado en forma de espiral hacia adentro con una varilla de 24'' de largo y 5/8'' de

diámetro, el apisonado se debió realizar 25 veces por capa, finalmente los moldes fueron golpeados con un mazo de goma de 1.25 +/- 0.5 libras por un total de 15 veces por capa. Habiendo realizado las 3 capas por molde se le realiza un acabado y nivelado en la parte superior del espécimen.

Se procedió a marcar cada testigo con el símbolo “D”, indicado de esta manera mi propiedad. Además, se le marco en la parte superior su dosificación de diseño, esto se observa en la figura 21.

Los testigos de concreto elaborados se mantuvieron después de su vaciado durante 24 horas en el molde, para que posteriormente sean trasladados debidamente al área de curado donde permanecieron un lapso de 7 días.



FIGURA 17: CURADO DE TESTIGOS DE CONCRETO

Después de alcanzar los 28 días desde su vaciado, los testigos fueron sometidos al ensayo de compresión simple. Para ello se tomaron datos como el diámetro de las probetas, para que de esta manera se nivelen las caras y se pueda trabajar con un diámetro óptimo de 15 cm teniendo así un adecuado ensayo a compresión simple.

4.3. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO SIMPLE

Para el ensayo de compresión se empleó una prensa hidráulica la cual fue calibrada de manera correcta por profesionales certificados de laboratorio. La función principal de esta máquina es aplicar fuerzas de compresión a las muestras ensayadas para de esta manera obtener la rotura de las mismas y determinar su carga máxima admisible.



FIGURA 18: PRENSA HIDRÁULICA ENSAYANDO TESTIGOS DE CONCRETO

Los resultados obtenidos para el ensayo de compresión simple se realizaron para un $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ a la edad de 28 días; además para fines académicos se realizaron ensayos de compresión a testigos de concreto a la edad de 7, 14, 21 y 28 días observando de esta manera su proyección de f'_c , los valores se presentan en las tablas 23 y 24 respectivamente, además en la figura 18 se observa la relación de edad vs. f'_c para ambas dosificaciones; posteriormente se realizó el ensayo para la determinación del módulo de elasticidad para los f'_c mencionados.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'_c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'_c (Kg/Cm ²)	f'_c (%)
1	Testigo 1	210	10/12/2020	07/01/2021	28	40827.73	15.2	181	225	107
2	Testigo 2	210	10/12/2020	07/01/2021	28	43391.44	15.2	181	239	114
3	Testigo 3	210	10/12/2020	07/01/2021	28	39702.34	15.2	181	219	104
4	Testigo 4	210	10/12/2020	07/01/2021	28	39963.30	15.2	181	220	105
5	Testigo 5	210	10/12/2020	07/01/2021	28	40613.66	15.2	181	224	107
6	Testigo 6	210	10/12/2020	07/01/2021	28	41818.55	15.2	181	230	110
7	Testigo 7	210	10/12/2020	07/01/2021	28	38915.39	15.2	181	214	102
8	Testigo 8	210	10/12/2020	07/01/2021	28	43266.06	15.2	181	238	114
9	Testigo 9	210	10/12/2020	07/01/2021	28	42697.25	15.2	181	235	112
10	Testigo 10	210	10/12/2020	07/01/2021	28	43900.10	15.2	181	242	115
11	Testigo 11	210	10/12/2020	07/01/2021	28	44255.86	15.2	181	244	116
12	Testigo 12	210	10/12/2020	07/01/2021	28	43195.72	15.2	181	238	113
13	Testigo 13	210	10/12/2020	07/01/2021	28	38361.88	15.2	181	211	101
14	Testigo 14	210	10/12/2020	07/01/2021	28	43898.06	15.2	181	242	115
15	Testigo 15	210	10/12/2020	07/01/2021	28	39007.14	15.2	181	215	102
16	Testigo 16	210	11/12/2020	08/01/2021	28	39178.57	15.2	181	216	103
17	Testigo 17	210	11/12/2020	08/01/2021	28	39630.63	15.2	181	218	104
18	Testigo 18	210	11/12/2020	08/01/2021	28	42021.70	15.2	181	232	110

19	Testigo 19	210	11/12/2020	08/01/2021	28	40660.42	15.2	181	224	107
20	Testigo 20	210	11/12/2020	08/01/2021	28	43614.56	15.2	181	240	114
21	Testigo 21	210	11/12/2020	08/01/2021	28	38889.70	15.2	181	214	102
22	Testigo 22	210	11/12/2020	08/01/2021	28	39535.18	15.2	181	218	104
23	Testigo 23	210	11/12/2020	08/01/2021	28	42328.92	15.2	181	233	111
24	Testigo 24	210	11/12/2020	08/01/2021	28	39072.95	15.2	181	215	103
25	Testigo 25	210	11/12/2020	08/01/2021	28	42268.10	15.2	181	233	111
26	Testigo 26	210	11/12/2020	08/01/2021	28	39201.69	15.2	181	216	103
27	Testigo 27	210	11/12/2020	08/01/2021	28	41273.39	15.2	181	227	108
28	Testigo 28	210	11/12/2020	08/01/2021	28	42861.96	15.2	181	236	112
29	Testigo 29	210	11/12/2020	08/01/2021	28	38150.54	15.2	181	210	100
30	Testigo 30	210	11/12/2020	08/01/2021	28	40633.55	15.2	181	224	107
31	Testigo 31	210	12/12/2020	09/01/2021	28	40431.42	15.2	181	223	106
32	Testigo 32	210	12/12/2020	09/01/2021	28	41295.45	15.2	181	228	108
33	Testigo 33	210	12/12/2020	09/01/2021	28	41998.96	15.2	181	231	110
34	Testigo 34	210	12/12/2020	09/01/2021	28	40991.70	15.2	181	226	108
35	Testigo 35	210	12/12/2020	09/01/2021	28	39461.43	15.2	181	217	104
36	Testigo 36	210	12/12/2020	09/01/2021	28	40176.10	15.2	181	221	105
37	Testigo 37	210	12/12/2020	09/01/2021	28	43352.79	15.2	181	239	114
38	Testigo 38	210	12/12/2020	09/01/2021	28	38463.98	15.2	181	212	101
39	Testigo 39	210	12/12/2020	09/01/2021	28	42312.18	15.2	181	233	111
40	Testigo 40	210	12/12/2020	09/01/2021	28	42882.81	15.2	181	236	113
41	Testigo 41	210	12/12/2020	09/01/2021	28	43713.38	15.2	181	241	115
42	Testigo 42	210	12/12/2020	09/01/2021	28	42102.19	15.2	181	232	110
43	Testigo 43	210	12/12/2020	09/01/2021	28	40071.89	15.2	181	221	105
44	Testigo 44	210	12/12/2020	09/01/2021	28	42121.72	15.2	181	232	111
45	Testigo 45	210	12/12/2020	09/01/2021	28	40920.78	15.2	181	226	107
46	Testigo 46	210	13/12/2020	10/01/2021	28	39611.82	15.2	181	218	104
47	Testigo 47	210	13/12/2020	10/01/2021	28	40923.72	15.2	181	226	107
48	Testigo 48	210	13/12/2020	10/01/2021	28	38796.50	15.2	181	214	102
49	Testigo 49	210	13/12/2020	10/01/2021	28	41903.28	15.2	181	231	110
50	Testigo 50	210	13/12/2020	10/01/2021	28	42873.51	15.2	181	236	113
51	Testigo 51	210	13/12/2020	10/01/2021	28	41174.16	15.2	181	227	108
52	Testigo 52	210	13/12/2020	10/01/2021	28	38911.05	15.2	181	214	102
53	Testigo 53	210	13/12/2020	10/01/2021	28	39104.77	15.2	181	216	103
54	Testigo 54	210	13/12/2020	10/01/2021	28	41158.89	15.2	181	227	108
55	Testigo 55	210	13/12/2020	10/01/2021	28	42677.69	15.2	181	235	112
56	Testigo 56	210	13/12/2020	10/01/2021	28	40008.59	15.2	181	220	105
57	Testigo 57	210	13/12/2020	10/01/2021	28	39095.67	15.2	181	215	103
58	Testigo 58	210	13/12/2020	10/01/2021	28	39294.92	15.2	181	217	103
59	Testigo 59	210	13/12/2020	10/01/2021	28	42098.11	15.2	181	232	110
60	Testigo 60	210	13/12/2020	10/01/2021	28	43108.99	15.2	181	238	113
61	Testigo 61	280	14/12/2020	11/01/2021	28	53847.09	15.2	181	297	106
62	Testigo 62	280	14/12/2020	11/01/2021	28	55467.89	15.2	181	306	109
63	Testigo 63	280	14/12/2020	11/01/2021	28	51016.31	15.2	181	281	100
64	Testigo 64	280	14/12/2020	11/01/2021	28	51352.70	15.2	181	283	101
65	Testigo 65	280	14/12/2020	11/01/2021	28	53794.09	15.2	181	296	106
66	Testigo 66	280	14/12/2020	11/01/2021	28	53655.45	15.2	181	296	106
67	Testigo 67	280	14/12/2020	11/01/2021	28	52369.01	15.2	181	289	103

68	Testigo 68	280	14/12/2020	11/01/2021	28	52512.74	15.2	181	289	103
69	Testigo 69	280	14/12/2020	11/01/2021	28	53740.06	15.2	181	296	106
70	Testigo 70	280	14/12/2020	11/01/2021	28	52044.85	15.2	181	287	102
71	Testigo 71	280	14/12/2020	11/01/2021	28	51768.60	15.2	181	285	102
72	Testigo 72	280	14/12/2020	11/01/2021	28	53757.39	15.2	181	296	106
73	Testigo 73	280	14/12/2020	11/01/2021	28	52776.76	15.2	181	291	104
74	Testigo 74	280	14/12/2020	11/01/2021	28	51865.44	15.2	181	286	102
75	Testigo 75	280	14/12/2020	11/01/2021	28	52049.95	15.2	181	287	102
76	Testigo 76	280	15/12/2020	12/01/2021	28	53777.67	15.2	181	296	106
77	Testigo 77	280	15/12/2020	12/01/2021	28	52935.93	15.2	181	292	104
78	Testigo 78	280	15/12/2020	12/01/2021	28	56314.35	15.2	181	310	111
79	Testigo 79	280	15/12/2020	12/01/2021	28	53700.70	15.2	181	296	106
80	Testigo 80	280	15/12/2020	12/01/2021	28	52252.74	15.2	181	288	103
81	Testigo 81	280	15/12/2020	12/01/2021	28	54775.97	15.2	181	302	108
82	Testigo 82	280	15/12/2020	12/01/2021	28	52181.12	15.2	181	288	103
83	Testigo 83	280	15/12/2020	12/01/2021	28	51228.62	15.2	181	282	101
84	Testigo 84	280	15/12/2020	12/01/2021	28	51916.26	15.2	181	286	102
85	Testigo 85	280	15/12/2020	12/01/2021	28	52756.26	15.2	181	291	104
86	Testigo 86	280	15/12/2020	12/01/2021	28	51923.11	15.2	181	286	102
87	Testigo 87	280	15/12/2020	12/01/2021	28	53008.26	15.2	181	292	104
88	Testigo 88	280	15/12/2020	12/01/2021	28	54501.13	15.2	181	300	107
89	Testigo 89	280	15/12/2020	12/01/2021	28	51648.85	15.2	181	285	102
90	Testigo 90	280	15/12/2020	12/01/2021	28	53528.04	15.2	181	295	105
91	Testigo 91	280	16/12/2020	13/01/2021	28	54339.88	15.2	181	299	107
92	Testigo 92	280	16/12/2020	13/01/2021	28	50871.58	15.2	181	280	100
93	Testigo 93	280	16/12/2020	13/01/2021	28	52035.46	15.2	181	287	102
94	Testigo 94	280	16/12/2020	13/01/2021	28	52828.35	15.2	181	291	104
95	Testigo 95	280	16/12/2020	13/01/2021	28	56271.55	15.2	181	310	111
96	Testigo 96	280	16/12/2020	13/01/2021	28	53146.35	15.2	181	293	105
97	Testigo 97	280	16/12/2020	13/01/2021	28	55625.17	15.2	181	307	109
98	Testigo 98	280	16/12/2020	13/01/2021	28	56222.26	15.2	181	310	111
99	Testigo 99	280	16/12/2020	13/01/2021	28	54843.22	15.2	181	302	108
100	Testigo 100	280	16/12/2020	13/01/2021	28	52705.75	15.2	181	290	104
101	Testigo 101	280	16/12/2020	13/01/2021	28	53279.12	15.2	181	294	105
102	Testigo 102	280	16/12/2020	13/01/2021	28	51586.24	15.2	181	284	102
103	Testigo 103	280	16/12/2020	13/01/2021	28	51382.69	15.2	181	283	101
104	Testigo 104	280	16/12/2020	13/01/2021	28	53884.13	15.2	181	297	106
105	Testigo 105	280	16/12/2020	13/01/2021	28	53313.05	15.2	181	294	105
106	Testigo 106	280	17/12/2020	14/01/2021	28	53873.37	15.2	181	297	106
107	Testigo 107	280	17/12/2020	14/01/2021	28	55329.43	15.2	181	305	109
108	Testigo 108	280	17/12/2020	14/01/2021	28	54697.68	15.2	181	301	108
109	Testigo 109	280	17/12/2020	14/01/2021	28	54022.57	15.2	181	298	106
110	Testigo 110	280	17/12/2020	14/01/2021	28	55631.45	15.2	181	307	109
111	Testigo 111	280	17/12/2020	14/01/2021	28	54436.41	15.2	181	300	107
112	Testigo 112	280	17/12/2020	14/01/2021	28	55323.70	15.2	181	305	109
113	Testigo 113	280	17/12/2020	14/01/2021	28	51923.65	15.2	181	286	102
114	Testigo 114	280	17/12/2020	14/01/2021	28	52390.77	15.2	181	289	103
115	Testigo 115	280	17/12/2020	14/01/2021	28	55029.07	15.2	181	303	108
116	Testigo 116	280	17/12/2020	14/01/2021	28	51821.21	15.2	181	286	102

117	Testigo 117	280	17/12/2020	14/01/2021	28	53320.50	15.2	181	294	105
118	Testigo 118	280	17/12/2020	14/01/2021	28	50949.64	15.2	181	281	100
119	Testigo 119	280	17/12/2020	14/01/2021	28	53407.85	15.2	181	294	105
120	Testigo 120	280	17/12/2020	14/01/2021	28	55631.13	15.2	181	307	109

TABLA 25: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE $F'_c = 210 \text{ KG/CM}^2$ Y $F'_c = 280 \text{ KG/CM}^2$ A LOS 28 DÍAS.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'_c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm^2)	f'_c (Kg/cm^2)	f'_c (%)
1	Testigo 1	210	10/12/2020	17/12/2020	7	28579.41	15.2	181	157	75
2	Testigo 2	210	10/12/2020	17/12/2020	7	28204.43	15.2	181	155	74
3	Testigo 3	210	10/12/2020	17/12/2020	7	29379.73	15.2	181	162	77
4	Testigo 4	210	10/12/2020	24/12/2020	14	34541.04	15.2	181	190	91
5	Testigo 5	210	10/12/2020	24/12/2020	14	34295.29	15.2	181	189	90
6	Testigo 6	210	10/12/2020	24/12/2020	14	34713.15	15.2	181	191	91
7	Testigo 7	210	10/12/2020	31/12/2020	21	36847.02	15.2	181	203	97
8	Testigo 8	210	10/12/2020	31/12/2020	21	36585.71	15.2	181	202	96
9	Testigo 9	210	10/12/2020	31/12/2020	21	37511.90	15.2	181	207	98
10	Testigo 10	210	10/12/2020	07/01/2021	28	40827.73	15.2	181	225	107
11	Testigo 11	210	10/12/2020	07/01/2021	28	39702.34	15.2	181	219	104
12	Testigo 12	210	10/12/2020	07/01/2021	28	43391.44	15.2	181	239	114
13	Testigo 13	280	14/12/2020	21/12/2020	7	36758.92	15.2	181	203	72
14	Testigo 14	280	14/12/2020	21/12/2020	7	34931.04	15.2	181	193	69
15	Testigo 15	280	14/12/2020	21/12/2020	7	38513.19	15.2	181	212	76
16	Testigo 16	280	14/12/2020	28/12/2020	14	44110.70	15.2	181	243	87
17	Testigo 17	280	14/12/2020	28/12/2020	14	42992.05	15.2	181	237	85
18	Testigo 18	280	14/12/2020	28/12/2020	14	45279.02	15.2	181	250	89
19	Testigo 19	280	14/12/2020	04/01/2021	21	49887.10	15.2	181	275	98
20	Testigo 20	280	14/12/2020	04/01/2021	21	48903.46	15.2	181	270	96
21	Testigo 21	280	14/12/2020	04/01/2021	21	50483.51	15.2	181	278	99
22	Testigo 22	280	14/12/2020	11/01/2021	28	52512.74	15.2	181	289	103
23	Testigo 23	280	14/12/2020	11/01/2021	28	52044.85	15.2	181	287	102
24	Testigo 24	280	14/12/2020	11/01/2021	28	53740.06	15.2	181	296	106

TABLA 26: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE $F'_c = 210 \text{ KG/CM}^2$ Y $F'_c = 280 \text{ KG/CM}^2$ A LOS 7,14,21 Y 28 DÍAS

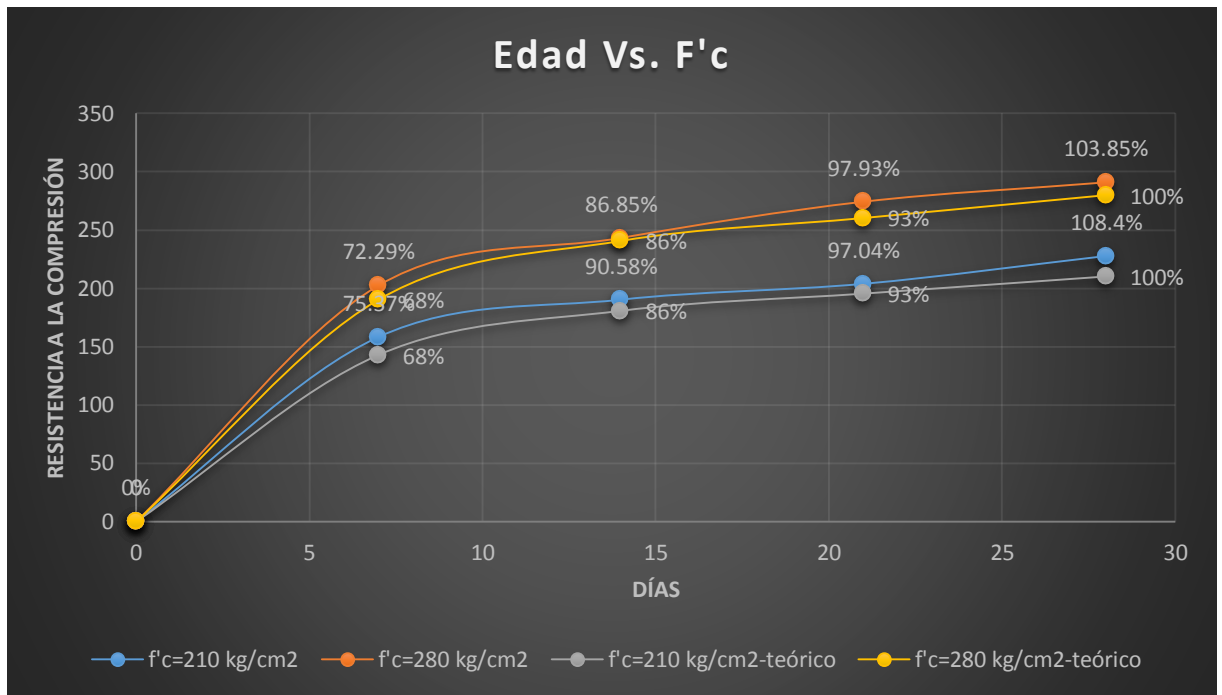


FIGURA 19: CURVA EDAD VS. F'c DEL CONCRETO SIMPLE

De acuerdo a la figura 19 se observa que habiendo realizado un buen curado del concreto simple se obtienen los siguientes porcentajes para una dosificación de $f'_c=210$ kg/cm² y $f'_c=280$ kg/cm² a las edades de 7,14,21 y 28 días, un 75.37%, 90.58%, 97.04% y 108.4% para la primera dosificación en el tiempo especificado y para la segunda se obtienen porcentajes de 72.29% ,86.85%, 97.93% y 103.85%.

En las tablas 27 y 28 se observa la cantidad de material empleado para la elaboración de 120 probetas de $f'_c=210$ kg/cm² y 120 probetas de $f'_c=280$ kg/cm²; además en la tabla 29 se indica la cantidad de material total empleado en la presente investigación, tomando a criterio un desperdicio del 5%.

f'c:	210 Kg/cm ²				
Material	Cantidad	Tanda por ronda	Tanda requerida	Cantidad requerida	
Cemento	237124.00 gr	4.5	120	237.124 Kg	5.58 bls
Agua	132410.00 mL	4.5	120	132.41 Lt	0.132 m3
Arena	545635.00 gr	4.5	120	545.635 Kg	0.202 m3
Grava	565600.00 gr	4.5	120	565.600 Kg	0.202 m3

TABLA 27: CANTIDAD DE MATERIAL PARA F'c=210 KG/CM²

f'c:	280 Kg/cm²				
Material	Cantidad	Tanda por ronda	Tanda requerida	Cantidad requerida	
Cemento	283145.00 gr	4.5	120	283.145 Kg	6.67 bls
Agua	130484.00 mL	4.5	120	130.484 Lt	0.130 m3
Arena	493435.00 gr	4.5	120	493.435 Kg	0.183 m3
Grava	578122.00 gr	4.5	120	578.122 Kg	0.206 m3

TABLA 28: CANTIDAD DE MATERIAL PARA $F'_c = 280 \text{ KG/CM}^2$

Material	Cantidad
Cemento	12.86 bls
Agua	0.278 m3
Arena	0.404 m3
Grava	0.423 m3

TABLA 29: CANTIDAD TOTAL DE MATERIAL EN LA INVESTIGACIÓN(5% DESPERDICIO)

Cantidad vaciada=	1.27 m3
Volumen de probeta=	0.0053 m3
Cantidad de probetas=	240

TABLA 30: VOLUMEN VACIADO DE CONCRETO



FIGURA 20: VERIFICACIÓN DEL SLUMP EN EL CONCRETO (210 KG/CM^2 Y 280 KG/CM^2)



FIGURA 21: VERIFICACIÓN DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO



FIGURA 22: COLOCACIÓN DE MARCA A TESTIGOS DE CONCRETO

Como se mencionó anteriormente, se tomó en cuenta el peso unitario del concreto fresco del concreto, el cual fue empleado para la corrección de diseño. Estos valores se han adjuntado en la tabla 31. En la tabla 32 se indicaron los parámetros estadísticos obtenidos del peso unitario del concreto fresco, de acuerdo a ella se obtuvo un valor promedio del concreto fresco igual a 2341.82 Kg/cm^3 .

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020					
N° de testigo	Fecha	Concreto Fresco	Concreto Fresco	Vol. Recipiente	PUCF
1	jueves, 10 de diciembre de 2020	12.671 Kg	12.671 Kg	0.00530 m ³	2390 Kg/m ³
2	jueves, 10 de diciembre de 2020	12.484 Kg	12.484 Kg	0.00530 m ³	2355 Kg/m ³
3	jueves, 10 de diciembre de 2020	11.987 Kg	11.987 Kg	0.00530 m ³	2261 Kg/m ³
4	jueves, 10 de diciembre de 2020	12.145 Kg	12.145 Kg	0.00530 m ³	2291 Kg/m ³

5	jueves, 10 de diciembre de 2020	12.578 Kg	12.578 Kg	0.00530 m3	2373 Kg/m3
6	jueves, 10 de diciembre de 2020	12.435 Kg	12.435 Kg	0.00530 m3	2346 Kg/m3
7	jueves, 10 de diciembre de 2020	11.878 Kg	11.878 Kg	0.00530 m3	2241 Kg/m3
8	jueves, 10 de diciembre de 2020	12.328 Kg	12.328 Kg	0.00530 m3	2325 Kg/m3
9	jueves, 10 de diciembre de 2020	12.589 Kg	12.589 Kg	0.00530 m3	2375 Kg/m3
10	jueves, 10 de diciembre de 2020	12.264 Kg	12.264 Kg	0.00530 m3	2313 Kg/m3
11	jueves, 10 de diciembre de 2020	12.248 Kg	12.248 Kg	0.00530 m3	2310 Kg/m3
12	jueves, 10 de diciembre de 2020	12.198 Kg	12.198 Kg	0.00530 m3	2301 Kg/m3
13	jueves, 10 de diciembre de 2020	12.245 Kg	12.245 Kg	0.00530 m3	2310 Kg/m3
14	jueves, 10 de diciembre de 2020	12.231 Kg	12.231 Kg	0.00530 m3	2307 Kg/m3
15	jueves, 10 de diciembre de 2020	12.289 Kg	12.289 Kg	0.00530 m3	2318 Kg/m3
16	viernes, 11 de diciembre de 2020	12.156 Kg	12.156 Kg	0.00530 m3	2293 Kg/m3
17	viernes, 11 de diciembre de 2020	12.387 Kg	12.387 Kg	0.00530 m3	2337 Kg/m3
18	viernes, 11 de diciembre de 2020	12.442 Kg	12.442 Kg	0.00530 m3	2347 Kg/m3
19	viernes, 11 de diciembre de 2020	12.389 Kg	12.389 Kg	0.00530 m3	2337 Kg/m3
20	viernes, 11 de diciembre de 2020	11.989 Kg	11.989 Kg	0.00530 m3	2261 Kg/m3
21	viernes, 11 de diciembre de 2020	12.458 Kg	12.458 Kg	0.00530 m3	2350 Kg/m3
22	viernes, 11 de diciembre de 2020	12.674 Kg	12.674 Kg	0.00530 m3	2391 Kg/m3
23	viernes, 11 de diciembre de 2020	12.387 Kg	12.387 Kg	0.00530 m3	2337 Kg/m3
24	viernes, 11 de diciembre de 2020	12.342 Kg	12.342 Kg	0.00530 m3	2328 Kg/m3
25	viernes, 11 de diciembre de 2020	12.512 Kg	12.512 Kg	0.00530 m3	2360 Kg/m3
26	viernes, 11 de diciembre de 2020	12.474 Kg	12.474 Kg	0.00530 m3	2353 Kg/m3
27	viernes, 11 de diciembre de 2020	12.325 Kg	12.325 Kg	0.00530 m3	2325 Kg/m3
28	viernes, 11 de diciembre de 2020	12.301 Kg	12.301 Kg	0.00530 m3	2320 Kg/m3
29	viernes, 11 de diciembre de 2020	12.314 Kg	12.314 Kg	0.00530 m3	2323 Kg/m3
30	viernes, 11 de diciembre de 2020	12.204 Kg	12.204 Kg	0.00530 m3	2302 Kg/m3
31	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.009 Kg	12.009 Kg	0.00530 m3	2265 Kg/m3
32	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.458 Kg	12.458 Kg	0.00530 m3	2350 Kg/m3
33	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.374 Kg	12.374 Kg	0.00530 m3	2334 Kg/m3
34	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.659 Kg	12.659 Kg	0.00530 m3	2388 Kg/m3
35	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.442 Kg	12.442 Kg	0.00530 m3	2347 Kg/m3
36	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.004 Kg	12.004 Kg	0.00530 m3	2264 Kg/m3
37	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.009 Kg	12.009 Kg	0.00530 m3	2265 Kg/m3
38	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.145 Kg	12.145 Kg	0.00530 m3	2291 Kg/m3
39	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.641 Kg	12.641 Kg	0.00530 m3	2384 Kg/m3
40	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.437 Kg	12.437 Kg	0.00530 m3	2346 Kg/m3
41	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.487 Kg	12.487 Kg	0.00530 m3	2355 Kg/m3
42	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.421 Kg	12.421 Kg	0.00530 m3	2343 Kg/m3
43	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.348 Kg	12.348 Kg	0.00530 m3	2329 Kg/m3
44	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.378 Kg	12.378 Kg	0.00530 m3	2335 Kg/m3

45	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.389 Kg	12.389 Kg	0.00530 m3	2337 Kg/m3
46	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.321 Kg	12.321 Kg	0.00530 m3	2324 Kg/m3
47	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.248 Kg	12.248 Kg	0.00530 m3	2310 Kg/m3
48	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.202 Kg	12.202 Kg	0.00530 m3	2302 Kg/m3
49	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.254 Kg	12.254 Kg	0.00530 m3	2311 Kg/m3
50	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.119 Kg	12.119 Kg	0.00530 m3	2286 Kg/m3
51	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.210 Kg	12.210 Kg	0.00530 m3	2303 Kg/m3
52	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.432 Kg	12.432 Kg	0.00530 m3	2345 Kg/m3
53	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.574 Kg	12.574 Kg	0.00530 m3	2372 Kg/m3
54	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.249 Kg	12.249 Kg	0.00530 m3	2311 Kg/m3
55	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.329 Kg	12.329 Kg	0.00530 m3	2326 Kg/m3
56	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.301 Kg	12.301 Kg	0.00530 m3	2320 Kg/m3
57	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.240 Kg	12.240 Kg	0.00530 m3	2309 Kg/m3
58	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.243 Kg	12.243 Kg	0.00530 m3	2309 Kg/m3
59	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.201 Kg	12.201 Kg	0.00530 m3	2301 Kg/m3
60	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.127 Kg	12.127 Kg	0.00530 m3	2287 Kg/m3
61	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.490 Kg	12.490 Kg	0.00530 m3	2356 Kg/m3
62	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.324 Kg	12.324 Kg	0.00530 m3	2325 Kg/m3
63	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.245 Kg	12.245 Kg	0.00530 m3	2310 Kg/m3
64	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.207 Kg	12.207 Kg	0.00530 m3	2303 Kg/m3
65	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.684 Kg	12.684 Kg	0.00530 m3	2393 Kg/m3
66	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.646 Kg	12.646 Kg	0.00530 m3	2385 Kg/m3
67	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.649 Kg	12.649 Kg	0.00530 m3	2386 Kg/m3
68	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.630 Kg	12.630 Kg	0.00530 m3	2382 Kg/m3
69	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.587 Kg	12.587 Kg	0.00530 m3	2374 Kg/m3
70	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.590 Kg	12.590 Kg	0.00530 m3	2375 Kg/m3
71	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.463 Kg	12.463 Kg	0.00530 m3	2351 Kg/m3
72	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.425 Kg	12.425 Kg	0.00530 m3	2344 Kg/m3
73	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.670 Kg	12.670 Kg	0.00530 m3	2390 Kg/m3
74	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.774 Kg	12.774 Kg	0.00530 m3	2410 Kg/m3
75	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.335 Kg	12.335 Kg	0.00530 m3	2327 Kg/m3
76	martes, 15 de diciembre de 2020	12.078 Kg	12.078 Kg	0.00530 m3	2278 Kg/m3
77	martes, 15 de diciembre de 2020	12.998 Kg	12.998 Kg	0.00530 m3	2452 Kg/m3
78	martes, 15 de diciembre de 2020	12.589 Kg	12.589 Kg	0.00530 m3	2375 Kg/m3
79	martes, 15 de diciembre de 2020	12.263 Kg	12.263 Kg	0.00530 m3	2313 Kg/m3
80	martes, 15 de diciembre de 2020	12.361 Kg	12.361 Kg	0.00530 m3	2332 Kg/m3
81	martes, 15 de diciembre de 2020	12.610 Kg	12.610 Kg	0.00530 m3	2379 Kg/m3
82	martes, 15 de diciembre de 2020	12.380 Kg	12.380 Kg	0.00530 m3	2335 Kg/m3
83	martes, 15 de diciembre de 2020	12.172 Kg	12.172 Kg	0.00530 m3	2296 Kg/m3
84	martes, 15 de diciembre de 2020	12.998 Kg	12.998 Kg	0.00530 m3	2452 Kg/m3

85	martes, 15 de diciembre de 2020	12.628 Kg	12.628 Kg	0.00530 m3	2382 Kg/m3
86	martes, 15 de diciembre de 2020	12.535 Kg	12.535 Kg	0.00530 m3	2364 Kg/m3
87	martes, 15 de diciembre de 2020	12.664 Kg	12.664 Kg	0.00530 m3	2389 Kg/m3
88	martes, 15 de diciembre de 2020	12.277 Kg	12.277 Kg	0.00530 m3	2316 Kg/m3
89	martes, 15 de diciembre de 2020	12.900 Kg	12.900 Kg	0.00530 m3	2433 Kg/m3
90	martes, 15 de diciembre de 2020	12.650 Kg	12.650 Kg	0.00530 m3	2386 Kg/m3
91	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.313 Kg	12.313 Kg	0.00530 m3	2323 Kg/m3
92	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.418 Kg	12.418 Kg	0.00530 m3	2342 Kg/m3
93	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.138 Kg	12.138 Kg	0.00530 m3	2290 Kg/m3
94	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.507 Kg	12.507 Kg	0.00530 m3	2359 Kg/m3
95	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.756 Kg	12.756 Kg	0.00530 m3	2406 Kg/m3
96	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.746 Kg	12.746 Kg	0.00530 m3	2404 Kg/m3
97	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.330 Kg	12.330 Kg	0.00530 m3	2326 Kg/m3
98	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.847 Kg	12.847 Kg	0.00530 m3	2423 Kg/m3
99	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.667 Kg	12.667 Kg	0.00530 m3	2389 Kg/m3
100	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.701 Kg	12.701 Kg	0.00530 m3	2396 Kg/m3
101	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.432 Kg	12.432 Kg	0.00530 m3	2345 Kg/m3
102	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.162 Kg	12.162 Kg	0.00530 m3	2294 Kg/m3
103	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.601 Kg	12.601 Kg	0.00530 m3	2377 Kg/m3
104	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.585 Kg	12.585 Kg	0.00530 m3	2374 Kg/m3
105	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.028 Kg	12.028 Kg	0.00530 m3	2269 Kg/m3
106	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.982 Kg	12.982 Kg	0.00530 m3	2449 Kg/m3
107	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.484 Kg	12.484 Kg	0.00530 m3	2355 Kg/m3
108	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.811 Kg	12.811 Kg	0.00530 m3	2417 Kg/m3
109	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.611 Kg	12.611 Kg	0.00530 m3	2379 Kg/m3
110	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.404 Kg	12.404 Kg	0.00530 m3	2340 Kg/m3
111	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.383 Kg	12.383 Kg	0.00530 m3	2336 Kg/m3
112	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.835 Kg	12.835 Kg	0.00530 m3	2421 Kg/m3
113	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.042 Kg	12.042 Kg	0.00530 m3	2271 Kg/m3
114	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.339 Kg	12.339 Kg	0.00530 m3	2327 Kg/m3
115	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.680 Kg	12.680 Kg	0.00530 m3	2392 Kg/m3
116	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.711 Kg	12.711 Kg	0.00530 m3	2398 Kg/m3
117	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.098 Kg	12.098 Kg	0.00530 m3	2282 Kg/m3
118	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.671 Kg	12.671 Kg	0.00530 m3	2390 Kg/m3
119	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.307 Kg	12.307 Kg	0.00530 m3	2321 Kg/m3
120	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.198 Kg	12.198 Kg	0.00530 m3	2301 Kg/m3

TABLA 31: VALORES DEL DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO

N°	Válidos	120
	Perdidos	0
Media	2341.817 Kg/m ³	
Mediana	2337.000 Kg/m ³	
Moda	2310.000 Kg/m ³	
Desv. Típica	44.428 Kg/m ³	
Varianza	1973.832 Kg/m ³	
Rango	211.000 Kg/m ³	
Mínimo	2241.000 Kg/m ³	
Máximo	2452.000 Kg/m ³	

TABLA 32: PARÁMETROS ESTADÍSTICOS DEL PUCF

4.4. DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO Y RAZÓN DE POISSON

La norma E-060 da a conocer en el artículo 8.5.2. una manera de determinar el parámetro E_c para concretos con un peso unitario de aproximadamente 2300 kg/m³. La fórmula mencionada es la siguiente:

$$E_c = 15000 \sqrt{f'_c \left(\frac{kg}{cm^2} \right)}$$

Cabe resaltar que la norma E-060 en el artículo 8.5.3., da pase a utilizar otros valores para el E_c , siempre y cuando sean estos respaldados por ensayos de laboratorio, debido a esta mención se procede a realizar la presente investigación [5].

Se procedió a realizar un cuadro comparativo entre los módulos de elasticidad obtenidos en laboratorio vs. los propiciados por la norma E-060, observando variaciones entre el valor teórico y el valor experimental, tanto para los diseños de $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$.



FIGURA 23: ENSAYO DE MÓDULO DE ELASTICIDAD EN PROBETAS DE CONCRETO SIMPLE

Diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

σ_u (Kg/cm ²)	E_c (exp.) Kg/cm ²	E_c (E-060) Kg/cm ²
225	219299.226	224998.867
239.13	229450.476	231955.539
218.8	211861.372	221876.245
220.23	220668.254	222604.232
223.82	226921.994	224408.236
230.46	237633.027	227712.687
214.46	216589.75	219666.301
238.44	240064.759	231620.172
235.3	218607.414	230092.61
241.93	236729.041	233311.15
243.89	250278.464	234254.601
238.05	222798.016	231431.826
211.41	214324.116	218098.484
241.92	234671.656	233305.733
214.96	203174.883	219925.081
215.91	217040.486	220407.82
218.4	211960.131	221675.754
231.58	220017.644	228265.099
224.08	214207.432	224537.382
240.36	226331.236	232551.143
214.32	198603.645	219593.773
217.87	204581.124	221408.641
233.27	242301.395	229098.006
215.33	216184.94	220110.53
232.94	218604.213	228933.358
216.04	217460.289	220472.865
227.45	238308.396	226223.553
236.21	238382.619	230536.004
210.24	201713.625	217496.901
223.93	227982.595	224463.188
222.81	219414.131	223904.201
227.58	211612.912	226284.001
231.45	242540.946	228203.348
225.9	209681.071	225450.239
217.47	201928.461	221202.043
221.41	222881.91	223196.108
238.91	221763.145	231852.226
211.97	220898.71	218388.533
233.18	226642.663	229052.72
236.32	221296.31	230592.07
240.9	245894.271	232814.447
232.02	226847.644	228483.608
220.83	211293.875	222906.449
232.13	216125.736	228536.614
225.51	219543.254	225255.132
218.3	224434.508	221623.159

σ_u	E_c (exp.)	E_c (E-060)
(Kg/cm ²)	Kg/cm ²	Kg/cm ²
225.53	220791.653	225263.206
213.8	208620.95	219330.475
230.92	234908.133	227943.241
236.27	230247.47	230567.066
226.91	210218.647	225951.432
214.44	214418.27	219654.056
215.5	205563.37	220200.136
226.82	217227.938	225909.524
235.19	220861.231	230039.899
220.48	209560.365	222730.316
215.45	211704.423	220174.514
216.55	222711.887	220734.862
232	225958.143	228472.561
237.57	239927.821	231199.367

Media aritmética: 221575.811 kg/cm²

Desviación estándar: 11843.263 kg/cm²

Coefficiente de variación: 5.35%

Control: Laboratorio

Diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

σ_u (Kg/cm ²)	E_c (exp.) Kg/cm ²	E_c (E-060) Kg/cm ²
296.75	270255.952	270255.952
305.68	275202.161	275202.161
281.15	252887.79	252887.79
283	242979.955	242979.955
296.45	254013.343	254013.343
295.69	239134.881	239134.881
288.6	269328.502	269328.502
289.39	248969.094	248969.094
296.16	252467.956	252467.956
286.81	249392.733	249392.733
285.29	256115.89	256115.89
296.25	253277.05	253277.05
290.85	243266.507	243266.507
285.83	257474.738	257474.738
286.84	248017.84	248017.84
296.36	250028.647	250028.647
291.72	249525.113	249525.113
310.34	282107.999	282107.999
295.94	277589.342	277589.342
287.96	240200.175	240200.175
301.87	274288.841	274288.841
287.57	238990.206	238990.206
282.32	236952.661	236952.661
286.11	249076.633	249076.633
290.73	250676.704	250676.704
286.14	255820.307	255820.307
292.12	276956.282	276956.282
300.35	242914.674	242914.674
284.63	266468.702	266468.702
294.99	248592.537	248592.537
299.46	280993.829	280993.829
280.35	236843.09	236843.09
286.76	237786.759	237786.759
291.13	252092.186	252092.186
310.11	277667.407	277667.407
292.88	260869.646	260869.646
306.55	272687.997	272687.997
309.84	267967.78	267967.78
302.24	244460.853	244460.853
290.46	240251.454	240251.454
293.62	280716.04	280716.04
284.29	265560.663	265560.663

Diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

σ_u	E_c (exp.)	E_c (E-060)
(Kg/cm^2)	Kg/cm^2	Kg/cm^2
283.17	245291.776	245291.776
296.95	251227.158	251227.158
293.8	269700.456	269700.456
296.89	277021.941	277021.941
304.92	294517.581	294517.581
301.43	286562.53	286562.53
297.71	237656.515	237656.515
306.58	251051.324	251051.324
299.99	264136.636	264136.636
304.88	267355.073	267355.073
286.15	254589.072	254589.072
288.72	273739.306	273739.306
303.26	299136.503	299136.503
285.58	224491.458	224491.458
293.84	241695.898	241695.898
280.78	243722.481	243722.481
294.33	254245.841	254245.841
306.58	257284.218	257284.218

Media aritmética: 257738.278 kg/cm^2

Desviación estándar: 16102.332 kg/cm^2

Coefficiente de variación: 6.25%

Control: Laboratorio

Para esta investigación se ha considerado conveniente realizar un análisis de resultados de la razón de Poisson, para que de esta manera se pueda dar una tendencia para los diseños estructurales en la región Lambayeque, ya que en los softwares de diseño estructural es uno de los parámetros para un correcto diseño. En base a lo mencionado se realizó el análisis de 30 probetas de concreto, de las cuales se obtuvieron las siguientes deformaciones unitarias transversales.

N° de muestras	€ unitaria	€ unitaria	€ unitaria	μ
	$\epsilon_2 (S_2)$	$\epsilon_{t2} (S_{t2})$	$\epsilon_{t1} (S_{t1})$	
1	0.000384	0.0003563	0.0002876	0.20549015
2	0.000396	0.0003772	0.0003222	0.1589403
3	0.0003947	0.0003989	0.0003362	0.18198043
4	0.0003824	0.0003783	0.000304	0.22356757
5	0.0003804	0.0003597	0.0003173	0.12831013
6	0.0003742	0.0003672	0.0003058	0.18945644
7	0.0003789	0.0003968	0.0003108	0.26146973
8	0.0003816	0.00041	0.000324	0.25936475
9	0.0003872	0.0003814	0.0003169	0.19133606
10	0.0003876	0.0003834	0.0003113	0.21351391
11	0.0003735	0.0003575	0.0003091	0.14941358
12	0.0003976	0.00036	0.000283	0.22146784
13	0.0004057	0.0003738	0.0003145	0.16678984
14	0.0004	0.0003619	0.0003089	0.15164555
15	0.0003905	0.000367	0.0002926	0.2186813
16	0.0004034	0.0003766	0.0002866	0.25473313
17	0.0003947	0.0003989	0.0003058	0.27008993
18	0.0003804	0.0003563	0.0002876	0.20792978
19	0.0003735	0.00036	0.0003145	0.14064915
20	0.000396	0.0003672	0.0002866	0.23294798
21	0.0004034	0.0003575	0.0003362	0.06027165
22	0.000384	0.0003766	0.0003113	0.19550898
23	0.0003816	0.00041	0.0003145	0.28799759
24	0.0004034	0.00036	0.0003222	0.10696095
25	0.000384	0.0003772	0.0003145	0.18772455
26	0.0003872	0.000367	0.0003173	0.14739027
27	0.0003824	0.0003563	0.0003113	0.13537906
28	0.0004	0.00041	0.0002926	0.33542857
29	0.0003804	0.0003619	0.000304	0.17524213
30	0.000396	0.0003783	0.0003113	0.19364162

TABLA 33: RAZÓN DE POISSON DEL CONCRETO EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. ANÁLISIS DE LAS PROPIEADES DE LOS AGREGADOS

Para realizar un correcto análisis de las propiedades que presentan los agregados empleados en el diseño de mezclas, se siguieron los parámetros estipulados por la N.T.P. para cada ensayo realizado.

Respecto al agregado fino en el ensayo de granulometría, de acuerdo N.T.P. 400.012 en el artículo 7.3 indica que la muestra mínima secada en horno de agregado fino debe ser de 300 gr, se observa en la tabla 13 que para la presente investigación se ha empleado una muestra equivalente a 445.56 gr. En base al artículo 9.2 de la N.T.P. 400.012 da a conocer que para realizar el cálculo del módulo de finura se debe sumar los porcentajes acumulados retenidos en los siguientes tamices: 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y dividirlos entre 100. Además en la N.T.P. 400.037, resalta en el artículo 6.2 que el agregado fino no presentará una sumatoria mayor al 45% de dos mayas consecutivas y su módulo de finura se encontrará entre los valores de 2.3 y 3.1, dando como una posible variación un ± 0.2 del parámetro mencionado. [26] En base a lo mencionado, se observa que en la presente investigación ninguna malla consecutiva suma más del 45% de porcentaje de masa retenida y el módulo de finura a emplear fue de 3.03. En la figura 9 se aprecia la curva granulométrica del agregado fino, así como los husos a emplearse en base a la N.T.P. 400.037. Además en base al ensayo de gravedad específica y absorción del agregado fino y el ensayo para contenido de humedad, se puede analizar que se contó con un agregado relativamente poroso con un porcentaje de absorción del 1.13% y un porcentaje de humedad del 0.72%, lo cual originó un mayor empleo de agua para la mezcla así mismo como una corrección por humedad durante el diseño, esto se respalda con la afirmación de Abanto, la cual dice que cuando un agregado cuenta con un porcentaje de humedad menor al de absorción, este tomará agua de la mezcla para encontrarse en las condiciones óptimas, por ello se debe aumentar el agua a la mezcla para no cambiar la relación a/c [23].

En base al agregado grueso en el ensayo de granulometría, de acuerdo N.T.P. 400.012 en el artículo 7.4 indica que la muestra mínima secada en horno de agregado grueso para material con tamaño máximo nominal de 1/2" debe ser de 2 Kg, se observa en la tabla 18 que para la presente investigación se ha empleado una muestra equivalente a 3855.10 gr. En la figura 13 se aprecia la curva granulométrica del agregado grueso, así como los husos

a emplearse en base a la N.T.P. 400.037, las cuales se definen en base al tamaño máximo nominal. Además en base al ensayo de gravedad específica y absorción del agregado fino y el ensayo para contenido de humedad, se puede analizar que se contó con un agregado relativamente poroso con un porcentaje de absorción del 1.28% y un porcentaje de humedad del 0.4%, lo cual originó un mayor empleo de agua para la mezcla así mismo como una corrección por humedad durante el diseño, esto se respalda con la afirmación de Abanto, la cual dice que cuando un agregado cuenta con un porcentaje de humedad menor al de absorción, este tomará agua de la mezcla para encontrarse en las condiciones óptimas, por ello se debe aumentar el agua a la mezcla para no cambiar la relación a/c [23]

5.2. ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

Para indicar que el diseño de mezclas realizado para un $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ se realizó de manera satisfactoria se tomó en cuenta cuatro criterios. El primer es en base a lo estipulado por la norma E-060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, la cual en el artículo 5.6.2.3. indica que: “un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de dos probetas de la misma muestra de concreto ensayadas a una edad de 28 días o mayor a esta...”, además de cumplir lo estipulado en el artículo 5.6.3.3. para probetas curadas en laboratorio, donde indica que cada promedio de tres ensayos debe ser igual o mayor al f'_c de diseño y que la máxima variación posible es de $\pm 35 \text{ kg/cm}^2$ en base al patrón de diseño [26].

El segundo criterio es en base a los autores Jiménez, García y Moran, ellos definen una resistencia a compresión característica la cual denominan como “ f'_{ck} ”, así se le denomina a cualquier concreto que presente un grado de confianza del 95%, es decir, que exista una probabilidad del 95% que sus valores individuales de resistencia a la compresión sean mayores o igual a la de diseño [25]. La fórmula a emplear es la siguiente:

$$f'_{ck} = f'_{cm} (1 - 1.64\delta)$$

$$f'_{cm} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} f'_{ci}$$

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \left(\frac{f'_{ci} - f'_{cm}}{f'_{cm}} \right)^2}$$

Donde:

f'_{cm} : Resistencia a la compresión promedio de probetas ensayadas.

δ : Coeficiente de variación de la población de resistencias de compresión de probetas ensayadas.

El tercer criterio a emplear será el estipulado por Padilla, el menciona que se deben ordenar los valores obtenidos del ensayo a compresión de mayor a menor, luego, se procede a dividir el grupo conformado por n ensayos, para la presente investigación fueron 120 ensayos, en partes iguales. Finalmente, con estos grupos conformados se procede a obtener el promedio de cada uno de ellos para posteriormente emplear los valores obtenidos en la presente fórmula [17]:

$$f'_{ck} = 2f'_{cm-1} - f'_{cm-2}$$

Donde:

f'_{cm-1} : Resistencia a la compresión promedio de probetas ensayadas en el primer grupo.

f'_{cm-2} : Resistencia a la compresión promedio de probetas ensayadas en el segundo grupo.

El cuarto y último criterio se hará en base a lo que indica Salinger, el señala que la resistencia promedio característica para un determinado grupo de muestras conformado por “n” resultados se debe tomar como el 75% del promedio aritmético de las muestras ensayadas en su totalidad [33].

$$f'_{ck} = 0.75f'_{cm}$$

Donde:

f'_{cm} : Resistencia a la compresión promedio de probetas ensayadas.

5.2.1. ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO SEGÚN LA NORMA E-060

Se procederá a realizar el análisis en base al criterio de la norma E-060, tanto para un $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)				
Testigo 1	225	232	226	OK
Testigo 2	239			
Testigo 3	219	220		OK
Testigo 4	220			
Testigo 5	224	227		OK
Testigo 6	230			
Testigo 7	214	226	235	OK
Testigo 8	238			
Testigo 9	235	239		OK
Testigo 10	242			
Testigo 11	244	241		OK
Testigo 12	238			
Testigo 13	211	227	222	OK
Testigo 14	242			
Testigo 15	215	215		OK
Testigo 16	216			
Testigo 17	218	225		OK
Testigo 18	232			
Testigo 19	224	232	224	OK
Testigo 20	240			
Testigo 21	214	216		OK
Testigo 22	218			
Testigo 23	233	224		OK
Testigo 24	215			
Testigo 25	233	224	224	OK
Testigo 26	216			
Testigo 27	227	232		OK
Testigo 28	236			
Testigo 29	210	217		OK
Testigo 30	224			
Testigo 31	223	225	224	OK
Testigo 32	228			

Testigo 33	231	229		OK
Testigo 34	226			
Testigo 35	217	219		OK
Testigo 36	221			
Testigo 37	239	225		OK
Testigo 38	212			
Testigo 39	233	235	232	OK
Testigo 40	236			
Testigo 41	241	236		OK
Testigo 42	232			
Testigo 43	221	226		OK
Testigo 44	232			
Testigo 45	226	222	223	OK
Testigo 46	218			
Testigo 47	226	220		OK
Testigo 48	214			
Testigo 49	231	234		OK
Testigo 50	236			
Testigo 51	227	221	225	OK
Testigo 52	214			
Testigo 53	216	221		OK
Testigo 54	227			
Testigo 55	235	228		OK
Testigo 56	220			
Testigo 57	215	216	226	OK
Testigo 58	217			
Testigo 59	232	235		OK
Testigo 60	238			

Se puede observar que en base al artículo 5.6.3.3. de la norma E-060 el promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivo da valores mayores o igual al f'_c de diseño, además que ningún resultado individual de un ensayo de resistencia es mayor que 245 kg/cm^2 ni menor que 175 kg/cm^2 . Se puede afirmar que, en base al primer criterio, el diseño de mezclas para un $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ se considera satisfactorio.

$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)				
Testigo 1	297	301	293	OK
Testigo 2	306			
Testigo 3	281	282		OK
Testigo 4	283			
Testigo 5	296	296		OK
Testigo 6	296			
Testigo 7	289	289	290	OK
Testigo 8	289			
Testigo 9	296	291		OK
Testigo 10	287			
Testigo 11	285	291		OK
Testigo 12	296			
Testigo 13	291	288	294	OK
Testigo 14	286			
Testigo 15	287	292		OK
Testigo 16	296			
Testigo 17	292	301		OK
Testigo 18	310			
Testigo 19	296	292	290	OK
Testigo 20	288			
Testigo 21	302	295		OK
Testigo 22	288			
Testigo 23	282	284		OK
Testigo 24	286			
Testigo 25	291	288	291	OK
Testigo 26	286			
Testigo 27	292	296		OK
Testigo 28	300			
Testigo 29	285	290		OK
Testigo 30	295			
Testigo 31	299	290	293	OK
Testigo 32	280			
Testigo 33	287	289		OK
Testigo 34	291			
Testigo 35	310	301		OK
Testigo 36	293			
Testigo 37	307	308	298	OK
Testigo 38	310			

Testigo 39	302	296		OK
Testigo 40	290			
Testigo 41	294	289		OK
Testigo 42	284			
Testigo 43	283	290		OK
Testigo 44	297			
Testigo 45	294	295	296	OK
Testigo 46	297			
Testigo 47	305	303		OK
Testigo 48	301			
Testigo 49	298	302		OK
Testigo 50	307			
Testigo 51	300	302	297	OK
Testigo 52	305			
Testigo 53	286	287		OK
Testigo 54	289			
Testigo 55	303	294		OK
Testigo 56	286			
Testigo 57	294	287	294	OK
Testigo 58	281			
Testigo 59	294	300		OK
Testigo 60	307			

Se puede observar que en base al artículo 5.6.3.3. de la norma E-060 el promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivo da valores mayores o igual al f'_c de diseño, además que ningún resultado individual de un ensayo de resistencia es mayor que 315 kg/cm^2 ni menor que 245 kg/cm^2 . Se puede afirmar que, en base al primer criterio, el diseño de mezclas para un $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ se considera satisfactorio.

5.2.2. ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO SEGÚN JIMÉNEZ, GARCÍA Y MORÁN.

Se procederá a realizar el análisis en base al criterio de Jiménez, García y Morán para un $f'_c= 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$.

$f'_c= 210 \text{ kg/cm}^2$

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	
Testigo 1	225
Testigo 2	239

Testigo 3	219
Testigo 4	220
Testigo 5	224
Testigo 6	230
Testigo 7	214
Testigo 8	238
Testigo 9	235
Testigo 10	242
Testigo 11	244
Testigo 12	238
Testigo 13	211
Testigo 14	242
Testigo 15	215
Testigo 16	216
Testigo 17	218
Testigo 18	232
Testigo 19	224
Testigo 20	240
Testigo 21	214
Testigo 22	218
Testigo 23	233
Testigo 24	215
Testigo 25	233
Testigo 26	216
Testigo 27	227
Testigo 28	236
Testigo 29	210
Testigo 30	224
Testigo 31	223
Testigo 32	228
Testigo 33	231
Testigo 34	226
Testigo 35	217
Testigo 36	221
Testigo 37	239
Testigo 38	212
Testigo 39	233
Testigo 40	236
Testigo 41	241
Testigo 42	232
Testigo 43	221
Testigo 44	232
Testigo 45	226
Testigo 46	218
Testigo 47	226
Testigo 48	214

Testigo 49	231
Testigo 50	236
Testigo 51	227
Testigo 52	214
Testigo 53	216
Testigo 54	227
Testigo 55	235
Testigo 56	220
Testigo 57	215
Testigo 58	217
Testigo 59	232
Testigo 60	238

Desviación estándar= 9.46 Kg/cm²

Resistencia a la compresión promedio= 226.33 Kg/cm²

Coefficiente de variación de la resistencia= 0.0418

Resistencia característica= 210.81 Kg/cm²

f_c = 280 kg/cm²

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	
Testigo 1	281
Testigo 2	283
Testigo 3	296
Testigo 4	296
Testigo 5	289
Testigo 6	289
Testigo 7	296
Testigo 8	287
Testigo 9	285
Testigo 10	296
Testigo 11	291
Testigo 12	286
Testigo 13	287
Testigo 14	296
Testigo 15	292
Testigo 16	310
Testigo 17	296
Testigo 18	288
Testigo 19	302
Testigo 20	288
Testigo 21	282

Testigo 22	286
Testigo 23	291
Testigo 24	286
Testigo 25	292
Testigo 26	300
Testigo 27	285
Testigo 28	295
Testigo 29	299
Testigo 30	280
Testigo 31	287
Testigo 32	291
Testigo 33	310
Testigo 34	293
Testigo 35	307
Testigo 36	310
Testigo 37	302
Testigo 38	290
Testigo 39	294
Testigo 40	284
Testigo 41	283
Testigo 42	297
Testigo 43	294
Testigo 44	297
Testigo 45	305
Testigo 46	301
Testigo 47	298
Testigo 48	307
Testigo 49	300
Testigo 50	305
Testigo 51	286
Testigo 52	289
Testigo 53	303
Testigo 54	286
Testigo 55	294
Testigo 56	281
Testigo 57	294
Testigo 58	307
Testigo 59	297
Testigo 60	306

Desviación estándar= 8.14 Kg/cm²

Resistencia a la compresión promedio= 293.79 Kg/cm²

Coefficiente de variación de la resistencia= 0.0277

Resistencia característica= 280.43 Kg/cm²

5.2.3. ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO SEGÚN PADILLA

Se procederá a realizar el análisis en base al criterio de Padilla para un $f'_c = 210$ kg/cm² y $f'_c = 280$ kg/cm².

$f'_c = 210$ kg/cm²

RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)		
Testigo 1	225	226.52
Testigo 2	239	
Testigo 3	219	
Testigo 4	220	
Testigo 5	224	
Testigo 6	230	
Testigo 7	214	
Testigo 8	238	
Testigo 9	235	
Testigo 10	242	
Testigo 11	244	
Testigo 12	238	
Testigo 13	211	
Testigo 14	242	
Testigo 15	215	
Testigo 16	216	
Testigo 17	218	
Testigo 18	232	
Testigo 19	224	
Testigo 20	240	
Testigo 21	214	
Testigo 22	218	
Testigo 23	233	
Testigo 24	215	
Testigo 25	233	
Testigo 26	216	
Testigo 27	227	
Testigo 28	236	
Testigo 29	210	
Testigo 30	224	
Testigo 31	223	226.14
Testigo 32	228	
Testigo 33	231	
Testigo 34	226	
Testigo 35	217	

Testigo 36	221
Testigo 37	239
Testigo 38	212
Testigo 39	233
Testigo 40	236
Testigo 41	241
Testigo 42	232
Testigo 43	221
Testigo 44	232
Testigo 45	226
Testigo 46	218
Testigo 47	226
Testigo 48	214
Testigo 49	231
Testigo 50	236
Testigo 51	227
Testigo 52	214
Testigo 53	216
Testigo 54	227
Testigo 55	235
Testigo 56	220
Testigo 57	215
Testigo 58	217
Testigo 59	232
Testigo 60	238

Resistencia a la compresión promedio-GRUPO 1= 226.52 Kg/cm²

Resistencia a la compresión promedio-GRUPO 2= 226.14 Kg/cm²

Resistencia característica= 226.90 Kg/cm²

f_c= 280 kg/cm²

RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)	
Testigo 1	297
Testigo 2	306
Testigo 3	281
Testigo 4	283
Testigo 5	296
Testigo 6	296
Testigo 7	289
Testigo 8	289
Testigo 9	296

291.80

Testigo 10	287	
Testigo 11	285	
Testigo 12	296	
Testigo 13	291	
Testigo 14	286	
Testigo 15	287	
Testigo 16	296	
Testigo 17	292	
Testigo 18	310	
Testigo 19	296	
Testigo 20	288	
Testigo 21	302	
Testigo 22	288	
Testigo 23	282	
Testigo 24	286	
Testigo 25	291	
Testigo 26	286	
Testigo 27	292	
Testigo 28	300	
Testigo 29	285	
Testigo 30	295	
Testigo 31	299	
Testigo 32	280	
Testigo 33	287	
Testigo 34	291	
Testigo 35	310	
Testigo 36	293	
Testigo 37	307	
Testigo 38	310	
Testigo 39	302	
Testigo 40	290	
Testigo 41	294	
Testigo 42	284	
Testigo 43	283	295.77
Testigo 44	297	
Testigo 45	294	
Testigo 46	297	
Testigo 47	305	
Testigo 48	301	
Testigo 49	298	
Testigo 50	307	
Testigo 51	300	
Testigo 52	305	
Testigo 53	286	
Testigo 54	289	
Testigo 55	303	

Testigo 56	286	
Testigo 57	294	
Testigo 58	281	
Testigo 59	294	
Testigo 60	307	

Resistencia a la compresión promedio-GRUPO 1= 291.80 Kg/cm²

Resistencia a la compresión promedio-GRUPO 2= 295.77 Kg/cm²

Resistencia característica= 287.82 Kg/cm²

5.2.4. ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO SEGÚN SALINGER

Se procederá a realizar el análisis en base al criterio de Padilla para un $f'_c = 210$ kg/cm² y $f'_c = 280$ kg/cm².

$f'_c = 210$ kg/cm²

RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)	
Testigo 1	225
Testigo 2	239
Testigo 3	219
Testigo 4	220
Testigo 5	224
Testigo 6	230
Testigo 7	214
Testigo 8	238
Testigo 9	235
Testigo 10	242
Testigo 11	244
Testigo 12	238
Testigo 13	211
Testigo 14	242
Testigo 15	215
Testigo 16	216
Testigo 17	218
Testigo 18	232
Testigo 19	224
Testigo 20	240
Testigo 21	214
Testigo 22	218
Testigo 23	233

Testigo 24	215
Testigo 25	233
Testigo 26	216
Testigo 27	227
Testigo 28	236
Testigo 29	210
Testigo 30	224
Testigo 31	223
Testigo 32	228
Testigo 33	231
Testigo 34	226
Testigo 35	217
Testigo 36	221
Testigo 37	239
Testigo 38	212
Testigo 39	233
Testigo 40	236
Testigo 41	241
Testigo 42	232
Testigo 43	221
Testigo 44	232
Testigo 45	226
Testigo 46	218
Testigo 47	226
Testigo 48	214
Testigo 49	231
Testigo 50	236
Testigo 51	227
Testigo 52	214
Testigo 53	216
Testigo 54	227
Testigo 55	235
Testigo 56	220
Testigo 57	215
Testigo 58	217
Testigo 59	232
Testigo 60	238

Resistencia a la compresión promedio= 226.33 kg/cm^2

Resistencia a la compresión característica= 169.75 Kg/cm^2

$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)	
Testigo 1	297
Testigo 2	306
Testigo 3	281
Testigo 4	283
Testigo 5	296
Testigo 6	296
Testigo 7	289
Testigo 8	289
Testigo 9	296
Testigo 10	287
Testigo 11	285
Testigo 12	296
Testigo 13	291
Testigo 14	286
Testigo 15	287
Testigo 16	296
Testigo 17	292
Testigo 18	310
Testigo 19	296
Testigo 20	288
Testigo 21	302
Testigo 22	288
Testigo 23	282
Testigo 24	286
Testigo 25	291
Testigo 26	286
Testigo 27	292
Testigo 28	300
Testigo 29	285
Testigo 30	295
Testigo 31	299
Testigo 32	280
Testigo 33	287
Testigo 34	291
Testigo 35	310
Testigo 36	293
Testigo 37	307
Testigo 38	310
Testigo 39	302
Testigo 40	290
Testigo 41	294
Testigo 42	284

Testigo 43	283
Testigo 44	297
Testigo 45	294
Testigo 46	297
Testigo 47	305
Testigo 48	301
Testigo 49	298
Testigo 50	307
Testigo 51	300
Testigo 52	305
Testigo 53	286
Testigo 54	289
Testigo 55	303
Testigo 56	286
Testigo 57	294
Testigo 58	281
Testigo 59	294
Testigo 60	307

Resistencia a la compresión promedio= 293.79 kg/cm^2

Resistencia a la compresión característica= 220.34 Kg/cm^2

En las tablas 33 y 34 se puede observar el resumen de las resistencias promedios en base a los cuatro criterios, tanto para el diseño de mezclas de $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c= 280 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente.

CRITERIO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN-MEDIA
Norma E-060	226.33 Kg/cm ²
Jiménez, , García y Morán	210.81 Kg/cm ²
Padilla	226.90 Kg/cm ²
Salinger	169.75 Kg/cm ²

TABLA 34: RESISTENCIAS MÁXIMAS MEDIAS A LA COMPRESIÓN- $f'_c=210$ KG/CM²

CRITERIO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN-MEDIA
Norma E-060	293.79 Kg/cm ²
Jiménez, , García y Morán	280.43 Kg/cm ²
Padilla	287.82 Kg/cm ²
Salinger	220.34 Kg/cm ²

TABLA 35 :RESISTENCIAS MÁXIMAS MEDIAS A LA COMPRESIÓN- $f'_c=280$ KG/CM²

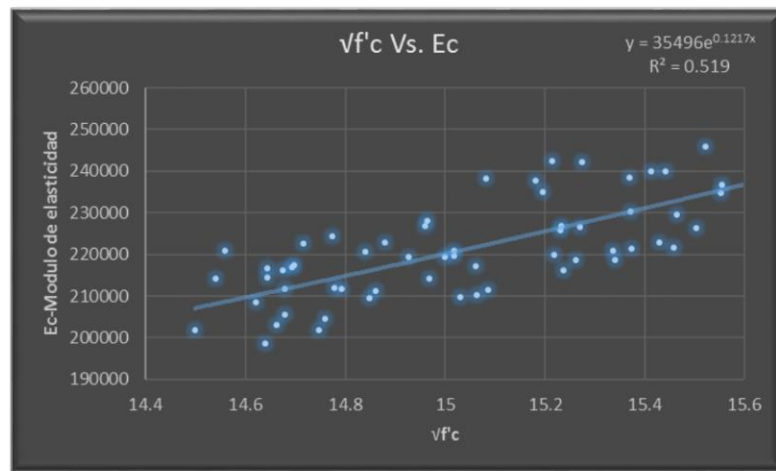
De acuerdo a los criterios empleados se observa que solo existe una diferencia en base al criterio de Salinger, a diferencia de esta los demás criterios presentan valores característicos muy similares, de esta manera se puede indicar que los diseños de mezclas para $f'_c=210$ kg/cm² y $f'_c=280$ kg/cm² fueron realizados de manera satisfactoria.

5.3. ANÁLISIS DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD EXPERIMENTAL

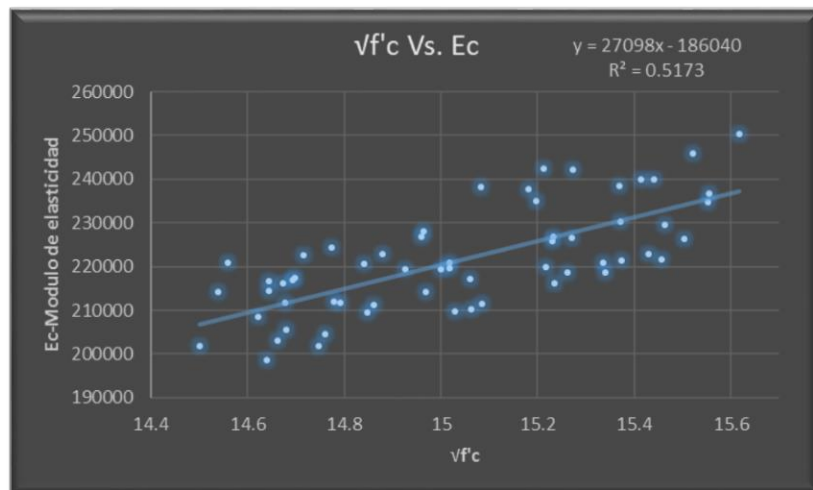
Con los valores obtenidos de los ensayos de laboratorio, se procedió a realizar el análisis para obtener la fórmula representativa del E_c , para ello, tanto para el diseño de $f'_c=210$ kg/cm² y $f'_c=280$ kg/cm², se procedió a ingresar los valores a una gráfica de dispersión y mediante la herramienta Excel se obtuvieron las ecuaciones de regresión más próxima a los valores deseados. En base a cuál curva de regresión presenta mayor proximidad a la unidad, se podrá determinar cuál ecuación es la que refleja mejor tendencia para los valores obtenidos en laboratorio.

$F'c=210 \text{ kg/cm}^2$

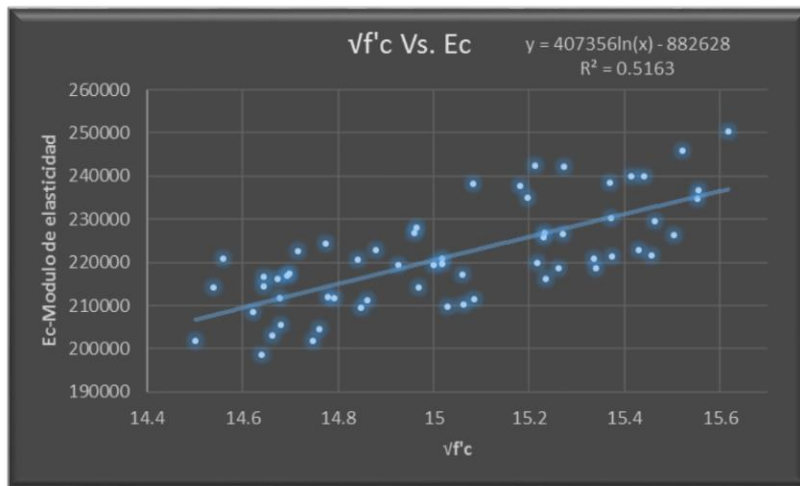
Regresión exponencial



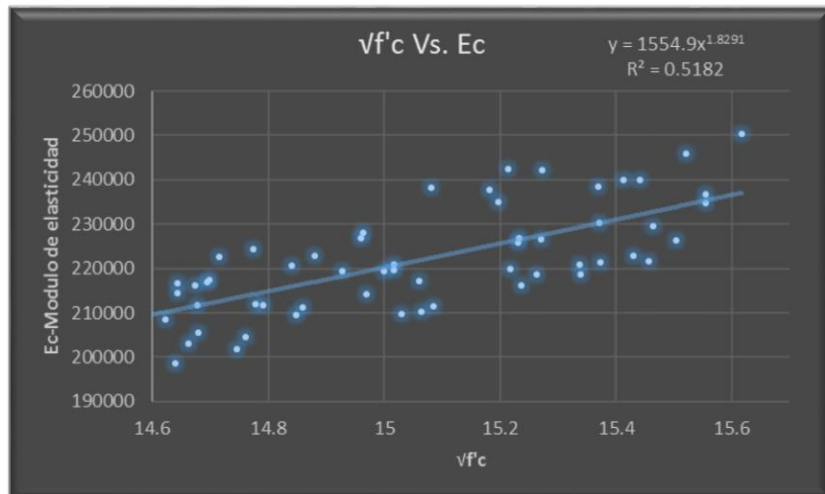
Regresión lineal



Regresión logarítmica

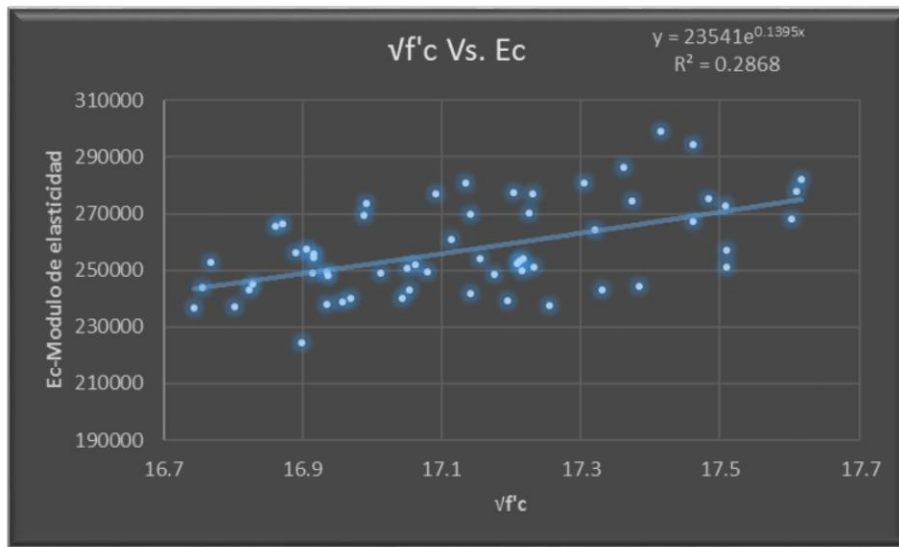


Regresión Potencial

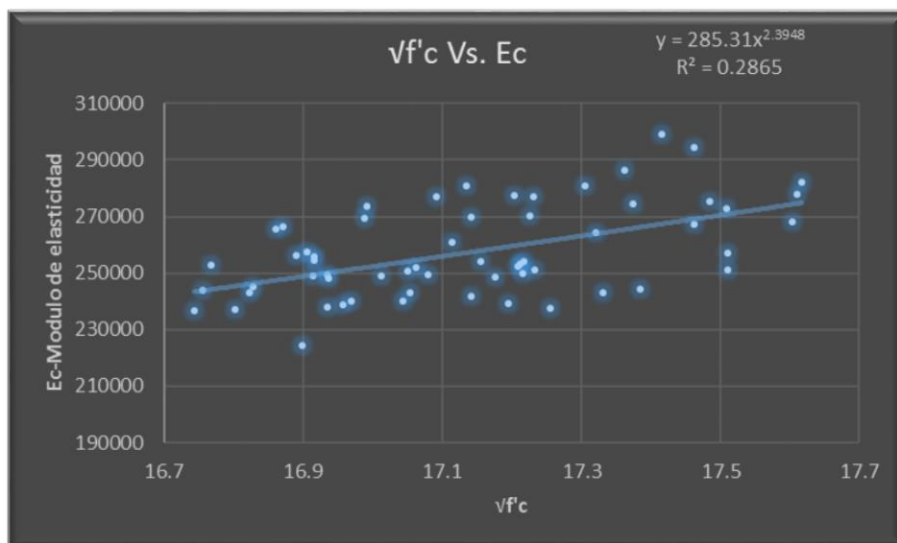


$F'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

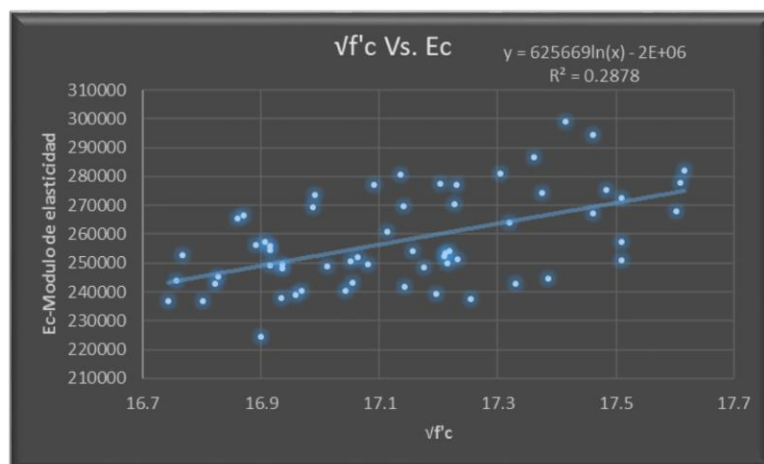
Regresión exponencial



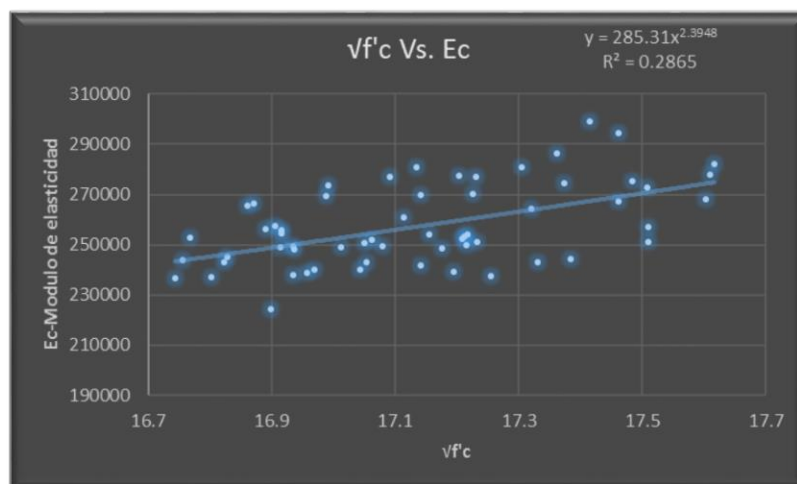
Regresión lineal



Regresión logarítmica



Regresión Potencial

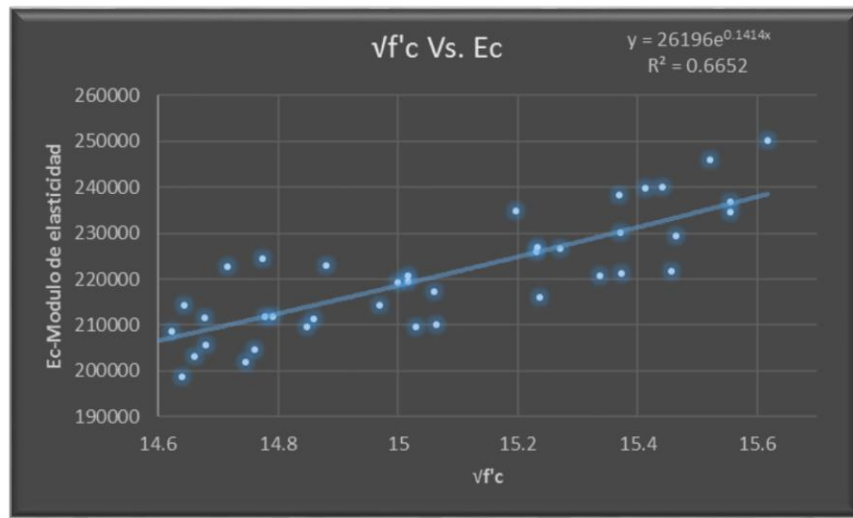


De acuerdo a los cuatro análisis de regresión se observa que la ecuación más próxima para un $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ es la exponencial, cuyo valor $r=0.519$. En el caso del $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$, se observa que el coeficiente de determinación o regresión es $r=0.2881$ para una regresión lineal. En base a esto se obtienen las siguientes fórmulas. Sin embargo, se observó que existen resultados que se alejan mucho de la tendencia calculada, por ello se procedió a eliminar aquellos valores lejanos y se realizó nuevamente el cálculo de “r”, para obtener de esta manera una tendencia más precisa.

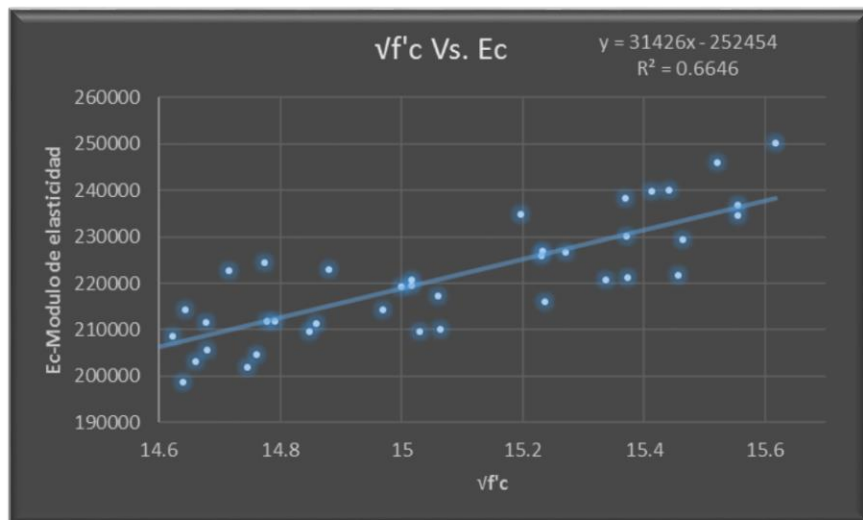
Se procedió a retirar 19 parámetros experimentales del E_c , ya que estos valores presentaban una gran diferencia con la tendencia obtenida anteriormente. En base a este análisis se obtuvieron las siguientes gráficas de regresión para un $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$.

$F'c=210 \text{ kg/cm}^2$

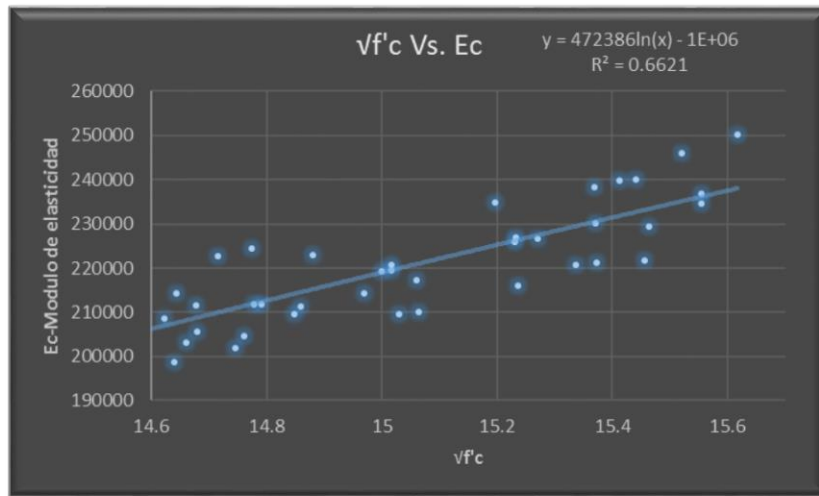
Regresión exponencial



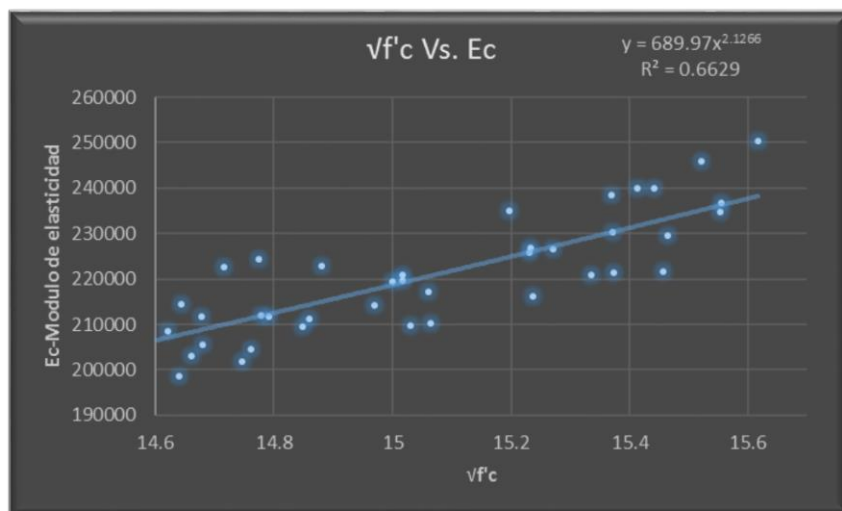
Regresión lineal



Regresión logarítmica

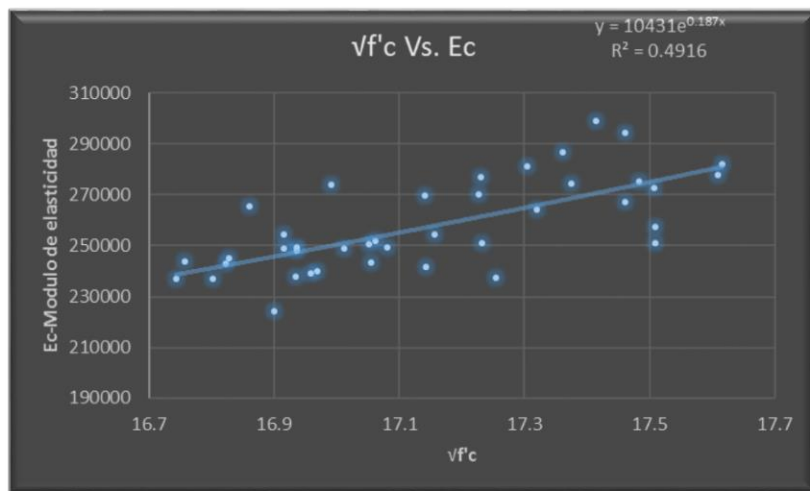


Regresión Potencial

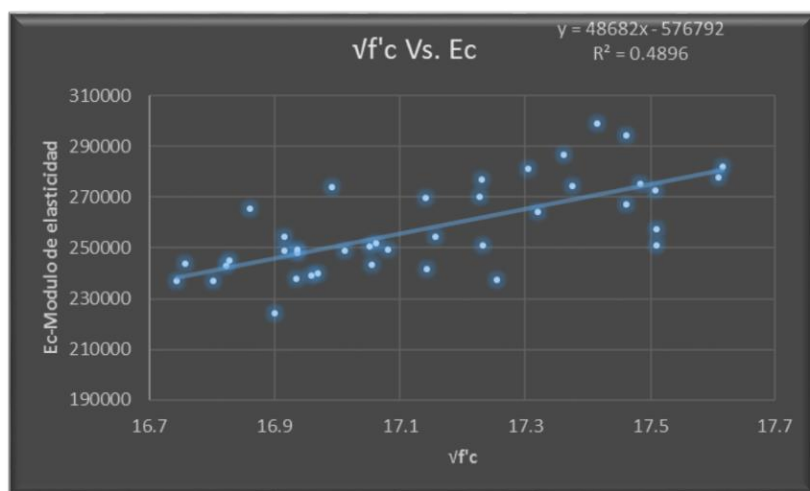


$F'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

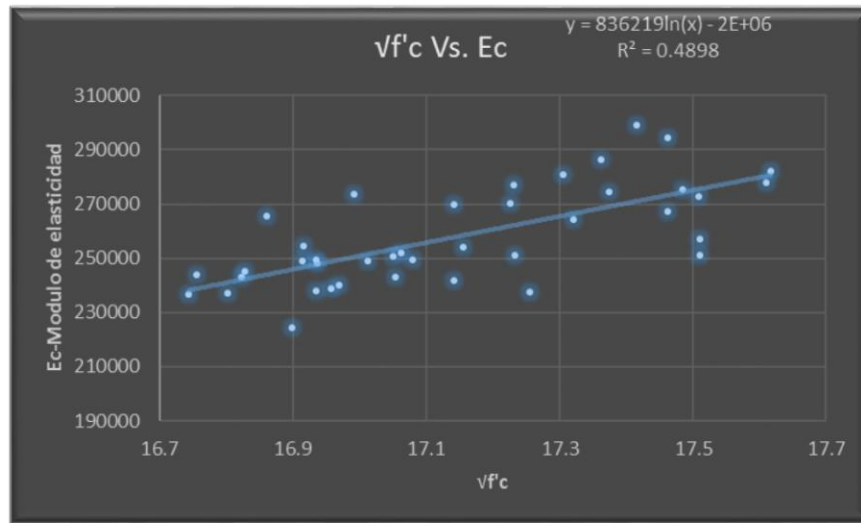
Regresión exponencial



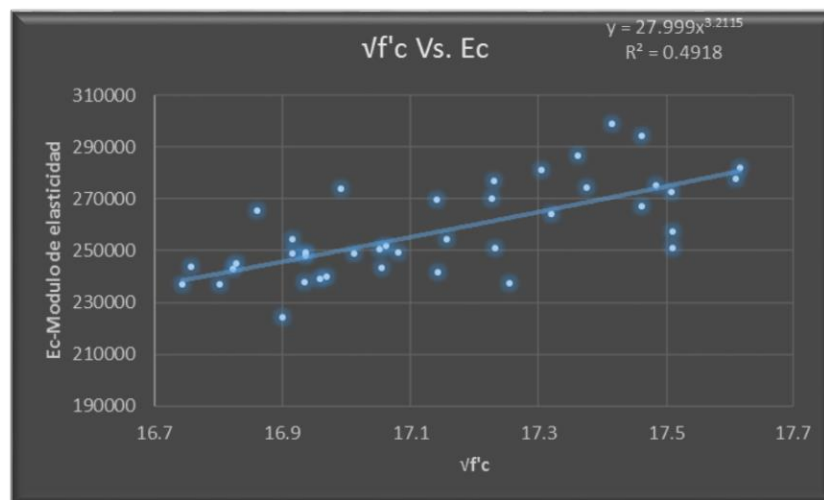
Regresión lineal



Regresión logarítmica



Regresión Potencial



$E_c \cdot f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$$E_c = 26196e^{0.1414\sqrt{f'_c}} \text{ kg/cm}^2 \text{ (experimental)}$$

$$E_c = 203300.951 \text{ kg/cm}^2 \text{ (experimental)}$$

$$E_c = 217370.651 \text{ kg/cm}^2 \text{ (E-060)}$$

$f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$

$$E_c=27.999\sqrt{f'_c}^{3.2115} \text{ kg/cm}^2 \text{ (experimental)}$$

$$E_c=238049.092 \text{ kg/cm}^2 \text{ (experimental)}$$

$$E_c=250998.008 \text{ kg/cm}^2 \text{ (E-060)}$$

Obtenidos los parámetros del E_c , tanto para el diseño de $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$, se procedió a determinar el coeficiente de variación, llamado parámetro “k”, el cual es la relación que existe entre el valor teórico propiciado por la norma E-060 y el obtenido mediante los análisis de laboratorio, para que de esta manera se pueda emplear el verdadero valor del E_c en la región Lambayeque empleando la fórmula propiciada por la norma E-060.

$$E_c = "(1 - k)"15000 \sqrt{f'_c} \left(\frac{Kg}{cm^2}\right)$$

$$k = \left(\frac{E_c(\text{teórico})}{E_c(\text{experimental})} - 1 \right) \%$$

 $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

$$k = \left(\frac{217370.651 \text{ kg/cm}^2}{203300.951 \text{ kg/cm}^2} - 1 \right) \%$$

$$k=6.92 \%$$

 $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$

$$k = \left(\frac{250998.008 \text{ kg/cm}^2}{238049.092 \text{ kg/cm}^2} - 1 \right) \%$$

$$k=5.44 \%$$

En base a este análisis se determinó para un $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ un coeficiente de variación “k” igual a 6.92% en base a la norma E-060 y para el $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ un coeficiente de variación “k” igual a 5.44%.

En base a la tabla 35, se pudo obtener los siguientes parámetros estadísticos.

Desviación estándar= 0.058

Razón de Poisson promedio= 0.1951

Coefficiente de variación de la razón de Poisson= 0.295

Variación del Poisson experimental: 2.44%

En base a estos resultados se puede concluir que en la región Lambayeque la razón de Poisson tiene una tendencia a presentar un valor de 0.1951, lo cual es un valor muy parecido a los brindados por bibliografías externas, las cuales recomiendan emplear una razón de Poisson entre 0.15-0.20 para el concreto simple.

5.4. PRUEBA DE LA HIPÓTESIS NULA PARA LA PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA

La prueba de hipótesis es una parte fundamental en toda investigación, esta permite identificar si se debe aceptar o rechazar la hipótesis nula, planteadas previamente [8].

En la presente investigación se determinó dos hipótesis, la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa (H_a), estas son las siguientes:

H_0 : El valor del E_c estipulado en la norma E-060 coincide con el obtenido mediante ensayos en la región Lambayeque

H_a : Presunción de falla en la norma E-060 respecto al valor del parámetro del E_c en la región Lambayeque.

Para poder realizar una prueba de hipótesis de manera correcta, es necesaria contar con cinco elementos [34], los cuales son:

- La hipótesis nula, denotada H_0
- La hipótesis alternativa, denotada H_a
- El estadístico de prueba
- La región de rechazo
- La conclusión

En base a estos elementos, ya se han definido los dos primeros. En el caso del estadístico de prueba se recomienda tomar la media maestra a estudiar, ya que este valor es aceptable para una comparación. La región de rechazo se definirá en base al tipo de análisis, estos pueden ser de una cola o dos colas; en la presente investigación el análisis será de dos colas, ya que nuestra hipótesis nula y alternativa se expresan de la siguiente manera [34]:

$$H_0 = H_a$$

$$H_0 \neq H_a$$

Para el nivel de significancia se empleará el $\alpha=0.01$ (1.00%), de acuerdo a las recomendaciones de Hernández Sampieri, el cual indica que para materiales de construcción este valor es aceptable [8]. En base a esto se procederá a realizar el análisis estadístico empleando la siguiente ecuación de la figura 23, e indicando al final del estudio la aceptación o rechazo de la hipótesis nula.

Donde:

z = Estadístico de prueba

\bar{x} = Media muestral experimental

μ_0 = Media muestral de la hipótesis

s = Desviación estándar

n = Número de muestras

$$z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$$

FIGURA 24: ECUACIÓN DEL ESTADÍSTICO DE PRUEBA DE HIPÓTESIS DE MEDIAS [34]

Datos para la prueba de hipótesis

N° de muestra	F'c Kg/cm ²	E _c -exp Kg/cm ²	E _c -(E-060) Kg/cm ²
1	225.00	219299.2258	224998.8666
2	239.13	229450.4764	231955.5394
3	218.80	211861.3718	221876.245
4	220.23	220668.2541	222604.2322
5	223.82	226921.9938	224408.2362
6	230.46	237633.0274	227712.6873
7	214.46	216589.7504	219666.3014
8	238.44	240064.7594	231620.1719
9	235.30	218607.4137	230092.6103
10	241.93	236729.0412	233311.1502
11	243.89	250278.4644	234254.6009
12	238.05	222798.0163	231431.8262
13	211.41	214324.1165	218098.4841
14	241.92	234671.6563	233305.7326
15	214.96	203174.8835	219925.0809

16	215.91	217040.4859	220407.8199
17	218.40	211960.1313	221675.7544
18	231.58	220017.6436	228265.0993
19	224.08	214207.4316	224537.3819
20	240.36	226331.2359	232551.143
21	214.32	198603.6453	219593.7729
22	217.87	204581.124	221408.6413
23	233.27	242301.3953	229098.0063
24	215.33	216184.94	220110.5302
25	232.94	218604.2129	228933.3582
26	216.04	217460.2892	220472.8654
27	227.45	238308.3961	226223.5535
28	236.21	238382.6186	230536.0037
29	210.24	201713.6254	217496.901
30	223.93	227982.595	224463.1877
31	222.81	219414.1311	223904.2007
32	227.58	211612.9121	226284.0008
33	231.45	242540.9455	228203.3475
34	225.90	209681.0711	225450.2386
35	217.47	201928.4615	221202.0433
36	221.41	222881.9105	223196.1075
37	238.91	221763.1452	231852.2259
38	211.97	220898.71	218388.5331
39	233.18	226642.6631	229052.7203
40	236.32	221296.3102	230592.0701
41	240.90	245894.2712	232814.4473
42	232.02	226847.6441	228483.608
43	220.83	211293.8751	222906.4489
44	232.13	216125.7365	228536.6137
45	225.51	219543.2538	225255.132
46	218.30	224434.5084	221623.1586
47	225.53	220791.6527	225263.2064
48	213.80	208620.9504	219330.4752
49	230.92	234908.1329	227943.241
50	236.27	230247.4703	230567.066
51	226.91	210218.6474	225951.432
52	214.44	214418.2701	219654.0561
53	215.50	205563.3701	220200.1356
54	226.82	217227.9383	225909.5242
55	235.19	220861.2305	230039.8995
56	220.48	209560.3649	222730.3158
57	215.45	211704.4229	220174.5144
58	216.55	222711.887	220734.862
59	232.00	225958.1426	228472.5611

60	237.57	239927.821	231199.3666
61	296.75	270255.9518	258394.8591
62	305.68	275202.1606	262254.8647
63	281.15	252887.7899	251511.1549
64	283.00	242979.9555	252338.9998
65	296.45	254013.3433	258267.6457
66	295.69	239134.8815	257934.6371
67	288.60	269328.5025	254823.7587
68	289.39	248969.0937	255173.2111
69	296.16	252467.956	258137.9214
70	286.81	249392.7327	254033.8675
71	285.29	256115.8903	253358.7777
72	296.25	253277.0503	258179.5382
73	290.85	243266.5067	255813.8692
74	285.83	257474.7384	253595.6374
75	286.84	248017.8397	254046.3062
76	296.36	250028.6469	258228.2412
77	291.72	249525.1135	256199.349
78	310.34	282107.9993	264248.3413
79	295.94	277589.3416	258043.3789
80	287.96	240200.1746	254540.722
81	301.87	274288.8406	260614.0266
82	287.57	238990.2057	254366.2123
83	282.32	236952.6611	252033.9575
84	286.11	249076.633	253719.8429
85	290.73	250676.7044	255764.1842
86	286.14	255820.3067	253736.581
87	292.12	276956.2819	256374.3173
88	300.35	242914.6744	259959.3655
89	284.63	266468.702	253065.5636
90	294.99	248592.5369	257628.1938
91	299.46	280993.8291	259574.5244
92	280.35	236843.0902	251154.1353
93	286.76	237786.7591	254010.947
94	291.13	252092.1857	255938.8654
95	310.11	277667.4073	264147.9048
96	292.88	260869.6458	256708.0309
97	306.55	272687.9969	262626.4075
98	309.84	267967.7801	264032.1857
99	302.24	244460.8527	260773.9596
100	290.46	240251.4539	255641.731
101	293.62	280716.0404	257028.4732
102	284.29	265560.6632	252912.1352
103	283.17	245291.7756	252412.6685

104	296.95	251227.1578	258483.7121
105	293.80	269700.456	257110.3136
106	296.89	277021.941	258457.8866
107	304.92	294517.5809	261927.338
108	301.43	286562.5296	260427.7138
109	297.71	237656.5149	258815.5396
110	306.58	251051.3239	262641.2364
111	299.99	264136.6359	259804.9757
112	304.88	267355.0732	261913.7683
113	286.15	254589.0717	253737.9047
114	288.72	273739.3064	254876.6929
115	303.26	299136.5034	261215.4139
116	285.58	224491.458	253487.4645
117	293.84	241695.8979	257128.2714
118	280.78	243722.4811	251346.7492
119	294.33	254245.8415	257338.8155
120	306.58	257284.2183	262640.4877

Media muestral: 239638.073 Kg/cm²

Media hipótesis nula: 241347.124 Kg/cm²

Desviación estándar: 4715.1133 Kg/cm²

Error estándar: 430.429 Kg/cm²

Nivel de significancia: 0.01

Estadístico estandarizado de prueba: -3.971

Estadístico de prueba dos colas para $\alpha=0.01$: ± 2.576

Conclusión: Se rechaza la hipótesis nula ya que Z se encuentra en la región de rechazo del lado izquierdo ya que es menor al estadístico crítica para un nivel de significancia del 1% el cual es -2.576. Por ello se toma como verdadera la hipótesis alternativa.

VI. CONCLUSIONES

- En relación a lo investigado se obtuvieron dos ecuaciones del módulo de elasticidad del concreto, para $f'_c=210$ kg/cm² y $f'_c=280$ kg/cm², las cuales son:

$$E_c = 26196e^{0.1414\sqrt{f'_c}} \quad (f'_c=210 \text{ kg/cm}^2)$$

$$E_c = 27.999\sqrt{f'_c}^{3.2115} \quad (f'_c=280 \text{ kg/cm}^2)$$

- Se concluye que los resultados de los ensayos realizados a los agregados para la elaboración de probetas de concreto, fueron satisfactorios. En el

caso de la granulometría del agregado fino y agregado grueso, se encontró dentro de los límites de la NTP 400.011 y NTP 400.012 respectivamente.

- Se concluye que los diseños de mezclas para los $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$, fueron ejecutados de manera correcta, no solo cumpliendo lo estipulado por la norma E-060 sino también por otros criterios de análisis de resistencia a la compresión. Los valores fueron:

$F'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$

E-060:226.33 Kg/cm^2

Jiménez, García y Morán: 210.81 Kg/cm^2

Padilla: 226.90 Kg/cm^2

$F'_c=280 \text{ Kg/cm}^2$

E-060:293.79 Kg/cm^2

Jiménez, García y Morán: 280.43 Kg/cm^2

Padilla: 287.82 Kg/cm^2

- Finalmente se obtuvo el parámetro “k” de variación entre los E_c experimentales y los E_c en base a la norma E-060, siendo para un $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ un $k= 0.0692$ (6.92%) y para un $f'_c=280 \text{ Kg/cm}^2$ un $k= 0.0544$ (5.44%)

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda para futuros diseños estructural en la región Lambayeque, realizar el ensayo de E_c del concreto simple, para poder tener un análisis estructural más fiable a la realidad de nuestra ciudad.
- Se recomienda emplear de manera correcta los equipos e instrumentos necesarios para la obtención de las propiedades de los agregados, para así evitar obtener valores erróneos para el diseño de mezclas.
- Se recomienda emplear más de un criterio de aceptación en base a la calidad de las probetas de concreto elaboradas en base a la resistencia a la compresión.
- Se recomienda e invita a futuros investigadores tomar estos resultados como base para próximas investigaciones relacionadas al presente tema; a que, como se ha podido concluir en esta tesis, los valores teóricos que propician los reglamentos se encuentran sobreestimados a los que se obtendrían en campo, es por ello que para todo proyecto debe hacerse un buen análisis de materiales para asegurar la calidad del mismo.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] E. Bazán y R. Meli, *Diseño Sísmico de edificios*, México: Limusa, 2002.
- [2] American Concrete Institute, *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*, Farmington Hills: IHS, 2014.
- [3] X. Huo, N. Al-Omaishi y K. Tadros, «Creep, shrinkage, and modulus of elasticity of high-performance concrete,» de *ACI Materials Journal*, 2001.
- [4] D. Ruiz, H. Vacca y M. Neira, «Propuesta de modificación de la ecuación para la estimación del módulo de elasticidad del concreto en función de la resistencia a la compresión para Bogotá,» *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería*, pp. 7-15, 2007.
- [5] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, *Reglamento Nacional de Edificaciones*, Lima: Megabyte S.A.C., 2019.
- [6] T. Al-Rousan, E. Masad, E. Tutumluer y T. Pan, «Evaluation of image analysis techniques for quantifying aggregate shape characteristics,» de *Construction and Building Materials*, 2007.
- [7] L. d. J. Pineda Samayoa, *Determinación del Módulo de Elasticidad estático de*, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009.
- [8] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado y M. d. P. Baptista Lucio, *Metodología de la Investigación*, sexta ed., México: Edamsa Impresiones, 2014.
- [9] A. Dos Santos, A. María de Arruda, T. Da Silva, P. De Carvalho Palma Vitor y L. Mouta, «Influence of coarse aggregate on concrete's elasticity modulus,» *Acta Scientiarum*, Santa Mónica, 2017.
- [10] T. Caitlin, M. Perry, C. Ferraro y T. Hamilton, «Aggregate Correction Factors for Concrete Elastic,» *ACI Structural Journal*, Florida, 2018.
- [11] I. Jiménez y V. Alexis, «Determinación de la ecuación del módulo de elasticidad representativo para la provincia de Pichincha, en muestras de cilindros de hormigón con materiales de la mina de San Antonio de Pichincha,» Quito, 2019.
- [12] F. Yealemnegus, «Investigation of the static modulus of elasticity of concrete in compression made using locally available coarse aggregates,» Addis Ababa, 2017.
- [13] L. Torrado y N. Porras, «Determinación de las ecuaciones del módulo de elasticidad estático y dinámico del concreto producido en Bucaramanga y su área metropolitana,» Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, Bucaramanga, 2009.

- [14] M. Serrano y D. Pérez, «Análisis de sensibilidad para estimar el módulo de elasticidad estático del concreto,» *Concreto y cemento, Investigación y desarrollo*, vol. 2, p. 30, 2010.
- [15] N. Takafumi, T. Fuminori, N. Kamram y M. Bernardino, «A Practical Equation for Elastic Modulus of Concrete,» *ACI Structural Journal*, p. 7, 2009.
- [16] J. Sánchez, «La resistencia a la compresión del hormigón y su influencia en el módulo de elasticidad estático en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2013.
- [17] B. X. Vargas Alarcón, «Determinación de la Ecuación del módulo de elasticidad del concreto en base a la resistencia a la compresión simple, elaborado con los agregados de las canteras ISLA y YOCARA de la ciudad de Juliaca,» Juliaca, 2017.
- [18] J. Ispilco Infante y J. A. López Alaya, «Influencia de los agregados de las canteras Mashcón y Chonta para la obtención de módulos de elasticidad y rotura, en el diseño de pavimentos rígidos,» Cajamarca, 2017.
- [19] E. A. Bruno Castillo y J. C. Peralta López, «Determinación del módulo de elasticidad estático a compresión del concreto producido en la planta concretera Dino-Chimbote,» Chimbote, 2014.
- [20] D. A. Roncalla Cabrejo, «Influencia del Módulo de Finura de la combinación de agregados en el módulo de elasticidad del concreto reoplástico,» Trujillo, 2017.
- [21] L. Mallma y B. Sierra, «Determinación del módulo de elasticidad del concreto pre dosificado en seco de $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad del Cusco,» Cusco, 2016.
- [22] E. Rivva, *Diseño de Mezclas*, Lima: Hozlo S.C.R.L., 1992.
- [23] F. Abanto Castillo, *Tecnología del Concreto*, Lima: San Marcos, 2017.
- [24] D. Sánchez de Guzmán, *Tecnología del concreto y del mortero*, Bogotá: Lemoine Editores, 1987.
- [25] P. Jiménez, Á. García y F. Morán, *Hormigón Armado*, Barcelona: Gustavo Gili, 200.
- [26] SENCICO, «Norma Técnica Peruana,» de *Norma Técnica Peruana*, Lima, INDECOPI-CTR, 2006.
- [27] E. Rivva, *Naturaleza y materiales del concreto*, Lima: ACI Peru, 2000.

- [28] American Society for Testing and Materials, «Document Center,» 1 Enero 1962. [En línea]. Available: <https://www.document-center.com/standards/show/ASTM-C46>. [Último acceso: 10 octubre 2019].
- [29] A. Neville, Creep of concrete: Plain, Reinforced, and Prestressed, Amsterdam: North-Holland publishing company, 1996.
- [30] B. Topcu y A. Ugurlo, «Elasticity theory of concrete and prediction of Static E-modulus for dam Concrete using composite models,» Diciembre 2007. [En línea]. Available: <http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/14443.pdf>. [Último acceso: 1 octubre 2019].
- [31] O. González Cuevas y F. Robles Fernández-Villegas, Aspectos fundamentales del concreto reforzado, México: Limusa, 2005.
- [32] R. Park, «American Concrete Institute,» 11 Enero 1998. [En línea]. Available: <https://www.concrete.org/publications/internationalconcreteabstractsportal/m/details/id/194>. [Último acceso: 28 Septiembre 2019].
- [33] R. Saliger, El Hormigón Armado. Materiales, cálculo y formas constructivas, Barcelona: Labor, 1957.
- [34] W. Mendenhall, R. Beaver y B. Beaver, Introducción a la probabilidad y estadística, Mexico : Cengage Learning, 2010.

IX. ANEXOS

9.1. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE PRENSA

 PERUTEST S.A.C CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA RUC N° 20602182721		
Área de Metrología Laboratorio de Prensas		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PTC - LF - 044 - 2020
		Página 1 de 1
1. Expediente	1212-2020	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que miden las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.S.R.L.	
3. Dirección	CAL. LA FENIDA 0167 LUPY SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO -	
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	
Capacidad	20000 kgf	
Marca	A & A INSTRUMENT	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso intencional de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Modelo	STYE - 20008	
Número de Serie	130254	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	NC	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	10 kgf	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2020-12-17	
Fecha de Emisión	2020-12-18	Jefe del Laboratorio de Metrología  MANUEL ALEJANDRO ALJAGA TORRES
		Sello 
☎ 913028621 - 913028622 913028623 - 913028624 ✉ ventas@perutest.com.pe 🌐 www.perutest.com.pe		📍 J. La Madrid S/N Ma D lote 25 Urb Los Olivos San Martín de Porres - Lima 📍 SUCURSAL: Sacha Pasa 1005 - la Victoria - Chiclayo



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PTC - LF - 044 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Perros

Página 1 de 1

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEON PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Universales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2008.

7. Lugar de calibración

Instalaciones del Cliente
CAL LA FENRO 0167 URSI SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE-CHICLAYO - CHICLAYO

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22.5 °C	22.5 °C
Humedad Relativa	61 % HR	61 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras y biométricas	CELDA DE CARGA KEU MOD: 350-A E SERIE: 5197826	INF-LE 002-20

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 1,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



☎ 913028621 - 913028622
913028623 - 913028624
✉ ventas@perutest.com.pe
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Jr. La Madrid S/N Mir D Iete 25 Urb Las Olivas
San Martín de Porres - Lima
SUCURSAL: Siete Boas 1320-La Victoria - Chiclayo



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PTC - LF - 044 - 2020

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerzas

Página 2 de 2

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Aceso)				
	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	F_4 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	10000	10223.7	10223.7	10223.7	10223.7
20	20000	20155.4	20155.4	20155.4	20155.4
30	30000	30103.5	30103.5	30103.5	30103.5
40	40000	40028.1	40028.1	40028.1	40028.1
50	50000	49949.1	49949.1	49949.1	49949.1
60	60000	59926.3	59926.3	59926.3	59926.3
70	70000	69909.8	69909.8	69909.8	69909.8
80	80000	79939.8	79939.8	79939.8	79939.8
90	90000	89976.1	89976.1	89976.1	89976.1
100	100000	100109.4	100109.4	100109.4	100109.4
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud α (%)	Repetibilidad β (%)	Inversibilidad γ (%)	Resol. Relativa δ (%)	
10000	-2.19	0.00	0.00	0.10	0.58
20000	-0.77	0.00	0.00	0.05	0.58
30000	-0.34	0.00	0.00	0.03	0.57
40000	-0.07	0.00	0.00	-0.03	0.57
50000	0.10	0.00	0.00	0.02	0.57
60000	0.12	0.00	0.00	0.02	0.57
70000	0.13	0.00	0.00	0.01	0.57
80000	0.08	0.00	0.00	0.01	0.57
90000	0.03	0.00	0.00	0.01	0.57
100000	-0.11	0.00	0.00	0.01	0.57

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (ϵ_0) 0.00 %

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre de medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



913028621 - 913028622
913028623 - 913028624
ventas@perutest.com.pe
www.perutest.com.pe

Jr. La Madrid 5/N Mz-D lote 25 urbs Los Olivos
San Martín de Porres - Lima
SUCURSAL: Sechín Rosa 1320 - La Victoria - Chiclayo

9.2. ENSAYOS DE AGREGADOS

9.2.1. ENSAYO GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO



Prolongación Biologías Km. 3.5 / 4.0
Fiseral - Lambayeque
R.L.U.C. 20480718324

LEMS W&C
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

Formato Interno

Solicitante: Diego Ruiz Sánchez
Proyecto: Tests: "DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO M8 PARA $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020"

Ubicación: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de Apertura: Miércoles, 8 de diciembre del 2020.

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino
Referencia : N.T.P. 400.012

Masa inicial: 372.9
Muestra : Arena Gruesa - La Victoria Patapo

Malla		Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado Que pasa
Pulg.	(mm.)				
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.520	0.0	0.0	0.0	100.0
Nº 004	4.750	37.46	10.0	10.0	90.0
Nº 008	2.360	50.17	13.5	23.5	76.5
Nº 016	1.180	79.70	21.4	44.9	55.1
Nº 030	0.600	95.90	25.7	70.6	29.4
Nº 050	0.300	60.90	16.3	86.9	13.1
Nº 100	0.150	35.30	9.5	96.4	3.6
FONDO		13.47	3.6	100.0	0.0
Módulo de fineza =				3.323	
Aberura de malla de referencia =				1.180	

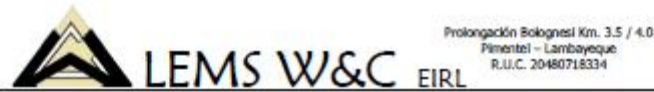


OBSERVACIONES:
- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYAS AGUILAR
ING. CIVIL EN SUELOS Y OBRAS

Algel Roger Ruiz Perles
INGENIERO CIVIL
CIP. 248604

9.2.2. ENSAYO GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO



Prolongación Bolognesi Km. 3.5 / 4.0
Pimentel - Lambayeque
R.U.C. 20480718334

LEMS W&C
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

Formato Interno

Solicitante Diego Ruiz Sánchez
Obra Tesis: "DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f_c = 210$ kg/cm² y $f_c = 280$ kg/cm² CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020"
Lugar Dpto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo Martes, 8 de diciembre del 2020.

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso
Referencia : N.T.P. 400.012

Masa inicial 3855.0
Muestra : Piedra Chancada - Tres Tomas

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado Que pasa
2"	50.000	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.000	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	37.0	1.0	99.0
3/4"	19.000	501.0	13.0	86.0
1/2"	12.700	1738.0	45.1	59.0
3/8"	9.520	730.0	18.9	78.0
Nº 004	4.750	662.0	17.2	95.1
FONDO	187.0	4.9	100.0	0.0
			Tamaño Máximo =	3/4"
			Tamaño Máximo Nominal =	1/2"



OBSERVACIONES:
- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉCNICO EN MATERIALES Y SUELOS

Miguel Ángel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246914

9.2.3. ENSAYO PESO UNITARIO Y PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO



LEMS W&C EIRL

Prolongación Bolognesi Km. 3.5 / 4.0
Pimentel - Lambayeque
R.U.C. 20480718334

LEMS W&C

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

Formato Interno

Solicitante : Diego Ruiz Sánchez
Proyecto : Tesis: "DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020"
Lugar : Disto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Miércoles, 9 de diciembre del 2020
Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados
Referencia : N.T.P. 400.017

Muestra : **Arena Gruesa - La Victoria Patapo**

1.- PESO UNITARIO SUELTO

- Masa de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7618	7748
- Masa del recipiente	(gr.)	0	0
- Masa de muestra	(gr.)	7618	7748
- Constante ó Volumen	(m ³)	0.0054	0.0054
- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1399	1423
- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1411	
- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1399	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

- Masa de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9088	9276
- Masa del recipiente	(gr.)	0	0
- Masa de muestra	(gr.)	9088	9276
- Constante ó Volumen	(m ³)	0.0054	0.0054
- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1669	1704
- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1687	
- Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m ³)	1672	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

- Masa de muestra húmeda	(gr.)	700	700
- Masa de muestra seca	(gr.)	695	695
- Masa de recipiente	(gr.)	145.0	145
- Contenido de humedad	(%)	0.9	0.9
- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.91	

OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TTC. INGENIERO DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Ángel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

9.2.4. ENSAYO PESO UNITARIO Y PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO



LEMS W&C EIRL

Prolongación Bolognesi Km. 3.5 / 4.0
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480718334

LEMS W&C

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

Formato Interno

Expediente

Solicitante Diego Ruiz Sánchez
Atención

Proyecto

Tesis: "DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f_c = 210$ kg/cm² y $f_c = 280$ kg/cm² CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020"

Lugar

Disto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

Fecha de ensayo

Miércoles, 9 de diciembre del 2020

Fecha de emisión

Ensayo : Peso unitario del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Muestra : **Piedra Chancada - Tres Tomas**

1.- PESO UNITARIO SUELTO

.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	19945	19989
.- Peso del recipiente	(gr.)	0	0
.- Peso de muestra	(gr.)	19945	19989
.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.0138	0.0138
.- Peso unitario suuelto húmedo	(kg/m ³)	1449	1452
.- Peso unitario suuelto húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1450	
.- Peso unitario suuelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1445	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	21387	21378
.- Peso del recipiente	(gr.)	0	0
.- Peso de muestra	(gr.)	21387	21378
.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.0138	0.0138
.- Peso unitario suuelto húmedo	(kg/m ³)	1554	1553
.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1553	
.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1547	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	2046.1	2046.1
.- Peso de muestra seca	(gr.)	2037.9	2037.9
.- Peso de recipiente	(gr.)	380.0	380
.- Contenido de humedad	(%)	0.4	0.4
.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.40	

OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.



9.2.5. ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO



LEMS W&C EIRL

Prolongación Bolognesi Km. 3.5 / 4.0
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480718334

LEMS W&C

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

Formato Interno

Solicitante Diego Ruiz Sánchez
Proyecto Tesis: "DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f_c = 210$ kg/cm² y $f_c = 280$ kg/cm² CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES
Lugar Disto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo Miércoles, 9 de diciembre del 2020

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Muestra : **Arena Gruesa - La Victoria Patapo**

I. DATOS

494.42

1.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua	(gr)	992.9
2.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco	(gr)	676.0
3.- Peso del agua	(gr)	316.9
4.- Peso de la arena secada al horno + peso del frasco	(gr)	670.4
5.- Peso del frasco NS 19/26	(gr)	176.0
6.- Peso de la arena secada al horno	(gr)	494.4
7.- Volumen del frasco	(cm ³)	500.0

II .- RESULTADOS

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.700
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm ³)	2.731
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm ³)	2.785
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.13

OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.

 **LEMS W&C EIRL**
WILSON CLAYA AGUILAR
TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS


 Miguel Ángel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

9.2.6. ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO



LEMS W&C EIRL

Prolongación Bolognesi Km. 3.5 / 4.0
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480718334

LEMS W&C

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

Formato Interno

Solicitante Diego Ruiz Sánchez
Proyecto Tesis: "DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO M5 PARA $f_c = 210$ kg/cm² y $f_c = 280$ kg/cm² CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020"

Lugar Disto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo Miércoles, 9 de diciembre del 2020

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Muestra : Piedra Chancada - Tres Tomas

I. DATOS

1.- Peso de la muestra secada al horno	(gr)	1093.0
2.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca	(gr)	1107.0
3.- Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	(gr)	1745.0
4.- Peso de la canastilla	(gr)	1028.0
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(gr)	717.0

II .- RESULTADOS

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.803
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm ³)	2.838
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm ³)	2.907
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.28

OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
Téc. Ingeniero de Materiales y Suelos


Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

9.3. PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : RUIZ SÁNCHEZ DIEGO ALONSO
Proyecto / Obra : DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : 17 de diciembre del 2020
Ensayo : CONCRETO. Peso unitario del concreto en estado fresco
Referencia : N.T.P. 339.046:2015

N° de testigo	Fecha	Rec. + Conc. Fresco	Recipiente	Concreto Fresco	Vol. Recipiente	PUCF
01	jueves, 10 de diciembre de 2020	12.671 Kg	0.00 Kg	12.671 Kg	0.00530 m ³	2390 Kg/m ³
02	jueves, 10 de diciembre de 2020	12.484 Kg	0.00 Kg	12.484 Kg	0.00530 m ³	2355 Kg/m ³
03	jueves, 10 de diciembre de 2020	11.987 Kg	0.00 Kg	11.987 Kg	0.00530 m ³	2261 Kg/m ³
04	jueves, 10 de diciembre de 2020	12.145 Kg	0.00 Kg	12.145 Kg	0.00530 m ³	2291 Kg/m ³
05	jueves, 10 de diciembre de 2020	12.578 Kg	0.00 Kg	12.578 Kg	0.00530 m ³	2373 Kg/m ³
06	jueves, 10 de diciembre de 2020	12.435 Kg	0.00 Kg	12.435 Kg	0.00530 m ³	2346 Kg/m ³
07	jueves, 10 de diciembre de 2020	11.878 Kg	0.00 Kg	11.878 Kg	0.00530 m ³	2241 Kg/m ³
08	jueves, 10 de diciembre de 2020	12.328 Kg	0.00 Kg	12.328 Kg	0.00530 m ³	2325 Kg/m ³
09	jueves, 10 de diciembre de 2020	12.589 Kg	0.00 Kg	12.589 Kg	0.00530 m ³	2375 Kg/m ³
10	jueves, 10 de diciembre de 2020	12.264 Kg	0.00 Kg	12.264 Kg	0.00530 m ³	2313 Kg/m ³
11	jueves, 10 de diciembre de 2020	12.248 Kg	0.00 Kg	12.248 Kg	0.00530 m ³	2310 Kg/m ³
12	jueves, 10 de diciembre de 2020	12.198 Kg	0.00 Kg	12.198 Kg	0.00530 m ³	2301 Kg/m ³
13	jueves, 10 de diciembre de 2020	12.245 Kg	0.00 Kg	12.245 Kg	0.00530 m ³	2310 Kg/m ³
14	jueves, 10 de diciembre de 2020	12.231 Kg	0.00 Kg	12.231 Kg	0.00530 m ³	2307 Kg/m ³
15	jueves, 10 de diciembre de 2020	12.289 Kg	0.00 Kg	12.289 Kg	0.00530 m ³	2318 Kg/m ³
16	viernes, 11 de diciembre de 2020	12.156 Kg	0.00 Kg	12.156 Kg	0.00530 m ³	2293 Kg/m ³
17	viernes, 11 de diciembre de 2020	12.387 Kg	0.00 Kg	12.387 Kg	0.00530 m ³	2337 Kg/m ³
18	viernes, 11 de diciembre de 2020	12.442 Kg	0.00 Kg	12.442 Kg	0.00530 m ³	2347 Kg/m ³
19	viernes, 11 de diciembre de 2020	12.389 Kg	0.00 Kg	12.389 Kg	0.00530 m ³	2337 Kg/m ³
20	viernes, 11 de diciembre de 2020	11.989 Kg	0.00 Kg	11.989 Kg	0.00530 m ³	2261 Kg/m ³

OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.


WILSON OLAYA AGUILAR
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chilayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycelr.com

Solicitante : RUIZ SÁNCHEZ DIEGO ALONSO
 Proyecto / Obra : DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020
 Ubicación : Dist. Chilayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 17 de diciembre del 2020
 Ensayo : CONCRETO. Peso unitario del concreto en estado fresco
 Referencia : N.T.P. 339.046:2015

N° de testigo	Fecha	Rec. + Conc. Fresco	Recipiente	Concreto Fresco	Vol. Recipiente	PUCF
21	viernes, 11 de diciembre de 2020	12.458 Kg	0.00 Kg	12.458 Kg	0.00530 m ³	2350 Kg/m ³
22	viernes, 11 de diciembre de 2020	12.674 Kg	0.00 Kg	12.674 Kg	0.00530 m ³	2391 Kg/m ³
23	viernes, 11 de diciembre de 2020	12.387 Kg	0.00 Kg	12.387 Kg	0.00530 m ³	2337 Kg/m ³
24	viernes, 11 de diciembre de 2020	12.342 Kg	0.00 Kg	12.342 Kg	0.00530 m ³	2328 Kg/m ³
25	viernes, 11 de diciembre de 2020	12.512 Kg	0.00 Kg	12.512 Kg	0.00530 m ³	2360 Kg/m ³
26	viernes, 11 de diciembre de 2020	12.474 Kg	0.00 Kg	12.474 Kg	0.00530 m ³	2353 Kg/m ³
27	viernes, 11 de diciembre de 2020	12.325 Kg	0.00 Kg	12.325 Kg	0.00530 m ³	2325 Kg/m ³
28	viernes, 11 de diciembre de 2020	12.301 Kg	0.00 Kg	12.301 Kg	0.00530 m ³	2320 Kg/m ³
29	viernes, 11 de diciembre de 2020	12.314 Kg	0.00 Kg	12.314 Kg	0.00530 m ³	2323 Kg/m ³
30	viernes, 11 de diciembre de 2020	12.204 Kg	0.00 Kg	12.204 Kg	0.00530 m ³	2302 Kg/m ³
31	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.009 Kg	0.00 Kg	12.009 Kg	0.00530 m ³	2265 Kg/m ³
32	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.458 Kg	0.00 Kg	12.458 Kg	0.00530 m ³	2350 Kg/m ³
33	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.374 Kg	0.00 Kg	12.374 Kg	0.00530 m ³	2334 Kg/m ³
34	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.659 Kg	0.00 Kg	12.659 Kg	0.00530 m ³	2388 Kg/m ³
35	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.442 Kg	0.00 Kg	12.442 Kg	0.00530 m ³	2347 Kg/m ³
36	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.004 Kg	0.00 Kg	12.004 Kg	0.00530 m ³	2264 Kg/m ³
37	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.009 Kg	0.00 Kg	12.009 Kg	0.00530 m ³	2265 Kg/m ³
38	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.145 Kg	0.00 Kg	12.145 Kg	0.00530 m ³	2291 Kg/m ³
39	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.641 Kg	0.00 Kg	12.641 Kg	0.00530 m ³	2384 Kg/m ³
40	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.437 Kg	0.00 Kg	12.437 Kg	0.00530 m ³	2346 Kg/m ³

OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.


LEMS W&C EIRL

WILSON OLAYA AGUILAR
 TEG. ENGENYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CEP. 246904



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chilayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : RUIZ SÁNCHEZ DIEGO ALONSO
 Proyecto / Obra : DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Y $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020
 Ubicación : Dist. Chilayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 17 de diciembre del 2020
 Ensayo : CONCRETO. Peso unitario del concreto en estado fresco
 Referencia : N.T.P. 339.046:2015

N° de testigo	Fecha	Rec. + Conc. Fresco	Recipiente	Concreto Fresco	Vol. Recipiente	PUCF
41	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.487 Kg	0.00 Kg	12.487 Kg	0.00530 m ³	2355 Kg/m ³
42	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.421 Kg	0.00 Kg	12.421 Kg	0.00530 m ³	2343 Kg/m ³
43	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.348 Kg	0.00 Kg	12.348 Kg	0.00530 m ³	2329 Kg/m ³
44	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.378 Kg	0.00 Kg	12.378 Kg	0.00530 m ³	2335 Kg/m ³
45	sábado, 12 de diciembre de 2020	12.389 Kg	0.00 Kg	12.389 Kg	0.00530 m ³	2337 Kg/m ³
46	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.321 Kg	0.00 Kg	12.321 Kg	0.00530 m ³	2324 Kg/m ³
47	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.248 Kg	0.00 Kg	12.248 Kg	0.00530 m ³	2310 Kg/m ³
48	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.202 Kg	0.00 Kg	12.202 Kg	0.00530 m ³	2302 Kg/m ³
49	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.254 Kg	0.00 Kg	12.254 Kg	0.00530 m ³	2311 Kg/m ³
50	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.119 Kg	0.00 Kg	12.119 Kg	0.00530 m ³	2286 Kg/m ³
51	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.210 Kg	0.00 Kg	12.210 Kg	0.00530 m ³	2303 Kg/m ³
52	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.432 Kg	0.00 Kg	12.432 Kg	0.00530 m ³	2345 Kg/m ³
53	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.574 Kg	0.00 Kg	12.574 Kg	0.00530 m ³	2372 Kg/m ³
54	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.249 Kg	0.00 Kg	12.249 Kg	0.00530 m ³	2311 Kg/m ³
55	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.329 Kg	0.00 Kg	12.329 Kg	0.00530 m ³	2326 Kg/m ³
56	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.301 Kg	0.00 Kg	12.301 Kg	0.00530 m ³	2320 Kg/m ³
57	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.240 Kg	0.00 Kg	12.240 Kg	0.00530 m ³	2309 Kg/m ³
58	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.243 Kg	0.00 Kg	12.243 Kg	0.00530 m ³	2309 Kg/m ³
59	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.201 Kg	0.00 Kg	12.201 Kg	0.00530 m ³	2301 Kg/m ³
60	domingo, 13 de diciembre de 2020	12.127 Kg	0.00 Kg	12.127 Kg	0.00530 m ³	2287 Kg/m ³

OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL

 WILSON OLAYA AGUILAR
 T.C. ENGENYEROS DE MATERIAS Y SUELOS


 Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CEP. 246904



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chilayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycelr.com

Solicitante : RUIZ SÁNCHEZ DIEGO ALONSO
 Proyecto / Obra : DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Y $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020
 Ubicación : Dist. Chilayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 17 de diciembre del 2020
 Ensayo : CONCRETO. Peso unitario del concreto en estado fresco
 Referencia : N.T.P. 339.046:2015

N° de testigo	Fecha	Rec. + Conc. Fresco	Recipiente	Concreto Fresco	Vol. Recipiente	PUCF
61	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.490 Kg	0.00 Kg	12.490 Kg	0.00530 m ³	2356 Kg/m ³
62	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.324 Kg	0.00 Kg	12.324 Kg	0.00530 m ³	2325 Kg/m ³
63	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.245 Kg	0.00 Kg	12.245 Kg	0.00530 m ³	2310 Kg/m ³
64	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.207 Kg	0.00 Kg	12.207 Kg	0.00530 m ³	2303 Kg/m ³
65	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.684 Kg	0.00 Kg	12.684 Kg	0.00530 m ³	2393 Kg/m ³
66	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.646 Kg	0.00 Kg	12.646 Kg	0.00530 m ³	2385 Kg/m ³
67	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.649 Kg	0.00 Kg	12.649 Kg	0.00530 m ³	2386 Kg/m ³
68	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.630 Kg	0.00 Kg	12.630 Kg	0.00530 m ³	2382 Kg/m ³
69	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.587 Kg	0.00 Kg	12.587 Kg	0.00530 m ³	2374 Kg/m ³
70	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.590 Kg	0.00 Kg	12.590 Kg	0.00530 m ³	2375 Kg/m ³
71	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.463 Kg	0.00 Kg	12.463 Kg	0.00530 m ³	2351 Kg/m ³
72	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.425 Kg	0.00 Kg	12.425 Kg	0.00530 m ³	2344 Kg/m ³
73	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.670 Kg	0.00 Kg	12.670 Kg	0.00530 m ³	2390 Kg/m ³
74	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.774 Kg	0.00 Kg	12.774 Kg	0.00530 m ³	2410 Kg/m ³
75	lunes, 14 de diciembre de 2020	12.335 Kg	0.00 Kg	12.335 Kg	0.00530 m ³	2327 Kg/m ³
76	martes, 15 de diciembre de 2020	12.078 Kg	0.00 Kg	12.078 Kg	0.00530 m ³	2278 Kg/m ³
77	martes, 15 de diciembre de 2020	12.998 Kg	0.00 Kg	12.998 Kg	0.00530 m ³	2452 Kg/m ³
78	martes, 15 de diciembre de 2020	12.589 Kg	0.00 Kg	12.589 Kg	0.00530 m ³	2375 Kg/m ³
79	martes, 15 de diciembre de 2020	12.263 Kg	0.00 Kg	12.263 Kg	0.00530 m ³	2313 Kg/m ³
80	martes, 15 de diciembre de 2020	12.361 Kg	0.00 Kg	12.361 Kg	0.00530 m ³	2332 Kg/m ³

OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL

 WILSON OLAYA AGUILAR
 I.C. ENGENYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chilayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycelri.com

Solicitante : RUIZ SANCHEZ DIEGO ALONSO
 Proyecto / Obra : DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA f'c= 210 kg/cm² y f'c= 280 kg/cm² CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020
 Ubicación : Dist. Chilayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 17 de diciembre del 2020
 Ensayo : CONCRETO. Peso unitario del concreto en estado fresco
 Referencia : N.T.P. 339.046:2015

N° de testigo	Fecha	Rec. + Conc. Fresco	Recipiente	Concreto Fresco	Vol. Recipiente	PUCF
81	martes, 15 de diciembre de 2020	12.610 Kg	0.00 Kg	12.610 Kg	0.00530 m ³	2379 Kg/m ³
82	martes, 15 de diciembre de 2020	12.380 Kg	0.00 Kg	12.380 Kg	0.00530 m ³	2335 Kg/m ³
83	martes, 15 de diciembre de 2020	12.172 Kg	0.00 Kg	12.172 Kg	0.00530 m ³	2296 Kg/m ³
84	martes, 15 de diciembre de 2020	12.998 Kg	0.00 Kg	12.998 Kg	0.00530 m ³	2452 Kg/m ³
85	martes, 15 de diciembre de 2020	12.628 Kg	0.00 Kg	12.628 Kg	0.00530 m ³	2382 Kg/m ³
86	martes, 15 de diciembre de 2020	12.535 Kg	0.00 Kg	12.535 Kg	0.00530 m ³	2364 Kg/m ³
87	martes, 15 de diciembre de 2020	12.664 Kg	0.00 Kg	12.664 Kg	0.00530 m ³	2389 Kg/m ³
88	martes, 15 de diciembre de 2020	12.277 Kg	0.00 Kg	12.277 Kg	0.00530 m ³	2316 Kg/m ³
89	martes, 15 de diciembre de 2020	12.900 Kg	0.00 Kg	12.900 Kg	0.00530 m ³	2433 Kg/m ³
90	martes, 15 de diciembre de 2020	12.650 Kg	0.00 Kg	12.650 Kg	0.00530 m ³	2386 Kg/m ³
91	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.313 Kg	0.00 Kg	12.313 Kg	0.00530 m ³	2323 Kg/m ³
92	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.418 Kg	0.00 Kg	12.418 Kg	0.00530 m ³	2342 Kg/m ³
93	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.138 Kg	0.00 Kg	12.138 Kg	0.00530 m ³	2290 Kg/m ³
94	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.507 Kg	0.00 Kg	12.507 Kg	0.00530 m ³	2359 Kg/m ³
95	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.756 Kg	0.00 Kg	12.756 Kg	0.00530 m ³	2406 Kg/m ³
96	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.746 Kg	0.00 Kg	12.746 Kg	0.00530 m ³	2404 Kg/m ³
97	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.330 Kg	0.00 Kg	12.330 Kg	0.00530 m ³	2326 Kg/m ³
98	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.847 Kg	0.00 Kg	12.847 Kg	0.00530 m ³	2423 Kg/m ³
99	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.667 Kg	0.00 Kg	12.667 Kg	0.00530 m ³	2389 Kg/m ³
100	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.701 Kg	0.00 Kg	12.701 Kg	0.00530 m ³	2396 Kg/m ³

OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.


 WILSON OLAYA AGUILAR
 T.C. EXPERTOS DE MATERIALES Y SUELOS


 Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CEP. 246904



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chilayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : RUIZ SÁNCHEZ DIEGO ALONSO
Proyecto / Obra : DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020
Ubicación : Dist. Chilayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : 17 de diciembre del 2020
Ensayo : CONCRETO. Peso unitario del concreto en estado fresco
Referencia : N.T.P. 339.046:2015

Nº de testigo	Fecha	Rec. + Conc. Fresco	Recipiente	Concreto Fresco	Vol. Recipiente	PUCF
101	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.432 Kg	0.00 Kg	12.432 Kg	0.00530 m ³	2345 Kg/m ³
102	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.162 Kg	0.00 Kg	12.162 Kg	0.00530 m ³	2294 Kg/m ³
103	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.601 Kg	0.00 Kg	12.601 Kg	0.00530 m ³	2377 Kg/m ³
104	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.585 Kg	0.00 Kg	12.585 Kg	0.00530 m ³	2374 Kg/m ³
105	miércoles, 16 de diciembre de 2020	12.028 Kg	0.00 Kg	12.028 Kg	0.00530 m ³	2269 Kg/m ³
106	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.982 Kg	0.00 Kg	12.982 Kg	0.00530 m ³	2449 Kg/m ³
107	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.484 Kg	0.00 Kg	12.484 Kg	0.00530 m ³	2355 Kg/m ³
108	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.811 Kg	0.00 Kg	12.811 Kg	0.00530 m ³	2417 Kg/m ³
109	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.611 Kg	0.00 Kg	12.611 Kg	0.00530 m ³	2379 Kg/m ³
110	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.404 Kg	0.00 Kg	12.404 Kg	0.00530 m ³	2340 Kg/m ³
111	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.383 Kg	0.00 Kg	12.383 Kg	0.00530 m ³	2336 Kg/m ³
112	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.835 Kg	0.00 Kg	12.835 Kg	0.00530 m ³	2421 Kg/m ³
113	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.042 Kg	0.00 Kg	12.042 Kg	0.00530 m ³	2271 Kg/m ³
114	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.339 Kg	0.00 Kg	12.339 Kg	0.00530 m ³	2327 Kg/m ³
115	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.680 Kg	0.00 Kg	12.680 Kg	0.00530 m ³	2392 Kg/m ³
116	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.711 Kg	0.00 Kg	12.711 Kg	0.00530 m ³	2398 Kg/m ³
117	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.098 Kg	0.00 Kg	12.098 Kg	0.00530 m ³	2282 Kg/m ³
118	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.671 Kg	0.00 Kg	12.671 Kg	0.00530 m ³	2390 Kg/m ³
119	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.307 Kg	0.00 Kg	12.307 Kg	0.00530 m ³	2321 Kg/m ³
120	jueves, 17 de diciembre de 2020	12.198 Kg	0.00 Kg	12.198 Kg	0.00530 m ³	2301 Kg/m ³

OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.


 WILSON CLAVA AQUILAR
 TCG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CEP. 246904

9.4. DISEÑO DE MEZCLAS

9.4.1. DISEÑO DE MEZCLAS $F'c=210 \text{ KG/CM}^2$



LEMS W&C EIRL

Prolongación Bolognesi Km. 3.5 / 4.0
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480718334

INFORME

Pag. 01 de 02

Peticionario : Diego Ruiz Sánchez
Proyecto : Tesis: "DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ y $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020"
Ubicación : Disto. Chidayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de recepción : Jueves, 10 de diciembre del 2020

DISEÑO DE MEZCLA FINAL $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo MS - Pacasmayo
2.- Peso específico : 3150 Kg/m^3

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria Patapo
1.- Peso específico de masa 2.700 gr/cm^3
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.731 gr/cm^3
3.- Peso unitario suelto 1401 Kg/m^3
4.- Peso unitario compactado 1675 Kg/m^3
5.- % de absorción 1.13 %
6.- Contenido de humedad 0.72 %
7.- Módulo de fineza 3.03

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Tres Tomas
1.- Peso específico de masa 2.803 gr/cm^3
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.839 gr/cm^3
3.- Peso unitario suelto 1445 Kg/m^3
4.- Peso unitario compactado 1547 Kg/m^3
5.- % de absorción 1.3 %
6.- Contenido de humedad 0.4 %
7.- Tamaño máximo 3/4" Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal 1/2" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	5.0	95.0
Nº 08	14.8	80.3
Nº 16	17.5	62.7
Nº 30	27.1	35.7
Nº 50	17.6	18.1
Nº 100	12.3	5.7
Fondo	5.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	0.0	100.0
1/2"	10.0	90.0
3/8"	20.3	69.7
Nº 04	57.2	12.5
Fondo	2.1	10.4

OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
ING. ENGENYEROS DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Peticionario : Diego Ruiz Sánchez
 Proyecto : Tesis: "DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f_c= 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f_c= 280 \text{ kg/cm}^2$ CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020"
 Ubicación : Disto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de recepción : Jueves, 10 de diciembre del 2020

 DISEÑO DE MEZCLA FINAL $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas
 Peso unitario del concreto fresco : 2328 Kg/m^3
 Resistencia promedio a los 7 días : 160 Kg/cm^2
 Porcentaje promedio a los 7 días : 76 %
 Factor cemento por M^3 de concreto : 8.8 bolsas/ m^3
 Relación agua cemento de diseño : 0.558

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 373 Kg/m^3 : Tipo MS - Pacasmayo
 Agua 208 L : Potable de la zona.
 Agregado fino 858 Kg/m^3 : Arena Gruesa - La Victoria Patapo
 Agregado grueso 889 Kg/m^3 : Piedra Chancada - Tres Tomas

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
	1.0	2.30	2.39	23.7	Lts/ pie^3
Proporción en volumen :					
	1.0	2.47	2.48	23.7	Lts/ pie^3

OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.


 WILSON CLAYA AGUILAR
 TEC. EXPERTO EN MATERIALES Y SUELOS


 Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

9.4.2. DISEÑO DE MEZCLAS $F'_{c}=280 \text{ KG/CM}^2$ 

LEMS W&C EIRL

Prolongación Bolognesi Km. 3.5 / 4.0
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480718334

INFORME

Pag. 01 de 02

Peticionario : Diego Ruiz Sánchez
Proyecto : Tesis: "DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $F'_{c}= 210 \text{ kg/cm}^2$ y $F'_{c}= 280 \text{ kg/cm}^2$ CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020"
Ubicación : Disto. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de recepción : Jueves, 10 de diciembre del 2020

DISEÑO DE MEZCLA FINAL $F'_{c} = 280 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo MS - Pacasmayo
2.- Peso específico : 3150 Kg/m^3

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria Patapo

1.- Peso específico de masa 2.700 gr/cm^3
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.731 gr/cm^3
3.- Peso unitario suelto 1401 Kg/m^3
4.- Peso unitario compactado 1675 Kg/m^3
5.- % de absorción 1.1 %
6.- Contenido de humedad 0.7 %
7.- Módulo de fineza 3.03

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Tres Tomas

1.- Peso específico de masa 2.803 gr/cm^3
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.839 gr/cm^3
3.- Peso unitario suelto 1445 Kg/m^3
4.- Peso unitario compactado 1547 Kg/m^3
5.- % de absorción 1.3 %
6.- Contenido de humedad 0.4 %
7.- Tamaño máximo 3/4" Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal 1/2"

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	5.0	95.0
Nº 08	14.8	80.3
Nº 16	17.5	62.7
Nº 30	27.1	35.7
Nº 50	17.6	18.1
Nº 100	12.3	5.7
Fondo	3.6	2.1

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	0.0	100.0
1/2"	10.0	90.0
3/8"	20.3	69.7
Nº 04	57.2	12.5
Fondo	2.1	10.4

OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
WILSON GLAYA AGUILAR
ING. ESPECIALISTA EN MATERIAS DE CONCRETO Y ACERO

Miguel Ángel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Peticionario : Diego Ruiz Sánchez
 Proyecto : Tesis: "DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO M5 PARA $f_c=210$ kg/cm² y $f_c=280$ kg/cm² CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020"
 Ubicación : Disto. Chidayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de recepción : Jueves, 10 de diciembre del 2020

 DISEÑO DE MEZCLA FINAL $f_c = 280$ kg/cm²

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas
 Peso unitario del concreto fresco : 2335 Kg/m³
 Resistencia promedio a los 7 días : 208 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 7 días : 74 %
 Factor cemento por M³ de concreto : 10.5 bolsas/m³
 Relación agua cemento de diseño : 0.460

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	445 Kg/m ³	: Tipo M5 - Pacasmayo
Agua	205 L	: Potable de la zona.
Agregado fino	776 Kg/m ³	: Arena Gruesa - La Victoria Patapo
Agregado grueso	909 Kg/m ³	: Piedra Chancada - Tres Tomas

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
	1.0	1.74	2.04	19.6	Lts/pie ³
Proporción en volumen :					
	1.0	1.87	2.12	19.6	Lts/pie ³

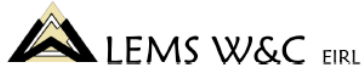
OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.


 LEMS W&C EIRL
 WILSON CLAYA AGUILAR
 T.C. EXPERTO EN MATERIAS DE CONCRETO


 Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

9.5. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO SIMPLE



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : RUIZ SÁNCHEZ DIEGO ALONSO
Proyecto / Obra : Tesis: "DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f_c = 210$ kg/cm² y $f_c = 280$ kg/cm² CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : 14 de enero del 2021.
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
Referencia : N.T.P. 339.034-2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f_c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f_c (Kg/Cm ²)	f_c (%)
01	Testigo 1	210	10/12/2020	07/01/2021	28	40828	15.20	181	225	107
02	Testigo 2	210	10/12/2020	07/01/2021	28	43391	15.20	181	239	114
03	Testigo 3	210	10/12/2020	07/01/2021	28	39702	15.20	181	219	104
04	Testigo 4	210	10/12/2020	07/01/2021	28	39983	15.20	181	220	105
05	Testigo 5	210	10/12/2020	07/01/2021	28	40814	15.20	181	224	107
06	Testigo 6	210	10/12/2020	07/01/2021	28	41819	15.20	181	230	110
07	Testigo 7	210	10/12/2020	07/01/2021	28	38915	15.20	181	214	102
08	Testigo 8	210	10/12/2020	07/01/2021	28	43266	15.20	181	238	114
09	Testigo 9	210	10/12/2020	07/01/2021	28	42697	15.20	181	235	112
10	Testigo 10	210	10/12/2020	07/01/2021	28	43000	15.20	181	242	115

OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.





Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : RUIZ SÁNCHEZ DIEGO ALONSO
Proyecto / Obra : Tesis: "DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f_c=210$ kg/cm² y $f_c=280$ kg/cm² CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : 14 de enero del 2021.
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Diametro	Área	f_c	f_c
N°		f_c	(Días)	(Días)	(Días)	(Kgf)	(Cm)	(cm ²)	(Kg/Cm ²)	(%)
11	Testigo 11	210	10/12/2020	07/01/2021	28	44258	15.20	181	244	116
12	Testigo 12	210	10/12/2020	07/01/2021	28	43196	15.20	181	238	113
13	Testigo 13	210	10/12/2020	07/01/2021	28	38362	15.20	181	211	101
14	Testigo 14	210	10/12/2020	07/01/2021	28	43898	15.20	181	242	115
15	Testigo 15	210	10/12/2020	07/01/2021	28	39007	15.20	181	215	102
16	Testigo 16	210	11/12/2020	08/01/2021	28	39179	15.20	181	216	103
17	Testigo 17	210	11/12/2020	08/01/2021	28	39931	15.20	181	218	104
18	Testigo 18	210	11/12/2020	08/01/2021	28	42022	15.20	181	232	110
19	Testigo 19	210	11/12/2020	08/01/2021	28	40680	15.20	181	224	107
20	Testigo 20	210	11/12/2020	08/01/2021	28	43615	15.20	181	240	114

OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.



WILSON CLAYA AGUILAR
TÉC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 246904



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : RUIZ SÁNCHEZ DIEGO ALONSO
Proyecto / Obra : Tesis: "DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f_c=210$ kg/cm² y $f_c=280$ kg/cm² CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : 14 de enero del 2021.
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Diametro	Área	f_c	f_c
N°		f_c	(Días)	(Días)	(Días)	(Kgf)	(Cm)	(cm ²)	(Kg/Cm ²)	(%)
21	Testigo 21	210	11/12/2020	08/01/2021	28	38990	15.20	181	214	102
22	Testigo 22	210	11/12/2020	08/01/2021	28	39535	15.20	181	218	104
23	Testigo 23	210	11/12/2020	08/01/2021	28	42329	15.20	181	233	111
24	Testigo 24	210	11/12/2020	08/01/2021	28	39073	15.20	181	215	103
25	Testigo 25	210	11/12/2020	08/01/2021	28	42268	15.20	181	233	111
26	Testigo 26	210	11/12/2020	08/01/2021	28	39202	15.20	181	216	103
27	Testigo 27	210	11/12/2020	08/01/2021	28	41273	15.20	181	227	108
28	Testigo 28	210	11/12/2020	08/01/2021	28	42862	15.20	181	236	112
29	Testigo 29	210	11/12/2020	08/01/2021	28	38151	15.20	181	210	100
30	Testigo 30	210	11/12/2020	08/01/2021	28	40634	15.20	181	224	107

OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.



WILSON CLAYA AGUILAR
TÉC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 246904



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chilayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycuir.com

Solicitante : RUIZ SÁNCHEZ DIEGO ALONSO
Proyecto / Obra : Tesis: "DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f_c=210$ kg/cm² y $f_c=280$ kg/cm² CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020"
Ubicación : Dist. Chilayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : 14 de enero del 2021.
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Diametro	Área	f_c	f_c
N°		f_c	(Días)	(Días)	(Días)	(Kgf)	(Cm)	(cm ²)	(Kg/Cm ²)	(%)
31	Testigo 31	210	12/12/2020	09/01/2021	28	40431	15.20	181	223	106
32	Testigo 32	210	12/12/2020	09/01/2021	28	41295	15.20	181	228	108
33	Testigo 33	210	12/12/2020	09/01/2021	28	41999	15.20	181	231	110
34	Testigo 34	210	12/12/2020	09/01/2021	28	40992	15.20	181	226	108
35	Testigo 35	210	12/12/2020	09/01/2021	28	39481	15.20	181	217	104
36	Testigo 36	210	12/12/2020	09/01/2021	28	40176	15.20	181	221	105
37	Testigo 37	210	12/12/2020	09/01/2021	28	43353	15.20	181	239	114
38	Testigo 38	210	12/12/2020	09/01/2021	28	38464	15.20	181	212	101
39	Testigo 39	210	12/12/2020	09/01/2021	28	42312	15.20	181	233	111
40	Testigo 40	210	12/12/2020	09/01/2021	28	42883	15.20	181	236	113

OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.





Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20490781334
Email: servicios@lemswycair.com

Solicitante : RUIZ SÁNCHEZ DIEGO ALONSO
 Proyecto / Obra : Tesis: "DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f_c=210$ kg/cm² y $f_c=280$ kg/cm² CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 14 de enero del 2021.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kg)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)	f'c (%)
41	Testigo 41	210	12/12/2020	09/01/2021	28	43713	15.20	181	241	115
42	Testigo 42	210	12/12/2020	09/01/2021	28	42102	15.20	181	232	110
43	Testigo 43	210	12/12/2020	09/01/2021	28	40072	15.20	181	221	105
44	Testigo 44	210	12/12/2020	09/01/2021	28	42122	15.20	181	232	111
45	Testigo 45	210	12/12/2020	09/01/2021	28	40921	15.20	181	226	107
46	Testigo 46	210	13/12/2020	10/01/2021	28	39812	15.20	181	218	104
47	Testigo 47	210	13/12/2020	10/01/2021	28	40924	15.20	181	226	107
48	Testigo 48	210	13/12/2020	10/01/2021	28	38798	15.20	181	214	102
49	Testigo 49	210	13/12/2020	10/01/2021	28	41903	15.20	181	231	110
50	Testigo 50	210	13/12/2020	10/01/2021	28	42874	15.20	181	236	113

OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.



WILSON CLAYA AGUILAR
TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Ángel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20490781334
Email: servicios@lemswycair.com

Solicitante : RUIZ SÁNCHEZ DIEGO ALONSO
 Proyecto / Obra : Tesis: "DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f_c=210$ kg/cm² y $f_c=280$ kg/cm² CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 14 de enero del 2021.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kg)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)	f'c (%)
51	Testigo 51	210	13/12/2020	10/01/2021	28	41174	15.20	181	227	108
52	Testigo 52	210	13/12/2020	10/01/2021	28	38911	15.20	181	214	102
53	Testigo 53	210	13/12/2020	10/01/2021	28	39105	15.20	181	216	103
54	Testigo 54	210	13/12/2020	10/01/2021	28	41159	15.20	181	227	108
55	Testigo 55	210	13/12/2020	10/01/2021	28	42678	15.20	181	235	112
56	Testigo 56	210	13/12/2020	10/01/2021	28	40009	15.20	181	220	105
57	Testigo 57	210	13/12/2020	10/01/2021	28	39096	15.20	181	215	103
58	Testigo 58	210	13/12/2020	10/01/2021	28	39295	15.20	181	217	103
59	Testigo 59	210	13/12/2020	10/01/2021	28	42098	15.20	181	232	110
60	Testigo 60	210	13/12/2020	10/01/2021	28	43109	15.20	181	238	113

OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.



WILSON CLAYA AGUILAR
TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Ángel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chilayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : RUIZ SÁNCHEZ DIEGO ALONSO
Proyecto / Obra : Tesis: "DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f_c=210$ kg/cm² y $f_o=280$ kg/cm² CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020"
Ubicación : Dist. Chilayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : 14 de enero del 2021.
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Diametro	Área	f_c	f_o
N°		f_c	(Días)	(Días)	(Días)	(Kg)	(Cm)	(cm ²)	(Kg/Cm ²)	(%)
61	Testigo 61	280	14/12/2020	11/01/2021	28	53847	15.20	181	297	106
62	Testigo 62	280	14/12/2020	11/01/2021	28	55468	15.20	181	306	109
63	Testigo 63	280	14/12/2020	11/01/2021	28	51016	15.20	181	281	100
64	Testigo 64	280	14/12/2020	11/01/2021	28	51353	15.20	181	283	101
65	Testigo 65	280	14/12/2020	11/01/2021	28	53794	15.20	181	296	106
66	Testigo 66	280	14/12/2020	11/01/2021	28	53855	15.20	181	296	106
67	Testigo 67	280	14/12/2020	11/01/2021	28	52369	15.20	181	289	103
68	Testigo 68	280	14/12/2020	11/01/2021	28	52513	15.20	181	289	103
69	Testigo 69	280	14/12/2020	11/01/2021	28	53740	15.20	181	296	106
70	Testigo 70	280	14/12/2020	11/01/2021	28	52045	15.20	181	287	102

OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.



WILSON CLAYA AGUILAR
TÉC. EN INGENIERÍA DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chilayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : RUIZ SÁNCHEZ DIEGO ALONSO
Proyecto / Obra : Tesis: "DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f_c=210$ kg/cm² y $f_o=280$ kg/cm² CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020"
Ubicación : Dist. Chilayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : 14 de enero del 2021.
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Diametro	Área	f_c	f_o
N°		f_c	(Días)	(Días)	(Días)	(Kg)	(Cm)	(cm ²)	(Kg/Cm ²)	(%)
71	Testigo 71	280	14/12/2020	11/01/2021	28	51769	15.20	181	285	102
72	Testigo 72	280	14/12/2020	11/01/2021	28	53757	15.20	181	296	106
73	Testigo 73	280	14/12/2020	11/01/2021	28	52777	15.20	181	291	104
74	Testigo 74	280	14/12/2020	11/01/2021	28	51865	15.20	181	286	102
75	Testigo 75	280	14/12/2020	11/01/2021	28	52050	15.20	181	287	102
76	Testigo 76	280	15/12/2020	12/01/2021	28	53778	15.20	181	296	106
77	Testigo 77	280	15/12/2020	12/01/2021	28	52938	15.20	181	292	104
78	Testigo 78	280	15/12/2020	12/01/2021	28	56314	15.20	181	310	111
79	Testigo 79	280	15/12/2020	12/01/2021	28	53701	15.20	181	296	106
80	Testigo 80	280	15/12/2020	12/01/2021	28	52253	15.20	181	288	103

OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.



WILSON CLAYA AGUILAR
TÉC. EN INGENIERÍA DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chilayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : RUIZ SÁNCHEZ DIEGO ALONSO
Proyecto / Obra : Tesis: "DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f_c=210$ kg/cm² y $f_c=280$ kg/cm² CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020"
Ubicación : Dist. Chilayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : 14 de enero del 2021.
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f_c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diametro (Cm)	Área (cm ²)	f_c (Kg/Cm ²)	f_c (%)
81	Testigo 81	280	15/12/2020	12/01/2021	28	54776	15.20	181	302	108
82	Testigo 82	280	15/12/2020	12/01/2021	28	52181	15.20	181	288	103
83	Testigo 83	280	15/12/2020	12/01/2021	28	51229	15.20	181	282	101
84	Testigo 84	280	15/12/2020	12/01/2021	28	51916	15.20	181	286	102
85	Testigo 85	280	15/12/2020	12/01/2021	28	52756	15.20	181	291	104
86	Testigo 86	280	15/12/2020	12/01/2021	28	51923	15.20	181	286	102
87	Testigo 87	280	15/12/2020	12/01/2021	28	53008	15.20	181	292	104
88	Testigo 88	280	15/12/2020	12/01/2021	28	54501	15.20	181	300	107
89	Testigo 89	280	15/12/2020	12/01/2021	28	51649	15.20	181	285	102
90	Testigo 90	280	15/12/2020	12/01/2021	28	53528	15.20	181	295	105

OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chilayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : RUIZ SÁNCHEZ DIEGO ALONSO
Proyecto / Obra : Tesis: "DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f_c=210$ kg/cm² y $f_c=280$ kg/cm² CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020"
Ubicación : Dist. Chilayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : 14 de enero del 2021.
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Diametro	Área	f_c	f_c
91	Testigo 91	280	16/12/2020	13/01/2021	28	54340	15.20	181	299	107
92	Testigo 92	280	16/12/2020	13/01/2021	28	50872	15.20	181	280	100
93	Testigo 93	280	16/12/2020	13/01/2021	28	52035	15.20	181	287	102
94	Testigo 94	280	16/12/2020	13/01/2021	28	52828	15.20	181	291	104
95	Testigo 95	280	16/12/2020	13/01/2021	28	56272	15.20	181	310	111
96	Testigo 96	280	16/12/2020	13/01/2021	28	53146	15.20	181	293	105
97	Testigo 97	280	16/12/2020	13/01/2021	28	55625	15.20	181	307	109
98	Testigo 98	280	16/12/2020	13/01/2021	28	56222	15.20	181	310	111
99	Testigo 99	280	16/12/2020	13/01/2021	28	54843	15.20	181	302	108
100	Testigo 100	280	16/12/2020	13/01/2021	28	52706	15.20	181	290	104

OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.




Solicitante : RUIZ SÁNCHEZ DIEGO ALONSO
 Proyecto / Obra : Tesis: "DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f_c = 210$ kg/cm² y $f_c = 280$ kg/cm² CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 14 de enero del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diametro (Cm)	Área (cm ²)	Fc (Kg/Cm ²)	Fc (%)
101	Testigo 101	280	16/12/2020	13/01/2021	28	53279	15.20	181	294	105
102	Testigo 102	280	16/12/2020	13/01/2021	28	51586	15.20	181	284	102
103	Testigo 103	280	16/12/2020	13/01/2021	28	51383	15.20	181	283	101
104	Testigo 104	280	16/12/2020	13/01/2021	28	53884	15.20	181	297	106
105	Testigo 105	280	16/12/2020	13/01/2021	28	53313	15.20	181	294	105
106	Testigo 106	280	17/12/2020	14/01/2021	28	53873	15.20	181	297	106
107	Testigo 107	280	17/12/2020	14/01/2021	28	55329	15.20	181	305	109
108	Testigo 108	280	17/12/2020	14/01/2021	28	54998	15.20	181	301	108
109	Testigo 109	280	17/12/2020	14/01/2021	28	54023	15.20	181	298	106
110	Testigo 110	280	17/12/2020	14/01/2021	28	55631	15.20	181	307	109

OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
 WILSON CLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : RUIZ SÁNCHEZ DIEGO ALONSO
 Proyecto / Obra : Tesis: "DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f_c = 210$ kg/cm² y $f_c = 280$ kg/cm² CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 14 de enero del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diametro (Cm)	Área (cm ²)	Fc (Kg/Cm ²)	Fc (%)
111	Testigo 111	280	17/12/2020	14/01/2021	28	54438	15.20	181	300	107
112	Testigo 112	280	17/12/2020	14/01/2021	28	55324	15.20	181	305	109
113	Testigo 113	280	17/12/2020	14/01/2021	28	51924	15.20	181	286	102
114	Testigo 114	280	17/12/2020	14/01/2021	28	52391	15.20	181	289	103
115	Testigo 115	280	17/12/2020	14/01/2021	28	55029	15.20	181	303	108
116	Testigo 116	280	17/12/2020	14/01/2021	28	51821	15.20	181	286	102
117	Testigo 117	280	17/12/2020	14/01/2021	28	53320	15.20	181	294	105
118	Testigo 118	280	17/12/2020	14/01/2021	28	50950	15.20	181	281	100
119	Testigo 119	280	17/12/2020	14/01/2021	28	53408	15.20	181	294	105
120	Testigo 120	280	17/12/2020	14/01/2021	28	55631	15.20	181	307	109

OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
 WILSON CLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

9.6. ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycelr.com

Solicitante : RUIZ SÁNCHEZ DIEGO ALONSO
Proyecto / Obra : DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : 20/01/2021
Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto
Referencia : ASTM C-469

Fecha	Probeta	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ_u (ϵ_2)	Area cm ²	E_c Kg/cm ²
15/01/2021	M-1	225.00	90.00	16.75	0.0003840	181.46	219299.226
15/01/2021	M-2	239.13	95.65	16.26	0.0003960	181.46	229450.476
15/01/2021	M-3	218.80	87.52	14.50	0.0003947	181.46	211861.372
15/01/2021	M-4	220.23	88.09	14.74	0.0003824	181.46	220668.254
15/01/2021	M-5	223.82	89.53	14.55	0.0003804	181.46	226921.994
15/01/2021	M-6	230.46	92.18	15.14	0.0003742	181.46	237633.027
15/01/2021	M-7	214.46	85.78	14.55	0.0003789	181.46	216589.75
15/01/2021	M-8	238.44	95.37	15.77	0.0003816	181.46	240064.759
15/01/2021	M-9	235.30	94.12	15.37	0.0004093	181.46	218607.414
15/01/2021	M-10	241.93	96.77	16.28	0.0003900	181.46	236729.041
15/01/2021	M-11	243.89	97.56	15.78	0.0003767	181.46	250278.464
15/01/2021	M-12	238.05	95.22	15.95	0.0004058	181.46	222798.016
15/01/2021	M-13	211.41	84.56	14.27	0.0003780	181.46	214324.116
15/01/2021	M-14	241.92	96.77	16.37	0.0003926	181.46	234671.656
15/01/2021	M-15	214.96	85.99	14.24	0.0004031	181.46	203174.883
15/01/2021	M-16	215.91	86.36	13.82	0.0003842	181.46	217040.486
15/01/2021	M-17	218.40	87.36	13.99	0.0003962	181.46	211960.131
15/01/2021	M-18	231.58	92.63	15.64	0.0003999	181.46	220017.644
15/01/2021	M-19	224.08	89.63	14.60	0.0004003	181.46	214207.432
15/01/2021	M-20	240.36	96.14	15.71	0.0004054	181.46	226331.236
16/01/2021	M-21	214.32	85.73	14.32	0.0004095	181.46	198603.645
16/01/2021	M-22	217.87	87.15	13.92	0.0004080	181.46	204581.124
16/01/2021	M-23	233.27	93.31	15.25	0.0003721	181.46	242301.395
16/01/2021	M-24	215.33	86.13	14.29	0.0003823	181.46	216184.94
16/01/2021	M-25	232.94	93.17	15.02	0.0004075	181.46	218604.213
16/01/2021	M-26	216.04	86.41	14.53	0.0003806	181.46	217480.289
16/01/2021	M-27	227.45	90.98	14.68	0.0003702	181.46	238308.396
16/01/2021	M-28	236.21	94.48	15.72	0.0003804	181.46	238382.619
16/01/2021	M-29	210.24	84.10	13.82	0.0003984	181.46	201713.625
16/01/2021	M-30	223.93	89.57	14.53	0.0003792	181.46	227982.595

OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
EL DISTRITO DE MILLICHINO Y SUZUELO

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : RUIZ SÁNCHEZ DIEGO ALONSO
 Proyecto / Obra : DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 20/01/2021
 Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto
 Referencia : ASTM C-469

Fecha	Probeta	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S_2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S_1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria $\epsilon_j (S_j)$	Area cm ²	E_c Kg/cm ²
16/01/2021	M-31	222.81	89.13	14.66	0.0003894	181.46	219414.131
16/01/2021	M-32	227.58	91.03	14.86	0.0004099	181.46	211612.912
16/01/2021	M-33	231.45	92.58	14.85	0.0003705	181.46	242340.946
16/01/2021	M-34	225.90	90.36	14.97	0.0004095	181.46	209681.071
16/01/2021	M-35	217.47	86.99	14.34	0.0004098	181.46	201928.461
16/01/2021	M-36	221.41	88.56	14.53	0.0003821	181.46	222881.91
16/01/2021	M-37	238.91	95.57	15.73	0.0004100	181.46	221763.145
16/01/2021	M-38	211.97	84.79	14.00	0.0003705	181.46	220898.71
16/01/2021	M-39	233.18	93.27	15.41	0.0003935	181.46	226642.663
16/01/2021	M-40	236.32	94.53	15.71	0.0004062	181.46	221296.31
17/01/2021	M-41	240.90	96.36	15.87	0.0003773	181.46	243894.271
17/01/2021	M-42	232.02	92.81	15.52	0.0003907	181.46	226847.644
17/01/2021	M-43	220.83	88.33	14.59	0.0003990	181.46	211293.875
17/01/2021	M-44	232.13	92.85	15.11	0.0004097	181.46	216125.736
17/01/2021	M-45	225.51	90.20	15.24	0.0003914	181.46	219743.254
17/01/2021	M-46	218.30	87.32	14.70	0.0003735	181.46	224434.508
17/01/2021	M-47	225.53	90.21	15.20	0.0003897	181.46	220791.653
17/01/2021	M-48	213.80	85.52	13.93	0.0003931	181.46	208620.95
17/01/2021	M-49	230.92	92.37	15.38	0.0003778	181.46	234908.133
17/01/2021	M-50	236.27	94.51	15.57	0.0003928	181.46	230247.47
17/01/2021	M-51	226.91	90.76	15.10	0.0004099	181.46	210218.647
17/01/2021	M-52	214.44	85.77	13.92	0.0003851	181.46	214418.27
17/01/2021	M-53	215.50	86.20	14.25	0.0004000	181.46	205563.37
17/01/2021	M-54	226.82	90.73	14.65	0.0004002	181.46	217227.938
17/01/2021	M-55	235.19	94.08	15.64	0.0004051	181.46	220861.231
17/01/2021	M-56	220.48	88.19	14.33	0.0004025	181.46	209560.365
17/01/2021	M-57	215.45	86.18	13.84	0.0003917	181.46	211704.423
17/01/2021	M-58	216.55	86.62	14.47	0.0003740	181.46	222711.887
17/01/2021	M-59	232.00	92.80	15.29	0.0003930	181.46	225958.143
17/01/2021	M-60	237.57	95.03	16.05	0.0003792	181.46	239927.821

OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.




WILSON OLAYA AGUILAR
 ING. EXPERTO EN MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycelri.com

Solicitante : RUIZ SÁNCHEZ DIEGO ALONSO
Proyecto / Obra : DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f_c = 210$ kg/cm² y $f_c = 280$ kg/cm² CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : 20/01/2021
Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto
Referencia : ASTM C-469

Fecha	Probeta	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_u (S ₂)	Area cm ²	E_c Kg/cm ²
18/01/2021	M-61	296.75	118.70	27.58	0.0003872	181.46	270255.952
18/01/2021	M-62	305.68	122.27	29.35	0.0003876	181.46	275202.161
18/01/2021	M-63	281.15	112.46	30.64	0.0003735	181.46	252887.79
18/01/2021	M-64	283.00	113.20	28.74	0.0003976	181.46	242979.955
18/01/2021	M-65	296.45	118.58	28.22	0.0004057	181.46	254013.343
18/01/2021	M-66	295.69	118.28	34.58	0.0004000	181.46	239134.881
18/01/2021	M-67	288.60	115.44	23.72	0.0003905	181.46	269328.502
18/01/2021	M-68	289.39	115.76	27.78	0.0004034	181.46	248969.094
18/01/2021	M-69	296.16	118.46	33.74	0.0003856	181.46	252467.956
18/01/2021	M-70	286.81	114.73	29.77	0.0003907	181.46	249392.733
18/01/2021	M-71	285.29	114.12	30.52	0.0003764	181.46	256115.89
18/01/2021	M-72	296.25	118.50	28.55	0.0004052	181.46	253277.05
18/01/2021	M-73	290.85	116.34	30.55	0.0004027	181.46	243266.507
18/01/2021	M-74	285.83	114.33	27.67	0.0003866	181.46	257474.738
18/01/2021	M-75	286.84	114.74	26.51	0.0004057	181.46	248017.84
18/01/2021	M-76	296.36	118.55	29.38	0.0004066	181.46	250028.647
18/01/2021	M-77	291.72	116.69	30.21	0.0003966	181.46	249525.113
18/01/2021	M-78	310.34	124.14	27.60	0.0003922	181.46	282107.999
18/01/2021	M-79	295.94	118.38	25.12	0.0003860	181.46	277589.342
18/01/2021	M-80	287.96	115.18	29.32	0.0004075	181.46	240200.175
19/01/2021	M-81	301.87	120.75	24.42	0.0004012	181.46	274288.841
19/01/2021	M-82	287.57	115.03	32.92	0.0003936	181.46	238990.206
19/01/2021	M-83	282.32	112.93	28.10	0.0004080	181.46	236952.661
19/01/2021	M-84	286.11	114.44	30.86	0.0003856	181.46	249076.633
19/01/2021	M-85	290.73	116.29	28.96	0.0003984	181.46	250676.704
19/01/2021	M-86	286.14	114.46	25.40	0.0003981	181.46	255820.307
19/01/2021	M-87	292.12	116.85	26.63	0.0003758	181.46	276956.282
19/01/2021	M-88	300.35	120.14	33.72	0.0004058	181.46	242914.674
19/01/2021	M-89	284.63	113.85	24.75	0.0003844	181.46	266468.702
19/01/2021	M-90	294.99	118.00	32.25	0.0003949	181.46	248592.537

OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
CIP. 246904

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycelr.com

Solicitante : RUIZ SANCHEZ DIEGO ALONSO
Proyecto / Obra : DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : 20/01/2021
Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto
Referencia : ASTM C-469

Fecha	Probeta	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000030) Kg/cm ²	ϵ unitaria $\epsilon_s (S_2)$	Area cm ²	E_c Kg/cm ²
19/01/2021	M-91	299.46	119.78	26.63	0.0003815	181.46	280993.829
19/01/2021	M-92	280.35	112.14	27.86	0.0004059	181.46	236843.09
19/01/2021	M-93	286.76	114.70	29.35	0.0004081	181.46	237786.759
19/01/2021	M-94	291.13	116.45	27.22	0.0004040	181.46	252092.186
19/01/2021	M-95	310.11	124.04	27.34	0.0003983	181.46	277667.407
19/01/2021	M-96	292.88	117.15	28.35	0.0003896	181.46	260869.646
19/01/2021	M-97	306.55	122.62	33.18	0.0003780	181.46	272687.997
19/01/2021	M-98	309.84	123.93	31.84	0.0003937	181.46	267967.78
19/01/2021	M-99	302.24	120.89	34.02	0.0004054	181.46	244460.833
19/01/2021	M-100	290.46	116.18	33.34	0.0003940	181.46	240251.434
20/01/2021	M-101	293.62	117.45	26.27	0.0003748	181.46	280716.04
20/01/2021	M-102	284.29	113.71	23.39	0.0003901	181.46	263560.663
20/01/2021	M-103	283.17	113.27	28.01	0.0003976	181.46	245291.776
20/01/2021	M-104	296.95	118.78	28.46	0.0004095	181.46	251227.158
20/01/2021	M-105	293.80	117.52	27.29	0.0003845	181.46	269700.456
20/01/2021	M-106	296.89	118.76	28.59	0.0003755	181.46	277021.941
20/01/2021	M-107	304.92	121.97	26.39	0.0003745	181.46	294517.581
20/01/2021	M-108	301.43	120.57	26.95	0.0003767	181.46	286562.53
20/01/2021	M-109	297.71	119.09	34.35	0.0004057	181.46	237656.515
20/01/2021	M-110	306.58	122.63	35.18	0.0003983	181.46	251051.324
20/01/2021	M-111	299.99	120.00	30.78	0.0003878	181.46	264136.636
20/01/2021	M-112	304.88	121.95	26.40	0.0004074	181.46	267355.073
20/01/2021	M-113	286.15	114.46	31.38	0.0003763	181.46	254589.072
20/01/2021	M-114	288.72	115.49	26.61	0.0003747	181.46	273739.306
20/01/2021	M-115	303.26	121.30	24.67	0.0003730	181.46	299136.503
20/01/2021	M-116	285.58	114.23	34.09	0.0004070	181.46	224491.458
20/01/2021	M-117	293.84	117.54	32.33	0.0004025	181.46	241695.898
20/01/2021	M-118	280.78	112.31	29.18	0.0003911	181.46	243722.481
20/01/2021	M-119	294.33	117.73	29.34	0.0003977	181.46	254245.841
20/01/2021	M-120	306.58	122.63	33.34	0.0003971	181.46	257284.218


OBSERVACIONES:

- Ensayo, muestreo e identificación realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
ING. EXPERTO EN MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIB. 246504

9.7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES EN LABORATORIO

		REGISTRO DE ACTIVIDAD EN LABORATORIO		INFORME PARA LA OBTENCIÓN TÍTULO PROFESIONAL DE PRE-GRADO				
		Elaboro:	Revisó:	Aprobó:	Fecha:	15/01/2021		
		Diego Ruiz Sánchez	Diego Ruiz Sánchez	Ing. Carlos Tafur Jiménez	Página:	1-1		
Proyecto:	DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO CEMENTO TIPO MS PARA $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS TRES TOMAS Y LA VICTORIA EN EL AÑO 2020				Fecha:	15	1	2021
FECHA-INICIO	FECHA-FIN	ACTIVIDAD			OBSERVACIÓN			
08/12/2020	08/12/2020	Se hizo de manera correcta el ensayo de granulometría tanto para agregado fino como agregado grueso, provenientes de las canteras Pátapo y Tres Tomas respectivamente.			Ninguna.			
08/12/2020	09/12/2020	Se hizo de manera correcta el ensayo de gravedad específica y absorción del agregado fino y grueso, provenientes de las canteras Pátapo y Tres Tomas respectivamente.			Ninguna.			
08/12/2020	09/12/2020	Se realizó de manera correcta el ensayo normalizado para contenido humedad total evaporable del agregado fino y agregado grueso, provenientes de las canteras Pátapo y Tres Tomas respectivamente.			Ninguna.			
08/12/2020	09/12/2020	Se ejecutó de manera correcta el ensayo para determinar el peso unitario suelto y varillado del agregado fino y del agregado grueso, provenientes de las canteras Pátapo y Tres Tomas respectivamente.			Ninguna.			
10/12/2020	19/11/2020	Se realizó de de manera correcta el diseño de mezclas a emplearse para un $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y un $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ con los datos obtenidos de los ensayos a los agregados.			Se tuvo en cuenta la corrección por slump y peso unitario del concreto para el diseño de mezclas en ambas dosificaciones.			
10/12/2020	10/12/2020	Se llevo a cabo la preparación de 12 probetas de concreto con un $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ para la curva de resistencia a la compresión por edad del concreto			Ninguna.			
10/12/2020	10/12/2020	Se llevo a cabo la preparación de 30 probetas de concreto con un $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$			Se tomo anotación de sus pesos unitarios			
11/12/2020	11/12/2020	Se llevo a cabo la preparación de 30 probetas de concreto con un $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$			Se tomo anotación de sus pesos unitarios			
12/12/2020	12/12/2020	Se llevo a cabo la preparación de 30 probetas de concreto con un $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$			Se tomo anotación de sus pesos unitarios			
13/12/2020	13/12/2020	Se llevo a cabo la preparación de 30 probetas de concreto con un $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$			Se tomo anotación de sus pesos unitarios			
14/12/2020	14/12/2020	Se llevo a cabo la preparación de 12 probetas de concreto con un $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ para la curva de resistencia a la compresión por edad del concreto			Ninguna.			
14/12/2020	14/12/2020	Se llevo a cabo la preparación de 30 probetas de concreto con un $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$			Se tomo anotación de sus pesos unitarios			
15/12/2020	15/12/2020	Se llevo a cabo la preparación de 30 probetas de concreto con un $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$			Se tomo anotación de sus pesos unitarios			
16/12/2020	16/12/2020	Se llevo a cabo la preparación de 30 probetas de concreto con un $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$			Se tomo anotación de sus pesos unitarios			
17/12/2020	17/12/2020	Se llevo a cabo la preparación de 30 probetas de concreto con un $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$			Se tomo anotación de sus pesos unitarios			
17/12/2020	07/01/2021	Se procedió a realizar en el ensayo a compresión axial para un $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, teniendo un total de 12 muestras para la curva de resistencia por edad del concreto			Ninguna.			
21/12/2020	11/01/2021	Se procedió a realizar en el ensayo a compresión axial para un $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$, teniendo un total de 12 muestras para la curva de resistencia por edad del concreto			Ninguna.			
07/01/2021	14/01/2021	Se procedió a realizar en el ensayo a compresión axial para un $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, teniendo un total de 120 muestras			Ninguna.			
07/01/2021	14/01/2021	Se procedió a realizar en el ensayo a compresión axial para un $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$, teniendo un total de 120 muestras			Ninguna.			
15/01/2021	20/01/2021	Se efectuó el ensayo para la determinación del módulo de elasticidad del concreto (E_c)			Ninguna.			